Bremer Energie Institut

bosch & partner

Bremer Energie Institut, Bosch & Partner

Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten Hessen unter besonderer Berücksichtigung Erneuerbarer Energien

Abschlussbericht

Auftraggeber:

Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung

September 2012

Autoren:

Bremer Energie Institut

Dr. Karin Jahn
Dr. Heidi Ludewig
Dr. Bernd Eikmeier
Dipl.-Oek. Katy Jahnke
M.A. Marius Buchmann
Dipl.-Ing. Wolfgang Schulz

Unter Mitwirkung von
Dipl.-Wirt. Ing. Diana Mislea
Juliane Plümpe

Bosch & Partner

Dr. Dieter Günnewig
Dr. Marie Hanusch
Dipl. Geogr. Alexandra Rohr
Dr. Wolfgang Peters
Dipl.-Ing. (FH) Harald Platte
Dipl. Geogr. Florian Gans

Ansprechpartnerin:

Dr. Karin Jahn

Bremer Energie Institut
College Ring 2 / Research V
28759 Bremen
Tel.: +49 (0) 421 / 200 - 4887
Fax: +49 (0) 421 / 200 - 4877
Email: jahn@bremer-energie-institut.de
www.bremer-energie-institut.de

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis 7
Tabellenverzeichnis 10
Abkürzungsverzeichnis 14
Kurzfassung 17
1. Hintergrund und Ziele 44
2. Struktur der Untersuchung 46
3. Rechtlicher und politischer Rahmen 48
3.1 Energiepolitik auf Bundesebene 48
3.1.1 Zielsetzung Bund 49
3.1.2 Maßnahmen Bund 50
3.2 Energiepolitik Hessen 56
3.2.1 Energiegipfel 2011 56
3.2.2 Bericht des Energie-Forums Hessen 2020 58
3.2.3 Maßnahmen Hessen 60
3.3 Regionale Energiepolitik 64
3.4 Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen 65
4. Methodik 66
4.1 Einführung 66
4.2 Energieverbrauch und -bereitstellung 2008 67
4.2.1 Vorgehensweise und Datenübersicht 67
4.2.2 Energieverbrauch 2008 67
4.2.3 Energiebereitstellung 2008 73
4.2.4 Strom- und Wärmeerzeugung in konventionellen hessischen Kraftwerken 75
4.3 Prognose des Endenergiebedarfs in den Betrachtungszeiträumen 2020 und 2030 76
4.3.1 Prognose Endenergiebedarf Private Haushalte 76
4.3.2 Prognose Endenergiebedarf GHD-Sektor 77
4.3.3 Prognose Endenergiebedarf Industrie-Sektor 78
4.4 Analyse der Potenziale und der verfügbaren Flächen sowie der Szenarien zu Erneuerbaren Energien bis 2020 78
4.4.1 Übersicht 78
4.4.2 Kenngrößen zur Ermittlung des Flächenbedarfs für Erneuerbare Energien 80
4.4.3 Allgemeine Festlegungen zur Ermittlung des technischen Potenzials 83
4.4.4 Technisches Potenzial 84

4.4.5 Potenzial Repowering ... 101
4.4.6 Allgemeine Vorbemerkungen zu den Szenarien ... 102
4.4.7 Szenario „Basisvariante 2020" ... 104
4.4.8 Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" ... 106
4.4.9 Flächenkriterien in den Szenarien und zur Suchraumermittlung ... 107
4.4.10 Vorgehensweise bei der Ermittlung der Suchraumkulissen ... 116
4.4.11 Exkurs Import Erneuerbarer Energien von außerhalb Hessens ... 120

5. Ergebnisse – Status Quo Energieverbrauch, Potenziale und Szenarien ... 123
5.1 Ergebnisse Energieverbrauch ... 123
5.2 Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien und Ist-Situation raumbedeutsame Anlagen ... 128
5.3 Ergebnisse Prognose Energiebedarf in den Betrachtungszeiträumen 2020 und 2030 ... 137
5.3.1 Exkurs Elektromobilität in Hessen ... 140
5.4 Potenzialanalyse Erneuerbare Energien und Szenarien ... 143
5.4.1 Ergebnisse Technisches Potenzial Variante A ... 143
5.4.2 Ergebnisse Technisches Potenzial Variante B ... 145
5.4.3 Ergebnisse Potenzial Repowering ... 147
5.4.4 Ergebnisse Szenario „Basisvariante 2020" ... 148
5.4.5 Ergebnisse Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" ... 154
5.4.6 Vergleich und Bewertung der Szenarien ... 160
5.5 Ziele Energiegipfel 2050 – 100% EE-Strom ... 165

6. Umsetzung in die Raumordnung ... 168
6.1 Planerische Steuerungsmöglichkeiten zur Förderung Erneuerbarer Energien ... 169
6.1.1 Die Raumordnung als Drehscheibe der Steuerung ... 169
6.1.2 Planerische Steuerungsmöglichkeiten für die unterschiedlichen Formen Erneuerbarer Energien ... 175
6.2 Steckbriefe der hessischen Regionalpläne ... 200
6.3 Handlungsempfehlungen ... 223
6.3.1 Übersicht ... 223
6.3.2 Allgemeine Handlungsempfehlungen ... 223
6.3.3 Hessenweite energiespezifische Handlungsempfehlungen ... 225
6.3.4 Regionsspezifische Handlungsempfehlungen ... 252

7. Literatur ... 264
8. Anhang ... 281
8.1 Tabellen zu Ausgangsdaten der Prognosen und Szenarien ... 281
8.2 Abbildungen Entwicklung des Endenergiebedarfs bis 2020 und 2030 ... 290
8.3 Technisches Potenzial A – Flächenbedarf ... 292

8.4 Ergebnisse Szenario „Basisvariante 2020“ für die Regionen 293
8.5 Ergebnisse Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 297
8.6 Windenergie in Waldgebieten 301
8.7 Auswertung der Fauna-Gutachten im Hinblick auf WEA-Konfliktbereiche . 305
8.8 Daten zu Wasserschutzgebieten 317
8.9 Bodendaten 319
8.10 Raumcharakteristik der hessischen Regionen 321
8.11 Energiebedarf und -bereitstellung aus EE 331

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 0-1: Strukturschema des Gutachtens 19

Abbildung 0-2: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Sektoren 20

Abbildung 0-3: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Energieträgern 21

Abbildung 0-4: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2008 22

Abbildung 0-5: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 in Hessen - Szenario „Basisvariante 2020" 30

Abbildung 0-6: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 in Hessen - Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 31

Abbildung 0-7: Suchraumkulisse Windenergie 40

Abbildung 3-1: 100% EE-Regionen in Hessen, Stand Juli 2011 64

Abbildung 4-1: Schema Bottom-up-Ansatz Endenergie Private Haushalte 68

Abbildung 4-2: Berechnungsschema Endenergieverbrauch Gewerbe Handel Dienstleistungen 71

Abbildung 4-3: Zusammenhang von energiepolitischen Zielen, Regionalen Energiekonzepten und der Regionalplanung 80

Abbildung 4-4: Windressourcenkarte Hessen auf 140 m über Grund 89

Abbildung 4-5: Temperaturverteilung im hessischen Oberrheingraben in 2000 m Tiefe 98

Abbildung 4-6: Strukturschema des Gutachtens 110

Abbildung 5-1: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Energieträgern 123

Abbildung 5-2: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen nach Sektoren 125

Abbildung 5-3: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Sektoren 125

Abbildung 5-4: Bereitstellung der Endenergie durch Erneuerbare Energien 2008 nach Regionen 128

Abbildung 5-5: Anteil Erneuerbarer Energien an der Bereitstellung der Endenergie 2008 129

Abbildung 5-6: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2008 131

Abbildung 5-7: Standorte Photovoltaik-Freiflächenanlagen (Stand Ende 2010) 132

Abbildung 5-8: Standorte Windkraftanlagen (Stand Ende 2010) 134

Abbildung 5-9: Verteilung der Wasserkraftanlagen an den hessischen Fließgewässern 135

Abbildung 5-10: Elektrische Bruttoleistung 2008 in Hessen 136

Abbildung 5-11: Prognose des Endenergiebedarfs differenziert nach Untersuchungsregionen 137

Abbildung 5-12: Prognose des Endenergiebedarfs in Hessen differenziert nach Sektoren 138

Abbildung 5-13: Entwicklung Fahrzeugbestand 140

Abbildung 5-14: Neuzulassungsanteile im optimistischen Szenario des Fraunhofer ISI 141

Abbildung 5-15: Entwicklung der jährlichen Fahrleistung je Pkw 142

Abbildung 5-16: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 in Hessen - Szenario „Basisvariante 2020" 150

Abbildung 5-17: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 in Hessen - Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 156

Abbildung 6-1: Abgrenzung der Wirkbereiche einer Biogasanlage 187

Abbildung 6-2: Flächen des technischen Potenzials Wind 228

Abbildung 6-3: Suchräume für Vorranggebiete Windenergie 232

Abbildung 6-4: Technisches Potenzial für die Freiflächen-Photovoltaik - hier Variante A unter Einschluss aller landwirtschaftlichen Flächen 241

Abbildung 8-1: Prognose des Endenergiebedarfs im Regierungsbezirk Kassel differenziert nach Sektoren 290

Abbildung 8-2: Prognose des Endenergiebedarfs im Regierungsbezirk Gießen differenziert nach Sektoren 290

Abbildung 8-3: Prognose des Endenergiebedarfs im Regierungsbezirk Darmstadt differenziert nach Sektoren 291

Abbildung 8-4: Prognose des Endenergiebedarfs im Regionalverband differenziert nach Sektoren 291

Abbildung 8-5: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Kassel - Szenario „Basisvariante 2020" 293

Abbildung 8-6: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Gießen - Szenario „Basisvariante 2020" 294

Abbildung 8-7: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Darmstadt – Szenario „Basisvariante 2020"..... 295

Abbildung 8-8: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regionalverband – Szenario „Basisvariante 2020" 296

Abbildung 8-9: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Kassel – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 297

Abbildung 8-10: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Gießen – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 298

Abbildung 8-11: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Darmstadt – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 299

Abbildung 8-12: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regionalverband – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"..... 300

Abbildung 8-13: Übersichtskarte Nordhessen 322

Abbildung 8-14: Übersichtskarte Mittelhessen 326

Abbildung 8-15: Übersichtskarte Südhessen und Regionalverband 328

Tabellenverzeichnis

Tabelle 0-1: Prognose des Endenergiebedarfs in Hessen und den Untersuchungsregionen 23

Tabelle 0-2: Übersicht Technisches Potenzial Erneuerbarer Energien Variante A . 24

Tabelle 0-3: Übersicht Technisches Potenzial Erneuerbarer Energien Variante B.. 24

Tabelle 0-4: Ergebnisse Szenario „Basisvariante 2020" 27

Tabelle 0-5: Ergebnisse Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 27

Tabelle 3-1: Zusammenfassung Klimaschutzziele Deutschland 50

Tabelle 3-2: Gesetze und wesentliche Förderprogramme auf Bundesebene..... 50

Tabelle 3-3: Mindestanforderungen EEWärmeG 54

Tabelle 3-4: Erneuerbare Energien Hessen – Potenziale und Maßnahmenvorschläge 57

Tabelle 3-5: Ziele Bericht des Energie-Forums im Überblick..... 59

Tabelle 3-6: Ausbauziele Erneuerbarer Energien 59

Tabelle 3-7: Maßnahmen auf Landesebene – Erneuerbare Energien..... 61

Tabelle 3-8: Maßnahmen auf Landesebene – Energieeffizienz 62

Tabelle 4-1: Kennzahlen Raumwärme Untersuchungsregionen..... 69

Tabelle 4-2: Basisannahmen Entwicklung Raumwärmebedarf 76

Tabelle 4-3: Entwicklung der Einwohnerzahl bis 2030 – Hessen und Regionen ... 77

Tabelle 4-4: Kenngrößen flächenrelevanter Anlagen Erneuerbarer Energien 83

Tabelle 4-5: Ausschlusskriterien im technischen Potenzial Windenergie..... 90

Tabelle 4-6: Ausschlusskriterien im technischen Potenzial für Solarparks 92

Tabelle 4-7: Annahmen für Ermittlung Potenzial PV-Anlagen 94

Tabelle 4-8: Annahmen für Ermittlung Potenzial Solarthermie..... 96

Tabelle 4-9: Zusammenstellung der untersuchten Biomassen 100

Tabelle 4-10: Ausbaufaktoren Erneuerbarer Energien an Gebäuden bis 2020 (Ausgangsjahr 2008)..... 105

Tabelle 4-11: Bewertungsrahmen zur Konfliktintensität 111

Tabelle 4-12: Konfliktkriterien „Windenergie“ 112

Tabelle 4-13: Konfliktkriterien „PV-Freiflächennutzung“..... 113

Tabelle 4-14: Gunstkriterien zur Steuerung der Suchräume für Windenergie 118

Tabelle 4-15: Gunstkriterien zur Steuerung der Suchräume für Freiflächen-Photovoltaik 119

Tabelle 5-1: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Energieträgern 124

Tabelle 5-2: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Sektoren 126

Tabelle 5-3: Ergebnis der Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf GHD und Private Haushalte 126

Tabelle 5-4: Prozentualer Anteil der Energieträger am Endenergieverbrauch im Sektor GHD 127

Tabelle 5-5: Endenergieverbrauch der Regierungsbezirke und des Regionalverbandes in den Sektoren GHD und Industrie * 127

Tabelle 5-6: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2008 130

Tabelle 5-7: Entwicklung Photovoltaik-Freiflächenanlagen 2008 – 2010 132

Tabelle 5-8: Entwicklung Windenergie 2008 – 2011 133

Tabelle 5-9: Installierte elektrische Leistung und Fernwärmeleistung in Hessen 2008 * 136

Tabelle 5-10: Prognose des Endenergiebedarfs in Hessen und den Untersuchungsregionen 138

Tabelle 5-11: Prognose des Endenergiebedarfs nach Sektoren und Regionen 139

Tabelle 5-12: Übersicht Technisches Potenzial Erneuerbarer Energien Variante A 144

Tabelle 5-13: Technisches Potenzial der Geothermie in Hessen und den Untersuchungsregionen – Variante A 145

Tabelle 5-14: Übersicht Technisches Potenzial Erneuerbarer Energien Variante B 146

Tabelle 5-15: Abschätzung des Effekts durch Repowering 148

Tabelle 5-16: Ergebnisse Szenario "Basisvariante 2020" * 148

Tabelle 5-17: Szenario „Basisvariante 2020": Anteil Erneuerbarer Energien 2020 * 149

Tabelle 5-18: Szenario „Basisvariante 2020": Erneuerbare Energien Strom 2020* 151

Tabelle 5-19: Szenario „Basisvariante 2020": Erneuerbare Energien Wärme 2020* 151

Tabelle 5-20: Flächenbedarf Szenario „Basisvariante 2020 152

Tabelle 5-21: Ausbau der flächenrelevanten und flächenneutralen Biomasse bis 2020 - Szenario „Basisvariante 2020“ ** 153

Tabelle 5-22: Strom- und Wärmeerzeugung aus tiefer Geothermie 2020 154

Tabelle 5-23: Strom- und Wärmeerzeugung aus Solarenergie 2020 154

Tabelle 5-24: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 - Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 155

Tabelle 5-25: Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergiebedarf 2020 157

Tabelle 5-26: Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme": Anteil Erneuerbarer Energien Strom 2020 157

Tabelle 5-27: Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme": Anteil Erneuerbarer Energien Wärme 2020 157

Tabelle 5-28: Flächenbedarf Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 158

Tabelle 5-29: Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" - Ausbau der flächenneutralen und flächenrelevanten Biomasse bis 2020 159

Tabelle 5-30: Vergleich der Ergebnisse der Szenarien - Flächenneutrale Erneuerbare Energien 160

Tabelle 5-31: Vergleich der Ergebnisse der Szenarien - Flächenrelevante Erneuerbare Energien - Energiebereitstellung 162

Tabelle 5-32: Vergleich der Flächenbedarfs der Szenarien * 163

Tabelle 5-33: Annahmen für die Grobabschätzung 100% Strom aus Erneuerbaren Energien Hessen 2050 166

Tabelle 5-34: Exemplarische Grobabschätzung 100% EE Strom Hessen 2050 166

Tabelle 6-1: Kriterien zur Ermittlung von Standorten für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen 184

Tabelle 6-2: Steckbrief Regionalplan Nordhessen 2009 200

Tabelle 6-3: Steckbrief Regionalplan Mittelhessen 2010 208

Tabelle 6-4: Steckbrief Regionalplan Südhessen/ Regionaler Flächennutzungsplan 2010 216

Tabelle 8-1: Erwerbstätige 2008 nach Regierungsbezirken und Wirtschaftszweigen im Sektor GHD 281

Tabelle 8-2: Entwicklung der Erwerbstätigenzahlen nach Wirtschaftszweigen im Sektor GHD (Ausgangsjahr 2008 / 1 entspricht 100%) 281

Tabelle 8-3: Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftszweigen im Sektor GHD 282

Tabelle 8-4: Entwicklung der Energieeffizienz einzelner Anwendungen im Sektor GHD (Strom) 282

Tabelle 8-5: Entwicklung der Energieeffizienz einzelner Anwendungen im Sektor GHD (Brennstoffe) 282

Tabelle 8-6: Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftszweigen im Sektor Industrie 283

Tabelle 8-7: Entwicklung des Energiebedarfs je Beschäftigtem (2008 = 100%) .. 283

Tabelle 8-8: Langjähriger Mittelwert der Globalstrahlung Hessen 284

Tabelle 8-9: Wohngebäudebestand nach Regierungsbezirken 285

Tabelle 8-10: Wohngebäudebestand im Regionalverband 286

Tabelle 8-11: Entwicklung Anlagenzahl und Leistung bei Repowering von Windkraftanlagen 286

Tabelle 8-12: Ausnutzungsgrade des technischen Potenzials der Biomasse bis 2020 287

Tabelle 8-13: 100%-EE-Regionen in Hessen (Stand Dezember 2011) 288

Tabelle 8-14: Flächenbedarf der flächenrelevanten Biomasse im Technischen Potenzial nach Regierungsbezirken, Landkreisen und kreisfreien Städten 292

Tabelle 8-15: Kriterien zu Windenergie in Waldgebieten 303

Tabelle 8-16: Empfehlungen zur Berücksichtigung avifaunistischer Konfliktpotenziale bei der Identifizierung von Suchräumen für Windenergie 308

Tabelle 8-17: Empfehlungen zur Berücksichtigung fledermausbezogner Konfliktpotenziale bei der Identifizierung von Suchräumen für Windenergie 311

Tabelle 8-18: Zusammenführung der Zonierungen der Wasserschutzgebiete 318

Tabelle 8-19: Thematischen Auswertung „Ertragspotenzial des Bodens“ 320

Tabelle 8-20: Flächennutzung Nordhessen 321

Tabelle 8-21: Flächennutzung Mittelhessen 324

Tabelle 8-22: Flächennutzung Südhessen 327

Tabelle 8-23: Installierte Leistung PV-Freiflächenanlagen in Hessen 332

Abkürzungsverzeichnis

AGFW	Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft/ Der Energieeffizienzverband für Wärme, Kälte und KWK e.V.
BAB	Bundesautobahn
BAK	Baualtersklasse
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
Besch	(Anzahl der) Beschäftigte(n)
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMPS	Biomassepotenzialstudie
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BR	Biosphärenreservat
BS	Bundesstraße
BW	Brauchwasser
BWaldG	Bundeswaldgesetz
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEV	Endenergieverbrauch eines Energieträgers
EEWärmeG	Erneuerbare Energien-Wärme-Gesetz
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EW	Einwohner
FENA	Hessen-Forst Forsteinrichtung und Naturschutz
FFH	Fauna-Flora-Habitat

FNP	Flächennutzungsplan
ForstG HE	Hessisches Forstgesetz
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (Wirtschaftssektor)
GIS	Geografisches Informationssystem
GW	Gigawatt
GWh	Energieeinheit Gigawattstunden (1 GWh = 10^6 kWh)
HLPG	Hessisches Landesplanungsgesetz
HLUG	Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
HMUELV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HMWVL	Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
KUP	Kurzumtriebsplantage
KW	Kilowatt
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
LEP	Landesentwicklungsplan
LK	Landkreis
MW	Megawatt
MWh	Energieeinheit Megawattstunden (1 MWh = 10^3 kWh)
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe
PHH	Private Haushalte
PV	Photovoltaik
PV-FFA	Photovoltaik-Freiflächenanlagen
Reg. Bez.	Regierungsbezirk
RegFNP	Regionaler Flächennutzungsplan
REnK	Regionale Energiekonzepte
ROG	Raumordnungsgesetz

RV	Regionalverband
RW	Raumwärme
TW	Terawatt
TWh	Energieeinheit Terawattstunden (1 TWh = 10^9 kWh)
UVPG	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz
VSG	Vogelschutzgebiet
WE	Wohneinheit
WEA	Windenergieanlage
WF	Wohnfläche
WZ	Wirtschaftszweig

Kurzfassung

Hintergrund und Ziele der Studie

Ziel der vorliegenden Studie, die das Bremer Energie Institut und die Bosch & Partner GmbH im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung bearbeitet haben, ist die Erstellung von Gutachten zu regionalen Energiekonzepten in den Planungsregionen Nord-, Mittel- und Südhessen (bzw. Regierungsbezirken Kassel, Gießen und Darmstadt). Innerhalb des Regierungsbezirkes Darmstadt (Planungsregion Südhessen) wird zudem der Bereich des Regionalverbandes Frankfurt RheinMain (im Folgenden als Regionalverband bezeichnet, bis März 2011 Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main) separat dargestellt. Den Schwerpunkt der Energiekonzepte bildet die Nutzung Erneuerbarer Energien vor dem Hintergrund regionalplanerischer Belange.

Der relevante Zeithorizont für diese Studie war zum Zeitpunkt der Beauftragung der Gutachter das Jahr 2020, für das die hessische Energiepolitik im Rahmen des Berichts des Energie-Forums Hessen 2020 Ziele bezüglich der Energieeinsparungen und des Ausbaus der verschiedenen Erneuerbaren Energien festgelegt hat [Energie-Forum 2010][1]. Die Studie befasst sich primär mit dem Endenergiebedarf der drei Sektoren Private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen und Industrie, die auch Gegenstand der energiepolitischen Zielsetzungen des Landes sind. Der Mobilitätssektor wird nur im Hinblick auf die Entwicklung der Elektromobilität betrachtet.

Inzwischen wurde durch den Energiegipfel der Zeithorizont der hessischen Energiepolitik bis zum Jahr 2050 erweitert [Energiegipfel 2011a-e]. Die Studie trägt dieser Tatsache insofern Rechnung, dass für den Endenergieträger Strom exemplarisch aufgezeigt wird, welche Rolle die einzelnen Erneuerbaren Energieträger bei der Zielerreichung 100% Erneuerbare Energieversorgung spielen können.

Die Gutachten zu den regionalen Energiekonzepten sollen Orientierung liefern für die Weiterentwicklung der Regionalplanung im Hinblick auf die Nutzung Erneuerbarer Energien. Es wird aufgezeigt, welche technischen Potenziale Erneuerbarer Energien die einzelnen Planungsregionen aufweisen und welche Beiträge sie zur Erreichung der energiepolitischen Ziele Hessens für das Jahr 2020 bzw. 2050 leisten können. Für die Entwicklung bis 2020 werden zwei Szenarien untersucht. Die Erkenntnisse aus den Untersuchungen bilden die Grundlage für die Ableitung von Handlungsempfehlungen für die Weiterentwicklung der Regionalplanung im Hinblick auf eine raum- und um-

1 Aufgabe des Energie-Forums war es, das übergreifende Ziel der Landesregierung, 20% des Endenergieverbrauchs ohne Verkehr im Jahr 2020 aus Erneuerbaren Energien zu decken, auf die unterschiedlichen Energiewandlungsformen herunterzurechnen und für die Bereiche Energieeffizienz und Erneuerbare Energien Aktionsfelder zu definieren und beispielhafte Maßnahmen zu entwickeln.

weltfreundliche Energieversorgung vor dem Hintergrund der Ziele des Energiegipfels. Diese Handlungsempfehlungen sollen die Regionalplanung unterstützen und ein Handlungsspektrum für die Berücksichtigung der Belange Erneuerbarer Energien in der Regionalplanung eröffnen.

Der vorliegende Hauptbericht enthält die Darstellung der Untersuchungsergebnisse auf Ebene des Landes Hessen, der drei Regierungsbezirke sowie des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain. Für die Untersuchungsregionen ist die detaillierte Ergebnisdarstellung, in der im Sinne einer Konkretisierung auch die Ebene der Landkreise berücksichtigt wird, den jeweiligen Regionalberichten zu entnehmen.

Die Untersuchung enthält für die Leser, die mit den rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen nicht vertraut sind, eine ausführliche Darstellung der energiepolitischen Zielvorgaben, Instrumente und Maßnahmen auf Ebene der EU, des Bundes, des Landes Hessen und der Untersuchungsregionen.

Die Erarbeitung der Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten wurde begleitet durch einen Arbeitskreis aus Vertretern des Hessischen Wirtschaftsministeriums, der drei Regierungspräsidien und des Regionalverbandes. Die Projektausschreibung sowie die energiewirtschaftlich-technischen Annahmen erfolgten in Abstimmung mit dem Hessischen Umweltministerium. Eine Übersicht über die inhaltlichen Schwerpunkte und die Untersuchungsschritte in ihrer Abfolge gibt Abbildung 0-1.

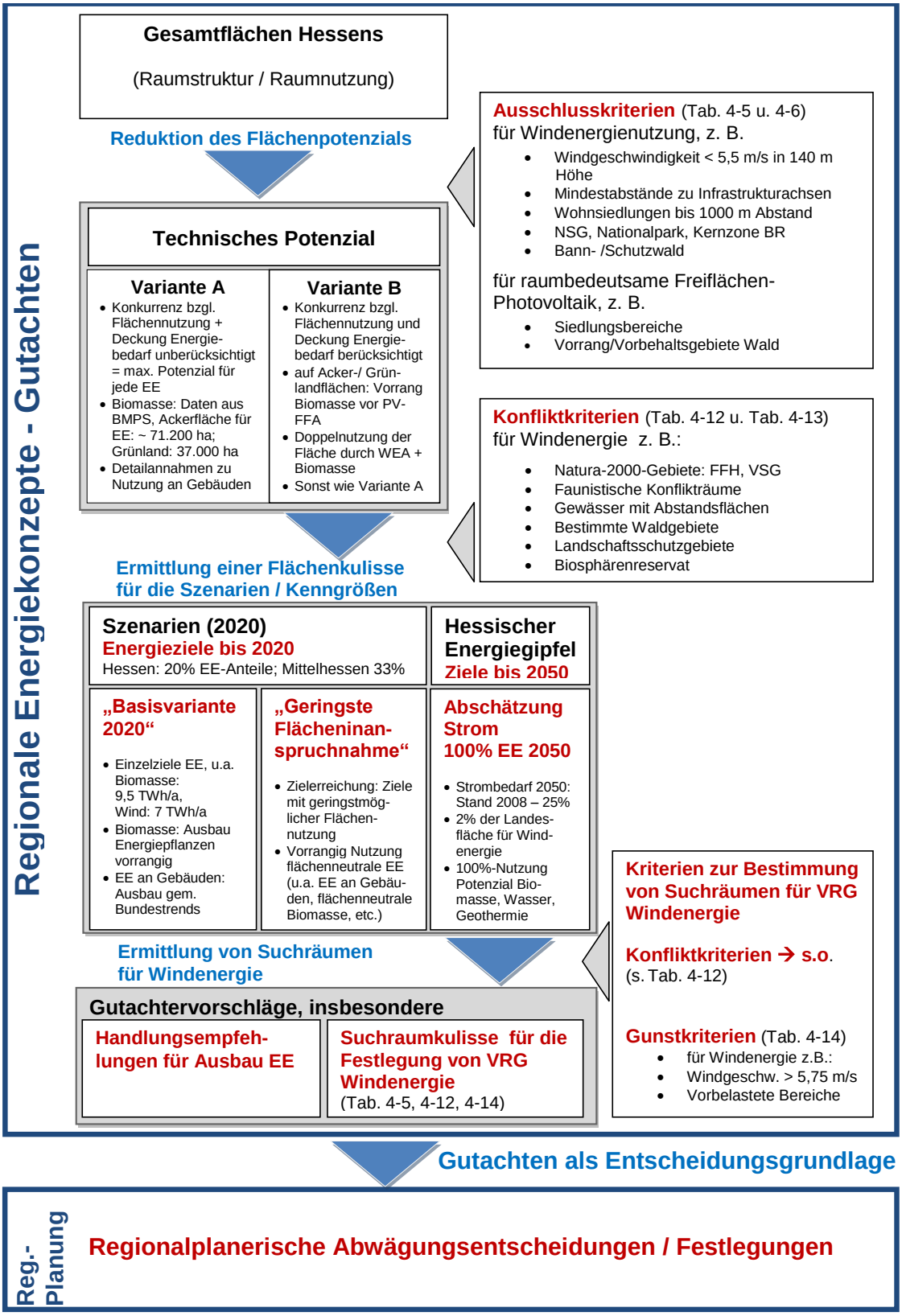


Abbildung 0-1: Strukturschema des Gutachtens

Ausgangssituation 2008

Für die Entwicklung von Energiekonzepten ist zunächst die Analyse des Ausgangszustands erforderlich. Für das Land Hessen ist dieser in der Energiebilanz des Landes dokumentiert [HSL 2011a], [HSL 2011b]. Dagegen gibt es bislang noch keine Energiebilanzen der Planungsregionen. Zur Definition der Ausgangssituation wurde daher für die Untersuchungsregionen für ein einheitliches Bezugsjahr eine Bilanzierung des Endenergieverbrauchs der drei Sektoren Private Haushalte, Gewerbe/ Handel/ Dienstleistungen (GHD) und Industrie vorgenommen. Aufgrund der Datenverfügbarkeit wurde als Bezugsjahr 2008 gewählt. Neben dem Endenergieverbrauch[2] wurde auch die Energiebereitstellung untersucht. Die Ergebnisse sind in Abbildung 0-2 und Abbildung 0-3 dargestellt.

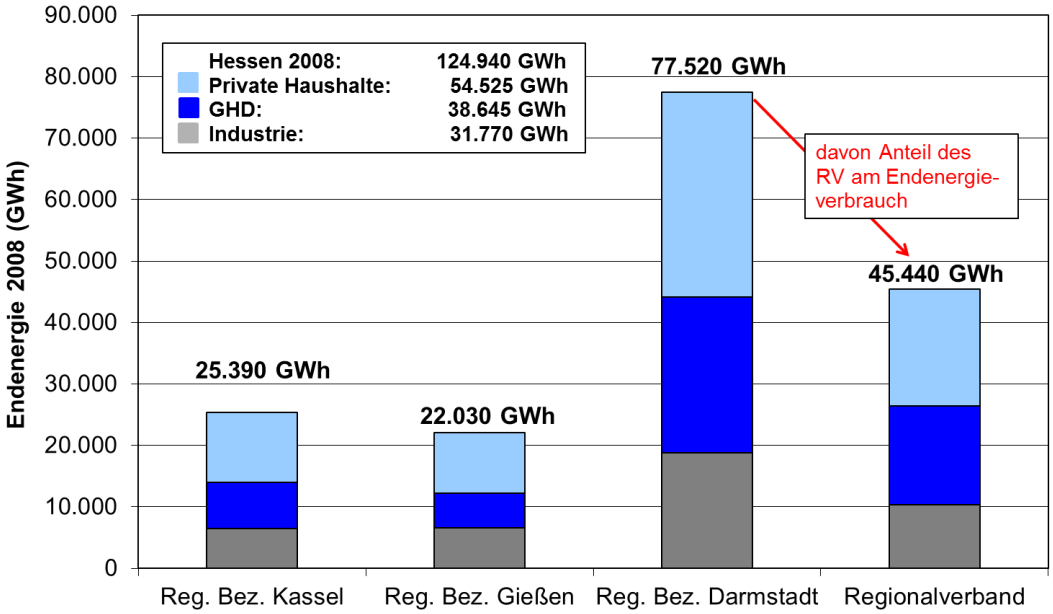


Abbildung 0-2: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Sektoren [3]

Der Endenergieverbrauch des Landes Hessen betrug in 2008 rund 125 TWh. Davon entfiel mehr als 60% auf den Regierungsbezirk Darmstadt, an welchem der Regionalverband einen Anteil von zwei Dritteln hat. Auf den Regierungsbezirk Kassel entfallen rund 20% des hessischen Endenergieverbrauchs und auf den Regierungsbezirk Gießen knapp 18%. In allen Untersuchungsregionen weisen die Privaten Haushalte den größten

[2] Unter Endenergie versteht man die Energieformen, die beim Endverbraucher ankommen wie z.B. Strom, und Fernwärme. Aus Endenergiebilanzen kann man nicht unbedingt entnehmen, durch welche Energieträger die Endenergie bereitgestellt wird: Strom kann aus verschiedenen Erneuerbaren Energien stammen, aber auch aus Kohle-, Gas- oder Kernkraftwerken, und auch Fernwärme kann mit unterschiedlichen Energieträgern erzeugt werden.

[3] Alle Energieangaben in diesem Bericht beziehen sich immer jeweils auf das angegebene Jahr.

Anteil am Endenergieverbrauch 2008 auf. In Südhessen steht an zweiter Stelle der GHD-Sektor, während in den beiden anderen Regionen Industrie und GHD-Sektor vergleichbare Anteile haben.

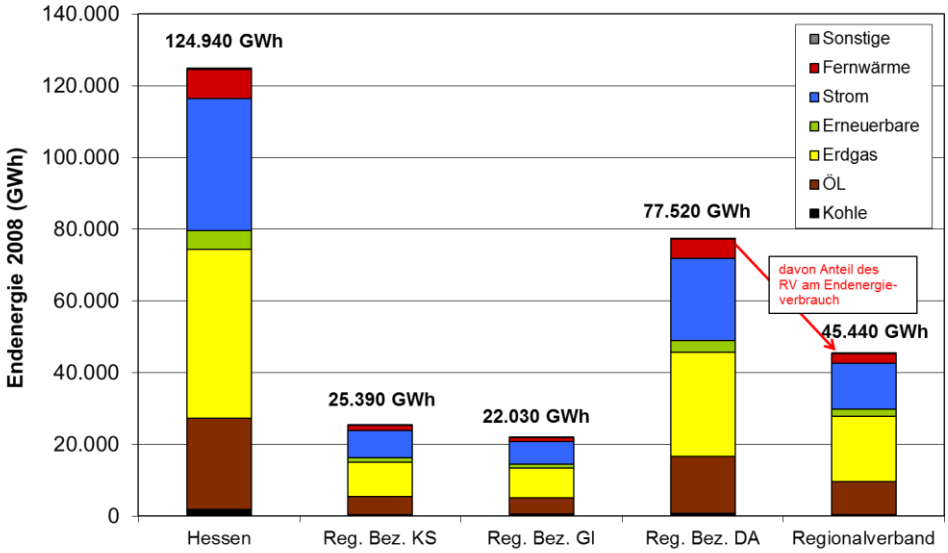


Abbildung 0-3: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Energieträgern

Die Endenergiebilanz weist nur 5.335 GWh als Endenergie aus Erneuerbaren Energien aus und führt daher nicht alle Beiträge der Erneuerbaren Energien zur Energiebereitstellung aus, da etwa ein Drittel der Energieerzeugung aus Erneuerbaren Energien in die Stromerzeugung und die Fernwärme einfließt. Dieser Teil wird somit in der Bilanz nicht direkt aufgeführt. Daher ist die gesamte Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien in Hessen von 8.020 GWh (Bezugsjahr 2008) in Abbildung 0-4 nochmals gesondert dargestellt.[4]

Der Löwenanteil von fast 80% entfällt auf die Biomasse, gefolgt von Windenergie (9%) und Wasserkraft und Solarenergie (jeweils ca. 5%). Geothermie spielt mit rund 1% noch eine untergeordnete Rolle. Der Anteil der Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien betrug in Hessen in 2008 6,4%. Die Anteile in den Regionen fallen sehr unterschiedlich aus. Der Regierungsbezirk Darmstadt weist zwar absolut den höchsten Beitrag Erneuerbarer Energien aus, bezogen auf den Endenergieverbrauch sind die Anteile von 4,9% bei der Wärme und 3,9% beim Strom deutlich unter dem hessischen Durchschnitt. Die Anteile im Regionalverband liegen sogar noch darunter. Während die mittelhessischen Werte etwa dem Landesdurchschnitt entsprechen, weist der Regierungs-

[4] Hierbei ist zu beachten, dass die Beiträge der einzelnen Erneuerbaren Energien teils von den Angaben in [HSL 2011b] abweichen. Dies ist auf methodische Unterschiede bei der Erhebung der Beiträge der Erneuerbaren Energien, die bei [HSL 2011b] und [BMPS 2009] zur Anwendung kamen, zurückzuführen. Hierauf wird in Kapitel 4 eingegangen.

bezirk Kassel mit 11% bei der Wärme und 13% beim Strom die höchsten Werte auf. Im Wärmebereich liegt Nordhessen damit sogar deutlich über dem Bundesdurchschnitt (Bund 2008: 7,3%), beim Strom allerdings immer noch darunter (Bund 2008: 15,1%) [BMU 2011b].

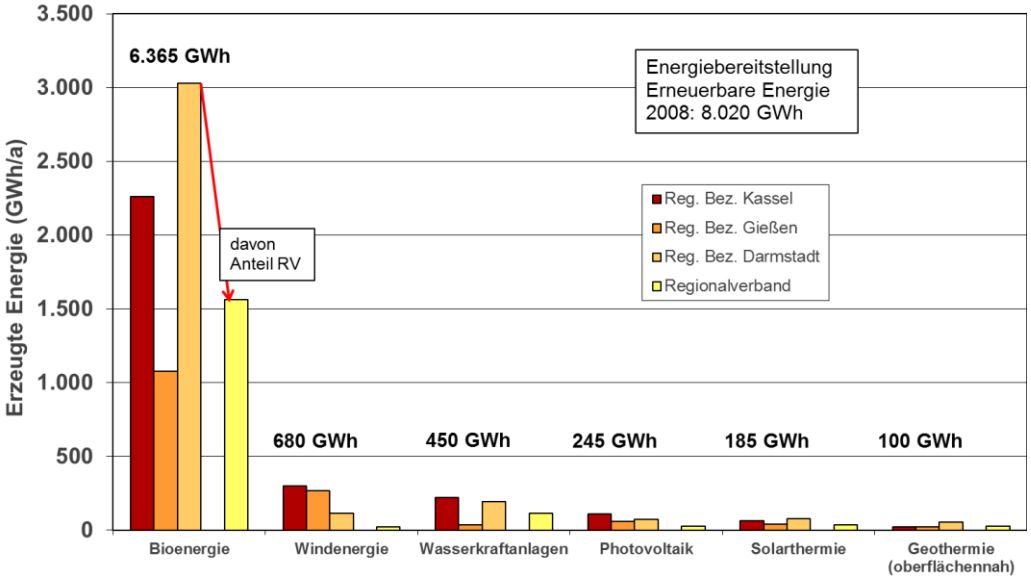


Abbildung 0-4: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2008

Prognosen 2020 und 2030

Für die Einschätzung, ob in 2020 Erneuerbare Energien entsprechend den Zielen des Berichtes des Energie-Forums Hessen 2020 (im Folgenden auch als „Basisvariante 2020“ bezeichnet) einen Anteil von 20% der Endenergie (bzw. in Mittelhessen 33%) der drei berücksichtigten Sektoren bereitstellen können und welche Flächennutzung daraus resultiert, ist es zunächst erforderlich, die Entwicklung des Endenergiebedarfs der Sektoren bis zu diesem Zeitpunkt abzuschätzen. Durch die zusätzliche Betrachtung des Endenergiebedarfs im Jahr 2030 wird eine mittelfristige Perspektive eröffnet.

Die Ergebnisse für die Abschätzung des Endenergiebedarfs in Hessen und den Untersuchungsregionen sind in Tabelle 0-1 zusammengefasst. Der Wert von 105 TWh für Hessen in 2020 deckt sich mit den Annahmen des Szenarios „Basisvariante 2020". Bis 2030 wird eine Abnahme des Endenergiebedarfs um weitere 10% gegenüber 2020 auf knapp 95 TWh erwartet.

Tabelle 0-1: Prognose des Endenergiebedarfs in Hessen und den Untersuchungsregionen[5]

Region	Endenergie [GWh] *			davon Strom [GWh] *	
	2008	2020	2030	2020	2030
Land Hessen	124.940	104.890	94.825	31.355	29.970
Reg. Bez. Kassel	25.390	21.495	19.445	6.485	6.205
Reg. Bez. Gießen	22.030	18.425	16.610	5.515	5.270
Reg. Bez. Darmstadt	77.520	64.970	58.770	19.355	18.495
davon Regionalverband	45.440	38.040	34.450	10.740	10.230

* Werte auf 5er gerundet

Technisches Potenzial Erneuerbarer Energie in Hessen

Das technische Potenzial zeigt eine obere Grenze für die Energiebereitstellung auf, die sich ergibt, wenn technische Einschränkungen berücksichtigt werden. In der hier vorliegenden Untersuchung wurden, neben den rein technischen Ausschlusskriterien, auch solche berücksichtigt, die zwar nicht technischer Natur, aber von solcher Qualität sind, dass sie wie technische Restriktionen wirken.[6] Dagegen bleiben Konfliktkriterien bei der Potenzialabschätzung unberücksichtigt.[7] Das hat zur Folge, dass das technische Potenzial bezüglich der geeigneten Flächen und der hier prinzipiell erzeugbaren Energiemengen deutlich größer ausfällt als die Größen, die sich z.B. durch die Raumplanung ergeben, wenn verschiedene Nutzungskonflikte berücksichtigt werden. Das technische Potenzial steckt somit einen oberen Rahmen ab, die letztendlich realisierbaren Werte werden in der Regel niedriger ausfallen.

Für das technische Potenzial wurden zwei Varianten erarbeitet, zum einen Variante A, in der die Fläche Hessens für jede Erneuerbare Energie gesondert betrachtet wird, und zum anderen Variante B, bei der sich die verschiedenen Erneuerbaren Energien die Fläche Hessens teilen müssen. Bei Variante A handelt es sich um eine theoretische Größe, die verdeutlichen soll, wie viel Energie unter Berücksichtigung der Ausschlusskriterien durch eine Erneuerbare Energie bereit gestellt werden könnte, wenn für diese die Gesamtfläche Hessen zur Verfügung stünde. In Variante B wird dagegen zusätzlich die Konkurrenz der verschiedenen Erneuerbaren Energien um verfügbare Flächen bzw.

[5] Energieangaben beziehen sich im gesamten Bericht i.d.R. immer auf den Zeitraum eines Jahres, sofern keine anderen Angaben gemacht werden.

[6] Die Annahmen und Methoden, die bei der Ermittlung des Potenzials zugrunde gelegt wurden, sind Kapitel 4.4.4 zu entnehmen.

[7] Bezüglich der Konfliktkriterien sei auf Kapitel 4.4.4 verwiesen.

Bedarf, der gedeckt werden kann, berücksichtigt. Die Ergebnisse der Variante B des technischen Potenzials stellen somit die zuvor genannte obere Grenze der Energiebereitstellung dar. Die Ergebnisse der beiden Potenzialbetrachtungen sind in Tabelle 0-2 und Tabelle 0-3 zusammengefasst. Es ist zu beachten, dass eine Summation der Werte der einzelnen Erneuerbaren Energien in der Variante A nicht sinnvoll ist, da für jede Energie die Gesamtfläche Hessens betrachtet wurde.

Tabelle 0-2: Übersicht Technisches Potenzial Erneuerbarer Energien Variante A

Technisches Potenzial Variante A	flächenrelevant			flächenneutral				
	Wind-energie	Biomasse - Energiepflanzen	PV-FFA	Solarthermie	Photovoltaik an Gebäuden	Geothermie	Biomasse - flächenneutral	Wasserkraft
	GWh			GWh				
Land Hessen	**132.560**	**2.730**	**170.995**	**17.770**	**12.790**	**13.270**	**9.020**	**520**
Reg. Bez. Kassel	50.110	1.170	63.920	3.700	2.710	1.200	2.860	255
Reg. Bez. Gießen	37.780	710	41.660	3.080	2.370	755	1.960	50
Reg. Bez. Darmstadt	44.670	850	65.415	10.990	7.710	11.315	4.200	215
davon Regionalverband	7.990	335	25.850	6.515	4.280	7.170	1.965	105

* auf 5er gerundet

In der Variante A[8] weisen die Windenergie mit rund 133 TWh (entsprechend ca. 399.200 ha) und die Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) mit fast 171 TWh (entsprechend ca. 557.000 ha) die größten technischen Potenziale auf. Die Flächen, die in der Variante A des technischen Potenzials für PV-FFA zur Verfügung stehen, sind aufgrund der geringeren Puffer größer als im Fall der Windenergie (siehe Tabelle 4-5). Biomasse, Solarthermie, Photovoltaik an Gebäuden sowie die Geothermie haben Potenziale zwischen 12 TWh und 18 TWh. Das Potenzial der Wasserkraft liegt bei 0,5 TWh und ist bereits weitgehend ausgeschöpft.

Tabelle 0-3: Übersicht Technisches Potenzial Erneuerbarer Energien Variante B

Technisches Potenzial Variante B	flächenrelevant			Flächenneutral					Summe
	Wind-energie	Biomasse - Energiepflanzen	PV-FFA	Solarthermie	Photovoltaik an Gebäuden	Geothermie	Biomasse - flächenneutral	Wasserkraft	
	GWh			GWh					
Land Hessen	**132.560**	**2.730**	**16.640**	**17.460**	**7.320**	**12.385**	**9.020**	**520**	**198.635**
Reg. Bez. Kassel	50.110	1.170	4.410	3.640	1.595	1.010	2.860	255	65.050
Reg. Bez. Gießen	37.780	710	3.120	3.035	1.390	635	1.960	50	48.680
Reg. Bez. Darmstadt	44.670	850	9.110	10.785	4.335	10.740	4.200	215	84.905
davon Regionalverband	7.990	335	3.690	6.425	2.440	6.915	1.965	105	29.865

* auf 5er gerundet

Das Potenzial der Erneuerbaren Energien in Variante B beträgt insgesamt rund 199 TWh und ist damit fast doppelt so hoch wie der Endenergiebedarf im Jahr 2020. Beim technischen Potenzial ist die Windenergie dominierend und hat einen Anteil von etwa zwei Dritteln.

Der wesentliche Unterschied der beiden Potenzialbetrachtungen zeigt sich bei den Ergebnissen der Variante B für die PV-Freiflächenanlagen und die Photovoltaik an Gebäuden. Im Fall der PV-Freiflächenanlagen reduziert sich das technische Potenzial auf

[8] Details zu den Annahmen für Variante A sowie die Beschreibung der Methodik zur Abschätzung der Erträge finden sich in Kapitel 4.4.4.

etwa 10% des Potenzials in Variante A. Dies liegt an der Annahme, dass die Anteile des Acker- und Grünlands, die für energetische Nutzung verfügbar sind, vorzugsweise für den Anbau von Energiepflanzen genutzt werden. Damit verbleibt nur ein (vergleichsweise) geringer Anteil der Flächen der Potenzialvariante A: Während in Variante A noch von rund 557.000 ha ausgegangen wurde, die für solare Freiflächenanlagen geeignet sind, reduziert sich diese Fläche in Variante B auf gerade noch etwa 54.000 ha, d.h. rd. 2,5% der Fläche Hessens. Die Reduzierung des PV-Potenzials an Gebäuden ist auf die Annahme zurückzuführen, dass an Gebäuden zunächst Flächen für solarthermische Anlagen reserviert werden, da für diese die räumliche Nähe zum Energieverbrauch entscheidender ist als für die Photovoltaik.[9]

Das Ergebnis für das technische Potenzial Variante B zeigt, dass das Potenzial Erneuerbarer Energien in Hessen im Prinzip mehr als ausreichend ist, um das für 2050 gesteckte Ziel einer vollständig auf Erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung zu erreichen. Allerdings ist zu bedenken, dass hierfür auch ein massiver Umbau der Energieinfrastruktur erforderlich ist.

Ergebnisse der Szenarien

Es wurden zwei Szenarien erarbeitet: das Szenario „Basisvariante 2020“ sowie das Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“. Gemeinsame Zielgröße beider Szenarien ist entsprechend den für das Jahr 2020 formulierten Zielen der hessischen Energiepolitik, den Beitrag der Erneuerbaren Energien auf 21 TWh (entspricht 20% des Endenergiebedarfs) zu steigern [Energie-Forum 2010]. Dabei wird vorausgesetzt, dass für die Zielerreichung nur die hessischen Energieressourcen genutzt werden sollen. Importe werden bei dieser Betrachtung nicht berücksichtigt. Weiterhin wird darauf geachtet, dass die Anteile an der Wärme- bzw. Stromerzeugung den Zielwerten auf Bundesebene in Höhe von 14% (für Wärme) bzw. 35% (für Strom) für das Jahr 2020 entsprechen. Für den Regierungsbezirk Gießen ist zusätzlich der von der Regionalversammlung Mittelhessen formulierte Zielwert von 33% EE bezogen auf den Endenergiebedarf in 2020 zu berücksichtigen. [10]

---

[9] Zu den Annahmen für die Abschätzung des technischen Potenzials in der Variante B wird auf die Kapitel 4.4.3 und 4.4.4 verwiesen.

[10] Ursprünglich sollte für beide Szenarien auch die Variante betrachtet werden, in der alle Untersuchungsregionen bis 2020 ihren Endenergiebedarf mindestens zu 20% aus Erneuerbaren Energien bereitstellen. Anhand einer Grobabschätzung wurde für den Regierungsbezirk Darmstadt ermittelt, dass hierfür bis 2020 in dieser Region ein Ausbau der Windenergie auf etwa 7 TWh erforderlich wäre. Dies entspricht dem Ziel, das im Bericht des Energie-Forums für die Windenergie bis 2020 für ganz Hessen genannt wird. Die Gutachter halten es nicht für realistisch, dass dieser Ausbau im Regierungsbezirk Darmstadt bis 2020 erreicht werden kann und haben daher diese Variante nicht weiter betrachtet (siehe auch Kapitel 4.4.6).

Durch das Szenario „Basisvariante 2020“ soll aufgezeigt werden, welche Flächennutzung mit der Erreichung der im Bericht des Energie-Forums Hessen 2020 „Ziele und Eckpunkte des Hessischen Energiekonzeptes für die Bereiche Energieeffizienz und Erneuerbare Energien“ [Energie-Forum 2010] für die einzelnen Erneuerbaren Energien genannten Ziele verbunden ist. Mit dem Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“ wird verdeutlicht, welche Energien vorzugsweise genutzt werden sollten, um das Gesamtziel von einem 20%-Anteil an Erneuerbaren Energien an der Energiebereitstellung in 2020 mit möglichst geringem Flächenbedarf zu erreichen. In diesem Szenario werden die im Bericht des Energieforums formulierten Ziele für die einzelnen Erneuerbaren Energien nicht berücksichtigt. Die Ergebnisse der Szenarien sind in den nachfolgenden Tabellen zusammengefasst.

Im Szenario „Basisvariante 2020" wird insgesamt eine Fläche von rund 111.055 ha durch erneuerbare Energien genutzt. Dies entspricht etwa 5,3% der Fläche des Landes Hessen. Für den Anbau von Energiepflanzen werden dabei 108.175 ha (5,1% der Landesfläche) genutzt. PV-Freiflächenanlagen belegen in diesem Szenario etwa 2.880 ha (ca. 0,1% der Landesfläche). Die Windenergie hat einen Flächenbedarf von etwa 21.210 ha (1%). Allerdings wird in dem Szenario angenommen, dass landwirtschaftliche Flächen, auf denen Windkraftanlagen platziert werden, gleichzeitig für Biomasse genutzt werden können (siehe Kapitel 4.4.7). Ohne diese Doppelnutzung würde der Flächenbedarf auf knapp 132.270 ha bzw. 6,3% ansteigen. Sofern eine Doppelnutzung durch Wind und Biomasse nicht möglich wäre, müssten entsprechend den Annahmen des Szenarios alle WKA außerhalb von landwirtschaftlichen Flächen, z.B. in Waldgebieten, errichtet werden, da die für energetische Nutzung geeignete, maximale landwirtschaftliche Fläche in diesem Szenario bereits durch die Biomasse genutzt wird.[11] In der Praxis werden beide Fälle, Doppelnutzung landwirtschaftlicher Fläche durch energetische Biomasse und Windenergie einerseits und Windenergieanlagen in Waldgebieten andererseits, vorkommen, aber auch die Errichtung von Windenergieanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen mit Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln.

Der Flächenbedarf im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" beträgt ca. 36.820 ha (1,7% der Landesfläche). Dies ist etwa ein Drittel der Fläche, die im Szenario „Basisvariante 2020" zur Zielerreichung genutzt werden müsste. Würde man von der Annahme der Doppelnutzung absehen, dann würde die erforderliche Fläche zwar auf etwa 57.855 ha (2,7% der Landesfläche) steigen. Dies wäre aber immer noch weniger als die Hälfte der im Szenario „Basisvariante 2020" benötigten Fläche. Diese drastische Reduktion der Flächennutzung wird durch den stärkeren Ausbau der Windenergie sowie die intensivere Nutzung der flächenneutralen Biomasse bei gleichzeitiger Reduktion des flächenrelevanten energetischen Biomasseanbaus erreicht.

[11] Die restlichen Acker- und Grünflächen müssen für die Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln bereit stehen [BMPS 2009].

Vergleicht man die Ergebnisse der Szenarien, so stellt man fest, dass in beiden Szenarien die Biomasse (flächenneutrale und flächenrelevante) den höchsten Anteil an der Energiebereitstellung hat. Dabei ist der Beitrag der flächenneutralen Biomasse deutlich größer als der der flächenrelevanten Biomasse. Unter den flächenrelevanten Energieträgern dominiert in beiden Szenarien die Windenergie.

Tabelle 0-4: Ergebnisse Szenario „Basisvariante 2020"

Region	Szenario „Basisvariante 2020" (Ausbauziele Erneuerbare Energien gem. "Basisvariante 2020")						
	Biomasse 9.500 GWh		Solarenergie 3.000 GWh		Geo-thermie 1.000 GWh	Wasser-kraft 500 GWh	Wind-energie 7.000 GWh
	Flächen-relevant	Flächen-neutral	Flächen-relevant (PV-FFA)*	Flächen-neutral Gebäude	Flächen-neutral	Flächen-neutral	Flächen-relevant
	GWh **						
Hessen	**2.730**	**6.770**	**890**	**2.110**	**1.000**	**500**	**7.000**
Reg. Bez. KS	1.170	1.975	210	840	130	245	2.130
Reg. Bez. GI	710	1.390	300	510	130	45	3.000
Reg. Bez. DA	850	3.405	380	760	740	210	1.870
davon Regionalverband	335	1.640	125	340	425	100	340

Tabelle 0-5: Ergebnisse Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

Region	Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 21 TWh des Endenergieverbrauchs durch EE						
	Biomasse		Solarenergie		Geo-thermie	Wasser-kraft	Wind-energie
	Flä-chen-relevant	Flächen-neutral	Flächen-relevant (PV-FFA)*	Flächen-neutral Gebäude	Flächen-neutral	Flächen-neutral	Flächen-relevant
	GWh **						
Hessen	**790**	**7.980**	**55**	**2.110**	**1.000**	**500**	**8.565**
Reg. Bez. KS	360	2.490	40	840	130	245	2.700
Reg. Bez. GI	190	1.715	5	510	130	45	3.490
Reg. Bez. DA	240	3.775	10	760	740	210	2.375
davon Regional-verband	100	1.790	0	340	425	100	435

* PV-FFA: Photovoltaikfreiflächenanlagen

** Zahlen auf 5er gerundet

Den größten Anteil an der Energiebereitstellung durch Windkraftanlagen weist der Regierungsbezirk Gießen auf. Das liegt daran, dass dieser Regierungsbezirk das Ziel hat,

bis 2020 33% seiner Endenergie durch Erneuerbare Energien zu decken. Die Beiträge der Windenergie der beiden anderen Regierungsbezirke wurden so angepasst, dass das Gesamtziel für Hessen (20% Anteil Erneuerbare Energien bis 2020 bzw. 21 TWh, bzw. im Szenario „Basisvariante 2020" als Einzelziel für Windenergie ein Anteil von 7 TWh) erreicht wird.

Bei den flächenneutralen Energien[12] sind die Ergebnisse für die Solarenergie an Gebäuden, die Geothermie und die Wasserkraft in beiden Szenarien identisch. Das liegt daran, dass für diese Energien in beiden Szenarien derselbe Ausbau bis 2020 angenommen wurde, da weder die Ziele des Szenarios „Basisvariante 2020" noch die Randbedingungen der möglichst geringen (zusätzlichen) Flächeninanspruchnahme eine Unterscheidung der Szenarien in diesen Punkten nahe legen.

Auf die flächenneutrale Biomasse entfallen in beiden Szenarien große Anteile an der Energiebereitstellung. In beiden Szenarien wird ein Ausbau gegenüber dem Stand 2008 angenommen, so dass dann in 2020 75% (Szenario „Basisvariante 2020“) bzw. fast 90% (Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“) des Potenzials genutzt würden. Im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“ ist ein stärkerer Ausbau als im Szenario „Basisvariante 2020“ angenommen, da dieser zur Vermeidung zusätzlicher Flächeninanspruchnahme beiträgt.

Der Ausbau der flächenrelevanten Biomasse (Energiepflanzen) unterscheidet sich in den beiden Szenarien deutlich, da im Szenario „Basisvariante 2020“ die Festlegung erfolgte, dass der Ausbau der Biomasse auf 9,5 TWh zunächst durch die Nutzung des Potenzials der flächenrelevanten Biomasse erfolgen soll. Im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“ wurde zur Minimierung der Flächennutzung zur Energieerzeugung davon ausgegangen, dass der Anbau energetischer Biomasse nur auf Flächen stattfindet, die auch durch Windenergieanlagen genutzt werden (Doppelnutzung der Flächen, siehe auch Kapitel 4.3.6).[13] Diese Annahme führt rechnerisch zu einem Ausbau der flächenrelevanten Biomasse von 790 GWh.

Im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“ ist der Beitrag der PV-FFA nur auf die bestehenden Anlagen beschränkt, da der spezifische Flächenertrag der Doppelnutzung Wind und Biomasse deutlich höher ist als der Ertrag, der pro Hektar durch PV-FFA erzielt werden könnte. Diese Annahme ist eine untere Grenze für die PV-FFA, da davon auszugehen ist, dass aufgrund der Entwicklung bei den Preisen der PV-Anlagen bis 2020 durchaus noch weitere Anlagen installiert werden.

---

[12] Die Einteilung in die Kategorien flächenneutral und flächenrelevant kann Kapitel 4.4.3 entnommen werden.

[13] Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass alle Ackerflächen, die nach Anwendung der verschiedenen Kriterien für Windkraftanlagen geeignet sind, auch für den Anbau energetischer Biomasse genutzt werden.

Die Abbildung 0-5 und Abbildung 0-6 zeigen für die beiden Szenarien ergänzend auf, welche Beiträge der Energieerzeugung auf die Landkreise entfallen könnten. Bei den Darstellungen wird jeweils nach flächenrelevanten Energien sowie solchen, deren Nutzung flächenneutral erfolgen kann, differenziert.

Vergleicht man die Abbildungen für die beiden Szenarien, erkennt man deutlich die zentralen Unterschiede: Im Szenario „Basisvariante 2020“ ist der Beitrag der flächenrelevanten Biomasse deutlich größer als im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“. Der Beitrag der Windenergie ist dagegen im zweiten Szenario größer und auch die flächenneutrale Biomasse hat größere Anteile.

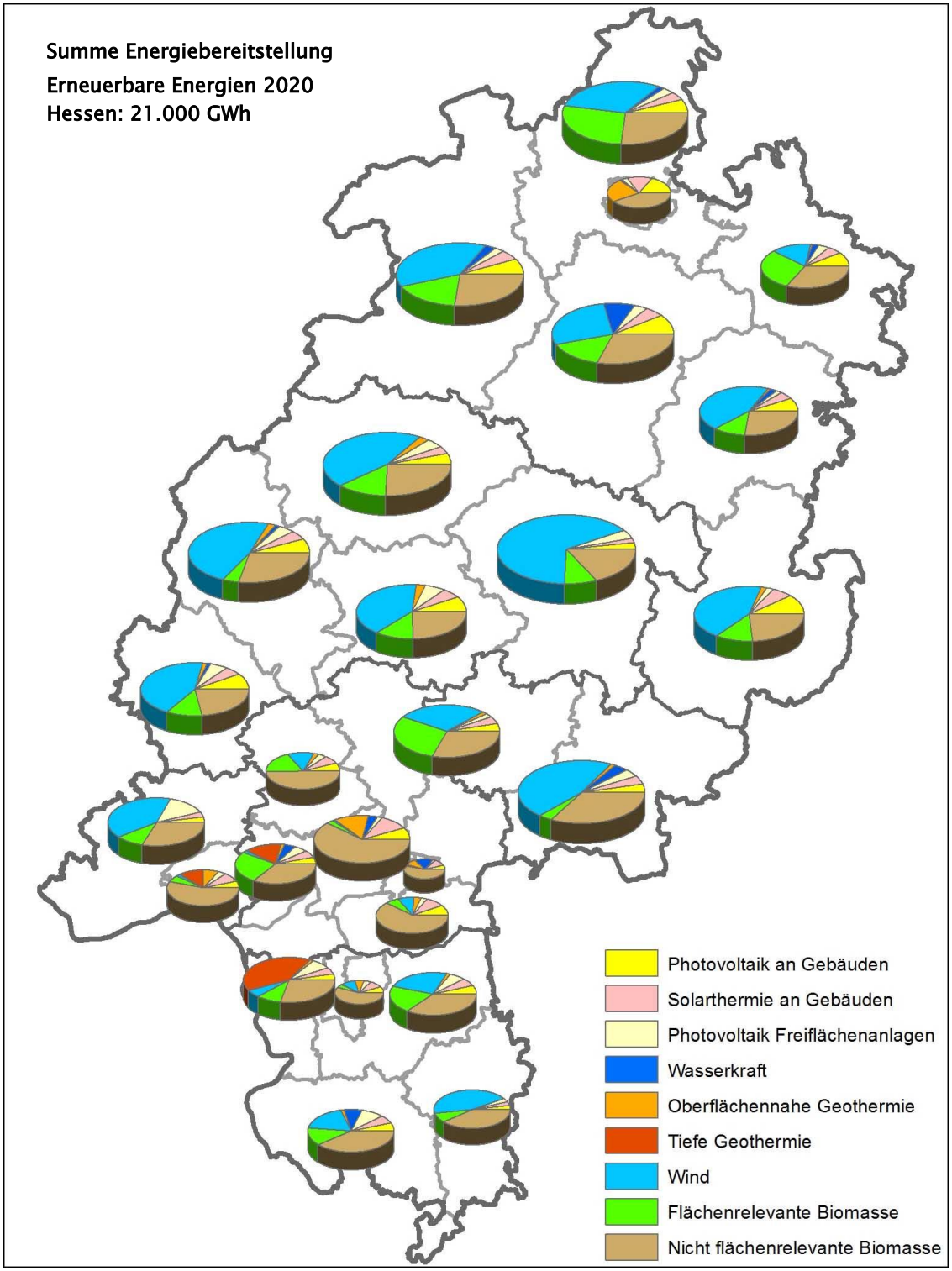


Abbildung 0-5: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 in Hessen – Szenario „Basisvariante 2020"

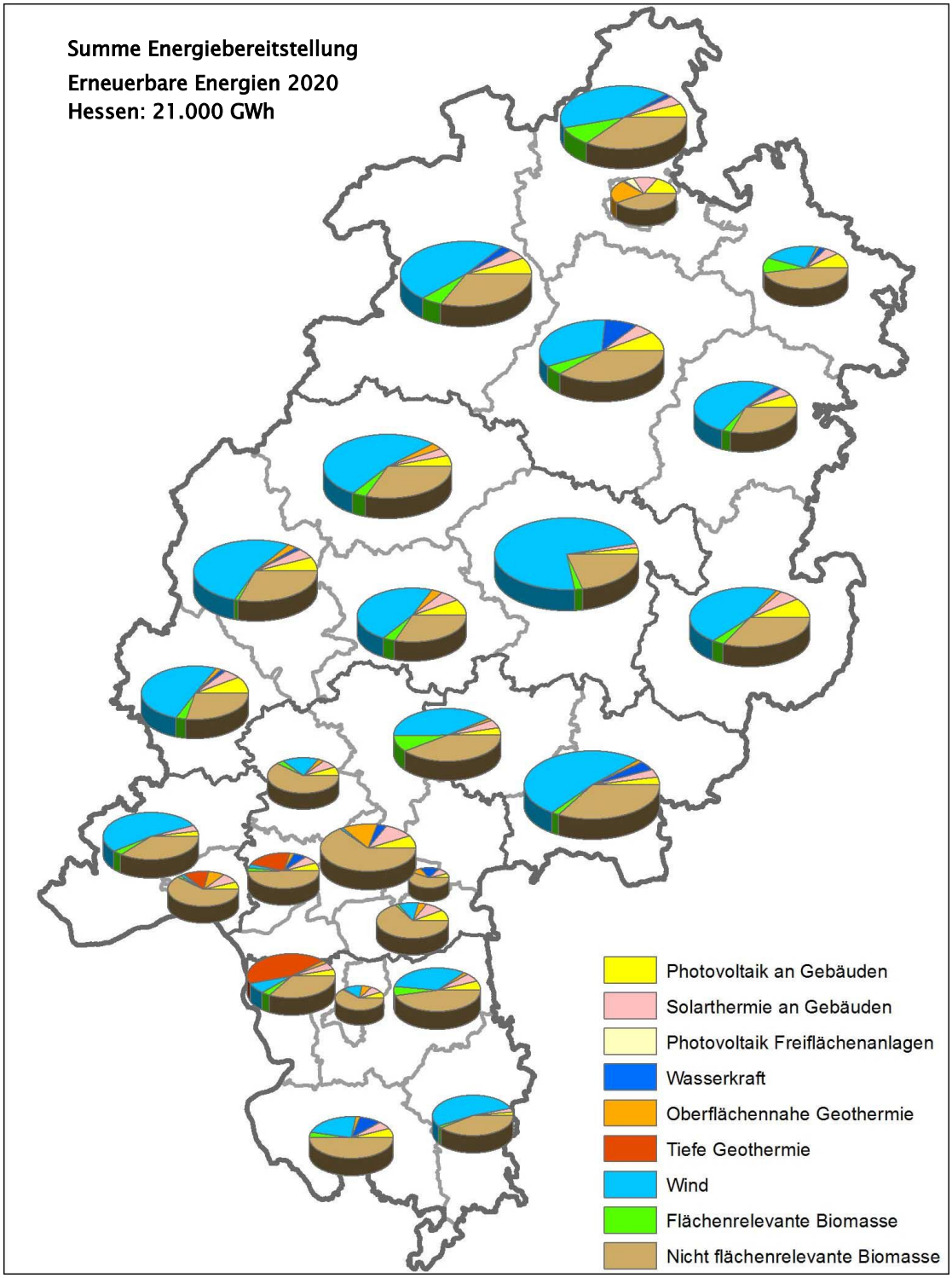


Abbildung 0-6: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 in Hessen – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

Als gemeinsame Trends beider Szenarien zur Erreichung des energiepolitischen Ziels von 21 TWh Erneuerbare Energien im Jahr 2020 sind feststellbar:

- Windenergie und flächenneutrale Biomasse weisen die größten Anteile an der Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien auf.
- In Nord- und Mittelhessen dominiert die Windenergie, während im südhessischen Raum die flächenneutralen Energien die wesentlichen Anteile an der Energiebereitstellung haben.
- In Südhessen sind für fünf Landkreise große Anteile der Windenergie ausgewiesen: Main-Kinzig-Kreis, Odenwaldkreis, Landkreis Bergstraße, Landkreis Darmstadt-Dieburg und Rheingau-Taunus-Kreis.
- Die Geothermie ist in Südhessen auf die zwei Landkreise Groß-Gerau und Main-Taunus-Kreis sowie die Stadt Wiesbaden konzentriert.
- In dicht besiedelten Gebieten, d.h. insbesondere in den kreisfreien Städten, sind die Anteile der flächenrelevanten Energie erwartungsgemäß sehr gering.

Für die Perspektive bis 2050 zeigt eine exemplarische Grobabschätzung für die Endenergie Strom auf, dass das Ziel einer vollständigen Erzeugung auf Basis Erneuerbarer Energien aus hessischen Ressourcen durchaus möglich ist (siehe Kapitel 5.5). Legt man zugrunde, dass 2% der hessischen Landesfläche für Windkraft genutzt würden, so könnten unter den in dieser Studie getroffenen Annahmen diese Anlagen ca. 16.580 GWh, d.h. mehr als zwei Drittel des in 2050 benötigten Stroms, bereitstellen (siehe Kapitel 5.5).[14] Die Fläche, die für die vollständige Energiebereitstellung des Stroms durch Erneuerbare Energien erforderlich wäre, läge bei max. 5% der hessischen Landesfläche. Nicht betrachtet wurde im Kontext dieser Studie die Wärmeerzeugung. Auch stellt die Grobabschätzung keine Szenariobetrachtung dar. Hierfür wäre die Untersuchung weiterer Aspekte wie z.B. der Problematik der Speicherung zum Ausgleich der fluktuierenden Erzeugung sowie der notwendigen Anpassung der Infrastruktur erforderlich.

Zusammenfassend kann man Folgendes feststellen:

- Das Resultat für das technische Potenzial Variante B zeigt, dass das Potenzial Erneuerbarer Energien in Hessen mehr als ausreichend ist, um das für 2050 gesteckte Ziel, einer vollständig auf Erneuerbaren Energien basierenden Energieversorgung, zu erreichen. Allerdings ist zu bedenken, dass für eine sichere Energieversorgung aus Erneuerbaren Energien ein massiver Umbau der Energieinfrastruktur erforderlich ist.
- Die Szenarien verdeutlichen, dass das energiepolitische Ziel der hessischen Landesregierung, bis zum Jahr 2020 den Anteil der Erneuerbaren Energien an der Bereitstellung der Endenergie für die Sektoren Private Haushalte, GHD und

[14] Das Ergebnis liegt unter dem Wert von 28.000 GWh in [IWES 2011]. Ursächlich hierfür ist im Wesentlichen, dass [IWES] von einem Flächenbedarf von 9 ha/3MW ausgeht, wogegen in der vorliegenden Studie 15 ha/3MW angesetzt wurden (siehe Kapitel 4.4.2).

Industrie für das Jahr 2020 auf 20% zu erhöhen, prinzipiell erreicht werden kann, ohne auf Importe Erneuerbarer Energie angewiesen zu sein.

- Die flächenneutrale Biomasse und die Windenergie werden die größten Anteile zur Erreichung der energiepolitischen Ziele beitragen.
- Der in der „Basisvariante 2020" angestrebte Ausbau der Solarenergie auf 3 TWh, der Ausbau der oberflächennahen Geothermie sowie die Erschließung der tiefen Geothermie kann nicht ohne besondere Anstrengungen erreicht werden.
- Das Ziel Mittelhessens, bis 2020 33% der Energie aus Erneuerbaren Energien bereit zu stellen, hängt wesentlich vom weiteren Ausbau der Windenergie ab.
- Nicht zuletzt sei darauf hingewiesen, dass auch für die Reduktion des Endenergiebedarfs umfangreiche Maßnahmen, wie sie im Bericht des Energie-Forums [Energie-Forum 2010] angedeutet und im Umsetzungskonzept der Hessischen Landesregierung zum Hessischen Energiegipfel weiterentwickelt wurden, umgesetzt werden müssen.
- Eine Grobabschätzung zeigt, dass das Ziel einer vollständigen Erzeugung auf Basis Erneuerbarer Energien aus hessischen Ressourcen durchaus möglich ist und hierbei mehr als zwei Drittel der Stromerzeugung auf Basis von Windenergie erfolgen würden.

Berücksichtigt man den Aspekt der Flächennutzung, so kann man weiterhin konstatieren:

- Der Flächenbedarf zur Erreichung des Ziels 20% Erneuerbare Energien bis 2020 ist je nach Szenario sehr unterschiedlich und liegt zwischen 1,8% (Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme") und 5,3% (Szenario „Basisvariante 2020").
- Der verstärkte Ausbau der Energiepflanzen stößt an Grenzen und die zu erwartenden Energiebeiträge werden mit hoher Wahrscheinlichkeit unter den Annahmen der Biomassepotenzialstudie liegen (siehe Kapitel 5.4.4 und 5.4.5).
- Nach Möglichkeit sollte eine Doppelnutzung von Flächen durch Windenergieanlagen und den Anbau von Energiepflanzen erfolgen.
- PV-FFA werden wahrscheinlich einen geringeren Beitrag erbringen als im Szenario „Basisvariante 2020" angenommen, dieser wird aber voraussichtlich über dem im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" liegen.
- In jedem Fall muss der Beitrag der flächenneutralen Biomasse erheblich ausgebaut werden, um den Flächenverbrauch zu minimieren.
- Will man, wie für 2050 angestrebt, den Strombedarf zu 100% durch Erneuerbare Energien decken, würde die Flächeninanspruchnahme bei bis zu 5% liegen. Die Flächen für die Bereitstellung der Wärme, die im Rahmen dieser Studie nicht abgeschätzt wurden, kämen noch hinzu.

Handlungsempfehlungen

Die Umsetzung der energiepolitischen Ziele zum Ausbau der Erneuerbaren Energien stellt die Raumordnung vor völlig neue Herausforderungen und erfordert daher einen kreativen Umgang mit dem zu Verfügung stehenden Steuerungsinstrumentarium.

Allgemeine planerische Steuerungsmöglichkeiten zur Förderung Erneuerbarer Energien

Zum Verständnis der Handlungsempfehlungen wird erläutert, welche planerischen Handlungsmöglichkeiten der Raumordnung und dabei insbesondere der Regionalplanung zur Verfügung stehen, um die Erfordernisse der Energiewende mitzugestalten. Die Steuerung, Planung und Entwicklung von Erneuerbaren Energien erfolgt insbesondere über den Regionalplan, ergänzt durch informelle Instrumente, wie Regionale Energiekonzepte.

Hinsichtlich der Handlungsspielräume der Raumordnung zur Steuerung Erneuerbarer Energien liegt der Schwerpunkt bei den Energienutzungsformen, die Flächen des Außenbereichs beanspruchen, wie z.B. die Erzeugung von Wind- und Bioenergie sowie von Strom aus Sonnenenergie auf Freiflächen. Diese Nutzungen werden im Gutachtenkontext als „flächenrelevant“ bezeichnet. Aufgabe der Raumordnung ist es dabei, diejenigen flächenrelevanten Planungen, die die Kriterien der Raumbedeutsamkeit erfüllen, im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu koordinieren. Bei flächenneutralen Energienutzungen (z.B. PV-Dachmodule oder Solarthermie) ist das Erfordernis einer räumlichen Steuerung von geringer Relevanz.

Für die flächenrelevanten Energienutzungen werden die geltenden rechtlichen und fachlichen Steuerungsmöglichkeiten der Raumordnung erläutert und mit exemplarischen Praxisbeispielen illustriert. Die Steuerungsmöglichkeiten variieren für die unterschiedlichen Erneuerbaren Energienutzungen. Bekanntlich sind die Möglichkeiten im Bereich der Windenergie vergleichsweise groß. In den Bereichen der solaren Strahlungsenergie und der Bioenergie sind sie begrenzter. Insbesondere bei der Bioenergie sind sie nach weitgehend übereinstimmender Expertenmeinung deutlich begrenzter, als nach der Problemeinschätzung her wünschenswert. Ein direkter Zugang raumordnerischer Instrumente ist vor allem deshalb nicht gegeben, weil es sich bei der Produktion von Biomasse einschließlich der Kurzumtriebsplantagen um eine landwirtschaftliche Nutzung handelt, die sich der planerischen Steuerung entzieht. Deutlich mehr planerische Einflussmöglichkeiten bestehen sowohl im Bereich der Solar- als auch der Bioenergie hinsichtlich der Standortsteuerung von Anlagen, wobei der Ausbau von PV-Freiflächenanlagen in den vergangenen Jahren maßgeblich durch die Vergütungsbestimmungen im EEG und weniger durch planerische Vorgaben gesteuert wurde. Für beide Energienutzungsformen werden indirekte Steuerungsansätze über Positiv- und Negativ- bzw. Ausschlussplanungen vorgestellt, sowie verschiedene regulativ-

ordnungsrechtliche, anreizorientierte und informelle Ansätze; zu letzteren sind auch die Regionalen Energiekonzepte zu zählen.

Der Fokus liegt auf der Ebene der Regionalplanung. Der Bezug zur Ebene der Flächennutzungsplanung wird dann hergestellt, wenn das Ineinandergreifen der Ebenen wichtig für die Steuerungsmöglichkeiten ist oder die kommunale Ebene besser zur Steuerung geeignet erscheint.

Bestandssituation und Evaluierung der aktuellen hessischen Regionalplanung

Als Ausgangssituation für die Handlungsmöglichkeiten werden die aktuellen Regionalpläne einschließlich des Regionalen Flächennutzungsplans des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain beschrieben und vor dem Hintergrund aktueller planerischer Tendenzen evaluiert. Insgesamt lässt sich feststellen, dass die planerischen Ansätze der hessischen Regionalpläne im Bereich der Erneuerbaren Energien in dem Spektrum dessen liegen, was auch in aktuellen Plänen anderer Bundesländer ausgesagt und festgelegt wird, wobei sie teilweise auch über den gängigen Standard hinausgehen.

Auffälligkeiten bei der Windenergie sind:[15]

- Art und Umfang der Ausschluss- Konflikt- und Gunstkriterien der hessischen Pläne entsprechen dem üblichen Standard bzw. gehen teilweise über den gängigen Standard hinaus.
- Bei Ausschlusskriterien bei Vorranggebieten Siedlung liegen die hessischen Mindestabstände mit 1.000 m im oberen Vorsorgebereich (Bandbreite 500 – 1.000 m für Wohngebiete bzw. 300 – 1.000 m für Einzelwohngebäude und Splittersiedlungen nach Bund-Länder Initiative Windenergie 2012).
- Die Angaben zur Windhöffigkeit und zur mittleren Windgeschwindigkeit entsprechen aufgrund inzwischen deutlich höherer Anlagen nicht mehr dem Stand der Technik.
- Die Zunahme der Anlagenhöhe führt auch dazu, dass die Mindestflächengrößen für WEA und Mindestabstände zu anderen Windenergie-Gebieten nicht mehr dem Stand der Technik bzw. der aktuellen fachlichen Diskussion entsprechen.
- Die Gebietsfestlegung erfolgt über Vorranggebiete mit Ausschlusswirkung, das ist der Gebietstyp mit der größten Konzentrationswirkung. Im bundesweiten Überblick ist dieser Ansatz inzwischen in der Minderheit. Angestoßen durch die ambitionierten energiepolitischen Ziele im Bereich der Windenergie reagieren die Verantwortlichen (z.B. in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz) in der Form, dass sie die bislang vorherrschende starke regionale Steuerung abschwä-

[15] Inzwischen enthält keiner der drei hessischen Regionalpläne wirksame Festlegungen zu den Vorranggebieten für Windenergie.

chen und die Ausschlussflächenplanung im Sinne einer Flexibilisierung auf die örtliche Ebene verlagern.

Auffälligkeiten bei der solaren Strahlungsenergie sind:

- Die Benennung der Ausschlussflächen für die Errichtung raumbedeutsamer Photovoltaikanlagen geht teilweise über den Standard der Aussagen in Regionalplänen hinaus. Bemerkenswert ist insbesondere der Ausschluss von Vorranggebieten für Landwirtschaft, da anderenorts u.a. auf landwirtschaftlichen Flächen die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen erfolgte.
- Die Benennung von Flächenprioritäten für die Errichtung raumbedeutsamer Photovoltaikanlagen geht teilweise über den üblichen Standard hinaus. Die Inbezugnahme der EEG-Vergütungsmerkmale entspricht dabei der üblichen Vorgehensweise.
- Die vereinzelt erfolgte Benennung von Anlagenstandorten, die einer besonderen Einzelfallprüfung bedürfen, und auch die Formulierung von Planungshinweisen für raumbedeutsame Vorhaben gehen über den gängigen Standard hinaus.
- Gemäß dem Regionalplan Mittelhessen sind großflächige Photovoltaikanlagen (in der Regel > 5 ha) raumbedeutsam und müssen raumordnerisch gesteuert werden (Begründung zu Grundsätzen 7.2.1-1 bis 7.2.1-9).

Auffälligkeiten bei der Bioenergie sind:

- Der Regionalplan Südhessen enthält Planungshinweise für raumbedeutsame Vorhaben zur Energieerzeugung, womit er über den gängigen Standard hinausgeht.

Auffälligkeiten bei der Geothermie sind:

- Der Regionalplan Südhessen weist auf die Eignung des Bereichs des Oberrheingrabens für die Strom- und Wärmeproduktion aus Geothermie hin und enthält Planungshinweise für raumbedeutsame Vorhaben.

Auffälligkeiten bei der Wasserkraft sind:

- Bis auf die Feststellung, dass Wasserkraftanlagen i.d.R. nicht raumbedeutsam sind, enthalten die Pläne von Nord- und Mittelhessen nur wenige bis keine Aussagen zur Wasserkraftnutzung.

Handlungsempfehlungen

Die Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten umfassen textlich und kartographisch aufbereitete Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der energiepolitischen

Ziele zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in der Regionalplanung. Die Handlungsempfehlungen ergeben sich aus den Erkenntnissen der Potenzialanalysen und den betrachteten Szenarien. Es geht um die Schaffung der raumordnerischen Voraussetzungen für einen zielorientierten und ausgewogenen Ausbau der Erneuerbaren Energien in Hessen.

Die Handlungsempfehlungen orientierten sich zunächst an den von der Landesregierung im Januar 2010 beschlossenen Zielen des Berichts des Energie-Forums, seit November 2011 gelten die Beschlüsse zum Hessischen Energiegipfel. Ein für das Vorhaben wichtiges, auf dem Energiegipfel definiertes Ziel ist es, innerhalb der Regionalplanung 2% der Landesfläche als Vorrangflächen für die Windenergienutzung auszuweisen. Als Reaktion darauf wurde im Rahmen der Gutachten für die Energiekonzepte entschieden, der Regionalplanung ausreichend Suchräume für die Windenergienutzung zur Erreichung dieses Ziels anzubieten und innerhalb dieser auch Entscheidungsalternativen aufzuzeigen. Die seitens der Gutachter gewählte Vorgehensweise bietet mit bis zu 11,8% der Landesfläche ein substanzielles Suchraumangebot, um auch nach den regionalplanerischen Abwägungsentscheidungen weiterhin das 2%-Ziel zu erreichen. Sie ermöglicht aber auch durch fachlich begründete Prioritätensetzungen einen auf regionaler Ebene angepassten Umgang mit den abwägungsrelevanten Aspekten im Sinne der Vorbereitung eines schlüssigen Gesamtkonzeptes von Vorranggebieten, das der Windenergienutzung substanziell Raum verschafft.

Die Handlungsempfehlungen werden gestuft aufgearbeitet:

(1) zunächst hessenweit allgemein und übergreifend,

(2) in einem zweiten Schritt im Hinblick auf die unterschiedlichen Formen der Erneuerbaren Energien und

(3) in einem dritten Schritt regionalisiert für Nord-, Mittel- und Südhessen sowie den Regionalverband FrankfurtRheinMain.

Die folgende Aufstellung gibt einen Überblick über die wichtigsten Empfehlungen. Ausgenommen sind an dieser Stelle die regionalisierten Handlungsempfehlungen der Regionalberichte.

Allgemeine Handlungsempfehlungen

Erneuerbare Energien gelten als Motor der Regionalentwicklung und sind zu fördern. Zur Erreichung der landesweiten Ausbauziele werden alle Formen der Erneuerbaren Energienutzungen benötigt. Zur Förderung der EE in Hessen werden folgende allgemeine Handlungsempfehlungen gegeben:

- In die hessischen Raumordnungspläne sind Ziele und Grundsätze zur Förderung der EE aufzunehmen bzw. weiterzuentwickeln. Unter der Maßgabe des

Energiegipfels, dass möglichst wenig Fläche in Anspruch genommen wird und damit die möglichen Konflikte mit anderen Raumnutzungen minimiert und die Akzeptanz erhöht werden, sollte in Verbindung mit der Effizienzsteigerung der prioritär zu betreibende Ausbau flächenneutraler EE-Erzeugungsformen aufgenommen werden. Dabei sollten die Erzeugungen mit großem Zuwachspotenzial im Vordergrund stehen: Die Photovoltaik und die Solarthermie an Gebäuden bzw. im Siedlungsbereich generell, die Nutzung der Biomasse aus Abfall- und Reststoffen, aus der landwirtschaftlichen Produktion, dem Wald und der Landschaftspflege sowie die Nutzung der oberflächennahen Geothermie.

- In den hessischen Raumordnungsplänen sollten quantitative Rahmensetzungen zur EE-Erzeugung aufgenommen werden. Dies betrifft insbesondere die geltenden Zielgrößen des Energiegipfels, aber auch regionsspezifische Zielvorgaben, wie sie Bestandteil der Szenarien des Gutachtens zu den Regionalen Entwicklungskonzepten sind.
- In den hessischen Raumordnungsplänen sollte verstärkt geprüft werden, inwieweit eine Koppelung von Infrastrukturvorhaben (z.B. Netzausbau, Straßenbau) und Anlagenstandorten zur EE-Erzeugung befördert werden kann. Konkretes Ziel ist die räumliche Zuordnung flächenrelevanter EE zu Verbrauchern (insbesondere zu stromintensiven Industrie- und Gewerbeflächen).
- Es sollten Ziele zur Entwicklung von „Energielandschaften“ formuliert und in ausgewählten Teilräumen Hessens konkretisiert werden. Beispielhafte Vorhaben auf lokaler und regionaler Ebene, die eine positive Außenwirkung erzeugen, Modellcharakter haben und die regionale Wirtschaft profilieren, sind zu fördern (z.B. in den „100%-Regionen“).
- Die Einbindung von regionalen Akteuren (u.a. Öffentlichkeit, regionale Netzbetreiber) und regionalem Kapital (Stichwort: Bürgerwindparks, regionale Investoren) sollte bei der Förderung der EE vorangetrieben werden, denn sie führt zu erhöhter Akzeptanz von EE und zur Identifikation von Bürgern mit den erforderlichen Anstrengungen zur Umsetzung der landesweiten Energieziele.

Hessenweite energiespezifische Handlungsempfehlungen für die Regionalplanung

Windenergie

Um die Zielsetzung des Hessischen Energiegipfels für 2050, 2% der Landesfläche für die Windenergieerzeugung auszuweisen und in Nutzung zu bringen, sind lt. IWES [2011] ca. 42.230 ha Fläche erforderlich. Für die Erfüllung der Zielgröße der „Basisvariante 2020“ für den Ausbau der Windenergie bis 2020 werden nach den vorliegenden Abschätzungen ca. 21.210 ha Fläche benötigt.

Die Regionalplanung hat nun die Aufgabe, geeignete Gebiete für die Windenergie zu identifizieren und auszuweisen. Es wird empfohlen, unter Verwendung der Ergebnisse dieses Gutachtens, ein schlüssiges Gesamtkonzept in folgenden Arbeitsschritten zu entwickeln und zu dokumentieren:

I. **Ermittlung, Abstimmung und Anwendung von Ausschlusskriterien:**

- technische (z.B. Mindestwindgeschwindigkeit),
- raumstrukturelle (z.B. bestimmte regionalplanerische Vorranggebiete),
- ökologische (z.B. bestimmte Schutzgebiete)

sowie Herausnahme von Flächen < 15 ha (Flächenbedarf für eine WEA).

- Im Ergebnis steht das technische Potenzial für Windenergie. In dem auf abgestimmten Kriterien basierenden Anwendungsfall der Gutachten für die Regionalen Energiekonzepte wurden knapp 20% der Landesfläche als technisches Potenzial für Windenergie ermittelt.

II. **Ermittlung, Abstimmung und Anwendung von Konfliktkriterien** (z.B. Bereiche der Avifauna mit sehr hohem Konfliktpotenzial gegenüber WEA) **und Gunstkriterien** (z.B. Gebiete mit besonders günstigen Windgeschwindigkeiten) vor dem Hintergrund der energiepolitischen Zielsetzungen.

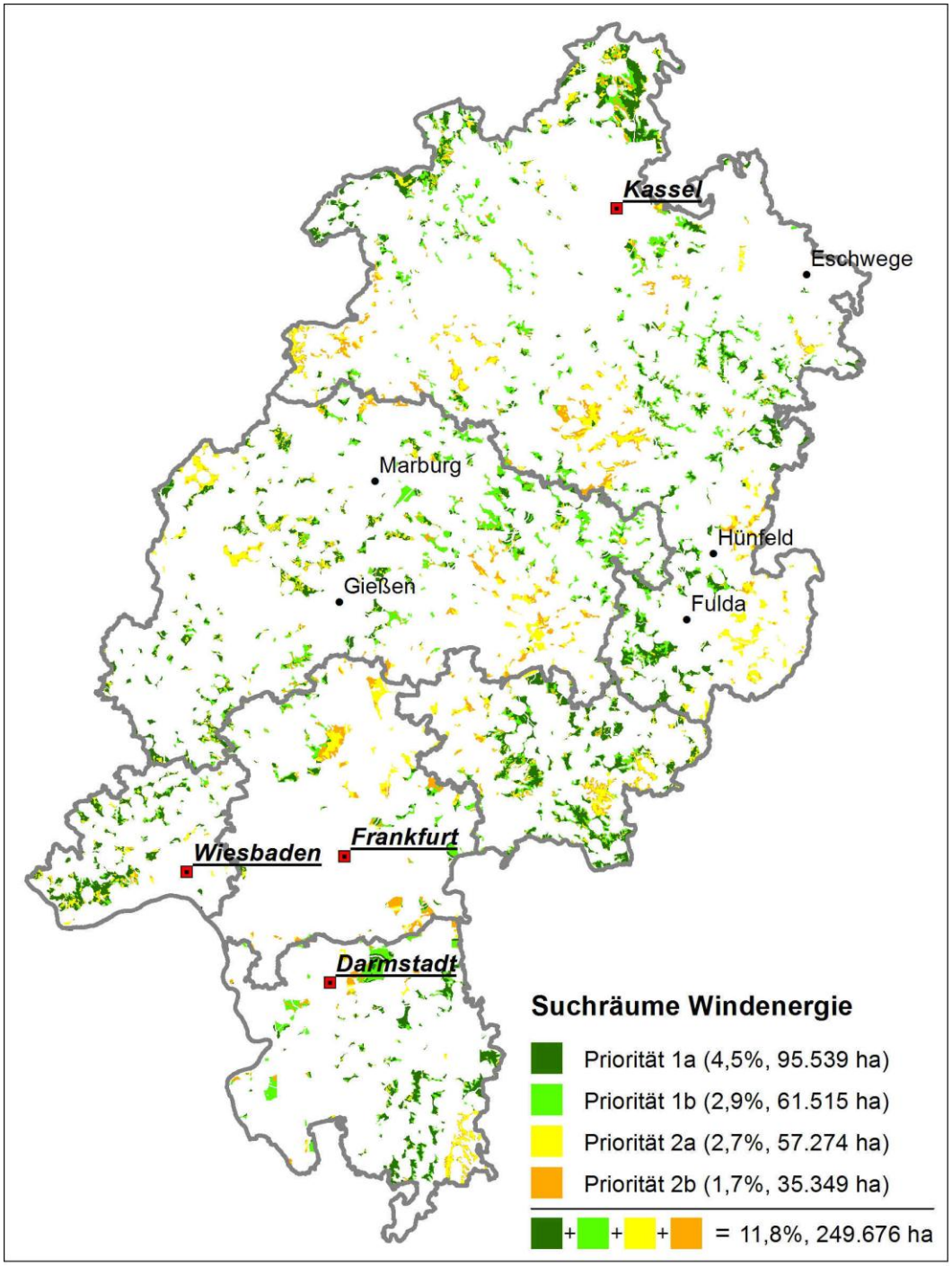
- Im Ergebnis stehen Suchräume zur Ausweisung von Windvorrangflächen unterschiedlicher Priorität. Im Gutachten für die Regionalen Energiekonzepte wurden knapp 12% der Landesfläche als Suchraumkulisse ermittelt (s. Kapitel 6.3).

III. **Auswahl von regionalplanerischen Vorrangflächen für Windenergie unter Berücksichtigung weiterer abwägungsrelevanter Belange.**

In diesem Schritt sind Belange, deren Berücksichtigung im Rahmen der Schritte I und II aus datentechnischen oder strukturellen Gründen (z.B. landschaftsprägende Höhenrücken, spezielle artenschutzrechtliche Belange) nicht erfolgen konnte, über Einzelfallbetrachtungen einzubeziehen. Zur Durchführung der „artenschutzrechtlichen Grobprüfung“ auf Ebene der Regionalplanung enthalten die Gutachten für die Regionalen Energiekonzepte Hinweise, die u.a. die vorliegenden faunistischen Gutachten zum in Aufstellung befindlichen Landesentwicklungsplan einbeziehen.

- Im Ergebnis stehen regionalplanerische Vorrangflächen für Windenergie.

IV. **Transparente Dokumentation und Kommunikation der Vorgehensweise.** Die Vorgehensweise zur Auswahl der regionalplanerischen Vorrangflächen für Windenergie ist nachvollziehbar im Hinblick auf die Rechtssicherheit zu dokumentieren und zu veröffentlichen.



Fläche mit geringem Konfliktpotenzial (Gunstbereich)
(Anwendung aller Konfliktkriterien UND Anwendung der Gunstkriterien)

Fläche mit geringem Konfliktpotenzial (außerhalb Gunstbereich)
(Anwendung aller Konfliktkriterien, KEINE Anwendung der Gunstkriterien)

Fläche mit erhöhtem Konfliktpotenzial (Gunstbereich)
(Anwendung aller Konfliktkriterien bis auf LSG, BSR (Pflegezone), VSG, WSG Zone II, Laubwald, Erholungswald nach Forstrecht UND Anwendung der Gunstkriterien)

Fläche mit erhöhtem Konfliktpotenzial (außerhalb Gunstbereich)
(Anwendung aller Konfliktkriterien bis auf LSG, BSR (Pflegezone), VSG, WSG Zone II, Laubwald, Erholungswald nach Forstrecht, KEINE Anwendung der Gunstkriterien)

Abbildung 0-7: Suchraumkulisse Windenergie

Solare Strahlungsenergie

Die Nutzung der solaren Strahlungsenergie wird auch längerfristig eine tragende Rolle in der Energiewende einnehmen. Die weitere Entwicklung könnte allerdings eine Loslösung vom EEG bedeuten, so dass die Standortentscheidung für neue PV-Anlagen nicht mehr allein aus den Vergütungsbestimmungen abgeleitet wird. Für die Regional- und die Bauleitplanung wird die Notwendigkeit unterstrichen, Maßnahmen zur Steuerung von Anlagenansiedlungen zu ergreifen und vor allem die Ackerflächen in den regulierenden Blick zu nehmen.

Steuerungsbedarf besteht seitens der Regionalplanung für raumbedeutsame PV-Freiflächenanlagen bzw. Solarparks. In Hessen werden Vorhaben i.d.R. als raumbedeutsam eingestuft, wenn sie die Darstellungsgrenze der Regionalplanung (Maßstab 1:100.000) von 5 ha überschreiten. Es wird allerdings empfohlen, die Schwelle auf 3 ha zu reduzieren, um auch im Falle der Häufung von Einzelanlagen eine Mitsprache der Regionalplanung zu gewährleisten.

Für die konkrete Standortsteuerung wird ein ähnliches Vorgehen wie bei der Ermittlung von geeigneten Flächen für die Windenergienutzung vorgeschlagen. Allerdings sollte aufgrund der kleineren Flächengrößen und der vergleichsweise geringen Reichweite raumstruktureller und umweltfachlich relevanter Auswirkungen eine verbindliche Ausweisung von Flächen erst auf kommunaler Ebene vorgenommen werden. Auf regionaler Ebene sollte die Identifizierung geeigneter Flächen dabei so gut wie möglich durch Positiv- als auch Negativkriterien in Regionalplänen benannt werden. Informelle Darstellungen von Angebotsflächen und textliche Formulierungen, wie sie in den Regionalplänen bereits für Anlagenstandorte an wichtigen Infrastrukturachsen oder Konversionsflächentypen bestehen, werden für ausreichend erachtet. Ergänzend können regionale Standortkonzepte erarbeitet werden.

Bioenergie

Zu den für die Regionalplanung relevanten Trends im Bereich der Bioenergie zählen die Prozesse, die regional zu Überforderung durch Anlagenbau und landwirtschaftliche Intensivkulturen führen können. Der aus diesem Trend resultierende Umfang der Rauminanspruchnahme und der Veränderungsprozesse ist raumbedeutsam. Die Regionalplanung soll daher mit den ihr zur Verfügung stehenden Mitteln durch formale Ausweisungen und informelle Hinweise in den Plänen, aber auch durch Aktivitäten im Rahmen ihrer Beteiligung in der Regionalentwicklung auf die aus ihrer Sicht vorteilhaften Handlungsweisen hinwirken bzw. die Planung und Zulassung raumbedeutsamer Verfahren im Rahmen der Beteiligung raumordnerisch beurteilen.

Es wird empfohlen, bauplanungsrechtlich nicht privilegierte Anlagen zur Erzeugung von Energie oberhalb der in § 35 Abs. 1 Nr. 6 Bst. d eingeführten Schwellen grund-

sätzlich als raumbedeutsam einzustufen. Sie haben sowohl anlagebedingt als auch im Hinblick auf potenzielle Landnutzungsänderungen und ihre Erschließungsanforderungen überörtliche Auswirkungen bzw. Auswirkungen, die über den unmittelbaren Nahbereich hinausgehen.

Für die konkrete Standortsteuerung von Anlagen wird ein ähnliches Vorgehen wie bei der Ermittlung von geeigneten Flächen für die Windenergienutzung bzw. von PV-Freiflächenanlagen vorgeschlagen. Sowohl Positiv- als auch Negativkriterien für die Ermittlung der geeigneten Flächen sollten in Regionalplänen benannt werden. Ergänzend könnte auch ein regionales Biomasseanlagen-Standortkonzept den Ausschluss in Gebieten anstreben, in denen der Biomasseanbau eine störende bis unverträgliche Raumwirkung entfaltet (z.B. in naturschutzfachlich sensiblen Gebieten) bzw. relevante fachliche Vorteils- bzw. Gunstkriterien benennen. Diesbezügliche Vorschläge umfassen Gebiete, in deren Umfeld ausreichend Produktionsflächen vorhanden sind, eine günstige Verkehrserschließung besteht oder eine Wärmeabnehmerstruktur vorhanden ist. Vergleichbar mit den PV-Freiflächenanlagen gilt jedoch auch für Bioenergieanlagen, dass die Regionalplanung „nur“ vorbereitend tätig werden sollte und die Konkretisierung auf kommunaler Ebene erfolgt.

Hinsichtlich Art und Intensität des Anbaus der Biomasse hat die Regionalplanung keine rechtlichen Möglichkeiten und Kompetenzen, direkt Einfluss zu nehmen. Sie muss vielmehr davon ausgehen, dass insbesondere die im Fachrecht verankerte „gute fachliche Praxis“ und das in der Agrarförderung etablierte Cross Compliance-Instrumentarium zu einer weitgehend nachhaltigen Ausprägung der Landnutzung führen werden. Sie sollte allerdings auch einschlägige Prozesse der Regionalentwicklung, die über die Agrarförderung gesteuert werden, begleiten und die relevanten überörtlichen und regionalen Handlungserfordernisse in die regionale Debatte einbringen.

Als informeller Ansatz wird empfohlen, regionale Zielgrößen zur Orientierung für die Bioenergieerzeugung zu formulieren, und zwar einerseits, um den regionalen Beitrag zum Erreichen der landes- und bundesweiten Energieziele zu befördern, andererseits aber auch, um die Tragfähigkeit der betroffenen Kulturlandschaften nicht zu überfordern. In Hessen soll dabei u.a. auf die Auswertungen und Annahmen der Biomassepotenzialstudie (BMPS 2008) Bezug genommen werden. Eine weitere Empfehlung ist, dass zum Zweck des Energiepflanzenanbaus kein Dauergrünland in Ackerflächen umgewandelt werden soll.

Um die Ziele in Hessen zu regionalisieren und auf eventuelle Problembereiche hin auszurichten, müssten intensivere Auswertungen der Daten der Biomassepotenzialstudie erfolgen, als sie im Rahmen des Gutachtens möglich waren. Die verfügbaren bundes- und landesweiten Statistiken vermitteln für Hessen allerdings, dass es keine räumlichen Überlastungserscheinungen gibt, die dringlichen Handlungsbedarf erzeugen.

Alle Formen Erneuerbarer Energien

Energetische Doppelnutzungen sollen gezielt gefördert werden. Eine gleichzeitige Kennzeichnung von Gebieten für den Biomasseanbau und andere Ausweisungen für die EE-Nutzungen wie „Vorranggebiete für Windenergienutzung“ könnte dieses Ziel akzentuieren. Die Idee eines „Vorranggebietes Energielandschaft“ soll über informelle Konzepte weiterentwickelt werden.

Beispiele dazu werden bereits im Regionalplan Südhessen als Planungshinweise benannt und sollen gezielt als Projektidee unterstützt werden. Es geht dabei um die Verknüpfung der verschiedenen Energieerzeugungs- und -speicherungsformen in Verbindung mit Projekten zur Technologieentwicklung. Es geht auch darum, Vorbildräume für die nachhaltige Nutzung der Erneuerbaren Energien, ggf. auch mit Blick auf die Steuerung von Fördermitteln, hervorzuheben. Hier ergeben sich Synergien mit entsprechenden Programmen der Agrarförderung.

Im Hinblick auf die Nachhaltigkeit wäre aber auch für den Schutzgebietstyp Biosphärenreservat eine spezifische Behandlung der Nutzungsanforderungen in der Entwicklungszone zu erwägen. So wird für das u.a. in Hessen liegende Biosphärenreservat Rhön der Vorschlag aufgegriffen, die dezentralen und umweltverträglichen regionalen Potenziale bestmöglich weiter zu erschließen und zu nutzen. Die Energieeffizienz soll erhöht werden. Im Bereich der Energiebereitstellung stehen neben der Photovoltaik im Siedlungsbereich Energieholz und Biogas im Vordergrund. Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung können die Anforderungen des Natur- und Umweltschutzes akzentuiert berücksichtigt werden. In der Rhön gibt es wegen der eingeschränkten ackerbaulichen Nutzbarkeit nur geringe Möglichkeiten für den Anbau energetisch nutzbarer Biomasse [UNESCO Biosphärenreservat Rhön 2008].

1. Hintergrund und Ziele

Die Hessische Landesregierung hat in dem im Februar 2010 vorgelegten „Bericht des Energie-Forums Hessen 2020 – Ziele und Eckpunkte des Hessischen Energiekonzepts für die Bereiche Energieeffizienz und Erneuerbare Energien („Basisvariante 2020") Zielvorgaben für die Entwicklung Erneuerbarer Energien festgelegt [Energie-Forum 2010]. Danach soll der Endenergieverbrauch in Hessen bis zum Jahr 2020 um 20% reduziert und 20% des Endenergieverbrauchs (ohne Verkehr) durch Erneuerbare Energie gedeckt werden.

Darüber hinaus sieht der Regionalplan Mittelhessen vor, dass in dieser Region bis zum Jahr 2020 regional erzeugte Erneuerbare Energien mindestens ein Drittel des Endenergieverbrauchs – ohne Verkehr – abdecken sollen [RP Gießen 2010].

Der Hessische Ministerpräsident Volker Bouffier hat im April 2011 nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima den „Hessischen Energiegipfel" ins Leben gerufen. Der Abschlussbericht im November 2011 und vier Arbeitsgruppenberichte [Energiegipfel 2011a – e] dokumentieren die Ergebnisse und Empfehlungen, die die hessische Politik in den kommenden Jahren umsetzen will. Ein wesentliches Ziel dabei ist es, den Endenergieverbrauch bei Strom und Wärme bis zum Jahr 2050 möglichst zu 100% aus Erneuerbaren Energien zu decken. Die große Bedeutung der Windkraft beim künftigen Energiemix kommt dadurch zum Ausdruck, dass zwei Prozent der Landesfläche als Vorrangflächen für die Gewinnung von Windenergie ausgewiesen werden sollen.

Bei der Beauftragung waren die Zielsetzungen bis zum Jahr 2020 die Grundlage für die Erstellung des Gutachtens zu den regionalen Energiekonzepten. Den Ergebnissen des Hessischen Energiegipfels wird in der vorliegenden Studie dergestalt Rechnung getragen, dass für den Strombereich exemplarisch aufgezeigt wird, welche Beiträge die verschiedenen Erneuerbaren Energien zu einer 100% Versorgung liefern könnten und was dies hinsichtlich des Flächenbedarfs bedeuten würde.

Ziel der Studie, mit der das Bremer Energie Institut und die Bosch & Partner GmbH im September 2010 vom Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung beauftragt wurden, ist die Erstellung von Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten mit dem Zeithorizont bis 2020 für die Regionalplanung in den Planungsregionen Nord-, Mittel- und Südhessen. Innerhalb des Regierungsbezirkes Darmstadt (Planungsregion Südhessen) wird zudem der Bereich des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain (im Folgenden als Regionalverband bezeichnet, bis März 2011 Planungsverband Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main) separat dargestellt.

Im Zentrum der Untersuchung steht die Frage, mit welcher Flächennutzung der für 2020 angestrebte Ausbau der Erneuerbaren Energien verbunden sein könnte und wie die Regionalplanung mit dieser neuen Herausforderung umgehen kann. In einem ersten Schritt erfolgte für die vier Untersuchungsregionen die Bestandsaufnahme hinsichtlich des Energieverbrauchs und der Energiebereitstellung, da diese sich nicht aus den landesweit verfügbaren Statistiken ergibt. Hierauf aufbauend wurden Abschätzungen für den Energiebedarf der Regionen für die Jahre 2020 und 2030 vorgenommen.

Auf der Basis der Ergebnisse zweier Szenarien sowie der Untersuchung des technischen Potenzials Erneuerbarer Energien in Hessen werden die Beiträge der verschiedenen Erneuerbaren Energien zur Erreichung des energiepolitischen Ziels „20% Erneuerbare Energien bis 2020“ aufgezeigt und die Anteile der Untersuchungsregionen verdeutlicht.

Bereits in den Szenarien werden die Flächenpotenziale für die Windenergie überprüft und in einem ersten Schritt über Ausschlusskriterien eingegrenzt. Über die Anwendung von Konfliktkriterien werden die verbleibenden Potenziale überprüft, Suchraumprioritäten für die Windenergie identifiziert und zahlreiche Handlungsempfehlungen für den Ausbau Erneuerbarer Energien in den hessischen Regionen erarbeitet. Diese zeigen Perspektiven für die Weiterentwicklung der Regionalplanung im Hinblick auf eine umweltfreundliche Energieversorgung auf.

Die Erarbeitung der Energiekonzepte wurde begleitet durch einen Arbeitskreis aus Vertretern des Hessischen Wirtschaftsministeriums, der drei Regierungspräsidien und des Regionalverbandes. Die Projektausschreibung sowie die energiewirtschaftlich-technischen Annahmen erfolgten in Abstimmung mit dem Hessischen Umweltministerium.

Der vorliegende Hauptbericht enthält die Darstellung der Methodik und konzentriert sich auf die Präsentation der Untersuchungsergebnisse auf Ebene des Landes Hessen, der drei Regierungsbezirke sowie des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain. Die detaillierte Darstellung der Ergebnisse für die Untersuchungsregionen, in der im Sinne einer Konkretisierung auch die Ebene der Landkreise berücksichtigt wird, ist den jeweiligen Regionalberichten zu entnehmen.

2. Struktur der Untersuchung

Die dem Bericht zu Grunde liegende Untersuchung gliedert sich in mehrere Arbeitsschritte, die z.T. unabhängig voneinander stehen, zum Teil eng miteinander verflochten sind:

- Analyse und Darstellung der politischen und rechtlichen Ziele und Rahmenbedingungen für den Ausbau Erneuerbarer Energien in Hessen.
- Bestandsaufnahme des Energieverbrauchs und der Energiebereitstellung für das Bezugsjahr 2008.
- Prognose des Energiebedarfs für die Jahre 2020 und 2030.
- Darstellung und Bewertung des technischen Potenzials und Varianten zum Ausbau der Erneuerbaren Energien bis 2020.
- Erstellung und Abstimmung eines Kriterienkatalogs für die Auswahl geeigneter Flächen für die Nutzung Erneuerbarer Energien zur Berücksichtigung in den Potenzialabschätzungen und zur Ermittlung von Suchräumen insbesondere zur Ausweisung von Flächen durch die Regionalplanung.
- Zusammenführung in Handlungsvorschläge für die Regionalplanung und die Regionale Flächennutzungsplanung.

Die Analyse der Bestandssituation und die Prognose des Energiebedarfs wurden vom Bremer Energie Institut erarbeitet; für die Ausarbeitung der regionalplanerischen Handlungsempfehlungen war das Ingenieurbüro Bosch & Partner federführend verantwortlich. Die GIS-technischen Arbeiten zur Ermittlung der Flächenpotenziale wurden von Bosch & Partner durchgeführt, die Berechnung der daraus resultierenden Energiepotenziale verantwortet das Bremer Energie Institut. Die Zwischenergebnisse wurden intensiv mit einem Projektbegleitkreis des Auftraggebers diskutiert.

Die Identifikation, Sammlung, Auswertung und Bewertung der erforderlichen Daten wurde aktiv vom Auftraggeber, dem Hessischen Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (HMWVL), unterstützt. Dadurch war es möglich, die Prognosen und Szenarien auf der Basis fundierter, teils bis auf Landkreisebene differenzierter Ausgangsdaten zu entwickeln. Handlungsempfehlungen konnten so auch innerhalb der jeweiligen Regierungsbezirke in räumlicher und thematischer Hinsicht differenziert werden.

Die Ergebnisse des Gutachtens zu den Regionalen Energiekonzepten werden in einen Hauptbericht und vier Regionalberichten (jeweils für die Regionen Nord-, Mittel- und Südhessen sowie den Regionalverband FrankfurtRheinMain) zusammengeführt.

Der vorliegende Gesamtbericht skizziert in Kapitel 3 die energiepolitischen und energiewirtschaftlichen Rahmenbedingungen. Das Kapitel 4 ist der Darstellung der angewandten Methoden zur Bearbeitung der einzelnen Module gewidmet. Dieses Kapitel enthält auch die Vorgaben und Annahmen der betrachteten Ausbaupotenziale sowie die Vorgehensweise bei der Verknüpfung von Flächen- und Energiepotenzialen. In Kapitel 5 werden die Ergebnisse zum technischen Potenzial und den Szenarien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien bis 2020 herausgearbeitet und dargestellt. Die Ableitung der Handlungsempfehlungen für die Regionalplanung erfolgt in Kapitel 6.

3. Rechtlicher und politischer Rahmen

Die Nutzung und der Ausbau Erneuerbarer Energien werden zum einen durch energiepolitische und energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen bestimmt. Zum anderen spielen, insbesondere beim verstärkten Ausbau dieser Energieträger, raumplanerische Aspekte eine zunehmend bedeutende Rolle. In diesem Abschnitt werden die derzeitigen Setzungen in diesen beiden Bereichen für die Ebene der EU, des Bundes, des Landes Hessen und der Untersuchungsregionen aufgezeigt.

In Bezug auf Energiepolitik gelten in der Europäischen Union verschiedene Richtlinien, die für die Mitgliedsstaaten den Rahmen für die Förderung eines nachhaltigen Energiesystems und die Nutzung Erneuerbarer Energien regeln. Zu unterscheiden sind dabei im Wesentlichen die Themen Energieeffizienz und Erneuerbare Energien als Kernpunkte europäischer Energiepolitik.

Die Mitgliedstaaten sind verpflichtet, innerhalb eines gesetzten Zeitrahmens die EU-Richtlinien in nationales Recht umzusetzen. Die, für die im Folgenden betrachteten energiepolitischen und -wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in Deutschland geltenden Richtlinien, sind insbesondere

- RL 2001/77/EG mit Revision RL 2009/28/EG, die die Förderung der Nutzung Erneuerbarer Energien regelt,
- RL 2006/32/EG zur Endenergieeffizienz und Energiedienstleistungen sowie
- RL 2002/91/EG in ihrer Neuerung RL 2010/31/EG zur Gesamtenergieeffizienz in Gebäuden.

3.1 Energiepolitik auf Bundesebene

Entsprechend der Vorgaben aus den EU-Richtlinien, hat die Bundesregierung die Aufgabe, diese in nationales Recht umzusetzen. Neben der rein gesetzgeberischen Tätigkeit, hat die Bundesregierung ebenso die Möglichkeit, über finanzielle und „weiche“ Instrumente, eine Förderung von Energieeffizienz und Erneuerbaren Energien vorzunehmen. Derartige „weiche“ Instrumente sind vor allem Aufklärungs- und Informationskampagnen.

Im Folgenden wird die Zielsetzung der Bundesregierung für die Bereiche Energieeffizienz und Erneuerbare Energien vorgestellt. Bedeutend sind dabei vor allem das im September 2010 erschienene Energiekonzept der Bundesregierung, der nationale Aktionsplan Erneuerbare Energien sowie der Biomasseaktionsplan.

3.1.1 Zielsetzung Bund

Mit dem Energiekonzept soll laut Aussage der Bundesregierung der Weg für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung geebnet werden. Es geht dabei um die Entwicklung und Umsetzung einer Gesamtstrategie bis 2050 mit einem Hauptschwerpunkt auf der Nutzung Erneuerbarer Energien. Konventionelle Energieträger sollen demnach sukzessive durch Erneuerbare Energieträger substituiert werden. Zudem soll die Energieeffizienz speziell im Gebäudebereich gesteigert werden. Die wichtigsten Ziele sind nachfolgend stichpunktartig zusammengefasst:

Erneuerbare Energien:

- Steigerung des Anteils der Erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch auf 18% bis 2020, 30% bis 2030, 45% bis 2040 und 60% bis 2050.
- Erhöhung des Anteils der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch auf 35% bis 2020, 50% bis 2030, 65% bis 2040 und 80% bis 2050.
- Ausbau der Offshore-Windleistung auf 25 GW bis 2030.

Energieeffizienz:

- Bis 2020 Reduktion des Primärenergieverbrauchs gegenüber 2008 um 20% und bis 2050 um 50%.
- Durchschnittliche jährliche Steigerung der Energieproduktivität um 2,1% (bezogen auf den Endenergieverbrauch).
- Reduktion des Stromverbrauchs bis 2020 um 10% und bis 2050 von 25% gegenüber 2008.
- Verdopplung der jährlichen Sanierungsrate für Gebäude von derzeit unter 1% auf 2% des gesamten Gebäudebestands.

Um die in Tabelle 3-1 aufgeführten Ziele zu erreichen, wurden bereits in den vergangenen Jahren verschiedenste Maßnahmen eingeleitet. Diese Maßnahmen und deren geplante Anpassungen werden in folgendem Abschnitt erläutert.

Tabelle 3-1: Zusammenfassung Klimaschutzziele Deutschland

	Ziele			
	2020	2030	2040	2050
Treibhausgase (Basis 1990)	-40%	-55%	-70%	- 80 - 95%
Anteil EE am Bruttoendenergieverbrauch	18%	30%	45%	60%
Anteil EE am Bruttostromverbrauch	35%	50%	65%	80%
Senkung Primärenergieverbrauch (Basis 2008)	-20%			-50%
Senkung Bruttostromverbrauch (2008)	-10%			-25%

3.1.2 Maßnahmen Bund

Tabelle 3-2 gibt einen Überblick der relevanten Gesetze und finanziellen Förderinstrumente auf Bundesebene. Die meisten dieser Förderinstrumente erfordern in regelmäßigen Abständen eine Revision; die nächste Runde steht bereits in 2011/2012 an. Hauptpunkte der Revision bzgl. der gesetzlichen Verpflichtungen zur Nutzung Erneuerbarer Energien oder Durchführung von Energieeffizienzmaßnahmen sind z.B. die Anpassung von Pflichtanteilen bzw. Ausbauzielen in Relation zur aktuellsten EU-Rechtsprechung. Der Bundesregierung steht es dabei frei, über die EU-Ziele hinauszugehen und nationale Zielsetzungen ambitionierter zu gestalten. Die geplanten Anpassungen laut Energiekonzept der Bundesregierung werden daher ebenfalls dargestellt.

Tabelle 3-2: Gesetze und wesentliche Förderprogramme auf Bundesebene

	Gesetz/Programm	Ziel	Zielgruppe	Anpassung/Änderung
Erneuerbare Energien Strom	Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)	Erhöhung des Anteils EE an Stromversorgung	Investoren, priv. HH	Novelle 2012 Prüfung: Einführung Marktprämie ab 2012 Weiterentwicklung Ausgleichs-Mechansismus Grünstrom-vermarktung Verringerung zusätzl. Boni Ausschreibung Offshore-Wind
Erneuerbare Energien Wärme	Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)	Erhöhung des Anteils EE an Wärmeversorgung von Gebäuden	Gebäudebesitzer (privat u. öffentlich)	Prüfung: technologieoffenere Gestaltung der Anforderungen
Energie-effizienz	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG)	Neubau, Modernisierung, Betrieb von KWK-Anlagen und Wärmenetzen	Kraftwerksbetreiber, Energieversorger, Investoren	keine konkreten Pläne
	Energieeinspar-verordnung (EnEV)	Einhaltung von Mindeststandards bzgl. Energieeffizienz von Gebäuden und Heizungs-, Kälteanlagen	Gebäudebesitzer (privat u. öffentlich)	Novelle 2012: "klimaneutrales Gebäude" Sanierungsfahrplan Bestand ab 2020 bis 2050
finanzielle Förderung	Marktanreiz-programm (MAP)	Investitionen in EE im Wärmesektor	Investoren, priv. HH	zusätzliche Mittel aus Sondervermögen
	KfW-Förderprogramme ("Energieeffizient Bauen/Sanieren")	Investitionen in EE in Gebäuden, Energieeffizienzmaßnahmen	Investoren, priv. HH, Gebäudeeigentümer Kommunen, soz. Einrichtungen	Neues Förderprogramm "Energetische Städtebausanierung" Ersatzneubau soll förderfähig werden

Die Darstellung trennt dabei zwischen der Förderung von Erneuerbaren Energien und Energieeffizienz, z.B. bei der Nutzung von Erneuerbaren Energien in KWK-Anlagen durch das KWKG, und der Forderung von Mindeststandards bzgl. Energieeffizienz durch die Energieeinsparverordnung (EnEV). Erneuerbare Energien werden im Strombereich durch das EEG und im Wärmebereich durch das EEWärmeG und deren zusätzliche finanzielle Anreizsetzung zur verstärkten Nutzung von Erneuerbaren Energien zur Wärmeerzeugung durch das Marktanreizprogramm (MAP), sowie generell durch die Kredit- und Zuschussprogramme der Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) gefördert. Im Folgenden werden die wichtigsten Gesetze und Verordnungen kurz erläutert. Die Förderungen innerhalb der Instrumente sind zeitlich befristet.[16]

Erneuerbare Energien - Gesetzgebung

Erneuerbare Energien Gesetz (EEG)

Zentrales Anliegen des EEG ist die Förderung des Ausbaus der Erneuerbaren Energien zur Stromerzeugung. Gemäß geltender Fassung von 22.12.2011 [EEG 2012] soll der Anteil der Erneuerbaren an der Stromerzeugung auf 35% bis 2020 erhöht werden. Wie Projektionen zeigen, wird dieses Ziel übertroffen, was ein deutlicher Ausdruck der Effektivität dieses Instrumentes ist. [17]

Eine wesentliche Komponente des EEG ist die Mindestpreisregelung, d.h. die Betreiber von Anlagen zur Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien erhalten eine feste Vergütung pro eingespeister kWh. Der nächstgelegene Netzbetreiber ist dabei zur Aufnahme und Vergütung des Stroms aus Erneuerbaren Energien verpflichtet. Als finanziellen Ausgleich der zu zahlenden Einspeisevergütungen weisen die Energieversorgungsunternehmen (EVU), die Strom an die Endverbraucher liefern, eine EEG-Umlage aus. Diese EEG-Umlage führt zu einer durchschnittlichen Erhöhung der Strombezugskosten für Endverbraucher. Die Umlage 2010 belief sich auf 2,047 ct/kWh, für 2011 lag sie bei 3,530 ct/kWh und für 2012 wird eine Erhöhung auf 3,592 ct/kWh erwartet [ÜNB 2011].[18]

Bei der gezahlten Mindestvergütung wird differenziert nach Art der Erneuerbaren Energien, nach Größe der Anlagen und bei Windenergie auch nach dem Windstandort (On-

---

[16] Geplante Änderungen werden nach Möglichkeit in die nachfolgenden Beschreibungen miteinbezogen. Es besteht jedoch kein Anspruch auf Vollständigkeit, da hier kontinuierlich Veränderungen vorgenommen werden.

[17] Der Nationale Aktionsplan Erneuerbare Energien der Bundesregierung geht von einem Anteil von 38,6% an der Stromerzeugung bis 2020 aus [NAEE 2010].

[18] Angaben gelten für nicht-privilegierte Endverbraucher, für privilegierten Endverbrauch wird für 2012 eine Umlage von 0,050 ct/kWh abgeschätzt.

shore, Offshore).[19] Durch die fixe Vergütung sowie eine (maximale) Laufzeit von 20 Jahren schafft das Instrument insbesondere Planungs- und Investitionssicherheit. Seit 2002 wurden degressive Vergütungssätze für neu zu errichtende Anlagen eingeführt. Mit dieser stärkeren Differenzierung, Begrenzung und Degression der Vergütung, sowie der regelmäßigen Überprüfung wurden die Anliegen der EU-Kommission berücksichtigt, den technischen Fortschritt und die zunehmende Wirtschaftlichkeit von Anlagen widerzuspiegeln. Regelmäßige Überprüfungen der Vergütungssätze für neu zu installierende Anlagen sind alle zwei Jahre vorgesehen.

Um die angestrebten Ausbauziele laut Energiekonzept zu erreichen, wurden im Rahmen der EEG-Novelle 2012 Komponenten zur stärkeren Marktorientierung der Erneuerbaren Energien-Stromerzeugung und zum Eigenverbrauch Erneuerbaren Stroms mit dem Ziel der Entlastung der Netze in das Gesetz aufgenommen. So wurde z.B. für Direktvermarkter eine optionale Marktprämie eingeführt. Betreiber von Anlagen zur Erzeugung von Strom aus Biogas können, ergänzend zur Marktprämie, eine Prämie für die Bereitstellung zusätzlicher installierter Leistung für eine bedarfsorientierte Stromerzeugung (Flexibilitätsprämie) verlangen. Im Zuge der Revision des EEG wurde auch eine Absenkung von Vergütungen und Boni für die verschiedenen Erneuerbaren Energien vorgenommen. Im Falle der Offshore-Windenergie greifen diese jedoch erst ab 2018.

Zur Förderung der ersten Offshore-Windparks wurde im Juni 2011 zudem das Sonderprogramm „Offshore Windenergie“ der KfW mit einem Kreditvolumen von insgesamt 5 Mrd. € zu Marktzinsen aufgelegt.

Weitere Ziele im Bereich der Windenergie sind:

- Leistungsausweitung bei Onshore-Anlagen durch verstärktes Repowering,
- erhöhte Anfangsförderung und verkürzte Laufzeit als Alternative zur derzeitigen Einspeisevergütung für Offshore-Wind, um Investitionen zu erleichtern,
- mittelfristig eine Ausschreibung bei Wind-Offshoreanlagen statt einer Förderung mit festen Vergütungssätzen als möglicher, kosteneffizienter Weg,
- Weiterentwicklung der Rechtsgrundlagen für die Genehmigung von Offshore-Windparks und Novellierung der Seeanlagen-Verordnung,
- Fortschreibung des Raumordnungsplans für die deutsche ausschließliche Wirtschaftszone, so dass langfristig die Offshore-Entwicklung sichergestellt ist.

[19] Auf eine ausführliche Darstellung der genauen Vergütungshöhen wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet. Aktuelle Vergütungshöhen können [Bundesnetzagentur 2011] entnommen werden.

Am 29.02.2012 hat das Bundeskabinett im Rahmen der aktuellen Änderungen der Photovoltaik-Förderung eine so genannte "Verordnungsermächtigung zum Marktintegrationsmodell" beschlossen [DIW 2012]. Zentrale Neuerungen dieser Regelung sind:

- Eine drastische Degression der Vergütungssätze für Strom aus Photovoltaik.
- Nur noch eine teilweise Vergütung der jährlich erzeugten Strommenge.
- Die Möglichkeit, weitere Begrenzungen der Vergütung durch die Bundesregierung künftig ohne Parlamentsbeteiligung vorzunehmen.

Ferner sieht der Kabinettsbeschluss vor, dass diese Regelung auch auf andere Sparten der Erneuerbaren Energien ausgeweitet werden kann.

Neben der Förderung des Einsatzes Erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung soll konkret auch deren Nutzung zur Wärmeerzeugung gefördert werden. Die geschieht vorrangig durch das nachfolgend dargestellte EEWärmeG.

Erneuerbare Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG)

Im EEWärmeG wird der Einsatz Erneuerbarer Energien im Neubau von Wohn- und Nichtwohngebäuden für die Deckung des Wärmeenergiebedarfs für Heizung und Warmwasser für das gesamte Bundesgebiet verbindlich vorgeschrieben. Das Wärmegesetz legt fest, dass spätestens im Jahr 2020 14% der Wärme in Deutschland aus Erneuerbaren Energien stammen sollen. Das Gesetz zeichnet sich durch zwei Säulen aus:

1. Nutzungspflicht: Eigentümer von neuerrichteten Gebäuden müssen Erneuerbare Energien für ihre Wärmeversorgung nutzen. Diese Pflicht trifft alle Eigentümer, egal ob Private, Staat oder Wirtschaft.
2. Finanzielle Förderung: Die Nutzung Erneuerbarer Energien wird finanziell über das Marktanreizprogramm (MAP) gefördert.

Die Gebäudeeigentümer können wählen, welchen Energieträger sie nutzen möchten. Möglich sind alle Formen von Erneuerbaren Energien, auch Kombinationen. Je nach genutztem Energieträger kommen unterschiedliche Pflichtanteile zum Tragen. Tabelle 3-3 zeigt die erforderlichen Anteile. Hinsichtlich der einsetzbaren Technologien gibt es einige technische Mindestanforderungen, die erfüllt werden müssen.[20]

[20] Solarkollektoren werden nur angerechnet, wenn sie das EU-Prüfzeichen „Solar Keymark“ besitzen. Beim Einsatz von Wärmepumpen ist zu beachten, dass bei elektrisch angetriebenen Erdwärmepumpen die Jahresarbeitszahl mindestens 4 und bei Luft- Wärmepumpen mindestens 3,5 beträgt. Bei Wärmepumpen, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, muss eine Jahresarbeitszahl von mindestens 1,3 erreicht werden. Bei Heizanlagen, die mit fester Biomasse befeuert werden, muss der Wirkungsgrad mindestens 86% betragen.

Tabelle 3-3: Mindestanforderungen EEWärmeG

Erneuerbare Energieträger	Nutzungsart	Pflichtanteil
Solarenergie	Solarkollektoren (min. 0,04 m^2 pro genutztem m^2 Wohnfläche) mit Prüfzeichen „Solar Keymark“	Mindestens 15%
Biogas	Nutzung KWK-Anlagen	Mindestens 30%
Flüssige Biomasse	Nachhaltig erzeugtes Bioöl (Nachhaltigkeitsverordnung) in besten verfügbaren Kesseln eingesetzt (derzeit Brennwert-Technik)	Mindestens 50%
Feste Biomasse	Einsatz in entsprechenden Öfen/ Kesseln	Mindestens 50%
Geothermie und Umweltwärme	Nutzung von effizienten Wärmepumpen	Mindestens 50%

Das Gesetz erleichtert auch den Ausbau von Wärmenetzen. Es ermöglicht Kommunen, den Anschluss und die Nutzung eines solchen Netzes vorzuschreiben.

Neben der Nutzung Erneuerbarer Energien können auch Ersatzmaßnahmen durchgeführt werden. Als Alternativen erkennt das Wärmegesetz folgende Effizienzmaßnahmen an:

1. Die energetischen Anforderungen der geltenden Energieeinsparverordnungen (EnEV) werden um mindestens 15% unterschritten, als Nachweis gilt der Energieausweis,
2. mindestens die Hälfte des Wärmebedarfs wird über Abwärme oder KWK gedeckt,
3. die Wärmeversorgung erfolgt unmittelbar aus einem Nah- oder Fernwärmenetz, das zu einem wesentlichen Anteil aus Erneuerbaren Energien, zu mindestens 50% aus Abwärme, KWK oder einer Kombination dieser Energiequellen betrieben wird.

Hauseigentümer können in bestimmten Ausnahmefällen sowohl von der Pflicht zum Einsatz von Erneuerbaren Energien als auch von den Ersatzmaßnahmen befreit werden.[21] Bei vorsätzlichem oder leichtfertigem Verstoß gegen die Nutzungspflicht kann ein Bußgeld bis zu 50.000 € auferlegt werden.

Auf Bundesebene existieren derzeit keine Regelwerke für eine verpflichtende Nutzung von Erneuerbaren Energien im Gebäudebestand und es sind auch keine derartigen Re-

[21] Zum einen entfällt die Pflicht, wenn andere öffentlich-rechtliche Pflichten dem Gesetz entgegenstehen. Damit sind vor allem bau- oder denkmalschutzrechtliche Vorschriften gemeint. Zum anderen kann in Einzelfällen von den zuständigen Behörden (in aller Regel von den Bauämtern) eine Ausnahme von der Verpflichtung genehmigt werden, wenn der Einsatz Erneuerbarer Energien technisch unmöglich ist oder im Einzelfall zu einer unzumutbaren Härte führt.

gelungen in der Zukunft geplant. Entsprechende Regelungen können jedoch von den Ländern erlassen werden. Das Land Baden-Württemberg hat mit dem Erneuerbare-Wärme-Gesetz (EWärmeG) ein entsprechendes Landesgesetz verabschiedet [EWärmeG 2007]. Hamburg und Berlin erwägen eine Einführung. Hinsichtlich einer Novellierung soll auf Bundesebene geprüft werden, ob die Anforderungen technologieoffener gestaltet werden können.

Bezüglich der finanziellen Förderung der Wärmeerzeugung aus Erneuerbaren Energien wurde das Marktanreizprogramm 2011 mit zusätzlichen Mitteln aus dem Sondervermögen nach Maßgabe des Wirtschaftsplans des Energie- und Klimafonds ausgestattet [Bundestag 2011]. Zudem soll die Einführung eines haushaltsunabhängigen Anreizsystems für Erneuerbare Wärme innerhalb des Marktes geprüft werden.

Energieeffizienz – Gesetzgebung

Das Energiekonzept setzt ambitionierte Ziele für die Erhöhung der Energieeffizienz, z.B. Steigerung der Energieproduktivität um durchschnittlich 2,1%, Verdopplung der Sanierungsrate für Gebäude auf 2% des gesamten Gebäudebestands. Die Erreichung dieser Ziele hängt von der Entwicklung des Energiebedarfs und damit von der Umsetzung von Energieeffizienzmaßnahmen ab. Das zentrale Instrument zur Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebereich ist die Energieeinsparverordnung.

Energie Einsparverordnung (EnEV) [22]

Die EnEV setzt Mindeststandards für Wärmedämmung und Heiztechnologien, deren Einhaltung im Bereich des Neubaus im Rahmen der Erteilung der Baugenehmigung geprüft wird. Die Hauptanforderungsgröße für Neubauten ist der Jahresprimärenergiebedarf im Vergleich zu einem Referenzgebäude. Zusätzlich einzuhalten ist ein vom Gebäudetyp abhängiger Grenzwert für den Transmissionswärmeverlust (U-Wert). Die EnEV listet die höchstzulässigen U-Werte für die sanierten Bauteile der Gebäudehülle auf. Neben den Anforderungen an die Neubauten enthält die EnEV für Bestandsgebäude auch Vorgaben für die Verbesserung des energetischen Standards im Zuge bestimmter Umbau- und Sanierungsmaßnahmen nach § 9 „Änderung, Erweiterung und Ausbau von Gebäuden“. Da die Neubauquote in Deutschland nur bei etwa 1% des Bestandes liegt, sind vor allem diese Anforderungen an den Bestand von besonderer Bedeutung für die Steigerung der Energieeffizienz.

Zudem dürfen Eigentümer von Gebäuden ihre alten Heizkessel unter bestimmten Gegebenheiten nicht mehr betreiben, z.B. wenn dieser vor 1978 eingebaut wurde. Die neue EnEV 2009 erlaubt nur dann einen Heizkessel in Gebäuden einzubauen, wenn er

[22] Da die Regelungen der EnEV sehr umfangreich sind, wurden hier nur die wichtigsten Regelung dargestellt.

energieeffizient ist, d.h. wenn er die Anforderungen an die Inbetriebnahme von Heizkesseln und sonstigen Wärmeerzeugersystemen erfüllt.

Des Weiteren ist in der EnEV die Ausstellung von Energieausweisen geregelt.

Im Rahmen der geplanten EnEV Novelle 2012 soll für Neubauten bis 2020 das Niveau „klimaneutrales Gebäude“ eingeführt werden. Für den Gebäudebestand wird daran ausgerichtet ein Sanierungsfahrplan 2020-2050 erstellt, der stufenweise die Erreichung des Zielniveaus, einer Minderung des Primärenergiebedarfs um 80%, verfolgt.

Die finanzielle Förderung von energetischer Sanierung soll in den bereits laufenden KfW-Programmen weitergeführt werden. Zusätzlich soll ein neues Programm „Energetische Städtebausanierung“ aufgelegt werden. Weitere Maßnahmen zur Förderung energetischer Sanierungen im Gebäudebestand betreffen Anpassungen des Mietrechts, Einführung ökologischer Mietspiegel, Vereinheitlichung des rechtlichen Rahmens für Energie-Contracting, Anpassungen der Ausbildungsverordnungen von Handwerkern sowie stärkere Ausrichtung der Energiesteuern im Wärmemarkt an CO_2-Emissionen der fossilen Energieträger.

3.2 Energiepolitik Hessen

Wie dargestellt, gibt es bereits auf Bundesebene weitreichende gesetzgeberische Eingriffe und Forderungen zum Ausbau der Nutzung Erneuerbarer Energien, sowie zur Steigerung der Energieeffizienz. Daraus lässt sich zunächst schlussfolgern, dass die gesetzgeberischen Kompetenzen eher auf Bundesebene liegen. Die Bundesländer bedienen sich daher anderer Förderinstrumente, wie finanziellen Förderprogrammen sowie Aufklärungs- und Informationskampagnen. In jüngster Zeit setzen sich die Bundesländer aber – in Anlehnung an die Ziele des Bundes – eigene energiepolitische Ziele.

In Hessen liegen mit den Ergebnissen des hessischen Energiegipfels und dem Bericht des Energie-Forums Hessen 2020 Zielvorgaben für die Jahre 2020 und 2050 vor.

3.2.1 Energiegipfel 2011

Im November 2011 hat die Hessische Landesregierung die Ergebnisse des hessischen Energiegipfels bekannt gegeben [Energiegipfel 2011a-e]. Das übergeordnete Ziel der hessischen Energiepolitik ist demnach die Gewährleistung einer „sicheren, umweltschonenden, bezahlbaren und gesellschaftlich akzeptierten Energieversorgung für Hessen“.

Bis zum Jahr 2050 soll der Endenergieverbrauch Hessens (Strom und Wärme) möglichst zu 100% aus Erneuerbaren Energien gedeckt werden. Als zentrale Maßnahmen zur Erreichung diese Ziels werden eine deutliche Steigerung der Energieeffizienz und die

Realisierung von Energieeinsparung sowie der Ausbau der Energieinfrastruktur zur Sicherstellung der jederzeitigen Verfügbarkeit von Energie genannt. Bis 2050 wird ein möglichst klimaneutraler Gebäudebestand angestrebt. Zur Erreichung dieses Ziels soll die Sanierungsquote von 0,75% auf 2,5%–3% gesteigert werden. Hierbei will das Land eine Vorreiterrolle übernehmen.[23] Die angestrebte Steigerung der Sanierungsquote soll durch Förderprogramme, Unterstützung aller Vorhaben durch steuerliche Förderung und die Optimierung von Beratungsangeboten erreicht werden. Die Bereitstellung von Landesbürgschaften für Effizienzmaßnahmen soll geprüft werden.

Tabelle 3-4: Erneuerbare Energien Hessen – Potenziale und Maßnahmenvorschläge

Quelle: [Energiegipfel 2011a–e]

Erneuerbarer Energieträger	Potenzial (TWh)	Maßnahmenvorschläge
Biomasse *	13,5 TWh	Effizienzsteigerung der Anlagen Projekte für die gesteigerte Nutzung von Abfällen und Reststoffen Unterstützung von Konzepten für speicherbares Methan Beachtung der Nachhaltigkeit
Windkraft	28 TWh**	Einbindung + Beteiligung der Kommunen Repowering Nutzung der Windkraft in Waldgebieten Methanisierung überschüssiger Windenergie Bürgerbeteiligung
Photovoltaik	6 TWh	Erstellung eines Solardachkatasters Prüfung von Flächen an Autobahnen und Bahnstrecken, von öffentl. Gebäuden, Landesliegenschaften, denkmalgeschützten Gebäuden auf mögliche Installation von PV-Anlagen Prüfung der Anpassung der Bauordnung zur Einbeziehung der Nutzung von PV-Anlagen im Stadium der Planung von Industrieanlagen
Solarthermie	k.A.	Anpassung der Förderung an PV-Förderung Prüfung der Anpassung der Bauordnung (siehe PV) zusätzliche Anreize durch verbessertes Contracting
Geothermie	0,3-0,4 TWh (Strom) 0,8 TWh (Wärme)	Ausbau der oberflächennahen Geothermie Absicherung des Fündigkeitsrisikos der tiefen Geothermie, Prüfung Risikobürgschaft des Landes für erstes Projekt tiefe Geothermie
Wasserkraft	0,5 TWh	Bereits zu 80% ausgeschöpft Ausschöpfung von Modernisierungspotenzialen Nutzung des zusätzlichen Wasserkraftpotenzials

* Potenzial einschließlich Treibstoffe

** entspricht 2% der Landesfläche lt. [Energiegipfel 2011b]

[23] Mit einem „Energieeffizienzplan 2030“ für Landesregierung und Hochschulen soll eine Steigerung der Sanierungsquote von 0,75% auf 2,5%–3% erreicht werden.

Durch die Gründung einer „Initiative für Energieberatung im hessischen Mittelstand“ sollen Informationsdefizite im Bereich der Energieeffizienz in Unternehmen beseitigt werden. Besondere Unterstützung sollen energieintensive Unternehmen erfahren.

Für die Erneuerbaren Energien werden die in Tabelle 3-4 dargestellten Potenziale gesehen und für deren Erschließung die dort genannten Umsetzungsmaßnahmen vorgeschlagen. Neu ist, dass Kommunen in die rechtliche Lage versetzt werden sollen, unter Berücksichtigung klarer Kriterien, wirtschaftliche Energieanlagen zu betreiben. Auf kommunaler Ebene wird zudem angestrebt, Klimaschutzziele und -konzepte zu erarbeiten und umzusetzen.

Die fossilen Energien werden als unverzichtbare Brückentechnologien gesehen, wobei insbesondere schnell reagierende und hocheffiziente Kraftwerke mittelfristig von Bedeutung sind. Für die Schließung der ausstiegsbedingten Lücken empfiehlt der Energiegipfel modernste Gas- und Kohlekraftwerke.

Für den Ausbau der Infrastruktur sollen insbesondere Ortsverteilnetze gestärkt, die Umrüstung der Netze zu „smart grids“ vorangebracht werden und ein Ausbau des Stromnetzes erfolgen. Für eine zügige Umsetzung soll die Regionalplanung beschleunigt und die Akzeptanz von neuen Infrastrukturprojekten in der Bevölkerung durch eine Integration betroffener Gruppen und eine schnelle Klärung von Zielkonflikten gesteigert werden.

Die zentrale Maßnahme für eine effizientere Energienutzung ist die angestrebte Steigerung der Sanierungsquote von derzeit 0,75% auf mindestens 2,5% - 3%. Zur Erreichung dieses Ziels soll darauf hingewirkt werden, dass durch steuerliche Maßnahmen und die Bereitstellung von Bürgschaften privates Kapital für Sanierungsvorhaben mobilisiert wird, Beratungsangebote optimiert werden und darauf hingewirkt wird, dass Fördergelder des Bundes und der EU stärker genutzt werden.

Eine besondere Rolle wird bei der Umsetzung der Maßnahmen den Kommunen zukommen. Diese sollen nicht nur ihre Vorbildfunktion wahrnehmen, sondern auch in die Lage versetzt werden, als Akteure bei der Veränderung der Energieerzeugung, -verteilung und -speicherung vor Ort aktiv zu werden.

3.2.2 Bericht des Energie-Forums Hessen 2020

Auf der Basis des Berichts des Energie-Forums Hessen 2020 [Energie-Forum 2010] hat sich das Bundesland Hessen bis zum Jahr 2020 auch mittelfristig ambitionierte Ziele zum Ausbau der Nutzung Erneuerbarer Energien sowie zur Erhöhung der Energieeffizienz gesetzt. Unter dem Leitmotto „Hessen nachhaltig - Lernen und Handeln für unsere Zukunft“ hatte die Landesregierung im April 2008 begonnen, eine Nachhaltigkeitsstrategie für Hessen zu entwickeln und sich verpflichtet, den Anteil Erneuerbarer Energien

am Endenergieverbrauch (ohne Verkehr) bis zum Jahr 2020 auf 20% zu erhöhen und ein Hessisches Energiekonzept 2020 zu erstellen.

Das Energie-Forum 2020, in das namhafte Experten berufen wurden, hatte die Aufgabe, das übergreifende Ziel der Landesregierung auf die unterschiedlichen Energieumwandlungsformen herunter zu brechen und für die Bereiche Energieeffizienz und Erneuerbare Energien Aktionsfelder zu definieren und beispielhafte Maßnahmen zu entwickeln. Der Bericht des Energie-Forums Hessen 2020: „Ziele und Eckpunkte des Hessischen Energiekonzepts für die Bereiche Energieeffizienz und Erneuerbare Energien" wurde im Januar 2010 fertig gestellt und wird nunmehr umgesetzt. Die übergeordneten Ziele für das Hessische Energiekonzept 2020 sind in folgender Tabelle zugrunde gelegt.

Tabelle 3-5: Ziele Bericht des Energie-Forums im Überblick

Quelle: [Energie-Forum 2010]

Ziele	2008	2020
Endenergieverbrauch (EEV) ohne Verkehr	rd. 133 TWh	rd. 105 TWh
Anteil EE am EEV	rd. 7 TWh	rd. 21 TWh
Anteil aus konventionellen Energieträgern (inkl. Kernenergie)	rd. 126 TWh	rd. 84 TWh

Die detaillierten Ausbauziele für die Erneuerbaren Energien sind in Tabelle 3-6 dargestellt.

Tabelle 3-6: Ausbauziele Erneuerbarer Energien

Quelle: [Energie-Forum 2010]

Energieträger	Ausbauziel bis 2020	Nutzung 2008 *
Biomasse	9,5 TWh	6,37 TWh
Windenergie	7 TWh	0,68 TWh
Solarenergie	3 TWh	0,53 TWh
Geothermie	1 TWh	0,1 TWh
Wasserkraft	0,5 TWh	0,45 TWh

* siehe Ergebnisse in Kapitel 5.1, Tabelle 5-6

Energieeffizienz

Das Leitbild des Energiekonzepts 2020 für den Effizienzbereich lautet „Hessen - Energieeffizienzland". Auf Basis der Ergebnisse einer Reihe von bundesweit angelegten Studien zu dieser Thematik geht das Energie-Forum davon aus, dass der Endenergieverbrauch in Hessen (ohne Verkehr) durch die Nutzung aller vorhandenen technischen Möglichkeiten bis 2020 auf etwa 105 TWh vermindert werden kann. Dies entspricht einer Senkung um rund 21% gegenüber dem Ausgangswert von 2006. Aktionsfelder

sind hierbei vor allem der Gebäudebereich und eine rationelle Energieverwendung, z.B. durch Nutzung von KWK-Potenzialen. In diesem Bereich wurden u.a. folgende Maßnahmen benannt:

Gebäude

- Reduktion des Verbrauchs von Bestandsgebäuden auf rund 5 Liter (Niedrigenergiehausstandard),
- Passivhausstandard im Neubaubereich als Leitbild.

Stromverbrauch

- Nach dem Leitbild „Ein Viertel weniger Strom ohne Komfortverzicht im Haushaltssektor“ bis 2020 25% weniger Strom zu verbrauchen.

KWK/Klein-KWKK

- bis 2020 die Anzahl von hocheffizienten innovativen kleinen Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplungsanlagen in Hessen deutlich zu erhöhen (auf 2000 bis 3000 Anlagen).

Initiative Vorbildfunktion der Landesverwaltung

Am 17. Mai 2010 hat die Landesregierung folgende Zielsetzungen für die Liegenschaften der Landesverwaltung beschlossen:

- Im Rahmen der Nachhaltigkeitsstrategie soll bis 2030 die gesamte Landesverwaltung CO_2-neutral gestellt werden.

3.2.3 Maßnahmen Hessen

Erneuerbare Energien

Die bisherigen Maßnahmen der Landesregierung Hessen in den Bereichen Erneuerbare Energien und Energieeffizienz sind in nachfolgenden Tabellen zusammengefasst.

Die Landesregierung Hessen setzt in ihrer Energiestrategie insbesondere auf die Förderung der Biomasse durch finanzielle Unterstützung und Leuchtturmprojekte. Für die anderen Erneuerbaren Energieträger werden gezielt Informationskampagnen und Kommunikationsinstrumente genutzt, um den Ausbau voranzutreiben. Dies ist vor allem auf die bereits vorhandene breite Förderung auf Bundesebene, insbesondere für Wind- und Solarenergie, zurückzuführen. Die Geschwindigkeit des Ausbaus der Windenergie richtet sich im Wesentlichen nach der Förderung durch das EEG sowie nach den in den Regionalplänen ausgewiesenen Flächen. Ein weiterer Schwerpunkt sind die zukünftig zu erschließenden Potenziale der tiefen Geothermie. Die tiefen Geothermie-

Projekte zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung in Hessen sind derzeit noch in der Konzeptphase.

Tabelle 3-7: Maßnahmen auf Landesebene – Erneuerbare Energien

	bisherige Instrumente	Ziel/gefördert werden	geplante Instrumente
Erneuerbare Energien			
Biomasse	Förderprogramm "Biorohstoffe aus der Land- und Forstwirtschaft"	Biomassefeuerungsanlagen (Leistungsklassen 50-100 kW und > 100 kW mit max. 200.000 €), Biogasanlagen (mit max. 75.000 €), Nahwärmenetze (mit max. 100.000 €) sowie Pilot- und Demonstrationsvorhaben, Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, etc.	neuer Wettbewerb "Bio-Effizienz-Dörfer", Ausbau von KUP, Vorbildfunktion der Landesliegenschaften - Umstellung auf Pelletheizungen
	Leuchtturmprojekt "BIOREGIO Holz"	systematische Umstellung der Wärmeversorgung auf Holz, zusätzliche Informationskampagnen	
Solar	Wanderausstellung "Thermische Solaranlagen - Sonne ist genug für alle da"	Information, Kommunikation, Bildung	Erstellung Dachflächenkataster, Vermarktung über Dachflächenbörse, Vorbildfunktion PV auf öffentl. Gebäuden,
	Eignungsprüfungen von Flächen für Installation von PV-Anlagen	Installation von PV-Anlagen auf Flächen an Autobahnen, Bahnstrecken, etc.	Prüfung von Flächen an Autobahnen und Bahnstrecken, von öffentl. Gebäuden, Landesliegenschaften, denkmalgeschützten Gebäuden auf Eigneung für Installation von PV-Anlagen
	Bauordnung	Verstärkte Berücksichtigung von Solaranlagen im Planungsstadium von Industrieanlagen	Prüfung der Anpassung der Bauordnung zur Einbeziehung der Nutzung von PV-Anlagen im Stadium der Planung von Industrieanlagen
	Solardachkataster	Nutzung privater Dachflächen zur Installation von Solarthermie- und Photovoltaikanlage	räumliche Darstellung von (Dach)Potenzialen im Internet
Geothermie	Wanderausstellung "Geothermische Anlagen - Heizen mit Erdwärme"	Information, Qualifizierung	Projekt "3D-Modell der tiefengeothermischen Potenziale in Hessen"
	Broschüre "Erdwärmenutzung in Hessen"	Information	
	Fortbildungsveranstaltung "Qualitätssicherung bei der Errichtung von Erdwämesonden"	Information, Fortbildung	
	Zuschüsse zur Versicherungsprämie, Risikobürgschaften	Ausbau der Tiefengeothermie durch: Zuschüsse zur Versicherungsprämie für Bohr- und Fündigkeitsversicherung, Absicherung des Fündigkeitsrisikos, Prüfung Risikobürgschaft des Landes für erstes Projekt	
Wind	Ausbau Windenergie	Nutzung der Windkraft in Waldgebieten	
	Information, Kommunikation		Beseitigung rechtlicher Hemmnisse, Akzeptanzförderung durch Beteiligungsmodelle, Ausschöpfung Repoweringpotenzial
Wasser	Information, Kommunikation		Nutzung existierender Potenziale unter Berücksichtigung Wasserrahmenrichtlinie

Energieeffizienz

Tabelle 3-8: Maßnahmen auf Landesebene – Energieeffizienz

	bisherige Instrumente	Ziel/gefördert werden	geplante Instrumente
Energieeffizienz			
rationelle Energie-anwendung	Förderprogramme zur Marktvorbereitung	energieeffiziente Gebäudetechnologien, rationelle Elektrizitätsanwendung, rationelle Energienutzung sowie Nutzung erneuerbarer Energien	
	Förderung von Entwicklungsvorhaben	Weiterentwicklung und Umsetzung von Grundlagenkenntnissen mit dem Ziel der Anwendung neuer Techniken oder Verfahren	
	Förderprogramme zur Markteinführung	Markteinführung von anwendungsbereiten Techniken und Anlagen zur sparsamen und rationellen Energienutzung sowie zur Nutzung erneuerbarer Energien	
	Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen nach §§ 4-8 Hessisches Energiegesetz Teil II Nr. 4	Qualifikations- und Informationsvermittlung/-verbreitung der Energieeffizienztechnologien und der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien	
	Regionalplanung	Beschleunigung des Ausbaus der Infrastruktur, insbesondere Netzinfrastruktur ("smart grids"), Erhöhung der Akzeptanz durch Integration betroffener Gruppen in Planungsprozess	
Gebäude	Programm der Wirtschafts- und Infrastrukturbank des Landes Hessen zu "Energieeffizienz im Mietwohnungsbau"	finanzielle Förderung zusätzlich zu entsprechendem Programm der KfW	Auflösung Investor/Nutzer-Dilemmas durch: Energieeffizienzstandards im Mietspiegel, Steuerrechtliche Anreize für Sanierungs- und Contractingmaßnahmen, Überwindung der Hürden im Mietrecht, Sanierung in Eigentümergemeinschaften Ausgabe von Beratungsgutscheinen, 5 Modellvorhaben "Bebauungsgebiete als Passivhaussiedlungen", Entwicklung von Leitfäden für Städte und Gemeinden für mehr Energieeffiezienz Unterstützung bei Bauleitplanung,Gewährung von Bürgschaften zur Reduktion von Finanzierungsrisiken und Aktivierung privaten Kapitals
	Förderprogramm zur energetischen Modernisierung mit passivhaustauglichen Komponenten	finanzielle Förderung	
	Bund-Länder-Investitionspakt zur Förderung der energetischen Modernisierung sozialer Infrastruktur in den Kommunen - Investitionspakt 2008	finanzielle Förderung bis 2010, Umsetzung der Projekte bis 2013	
	Kooperation "Hessische Energiespar-Aktion"	umfassende Informationen für Hauseigentümer Energieeinsparung bei Alt- und Neubauten mit Schwerpunkt Heizenergieeinsparung im Altbau, Öffentlichkeitsarbeit, Energiepass und weitere immobilienspezifischen Informationen	
	Arbeitskreis "Kostengünstige Passivhäuser"	Einführung Passivhauskonzeption im Gebäudebestand, Erarbeitung, Diskussion und Veröffentlichung themenspezifischer Lösungsstrategien	
	Bereitstellung von Bürgschaften	Steigerung der Sanierungsraten	
	Leitfaden zur Altbaumodernisierung mit Passivhauskomponenten, "Energieeffiziente Bildungsgebäude im Neubau und bei der Modernisierung"	Information	
KMU	Energieeffizienz-Checks für KMU		Initiierung Leitprojekt, neuer Kommunikationsansatz mit Komponenten Aus-/Weiterbildung und Innovation, Beseitigung von Informationsdefiziten im Bereich der Energieeffizienz in Unternehmen, Weiterführung der bekannten Instrumente, Verbesserungsmöglichkeiten bei der Qualifizierung von Energieberatern
	Energieeffizienztische		
	Hessen-Umwelttech		
	Initiative für Energieberatung im hessischen Mittelstand	Erschließung Effizienzpotenzial	
	Hessen-PIUS		
Strom	Information, Datenbank besonders sparsame Haushaltsgeräte		Stromeffizienzfond mit EVUs, Energieeffiziente Straßenbeleuchtung, hocheffiziente Umwälzpumpen und modernste Steuerungs- u. Regeltechnik
rationelle Energie-anwendung	regionalen Initiative „Innovative Kraft-Wärme-Kopplung in Mittelhessen“		Weiterführung "Innovative KWK Mittelhessen", neue Kampagne mit Fokus auf Dienstleistungssektor
	Regionale Veranstaltungsreihe „Forum Klein-KWK“		
	Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Initiative Hessen (H2BZ-Initiative Hessen)		
	Fortführung des Feldversuches „Mikrogasturbinen“		
	Einsatz von erneuerbaren Energien in Stirling-Motoren		

Schwerpunkte der Förderung der Energieeffizienz liegen in Hessen hauptsächlich im Gebäudebereich. Neben zusätzlicher finanzieller Förderung als Plus zu den bekannten Bundesförderprogrammen der KfW, sind neue Wege gefragt, um Hemmnisse wie das Investor-Nutzer- Dilemma aufzulösen. Mögliche Ansätze können sein:

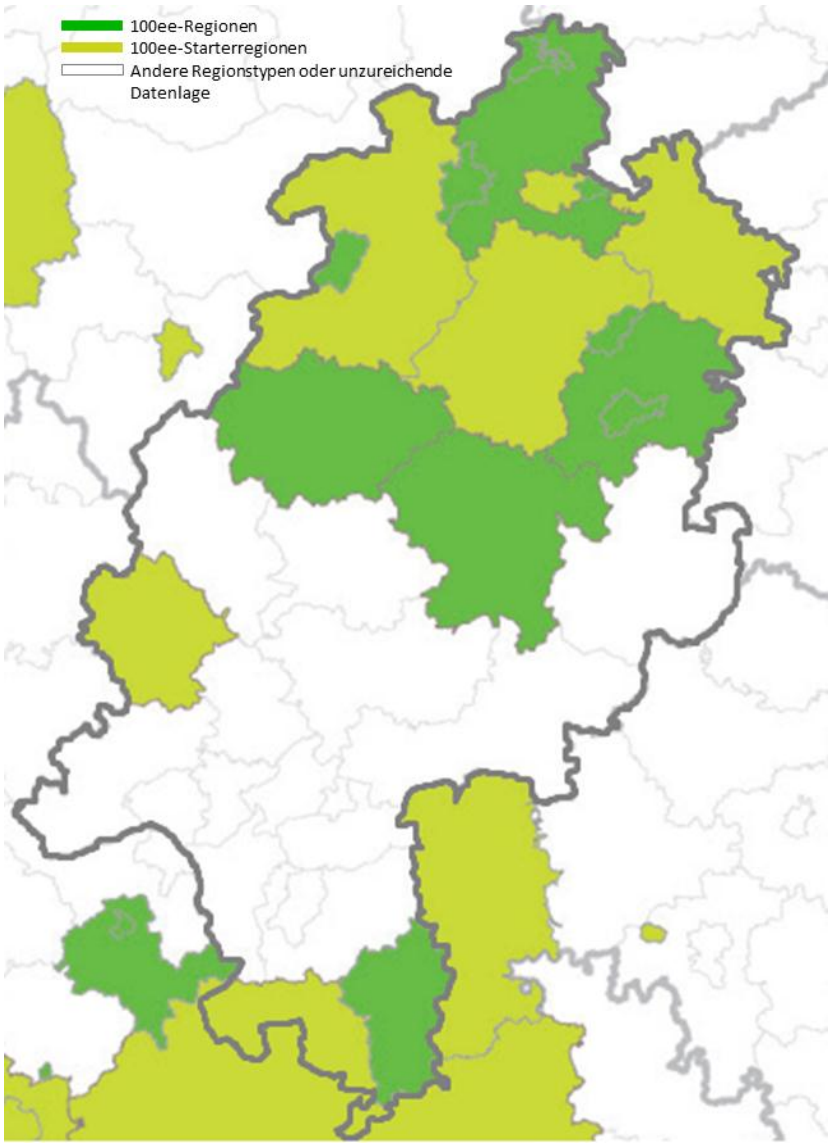
- Energieeffizienzstandards sollten in den Mietspiegel integriert werden (z.B. Anknüpfung an Modellprojekt in Darmstadt).
- Es sollten steuerrechtliche Anreize für Sanierungs- und Contracting-Maßnahmen geprüft werden.
- Es sollte ein Vorschlag erarbeitet werden, um die Hürden im Mietrecht für eine energetische Sanierung zum Vorteil von Mieter und Vermieter abzubauen.
- Analog sollten Regelungen gefunden werden, um Hemmnisse für die energetische Sanierung von Mehrfamilienhäusern in Eigentümergemeinschaften zu beseitigen.

Die Landesregierung setzt zudem auf ihre Vorbildfunktion und setzt in ihrer Nachhaltigkeitsstrategie auf Maßnahmen wie:

- Landesneubauten sind im Rahmen des Hessischen Modells grundsätzlich so zu errichten, dass sie die Anforderungen an die Gebäudehülle der seit 1. Oktober 2009 gültigen Energieeinsparverordnung für Gebäude (EnEV 2009) im Mittel um 50% unterschreiten (entspricht Passivhausniveau). Der Primärenergiebedarf ist vorrangig durch die energetische Optimierung von Gebäude und Anlagentechnik zu vermindern, bei Büro und Verwaltungsnutzung bis 50%, bei übrigen Gebäuden bis 30% unter EnEV.
- Energetische Grundsanierungen im Bestand werden grundsätzlich mit dem Ziel ausgeführt, die Anforderungen der jeweils geltenden EnEV einzuhalten, ohne dass von den Abschwächungen des § 9 Absatz 1 Nr. 2 EnEV – Überschreitungen des Primärenergiebedarfs um 40 von Hundert – Gebrauch zu machen ist.
- Aufbau einer CO_2-Bilanz und eines CO_2-Monitoring für die gesamte Hessische Landesverwaltung.
- Verbindliche Richtlinien für Beschaffungsmaßnahmen der Landesverwaltung, die die Beschaffung energieeffizienter Produkte und Dienstleistungen zum Ziel haben.
- Die Ausgestaltung der Neutralisation der nach Minimierung des Energiebedarfs und möglicher Substitution fossiler Energieträger unvermeidlich verbleibenden Restmenge an CO_2-Emissionen soll erarbeitet werden.

3.3 Regionale Energiepolitik

Die Energiepolitik in Hessen organisiert sich auch aus den Regionen heraus. Regionen, die sich ambitioniertere Ziele setzen, sind z.B. die „100% EE-Regionen“ (Details siehe Anhang, Tabelle 8-13). Vor allem Regionen in Nordhessen und Mittelhessen zeigen ihr Engagement für die verstärkte Nutzung von Erneuerbaren Energien.



Quelle: [DeENet 2011]

Abbildung 3-1: 100% EE-Regionen in Hessen, Stand Juli 2011

Im bundesweiten Wettbewerb der Bioenergie-Regionen des BMELV[24] gehören die Bioenergie-Region Hersfeld-Rotenburg/Schwalm-Eder - naturkraft-region in Nordhessen und die Bioenergieregion Mittelhessen (LK Gießen und Vogelsbergkreis) zu den 25 Siegern. Ziel der Förderung der Wettbewerbsregionen ist es, funktionierende Netzwerke im ländlichen Raum zu etablieren, die sich selbstredend im Besonderen um die Bioenergienutzung drehen. Die Netzwerke erhalten in der jeweiligen regionalen Strategie einen zentralen Stellenwert und tragen zur Inwertsetzung der vorhandenen Biomassepotenziale zum Nutzen der Region bei.

3.4 Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen

Neben den energiepolitischen Zielsetzungen und Maßnahmen auf Bundes-, Landes- und Regionalebene ergeben sich weitere energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen, die den Ausbau und die Nutzung Erneuerbaren Energien beeinflussen können.

In diesem Kontext sind nur solche Regelungen relevant, die den Ausbau EE in Hessen beeinflussen können, insbesondere solche, die im Zusammenhang mit der Raumplanung stehen und in der Lage sind, diese zu beeinflussen. Hierzu gehören z.B. mögliche Restriktionen durch Engpässe im Verteilnetz, die Möglichkeit der Einspeisung von Biogas in das Gasnetz und der Wärmeeinspeisung in Nah- und Fernwärmenetze. Bezüglich des Verteilnetzes ließ die Datenlage keine aussagekräftigen Analysen zu. Der Aspekt spielt jedoch bei der Entwicklung der Handlungsempfehlungen eine Rolle (s. Kapitel 6). Effekte der Einspeisung in Nahwärmenetze wurden im Kontext der Potenzialermittlung für Geothermische Anlagen berücksichtigt.

[24] http://www.bioenergie-regionen.de/

4. Methodik

4.1 Einführung

Nachfolgend werden die Vorgehensweise des Gutachtens sowie die angewandten Methoden vorgestellt und erläutert. Dabei wird auf die wesentlichen Informationsgrundlagen, Studien und Statistiken eingegangen, die zu den Erneuerbaren Energien, zur wirtschaftlichen Entwicklung und zur Bevölkerungsentwicklung im Land Hessen zur Verfügung stehen und die in diesem Gutachten verwendet werden.

In den Fällen, in denen keine Untersuchungen oder Daten vorliegen oder die verfügbaren Publikationen und Informationen für die Bearbeitung der Fragestellung nicht ausreichend sind, werden ergänzende Analysen durchgeführt. Bei der Darstellung der Methodik liegt der Schwerpunkt auf der Erläuterung der Vorgehensweisen in den Bereichen, für die die vorhandenen Datenwerke und Studien keine oder keine hinreichend genauen Aussagen zur Situation in den Untersuchungsregionen zulassen.

Die relevanten, nachfolgend erläuterten Methodikmodule sind:

- die Vorgehensweise sowie die Vereinbarungen zu Basisdaten zur Ermittlung des Energieverbrauchs und der Energiebereitstellung (Kapitel 4.2),
- die Vorgehensweise und Vereinbarungen zu Basisdaten für die Prognose des Endenergieverbrauchs (Kapitel 4.3),
- die Vorgehensweise bei der Analyse der Potenziale und der Szenarien für den Ausbau der Erneuerbaren Energien bis 2020 unter Einbeziehung der jeweils verfügbaren Flächen sowie die Vorgehensweise bei der Ermittlung von Suchräumen für die nachfolgende Ausweisung von Gebieten durch die Regionalplanung (Kapitel 4.4).

Bereits an dieser Stelle weisen die Gutachter darauf hin, dass schon zur Bestimmung des technischen Potenzials eine intensive Diskussion über den Ausschluss bestimmter Flächen stattgefunden hat. Dabei wurden auch die Flächenkategorien des Naturschutzes bestimmt, die für eine Nutzung durch Erneuerbare Energien nicht zur Verfügung stehen. Für die Szenarien wurde darüber hinaus an Hand von weiteren Konfliktkriterien diskutiert und festgelegt, welche weiteren, daraus resultierenden Flächenpotenziale für die Prognose nicht zur Verfügung stehen. Dieselben Konfliktkriterien wurden später bei der Ermittlung von Suchräumen für die regionalplanerische Gebietsausweisung eingesetzt, wobei z.T. hinsichtlich des Konfliktgrades eine Differenzierung zwischen den betrachteten EE-Nutzungen vorgenommen wurde (siehe hierzu die Erläuterungen im Kapitel 4.4.10).

4.2 Energieverbrauch und -bereitstellung 2008

4.2.1 Vorgehensweise und Datenübersicht

Als Bezugsjahr für den Status Quo des Energieverbrauchs und der Energiebereitstellung wurde das Jahr 2008 herangezogen, da absehbar war, dass die Datenlage für die Jahre 2009 und 2010 in zahlreichen Punkten für fundierte Aussagen im Zeitraum der Bearbeitung nicht vorliegen würde. Hinsichtlich der Energiebereitstellungen durch Windenergie- und Photovoltaikanlagen sind aber auch jüngere Daten eingeflossen (siehe Kapitel 4.2.3).

Zentrales Ergebnis der Analyse ist die Darstellung des Endenergieverbrauchs und der Endenergiebereitstellung nach den Sektoren (ohne Verkehrssektor) entsprechend der Systematik der Energiebilanz des Landes Hessen.

Für die vier Untersuchungsregionen liegen keine Energieverbrauchsdaten vor. Für einzelne Teilregionen, Landkreise und Kommunen sind entsprechende Angaben zwar verfügbar, diese sind aber keine ausreichende Basis für die Ermittlung des Endenergiebedarfs der Untersuchungsregionen. Daher wurde für die Feststellung des Status Quo des Endenergieverbrauchs ein Bottom-up-Ansatz gewählt - differenziert nach den Sektoren Private Haushalte, Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD) und Industrie. Die Ergebnisse der Untersuchungsregionen wurden mit der Energiebilanz des Landes Hessen abgeglichen.

4.2.2 Energieverbrauch 2008

Endenergieverbrauch Private Haushalte

Beim Endenergieverbrauch Privater Haushalte kann man unterscheiden nach dem Energieverbrauch für Raumwärme, für die Brauchwasserbereitung und den Energieverbrauch für Nicht-Wärmeanwendungen. Zu letzterem Bereich zählen die Haushaltsgeräte und die Informations-, Kommunikations- und Unterhaltungstechnik. Für alle drei Komponenten wird zunächst mit dem Bottom-up-Ansatz der Endenergieverbrauch der Regierungsbezirke abgeschätzt und die resultierende Summe mittels eines Korrekturfaktors mit der Energiebilanz 2008 des Landes Hessen [HSL 2011a] abgeglichen.[25] Die Vorgehensweise ist schematisch in der nachfolgenden Abbildung 4-1 dargestellt.

[25] Zur Frage der Aufteilung der in der Landesenergiebilanz zusammengefassten Sektoren Private Haushalte (PHH) und GHD sei auf die Methodenbeschreibung des GHD-Sektors verwiesen.

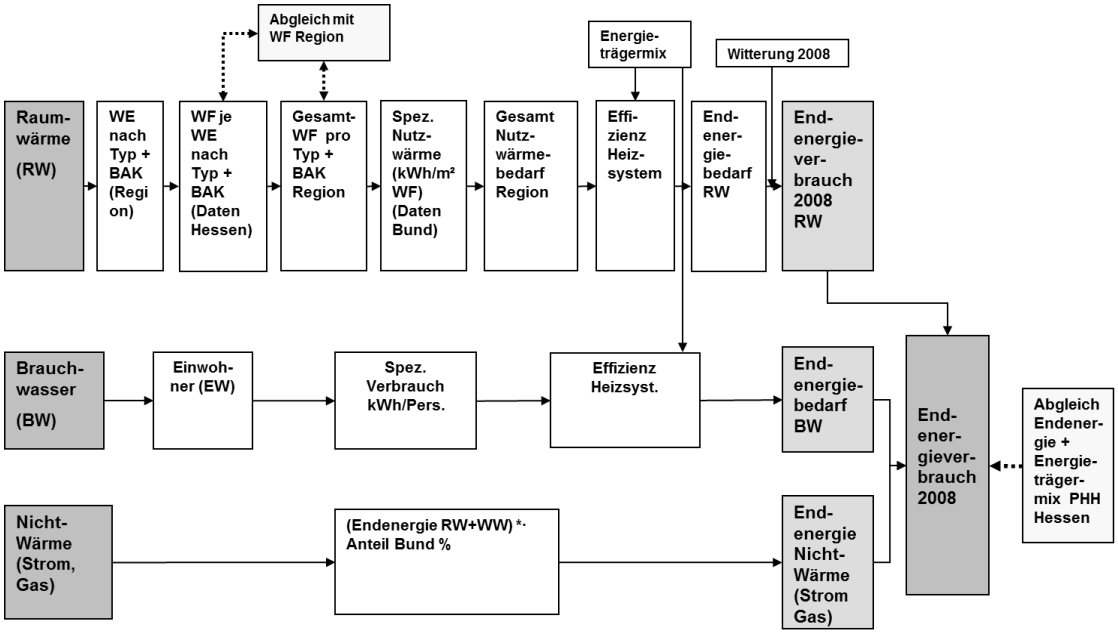


Abbildung 4-1: Schema Bottom-up-Ansatz Endenergie Private Haushalte

Endenergie Raumwärme

Der Endenergiebedarf für Raumwärme wird durch vier Faktoren bestimmt:[26]

- die beheizte Wohnfläche,
- den Dämmstandard der Gebäude,
- den Wirkungsgrad der Heizsysteme,
- den Energiemix der Wärmeerzeugung.

Für die Zahl der Wohneinheiten (WE) und der Wohnfläche (WF) liegen für alle vier Untersuchungsregionen auf Ebene der Regionen Angaben vor [HSL 2008], [HSL 2009]. Diese sind zudem nach Ein-, Zwei- und Mehrfamilienhäusern aufgegliedert [HSL 2009]. Für die Bottom-Up-Berechnung ist darüber hinaus bei jedem Gebäudetyp auch noch eine Differenzierung nach den Baualtersklassen (BAK) erforderlich. Entsprechende Daten wurden 2006 in einer Zusatzerhebung zum Mikrozensus erhoben [Mikrozensus 2006]. Der Mikrozensus liefert auch Angaben zur Wohnfläche je Wohneinheit. Mit diesen Angaben ist eine Aufteilung der Wohnfläche nach Gebäudetypen und BAK möglich. Die resultierenden Wohnflächen in den Regionen werden zusätzlich mit der Gesamtwohnfläche je Gebäudetyp abgeglichen (siehe Abbildung 4-1). Dieser Abgleich ist er-

[26] Beim Endenergieverbrauch kommen noch zwei wichtige Einflussfaktoren hinzu: Der Witterungseinfluss und das Nutzerverhalten.

forderlich, da die spezifischen Wohnflächen in den Regionen sich von denen für das Land Hessen ermittelten unterscheiden können.[27]

Tabelle 4-1: Kennzahlen Raumwärme Untersuchungsregionen
Quelle: [HSL 2009], [HSL 2010b]

Region	Wohneinheiten (WE)	Wohnfläche (in 100 m^2)	Einwohner (EW)
Hessen	2.808.073	2.571.805	6.064.953
Reg. Bez. Kassel	571.724	552.088	1.231.503
Reg. Bez. Gießen	461.953	463.923	1.048.683
Reg. Bez. Darmstadt	1.774.396	1.555.794	3.784.767
davon Regionalverband	1.058.260	881.907	2.202.231

Mit Angaben zum spezifischen Heizwärmebedarf kann nun der Nutzwärmebedarf berechnet werden. Daten zum spezifischen Heizwärmebedarf können der Studie des Instituts Wohnen und Umwelt (IWU) zu CO_2-Reduktionspotenzialen im Gebäudebereich entnommen werden.[28] Für die Berechnung des Endenergiebedarfs werden zudem noch Angaben zum Energiemix bei der Wärmebereitstellung sowie Annahmen bezüglich der Effizienz der verschiedenen Heizsysteme benötigt. Zum Energiemix der Wärmebereitstellung in den Regionen liegen bislang keine Zahlen vor. Angaben zum Energiemix auf Landesebene sind [Mikrozensus 2006] und [IWU 2007] zu entnehmen. Im Folgenden werden die Daten von [Mikrozensus 2006] zugrunde gelegt, da dies die aktuelleren Angaben sind. Annahmen bezüglich der Effizienz der verschiedenen Heizsysteme finden sich u.a. in [IWU 2007] und [EWI/Prognos 2007]. Die Angaben beider Quellen stimmen – unter Berücksichtigung der Speicher- und Leitungsverluste – im Wesentlichen überein.

Bei dem Endenergiebedarf Raumwärme der Privaten Haushalte, der auf dem beschriebenen Weg ermittelt wurde, handelt es sich um witterungsbereinigte Angaben, denen das langjährige Mittel der Gradtagszahlen zugrunde liegt. Vor dem letzten Abstimmungsschritt, dem Abgleich mit der Endenergiebilanz 2008 des Landes Hessen, muss nun noch die Witterung des Referenzjahres eingerechnet werden. Hierbei werden für die einzelnen Regierungsbezirke Korrekturfaktoren des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für repräsentative Standorte herangezogen [DWD 2010]. Der abschließende Abgleich mit der Endenergiebilanz 2008 wird durchgeführt, nachdem auch die anderen Verbrauchskomponenten (Brauchwassererwärmung und Nicht-Wärmeanwendungen) ermittelt wurden.

[27] Die Abweichungen liegen maximal bei 5% .

[28] In Anlehnung an [IWU 2007], wird davon ausgegangen, dass auch in den Regionen ein Anteil von 20% der Gebäude mit Baujahren bis 1978 bereits saniert wurde.

Endenergie Brauchwassererwärmung

Der Energiebedarf für die Brauchwassererwärmung wird durch die Zahl der Personen im Untersuchungsgebiet bestimmt. Der Brauchwasserbedarf im Untersuchungsgebiet wird anhand der Bevölkerungszahl unter Zugrundelegung des bundesdeutschen Durchschnittswertes für den spezifischen Endenergieverbrauch von 940 kWh/Person für das Jahr 2007 abgeschätzt [BMWI 2010].

Endenergie Nicht-Wärmeanwendungen

Strom und Gas werden, außer für Raumwärme und Warmwasser, in Privaten Haushalten auch für Prozesswärme (ohne Warmwasserbereitung), Beleuchtung und mechanische Energie genutzt. Diese Anwendungen werden im Folgenden unter dem Begriff „Nicht-Wärmeanwendungen" zusammengefasst. Eine Aufteilung der Energieträger nach Sektoren und Anwendungen findet sich in der Statistik für ganz Deutschland [BMWI 2010]. Daher wird für die Abschätzung des Endenergieverbrauchs für die Nicht-Wärmeanwendungen der durchschnittliche Anteil dieser Anwendungen am Endenergieverbrauch auf Bundesebene herangezogen.

Nachdem in der geschilderten Weise für die Untersuchungsregionen die drei Komponenten des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte abgeschätzt wurden, wird die Summe der Ergebnisse für die Regierungsbezirke mit den Daten der Endenergiebilanz des Landes Hessen [HSL 2011a] abgeglichen. Der Abgleich bezieht sich dabei auch auf die Anteile der einzelnen Energieträger.[29]

Endenergieverbrauch Gewerbe/Handel/Dienstleistungen (GHD)

Für den GHD-Sektor erfolgt die Hochrechnung des Endenergieverbrauchs auf der Basis der Zahl der Erwerbstätigen und spezifischer Energieverbräuche der einzelnen Wirtschaftszweige (WZ). Das prinzipielle Vorgehen ist in Abbildung 4-2 dargestellt.

Eine Besonderheit stellen die Wirtschaftszweige Öffentliche Verwaltung, Erziehung und Unterricht, Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen und Erbringung sonstiger öffentlicher u. persönlicher Dienstleistungen (WZ L+Q, M, N, O) dar. Diese vier Zweige sind in den regionalen Erwerbstätigenstatistiken zusammengefasst [Stat.-Bu.-Lä.2011] und umfassen rund 851 Tsd. Erwerbstätige in Hessen. Da sich die genannten vier Wirtschaftszweige jedoch hinsichtlich des spezifischen Endenergieverbrauchs deutlich unterscheiden, wird für diese die Zahl der Erwerbstätigen auf Basis der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten berechnet. Für die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten liegen für jeden der vier Wirtschaftszweige regionale Daten für 2008 vor. Für die Umrechnung in Erwerbstätigenzahlen wird zunächst auf der Ebene des Bundeslandes

[29] Für die Erneuerbaren Energien kann der Abgleich nur mit dem von der Energiebilanz vorgegebenen Differenzierungsgrad durchgeführt werden.

Hessen das Verhältnis zwischen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten zu Erwerbstätigen für jeden der vier WZ gebildet. Mit diesen Quotienten werden nun auf der Ebene der Regierungsbezirke die sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Erwerbstätige umgerechnet. Die resultierende Summe der Erwerbstätigen in den vier Wirtschaftszweigen wird nun ihrerseits mit der entsprechenden Gesamtzahl auf Hessenebene abgeglichen und die Quotienten entsprechend korrigiert.

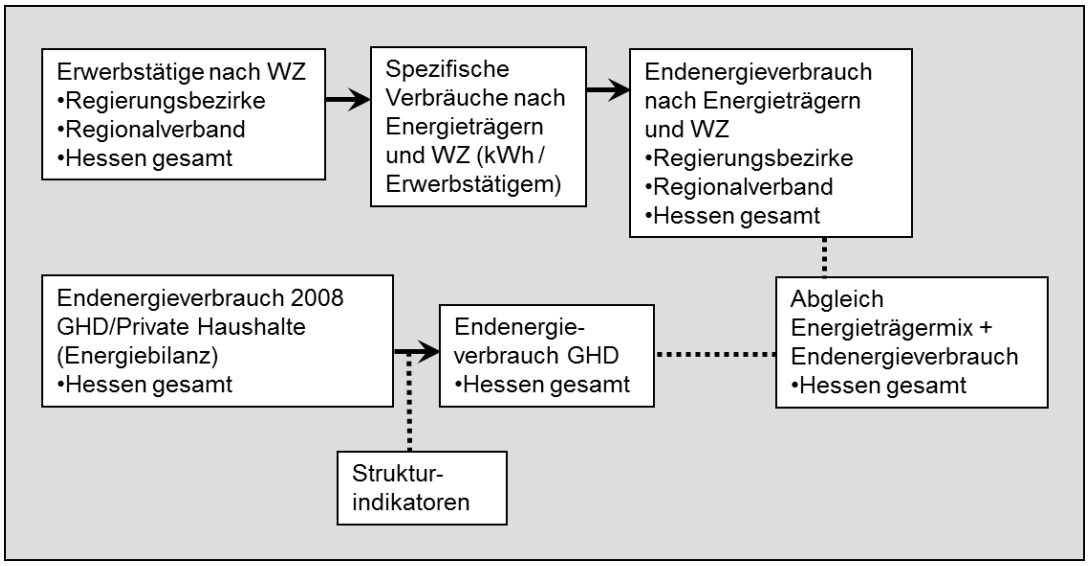


Abbildung 4-2: Berechnungsschema Endenergieverbrauch Gewerbe Handel Dienstleistungen

Für den Regionalverband liegen die Zahlen der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten differenziert nach WZ und Gemeinde vor. Diese werden ebenfalls in Erwerbstätige überführt. Da der Anteil der Beschäftigten an den Erwerbstätigen regional zwischen 60% und 80% schwankt, wird für jeden Landkreis des Regionalverbandes ein Umrechnungsfaktor ermittelt. Für die Landkreise, die nicht vollständig dem Regionalverband angehören, werden die Faktoren des gesamten Landkreises verwendet. Die Ergebnisse der Erwerbstätigenberechnung sind im Anhang zu finden.

Auf Basis der Erwerbstätigenzahlen und der spezifischen Energieverbräuche, die differenziert nach Wirtschaftszweigen und Energieträgern vorliegen, werden die Endenergieverbräuche der drei Regierungsbezirke und des Regionalverbandes hochgerechnet und mit der Energiebilanz Hessen abgeglichen.

Endenergieverbrauch Industrie

Die Grundlage der Ermittlung des Endenergieverbrauchs der Industrie in den Untersuchungsregionen bildet die Energiebilanz Hessen 2008 [HSL 2011a]. Anhand der dort nach Wirtschaftszweigen aufgeschlüsselten Endenergieverbräuche und der WZ-spezifischen Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten wird für jeden Wirtschaftszweig und für jeden Endenergieträger ein spezifischer Endenergieverbrauch in

kWh/Beschäftigtem ermittelt. Die unterschiedlichen Energieträger werden entsprechend der amtlichen Energiestatistik zu den sechs Hauptgruppen Kohlen, Heizöle, Gase, Erneuerbare Energien, Strom und Fernwärme zusammengefasst.

Auf der Basis der Angaben zu den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in den Untersuchungsregionen, untergliedert nach Wirtschaftszweigen, kann dann mittels der zuvor bestimmten spezifischen Faktoren der Endenergieverbrauch der Industrie in den drei Regierungsbezirken und im Regionalverband berechnet werden. Da die Annahme, dass die spezifischen Verbräuche in der Industrie in Hessen und den Regionen identisch sind, nicht (genau) zutreffen muss, ist als letzter Schritt wieder ein Abgleich der Summenwerte der Regionen mit dem Endenergieverbrauch der Energiebilanz Hessen erforderlich.

Abgleich der Ergebnisse der Bottom-up-Anlyse mit der Endenergiebilanz 2008 des Landes Hessen

Um einen Abgleich der Ergebnisse der Bottom-Up-Analyse mit der Energiebilanz des Landes Hessen vornehmen zu können, ist es zunächst erforderlich, den Verbrauch der drei betrachteten Sektoren in der Landesenergiebilanz zu identifizieren. Im Fall der Industrie stellt dies kein Problem dar, da der Endenergieverbrauch dieses Sektors in der Bilanz getrennt ausgewiesen ist. Dagegen weist die Energiebilanz 2008 den Endenergieverbrauch der Sektoren Private Haushalte und Gewerbe/Handel/Dienstleistungen nur kumuliert aus. Daher ist hier zunächst eine Aufteilung des Verbrauchs auf die Sektoren entsprechend den strukturellen Gegebenheiten in Hessen erforderlich. Dies erfolgt mit Hilfe eines Strukturindikators [UGRdL 2008].

Der Strukturfaktor gibt die Relation zwischen dem Bundesland und Gesamtdeutschland hinsichtlich typischer Strukturen wieder. Im vorliegenden Fall wird als Maß für die Aufteilung des Endenergieverbrauchs das Größenverhältnis der Beschäftigten im Bereich GHD zu den Einwohnern in Hessen in Relation zu dem entsprechenden Verhältnis auf Bundesebene angesetzt.

$$I_{GHD,Land} = \frac{\frac{Besch_{GHD,Land}}{Einwohner_{Land}}}{\frac{Besch_{GHD,Bund}}{Einwohner_{Bund}}} = \frac{\frac{EEV_{GHD,Land}}{EEV_{PHH,Land}}}{\frac{EEV_{GHD,Bund}}{EEV_{PHH,Bund}}}$$

$I_{GHD,Land}$: Bundeslandesspezifischer Strukturindikator,
Besch: Anzahl der Beschäftigten,
EEV: Endenergieverbrauch eines Energieträgers,
PHH: Private Haushalte.

Mit dem so ermittelten Indikator, der für jeden Energieträger gesondert berechnet wird, kann der kumulierte Endenergieverbrauch auf Bundeslandebene auf die Bereiche GHD und private Haushalte aufgeteilt werden.

Die Energieträger „Ottokraftstoffe“ und "andere Mineralölprodukte" werden vollständig dem Sektor GHD zugeschlagen, da sie nach Einschätzung der Gutachter (fast) ausschließlich dort und nicht im Bereich der Privaten Haushalte verwendet werden.

Bei den Energieträgern Dieselkraftstoffe, Erdgas, Biomasse, Strom und Fernwärme ist in der Energiebilanz eine Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf die Sektoren Private Haushalte und GHD vorgegeben. Die Verteilung wird, außer für Biomasse, für die weiteren Berechnungen unverändert übernommen. Bei der Biomasse ist aufgrund der Ergebnisse der Biomassepotenzialstudie Hessen [BMPS 2009] eine Anpassung des Endenergieverbrauchs der Privaten Haushalte notwendig (siehe hierzu Kapitel 4.2.3).

4.2.3 Energiebereitstellung 2008

Für die vier Untersuchungsregionen wurden die Bereitstellung von Endenergie sowie die Anteile der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung für das Bezugsjahr 2008 betrachtet.[30] Darüber hinaus wurde die Stromerzeugung in konventionellen hessischen Kraftwerken im Bezugsjahr analysiert. Da in den Jahren nach 2008 ein verstärkter Ausbau Erneuerbarer Energien stattgefunden hat, wurde diese Entwicklung für die flächenrelevanten Energieträger Wind und Freiflächenphotovoltaik ebenfalls betrachtet.

Endenergiebilanz und Beitrag Erneuerbarer Energien zur Energiebereitstellung

Angaben zur Energiebereitstellung für das Jahr 2008 finden sich zum einen im Energiebericht des Landes Hessen [HSL 2011a].[31] Zum anderen wurde der Ist-Zustand der Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien im Rahmen der Biomassepotenzialstudie (BMPS) für dasselbe Bezugsjahr detailliert regional erfasst [BMPS 2009]. Die vorliegende Untersuchung stützt sich auf diese beiden Quellen. Eigene Datenerhebungen wurden nicht durchgeführt.

Während die Angaben für die konventionellen Energieträger in beiden Quellen übereinstimmen, sind hinsichtlich der Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien Differenzen bei den Angaben zur Wasserkraft, Solarthermie und Biomasse festzustellen. Diese beruhen auf unterschiedlichen Erhebungs- oder Abgrenzungsmethoden. So wurde z.B. in der Biomassepotenzialstudie aufgrund der zum Zeitpunkt der Erhebung

[30] In der Endenergiebilanz wird Strom als Endenergieträger ausgewiesen. Die Anteile Erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung sind aus der Endenergiebilanz nicht zu entnehmen. Hierfür sind gesonderte statistische Erhebungen erforderlich. Für Hessen sind die Anteile Erneuerbarer Energien in einer Satellitenbilanz gesondert dargestellt [HSL 2011b].

[31] Angaben finden sich auch in [HSL 2010a.

noch unzureichenden Datenlage die Stromerzeugung aus Wasserkraft nicht vollständig einbezogen. Auch bei der Energiebereitstellung durch Klärgas finden sich Unterschiede, da in der Biomassestudie nur die kommunalen Anlagen berücksichtigt wurden, während in die Energiebilanz kommunale und gewerbliche Anlagen eingingen.

Dagegen wurden in der BMPS die Energiebereitstellung durch solarthermische Anlagen und Biomassenutzung in privaten Haushalten genauer analysiert, als bei der Erstellung der Energiebilanz. Die BMPS stützt sich auf detaillierte, landkreisscharfe Analysen, während die Angaben der Energiebilanz 2008 entsprechend der Methodik des Länderarbeitskreises Energiebilanzen ermittelt wurden. Hierbei wird die Wärmebereitstellung solarthermischer Anlagen auf der Basis des Bundeswertes für Energie aus Solarthermie und des Anteils Hessens an der bundesweiten Stromerzeugung aus Photovoltaikanlagen abgeschätzt. Bei der Biomassenutzung in privaten Haushalten ist im Fall der Energiebilanz 2008 der hessische Anteil der Waldfläche an der bundesweiten Waldfläche die Bezugsgröße für die Abschätzung der Energiebereitstellung.

Für die vorliegende Studie wurden für die einzelnen Energieträger jeweils die Daten berücksichtigt, die aufgrund der Methodik die Realität am besten abbilden. Dies bedeutet, dass bei der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien die Daten der Endenergiebilanz zugrunde gelegt wurden, bei der Bereitstellung von Wärme dagegen die Ergebnisse der Biomassepotenzialstudie.

Für den Regionalverband mussten noch ergänzende Betrachtungen vorgenommen werden. Dies resultiert aus der Tatsache, dass einige der zugehörigen Landkreise nur zum Teil dem Regionalverband zugeordnet sind. Für die Zuordnung der Beiträge dieser Landkreise wurden die im Internet verfügbaren, räumlichen Ergebnisdarstellungen der Biomassepotenzialstudie herangezogen und die Erzeugung der Landkreise entsprechend den zuzuordnenden Leistungsanteilen dem Regionalverband zugerechnet [Biomasse Hessen 2010].

Zusätzliche Betrachtungen mussten auch im Fall der Photovoltaik angestellt werden. Um Aussagen zur Flächeninanspruchnahme durch Erneuerbare Energien treffen zu können, ist es erforderlich bei der Photovoltaik nach raumbedeutsamen Freiflächenanlagen und Photovoltaikanlagen an Gebäuden zu differenzieren. Diese Differenzierung wird in den Statistiken und auch in der Biomassepotenzialstudie nicht vorgenommen. Daher wurde mithilfe der Daten zu PV-Freiflächenanlagen (PV-FFA), die von den Regierungsbezirken zur Verfügung gestellt wurden, eine Abschätzung des Energieertrags dieser Anlagen vorgenommen und der Beitrag der PV-Anlagen an Gebäuden als Differenz zu den Angaben der Energiestatistik ermittelt.

Für alle Untersuchungsregionen wurde eine regionale Zuordnung der Endenergieträger vorgenommen. Die Zuordnung stützt sich für die Erneuerbaren Energien auf die Ergeb-

nisse der Biomassepotenzialstudie, da die Energiebilanz nur Daten für das Land Hessen ausweist.

Die regionalen Angaben für die konventionellen Energieträger resultieren aus der Analyse des Endenergieverbrauchs der Sektoren.[32] Die Ergebnisse sind in Kapitel 5.2 in Tabelle 5-6 dargestellt.

Anlagen im Außenbereich

Für die Windenergie und die PV-Freiflächenanlagen hat in den beiden Folgejahren des Bezugsjahrs 2008 ein deutlicher Ausbau stattgefunden. Diese Tatsache wird bei der Entwicklung der Handlungsempfehlungen für die Regierungsbezirke berücksichtigt. Für beide Energien wird daher - neben ihren Beiträgen im Bezugsjahr 2008 - auch die Entwicklung in den Jahren 2009 bis 2011 aufgezeigt.

Die Windenergieanlagen, PV-Freiflächenanlagen sowie Wasserkraftanlagen werden räumlich dargestellt (siehe Kapitel 5.2). Bei der Wasserkraft wird auf die Angaben aus [HSL 2011b] zurückgegriffen, die Abbildungen für die Windenergie und die PV-Freiflächenanlagen basieren auf den Daten, die vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden [HMWVL 2011b], [HMWVL 2011a][33].

4.2.4 Strom- und Wärmeerzeugung in konventionellen hessischen Kraftwerken

Der Bestand der konventionellen hessischen Kraftwerke wird in Abstimmung mit dem Auftraggeber für das Jahr 2008 erfasst, wobei eine regionale Zuordnung zu den Untersuchungsregionen entsprechend den Standorten der Kraftwerke erfolgt. Für die Analyse wurden Daten des Umweltbundesamtes und der Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft (AGFW) genutzt [UBA 2010][34], [AGFW 2006], [AGFW 2008]. Die zukünftige Entwicklung des konvetionellen Energie- und Strommixes sind im Weiteren nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Angaben in Kapitel 5.2, Tabelle 5-9, die Abschaltung des Kernkraftwerks Biblis im März 2011 noch nicht berücksichtigen.

---

[32] Vor dem Hintergrund der Zielsetzung dieser Studie ist eine Betrachtung des Energiemixes der konventionellen Energieträger im Prinzip nur dann wichtig, wenn diese Einfluss auf die relevanten Ergebnisse haben. Dies ist z.B. für den Bereich der Raumwärme und Warmwasserbereitung der Fall, da verschiedene Energieträger in Techniken mit unterschiedlichen Effizienzen eingesetzt werden.

[33] Die aktuellsten, vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten Daten zur Windenergie beziehen sich auf den 21. April 2011.

[34] Die Daten des Umweltbundesamtes beinhalten Anlagengrößen ab einer elektrischen Leistung von 100 MW.

4.3 Prognose des Endenergiebedarfs in den Betrachtungszeiträumen 2020 und 2030

4.3.1 Prognose Endenergiebedarf Private Haushalte

Ausgehend von der Methodik zur Abschätzung der Endenergieverbräuche in den Untersuchungsregionen für das Jahr 2008 wird eine Prognose für die Entwicklung des Endenergiebedarfs erstellt. Hierbei wird, wie bereits in Kapitel 4.2.2 geschildert, nach den drei Verbrauchsbereichen „Raumwärme“, „Warmwasserbereitung“ und „Energieverbrauch für Nicht-Wärmeanwendungen“ differenziert.

Raumwärme

Für die Abschätzung der Entwicklung des Energiebedarfs für Raumheizung in Wohngebäuden wird auf die INKLIM-Studie [INKLIM 2006], das in 2009 erstellte Update dieser Studie, diverse Untersuchungen zur Entwicklung des Energiebedarfs bis 2030 sowie Ergebnisse aus eigenen, vorangegangenen Forschungsprojekten abgestellt. Die relevanten Einflussfaktoren für die Entwicklung des Energiebedarfs für Raumwärme sind:

- Neubau sowie
- Abriss von Gebäuden,
- Sanierungsrate und
- Sanierungsniveau.

Bezüglich der Neubau- und Abrissraten wird nach Regierungsbezirken differenziert. Die Sanierungsraten und -niveaus sind anhängig von der Baualtersklasse und den Gebäudetypen. Die für die Erarbeitung zugrunde gelegten und mit dem Auftraggeber abgestimmten Annahmen zu diesen Faktoren sind in Tabelle 4-2 zusammengefasst. Für den Regionalverband werden dabei dieselben Annahmen wie für den Regierungsbezirk Darmstadt getroffen.

Tabelle 4-2: Basisannahmen Entwicklung Raumwärmebedarf

Einflussfaktor	Reg. Bez. KS	Reg. Bez. GI	Reg. Bez. DA + Regionalverband
Neubaurate *	0,38%	0,19%	0,67%
Abrissrate *	0,03%	0,03%	0,08%
Sanierungsrate	Je Untersuchungszeitraum, BAK + Typ 0,75% bis 2,5%	Je Untersuchungszeitraum, BAK + Typ 0,75% bis 2,5%	Je Untersuchungszeitraum, BAK + Typ 0,75% bis 2,5%
Sanierungsniveau	abhängig von BAK	abhängig von BAK	abhängig von BAK

* Wohnfläche als Bezugsgröße

Warmwasserbereitung

Für die Prognose der Entwicklung des Endenergiebedarfs für die Brauchwasserbereitung ist die Bevölkerungsentwicklung ausschlaggebend. Hierfür liegen für die drei Regierungsbezirke und den Regionalverband Angaben vor [HMWVL 2007] (siehe Tabelle 4-3). Analog zum Vorgehen beim Endenergieverbrauch 2008 wird mittels eines spezifischen Endenergiebedarfs pro Person der Energiebedarf für die Brauchwasserbereitung abgeschätzt. Der spezifische Wert beinhaltet auch die im Betrachtungszeitraum (2020 bzw. 2030) erwartete Steigerung der Effizienz der Bereitstellung des Brauchwassers.

Tabelle 4-3: Entwicklung der Einwohnerzahl bis 2030 - Hessen und Regionen

Einwohnerzahl	Hessen	Reg. Bez. KS	Reg. Bez. GI	Reg. Bez. DA	davon Regional-verband
2008 *	6.064.950	1.231.500	1.048.680	3.784.770	2.202.230
2020 **	6.027.500	1.185.700	1.031.900	3.809.900	2.203.420
2030 **	5.924.340	1.130.600	1.000.330	3.793.410	2.207.670

Quelle:* [HSL 2010b]; ** [HMWVL 2007]; auf 10er gerundete Zahlen

Energiebedarf für Nicht-Wärmeanwendungen

Der Strom- und Gasbedarf für die Nicht-Wärmeanwendungen wird hauptsächlich durch die drei Faktoren Bevölkerungsentwicklung, Ausstattung der Haushalte mit Elektrogeräten und der Effizienz der Geräte bestimmt. Bezüglich der Entwicklung der Ausstattung der Haushalte und der Effizienz der Geräte werden als Basisannahmen die Ergebnisse der Studie [EWI/Prognos 2007] zugrunde gelegt.

4.3.2 Prognose Endenergiebedarf GHD-Sektor

Die Prognose des Endenergieverbrauchs des Sektors GHD für 2020 und 2030 in den vier Untersuchungsregionen wird, ausgehend von den Status-Quo-Verbräuchen in 2008, auf Grundlage der Entwicklung von Erwerbstätigenzahlen der betreffenden Wirtschaftszweige in Hessen sowie der zu erwartenden Steigerung der Strom- und Brennstoffproduktivität abgeschätzt.

Für die Entwicklung der Erwerbstätigenzahlen wird auf den Hessenreport 2010, einer Prognose zu Wirtschaft und Arbeitsmarkt in Hessen und seinen Regierungsbezirken, zurückgegriffen [HMWVL 2010a]. Für Hessen wird dort von einer Abnahme der Erwerbstätigenzahlen um bis zu 3% bis 2020 und 8% bis 2030 ausgegangen. Eine Übersicht über die Entwicklung differenziert nach Wirtschaftszweigen kann im Anhang Tabelle 8-2 und Tabelle 8-3 entnommen werden.

Hinsichtlich der prognostizierten Entwicklung der Energieeffizienz bis 2030 werden die Daten der Politikszenarien V [UBA 2009] zugrunde gelegt. In dieser Studie wird die

Effizienzentwicklung für Strom und Brennstoffe nach verschiedenen Anwendungsarten (z.B. Strom für Bürobeleuchtung und Klimatisierung, Brennstoffe für Raum- und Prozesswärme) differenziert (siehe Tabelle 8-4 und Tabelle 8-5). Dies ermöglicht eine detaillierte Berechnung des zukünftigen Strom- und Brennstoffbedarfs.

4.3.3 Prognose Endenergiebedarf Industrie-Sektor

Die Prognose des Endenergiebedarfs im Sektor Industrie wird für die vier Untersuchungsregionen ausgehend vom Endenergieverbrauch 2008 unter Berücksichtigung der Entwicklung der Bruttowertschöpfung und der Energieeffizienz bis 2020 bzw. 2030 erstellt. Hinsichtlich der Entwicklung der Bruttowertschöpfung wird differenziert nach Wirtschaftszweigen [UBA 2009]. Für Hessen wird dort insgesamt von einer Zunahme der Bruttowertschöpfung um bis zu 23% bis 2020 und 40% bis 2030 ausgegangen. Eine Übersicht über die Entwicklung in den unterschiedlichen Wirtschaftszweigen kann Tabelle 8-6 im Anhang entnommen werden.

Neben der Wirtschaftsentwicklung beeinflussen auch Veränderungen der Energieproduktivität den Energieverbrauch der Industrie. Bei der Abschätzung des Strombedarfs in 2020 und 2030 wird die Effizienzentwicklung differenziert nach verschiedenen Querschnittstechnologien gemäß [UBA 2009] berücksichtigt (siehe hierzu auch Tabelle 8-7 im Anhang). Bei den übrigen Energieträgern wird von einer Steigerung der Energieeffizienz um durchschnittlich 2% p.a. ausgegangen.

4.4 Analyse der Potenziale und der verfügbaren Flächen sowie der Szenarien zu Erneuerbaren Energien bis 2020

4.4.1 Übersicht

Ausgehend vom technischen Potenzial der Erneuerbaren Energien in Hessen werden zwei Szenarien für den Ausbau bis 2020 konkretisiert, die jeweils dazu dienen, die zum Zeitpunkt der Beauftragung politisch gesetzten Energieziele für die Zeitperspektive bis 2020 zu erfüllen und die dafür notwendige Handlungsoptionen darzustellen.

Darauf aufbauend werden auch die Entscheidungen der Regionalplanung zur Ausweisung von Gebieten für Erneuerbare Energien in dem Umfang so vorbereitet, dass die politisch angestrebten Ausbauziele erreicht werden können. Insbesondere für die Windenergie werden Vorgehensweise und Kriterien erläutert, durch deren Anwendung Suchraumkulissen unter Vermeidung von Konflikten mit unterschiedlich hochrangigen Schutz- und sonstigen Nutzungsprioritäten ermittelt werden können. Alle Potenzialaussagen sowie Suchraumabgrenzungen werden maßstabsangemessen durch den Einsatz eines Geografischen Informationssystems (GIS) unterstützt.

Nachfolgend werden die Bausteine des modularen Vorgehens im Einzelnen beschrieben und erläutert:

- Die Basisannahmen für die bei der Ermittlung der technischen Potenziale zur Energieerzeugung zu Grunde gelegten Flächenansprüche der einzelnen Erneuerbaren Energien (Kapitel 4.4.2),
- die Vorgehensweise bei der Ermittlung des technischen Potenzials für Erneuerbare Energien in den Varianten A und B, dies beinhaltet auch die Definition der aufgrund von Ausschlusskriterien für die Nutzung durch Erneuerbare Energien ausgeschlossenen Flächenkategorien (Kapitel 4.4.3 und Kapitel 4.4.4),
- die Abschätzung des Potenzials aus dem Repowering der vorhandenen Windenergieanlagen (Kapitel 4.4.5),
- die Vorgehensweise bei der Definition und Umsetzung der beiden vorgegebenen Szenarien zum Ausbau bis 2020 (Szenario „Basisvariante 2020“, siehe Kapitel 4.4.7 und Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme", siehe Kapitel 4.4.8),
- die Vorgehensweise bei der Anwendung der Auswahlkriterien in der GIS-gestützten Flächenanalyse zur Berücksichtigung in den Potenzialberechnungen sowie zur Ermittlung der Suchraumkulisse für regionalplanerisch auszuweisende Flächen (Kapitel 4.4.9 und Kapitel 4.4.10),
- der Umgang mit Energieimporten nach Hessen (Kapitel 4.4.11).

Der Zusammenhang der genannten Bausteine des Gutachtens und der Ziele der hessischen Energiepolitik ist in Abbildung 4-3 schematisch dargestellt.

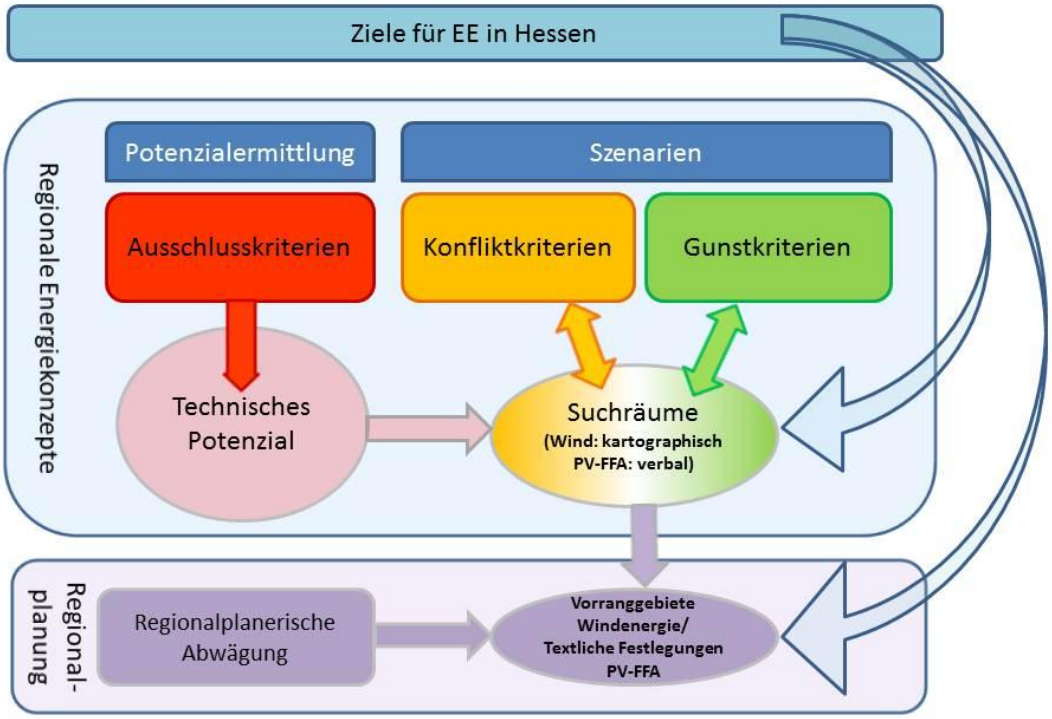


Abbildung 4-3: Zusammenhang von energiepolitischen Zielen, Regionalen Energiekonzepten und der Regionalplanung

Im November 2011, zu einem für das Gutachten relativ späten Zeitpunkt, hat die Landesregierung mit den Ergebnissen des hessischen Energiegipfels neue landespolitische Ziele vorgelegt. Zentrale Aussage ist, dass angestrebt wird, bis 2050 die Energieversorgung Hessens möglichst vollständig auf Erneuerbare Energien umzustellen. Um dieser aktuellen Entwicklung Rechnung zu tragen, wurde – über die ursprüngliche Aufgabenstellung hinausgehend – für den Strom eine Grobabschätzung vorgenommen, was dies hinsichtlich der Beiträge verschiedener Erneuerbarer Energien sowie im Hinblick auf die Flächennutzung bedeuten könnte (siehe Kapitel 5.4). Der Energiegipfel hat unter anderem das Ziel ausgegeben, eine Landesfläche in der Größenordnung von 2% für die Windenergienutzung bereit zu stellen. Dieses Ziel wird bei der Ermittlung der Suchraumkulisse für regionalplanerisch auszuweisende Flächen berücksichtigt.

4.4.2 Kenngrößen zur Ermittlung des Flächenbedarfs für Erneuerbare Energien

Im technischen Potenzial sowie in den Szenarien werden die Erneuerbaren Energien unterteilt in nicht flächenrelevante und flächenrelevante Erzeugungsformen (siehe auch Kapitel 4.4.3, 4.4.4 und 4.4.6 bis 4.4.8). Als nicht flächenrelevant wird eine Energiebe-

reitstellung eingestuft, wenn diese auf bereits anderweitig genutzten Flächen erfolgt oder andere Nutzungsarten nicht oder nur geringfügig einschränkt werden:

- Solarthermie- und Photovoltaikanlagen an Gebäuden
- Biomasse ohne Energiepflanzen (z.B. Straßenbegleitgrün, Alt- und Sägeresthölzer, Hölzer aus Wald und Forst)
- Nutzung von Abfällen (z.B. Bioabfälle, biogene Anteile des Hausmülls, Gülle)
- Deponie- und Klärgas
- Oberflächennahe und tiefe Geothermie
- Wasserkraft.

Flächenrelevant sind dagegen:

- Windenergieanlagen
- PV-Freiflächenanlagen
- Anbau energetischer Biomasse und Anlagen zu ihrer energetischen Verwertung.

Für die Abschätzung der Energiebereitstellung im Fall der flächenrelevanten Erneuerbaren Energien sind deren spezifischer Flächenbedarf und der Energieertrag je genutzter Fläche zentrale Größen. Es handelt sich hierbei um Durchschnittswerte. Im Einzelfall kann der Energieertrag in Abhängigkeit von den konkreten Gegebenheiten vor Ort, z.B. der Windhöffigkeit im Fall der Windenergie oder der Bodenqualität beim Anbau energetisch genutzter Biomasse, von diesen Durchschnittswerten abweichen. Die Kenngrößen sind jedoch insbesondere aussagekräftig hinsichtlich der strategischen Überlegung, welche Energien im Fall von Flächenkonkurrenzen bevorzugt genutzt werden sollen, um insgesamt eine Minimierung des Flächenbedarfs für die Energiebereitstellung bzw. eine Optimierung des Energieertrags zu erreichen.

Für die Ermittlung der durchschnittlichen Energieerträge wurden Literaturrecherchen und Befragungen von Fachleuten durchgeführt und auf Erfahrungswerte zurückgegriffen [Biogaswissen 2010], [BMVBS 2009], [Bosch 2010], [BUND 2010], [Carus 2009], [DStGB 2009], [Höher 2010], [LUBW 2003], [MUGV 2010], [BMPS 2009].

Insgesamt zeigten sich dabei besonders im Fall der Windenergie und der Photovoltaik-Freiflächenanlagen zwei Trends, die durch die unterschiedlichen Sichtweisen der Fachleute geprägt sind. Dies ist zum einen die eher technische Sicht, die in der Regel auf eine möglichst intensive Flächennutzung abzielt, aktuelle technische Entwicklungen einbezieht und damit von vergleichsweise hohen Flächenerträgen ausgeht. Bei der anderen Sichtweise handelt es sich um die raumplanerische Perspektive und die Analyse bestehender Anlagen. Hier spielen die Berücksichtigung von Nutzungskonflikten und – im Fall bestehender Anlagen – konkreten Vorgaben vor Ort wie z.B. Eigentumsverhältnisse, die keine optimale Flächennutzung ermöglichen, eine Rolle. Wählt man die zwei-

te Perspektive, so ist der Flächenbedarf deutlich größer und demgemäß der Ertrag je Fläche kleiner als im ersten Fall.

Die in dieser Studie für die Windenergie getroffenen Annahmen zur Flächeninanspruchnahme beziehen sich auf vorliegende Erkenntnisse zu den Aufstellungsmustern von Windparks und auf die Auswertungen der dafür bzw. auch für die Ausweisung von Vorrangflächen für Windparks erforderlichen Fläche [Einig et al. 2011]. Bei der Potenzialberechnung und in den Szenarienrechnungen wird davon ausgegangen, dass für den kommenden Standard der 3 MW-Anlagen im Windparkverbund durchschnittlich 15 ha je Anlage vorzusehen sind, um gegenseitige Störungen der Anlagen zu vermeiden.

Bei den im Gutachten zum Ertrag zugrunde gelegten Annahmen ist damit die Windenergienutzung die flächeneffizienteste Form der Gewinnung Erneuerbarer Energien, zumal sie auch noch eine Doppelnutzung der Flächen für die Biomasseproduktion erlaubt. Dabei ist den Gutachtern bewusst, dass die jeweiligen Verhältnisse am Standort und das Aufstellungsmuster je nach geometrischer Grundform der Fläche und der Ausrichtung zur Hauptwindrichtung in einer großen Spanne variiert. Die tatsächliche Flächeninanspruchnahme durch Versiegelung oder durch den Überstrich des Rotors ist selbstverständlich geringer.

Die Annahme für den Flächenbedarf für PV-Freiflächenanlagen von 3 ha je installiertem MW gehen auf das Gutachten zum EEG-Erfahrungsbericht des BMU [IE Leipzig 2011] zurück, in dem ein Durchschnittswert von 3,2 ha/MW angegeben wird. [35] Eine Doppelnutzung der PV-FFA-Aufstellflächen in Verbindung mit Biomasse ist grundsätzlich möglich, wird allerdings bei der Berechnung des technischen Potenzials ausgeschlossen.

Für den Anbau energetischer Biomasse kommen mehrere Biomassearten in Betracht. Für die Abschätzung wurden hier der Maisanbau und effiziente Anbaumethoden zugrunde gelegt [BMPS 2009]. Die vergleichsweise hohe Zahl der Volllaststunden von 8000 h für Biogasanlagen ergibt sich aus der Annahme, dass die Wirtschaftlichkeit der Anlagen gewährleistet sein muss.[36]

Die Daten, die für die Abschätzung der Potenziale genutzt wurden und in Tabelle 4-4 zusammengestellt sind, machen sich im Wesentlichen die eher technische Sicht, die in

[35] Zwischenzeitlich geht die Projektentwicklung aufgrund der Effizienzsteigerung bei den Modulen von bis zu 2 ha / MWp aus, so dass der angenommene Wert von 3 ha derzeit schon unterboten sein und damit die Effizienz der Solarenergie etwas höher ausfallen dürfte.

[36] Für Biogassubstrat wird von einem Flächenbedarf zwischen 200 und 300 ha je 500 kWel installierter Leistung ausgegangen, je nach Anbaukultur und erzielbarem Stromertrag pro Flächeneinheit. Als Richtwert kann davon ausgegangen werden, dass je 1 kW installierter elektrischer Leistung pro Jahr etwa der Ertrag von 0,5 ha Silomais oder 0,8 bis 1,2 ha Grünland benötigt wird. Der Flächenbedarf schwankt dabei in Abhängigkeit vom erzielten Biomasseertrag je Hektar erheblich [Hartmann 2008], [FNR 2011].

der Regel auf eine möglichst intensive Flächennutzung abzielt, zu Eigen. Auf den Aspekt, dass die Raumplanung bei den Flächenausweisungen gegebenenfalls weitere einschränkende Effekte berücksichtigen muss, wird in Kapitel 6 eingegangen.

Tabelle 4-4: Kenngrößen flächenrelevanter Anlagen Erneuerbarer Energien

	Anlagen-leistung	Flächen-bedarf	Ertrag	Energieertrag je 10 ha	Volllast-stunden	spez. Ener-gieertrag
	(kW_{el})	Ha	MWh/a	MWh/10 ha	H	kWh/kW
Biomasse (Mais)**	500	200	4000	320	8000	--
Windenergie	3.000	15	6000	4000	2000	--
Photovoltaik	1.000	3	900	3000	--	900*

* bei einer Einstrahlung von 1.000 kWh/(m²a)

** Strom und Wärme

4.4.3 Allgemeine Festlegungen zur Ermittlung des technischen Potenzials

Die Potenziale der Biomasse wurden ausgehend von den Ergebnissen der Biomassepotenzialstudie Hessen [BMPS 2009] ermittelt. Dies bedeutet, dass entsprechend der Vorgehensweise der BMPS auch die Konkurrenz zur Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln berücksichtigt wurde. Dieser Tatsache wurde in der Biomassepotenzialstudie Rechnung getragen, indem nur für einen Anteil von 20 – 30% der Acker- und Grünlandfläche eine Nutzung durch Energiepflanzen angenommen wurde.[37]

Bei vielen Biomassenenergieträgern war es erforderlich, anhand der Angaben der BMPS zu nutzbaren Flächen bzw. verfügbaren Mengen der Energieträger die Energiebereitstellung auf Landkreisebene abzuschätzen. Außerdem musste hierbei eine Differenzierung nach flächenrelevanten und flächenneutralen Energieträgern sowie nach Wärme- und Stromerzeugung vorgenommen werden.

Für die flächenneutralen Energieträger wie z.B. Solarthermie, Photovoltaik und Geothermie an Gebäuden wurden die Potenziale unter Berücksichtigung der Gebäudestruktur und – im Fall der Solarthermie und der Geothermie – der Energienachfrage abgeschätzt.

Die Ergebnisdarstellung der beiden Varianten des technischen Potenzials und des dazugehörigen Flächenbedarfs erfolgt auf der Ebene der Regierungsbezirke und des Regionalverbandes. Für das Potenzial B erfolgt darüber hinaus in den Regionalberichten auch eine Aufgliederung nach den Landkreisen.

[37] Die Anteile variieren in den Landkreisen und hängen insbesondere von der Größe der Viehbestände und der dadurch erforderlichen Futtermittelproduktion ab.

Für die Abschätzung des technischen Potenzials B ist eine Festlegung einer Reihenfolge der Flächenzuteilung zu den einzelnen Erneuerbaren Energien erforderlich. Im Sinne der Erzielung eines maximalen Energieertrags auf der Fläche Hessens werden daher zunächst die Anteile des technischen Potenzials der Erneuerbaren Energien berücksichtigt, die flächenneutral sind, d.h. keine zusätzliche Bodenfläche belegen (z.B. Solarenergie an Gebäuden). Daran anknüpfend erfolgt die Flächenbelegung in der Rangfolge der höchsten flächenspezifischen Erträge. Aus diesen Überlegungen resultiert folgende Reihenfolge der Flächenzuordnung:

1. Nicht flächenrelevante Techniken (Reihenfolge beinhaltet noch keine Priorisierung)
   1.1. Solarenergie an Gebäuden
   1.2. Geothermie (oberflächennah und tiefe Geothermie)
   1.3. Wasserkraft
   1.4. Nicht flächenrelevante Biomasse
2. Flächenrelevante Techniken (in der Rangfolge der höchsten Energieerträge)
   2.1. Windenergie + Biomasse
   2.2. Freiflächen-Photovoltaik
   2.3. Flächenrelevante Biomasse

4.4.4 Technisches Potenzial

Das technische Potenzial ergibt sich aus dem theoretischen Potenzial[38] unter Berücksichtigung der folgenden Aspekte:

- Verfügbare Ressourcen, z.B. Windhöffigkeit, Solarstrahlung,
- Absehbarer künftiger Stand der Technik,
- Verfügbarkeit geeigneter Standorte,
- Berücksichtigung unüberwindbarer raumstruktureller oder ökologischer Faktoren, die aufgrund ihrer Bedeutung oder ihres Rechtsstatus die Qualität technischer Einschränkungen haben (siehe Tabelle 4-5 und Tabelle 4-6).

Die Definition des technischen Potenzials umfasst keine Untersuchung der wirtschaftlichen Erschließbarkeit; die Förderbedingungen des EEG [EEG 2012] oder der Zustand der elektrischen Netze werden daher in dieser Studie nicht berücksichtigt. Darüber hinaus finden politische Ziele, z.B. die Ziele zur Erreichung eines definierten Anteils Erneuerbarer Energien an der Strom- und Wärmeerzeugung erst in den Szenarien Beachtung. Ferner erfolgt in dieser Untersuchung keine Bewertung der Auswirkungen der Erneuerbaren Energien auf das Landschaftsbild.

Das technische Potenzial stellt somit eine Rechengröße dar, die aufzeigt, welche Möglichkeiten zur Nutzung beständen, würde man nur die technischen Restriktionen bzw.

[38] Ein theoretisches Potenzial wird in der vorliegenden Studie nicht gesondert ermittelt und ausgewiesen.

Aspekte, die eine vergleichbare Qualität haben (siehe Kapitel 4.3.2) berücksichtigen. Das technische Flächenpotenzial ist damit z.B. im Fall der Windenergie größer als der Anteil von 2% der Landesfläche, der vom Energiegipfel als Zielgröße festgelegt wurde.

Im Fall des technischen Potenzials werden zwei Varianten untersucht:

Variante A repräsentiert das technische Potenzial, das sich für jede Erneuerbare Energie ergibt, wenn die nach Abzug der Ausschlusskriterien verbleibende Gesamtfläche Hessens bzw. der Untersuchungsregionen der jeweils betrachteten Energieform zur Verfügung steht. Die für die Variante A ermittelten Potenziale der einzelnen Erneuerbaren Energien dürfen daher auch nicht aufsummiert werden.

Die **Variante B** ist realistischer, da sich bei dieser Betrachtungsweise die verschiedenen Erneuerbaren Energien die Landesfläche Hessens teilen müssen. Zur Minimierung von Nutzungskonflikten und Flächenkonkurrenzen sind hierbei Annahmen darüber getroffen worden, welche Erneuerbaren Energien im Hinblick auf eine effiziente und sparsame Flächennutzung bevorzugt genutzt werden sollen. Mit diesem Prinzip ist die Variante B auch der Ausgangspunkt für alle weiteren Überlegungen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien.

Bei den Überlegungen zur Variante B wird ein Mix angestrebt, durch den die zur Verfügung stehende Landesfläche so genutzt wird, dass eine hohe Flächeneffizienz und ein maximaler Energieertrag erzielt werden kann. Eine Doppelnutzung von Flächen durch Windenergieanlagen und den Anbau energetischer Biomasse wird dabei zugelassen. Eine Doppelnutzung von Flächen durch Windenergie- und PV-Freiflächenanlagen erfolgt insbesondere wegen der starken Verschattungswirkungen und der daraus resultieren Ertragseinbußen für die Photovoltaik aktuell nur in sehr geringem Umfang. Auch ein aus regionaler Sicht höherer spezifischer Flächenertrag wird diese Praxis aufgrund der genannten Nachteile auch zukünftig kaum ändern. Daher wird auch in der vorliegenden Untersuchung die Doppelnutzung von Flächen durch Windkraft- und PV-Freiflächenanlagen ausgeschlossen.

Für die Abschätzung des technischen Potenzials wird in der maßgebenden Variante B eine Reihenfolge der Flächenzuteilung zu den einzelnen Erneuerbaren Energien festgelegt. Im Sinne der Erzielung eines maximalen Energieertrags auf der Fläche Hessens werden zunächst die nicht flächenrelevanten Anteile des technischen Potenzials der Erneuerbaren Energien berücksichtigt. Danach erfolgt die Flächenbelegung in der Rangfolge der höchsten flächenspezifischen Erträge. Aus diesen Überlegungen resultiert die in Kapitel 4.4.3 genannte Reihenfolge der Flächenzuordnung.

Im Hinblick auf die Konkurrenzsituation innerhalb der Landwirtschaft zwischen Nahrungs- und Futtermittelproduktion einerseits und der Produktion von Bioenergieroh-

stoffen andererseits werden ebenfalls Prioritäten gesetzt. Hierbei wurde auf die Methodik und die Ergebnisse der Biomassepotenzialstudie [BMPS 2009] zurückgegriffen.

Würde man sich stringent nach dem Kriterium „Erzielen des maximalen Energieertrags" richten und gleichzeitig die Begrenzung der für energetische Zwecke nutzbaren Acker- und Grünlandfläche aufgrund der Konkurrenz zur Produktion von Nahrungs- und Futtermitteln berücksichtigen, so hätte das zur Folge, dass in Variante B des technischen Potenzials nur die flächenneutralen Anteile der Biomasse auftauchen und die Ackerfläche für die PF-Freiflächenanlagen genutzt würden. Da jedoch Biomasse bereits heute auf Ackerflächen angebaut wird und die Biomasse in den Konzepten der hessischen Landesregierung eine wesentliche Rolle spielt, wurde im Fall der Biomasse von der reinen Flächeneffizienzbetrachtung abgewichen. Vielmehr wurde davon ausgegangen, dass die Acker- und Grünlandflächen, die für die energetische Nutzung verfügbar sind, für den Biomasseanbau genutzt werden. Das hat zur Folge, dass bei der Abschätzung des technischen Potenzials Variante B Photovoltaik-Freiflächenanlagen nur noch auf Flächen vorgesehen werden, bei denen es sich weder um Acker- noch um Grünlandflächen handelt. Die Konsequenzen dieser Annahme werden in Kapitel 5.4.2 erörtert.

Obwohl der Begriff „Nicht flächenrelevante Techniken" suggeriert, dass hier keine (Flächen-) Konkurrenzen bestehen, konkurrieren dennoch einige dieser Techniken. Im Fall der Solarthermie und der Photovoltaik an Gebäuden ist es die Konkurrenz um Gebäudeflächen. Dagegen besteht zwischen der Solarthermie und der oberflächennahen Geothermie eine Konkurrenz bezüglich des Wärmebedarfs, der durch diese Energien gedeckt werden kann. Vor diesem Hintergrund ist es erforderlich, auch für diese Energien Kriterien für die Rangfolge festzulegen.

In Abstimmung mit dem Auftraggeber wurden folgende Festlegungen getroffen:

- Die an Gebäuden zur Verfügung stehenden Flächen werden zunächst für die Solarthermie (an Wohngebäuden: knapp 30% der für Solarenergie geeigneten Flächen) genutzt, die verbleibenden Flächen stehen für die Photovoltaik zur Verfügung.
- Das Potenzial der oberflächennahen Geothermie, das für das technische Potenzial A ermittelt wurde, wird im Potenzial B nur zur Hälfte angesetzt.

Die Identifikation der Flächen, die für die Nutzung der flächenrelevanten Energien zur Verfügung stehen, erfolgt durch Analysen mittels eines Geographischen Informationssystems.

Die Ergebnisdarstellung der beiden Varianten des technischen Potenzials und des dazugehörigen Flächenbedarfs erfolgt auf der Ebene der Regierungsbezirke und des Regionalverbandes. Für das Potenzial der Variante B erfolgt darüber hinaus in den Regionalberichten auch eine Aufgliederung nach den Landkreisen.

Im Folgenden werden die Methoden zur Abschätzung des technischen Potenzials der einzelnen Erneuerbaren Energien erläutert.

Methode zur Abschätzung des technischen Ertragspotenzials der Windenergie

Zur Abschätzung des technischen Ertragspotenzials müssen zunächst die Flächen identifiziert werden, die für die Installation von Windkraftanlagen als geeignet erachtet werden. Für die Identifikation dieser Flächen wird die für die Regionalplanung erarbeitete Windpotenzialkarte, die die Windhöffigkeit Hessens in räumlicher Auflösung ausweist, zugrunde gelegt [TÜV Süd 2011] (siehe Abbildung 4-4). Als nicht geeignet werden Standorte eingestuft, die in 140 m Höhe Windgeschwindigkeiten unter 5,5 m/s ausweisen. Die Flächen mit ausreichend hoher Windgeschwindigkeit (≧5,5 m/s) umfassen ca. 14.190 km², was etwa 67% der Gesamtfläche Hessens entspricht.[39]

Bestimmte Nutzungen sowie raumstrukturelle und ökologische Gebietskategorien stehen bei der Identifikation von Flächen für das technische Potenzial nicht zur Verfügung. Sie ergeben sich unter anderem durch die Berücksichtigung der Handlungsempfehlungen des HMWVL und des HMUELV hinsichtlich der Abstände raumbedeutsamer Windenergieanlagen zu schutzwürdigen Räumen und Einrichtungen [HMWVL 2010c] sowie der jeweiligen Konfliktintensitäten (siehe Kapitel 4.4.9).

Neben den Kriterien, die schon aus rein technischen Gründen zum Ausschluss von Flächen führen (z.B. Verkehrswege und ihre Abstandsflächen, Bauschutzbereiche von Flughäfen, Abstandsflächen von Wetterradaranlagen), werden weitere Ausschlusskriterien für solche Flächen berücksichtigt, die eine sehr hohe Konfliktintensität gegenüber der Errichtung von Windenergieanlagen aufweisen.

- Von der Windenergienutzung kategorisch ausgeschlossen sind Siedlungsflächen, die entsprechend der Bestandsdaten der Regionalplanung und der Regionalen Flächennutzungsplanung in die GIS-Flächenanalyse eingeflossen sind. Der Umgebungspuffer von 1000 m wurde nach [HMWVL 2010c] übernommen und berücksichtigt insbesondere vorsorgeorientiert mögliche Auswirkungen aus immissionsschutzrechtlicher Sicht (z.B. optisch bedrängende Wirkung, Schattenwurf).[40]

- Die Schutzkategorien Nationalpark und Naturschutzgebiet und die ausgewiesenen Kernzonen eines Biosphärenreservates (BR) (in Hessen einzig das BR Rhön) stehen für die Nutzung der Windenergie grundsätzlich nicht zur Verfügung.

---

[39] Würde man die Schwelle an der in der Windpotenzialkarte ausgewiesenen nächsthöheren Stufe von 5,75 m/s (140 m) ausrichten, verblieben nur rd. 29% der Landesfläche.

[40] Zur Berücksichtigung der differenzierteren Nutzungskategorien der Regionalen Flächennutzungsplanung wurden für diese Planungsebene, in Abstimmung mit dem Regionalverband FrankfurtRheinMain, teilweise geringere Umgebungspuffer angewendet.

- Dies trifft ebenso für die gemäß § 22 ForstG HE ausgewiesenen waldrechtlichen Kategorien Schutzwald und Bannwald (Bestand und Planung) zu (vgl. [BfN 2011], [HMWVL 2010c]; siehe Exkurs „Windenergie im Wald“ im Anhang 8.6.

Die Kriterien für den Ausschluss der Flächen, die im technischen Potenzial als nicht für Windenergie geeignet eingestuft werden, sind in Tabelle 4-5 gelistet und in ihrer Auswahl kurz begründet. In Abstimmung mit dem Regionalverband FrankfurtRheinMain wurden die Ausschlusskriterien im Hinblick auf die differenzierte Darstellung der Siedlungsgebiete im RegFNP angepasst. Hieraus ergeben sich geringfügige Änderungen, da bestimmte Kategorien wie z.B. Sonderbauflächen mit gewerblichem Charakter von der durchgängig auf 1000 m angelegten Abstandsregelung ausgenommen werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird aber im Hauptbericht auf eine weitergehende Darstellung verzichtet und auf den Regionalbericht für den Regionalverband FrankfurtRheinMain bzw. für Südhessen verwiesen.

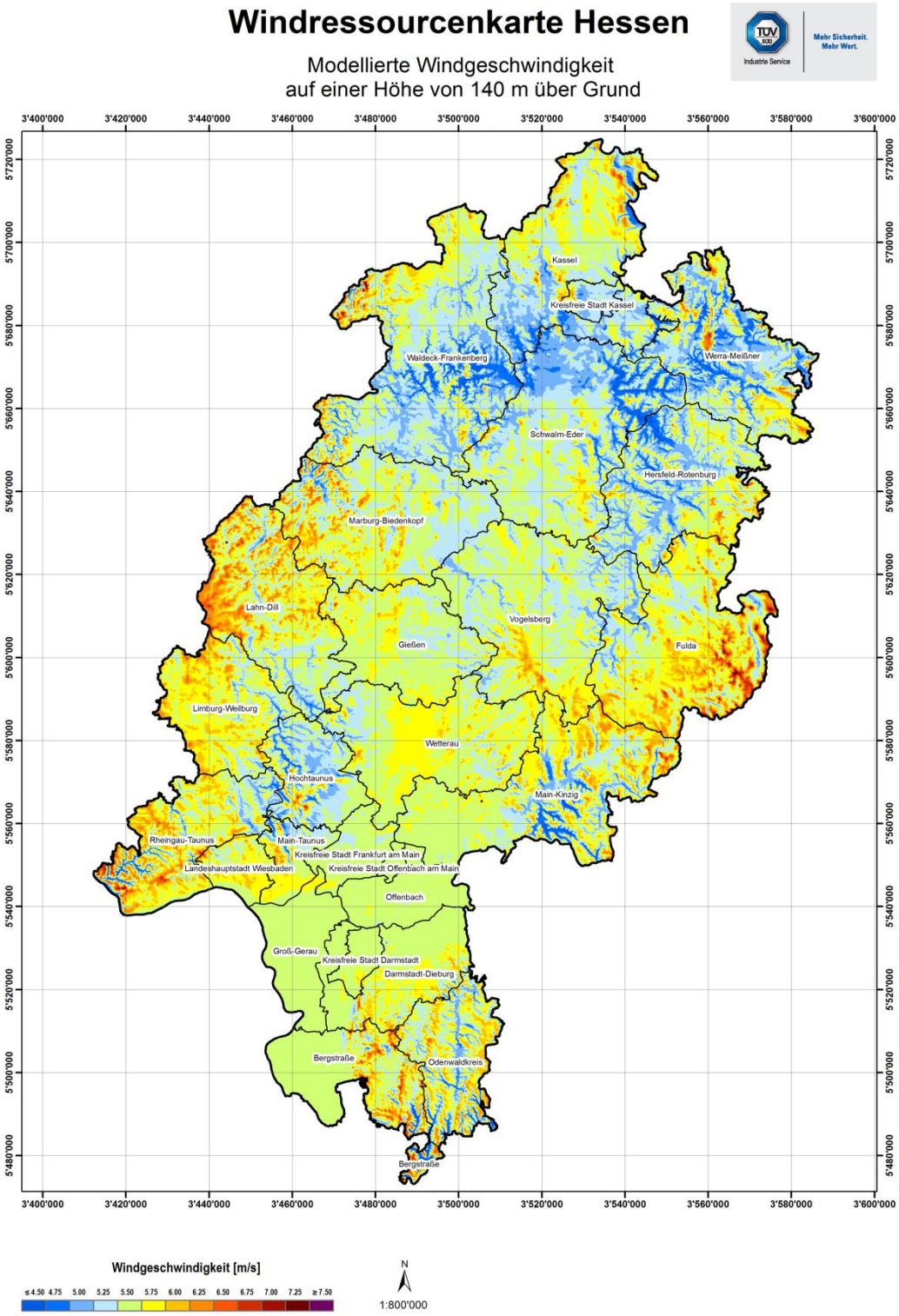


Abbildung 4-4: Windressourcenkarte Hessen auf 140 m über Grund

Quelle: [TÜV Süd 2011]

Tabelle 4-5: Ausschlusskriterien im technischen Potenzial Windenergie

Ausschlusskriterium	zzgl. Abstand	Begründung
Technisch bedingte Merkmale und Strukturen		
Windgeschwindigkeit < 5,5 m/s in 140 m Höhe [TÜV Süd 2011]		Ausschluss. Mindestgeschwindigkeit für wirtschaftlichen Betrieb nicht gegeben
Bundesfernstraßen und regional bedeutsame Straßen (Bestand/ Planung, Daten aus Regionalplänen)	150 m (Autobahn, 2-bahnige Kraftfahrstr.) 100 m (sonstige Straßen)	Ausschluss. Über die Bauverbotszone hinausgehender planerischer Abstand gemäß [HMWVL/ HMUELV 2010] (s. auch [Bosch & Partner et al. 2009])
Bahnlinien (jeweils Bestand/Planung, Daten aus Regionalplänen)	150 m (Fernverkehr) 100 m (sonstige Bahnlinien)	Ausschluss. Über die bebaute Fläche hinausgehender planerischer Abstand gemäß HMWVL/HMUELV 2010
Hochspannungsfreileitungen (jeweils Bestand/ Planung, Daten HMWVL)	100 m	Abstandsempfehlung mind. ein Rotordurchmesser zw. äußerstem Leitungsseil und Rotorspitze unter der Annahme von Schwingungsschutzmaßnahmen (u.a. [Windenergieerlass NRW 2011]).
Bauschutzbereiche von Flughäfen	/	Ausschluss. Abgrenzungen bereitgestellt von der Deutschen Flugsicherung (DFS) und dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF), abgestimmt durch HMWVL
Wetterradar mit Anlagenschutzbereich	5 km	Ausschluss. Standorte und Schutzbereiche bereitgestellt durch HMWVL
Raumstrukturen und Schutzgebiete		
Vorranggebiete Siedlung (Bestand/ Planung, Daten aus Regionalplänen)	1.000 m	Ausschluss. Konkurrierende Nutzung, Vorbeugender Immissionsschutz, Bedrängungswirkung, Lichtreflex- und Schattenwirkung [HMWVL 2010c]. Auf eine Verringerung des Abstandes wird aus Akzeptanzgründen verzichtet.
Vorranggebiete Industrie und Gewerbe (Bestand/ Planung, Daten aus Regionalplänen)	/	Ausschluss. Konkurrierende Nutzung, Beeinträchtigung der Bevölkerung (s.o.). Auf eine mit den Siedlungsgebieten vergleichbare Behandlung hinsichtlich des einzuhaltenden Mindestabstandes wird gemäß Abstimmungsergebnis HMWVL verzichtet.
Nationalpark, Naturschutzgebiete, Kernzonen Biosphärenreservat	/	Ausschluss. In den genannten Schutzkategorien bzw. der Kernzone von Biosphärenreservaten läuft die Errichtung von Windenergieanlagen dem in den §§ 23 bis 25 BNatSchG und den gebietsspezifischen Schutzverordnungen festgelegten Schutzbestimmungen grundsätzlich zuwider und ist daher ausgeschlossen [HMWVL 2010c]
Schutzwald, Bannwald (Bestand/ Planung, Daten von HessenForst)	/	Ausschluss. Schutz- und Bannwälder sind gemäß § 22 ForstG HE 2002 in ihrem Bestand und ihrer räumlichen Abgrenzung besonders geschützt und stehen nicht zur Verfügung [HMWVL 2010c].

Die Flächen, die ausreichend hohe Windgeschwindigkeiten in 140 m Höhe aufweisen, werden mit den entgegenstehenden Flächen, die sich aus der Anwendung der in Tabelle 4-5 aufgeführten Ausschlusskriterien ergeben, verschnitten. Das Ergebnis sind Flächen, die für eine Installation von Windenergieanlagen grundsätzlich geeignet sind. Entsprechend der in Kapitel 4.4.2 abgeleiteten Kenngrößen für den Flächenbedarf werden Windkraftanlagen mittels GIS virtuell platziert (siehe Kapitel 4.4.9 und 4.4.10). Dabei wird ein Flächenbedarf von 15 ha für eine 3 MW-Anlage angesetzt. Für die Berechnung der Stromerträge werden die technischen Kennwerte repräsentativer Anlagen der 3 MW-Klasse und die berechneten Windgeschwindigkeiten aus [TÜV Süd 2011] zugrunde gelegt. Aerodynamische Verluste der Anlagen werden bei der Ertragsberechnung mit 10% und Verluste durch technische Nichtverfügbarkeit (Abschaltungen etc.) mit 3% in Ansatz gebracht.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die Gutachter davon ausgehen, dass zukünftig zwar an einzelnen Standorten Anlagen mit einer Leistung von 6 MW oder auch größer realisiert werden. Dennoch ist die Annahme berechtigt, dass dies kurzfristig nicht erreicht werden wird und die Anlagen im Durchschnitt eine Leistung von 3 MW aufweisen werden.

Mindestflächengrößen, die aus regionalplanerischer Sicht zur Aufstellung mehrerer WEA in einem Windpark vorgegeben werden könnten, werden für die Berechnung des technischen Potenzials nicht gesetzt. [41]

Methode zur Abschätzung des technischen Ertragspotenzials der PV-Freiflächenanlagen

Analog zum Vorgehen bei der Windenergie werden anhand der Ausschlusskriterien die für PV-Freiflächenanlagen geeigneten Flächen ermittelt. Der Abschätzung des technischen Ertragspotenzials liegt die Globalstrahlung gemäß den Daten zur Solarstrahlung von [HLUG/DWD 2010] zugrunde. Die Ertragsberechnung geht von einem spezifischen Ertrag von 900 kWh/kWpeak bei einer Standardeinstrahlung von 1.000 kWh/(m²*a) aus (siehe auch Tabelle 4-4). Landkreisbezogene Strahlungsunterschiede werden gemittelt und berücksichtigt (siehe Anhang, Tabelle 8-8).

[41] Es sei jedoch an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass dieser Annahme der in den letzten Jahren zu verzeichnende Trend zur Konzentration von Anlagen entgegenstehen kann.

Tabelle 4-6: Ausschlusskriterien im technischen Potenzial für Solarparks

Ausschlusskriterium	Abstand	Begründung
Technisch bedingte Merkmale und Strukturen		
Bundesfernstraßen und regional bedeutsame Straßen (Bestand/ Planung, Daten aus Regionalplänen)	40 m (Autobahn) 20 m (Bundesstraße)	Ausschluss. Die Bauverbotszone an Bundesfernstraßen beträgt gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 1 FStrG entweder 40 m (Autobahn) oder 20 m (Bundesstraße). Darüber hinaus besteht bis 100 m an Autobahnen ein Genehmigungsvorbehalt der Landesstraßenbaubehörde.
Bahnstrecken (jeweils Bestand/Planung, Daten aus Regionalplänen)	6 m	Ausschluss. Das Bahnregelwerk definiert keine mit dem Straßenbau vergleichbaren Abstandsregelungen. Das BVerwG klärt in einem Urteil vom 22. 11. 2000 - 11 A 4. 00, dass ein Sicherheitsabstand von ca. 6 m von der Gleismitte des jeweils äußeren Gleises anzunehmen ist, der auch für andere Nutzungen auszuschließen ist.
Raumstrukturen und Schutzgebiete		
Vorranggebiete Siedlung (Bestand/ Planung, Daten aus Regionalplänen)	/	Ausschluss. Konkurrierende Nutzung, die dem Ziel des Vorranggebiets entgegensteht.
Vorranggebiete Industrie und Gewerbe (Bestand/ Planung, Daten aus Regionalplänen)	/	Ausschluss. Konkurrierende Nutzung, die dem Ziel des Vorranggebiets entgegensteht.
Nationalpark, Naturschutzgebiete, Kernzonen Biosphärenreservat	/	Ausschluss. In den genannten Schutzkategorien bzw. der Kernzone von Biosphärenreservaten läuft die Errichtung von Photovoltaikanlagen den in den §§ 23 bis 25 und den gebietsspezifischen Schutzverordnungen festgelegten Schutzbestimmungen, insbesondere den dort ausgesprochenen Bauverboten, grundsätzlich zuwider und ist daher ausgeschlossen.
Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Wald (Daten aus Regionalplänen) darunter Schutzwald, Bannwald (Bestand/ Planung, Daten von Hessen-Forst)	200 m	Ausschluss. Waldgebiete und insbesondere die Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Wald stehen aus technischen Gründen für die Solarstromgewinnung nicht zur Verfügung. Die Abstandsangabe berücksichtigt die Vermeidung von möglichen Ertragseinbußen durch Schattenwirkungen. Schutz- und Bannwälder sind gemäß § 22 ForstG HE 2002 in ihrem Bestand und ihrer räumlichen Abgrenzung besonders geschützt. Sie stehen für die Solarstromgewinnung nicht zur Verfügung.

Auch im Fall der PV-Freiflächenanlagen stehen bestimmte raumstrukturelle und ökologische Gebietskategorien für die Abschätzung des technischen Potenzials nicht zur Verfügung. Die Ausschlusskriterien orientieren sich jedoch nicht an den geltenden Vergütungsbestimmungen des EEG, da sich die Wirtschaftlichkeitsüberlegungen der Solarstromerzeugung bezogen auf die Freiflächenanlagen aufgrund der Kostensenkungen im Markt in absehbarer Zeit von den vergütungsrelevanten Flächenkriterien des EEG lösen werden und somit der planerische Steuerungsbedarf des Anlagentyps auf der gesamten Fläche und insbesondere den landwirtschaftlichen Flächen relevant werden wird. Im technischen Potenzial sind alle Ackerflächen unabhängig von ihrer Bodengüte vollständig erfasst, soweit sie nicht von den in Tabelle 4-6 genannten Kriterien erfasst sind.

Waldflächen werden zur Vermeidung von Rodungen im technischen Potenzial der PV-Freiflächenanlagen grundsätzlich ausgeschlossen.

Methode zur Abschätzung des technischen Ertragspotenzials von Photovoltaikanlagen an Gebäuden

Für die Abschätzung des Strompotenzials von Photovoltaikanlagen an Gebäuden werden zunächst die für die Installation geeigneten Flächen an Wohngebäuden abgeschätzt. Hierbei wird von den Angaben zum Gebäudebestand ausgegangen [HSL 2008] und die für die Installation von PV-Modulen geeigneten Dach- und Fassadenflächen identifiziert. Dabei werden die in Tabelle 4-7 zusammengefassten Annahmen zugrunde gelegt. Norddachflächen geneigter Dächer sowie Nord-, Ost- und Westfassaden werden als nicht geeignet für die Installation von PV-Anlagen eingestuft.

Hinsichtlich des spezifischen Flächenbedarfs für die Anlagen wird nach Dach- und Fassadenflächen differenziert. Bei den Dachflächen wird zusätzlich noch eine Unterscheidung nach Flach- und Schrägdächern vorgenommen. Aspekte des Denkmalschutzes werden beim technischen Potenzial nicht berücksichtigt, sie sind Gegenstand von Einzelprüfungen.

Tabelle 4-7: Annahmen für Ermittlung Potenzial PV-Anlagen

Gebäudeart Bezugsgröße	Annahmen	Wert
Wohngebäude Bauliche Aspekte	Verschattung Dächer	15%
	Bauliche Restriktionen – Schrägdach	35%
	Bauliche Restriktionen - Flachdach	25%
	Reduktion durch Denkmalschutz/ ungünstige Lage	5%
Wohngebäude Flächenbedarf und Erträge PV-Anlagen	Schrägdach Flachdach	7 m²/kWpeak 15 m²/kWpeak
	Ertrag (durchschnittlich bei 1000 kWh/(m²*a)	900 kWh/kWpeak
	Berücksichtigung Globalstrahlungsdaten	nach Landkreis
Industriegebäude Betriebsgröße (4 Klassen)	Anteile Betriebe mit eigenem Gebäude	20-95%*
	Anteile nutzbare Gebäude	50-90%*
	Ertrag (durchschnittlich bei 1.000 kWh/(m²*a))	900 kWh/kWpeak

* abhängig von der Betriebsgröße

Bei der Ertragsabschätzung für die PV-Anlagen wird der Einfluss der verschiedenen Orientierungen der (geneigten) Dachflächen berücksichtigt. Auch ging analog zur Vorgehensweise bei den Freiflächenanlagen die Solarstrahlung, differenziert nach Landkreisen, in die Berechnungen ein.

Neben den Wohngebäuden kommen auch Gewerbe- und Industriebauten für die Installation von PV-Anlagen in Betracht. Für diese Gebäude liegen jedoch keine verwertbaren statistischen Angaben vor. Daher wird hier ein anderer Ansatz gewählt, der sich an der Vorgehensweise von [EuPD 2009] orientiert. Danach wird als Bezugsgröße für die Ermittlung des Potenzials für die Installation von Photovoltaikanlagen die Betriebsgröße, repräsentiert durch die Zahl der Beschäftigten, gewählt. Die Betriebe werden entsprechend der Zahl der Beschäftigten in Größenklassen eingeteilt. Die Größe der installierbaren PV-Anlagen hängt dann von der Größe des Betriebs ab. Weiterhin wird berücksichtigt, dass nur ein Teil der Betriebe eigene Gebäude besitzt. Dieser durchschnittliche Anteil korreliert mit der Größe der Unternehmen: Größere Unternehmen sind häufiger im Besitz der Geschäftsgebäude als kleine Gewerbebetriebe.

Methode zur Abschätzung des technischen Ertragspotenzials von Solarthermieanlagen an Gebäuden

Für die Abschätzung des Potenzials solarthermischer Anlagen an Gebäuden werden Betrachtungen aus zwei Perspektiven angestellt. Zum einen wird – analog zur Vorgehensweise bei den Photovoltaikanlagen – das verfügbare Flächenpotenzial an Wohngebäuden sowie die hierauf durch solarthermische Anlagen erzeugbare Energie abgeschätzt. Zum anderen wird das Nachfragepotenzial ermittelt. Beim Nachfragepotenzial handelt es sich um den Wärmebedarf, der für die Deckung durch solarthermische Anlagen geeignet ist. Berücksichtigt werden dabei der Wärmebedarf der Privaten Haushalte und der Wärmebedarf der Sektoren Industrie und GHD. Der Vergleich der Größen der prinzipiell für Solarthermieanlagen geeigneten Flächen und der Fläche, die für die Deckung des entsprechenden Nachfragepotenzials benötigt wird, ergibt dann das Potenzial für Solarthermie. Die Ergebnisse zeigen, dass die Kollektorfläche, die zur Deckung des Nachfragepotenzials erforderlich ist, deutlich geringer ist als die allein an Wohngebäuden verfügbare Fläche. (siehe Kapitel 5.4.1)

Die für die Ermittlung des Flächenpotenzials an Wohngebäuden zugrunde gelegten Annahmen unterscheiden sich von den in Tabelle 4-7 beschriebenen Annahmen nur hinsichtlich der Verschattungseffekte. Da solarthermische Anlagen eine höhere Toleranz bezüglich Verschattungseffekten aufweisen, wird die Reduktion der Flächen nur mit 10% statt mit 15% bei den PV-Anlagen angesetzt.

Für die Abschätzung des Nachfragepotenzials muss der Wärmebedarf der betrachteten Sektoren bekannt sein. Da es sich um die Abschätzung des Potenzials handelt, wird in dieser Untersuchung der zuvor ermittelte Endenergiebedarf für Wärme für das Jahr 2030 zugrunde gelegt. Weiterhin muss abgeschätzt werden, welcher Anteil des Wärmebedarfs auf einem Temperaturniveau anfällt, das durch solarthermische Anlagen erbracht werden kann. Die Annahmen, die hierfür zugrunde gelegt wurden, orientieren sich an [Kaltschmitt 2003] und sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst. Es wurde davon ausgegangen, dass Solarthermie zur Raumwärme- und Warmwasserbereitstellung sowie (in geringerem Umfang) für Prozesswärme genutzt wird. Aus technischen (und wirtschaftlichen) Gründen kommt eine 100%ige Deckung des Bedarfs nicht in Frage.[42] Vielmehr wird von einer zu erwartenden Teildeckung des Wärmebedarfs ausgegangen.

[42] Für eine 100%-Deckung des Bedarfs würden in unserem Klima exorbitant große Speicherkapazitäten bzw. mittelfristig nicht verfügbare effiziente Langzeitspeicher erforderlich sein, die jedoch aufgrund der enormen Kosten realistischerweise nicht oder nur extrem selten zum Einsatz kommen würden.

Tabelle 4-8: Annahmen für Ermittlung Potenzial Solarthermie

Gebäudeart Bezugsgröße	Annahmen	Wert
Wohngebäude Bauliche Aspekte	Verschattung Dächer	10%
	Restliche Annahmen wie für Photovoltaik	
PHH, GHD + Industrie – Endenergiebedarf	Solar geeigneter Anteil Raumwärme + Warmwasser	100%
	Solar geeigneter Anteil Prozesswärme GHD Industrie	 50% 8%
	Deckungsanteil Solarthermie	35%

Methode zur Abschätzung des technischen Ertragspotenzials oberflächennaher Geothermie

Die aktuelle Entwicklung zeigt, dass Wärmepumpen sich in den letzten Jahren am Markt immer stärker durchsetzen. In 2009 wurden in Deutschland 31% der Neubauten mit Wärmepumpen ausgestattet [Destatis 2011]. In der Schweiz, wo Wärmepumpen schon seit vielen Jahren eine häufig eingesetzte Heiztechnik sind, lag der Anteil in 2007 sogar über 70% [BfE 2008].[43]

Wesentlich für die Bestimmung des technischen Potenzials der oberflächennahen Geothermie ist die Frage, in welchen Bereichen diese Technik zum Einsatz kommen kann. Der Schwerpunkt liegt hier im Bereich der Ein- und Zweifamilienhäuser und dabei insbesondere im Neubaubereich. Für die Potenzialermittlung in Variante A wurde angenommen, dass alle neu gebauten Ein- und Zweifamilienhäuser sowie 5% der neuen Mehrfamilienhäuser mit Wärmepumpen ausgestattet werden. Wärmepumpen kommen in den letzten Jahren auch bei Sanierungen vermehrt zum Einsatz. Daher wird für die Abschätzung des Potenzials der oberflächennahen Geothermie angenommen, dass bei 10% der Sanierungen von Ein- und Zweifamilienhäusern ebenfalls Wärmepumpen eingebaut werden. Es wird davon ausgegangen, dass diese Heiztechnik den Raumwärme- und Warmwasserbedarf vollständig abdeckt. Als Bezugsjahr für den Energiebedarf wurde, wie im Fall der Solarthermie, das Jahr 2030 gewählt.

Im Technischen Potenzial B wird – abweichend von Potenzialvariante A – davon ausgegangen, dass die Hälfte der Neubauten der Ein- und Zweifamilienhäuser und rund 2,5% der neuen Mehrfamilienhäuser mit Wärmepumpen ausgestattet werden. Hinsichtlich der Sanierungen unterscheiden sich die Annahmen für die beiden Potenziale nicht.

[43] Allerdings zeigen Studien, dass hier inzwischen eine Sättigung des Wärmepumpenmarktes erreicht ist und zukünftig das Marktgeschehen durch Ersatzinvestitionen bestimmt werden wird. [BfE 2008]

Für die Sektoren Industrie und GHD wird angesetzt, dass 5% des Wärmebedarfs für den Einsatz von Wärmepumpen geeignet sind.[44]

Zusätzlich zur Nutzung in Einzelgebäuden erschließt der Einsatz in Fern- und Nahwärmesystemen weitere Potenziale für die oberflächennahe Geothermie. Für diese Anwendung kommen große Wärmepumpen in Frage, wie Projekte aus Dänemark zeigen [SDH 2011]. Zur Abschätzung des Potenzials für große Wärmepumpen wird zunächst eine Abschätzung des Fern-/Nahwärmepotenzials vorgenommen. Hierbei wird auf Ergebnisse eigener Studien zu Potenzialen der Kraft-Wärme-Kopplung zurückgriffen, die eine Abschätzung basierend auf Gemeindegrößen und Siedlungsstrukturen ermöglichen [Eikmeier et. al. 2006], [Schulz, Eikmeier. 2008], [Eikmeier et. al. 2011]. Weiterhin wird angenommen, dass der Anteil der Wärmepumpen an der Energiebereitstellung 30% betragen kann.

Methode zur Abschätzung des technischen Ertragspotenzials der tiefen Geothermie

Für die Abschätzung des technischen Potenzials der tiefen Geothermie werden die Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt "3 D-Modellierung der Geothermischen Tiefenpotenziale von Hessen" [TU Darmstadt 2011] herangezogen. Im Rahmen des Projektes wurde ein geologisch-geothermisches 3 D-Modell entwickelt, das als Basis für die geothermische Potenzialermittlung dient. Die Ergebnisse zum Potenzial der petrothermalen Vorkommen (Kristallin/Prä-Perm) werden erst im Laufe des Jahres 2012 fertiggestellt und können daher in diesen Bericht nicht mehr einfließen.

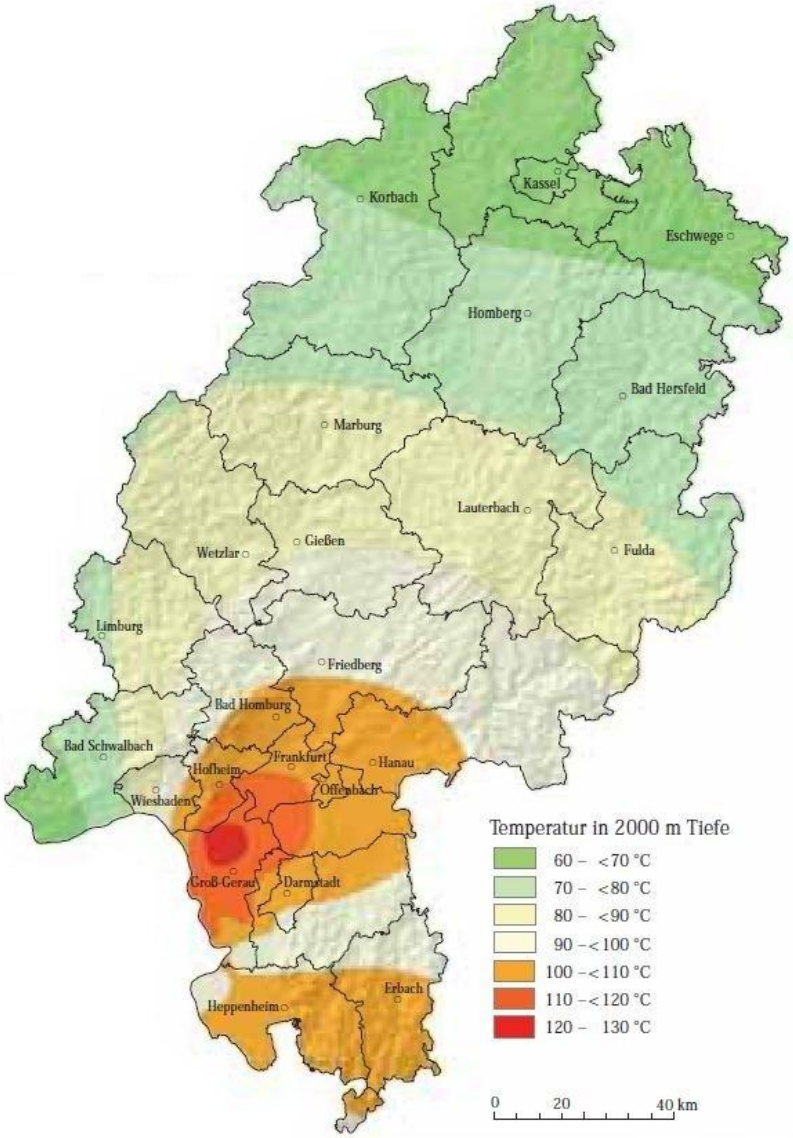
Aus diesem Grund wird auf die Abschätzung des technischen Potenzials der kristallinen Gesteine aus [TAB 2003] zurückgegriffen. Da es sich hierbei um das technische Potenzial für gesamt Deutschland handelt, erarbeiteten Sass und Bär [Sass, Bär 2008] im Rahmen der Entwicklung des oben genannten 3 D-Modells eine Abschätzung des Anteils, der auf Hessen entfällt. Nach Angaben der Autoren ist diese Einschätzung mit einem Fehler von ca. 30% behaftet. Die bisherigen Ergebnisse der 3 D-Modellierung beinhalten darüber hinaus auch noch keine Angaben zum technischen Potenzial der nutzbaren Wärme aus den hydrothermalen Vorkommen. Aus diesem Grund erfolgt die Abschätzung auf Basis der Berechnungen von [Sass, Bär 2008], nach denen 5% des thermischen Energiegehaltes als technisches Potenzial Wärme angesetzt werden.

In Anlehnung an [TAB 2003] wird davon ausgegangen, dass das oben genannte technische Potenzial unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten über einen Zeitraum von 1.000 Jahren erschlossen werden kann.

Die Zuordnung des technischen Potenzials zu den Landkreisen kann aufgrund der noch nicht abgeschlossenen Arbeiten am 3 D-Modell nur grob geschätzt werden. Der hessi-

[44] Fundierte Untersuchungen zum Potenzial der Geothermie in diesem Bereich sind nicht bekannt. Es handelt sich daher nur um eine Grobschätzung.

sche Teil des Oberrheingrabens (hessisches Ried) ist die einzige geologische Struktur in Hessen, in der wegen eines erhöhten geothermischen Gradienten eine Nutzung der Geothermie für die Stromerzeugung aussichtsreich ist. Zur Stromerzeugung kommen dabei im hessischen Teil des Oberrheingrabens Teufenbereiche ab ca. 2.000 m in Betracht, die aus klüftigen Sedimentgesteinen des Perm (Rotliegend) mit eingelagerten Vulkaniten aufgebaut sind und Temperaturen >100 °C aufweisen [HLUG 2008]. Dieses Gebiet in 2.000 m Tiefe unter N.N. ist in Abbildung 4-5 deutlich an der rötlichen Färbung zu erkennen.



Quelle: [HLUG 2008]

Abbildung 4-5: Temperaturverteilung im hessischen Oberrheingraben in 2000 m Tiefe

Die Aufteilung des technischen Potenzials auf die Landkreise erfolgt entsprechend den jeweiligen Flächenanteilen, die mindestens eine Temperatur von 100°C in einer Tiefe von 2.000 m aufweisen. Die Ergebnisse zum technischen Potenzial der tiefen Geothermie sind in Kapitel 5.4.1 dargestellt.

Methode zur Abschätzung des technischen Ertragspotenzials der Biomasse

Die technischen Potenziale der Biomasse wurden ausgehend von den Ergebnissen der Biomassepotenzialstudie [BMPS 2009] ermittelt.

In Hessen sind etwa 486.100 Hektar als Ackerland und 291.840 Hektar als Dauergrünland (Wiesen, Mähweiden sowie Weiden u. ä.) ausgewiesen [BMPS 2009]. Entsprechend der Vorgehenswiese der BMPS wird die Konkurrenz zur Erzeugung von Nahrungs- und Futtermitteln insofern berücksichtigt, dass nur für einen Anteil von 20% - 30% der Acker- und Grünlandfläche eine Nutzung durch Energiepflanzen angenommen wird (Durchschnitt Hessen: 22,5%).[45]

Die Ackerfläche, die unter Berücksichtigung dieser Konkurrenzen für den Anbau energetischer Biomasse zur Verfügung steht, wird in der BMPS mit 109.300 Hektar angegeben. Rund ein Drittel dieser Fläche bleibt dem Anbau von Energiepflanzen für Kraftstoffe und stofflicher Nutzung vorbehalten, so dass die Anbaufläche für Energiepflanzen, die in das technische Potenzial dieser Studie einfließt 71.200 Hektar beträgt. Dies sind rund 15% des gesamten Ackerlandes.

Gemäß BMPS können bei Wiesen 20% und bei Mähweiden 10% der Flächen energetisch genutzt werden; Weiden u. ä. bleiben in der Regel der Beweidung vorbehalten. Dies bedeutet, dass eine Grünlandfläche von 37.000 Hektar bzw. 12,7% des gesamten Dauergrünlandes für eine energetische Nutzung im technischen Potenzial vorgesehen wird.

Für die Abschätzung des technischen Potenzials und die regionale Zuordnung des Flächenbedarfs im Rahmen dieser Studie ist eine Analyse der Energiebereitstellung durch Biomassen aus der Energieträgerperspektive notwendig. Die Biomassepotenzialstudie benennt in der Regel die zur Verfügung stehenden Flächen in den einzelnen Landkreisen, aber je Biomasseart nur einen für Hessen kumulierten Energieertrag. Die Zuordnung der Energieerträge auf die Landkreise erfolgt in der vorliegenden Untersuchung dann mittels flächenspezifischer Strom- und Wärmeerträge.

Insgesamt werden 19 verschiedene Biomassearten in dieser Untersuchung berücksichtigt. Davon gehören elf Biomassearten zu den Festbrennstoffen, die acht weiteren werden der Biogaserzeugung zugerechnet. Ein weiteres Unterscheidungskriterium der Biomassen ist ihre Flächenrelevanz. Hierbei werden im Folgenden alle Biomassen, die ohne einen gezielten Anbau anfallen, z.B. Biomüll, als nicht flächenrelevant bezeichnet.

[45] Die unterschiedlichen Anteile resultieren aus den verschiedenen Tierbesatzdichten der Landkreise.

Eine Zusammenstellung der untersuchten Biomassen und deren Zuordnung bezüglich energetischer Nutzung und Flächenrelevanz zeigt Tabelle 4-9.

Tabelle 4-9: Zusammenstellung der untersuchten Biomassen

Nr.	Biomasse	Fest-brennstoff	Biogas-erzeugung	Flächen-relevanz
1	Energiehölzer, Herkunft unbekannt	X		
2	Waldschwachholz	X		
3	Altholz	X		
4	Sägerestholz	X		
5	Landschaftspflegeholz	X		
6	Verkehrsbegleitholz	X		
7	Stroh	X		
8	Holzige Anteile des Grünabfalls	X		
9	Biogene Anteile des Hausmülls	X		
10	Kurzumtriebsplantagen (KUP)	X		X
11	Miscanthus	X		X
12	Energiepflanzen – Mais		X	X
13	Energiepflanzen - Getreide-ganzpflanzensilage		X	X
14	Wiesen- und Weidenschnitt		X	X
15	Gülle und Festmist		X	
16	Bioabfälle		X	
17	Nicht holzige Anteile des Grünabfalls		X	
18	Klärgas		X	
19	Deponiegas		X	

Hinweise zum Vergleich mit Ergebnissen anderer Datenquellen

Die Analyse der Daten der BMPS hat gezeigt, dass die Ergebnisse der BMPS für die Energiebereitstellung aus Sicht der Umwandlungsanlagen nicht für alle Biomassearten mit den Resultaten aus der Perspektive der Energieträgerbereitstellung übereinstimmen. Dies ist dadurch begründet, dass einerseits in nennenswertem Umfang Importe von Biomasse stattfinden [HSL 2011b] und andererseits weitere Energiehölzer in die Bilanzierung eingeflossen sind, deren Herkunft unbekannt ist. Hierbei handelt es sich nach Auskunft der Bearbeiter der BMPS mit hoher Wahrscheinlichkeit in erster Linie um aufbereitete Industriehölzer.

Bei Abschätzung des technischen Potenzials der Biomasse in Hessen und der Erstellung der Szenarien wird gemäß den Vereinbarungen mit dem Auftraggeber so vorgegangen, dass die Importe nicht als Ressourcen aus Hessen gewertet werden (analog zum Strombereich, siehe Kapitel 4.4.11), die Energiehölzer unbekannter Herkunft dagegen Hessen zugeordnet werden. Die Zuordnung dieser Biomasseart zu den einzelnen Landkreisen erfolgt entsprechend der Einwohnerzahl des jeweiligen Landkreises. Diese Vorgehensweise gilt es im Blick zu behalten, wenn man die Zahlen dieser Studie mit denen anderer Publikationen wie z.B. der BMPS vergleicht.

Ein weiterer Punkt, der beim Vergleich der Ergebnisse der BMPS mit den Resultaten dieser Studie zu berücksichtigen ist, ist die räumliche Zuordnung der Energiebeiträge. Diese hängt in manchen Fällen sehr davon ab, ob man die Anlagen- oder die Energieträgerbereitstellungsperspektive wählt. Dies wird insbesondere deutlich im Fall der biogenen Anteile des Hausmülls. Diese werden in allen Landkreise "erzeugt", Müll wird jedoch nur in wenigen Anlagen zur Energieerzeugung genutzt.

Im Zeitraum der Bearbeitung dieser Studie ist der Biomasseaktionsplan 2020 des Landes Hessen veröffentlicht worden [HMUELV 2011a]. Das dort genannte technische Bioenergiepotenzial beinhaltet neben den Importen auch das Potenzial für Biokraftstoffe. Da in der hier vorliegenden Studie sowohl Importe als auch Kraftstoffe in dieser Untersuchung nicht berücksichtigt werden, sind die Ergebnisse dieser Studie und die Angaben des Biomasseaktionsplans 2020 nicht direkt vergleichbar.

Methode zur Abschätzung des technischen Ertragspotenzials der Wasserkraft

Die Abschätzung des technischen Potenzials der Wasserkraft in Hessen basiert auf den Untersuchungen der Universität Kassel [Uni Kassel 2011]. Demnach beträgt das technische Potenzial insgesamt 520 GWh.[46] Im Bezugsjahr 2008 wurden 448 GWh Strom erzeugt, so dass noch ein technisches Ausbaupotenzial von 72 GWh vorhanden ist.

Allerdings beschränken sich die Angaben zum Ausbaupotenzial der Wasserkraft auf die Leistungsbereiche der Kraftwerke; Angaben zu der Aufteilung auf die Regierungsbezirke sind in [Uni Kassel 2011] nicht enthalten. Da die Szenarien auf der Ebene der Regierungsbezirke, des Regionalverbandes und der Landkreise dargestellt werden sollen, müssen die Ausbaupotenziale sinnvoll auf die Landkreise verteilt werden. Dies geschieht unter der Annahme, dass der relative Ausbau in den Landkreisen entsprechend dem Anteil der im Landkreis bereits installierten Leistung an der Gesamtleistung in der jeweiligen Größenklasse realisiert wird. Diese Vorgehensweise wird die individuellen Ausbaupotenziale in den einzelnen Landkreisen nicht exakt abbilden, spiegelt aber realistische Größenordnungen wieder.

4.4.5 Potenzial Repowering

Eine weitere Größe, die im Rahmen dieser Untersuchung abgeschätzt wird, ist das Potenzial für das Repowering bestehender Windenergieanlagen. Da der Regionalplan Südhessen/RegFNP ohne den fachlichen Teil Windenergie genehmigt wurde, für Nordhessen nach dem Urteil des Hessischen Verwaltungsgerichtshof (VHG) vom 17.03.2011 keine rechtskräftigen Regelungen zur Windenergie bestehen und am 10. Mai 2012 der Verwaltungsgerichtshof die Festlegung von Vorranggebieten für die Windenergienut-

[46] Energieangaben beziehen sich im gesamten Bericht in der Regel immer auf den Zeitraum eines Jahres, sofern keine anderen Angaben gemacht werden

zung im Regionalplan Mittelhessen 2010 als ein Ziel der Raumordnung für unwirksam erklärt hat, beschränkt sich die Betrachtung auf das Potenzial, das durch Repowering der derzeit existierenden Windenergieanlagen vorhanden ist.

Bei der Abschätzung des Repoweringpotenzials wurde wie folgt vorgegangen. Als Bestand werden die Anlagen zugrunde gelegt, zu denen bis zum Stichtag 21. April 2011 Standortangaben vorlagen [HMWVL 2011b]. Der Literatur kann entnommen werden, dass bei Repoweringvorhaben mit wenigen Bestandsanlagen diese überwiegend im Verhältnis 1:1 durch neue, größere Anlagen ersetzt werden. Wird dagegen eine größere Zahl von Anlagen an einem Standort ersetzt, so halbiert sich die Anlagenzahl im Durchschnitt (siehe Tabelle 8-11 in der Anlage). Entsprechend werden zwei Abschätzungen durchgeführt: Zum einen wird das Potenzial ermittelt, das sich ergibt, wenn alle Bestandsanlagen ohne Reduzierung der Anlagenzahl durch größere und modernere Anlagen der 3 MW-Klasse ersetzt werden. Um den tatsächlich anzunehmenden Verhältnissen näher zu kommen, wird darüber hinaus nur an Standorten mit weniger als zehn Anlagen jede Anlage ersetzt. Für Standorte mit zehn und mehr Anlagen wird davon ausgegangen, dass sich die Zahl der Anlagen im Zuge des Repowerings halbiert.

Die Berücksichtigung möglicher Netzengpässe im Verteilnetz als Kriterium bei der Abschätzung des technischen Potenzials war aufgrund mangelnder Daten zu Netzengpässen nicht möglich.

4.4.6 Allgemeine Vorbemerkungen zu den Szenarien

Für den Betrachtungshorizont 2020 sollen zwei Ausbauszenarien für Erneuerbare Energien erarbeitet werden, das Szenario „Basisvariante 2020" sowie das Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme". Grundlage für die Entwicklung der beiden Szenarien ist der landesweite Zielwert des Beitrags der Erneuerbare Energien von 20% an der Endenergiebereitstellung für die Sektoren Private Haushalte, GDH und Industrie in 2020 (entspricht 21 TWh). Weiterhin wird auch die Erreichung des im Regierungsbezirk Gießen vorgegebenen Ziels „33% Anteil Erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung in 2020“ (entspricht 6.085 GWh, siehe Kapitel 5.4.4) einbezogen.

Als weitere Rahmenbedingung wird angenommen, dass die Beiträge der Erneuerbaren Energien zur Strom- und Wärmebereitstellung in Hessen den Zielen der Bundesregierung entsprechen. Dies bedeutet, dass der Anteil der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch im Jahr 2020 35% beträgt. Und nach dem Erneuerbare Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) soll im Jahr 2020 14% der Wärme in Deutschland aus Erneuerbaren Energien stammen [EEWärmeG 2008].

Zum einen wird mit dem Szenario „Basisvariante 2020“ aufgezeigt, in welchem Umfang Flächen genutzt werden müssten, um die detaillierten Ziele des Berichts des Energie-Forums [Energie-Forum 2010] für 2020 bei den einzelnen Erneuerbaren Energien (z.B.

7 TWh durch Windenergie) zu erreichen. Zum anderen illustrieren die Ergebnisse des Szenarios „Geringste Flächeninanspruchnahme“, in welchem Ausmaß die verschiedenen Erneuerbaren Energien zum Einsatz kämen, wenn das Ziel für den Ausbau der EE auf einen Anteil von 20% an der Endenergiebereitstellung bis 2020 unter der Prämisse einer möglichst geringen Flächennutzung durch die Errichtung von Windenergieanlagen, PV-Freiflächenanlagen und den Anbau energetischer Biomasse angestrebt würde.

Bei der Ermittlung der Beiträge der Erneuerbaren Energien werden für die flächenneutralen und die flächenrelevanten Energien unterschiedliche methodische Ansätze gewählt. Für die flächenneutralen Energien, die an Gebäuden genutzt werden, wird ausgehend vom Stand 2008 der Ausbau bis 2020 unter Berücksichtigung der zu erwartenden Ausbaufaktoren abgeschätzt (siehe Tabelle 4-10). Für die Biomasse und die PV-Freiflächenanlagen wurden in den Szenarien unterschiedliche Annahmen getroffen (siehe Kapitel 4.4.7 und 4.4.8). Der Beitrag, der für die Erreichung des 20%-Ziels für Gesamt-Hessen dann noch erforderlich ist, wird durch die Windenergie erbracht.

Die detaillierten Annahmen, die bei der Erarbeitung der Szenarien zugrunde gelegt wurden, sowie die Methodik zur Abschätzung der Energiebereitstellung durch die einzelnen Erneuerbaren Energien sind in den nachfolgenden Kapiteln 4.4.7 und 4.4.8 dargestellt.

Die Beiträge der einzelnen Erneuerbaren Energien in den beiden Szenarien werden in den Kapiteln 5.4.4 und 5.4.5 graphisch auf Landkreisebene dargestellt.[47] Diese landkreisbezogene Darstellung ermöglicht zusammen mit den Aussagen zu Suchräumen (Kapitel 6.3) eine räumliche Schwerpunktsetzungen und eine zielgerichtete Formulierung von Handlungsempfehlungen in den Untersuchungsregionen.

Interpretation des Ziels „20% Erneuerbare Energien in 2020“

Ursprünglich sollte davon ausgegangen werden, dass alle Untersuchungsregionen bis 2020 ihren Endenergiebedarf zu 20% aus Erneuerbaren Energien bereitstellen. Anhand einer Grobabschätzung wurde für den Regierungsbezirk Darmstadt unter Berücksichtigung der Potenziale Erneuerbarer Energien eingeschätzt, in welchem Umfang der Ausbau der Erneuerbaren Energien bis 2020 in dieser Planungsregion erfolgen müsste, um dieses Ziel zu erreichen.

Der Endenergiebedarf in 2020 entfällt zu 62% auf den Regierungsbezirk Darmstadt. Für die Einhaltung des 20%-Ziels für EE müssten in Südhessen 13 TWh aus Erneuerbaren Energien bereitgestellt werden. Hierfür wäre aufgrund der vorhandenen Potenziale der einzelnen EE und der zu erwartenden Ausbauraten der flächenneutralen Anteile ein Ausbau der Windenergie auf etwa 7 TWh im Regierungsbezirk Darmstadt erforderlich.

[47] In die Regionalberichte werden für die Landkreise auch die Werte der einzelnen Erneuerbaren Energien aufgenommen.

Dies entspricht dem Ziel, das im Bericht des Energie-Forums für die Windenergie für ganz Hessen genannt wird. Die Gutachter halten es nicht für realistisch, dass dieser Ausbau im Regierungsbezirk Darmstadt bis 2020 erreicht werden kann.

Daher wird bei der Entwicklung der Szenarien das 20% Ziel als Ziel für Gesamt-Hessen interpretiert, zu dem die Regierungsbezirke entsprechend ihrer Potenziale in unterschiedlichem Maß beitragen. Die Aufteilung der Energiebereitstellung durch Windenergie auf die Untersuchungsregionen erfolgt dann dergestalt, dass zunächst für Mittelhessen das Ziel 33% Anteil EE an der Endenergie erreicht wird. Der verbleibende Anteil wird zwischen Nord- und Südhessen so aufgeteilt, dass in beiden Regionen die Suchräume für Windenergie zu gleichen Anteilen erschlossen werden. Dies hat zur Folge, dass die Beiträge der beiden anderen Regierungsbezirke in den Szenarien unter 20% liegen können.

Dies bedeutet allerdings nicht, dass dies eine Grenze für den Ausbau der Erneuerbaren Energien in diesen Regierungsbezirken darstellt. Vielmehr zeigen die Potenzialberechnungen (Kapitel 5.4) sowie die Identifikation der Suchräume (Kapitel 6.3), dass auch in diesen Untersuchungsregionen ein Ausbau der Erneuerbaren Energien über die für die Szenarien ermittelten Werte hinaus möglich ist.

4.4.7 Szenario „Basisvariante 2020"

Wie im vorangegangen Kapitel erläutert, zeigt das Szenario „Basisvariante 2020“ auf, in welchem Umfang Flächen genutzt werden müssten, um die detaillierten Ziele des Berichts des Energie-Forums [Energie-Forum 2010] für 2020 bei den einzelnen Erneuerbaren Energien (z.B. 7 TWh durch Windenergie) unter Berücksichtigung des Ziels Mittelhessens (33% EE) und der Bundesziele für die Anteile Erneuerbarer Energien an Wärme (14%) und Strom (35%) zu erreichen. Die Ziele für die einzelnen Erneuerbaren Energien sind dabei (siehe auch Kapitel 3.2.2):

- Biomasse: 9,5 TWh
- Windenergie: 7 TWh
- Solarenergie: 3 TWh
- Geothermie: 1 TWh
- Wasserkraft: 0,5 TWh.

Im Folgenden werden die Annahmen und die Methodik zur Abschätzung der Beiträge der flächenneutralen Erneuerbaren Energien sowie der Biomasse und der PV-Freiflächenanlagen erläutert.

Annahmen zum Ausbau der oberflächennahen Geothermie sowie Solarthermie und Photovoltaik an Gebäuden

Es wird davon ausgegangen, dass der Ausbau dieser drei Energietechniken bis zum Jahr 2020 in vergleichbarem Maße erfolgen wird, wie Studien dies für das Bundesgebiet annehmen, da diese Energien nicht in dem Umfang von regionalen Spezifika abhängen wie z.B. die Windenergie oder die tiefe Geothermie. Daher wurden verschiedene Studien hinsichtlich der Prognose für die Entwicklung dieser Energien bis zum Jahr 2020 ausgewertet (u.a. [EWI/Prognos 2007], [NAEE 2010], [BMU 2009], [EWZ 2011], [GZB 2010]). Für die vorliegende Untersuchung wurden die Ansätze von [BMU 2009] gewählt, die in Tabelle 4-10 zusammengefasst sind. Der Bestand in 2020 errechnet sich durch Multiplikation des Bestands in 2008 mit den genannten Ausbaufaktoren.

Tabelle 4-10: Ausbaufaktoren Erneuerbarer Energien an Gebäuden bis 2020 (Ausgangsjahr 2008)

	Geothermie	Solarthermie	Photovoltaik
Ausbaufaktoren nach [BMU 2009]	5,5	5,4	5

Annahmen zum Ausbau der tiefen Geothermie

Hinsichtlich des Ausbaus der tiefen Geothermie im Oberrheingraben bestehen aktuell große Unsicherheiten bei Planern und Investoren. Dies beruht im Wesentlichen auf der Tatsache, dass durch das Geothermiekraftwerk in Landau (Rheinland-Pfalz) mehrere Erdbeben ausgelöst wurden. Aus diesem Grund gehen die Autoren davon aus, dass bis 2020 nur ein kleiner Teil des vorhandenen technischen Potenzials realisiert werden kann. Für die Abschätzung des möglichen Ausbaus bis 2020 wird angenommen, dass die Projekte, die sich bereits in Planung befinden bzw. für die seismische Messungen oder Erkundungsbohrungen durchgeführt wurden oder werden bzw. geplant sind (Stand Ende 2011), auch als erstes realisiert werden. Diese sechs Anlagen wurden für die Abschätzung der Energiebereitstellung durch die tiefe Geothermie zugrunde gelegt[48]. Bei der Abschätzung der Stromerzeugung werden 8.000 Volllaststunden und für die Wärmeerzeugung aufgrund der eher saisonalen Nutzung 3.750 Volllaststunden angesetzt.

Annahmen zum Ausbau der Biomasse

Der Ausbau der Biomasse kann prinzipiell durch flächenneutrale Biomassen oder flächenrelevante Biomassen (z.B. Nachwachsende Rohstoffe) erfolgen. Um das Szenario „Basisvariante 2020" vom Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" abzugrenzen,

[48] An folgenden Standorten sind Voruntersuchungen für Geothermiekraftwerke geplant bzw. wurden oder werden durchgeführt: Groß-Gerau, Trebur, Riedstadt, Wiesbaden-Kastel, Hofheim, Flörsheim-Wicker/Hochheim.

soll der Ausbau der Biomasse in diesem Szenario in erster Linie durch die flächenrelevanten Biomassen erfolgen. Dies impliziert, dass im Szenario „Basisvariante 2020" davon ausgegangen wird, dass das gesamte technische Potenzial der flächenrelevanten Biomasse erschlossen wird. Die verbleibende Differenz zum Ausbauziel (9.500 GWh) muss dann durch die flächenneutralen Biomassen, d.h. durch deren Bestand 2008 und einen weiteren (anteiligen) Ausbau abgedeckt werden.

Da konkrete Vorgaben zur räumlichen Anordnung von Flächen zur Biomasseproduktion im Rahmen der Regionalen Energiekonzepte nicht möglich sind, soll dieses Thema durch landkreisbezogene Datenauswertung und Empfehlungen zur regionalplanerischen Umsetzung abgedeckt werden.

Annahmen zum Ausbau der Wasserkraft

Die Ziele der „Basisvariante 2020" beinhalten für Hessen eine Energiebereitstellung durch die Wasserkraft von 500 GWh im Jahr 2020. Auf Basis der Erzeugung im Jahr 2008 in Höhe von 448 GWh bedeutet dies einen Ausbau in Höhe von 52 GWh (Gesamtpotenzial: 520 GWh, siehe Kapitel 5.4). Es wird davon ausgegangen, dass der relative Ausbau in den Landkreisen entsprechend dem Anteil der im Landkreis bereits installierten Leistung an der Gesamtleistung in der jeweiligen Größenklasse realisiert wird.

Annahmen zum Ausbau der PV-Freiflächenanlagen

Im Szenario „Basisvariante 2020“ ergibt sich der Ausbau der PV-FFA aus der Differenz zwischen dem Ziel für den Beitrag der Solarenergie von 3.000 GWh und dem Beitrag der Solarenergieanlagen an Gebäuden. Die Aufteilung auf die Regierungsbezirke bzw. den Regionalverband erfolgt entsprechend den Potenzialen.[49]

Annahmen zum Ausbau Windenergie

Der Ausbau der Windenergie auf 7.000 GWh ist durch die Ziele des Berichts des Energie-Forums vorgegeben. Die für die Umsetzung erforderlichen Flächen werden auf der Basis der Ergebnisse der Suchräume und unter Berücksichtigung der Windhöffigkeit und der technischen Kenndaten repräsentativer Anlagen der 3 MW-Klasse abgeschätzt.

4.4.8 Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

Im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“ soll aufgezeigt werden, wie das Gesamtziel Hessens, d.h die Bereitstellung von 20% des Endenergiebedarfs durch Erneuerbare Energien bis 2020 (Ziel Mittelhessen 33%), mit möglichst geringer Flächeninanspruchnahme erreicht werden kann.

[49] Das bedeutet implizit, dass davon ausgegangen wird, dass die Potenziale für PV-FFA in allen Regionen zu gleichen Anteilen genutzt werden.

Die Ausbauziele der einzelnen Erneuerbaren Energien, wie sie in der „Basisvariante 2020" vereinbart wurden, bleiben im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" unberücksichtigt. In diesem Szenario wird angenommen, dass in erster Linie die Energietechnologien ausgebaut werden, die als flächenneutral einzustufen sind oder einen hohen flächenspezifischen Energieertrag aufweisen. Bei der Abschätzung des Ausbaus der einzelnen Energietechnologien bis 2020 werden möglichst "realitätsnahe" Ausbaugrade angenommen. Für die an Gebäude gebundenen Energien (Solarthermie und Photovoltaik an Gebäuden und oberflächennahe Geothermie) sowie für die Wasserkraft wurden die Ansätze des Szenarios „Basisvariante 2020“ übernommen. Die Ausbaugrade, die für die Biomasseträger gewählt wurden, können Tabelle 8-12 entnommen werden.

Aufgrund der Maßgabe des möglichst geringen Flächenbedarfs wird – neben der ohnehin für beide Szenarien angenommenen Doppelnutzung der Flächen durch Windenergieanlagen und Biomasse – die Windenergie aufgrund ihrer höheren Flächenerträge vorrangig vor PV-Freiflächenanlagen ausgebaut. Im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“ wurde als Extremfall angenommen, dass kein weiterer Ausbau der PF-FFA erfolgt. Diese Annahme entspricht nicht der Realität, berücksichtigt aber in besonderem Maß die Zielsetzung des Szenarios, die möglichst geringe Flächeninanspruchnahme.

4.4.9 Flächenkriterien in den Szenarien und zur Suchraumermittlung

Übersicht zur Vorgehensweise bei der Berücksichtigung ausgewählter Flächenkriterien

Die Potenzialaussagen und die Ermittlung einer Suchraumkulisse zur Vorbereitung regionalplanerischer Gebietsausweisungen für Erneuerbare Energien erfolgen auf der Grundlage einer kriteriengestützten Flächenanalyse. Flächenkategorien, die aufgrund von Ausschlusskriterien (siehe Tabellen 4-5 und 4-6) oder Konfliktkriterien (Tabellen 4-12 und 4-13) bei der Ermittlung des technischen Potenzials oder in den Ausbauvarianten 2020 nicht für die Energieerzeugung zur Verfügung stehen, werden räumlich identifiziert und jeweils aus der Gesamtflächenkulisse ausgeschieden. Die abschließend im Gutachten ermittelten Suchräume sind die Flächen, die unter umfassender Berücksichtigung von Konfliktkriterien identifiziert wurden und bei der Ausweisung von Vorrangflächen vorzugsweise in Betracht gezogen werden sollten.

In dem schrittweisen Suchprozess werden gleichzeitig auch Gunstkriterien angewendet, die vorbelastete Strukturen oder besonders windhöffige Standorte kennzeichnen. Das zu Grunde liegende Kriterienset basiert auf landesweit verfügbaren Daten, die mittels eines Geographischen Informationssystems verarbeitet werden. Bei der Ermittlung der Energiebeiträge der flächenrelevanten Energienutzungen Wind und PV-

Freiflächenanlagen werden die Windhöffigkeit der Standorte bzw. die unterschiedliche Solarstrahlung berücksichtigt (zur Methodik siehe Kapitel 4.4.4)[50]. Die Abschätzung der Erträge der Bioenergie basiert auf den Ergebnissen der Biomassepotenzialstudie [BMPS 2009].

- Im Zuge der Definition und Ableitung des technischen Potenzials werden die definitionsgemäß für die Energieerzeugung nicht verfügbaren Flächen über definierte Ausschlusskriterien ermittelt und ausgegrenzt (s. Ausschlusskriterien Wind Tabelle 4-5; Ausschlusskriterien Solarparks Tabelle 4-6).

- Die Gebietskulisse für das technische Potenzial B bleibt die Ausgangssituation für alle Folgeschritte, d.h. die Ausschlusskriterien gelten für die Potenzialbetrachtungen zu den Ausbauszenarien 2020 ebenso wie für die Ermittlung einer Suchraumkulisse für die regionalplanerische Gebietsausweisung.

- Bei der Ermittlung der Zielerfüllung der Szenarien je Energieträger werden weitere systematisch abgeleitete Konfliktkriterien von der verfügbaren Fläche ausgenommen (siehe Zwischenüberschrift „Konfliktkriterien“).

- Bei der Abgrenzung der Suchraumkulisse Windenergie werden Flächenpotenziale für relativ konfliktarme regionalplanerische Gebietsausweisungen in windhöffigen Gebieten bevorzugt. Nach den Ergebnissen des hessischen Energiegipfels 2011 sollen rd. 2% der Landesfläche zur Nutzung der Windkraft zur Verfügung gestellt werden. Hierzu wird die Annahme getroffen, dass die Regionalplanung mit Vorrangflächen von wenigstens etwa doppeltem Umfang (rund 4%) in den politischen Prozess gehen muss. Damit die Regionalplanung wiederum ausreichend Flächen für den planerischen Entscheidungsprozess zur Verfügung hat, wird seitens der Gutachter eine notwendige Suchraumkulisse von rund 6 - 8% der Landesfläche angestrebt. Mit dem Ziel, für die konkrete Vorrangflächenbestimmung eine abgestufte Konfliktvermeidung zu ermöglichen, wurden für den Suchraumprozess unter Berücksichtigung einer gestuften Konflikteinschätzung die Auswahlprioritäten 1 und 2 gebildet. Die Definition von „Gunstkriterien“ ermöglicht eine weitere Differenzierung der Prioritäten in die Prioritäten 1a und 2a.

- Eine Suchraumkulisse für Gebietsausweisungen zur Freiflächennutzung der solaren Strahlungsenergie wird ebenfalls ermittelt, allerdings maßstabsbedingt im Bericht nicht kartographisch abgebildet. Es wird lediglich das technische Potenzial dargestellt (vgl. Kapitel 6.3.3, Abbildung 6-4). Die digitalen Ergebnisdaten werden der Regionalplanung zur Verfügung gestellt.

[50] Bei der Solarstrahlung erfolgt nur eine Differenzierung nach Landkreisen.

- Das im Projektarbeitskreis mit dem Auftraggeber abgestimmte Kriteriensystem verbindet über das Geographische Informationssystem (GIS) die Arbeitsschritte zur Bestimmung der energetischen Potenziale mit denen zur Vorbereitung der regionalplanerischen Gebietsausweisungen. Die ausgewählten und landesweit verfügbaren Flächenmerkmale werden jeweils als Ausschluss-, Konflikt- oder Gunstkriterien eingesetzt und bestimmen den räumlichen Umfang der jeweils relevanten regionalen bzw. landesweiten Flächenkulisse.

Abbildung 4-6 veranschaulicht schematisch den Ablauf der Arbeitsschritte im Prozess der Gutachtenerstellung.

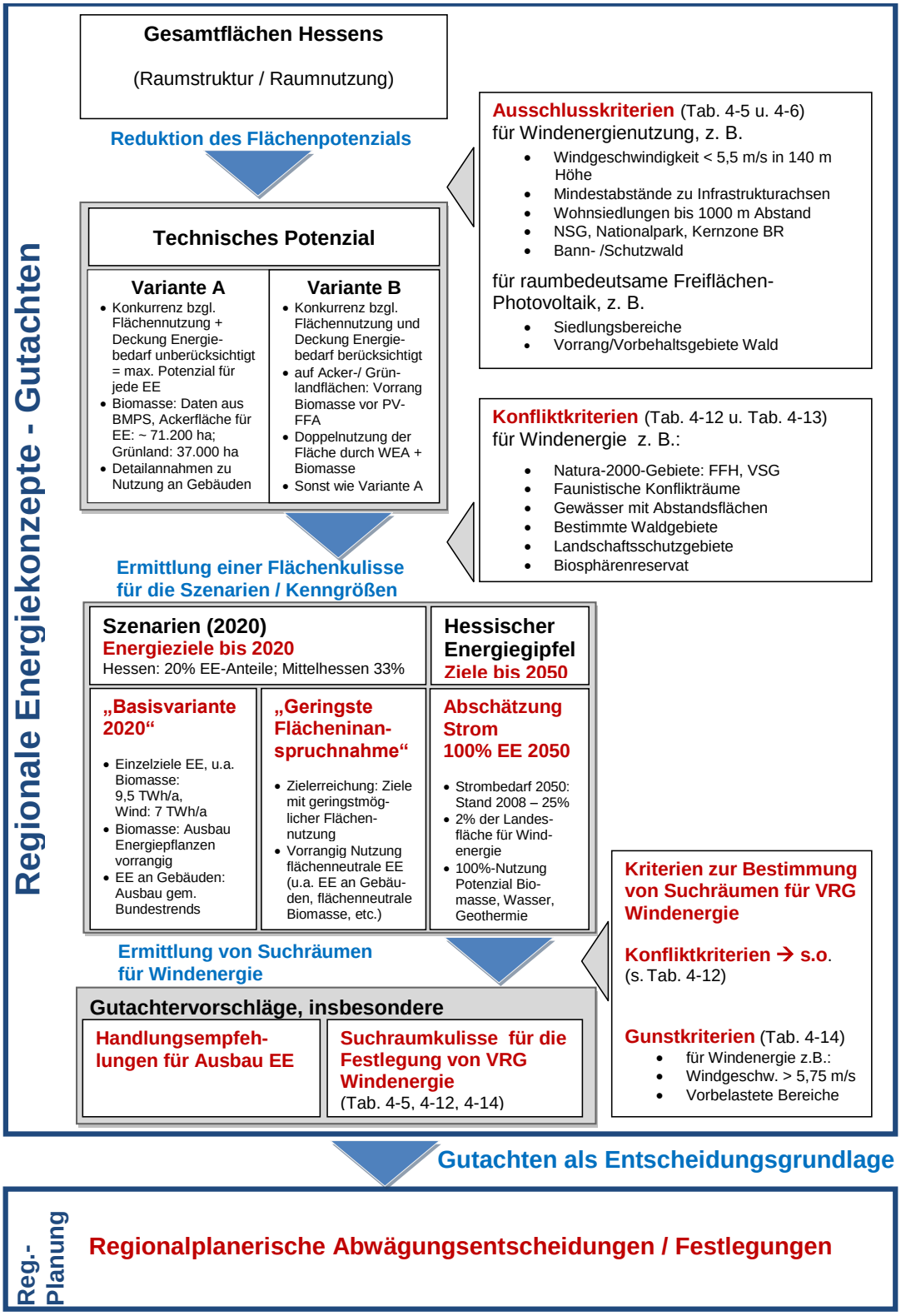


Abbildung 4-6: Strukturschema des Gutachtens

Konfliktkriterien

Die für Aufgabenstellung ausgewählten und verfügbaren strukturellen und ökologischen Flächenkriterien werden im Hinblick auf ihre Konfliktdimension gegenüber Anlagen zur Erzeugung von Windenergie und PV-Freiflächenanlagen beurteilt und vor allem in den schrittweisen Prozess der Suchraumermittlung einbezogen. Die Zuordnung der Konfliktintensität erfolgt, entsprechend der Auswirkungen der jeweiligen Anlagen, in die Klassen sehr hoch bis gering (siehe Tabelle 4-11). Die Konfliktklasse „sehr hoch" entspricht dabei den im technischen Potenzial benannten Ausschlusskriterien.

Tabelle 4-11: Bewertungsrahmen zur Konfliktintensität

Konflikte gegenüber Windenergienutzung	
Sehr hoch (Ausschluss)	Schutz- und Erhaltungsziel bzw. vorhandene Nutzung nicht mit WEA-Nutzung vereinbar
Hoch	Schutz- und Erhaltungsziele bzw. vorhandene Nutzung wird regelmäßig durch WEA-Nutzung erheblich beeinträchtigt
Mittel	Erhebliche Beeinträchtigungen der Schutz- und Erhaltungsziele / Nutzungen durch WEA-Nutzung möglich
Gering	Keine maßstabsbedingt erkennbare Beeinträchtigung von Schutz- und Erhaltungszielen / Nutzungen
Konflikte gegenüber PV-Freiflächenanlagen	
Sehr hoch (Ausschluss)	Schutz- und Erhaltungsziel bzw. vorhandene Nutzung nicht mit PV-Freiflächenanlagennutzung vereinbar
Hoch	Schutz- und Erhaltungsziele bzw. vorhandene Nutzung wird regelmäßig durch PV-Freiflächennutzung erheblich beeinträchtigt
Mittel	Erhebliche Beeinträchtigungen der Schutz- und Erhaltungsziele / Nutzungen durch PV-Freiflächennutzung möglich
Gering	Keine maßstabsbedingt erkennbare Beeinträchtigung von Schutz- und Erhaltungszielen / Nutzungen

Die in den nachfolgenden Tabellen aufgeführten Konfliktkriterien repräsentieren wesentliche schutzwürdige Belange der Bevölkerung und der Umwelt sowie bestimmte Nutzungen, die im Rahmen der Landes-und Regionalplanung und der Regionalen Flächennutzungsplanung im Sinne einer raum- und umweltverträglichen Energienutzung zu berücksichtigen sind (Tabelle 4-12 und Tabelle 4-13; beide nachfolgend).

Die Konfliktkriterien werden in zwei Tabellen bezogen auf die Auswahl von Flächen für die Windenergie und die Solarfreiflächen zusammengestellt und hinsichtlich ihrer konfliktverursachenden Dimension beurteilt. Die für Anlagenstandorte aus technischer Sicht nicht verfügbaren Flächen werden in den Tabellen zu den Konfliktkriterien nicht aufgeführt, lassen sich jedoch den Tabellen 4-5 (Ausschlusskriterien im technischen Potenzial Wind) und Tab. 4-6 (Ausschlusskriterien im technischen Potenzial für Solarparks) entnehmen.

Tabelle 4-12: Konfliktkriterien „Windenergie“

Konflikte mit Windenergieanlagen
Sehr hoch (= genereller Ausschluss)
Vorranggebiet Siedlung Bestand / Planung mit 1.000 m Abstandsfläche
Vorranggebiet Industrie und Gewerbe
Naturschutzgebiet
Nationalpark
Biosphärenreservat, Kernzone
Schutzwald, Bannwald
Hoch
FFH-Gebiet und EU-Vogelschutzgebiet (SPA; s. Differenzierungsansatz unter „Mittel“)
Sehr hohes Konfliktpotenzial Avifauna [Planungsgruppe 2012]:
Sehr hohes Konfliktpotenzial Fledermäuse [IfTN 2012]
Fledermäuse: Stehendes Gewässer > 1,5 ha, Flusslauf > 12 m Breite, inkl. Abstandsfläche 500 m [IfTN 2012]
Wasserschutzgebiet Zone I
Gesetzliches Überschwemmungsgebiet
Vorranggebiet für den Abbau oberflächennaher Rohstoffe
Mittel
EU-Vogelschutzgebiet (VSG) außerhalb des sehr hohen Konfliktpotenzials Avifauna
Landschaftsschutzgebiet
Biosphärenreservat, Pflege- und Entwicklungszone
Potenziell naturnaher Laubwald
Erholungswald nach Wald-/ Forstrecht
Wasserschutzgebiet Zone II
Heilquellenschutzgebiet Zone I
Gering
Sonstige Flächen

Die **Natura 2000-Gebiete** gehören jeweils nicht zu den generellen Ausschlussgebieten, da dort über den Nachweis der FFH-Verträglichkeit rechtlicherseits eine Realisierungsmöglichkeit gegeben ist. Sie werden im Allgemeinen daher der Konfliktstufe hoch zugeordnet. Bei der Ermittlung der Suchräume für die Windenergie werden allerdings Europäische Vogelschutzgebiete (VSG) dann anteilig abgestuft und der Konfliktstufe mittel zugewiesen, wenn sie keine Überlagerung mit den gutachterlich ermittelten avifaunistischen Vorkommen mit sehr hohem artspezifischen Konfliktpotenzial aufweisen.

Tabelle 4-13: Konfliktkriterien „PV-Freiflächennutzung“

Konflikte gegenüber PV-Freiflächennutzung
Sehr hoch (Ausschluss)
Vorranggebiet Wohnsiedlung
Vorranggebiet Industrie und Gewerbe
Naturschutzgebiet
Nationalpark
Biosphärenreservat, Kernzone
Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Wald, Abstandsfläche 200 m
Hoch und mittel
FFH-Gebiet
Wasserschutzgebiet Zone I
Gesetzliches Überschwemmungsgebiet
EU-Vogelschutzgebiet (VSG)
Landschaftsschutzgebiet
Biosphärenreservat, Pflege- und Entwicklungszone
Böden mit hohem / sehr hohem Ertragspotenzial
Vorranggebiet für den Abbau oberflächennaher Rohstoffe
Gering
Alle sonstigen Flächen

Der wesentliche Unterschied zwischen den Wind- und Solar-Kriterien resultiert aus den unterschiedlichen Wirkcharakteristika der jeweiligen Anlagentypen. Bestimmend für die Beurteilung der Windenergieanlagen sind neben dem durch den jeweiligen Anlagenbau verursachten Verlust von Flächenfunktionen vor allem weitreichende immissionsschutzrelevante oder optisch störende bzw. bedrängende Wirkungen, weshalb insbesondere zu Siedlungsbereichen eine ausreichend bemessenen Abstandsfläche definiert werden muss. Demgegenüber verursacht die Freiflächen-PV geringere Konflikte: Durch die Überbauung geht für die ursprüngliche Nutzung oder den ursprünglichen Schutzzweck zwar Fläche verloren, ein vollständiger Funktionsverlust wie bspw. durch Versiegelung erfolgt jedoch nur auf max. 5% der Anlage. Die über den unmittelbaren Anlagenbereich hinausgehenden, vor allem visuellen Auswirkungen sind vor allem bei exponierter Lage der Anlage relevant und können in der Regel durch geeignete Maßnahmen zur landschaftlichen Einbindung vermieden bzw. verringert werden. Es ist daher fachlich begründet, in dem für das REnK-Gutachten gewählten regionalen Planungsmaßstab die Konfliktkriterien hoch und mittel nicht mehr zu differenzieren.

Für die Beurteilung der potenziellen **Konflikte der Windenergienutzung mit sensiblen Tiervorkommen** werden die Ergebnisse der für die Landesentwicklungsplanung ausge-

arbeiteten aktuellen Gutachten zur Abgrenzung relevanter Räume für windkraftempfindliche Vogelarten in Hessen [Planungsgruppe 2012] und zur Bewertung der gegenüber Windenergienutzung empfindlichen Fledermausarten [IfTN 2012] berücksichtigt und im Anhang 8.7 ausführlich erläutert. Soweit hier Konfliktkriterien entlehnt werden und Berücksichtigung finden, werden sie nachfolgend kurz angesprochen.

Im **Avifauna-Gutachten** wird vor dem Hintergrund des neuesten Standes der Erkenntnisse eine landesweite Konfliktanalyse vorgenommen. Die bei der Abgrenzung von Räumen mit sehr hohem Konfliktpotenzial berücksichtigten Arten sind nach ihrer Bedeutung, ihrer Seltenheit bzw. Gefährdung, ihrem Verbreitungsmuster und ihrer Empfindlichkeit gegenüber WEA besonders sensibel, so dass diese Gebiete nicht in die Suchraumermittlung einbezogen werden. Es handelt sich um die Vorkommen von 15 Brutvogelarten mit hoher artspezifischer Empfindlichkeit: Baumfalke, Bekassine, Fischadler, Graugans, Graureiher, Großer Brachvogel, Kiebitz, Kormoran, Rotmilan, Schwarzmilan, Schwarzstorch, Uferschnepfe, Uhu, Wachtelkönig und Weißstorch. Die Größe der jeweils einbezogenen Abstandsflächen liegt je nach Verbreitungsmuster (Funktionsraum oder Einzelvorkommen) und Art zwischen 500 m und 3.000 m. Weiterhin sind 59 Rastvogelgebiete mit sehr hohem artspezifischem Konfliktpotenzial in die höchste Konfliktstufe einbezogen worden. Die so abgegrenzten Bereiche umfassen rd. 17,3% der Landesfläche und werden bei der Suchraumermittlung nicht berücksichtigt.

Alle weiteren im Avifauna-Gutachten mit einem geringen bis hohen Konfliktpotenzial bezeichneten Flächen wurden auf der Basis von Quadranten mit einer groben Rasterung von ca. 5,8 km x 5,8 km = 33 km² abgegrenzt. Diese räumliche Unschärfe ist nicht ausreichend präzise, um weitere Teilflächen von der Suchraumermittlung auszuschließen. In den Quadranten dürften Möglichkeiten für die Errichtung von Anlagen bestehen, die im Rahmen von Einzelfallbetrachtungen ermittelbar sind. Hierzu werden Handlungsempfehlungen gegeben.

Auch das landesweite **Fledermaus-Gutachten** kommt im Ergebnis und bezogen auf dieselben Quadranten zu einer 4-stufigen Bewertung des Konfliktpotenzials in Hessen. Berücksichtigt werden insbesondere die relevantesten direkten Wirkfaktoren, das sind das betriebsbedingte Schlagrisiko (durch Kollision oder Folgewirkungen mit Todesfolge/ Barotrauma) sowie der bau- bzw. anlagebedingte Verlust von Fortpflanzungs- und Ruhestätten. Es wird darauf hingewiesen, dass Wissensdefizite bestehen, die eine qualitativ vergleichbare flächendeckende Bewertung Hessens nicht zulassen. So sind für rund 19% der Flächen in Hessen keine ausreichenden Daten und Erkenntnisse vorhanden, d.h. diese Flächen konnten konfliktseitig nicht zugeordnet werden. Der Umgang mit den Ergebnissen lässt deshalb und auch maßstabsbedingt planerische Unsicherheiten offen.

Die Kategorie „sehr hohes Konfliktpotenzial“ wird ausschließlich für Bereiche ausgewiesen, die als Winterquartiere und Wochenstuben von Langstreckenwanderern bekannt sind, die mit sehr hoher Individuendichte Jagd- und Transferflüge in größerer Höhe im offenen Luftraum vornehmen. Diese Arten sind in geringerem Maße an Einzelstrukturen der Erdoberfläche gebunden als die tiefer fliegenden Mittel- und Kurzstreckenwanderer. Die genauen Flugrouten können nicht exakt abgegrenzt werden. Auch deshalb weisen diese Bereiche ein sehr hohes Konfliktpotenzial auf und kommen als Suchräume für die Windenergienutzung nicht in Betracht. Die MTB-Quadranten mit sehr hohem Konfliktpotenzial umfassen 8,3% der Landesfläche.

Aufgrund ihrer besonderen Lebensraumbedeutung empfiehlt das Fledermausgutachten vorsorgeorientiert die Meidung von stehenden Gewässern > 1,5 ha und Flussläufen bis zu einem Abstand von 1000 m. Dieser Empfehlung wird nach Auswertung einschlägiger fachlicher Empfehlungen unter Reduzierung der Abstandsempfehlung auf 500 m gefolgt; die gewässernahen Flächen bleiben damit außerhalb der Suchraumkulisse.

Die Empfehlung, Tabuzonen um Massenwinterquartiere und Wochenstuben kollisionsgefährdeter Arten mit einem Radius von 5 km zu meiden, kann bei der Suchraumermittlung mit den zur Verfügung stehenden Daten nicht berücksichtigt werden. Dies betrifft die im Fledermaus-Gutachten erwähnten 14 Standorte, die auf Basis der vorliegenden Daten nicht hinreichend lokalisiert werden konnten.

Das Fledermausgutachten muss angesichts der zur Verfügung stehenden Daten teilweise lückenhaft bleiben. Aus diesem Grunde sind dort weitere Handlungsempfehlungen für die Regionalplanung formuliert worden und im vorliegenden Gutachten weitergegeben.

In den letzten Jahren hat das Thema **Windenergie im Wald** erheblich an Bedeutung gewonnen, nicht zuletzt auch weil die Anlagengrößen dies erlauben [Hahne et al. 2009]. Der Anlagentransport und -bau ist mit Waldverlusten in Hektargröße verbunden, die möglichen Auswirkungen auf Vogel- und Fledermauspopulationen durch Kollision, Störung von Brut- und Raststätten sowie Zugbahnen und Habitatbeeinträchtigung bzw. -verlust sind gegeben.

Bedeutende Schutzfunktionen des Waldes können beeinträchtigt werden, so dass aus Sicht des Naturschutzes für die Windenergienutzung im Wald im Regelfall vor allem intensiv genutzte Wälder mit geringer Lebensraumbedeutung in Frage kommen, so vor allem Fichten- und Kiefernforste [BFN 2011]. Die Zusammenhänge sind im Anhang 8.6 weitergehend erläutert. Im Gutachten werden unter Berücksichtigung der zur Walddifferenzierung in Hessen vorhandenen Daten folgende Kategorien zugeordnet (siehe Tabellen 4-5 und 4-12):

- Ausschluss: Forstrechtlich als Schutz- und Bannwald ausgewiesene Waldflächen sind im technischen Potenzial ausgeschlossen und sind nicht in die Suchraumkulisse einbezogen.
- Konfliktintensität hoch: FFH-Waldgebiete und die gleichzeitig für die Avifauna oder aufgrund der Fledermausvorkommen sehr hoch konfliktreiche Waldgebiete sind nicht Bestandteil der Suchraumkulissen.
- Konfliktintensität für naturnahe Wälder: Beabsichtigt war, mit den zur Verfügung stehenden Daten die naturnahen bis mäßig beeinflussten Wälder und auch historisch bedeutsamen Waldnutzungsformen landesweit zu ermitteln und mit Konfliktstufe hoch in der Suchraummethodik zu berücksichtigen. Mangels ausreichender Differenzierungsmöglichkeiten in den zur Verfügung stehenden Fachdaten wurde ersatzweise die „Sammelkategorie" Laubwaldbestände aus ATKIS eingesetzt, die allerdings nur die Zuordnung zur Konfliktintensität "mittel" rechtfertigt. Entsprechend werden die aus den Flächenschutzdaten (FENA) selektierten „Erholungswälder" bewertet.

Eine Sichtraumanalyse zur Berücksichtigung von Störungen des Landschaftsbildes insbesondere durch Windenergieanlagen wird im Rahmen dieser Untersuchung weder bei der Ermittlung des technischen Potenzials noch im Rahmen der Ausbauvarianten und der Suchraumkulisse berücksichtigt.

4.4.10 Vorgehensweise bei der Ermittlung der Suchraumkulissen

Suchräume für Windvorranggebiete

Ziel der Ermittlung von Suchräumen war zunächst die Prüfung, wie die politisch gesetzten Zielvorgaben aus den Eckpunkten des Energieforums erreichbar sind. Später kam die Zielvorgabe des Energiegipfels hinzu, dass rd. 2% der Landesfläche für die Windenergie als Vorrangfläche ausgewiesen werden sollen. Um diese Zielstellungen zu erreichen, wurden folgende Überlegungen angestellt:

Ausgangsgröße für die Identifizierung der Suchräume ist das durch die Anwendung von Ausschlusskriterien ermittelte technische Potenzial (siehe Kapitel 4.4.4). Die Vorgehensweise zur Erreichung der angestrebten Zielgröße muss berücksichtigen, dass auch nach Abwägung durch die Regionalplanung noch ein ausreichendes Flächenangebot erreicht wird. Im Suchraumprozess muss daher entsprechend substanzieller Entscheidungsraum belassen werden, d.h. es müssen zunächst höhere Flächenanteile angestrebt werden. Neben der Angemessenheit der genutzten Auswahl- bzw. Konfliktkriterien wird bei der Abgrenzung einer möglichst konfliktarmen Suchraumkulisse durch das Gutachten angestrebt, möglichst ein Mehrfaches dieser Zielgröße (hier: 7 bis

8% des Landesgebietes) zu erreichen und dadurch ausreichend Spielraum für die Abwägungsentscheidungen anzubieten. In dem durchgeführten Suchprozess werden zunächst alle Konfliktkriterien unter Einbeziehung von Gunstkriterien (siehe Tabelle 4-14) angewendet. Anschließend werden die Konfliktkriterien ihrem fachlich bestimmten Restriktionsgrad entsprechend schrittweise angewendet. Aus diesem Gedankengang heraus sind die Auswahlprioritäten 1a und 1b sowie 2a und 2b zu verstehen:

- **Priorität 1a**: Alle Kriterien der hohen und mittleren Konfliktintensität werden zusätzlich als generelle Ausschlusskriterien angewendet und die betroffenen Flächen aus der Suchraumkulisse ausgeschlossen. Flächen der Priorität 1a sind die verbleibenden Flächen, auf die zusätzlich die „Gunstkriterien" (= spezielle Positivmerkmale) zutreffen. Das Vorgehen führt zur stärksten Reduktion der Suchraumkulisse auf besonders windhöffige, d.h. planerisch bevorzugte Areale. Tabelle 4-14 gibt eine Übersicht der berücksichtigten Gunstkriterien.

- **Priorität 1b**: Im Unterschied zur Suchraumkulisse Prioriät 1a wird auf die Anwendung der Gunstkriterien verzichtet. Das Flächenangebot erweitert sich dadurch und umfasst alle Flächen, die nur geringe Konfliktpotenziale aufweisen (siehe Tab. 4-12 und 4-13).

- **Priorität 2a**: Im Gegensatz zur Priorität 1 werden alle Flächen, die Konflikte der geringen sowie mittleren Konfliktintensität ausweisen, in die Suchraumkulisse einbezogen, allerdings nur in dem Umfang, wie sie gleichzeitig den Gunstkriterien entsprechen. Damit erweitert sich die Suchraumkulisse wiederum gegenüber der Priorität 1b.

- **Priorität 2b**: Auf die Anwendung der Gunstkriterien wird vollständig verzichtet. Die Suchraumkulisse erreicht ihre größte Flächenausdehnung.

Die Suchräume für die Windenergie sind Bestandteil der Handlungsempfehlungen und dort dargestellt (siehe Kapitel 6.3)

Tabelle 4-14: Gunstkriterien zur Steuerung der Suchräume für Windenergie[51]

Gunstkriterien	Berücksichtigung als Positivkriterium in den Suchraumkulissen der Priorität			
für die Windenergienutzung:	**1a**	**1b**	**2a**	**2b**
Industrie- und Gewerbeflächen bis 500 m Abstand	X		X	
Bundesfernstraßen ab 150 bis 500 m Abstand	X		X	
regional bedeutsame Straßen und Bahnlinien: ab 100 m bis 500 m Abstand	X		X	
Erhöhte Windgeschwindigkeit ≥ 5,75 m/s in 140 m Höhe	X		X	

Suchräume für Freiflächen-Photovoltaik

Methodisch wird ein mit der Windenergie vergleichbarer Weg vorgeschlagen. Ein ähnliches Set von Konfliktkriterien wird dabei eingesetzt und ergänzt um ein Kriterium, das hinsichtlich der Konkurrenz mit der landwirtschaftlichen Nutzung die Überbauung von Böden mit guten Ertragseigenschaften verhindert.

Die Einbeziehung der Globalstrahlung als mögliches Positivkriterium für Suchräume von PV-FFA ist aus zweierlei Gründen nicht sinnvoll und wurde aus diesem Grund nicht in die Liste der Gunstkriterien aufgenommen (vgl. Tabelle 4-15). Zum einen zeigen die Erfahrungen bei der derzeitigen Nutzung der Photovoltaik in Hessen, dass die Höhe der (langjährigen) Globalstrahlung in Hessen nur geringfügig variiert und letztendlich nicht über die Wahl des Anlagenstandortes entscheidet. Andererseits ist davon auszugehen, dass angesichts des technischen Fortschritts und der Kostenreduktionen bei PV-Anlagen der Einfluss der Globalstrahlung auf den Ertrag abnehmen wird.

Für PV-Freiflächenanlagen sollen nur Freiflächen mit Böden geringerer Güte und mit untergeordneter Bedeutung für die ackerbauliche Nutzung beansprucht werden. Eine Abgrenzung erfolgte auf der Datenbasis der landwirtschaftlichen Ertragsfähigkeit der Böden gemäß der Bodenflächendaten von Hessen im Maßstab 1:50.000 [BFD 50; HLUG 2010]. Das „Ertragspotenzial des Bodens“ wird dort mit einer Klassifikation von acht Stufen angegeben, die im Gutachten zu zwei Stufen aggregiert werden. Die drei höchsten Stufen der Bodenflächendaten werden in einer Stufe „hohes bis sehr hohes Ertragspotenzial“ zusammengefasst und bei der Szenarien-Bearbeitung/ Suchraum-Ermittlung als Flächen mit hohem Konfliktpotenzial, im Sinne eines Ausschlusses, bewertet, das sind etwa 30% der nicht versiegelten Fläche. Die übrigen Böden der Stufen

[51] Das aus Wirtschaftlichkeitserwägungen angedachte Kriterium „Nähe zum bestehenden Leitungsnetz“ wurde nicht genutzt, da die Leitungsinfrastruktur in Hessen so dicht ist, dass nur im Ausnahmefall eine Entfernung von mehr als 5 km zur nächsten Einspeisemöglichkeit gegeben ist. Für etwa 75% der Landesfläche müssen weniger als 3 km überbrückt werden.

1 bis 5 werden als „Böden mit geringem bis durchschnittlichem Ertragspotenzial“ zusammengefasst und in die Ermittlung der Suchräume für PV-FFA einbezogen (s. Anhang 8.9).

Während das Technische Potenzial für PV-Freiflächenanlagen im Bericht dargestellt wird (vgl. Kapitel 6.3.3, Abbildung 6-4), wird auf die kartographische Darstellung von Suchräumen für PV-Freiflächenanlagen verzichtet. In Übereinstimmung mit den Annahmen der Szenarien sollen PV-FFA nicht auf landwirtschaftlichen Nutzflächen errichtet werden, so dass die verbleibenden „Restflächen“ als Suchraumkulisse sehr kleinflächig verteilt und im landesweiten oder regionalen Maßstab nicht sinnvoll darstellbar sind. Entsprechend ist die verbleibende Suchraumkulisse durch die Gutachter mangels geeigneter GIS-Daten landesweit nicht qualitativ prüfbar, so dass eine belastbare quantitative, standortgenaue Abgrenzung als Suchraum nicht möglich ist. Die Handlungsempfehlungen enthalten folglich verbale Empfehlungen (siehe Kapitel 6.3).

Tabelle 4-15: Gunstkriterien zur Steuerung der Suchräume für Freiflächen-Photovoltaik[52]

für die PV-Freiflächennutzung:
Industrie- und Gewerbeflächen bis 500 m Abstand
Konversionsflächen
Bundesautobahn ab 40 bis 500 m Abstand
Bundesfernstraßen: ab 20 bis 500 m Abstand
Bahnlinien: ab 6 bis 500 m Abstand

Suchräume für die flächenrelevante Bioenergie

Da sich die flächenrelevante Bioenergie, d.h. der Anbau von Energiepflanzen, regionalplanerisch kaum steuern lässt (siehe Kapitel 6.1.2) und konkrete Vorgaben zur räumlichen Anordnung von Flächen zur Biomasseproduktion und für Bioenergieanlagen im Rahmen der Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten nicht möglich sind, wird dieses Thema in den Handlungsempfehlungen durch verbale Empfehlungen zur regionalplanerischen Umsetzung und nicht durch Suchräume abgedeckt (siehe Kapitel 6.3).

[52] Das aus Wirtschaftlichkeitserwägungen angedachte Kriterium „Nähe zum bestehenden Leitungsnetz“ wurde nicht genutzt, da die Leitungsinfrastruktur in Hessen so dicht ist, dass nur im Ausnahmefall eine Entfernung von mehr als 5 km zur nächsten Einspeisemöglichkeit gegeben ist. Für etwa 75% der Landesfläche müssen weniger als 3 km überbrückt werden.

4.4.11 Exkurs Import Erneuerbarer Energien von außerhalb Hessens

In der vorliegenden Studie soll untersucht werden, wie das Land Hessen sein energiepolitisches Ziel „20% Anteil Erneuerbare Energien an der Energiebereitstellung im Jahr 2020“ erreichen kann. Es wird dabei davon ausgegangen, dass dies mit den im Land verfügbaren Ressourcen erfolgen soll und kein Rückgriff auf Importe Erneuerbarer Energien erforderlich ist. Dies ist ein eher theoretischer, bilanzieller Ansatz, anhand dessen aufgezeigt werden soll, welche Energiebereitstellung mit Ressourcen aus Hessen möglich ist.

Da Hessen keine isolierte Einheit darstellt, kann (und soll) in der Praxis nicht ausgeschlossen werden, dass Importe stattfinden. Dies ist beim Strom direkt einsichtig, da Hessen in das europäische Verbundnetz integriert ist. Auch beziehen Kunden und auch Energieversorger bewusst Stromangebote aus anderen Regionen, z.B. Strom aus Wasserkraft oder zukünftig aus Offshore-Windkraftwerken. Ein anderes Beispiel für den Import Erneuerbarer Energien ist die feste Biomasse z.B. in Form von Holzpellets oder Scheitholz. Diese Energieträger werden in Hessen genutzt, stammen aber häufig aus anderen Ländern.

Der für die vorliegende Untersuchung gewählte Ansatz, nur die im Land Hessen selbst bereit gestellten Energieträger zu berücksichtigen, unterscheidet sich zum einen von der Vorgehensweise bei der Erstellung der Energiebilanz und zum anderen auch von Bilanzierungsansätzen, die für die Erstellung von CO_2-Bilanzen herangezogen werden. Diese Unterschiede, aber auch die Übereinstimmungen mit den genannten Bilanzierungsansätzen werden im Folgenden kurz skizziert, um die Einordnung der Importe in den verschiedenen Systematiken darzustellen.

Endenergiebilanz

Die Endenergiebilanz geht im Prinzip von der Nutzerseite aus und bilanziert die genutzte Endenergie und die für die Bereitstellung erforderliche Primärenergie unter Berücksichtigung der Umwandlungs- und Transportverluste sowie die Energieimporte. Lässt man die Importe unberücksichtigt, so stimmt der Ansatz der Endenergiebilanz prinzipiell mit dem für die Studie gewählten überein - abgesehen von der Tatsache, dass diese Studie die Importe auf der Ebene der Endenergie herausnimmt, die Energiebilanz bei der Endenergie jedoch nicht mehr nach der im Land erzeugten und der importierten Energie unterscheidet. So weist die Endenergiebilanz für Hessen für das Jahr 2008 z.B. Biomasseimporte von rund 960 GWh aus [HSL 2011b], die in der vorliegenden Untersuchung für die Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien aus hessischen Ressourcen nicht einberechnet wurden (siehe Kapitel 4.4.6).

Methoden CO_2-Bilanzierung

Bei den Methoden der CO_2-Bilanzierung unterscheidet man nach Quellen- und Verursacherbilanzen. Nationale Emissionsbilanzen werden vereinbarungsgemäß als Quellenbilanzen erstellt. Viele kommunale Energiekonzepte gehen dagegen von einer Verursacherbilanz aus. Die Unterschiede zwischen diesen Bilanzen und dem Ansatz, der für die vorliegende Studie gewählt wurde, werden im Folgenden kurz dargestellt.

Quellenbilanz

Bei der Quellenbilanz werden die Emissionen betrachtet, die durch den Primärenergieverbrauch innerhalb der Untersuchungsregion (Land, Region, Kreis, Kommune) verursacht werden. Es wird dabei sowohl der Primärenergieverbrauch berücksichtigt, der bei der Energieumwandlung z.B. in Kraftwerken des Landes erfolgt, als auch der Primärenergieverbrauch bei Endverbrauchern wie beispielsweise in Gas- oder Ölheizungen in Gebäuden. Dagegen fließen die Emissionen durch die Energieerzeugung außerhalb der Betrachtungsregion nicht ein, selbst dann, wenn der Energieverbrauch in der betrachteten Region stattfindet. Ein Beispiel hierfür ist der Strombezug aus Kraftwerken außerhalb der Region. Die Quellenbilanz ist dann aussagekräftig, wenn man wissen will, wie viel CO_2-Emissionen eine Region freisetzt. Ein Vorteil dieser Bilanzierungsmethode ist, dass die Emissionen, die in verschiedenen nicht räumlich überlappenden Regionen auftreten, aufsummiert werden können.

Wenn die Idealvorstellung zutreffen würde, dass alle Erneuerbaren Primärenergien, die in Hessen bereit gestellt werden, auch dort genutzt werden und keine weiteren importiert würden, wäre die Betrachtungsweise der Studie in Einklang mit der Quellenbilanz für die Erneuerbaren Energien in Hessen. Da in der Realität Importe Erneuerbarer Energien nach Hessen und Exporte aus Hessen heraus stattfinden, ist dies nicht der Fall. Der Ansatz, der für die vorliegende Studie gewählt wurde, stimmt mit der Systematik der Quellenbilanz insofern überein, dass Importe, die keine Emissionen in der Betrachtungsregion auslösen, außen vor bleiben. Dies ist z.B. bei Stromimporten, egal ob aus Erneuerbaren Energien oder konventionellen Kraftwerken, der Fall. Dagegen führen Importe von Biomasse (z.B. Scheitholz) in der Betrachtungsregion zu Emissionen und fließen deshalb auch in die Quellenbilanz ein. Bei der vorliegenden Analyse werden jedoch Biomasseimporte nicht eingezogen.

Verursacherbilanz

Mit der Verursacherbilanz soll ermittelt werden, welche Emissionen durch den Energieverbrauch, der in einer Region stattfindet, hervorgerufen wird. Bei dieser Betrachtungsweise ist es unerheblich, ob die Emissionen innerhalb der betrachteten Region anfallen oder außerhalb. Auch werden die Emissionen des Umwandlungsbereiches (z.B. der Kraft- und Heizwerke) den sie verursachenden Endverbrauchersektoren zugeord-

net. Bei dieser Vorgehensweise werden so z.B. auch die Emissionen berücksichtigt, die bei der Stromerzeugung in Kraftwerken außerhalb der Region für den Strom, der in der Region verbraucht wird, auftreten. In der Regel werden bei den Verursacherbilanzen auch die Emissionen aus den Vorketten (Gewinnung, Transport und Umwandlung der Energie) betrachtet. Diese Bilanzierungsmethode hat den Vorteil, dass durch sie verdeutlicht werden kann, für welche Emissionen die Akteure in der Region verantwortlich sind. Die Betrachtungsweise ist daher geeignet, konkrete Handlungsoptionen zur Reduktion der verbrauchsbedingten Emissionen aufzuzeigen. Hingegen sind der Vergleich und die Addition der Ergebnisse verschiedener Regionen aufgrund von Detailunterschieden bei Bilanzierung und Abgrenzungsfragen deutlich aufwändiger als im Fall der Quellenbilanzen.

Der Ansatz der Verursacherbilanz unterscheidet sich grundlegend von der hier gewählten Systematik, da es für die Bilanzierung nicht relevant ist, ob die Energiebereitstellung in oder außerhalb der Untersuchungsregion erfolgt. Diese Frage ist jedoch für die Ergebnisse dieser Studie entscheidend, da Importe nicht als Energieressourcen des Landes Hessens gewertet werden können.

5. Ergebnisse – Status Quo Energieverbrauch, Potenziale und Szenarien

5.1 Ergebnisse Energieverbrauch

Der Endenergieverbrauch und der Anteil der Energieträger an der Energiebereitstellung wurde mit den in Kapitel 4 dargestellten Methoden für die Untersuchungsregionen ermittelt und mit den statistischen Werten sowie den Ergebnissen der BMPS für Hessen abgeglichen. Die Ergebnisse werden im Folgenden differenziert nach Sektoren und Untersuchungsregionen für das Bezugsjahr 2008 dargestellt.

Die Abbildung 5-1 und die Tabelle 5-1 zeigen den Endenergieverbrauch im Bundesland Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Energieträgern. Im Bundesland Hessen wird 2008 statistisch ein Endenergieverbrauch von insgesamt knapp 125 TWh ausgewiesen.

Den höchsten Energieverbrauch weist mit fast 78 TWh bzw. 62% des hessischen Gesamtverbrauchs der Regierungsbezirk (Reg. Bez.) Darmstadt auf. Auf den Regionalverband als urbanes Zentrum und Teil des Regierungsbezirks Darmstadt entfallen davon 45 TWh (59% des Reg. Bez. bzw. 36% des Landes). Die Regierungsbezirke Gießen und Kassel unterscheiden sich im Verbrauch nicht wesentlich: Der Regierungsbezirk Gießen weist einen Energieverbrauch von 22 TWh bzw. 18% des Gesamtverbrauchs des Landes und der Regierungsbezirk Kassel ca. 25 TWh bzw. 20% auf.

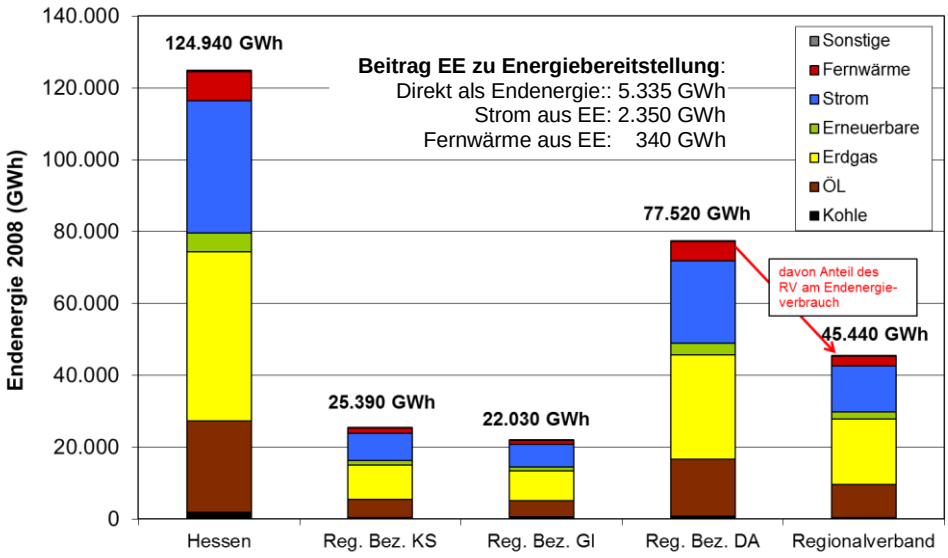


Abbildung 5-1: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Energieträgern

Tabelle 5-1: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Energieträgern

Region	Kohle	ÖL	Erdgas	Erneuerb. Energien	Strom	Fern-wärme	Sons-tige[53]	Gesamt
	Endenergieverbrauch [GWh] *							
Hessen	1.845	25.380	47.095	5.335	36.790	8.080	415	124.940
Reg. Bez. Kassel	365	5.145	9.590	1.165	7.555	1.515	55	25.390
Reg. Bez. Gießen	690	4.400	8.345	990	6.420	1.120	65	22.030
Reg. Bez. Darmstadt	790	15.835	29.160	3.180	22.815	5.445	295	77.520
davon Regionalverband	410	9.240	18.290	1.840	12.820	2.685	155	45.440

* Werte auf 5er gerundet

Mit einem Anteil von 38% ist Erdgas der am stärksten vertretene Energieträger in Hessen, gefolgt von Strom mit fast 30% und den Mineralölen mit einem Anteil von 20% am Endenergieverbrauch. Kleinere Beiträge liefern Fernwärme mit 6,5%, die Erneuerbaren mit 4,3% und Kohle mit nur 1,5%.

An dieser Stelle sei angemerkt, dass die in Tabelle 5-1 genannten Zahlen für die Erneuerbaren Energien nicht die gesamte Energiebereitstellung ausweisen, da nennenswerte Anteile Erneuerbarer Energien im Strom (2.350 GWh) und in der Fernwärme (340 GWh) enthalten sind (siehe dazu auch das nachfolgende Kapitel 5.2).

Die Differenzierung des Endenergieverbrauchs in Hessen nach Sektoren ist in der Abbildung 5-2 dargestellt. Zu den Sektoren zählen die privaten Haushalte, Gewerbe-, Handel-, Dienstleistungen (GHD) und die Industrie. Die Landwirtschaft, die in einigen Quellen als 4. Sektor ausgewiesen wird, ist in dieser Untersuchung dem Sektor GHD zugeordnet.

Der höchste Anteil am Endenergieverbrauch entfällt auf den Sektor Private Haushalte mit fast 55 TWh bzw. 44%. Dem folgen die Sektoren GHD mit einem Energieverbrauch von knapp 39 TWh und die Industrie mit rund 32 TWh. Dies entspricht einem Anteil von 31% respektive 25%.

[53] Einschließlich fossiler Abfälle

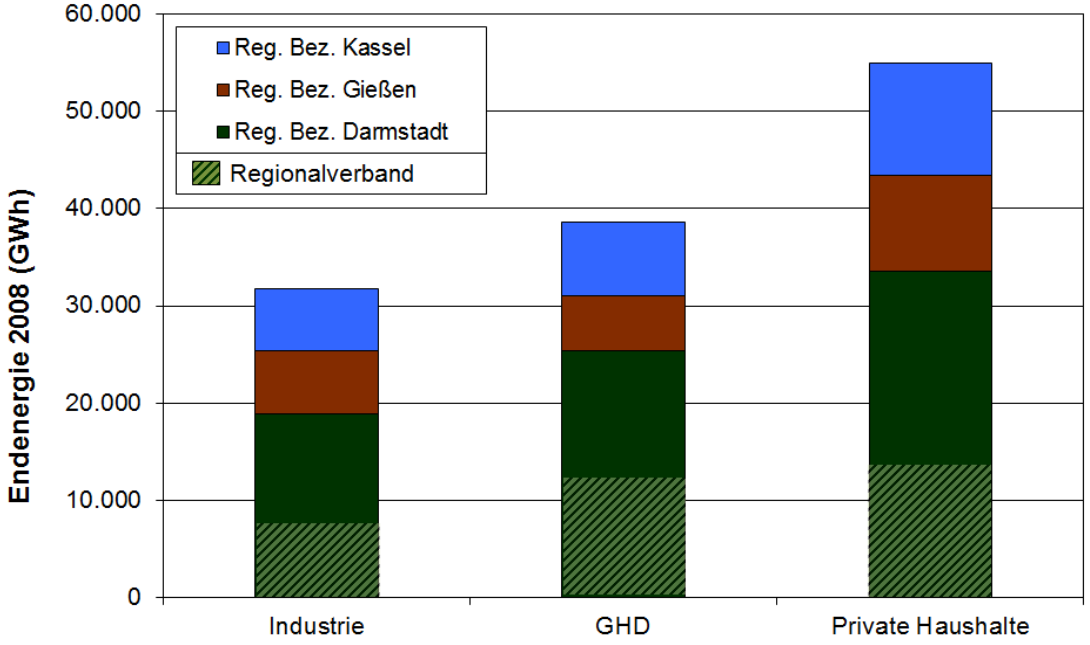


Abbildung 5-2: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen nach Sektoren

Die Abbildung 5-3 und Tabelle 5-2 zeigen die Anteile der Sektoren am Endenergieverbrauch der Untersuchungsregionen.

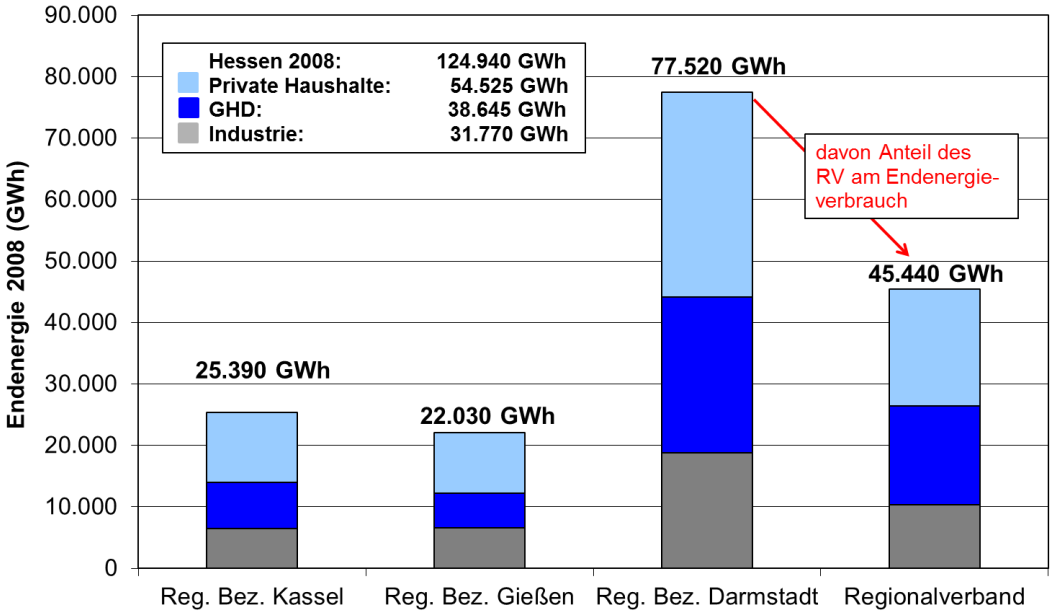


Abbildung 5-3: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Sektoren

Tabelle 5-2: Endenergieverbrauch 2008 in Hessen differenziert nach Untersuchungsregionen und Sektoren

Sektor	Endenergieverbrauch 2008 * [GWh] *				
	Hessen	Reg. Bez. KS	Reg. Bez. GI	Reg. Bez. DA	davon Regionalverband
Private Haushalte	54.525	11.395	9.760	33.370	19.040
GHD	38.645	7.585	5.745	25.315	16.075
Industrie	31.770	6.410	6.525	18.835	10.325
Summe	**124.940**	**25.390**	**22.030**	**77.520**	**45.440**

* Werte auf 5er gerundet

Kennzeichnend ist, dass im Regierungsbezirk Darmstadt und im Bereich des Regionalverbandes der Dienstleistungssektor (GHD) einen deutlich höheren Anteil am Endenergieverbrauch hat als die Industrie. In den beiden anderen Regionen sind die Anteile der beiden Sektoren in etwa gleich.

Details Endenergie 2008 der drei Sektoren

Der kumulierte Endenergieverbrauch 2008 aus der Energiebilanz Hessen wurde, wie in Kapitel 4.2.2 beschrieben, mithilfe von Strukturindikatoren auf die Sektoren Private Haushalte und GHD aufgeteilt. Das Ergebnis ist differenziert nach Energieträgern in der Tabelle 5-3 dargestellt.

Tabelle 5-3: Ergebnis der Aufteilung des Endenergieverbrauchs auf GHD und Private Haushalte

	Kohle	Öl	Erdgas	Solar-energie	Bio-masse	sonstige Erneuer-bare	Strom	Fern-wärme	Gesamt
	Endenergieverbrauch [GWh]								
Summe PHH+GHD Energiebilanz	**236**	**23.771**	**35.433**	**183**	**4.684**	**101**	**25.015**	**3.750**	**93.173**
Private Haushalte	168	15.606	21.092	172	4.623	87	10.426	2.352	54.526
GHD	68	8.165	14.341	11	61	14	14.589	1.398	38.647

Auf den Sektor GHD entfallen 2008 fast 39 TWh bzw. 31% des Endenergieverbrauchs in Hessen. Die Tabelle 5-4 zeigt die prozentualen Anteile der Energieträger am Endenergieverbrauch im Sektor GHD. Strom und Erdgas sind mit jeweils 37% die am häufigsten verwendeten Energieträger. Der Anteil der Erneuerbaren Energien beträgt im Jahr 2008 insgesamt nur 0,23% des Endenergieverbrauchs im Sektor GHD.

Tabelle 5-4: Prozentualer Anteil der Energieträger am Endenergieverbrauch im Sektor GHD

	Kohle	Öl	Erdgas	Solar-energie	Bio-masse	sonstige Er-neuerbare	Strom	Fern-wärme	Gesamt
Anteil [%]	0,18	21,13	37,11	0,03	0,16	0,04	37,75	3,61	100,00

Der Endenergieverbrauch der drei Regierungsbezirke (Reg. Bez.) und des Regionalverbandes wurde mit der in Kapitel 4.2.2 beschriebenen Bottom-up-Methode berechnet. In Tabelle 5-5 sind die Ergebnisse für die Sektoren GHD und Industrie dargestellt. Auf den Regierungsbezirk Darmstadt entfallen 65% des Endenergieverbrauchs im Sektor GHD. Der Regierungsbezirk Kassel ist mit 20% und der Regierungsbezirk Gießen mit 15% am Endenergieverbrauch beteiligt. Auf den Regionalverband als Teil des Regierungsbezirks Darmstadt entfallen 42% des Endenergieverbrauchs.

Tabelle 5-5: Endenergieverbrauch der Regierungsbezirke und des Regionalverbandes in den Sektoren GHD und Industrie *

	Kohle	ÖL	Erd-gas	Erneuerb. Energien	Strom	Fern-wärme	Sons-tige[54]	Gesamt
	Endenergieverbrauch im Sektor GHD [GWh]							
Hessen	68	8.165	14.341	86	14.589	1.398	--	38.647
Reg. Bez. Kassel	14	1.501	2.843	24	2.900	305	--	7.587
Reg. Bez. Gießen	10	1.163	2.157	16	2.173	226	--	5.745
Reg. Bez. Darmstadt	44	5.501	9.341	46	9.516	867	--	25.315
davon Regionalverband	25	3.381	6.041	15	6.021	594	--	16.077
	Endenergieverbrauch Industrie [GWh]							
Hessen	1.609	1.608	11.665	366	11.778	4.328	414	31.768
Reg. Bez. Kassel	316	383	2.342	121	2.475	718	57	6.412
Reg. Bez. Gießen	648	445	2.413	101	2.384	471	61	6.523
Reg. Bez. Darmstadt	645	780	6.910	144	6.919	3.139	296	18.833
davon Regionalverband	325	409	4.885	121	3.160	1.270	156	10.326

Auf den Sektor Industrie entfallen 2008 knapp 32 TWh bzw. 25% des Endenergieverbrauchs in Hessen. Strom und Erdgas sind mit jeweils 37% die am häufigsten verwendeten Energieträger. 14% des Endenergieverbrauchs werden durch Fernwärme gedeckt. Der Anteil der Erneuerbaren Energien beträgt im Jahr 2008 insgesamt 1,2% des Endenergieverbrauchs. Innerhalb des Sektors Industrie hat der Regierungsbezirk Darmstadt mit 60% den höchsten Anteil am Endenergieverbrauch (siehe Tabelle 5-5). Die Regierungsbezirke Kassel und Gießen sind jeweils mit einem Anteil von 20% am Endenergieverbrauch beteiligt. Auf den Regionalverband als Teil des Regierungsbezirks Darmstadt entfallen 33% des Endenergieverbrauchs.

[54] Einschließlich fossiler Abfälle

5.2 Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien und Ist-Situation raumbedeutsame Anlagen

Im vorangegangenen Kapitel wurde neben dem Energieverbrauch in 2008 auch der Anteil der Endenergieträger an der Energiebereitstellung aufgezeigt. Der Beitrag der Erneuerbaren Energieträger liegt in der Energiebilanz Hessen bei etwa 5,3 TWh. Dieser Wert stellt allerdings, wie in Kapitel 4.2.3 ausgeführt, nur einen Teil der Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien dar. Für eine Bewertung des Beitrags Erneuerbarer Energien ist es daher erforderlich, auch die Beiträge der Erneuerbaren Energien zu berücksichtigen, die zur Stromerzeugung und Bereitstellung von Fernwärme genutzt werden und in der Endenergiebilanz nicht gesondert ausgewiesen werden. Deshalb werden für die Untersuchung der Anteile Erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung die Daten der Satellitenbilanz zur Energiebilanz 2008 [HSL 2011b] sowie die Ergebnisse der Biomassepotenzialstudie [BMPS 2009], die eine Differenzierung auf der Ebene der Untersuchungsregionen aufweist – ausgewertet (zur Methodik siehe Kapitel 4.2.3). Darüber hinaus wird noch eine Differenzierung nach Wärme- und Stromerzeugung vorgenommen. Hierbei werden jedoch nur die Energieträger berücksichtigt, die aus Hessen stammen. Die Importe Erneuerbarer Energien, die in 2008 etwa 1.000 GWh betrugen, bleiben bei dieser Betrachtung unberücksichtigt.

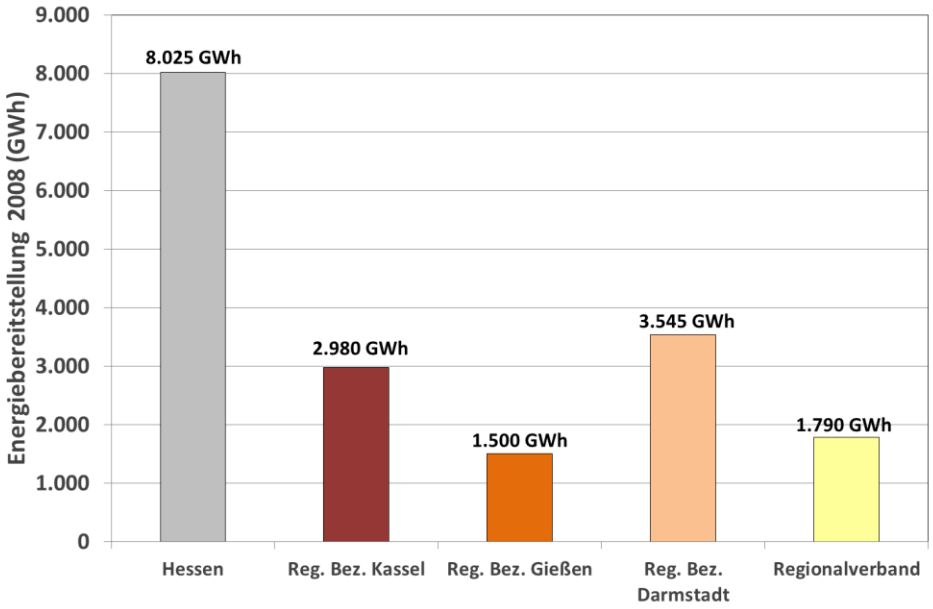


Abbildung 5-4: Bereitstellung der Endenergie durch Erneuerbare Energien 2008 nach Regionen[55]

[55] Inkl. Importe und Energiehölzer unbekannter Herkunft. Im technischen Potenzial und in den Szenarien werden Importe nicht berücksichtigt.

Die Ergebnisse sind in Abbildung 5-4 und Abbildung 5-5 dargestellt. Demnach wurden durch Erneuerbare Energien in 2008 insgesamt 8.025 GWh bereitgestellt, 70% davon als Wärme und 30% als Strom. Der absolut höchste Anteil entfällt auf den Regierungsbezirk Darmstadt mit 3.545 GWh, gefolgt vom Regierungsbezirk Kassel mit fast 3.000 GWh. Den niedrigsten Wert weist der Regierungsbezirk Gießen auf. Der hohe Wert für Südhessen ist insbesondere durch den hohen Anteil an Festbrennstoffen bedingt. Dabei handelt es sich zum einen um Nutzung in Privathaushalten, aber insbesondere auch um die Verbrennung von Biomasse in zentralen Anlagen wie Heiz(kraft)werken. Ein nicht unerheblicher Anteil der dort verfeuerten Biomasse entstammt aus Abfällen, die ihren Ursprung nicht nur im Regierungsbezirk Darmstadt haben.

Ein etwas anderes Bild ergibt sich, wenn man die Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien in Bezug zum Endenergieverbrauch setzt. In 2008 betrug der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Bereitstellung von Endenergie im Landesdurchschnitt 6,4%. Für die Wärme- und Strombereitstellung ergaben sich nahezu identische relative Anteile.

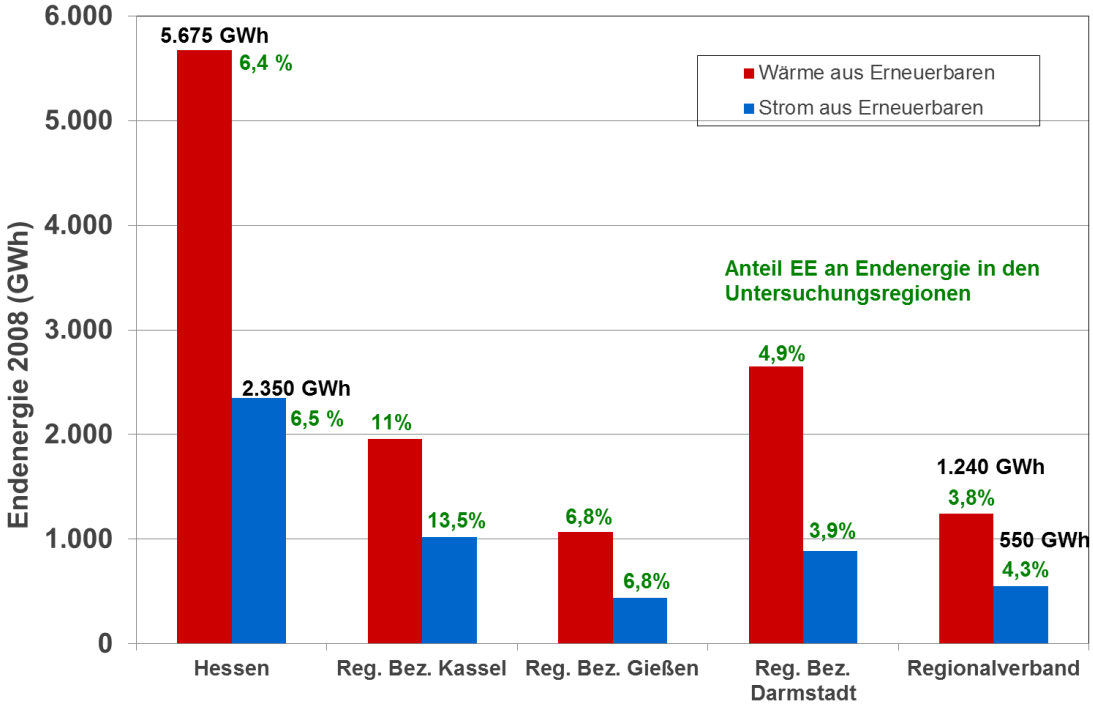


Abbildung 5-5: Anteil Erneuerbarer Energien an der Bereitstellung der Endenergie 2008

Die Beiträge in den Regierungsbezirken und dem Regionalverband fallen sehr unterschiedlich aus. Im Regierungsbezirk Kassel lag der Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch in 2008 bereits bei 11,7% und damit fast doppelt so hoch wie im Landesdurchschnitt. Dagegen weisen der Regierungsbezirk Darmstadt und der Regionalverband Anteile deutlich unter dem Landesdurchschnitt auf.

Hierbei ist anzumerken, dass der Vergleich des Anteils der Erneuerbaren Energien im Regionalverband in der Endenergiebilanz 2008 mit der Energiebereitstellung ein unerwartetes Ergebnis zeigt. Der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Endenergie ist mit 1.840 GWh (Kapitel 5.1, Tabelle 5.1) größer als der Wert für die Energiebereitstellung von 1.790 GWh. Man würde jedoch erwarten, dass die Energiebereitstellung größer wäre als der Wert in der Endenergiebilanz, da in letzterer erhebliche Anteile Erneuerbarer Energien in Endenergien Strom und Fernwärme enthalten sind und nicht explizit ausgewiesen werden. Ursächlich hierfür ist wahrscheinlich die Entscheidung, bei der Betrachtung der Energiebereitstellung Importe Erneuerbaren Energien nicht einzubeziehen. Die Ergebnisse dieser Untersuchung deuten darauf hin, dass im Fall des Regionalverbandes erhebliche Anteile der Erneuerbaren Energien aus Importen von außerhalb der Region stammen. Eine genauere Analyse zur Klärung dieser Frage überschritt jedoch den Rahmen der Untersuchung.

Die Zahlen zeigen, dass Hessen noch weit vom energiepolitischen Ziel, in 2020 20% des Endenergieverbrauchs durch Erneuerbare Energien bereit zu stellen, entfernt ist. Noch größer ist der Unterschied zwischen Status Quo und Ziel im Fall des Regierungsbezirks Gießen. Hier ist eine Verfünffachung des Anteils Erneuerbarer Energien von knapp 7% in 2008 bis auf das Ziel von 33% in 2020 erforderlich.

Betrachtet man die einzelnen Erneuerbaren Energien genauer, ergibt sich das in Abbildung 5-6 und Tabelle 5-6 dargestellte Bild. Fast 80% der Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien entfällt derzeit auf die Biomasse.[56] Der Beitrag der Windenergie belief sich auf knapp 9%, Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie zusammen) und Wasserkraft liefern ca. 5% der Erneuerbaren Anteile und die Geothermie spielt mit rund 1% noch eine untergeordnete Rolle im Konzert der Erneuerbaren.

Tabelle 5-6: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2008

Region	Bio-energie	Wind-energie	Wasser-kraft	Photo-voltaik	Solar-thermie	Geothermie (oberflä-chennah	Summe
	Energiebereitstellung [GWh]						
Hessen	6.365	680	450	245	185	100	8.025
Reg. Bez. Kassel	2.260	300	220	110	65	25	2.980
Reg. Bez. Gießen	1.075	265	40	60	40	20	1.500
Reg. Bez. Darmstadt	3.030	115	190	75	80	55	3.545
Regionalverband	1.565	25	110	30	35	25	1.790

* Werte auf 5er gerundet

[56] Der hohe Anteil der Biomasse in Südhessen resultiert, wie bereits zuvor erwähnt, in erheblichem Umfang aus der Nutzung von Biomasse, u.a. Müll, in Heiz(kraft)werken.

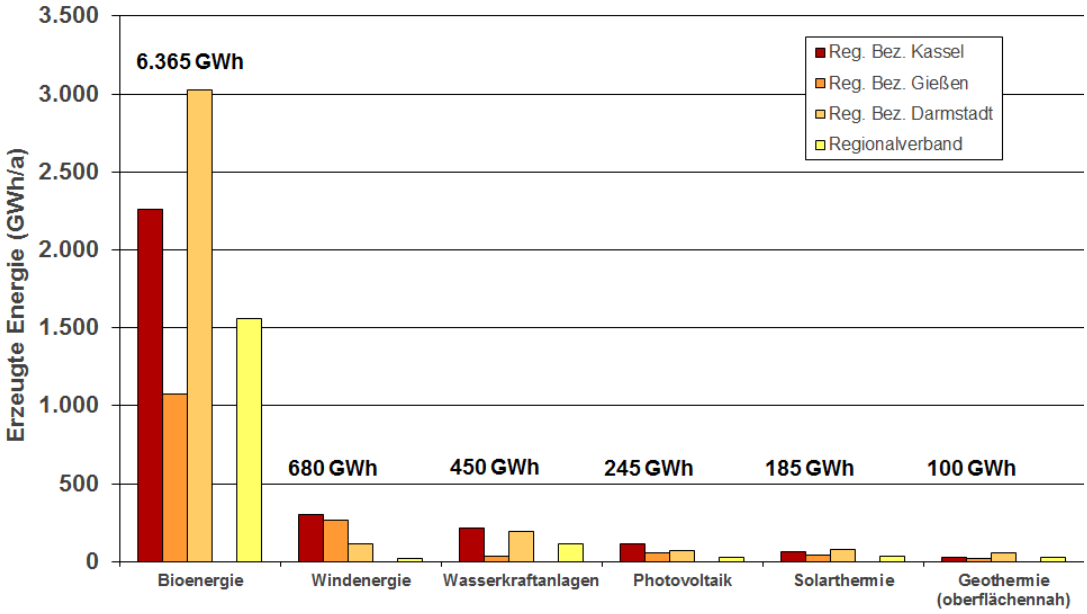


Abbildung 5-6: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2008

Während sich auf der Ebene der Regierungsbezirke in der Biomassepotenzialstudie bereits direkt auswertbare Daten finden, müssen für den Regionalverband ergänzende Betrachtungen vorgenommen werden, da einige Landkreise nur zum Teil dem Regionalverband zugeordnet sind (zur Methodik siehe Kapitel 4.2.3).

Ist-Situation raumbedeutsame Anlagen

Auf die Entwicklung der Windenergie und der Photovoltaik-Freiflächenanlagen wird nachfolgend gesondert eingegangen, um den rasanten Zubau in den Jahren seit 2008 zu würdigen. Darüber hinaus enthält dieser Abschnitt auch eine räumliche Darstellung der bestehenden Wasserkraftanlagen.

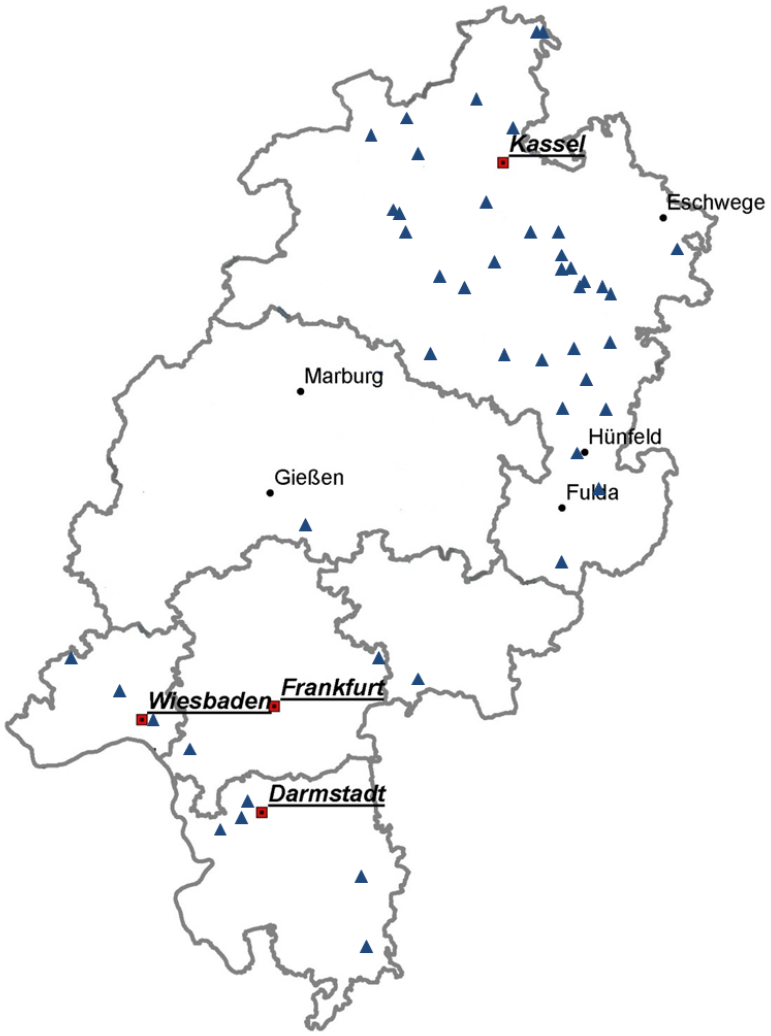
Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Während im Jahr 2008 PV-Freiflächenanlagen mit einer Peak-Leistung von ca. 18 MW_{peak} installiert waren, hat sich die installierte Leistung bis Ende 2010 mehr als verdreifacht und lag gemäß den Angaben der Regierungspräsidien zu PV-FFA bei 59 MW_{peak}. [HMWVL 2011a]. Dieser Ausbau erfolgte überwiegend im Regierungsbezirk Kassel. Auch in Südhessen stieg die Leistung deutlich, in Mittelhessen wurde bis Ende 2010 nur eine Anlage errichtet. Die räumliche Verteilung der Anlagen in Hessen zeigt Abbildung 5-7. Diese illustriert anschaulich die Dominanz des Nordhessischen Raums beim Ausbau der Photovoltaik-Freiflächenanlagen.

Tabelle 5-7: Entwicklung Photovoltaik-Freiflächenanlagen 2008 – 2010

Quelle: [HMWVL 2011a]

	Leistung$_{peak}$ (MW)	
	Stand 2008	Stand 2010
Hessen	**18,4**	**59,2**
Reg. Bez. KS	11,8	43,8
Reg. Bez. GI	0,0	2,9
Reg. Bez. DA	6,6	12,5
davon Regional-verband	0,4	0,4



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von [HMWVL 2011a]

Abbildung 5-7: Standorte Photovoltaik-Freiflächenanlagen (Stand Ende 2010)

Windenergie

Nach 2008 wurden in Hessen in deutlichem Umfang Windenergieanlagen errichtet. Bis Ende April 2011 erfolgte der Ausbau des Bestandes von ca. 509 MW in 2008 um weitere knapp 100 MW (siehe Tabelle 5-8) [BWE 2011], [HMWVL 2011b][57]

Der Ausbau der Windenergie war im Zeitraum 2008 bis Anfang 2011 allerdings eher moderat, insbesondere wenn man die dynamische Entwicklung der PV-Freiflächenanlagen hiermit vergleicht. In Abbildung 5-8 sind die Anlagen dargestellt, zu denen den Autoren Angaben zum Standort vorlagen. Man erkennt eine Konzentration der Windkraftanlagen im weniger dicht besiedelten nord- und mittelhessischen Raum.

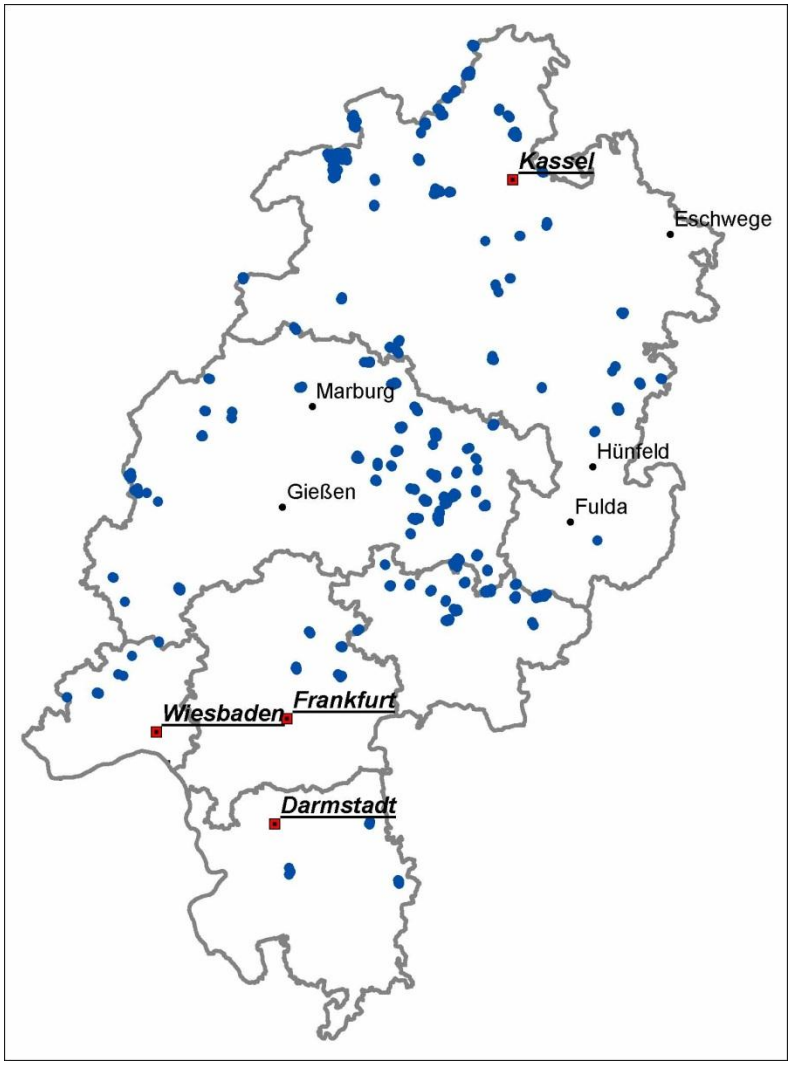
An dieser Stelle sei angemerkt, dass ein Teil der älteren Anlagen in Flächen liegt, die bei der Abschätzung des technischen Potenzials als Ausschlussbereich unberücksichtigt bleiben.

Tabelle 5-8: Entwicklung Windenergie 2008 – 2011

Quellen: * [BWE 2011], ** [HMWVL 2011b]

	Installierte Leistung [MW]	
Region	**Stand Ende 2008***	**Stand April 2011**[MW]**
Hessen	**509**	**601**
Reg. Bez. Kassel	k.A.	238
Reg. Bez. Gießen	k.A.	240
Reg. Bez. Darmstadt	k.A.	123
davon Regionalverband	k.A.	34

[57] Nach Angaben des hessischen Umweltministeriums in [HMUELV 2011b], waren Ende 2008 578 Windkraftanlagen mit einer installierten Leistung von insgesamt 509,26 MW in Hessen installiert. Auch der Bundesverband Windenergie (BWE) nennt auf seinen Internetseiten für das Jahr 2008 für Hessen eine installierte Leistung von 509 MW. [BWE 2011]



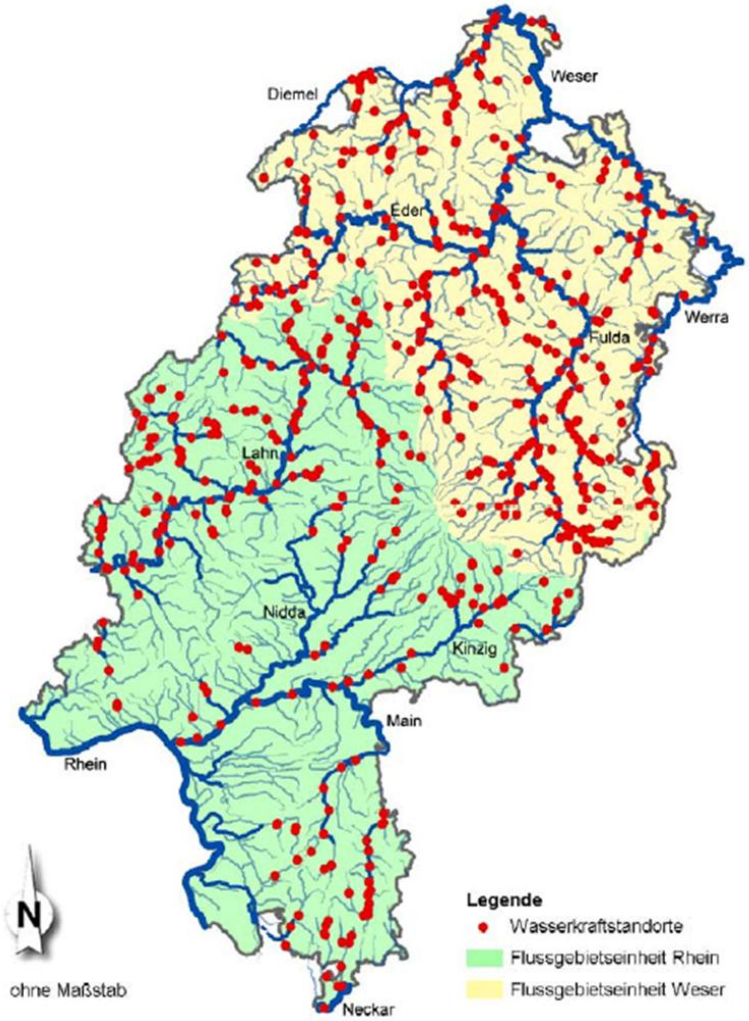
Quelle: eigene Darstellung auf Basis von [HMWVL 2011b]

Abbildung 5-8: Standorte Windkraftanlagen (Stand Ende 2010)

Wasserkraft

Die Verteilung der Wasserkraftanlagen in Hessen zeigt Abbildung 5-9. Die Abbildung vermittelt den Eindruck, dass der Schwerpunkt der Stromerzeugung aus Wasserkraft im nord- und mittelhessischen Raum liegt.

Vergleich man hierzu die Energiebereitstellung durch Wasserkraft in den Untersuchungsregionen, die in Abbildung 5-6 dargestellt ist, sieht man, dass dieser Eindruck täuscht. Den höchsten Beitrag zur Stromerzeugung aus Wasserkraft liefert der Regierungsbezirk Kassel mit 219 GWh, jedoch dicht gefolgt vom Regierungsbezirk Darmstadt mit 193 GWh. Hier wirken sich die Anlagen mit hohen installierten Leistungen an den großen Flüssen im südhessischen Raum deutlich aus. Der Anteil Mittelhessens ist dagegen deutlich geringer (36 GWh), da es sich dort überwiegend um kleine Systeme handelt.



Quelle: [Uni Kassel 2011]

Abbildung 5-9: Verteilung der Wasserkraftanlagen an den hessischen Fließgewässern

Exkurs Konventionelle Kraftwerke

Die installierte elektrische Leistung der konventionellen Kraftwerke beträgt in Hessen im Jahr 2008 rund 5.100 MW[58], während die Fernwärmeleistung bei 2.600 MW liegt. Eine Unterscheidung nach Regionen und Energieträgern ist in der Tabelle 5-9 enthalten und in Abbildung 5-10 grafisch dargestellt. Demnach befinden sich fast 95% der installierten elektrischen Leistung im Regierungsbezirk Darmstadt, 4% im Regierungsbezirk Kassel und weniger als 1% im Regierungsbezirk Gießen. Die Fernwärmeleistung ist etwas anders verteilt: 56% befinden sich im Regierungsbezirk Darmstadt, 32% im Regierungsbezirk Kassel und 12% im Regierungsbezirk Gießen.

[58] Die Daten des Umweltbundesamtes beinhalten Anlagengrößen ab einer elektrischen Leistung von 100 MW.

Von der gesamten Kraftwerksleistung in Hessen (elektrisch) entfallen 50% auf Kernkraftwerke und 36% auf Kohlekraftwerke. Diese 86% befinden sich fast in Gänze im Regierungsbezirk Darmstadt. Das Verhältnis hat sich inzwischen aufgrund der Abschaltung des Kernkraftwerks Biblis geändert, da hierdurch im südhessischen Raum 2.525 MW entfallen.

Tabelle 5-9: Installierte elektrische Leistung und Fernwärmeleistung in Hessen 2008 *

Region	Kohle	Erd-gas	Kohle/ Erdgas	Kern-energie	Abfall	unbe-kannt	Elektr. Leistg. Gesamt	Fern-wärme-leistung
	Elektrische Bruttoleistung [MW] (gerundet)							[MW]
Hessen gesamt	**1.840**	**110**	**380**	**2525**	**70**	**180**	**5.105**	**2.625**
Reg. Bez. Kassel	80	0	0	0	0	140	**220**	**835**
Reg. Bez. Gießen	0	0	0	0	0	40	**40**	**310**
Reg. Bez. Darmstadt	1.760	110	380	2525	70	0	**4.845**	**1.480**
davon Regionalverband	1.760	110	380	0	70	0	**2.320**	**1.480**

* Werte auf 5er gerundet

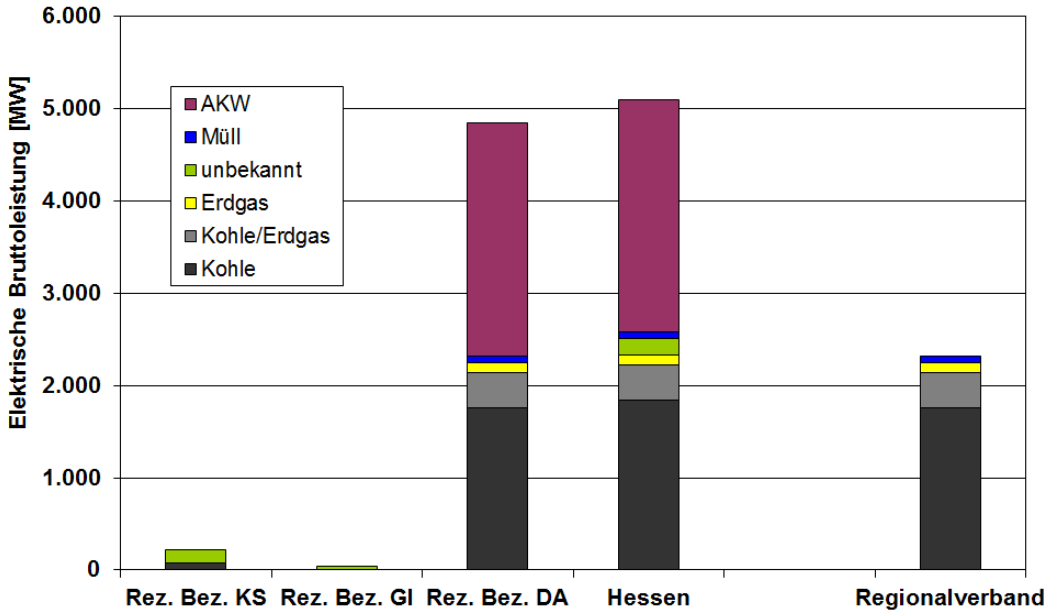


Abbildung 5-10: Elektrische Bruttoleistung 2008 in Hessen

5.3 Ergebnisse Prognose Energiebedarf in den Betrachtungszeiträumen 2020 und 2030

Der Endenergiebedarf für die drei Sektoren Private Haushalte, GHD und Industrie wurde, ausgehend von den Verbrauchsdaten 2008, entsprechend der in Kapitel 4.3 geschilderten Methodik für die Jahre 2020 und 2030 für die einzelnen Untersuchungsregionen abgeschätzt.

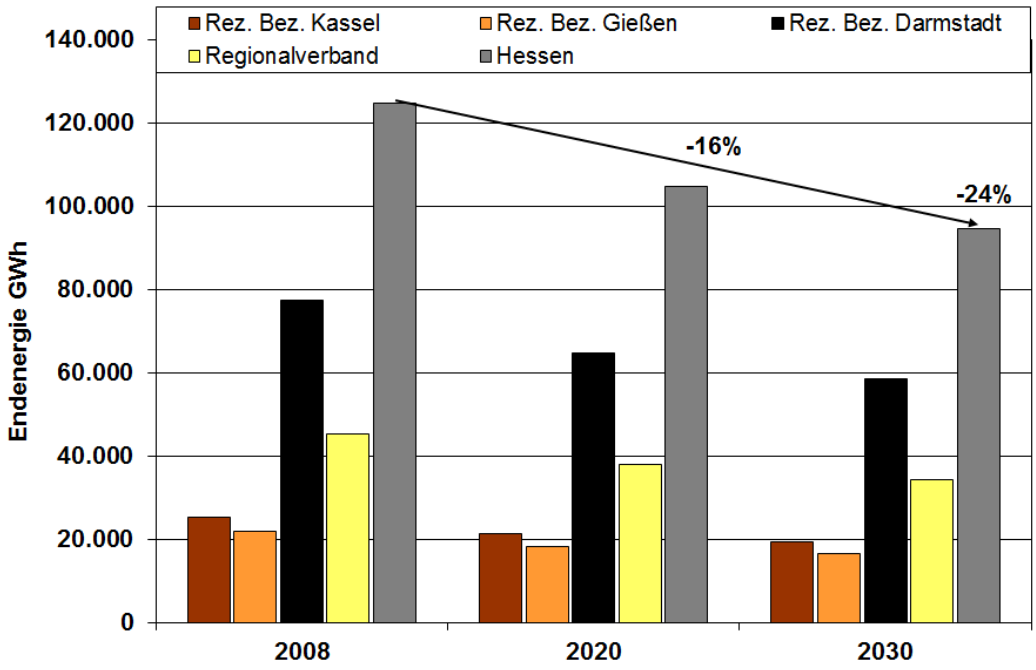


Abbildung 5-11: Prognose des Endenergiebedarfs differenziert nach Untersuchungsregionen

Demnach sinkt der Endenergiebedarf in Hessen um etwa 16% bis 2020 und um ca. 24% bis 2030. Im Jahr 2020 beträgt der Endenergiebedarf 105 TWh und entspricht damit exakt den Zielen, die gemäß der Nachhaltigkeitsstrategie Hessen für 2020 angestrebt werden [Energie-Forum 2010]. Bis zum Jahr 2030 verringert sich der Endenergiebedarf auf 95 TWh. Eine schematische Darstellung der Ergebnisse der Prognose ist in Abbildung 5-11 enthalten. Detaillierte Einzelwerte differenziert nach Untersuchungsregionen sind in Tabelle 5-10 aufgeführt.

Tabelle 5-10: Prognose des Endenergiebedarfs in Hessen und den Untersuchungsregionen

Region	Endenergie [GWh] *		
	2008	2020	2030
Hessen	124.940	104.890	94.825
Reg. Bez. Kassel	25.390	21.495	19.445
Reg. Bez. Gießen	22.030	18.425	16.610
Reg. Bez. Darmstadt	77.520	64.970	58.770
davon Regionalverband	45.440	38.040	34.450

* Werte auf 5er gerundet

Die Ergebnisse der Prognose, aufgeschlüsselt nach Sektoren und Regionen sind in der nachfolgenden Tabelle 5-11und in Abbildung 5-12 dargestellt. In den Sektoren private Haushalte und GHD ist der Rückgang des Endenergiebedarfs mit -19% bzw. -17% bis 2020 und -27% bis 2030 etwas stärker als im Landesdurchschnitt, während die Reduzierung im Industrie-Sektor mit 10% bzw. 16% erheblich geringer ausfällt. Bei vergleichbaren Annahmen zur Effizienzsteigerungen in den Sektoren GHD und Industrie, wird die Abnahme des Energieverbrauchs im Sektor Industrie insbesondere durch die Steigerung der Wertschöpfung gehemmt.

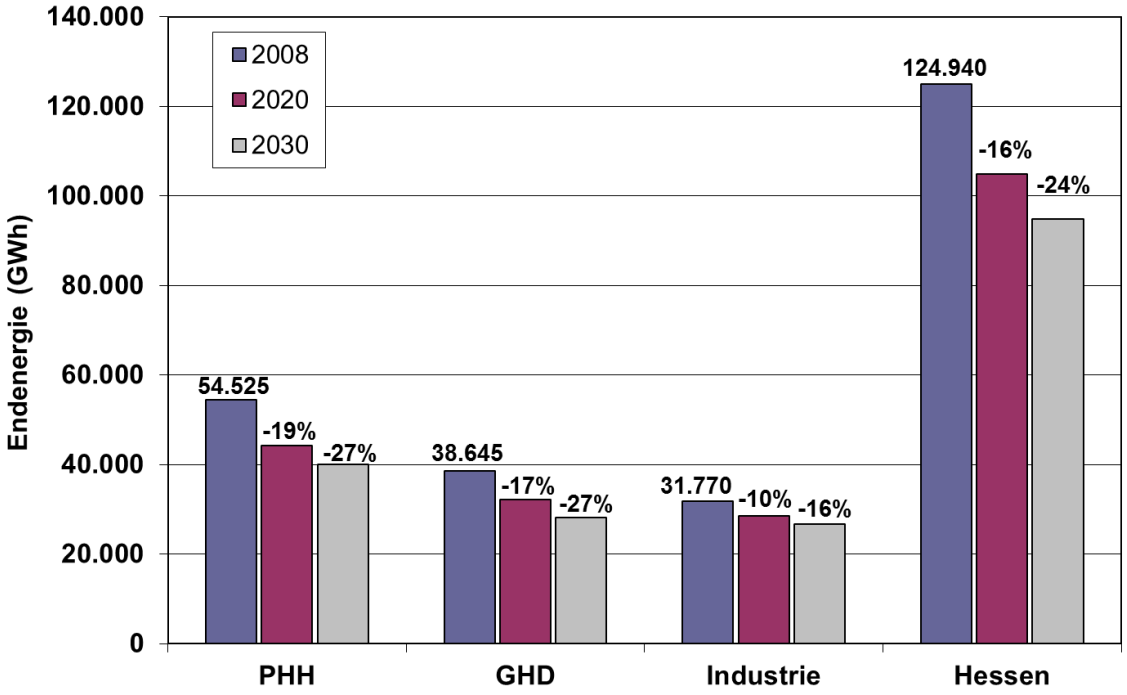


Abbildung 5-12: Prognose des Endenergiebedarfs in Hessen differenziert nach Sektoren

Prozentangaben auf ganze Zahlen gerundet

Tabelle 5-11: Prognose des Endenergiebedarfs nach Sektoren und Regionen

	2008	2020	2030
Endenergiebedarf nach Sektoren [GWh] *			
Hessen (alle Sektoren)	**124.940**	**104.890**	**94.825**
Private Haushalte	54.525	44.165	40.090
Gewerbe, Handel, Dienstleistung	38.645	32.115	28.080
Industrie	31.770	28.610	26.655
Endenergie Private Haushalte nach Regionen [GWh]			
Hessen	**54.525**	**44.165**	**40.090**
Reg. Bez. Kassel	11.395	9.470	8.610
Reg. Bez. Gießen	9.760	8.005	7.270
Reg. Bez. Darmstadt	33.370	26.690	24.210
davon Regionalverband	19.040	15.005	13.610
Endenergie Gewerbe, Handel, Dienstleistung nach Regionen [GWh] *			
Hessen	**38.645**	**32.115**	**28.080**
Reg. Bez. Kassel	7.585	6.270	5.465
Reg. Bez. Gießen	5.745	4.780	4.180
Reg. Bez. Darmstadt	25.315	21.065	18.435
davon Regionalverband	16.075	13.575	12.010
Endenergie Industrie nach Regionen [GWh] *			
Hessen	31.770	28.610	26.655
Reg. Bez. Kassel	6.410	5.755	5.370
Reg. Bez. Gießen	6.525	5.640	5.160
Reg. Bez. Darmstadt	18.835	17.215	16.125
davon Regionalverband	10.325	9.460	8.830

* Werte auf 5er gerundet

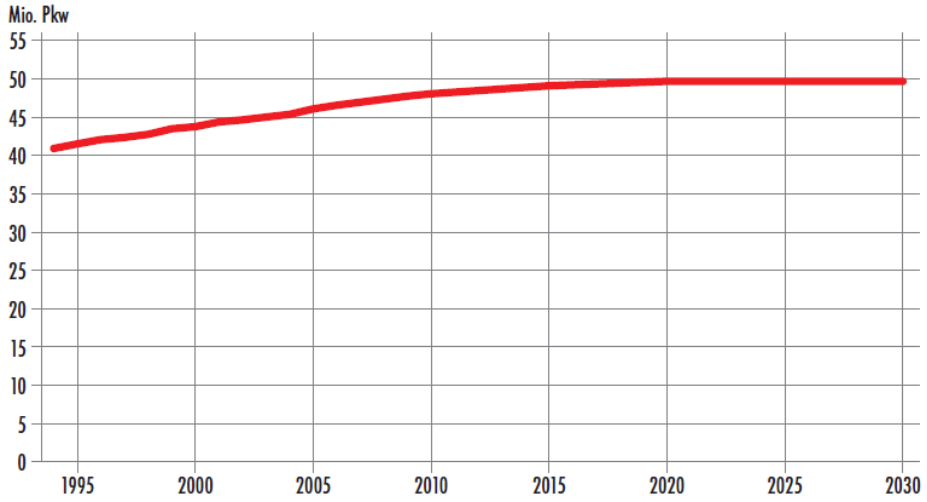
Im Sektor private Haushalte verringert sich der Endenergiebedarf im Regionalverband am deutlichsten. Im Sektor Industrie wird die Minderung des Energieverbrauchs durch Effizienzsteigerung insbesondere durch das Wirtschaftswachstum gebremst. Im Regierungsbezirk Gießen ist die deutlichste Abnahme des Endenergieverbrauchs festzustellen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Wirtschaftszweige, bei denen mit einem

ausgeprägten Wachstum gerechnet wird (z.B. Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren), im Regierungsbezirk Gießen nicht so stark vertreten sind.

Im Sektor GHD sind diese gravierenden Unterschiede zwischen den Untersuchungsregionen nicht festzustellen, da sich hier die Effekte des branchenabhängigen Wirtschaftswachstums stärker ausgleichen. In Abbildung 5-12 ist die Entwicklung für Hessen graphisch dargestellt. Entsprechende Abbildungen für die einzelnen Untersuchungsregionen sind im Anhang zu finden.

5.3.1 Exkurs Elektromobilität in Hessen

In dem Energiekonzept hat die Bundesregierung ihr Ziel bestätigt, bis 2020 1 Million Elektrofahrzeuge auf die deutschen Straßen zu bringen und darüber hinaus für das Jahr 2030 die Zielmarke auf 6 Millionen Elektrofahrzeuge festgelegt [BMWi/BMU 2010]. Das Ziel der Bundesregierung erstreckt sich auf sämtliche elektrisch betriebene Fahrzeuge, damit gilt es nicht nur die Battery-Electric-Vehicles (BEV) in die Betrachtung mit einzuschließen, sondern darüber hinaus auch die Hybrid- und Plugin-Hybrid-Electric-Vehicles (HEV und PHEV). Vergleicht man dieses bundespolitische Ziel mit dem prognostizierten Fahrzeugbestand in 2030 für die Bundesrepublik so zeigt sich, dass dies einer Elektrifizierung von etwa 12% des Fahrzeugbestands entsprechen würde. Grundlage der Prognose ist ein leichtes Wachstum des Fahrzeugbestands bis 2030 [Shell, 2009].

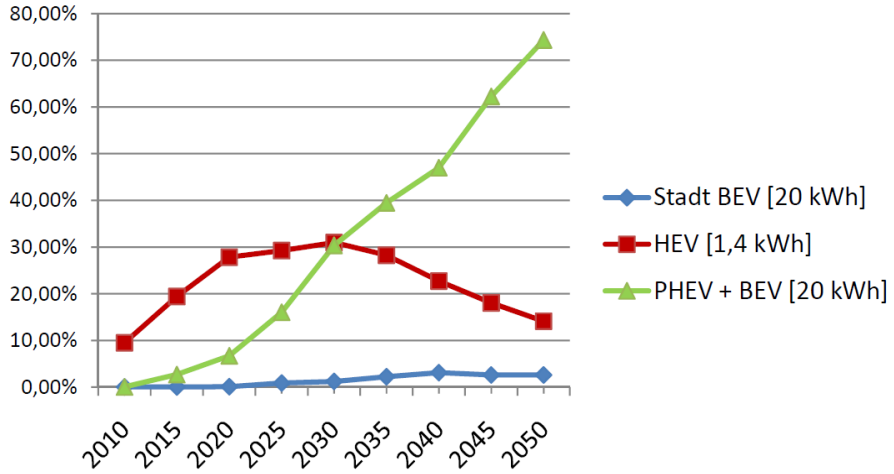


Quelle: [Shell 2009]

Abbildung 5-13: Entwicklung Fahrzeugbestand

Legt man dieses leichte Wachstum zugrunde und wendet es auf den Fahrzeugbestand in Hessen an, so ergibt sich, dass bis 2030 in Hessen etwa 420.000 Elektrofahrzeuge auf den Straßen sein sollten. Im Rahmen der vorliegenden Studie stellt sich die Frage nach den energiewirtschaftlichen Konsequenzen einer solchen Entwicklung im Verkehrssektor.

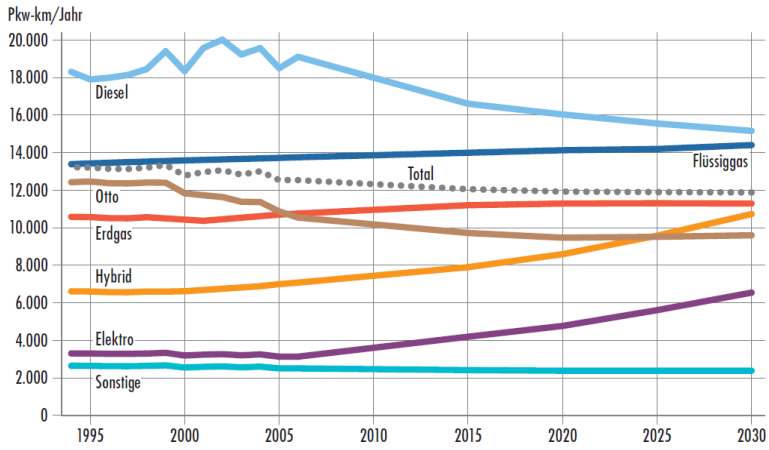
In der aktuellen Diskussion um die Entwicklung des Marktes für Elektromobilität wird deutlich, dass die hybriden Antriebsstränge den Markt in den ersten 20 Jahren dominieren werden [Angerer et al., 2009]. Dies zeigt sich bereits an der Tatsache, dass aktuell lediglich Hybridfahrzeuge als Serienfahrzeuge in größerem Umfang am Markt sind. BEV finden sich hingegen, abgesehen von einigen Nischenprodukten, nur in einigen Modelregionen in geringer Anzahl. Aktuelle Zukunftsszenarien zur Elektromobilität in Deutschland zeigen auf, dass hybride Antriebskonzepte auch in den optimistischen Szenarien den Markt in 2030 dominieren werden. Zu diesem Ergebnis kommt auch eine Studie des Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung mit dem Titel „Lithium für Zukunftstechnologien", deren Annahmen zur Entwicklung des Fahrzeugbestands in der folgenden Abbildung zusammengefasst wird.



Quelle: [Angerer et al. 2009]

Abbildung 5-14: Neuzulassungsanteile im optimistischen Szenario des Fraunhofer ISI

Abweichend von diesen Prognosen wird im Folgenden davon ausgegangen, dass die politischen Ziele der Bundesregierung in Hessen ausschließlich durch BEV erfüllt werden. Im Ergebnis führt diese Betrachtungsweise zu einem Maximalszenario hinsichtlich des Energiebedarfs durch Elektromobilität, das illustrieren soll, welchen Effekt ein umfassender Einsatz der Elektromobilität auf die Stromnachfrage in Hessen haben würde. Hintergrund ist, dass grundsätzlich davon ausgegangen werden kann, dass die Stromnachfrage von BEV für eine Strecke von 100 km immer höher sein wird als im Falle eines Hybridfahrzeuges, da diese aktuell als auch in naher Zukunft lediglich über eine elektrische Reichweite von maximal 70 km verfügen. Bei weiteren Entfernungen nutzen die hybriden Fahrzeuge wieder fossile Energieträger, sprich Benzin, Diesel oder Erdgas. Je größer also der Anteil der Hybridfahrzeuge in 2030 sein wird, desto geringer fällt die Stromnachfrage gegenüber dem hier skizzierten Szenario aus. Grundsätzlich muss davon ausgegangen werden, dass bis 2030 die durchschnittliche jährliche Fahrleistung etwas unter das Niveau von 2010 auf etwa 11.900 km absinken wird.



Quelle: [Shell 2009]

Abbildung 5-15: Entwicklung der jährlichen Fahrleistung je Pkw

Grundlegend für diese Entwicklung ist die steigende Anzahl der Fahrzeuge pro Haushalt und die sich verschiebenden Mobilitätsbedürfnisse auf Grund des demographischen Wandels [Shell 2009]. Abweichend von der Shell Studie (siehe Abbildung 5-15) wird in dieser Maximalabschätzung angenommen, dass die durchschnittliche Fahrleistung von BEV nicht nur bei 6000 km, sondern auf dem Niveau der konventionellen Antriebe bei 11.900 km liegt.

Eine weitere ausschlaggebende Determinante ist der Stromverbrauch der Fahrzeuge. Heute wird häufig von einem Durchschnittswert von etwa 20 kWh/100 km ausgegangen [Hacker et al, 2009] [PWC 2009]. Fraglich ist, inwiefern dieser Wert sich tatsächlich in dem täglichen Gebrauch von Elektrofahrzeugen verifizieren lässt. Einen ersten Hinweis darauf erwartet man sich aus den Modelregionen Elektromobilität des BMVBS, deren Ergebnisse allerdings noch nicht vorliegen. Daher wird hier nur von einer moderaten Reduzierung des Stromverbrauchs auf 18 kWh/100 km bis 2030 ausgegangen.

Basierend auf diesen Annahmen kann für Hessen die zusätzliche Stromnachfrage durch Elektrofahrzeuge in 2030 mit etwa 0,90 TWh bzw. ca. 3% der gesamten Stromnachfrage in 2030 beziffert werden.

Regional sind Unterschiede in der Marktentwicklung der Elektromobilität in Hessen zu erwarten. Welche Regionen hier eventuell einen Schwerpunkt darstellen werden, lässt sich derzeit nur anhand zweier Indikatoren sehr grob abschätzen. Zum einen gilt die reine Elektromobilität mit BEV zumindest in den nächsten Jahren als ein Verkehrskonzept, das auf Grund der eingeschränkten Reichweite primär im urbanen Raum Anwendung finden wird. Daher erscheint es aus heutiger Sicht wahrscheinlich, dass die dicht besiedelten Gebiete Hessens früher einen Anteil an Elektromobilität aufweisen werden als die ländlichen Räume.

Als ein weiteres Indiz für die zukünftige Entwicklung der Elektromobilität in Hessen kann die geographische Verteilung etwaiger Pilot- und Modellprojekte herangezogen werden. Im Rahmen solcher Modellprojekte wird Elektromobilität für die potenziellen Nutzer erfahrbar, und mögliche Adaptationshemmnisse auf Seiten der Nutzer können abgebaut werden. In Hessen finden sich derzeit zwei größere Pilotprojekte zum Thema

Elektromobilität. Zum einen wird durch das Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Straßenwesen (BMVBS) die Modellregion Rhein-Main gefördert. Der Schwerpunkt dieses Projekts liegt auf dem Regierungsbezirk Darmstadt.[59] Momentan finden im Rahmen dieses Projekts insbesondere in Offenbach und Frankfurt verschiedene Aktivitäten rund um die Elektromobilität statt. Über diese Projekte hinaus laufen derzeit in Hessen keine weiteren öffentlichen Modellversuche.

Basierend auf diesen Indizien kann vermutet werden, dass sich die Entwicklung der Elektromobilität in Hessen in den nächsten Jahren primär auf die Region Südhessen und teilweise noch auf Nordhessen fokussieren wird. Die Region Mittelhessen scheint derzeit hinsichtlich des Ausbaus der Elektromobilität schlechter aufgestellt zu sein.

5.4 Potenzialanalyse Erneuerbare Energien und Szenarien

In Kapitel 4.4 sind die Vorgehensweisen zur Abschätzung des technisch maximal möglichen Potenzials[60] der Erneuerbaren Energien in den Varianten A und B, des Repowering-Potenzials sowie der beiden Szenarien „Basisvariante 2020“ und „Geringste Flächeninanspruchnahme“ dargestellt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Analysen vorgestellt und erläutert. Die Ergebnisdarstellung erfolgt für das technische Potenzial und das Repowering-Potenzial auf Ebene der Regierungsbezirke und des Regionalverbandes. Im Fall der Szenarien wird eine räumliche Zuordnung vorgenommen und die Ergebnisse bis auf die Ebene der Landkreise heruntergebrochen und graphisch dargestellt.[61]

5.4.1 Ergebnisse Technisches Potenzial Variante A

Die Ergebnisse für das technische Potenzial A sind in Tabelle 5-12 zusammengefasst. Das größte technische Potenzial weisen, aufgrund der im Vergleich zur Windenergie größeren, theoretisch zur Verfügung stehenden Flächenanteile (u.a. aufgrund der geringeren Pufferzonen, siehe Tabelle 4-5 und Tabelle 4-6) demnach die PV-Freiflächenanlagen mit knapp 171 TWh aus, gefolgt von der Windenergie mit fast 133 TWh. Diese Energiepotenziale entsprechen Flächen von ca. 557.000 ha (ca. 26% der Landesfläche) im Fall der PV-Freiflächenanlagen und rund 399.200 ha bei der Windenergie (ca. 18,9% der Fläche Hessens).

Die technischen Potenziale der anderen Energien sind deutlich geringer. Die Potenziale für Solarthermie und Photovoltaik an Gebäuden liegen etwa einen Faktor 10 unter denen von Wind und PV-Freiflächenanlagen und die Summe der beiden Anteile der Bio-

[59] Weitere Projekte gibt es in Hessen in der Region Kassel.

[60] In der Ausschreibung als maximales Potenzial bezeichnet.

[61] Die Regionalberichte enthalten darüber hinaus auch die Daten für die einzelnen Landkreise.

masse (flächenneutrale und flächenrelevant) beläuft sich auf knapp 12 TWh.[62] Das Potenzial der flächenrelevanten Biomasse entspricht einer Acker- und Grünlandfläche von insgesamt rund 146.000 ha. Hiervon können jedoch nur rund 108.175 ha für den Anbau von Energierohstoffen für die Strom- und Wärmeerzeugung genutzt werden, die verbleibenden Flächen wären – den Ansätzen der BMPS folgend – der Erzeugung biogener Kraftstoffe und nachwachsender Rohstoffe für die stoffliche Nutzung vorbehalten. Die nachfolgend genannten Werte für die Energiebereitstellung durch die Biomasse enthalten daher keine Anteile für die Erzeugung von Bio-Treibstoffen und auch keine Biomasseimporte. Das Potenzial der Wasserkraft beträgt 0,5 TWh [Uni Kassel 2011] und ist bereits heute weitgehend ausgeschöpft.

Tabelle 5-12: Übersicht Technisches Potenzial Erneuerbarer Energien Variante A

Technisches Potenzial Variante A	flächenrelevant			flächenneutral				
	Wind-energie	Biomasse - Energiepflanzen	PV-FFA	Solarthermie	Photovoltaik an Gebäuden	Geothermie	Biomasse - flächenneutral	Wasserkraft
	GWh			GWh				
Land Hessen	**132.560**	**2.730**	**170.995**	**17.770**	**12.790**	**13.270**	**9.020**	**520**
Reg. Bez. Kassel	50.110	1.170	63.920	3.700	2.710	1.200	2.860	255
Reg. Bez. Gießen	37.780	710	41.660	3.080	2.370	755	1.960	50
Reg. Bez. Darmstadt	44.670	850	65.415	10.990	7.710	11.315	4.200	215
davon Regionalverband	7.990	335	25.850	6.515	4.280	7.170	1.965	105

Energieangaben auf 5er gerundet

Die Ergebnisse in Tabelle 5-12 zeigen, dass das Potenzial der flächenrelevanten Erneuerbaren Energien deutlich größer ist, als das der flächenneutralen. Dies liegt insbesondere daran, dass Wind und PV-FFA die höchsten flächenspezifischen Erträge ausweisen (siehe Kapitel 4.4.2 Tabelle 4-4) und die Flächen, die für diese beiden Energieformen im technischen Potenzial als geeignet eingestuft werden, nur durch die Ausschlusskriterien limitiert sind. Zudem ist der Anbau der flächenrelevanten Biomassen durch die begrenzten Acker- und Grünlandflächen und durch Konkurrenzen zur Nahrungs- und Futtermittelerzeugung sowie zur Treibstoffindustrie und der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe eingeschränkt. Dies ist auch der wesentliche Grund dafür, dass bei der Biomasse der flächenneutrale Beitrag, der ohne zusätzliche Flächennutzung bereitgestellt werden kann, deutlich höher ist als der flächenrelevante (Anbau energetischer Biomasse.)[63]

Die Zahlen führen vor Augen, dass das Potenzial der Erneuerbaren Energien im Prinzip ausreichend ist für eine 100% Erneuerbare Energieversorgung. Allerdings sind hier zwei wichtige Aspekte noch nicht berücksichtigt:

[62] Im Umsetzungskonzept zum Hessischen Energiegipfel wird ein Potenzial der Biomasse von 13,4 TWh/a genannt. Das Ergebnis der vorliegenden Studie von 12 TWh beinhaltet nur Biomasse aus Hessen, jedoch keine Importe von Biomasse nach Hessen.

[63] Die Dominanz der flächenneutralen Biomasse spiegelt sich auch in der Tatsache wider, dass von 19 Biomassefraktionen 13 zu den flächenneutralen gehören.

- Flächenkonkurrenzen zwischen einzelnen Erneuerbaren Energieträgern wurden in dieser Potenzialvariante noch nicht berücksichtigt. Dieser Aspekt wird in der nachfolgend beschrieben Variante B des Technischen Potenzials einbezogen.
- Bei der Betrachtung des technischen Potenzials wurden nur die Ausschlusskriterien berücksichtigt, Konflikte mit anderen Flächennutzungen (ausgenommen Konflikte Biomasse – Nahrungs- und Futtermittel) wurden ebenfalls außen vor gelassen. Diese spielen jedoch bei den Szenarien eine wesentliche Rolle, da sie zu einer deutlichen Reduktion der verfügbaren Fläche für die energetische Nutzung führen.

Zu beachten ist, dass in der Kategorie „Geothermie“ zwei Komponenten mit unterschiedlichen Charakteristika zusammengefasst sind. Dies ist einerseits die oberflächennahe Geothermienutzung durch Wärmepumpen und andererseits die tiefe Geothermie. Die Anteile dieser beiden Nutzungsarten der Geothermie sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. Ein Potenzial für die Nutzung der tiefen Geothermie gibt es in Hessen nur im südhessischen Bereich. Der größte Anteil dieses Potenzials findet sich im Bereich des Regionalverbandes. Die Nutzung an Gebäuden korreliert dagegen entsprechend den Annahmen mit dem Umfang von Neubau- und Sanierungsmaßnahmen in den einzelnen Regionen. In dem vergleichsweise niedrigen Wert für Mittelhessen spiegeln sich dementsprechend die geringen Neubauraten und der kleinere Gebäudebestand dieses Regierungsbezirks wider.

Eine Zusammenstellung des Flächenbedarfs der flächenrelevanten Biomasseenergieträger im technischen Potenzial nach den Regierungsbezirken sowie für die Landkreise und kreisfreien Städte ist im Anhang 8.3 zu finden.

Tabelle 5-13: Technisches Potenzial der Geothermie in Hessen und den Untersuchungsregionen – Variante A

Technisches Potenzial Variante A	Geothermie an Gebäuden	Tiefengeothermie *
	GWh *	
Land Hessen	**7.595**	**5.675**
Reg. Bez. Kassel	1.200	0
Reg. Bez. Gießen	755	0
Reg. Bez. Darmstadt	5.640	5.675
davon Regionalverband	3.580	3.590

* auf 5er gerundet

5.4.2 Ergebnisse Technisches Potenzial Variante B

Die Potenziale, die sich mit der in Kapitel 4.4.4 dargestellten Vorgehensweise ergeben, sind in Tabelle 5-14 zusammengefasst. Die Windenergie ist demnach in der Variante B

des technischen Potenzials mit fast 133 TWh die Erneuerbare Energie mit dem mit Abstand größten Potenzial. Biomasse, Solarthermie, Photovoltaik und Geothermie haben Potenziale im Bereich von 12 TWh bis 24 TWh. Insgesamt ergibt sich in Variante B ein Gesamtpotenzial der Erneuerbaren Energien in Hessen von rund 199 TWh. Davon entfallen mehr als 40% auf den Regierungsbezirk Darmstadt, ein Drittel auf den Regierungsbezirk Kassel und ein Viertel auf den Regierungsbezirk Gießen.

Die Windpotenziale und die flächenrelevante Biomasse liegen in allen Regierungsbezirken in der gleichen Größenordnung. Bei der Wasserkraft weisen Nord- und Südhessen vergleichbare Potenziale auf. Bei allen anderen Erneuerbaren Energieträgern ist das Potenzial des südhessischen Bereichs deutlich größer, als das der beiden anderen Regierungsbezirke. Im Fall der Geothermie liegt das unter anderem daran, dass das Potenzial der tiefen Geothermie allein auf Südhessen beschränkt ist. Bei der Solarthermie resultiert das hohe Potenzial aus der großen Anzahl der Gebäude.

Tabelle 5-14: Übersicht Technisches Potenzial Erneuerbarer Energien Variante B

Technisches Potenzial Variante B	flächenrelevant			Flächenneutral					Summe
	Wind-energie	Biomasse - Energiepflanzen	PV-FFA	Solarthermie	Photovoltaik an Gebäuden	Geothermie	Biomasse - flächenneutral	Wasserkraft	
	GWh			GWh					
Land Hessen	**132.560**	**2.730**	**16.640**	**17.460**	**7.320**	**12.385**	**9.020**	**520**	**198.635**
Reg. Bez. Kassel	50.110	1.170	4.410	3.640	1.595	1.010	2.860	255	65.050
Reg. Bez. Gießen	37.780	710	3.120	3.035	1.390	635	1.960	50	48.680
Reg. Bez. Darmstadt	44.670	850	9.110	10.785	4.335	10.740	4.200	215	84.905
davon Regionalverband	7.990	335	3.690	6.425	2.440	6.915	1.965	105	29.865

Energieangaben auf 5er gerundet

Vergleicht man diese Ergebnisse mit denen der Variante A, so fallen folgende Punkte auf:

- Die Potenziale für Windenergie, Biomasse und Wasserkraft sind unverändert. Dies ist der Fall, da hinsichtlich der Flächennutzung untereinander keine Konkurrenzen bestehen (z.B. Doppelnutzung der Fläche durch Wind und Biomasse, Wasserkraft) oder weil sie prioritär behandelt wurden (Biomasse versus PV-FFA).
- Das Potenzial der PV-Freiflächenanlagen beträgt in Variante B knapp 17 TWh[64] und damit weniger als ein Zehntel des Wertes aus Variante A.
  Hierfür sind folgende Annahmen verantwortlich:
  - Keine Doppelnutzung von Flächen durch Wind und Photovoltaik, und
  - Vorrang der Biomasse auf Acker- und Grünlandflächen.
  PV-Freiflächenanlagen würden in diesem Szenario nur auf sonstigen Flächen errichtet werden.[65] Falls PV-Freiflächenanlagen in größerem Umfang genutzt

[64] entsprechend etwa 54.000 ha, d.h. rd. 2,5% der Fläche Hessen

[65] Hier sei angemerkt, dass aufgrund der Qualität der Ausgangsdaten zu den Flächen nicht auszuschließen ist, dass in diesen Restflächen auch solche enthalten sind, die für die Installation von PV-Freiflächenanlagen nicht unbedingt geeignet sind. Durch Detailanalysen könnten diese identifiziert werden und eine entsprechende Anpassung (= Reduktion) des Potenzials vorgenommen werden.

werden sollten, wäre es demnach erforderlich, diese auf Acker- oder Grünland zu errichten. Diese Flächen wären dann entweder nicht für den Anbau von Biomasse verfügbar oder würden Flächenanteile einnehmen, die bislang der Erzeugung von Nahrungs- oder Futtermitteln zugeordnet wurden.

- Das Potenzial der Photovoltaik an Gebäuden fällt niedriger aus als in Variante A. Das ist auf die getroffene Annahme zurückzuführen, dass an Wohngebäuden zunächst etwa ein Drittel der an Gebäuden geeigneten Flächen für solarthermische Anlagen reserviert werden und die verbleibenden Flächen dann durch Photovoltaik genutzt werden können.
- Die Potenziale für solarthermische Anlagen und Geothermie an Gebäuden ändern sich durch die Konkurrenz der beiden Techniken nur geringfügig, da der Einsatz von Wärmepumpen schwerpunktmäßig im Neubau erfolgen wird und in Sanierungsfällen nur für Ein- und Zweifamilienhäuser geeignet ist.[66]

5.4.3 Ergebnisse Potenzial Repowering

Wie in Kapitel 4.4.5 geschildert, wird das Potenzial für Repowering unter der Annahme ermittelt, dass alle bestehenden Anlagen durch 3 MW-Anlagen ersetzt werden. Die Einbeziehung aller Anlagen ist gerechtfertigt, da derzeit keiner der Regionalpläne rechtswirksame Festlegungen zum Thema Windenergie hat. Daher beschränkt sich die Betrachtung auf das Potenzial, das durch Repowering der derzeit existierenden Windenergieanlagen vorhanden ist. Die Abschätzung wurde auf der Basis der Daten des [HMWVL 2011b] vorgenommen, bei denen für 619 Anlagen die Standorten und die installierte Leistung bekannt waren.

Auf der Basis dieser Daten wurden zwei mögliche Repoweringansätze untersucht: In einem Fall wurde angenommen, dass alle bestehenden Anlagen ersetzt werden, im zweiten wurde davon ausgegangen, dass an Standorten mit zehn und mehr Anlagen eine Halbierung der Anlagenzahl erfolgt.

[66] Der Einsatz großer Wärmepumpen in zentralen Wärmeversorgungssystemen wird durch die Installation von thermischen Solaranlagen nur unwesentlich beeinflusst, weshalb für die beiden Techniken keine Konkurrenzsituation gesehen wird.

Tabelle 5-15: Abschätzung des Effekts durch Repowering

Region	Leistung April 2011 (MW)	Anlagenzahl April 2011	Leistung nach Repowering * [MW]	Leistung nach Repowering ** [MW]
Reg. Bez. Kassel	238	263	552	789
Reg. Bez. Gießen	240	252	534	756
Reg. Bez. Darmstadt	123	104	264	312
davon Regionalver-band	34	27	81	81
Hessen	**601**	**619**	**1.350**	**1.857**

* Repowering mit Reduktion Anlagenzahlen bei Clustern mit 10 Anlagen und mehr

** Repowering aller Anlagen; Anlagenbestand 21. April 2011 [HMWVL 2011b]

Die Ergebnisse in Tabelle 5.15 zeigen, dass sich selbst bei Repowering mit Reduktion der Anlagenzahl die Gesamtleistung verdoppeln würde. Durch Repowering aller bestehenden Anlagen, könnte man etwa eine Verdreifachung der Leistung erreichen. Die repowerten Anlagen würden ca. 5% – 6% des hessischen Strombedarfs in 2030 decken.

5.4.4 Ergebnisse Szenario „Basisvariante 2020"

Gemäß der „Basisvariante 2020" soll im Jahr 2020 der Anteil der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch 20% betragen. Die Ausbauziele für die einzelnen Erneuerbaren Energien bis 2020 wurden in der „Basisvariante 2020" ebenfalls festgelegt.

Tabelle 5-16: Ergebnisse Szenario "Basisvariante 2020" *

Region	Szenario „Basisvariante 2020" (Ausbauziele Erneuerbare Energien gem. „Basisvariante 2020")							
	Biomasse 9.500 GWh		**Solarenergie 3.000 GWh**		**Geo-thermie 1.000 GWh**	**Wasser-kraft 500 GWh**	**Wind-energie 7.000 GWh**	**Summe**
	Flächen-rele-vant	Flächen-neutral	Flächen-relevant (PV-FFA)*	Flächen-neutral Gebäu-de	Flächen-neutral	Flächen-neutral	Flächen-relevant	
	GWh *							
Hessen	**2.730**	**6.770**	**890**	**2.110**	**1.000**	**500**	**7.000**	**21.000**
Reg. Bez. KS *	1.170	1.975	210	840	130	245	2.130	**6.700**
Reg. Bez. GI *	710	1.390	300	510	130	45	3.000	**6.085**
Reg. Bez. DA *	850	3.405	380	760	740	210	1.870	**8.215**
davon Regional-verband	335	1.640	125	340	425	100	340	**3.305**

* auf 5er gerundet

Die Ergebnisse des Szenarios „Basisvariante 2020" sind in Tabelle 5-16 und in Abbildung 5-16 in zusammengefasst. Die Energiebereitstellung im Jahr 2020 durch Erneuerbare Energien setzt sich zusammen aus 10.380 GWh (49,3%) aus flächenneutralen Technologien und 10.620 GWh (50,7%) aus flächenrelevanten Erzeugungsanlagen. Mit 8.215 GWh bzw. 39% entfällt der größte Anteil der Energiebereitstellung auf den Regierungsbezirk Darmstadt, gefolgt vom Reg. Bez. Kassel mit 6.700 GWh bzw. 32% und dem Reg. Bez. Gießen mit 6.090 GWh oder 29%. Auf den Regionalverband entfallen mit 3.305 GWh bzw. 16% der Energieerzeugung. Abbildung 5-16 zeigt für das Szenario „Basisvariante 2020" auf, welche Beiträge der Energieerzeugung auf die Landkreise entfallen könnten.[67] Insgesamt weisen Windenergie und flächenneutrale Biomasse die größten Anteile an der Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien auf. Dabei dominiert in Nord- und Mittelhessen die Windenergie, während im südhessischen Raum die flächenneutralen Energien die wesentlichen Anteile an der Energiebereitstellung haben. Die Geothermie ist in Südhessen auf die zwei Landkreise Groß-Gerau und Main-Taunus-Kreis sowie die Stadt Wiesbaden konzentriert. In dicht besiedelten Gebieten, d.h. insbesondere in den kreisfreien Städten, sind die Anteile der flächenrelevanten Energie erwartungsgemäß sehr gering.

Im Gebiet des Regionalverbandes trägt die flächenneutrale Biomasse etwas mehr als die Hälfte der gesamten Energie, die durch Erneuerbare Energien bereitgestellt wird, bei. Auffällig ist der hohe Anteil der tiefen Geothermie. Dies liegt daran, dass das technische Potenzial der tiefen Geothermie zum Großteil im Bereich des Regionalverbandes liegt und dadurch selbst mit den vorgenommenen konservativen Setzungen für diesen Bereich ein höherer Beitrag dieser Energie abgeschätzt wurde. Die Gegenüberstellung des Endenergiebedarfs 2020 und der in diesem Szenario berechneten Energiebereitstellung aus Erneuerbaren Energien ist in Tabelle 5-17 auf der Ebene der Untersuchungsregionen (Hessen, Regierungsbezirke, Regionalverband) zusammengefasst.

Tabelle 5-17: Szenario „Basisvariante 2020": Anteil Erneuerbarer Energien 2020 *

Region	Endenergiebedarf 2020	Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020*	Anteil Erneuerbare Energien am Endenergiebedarf
	GWh *		In % *
Land Hessen	**104.890**	**21.000**	**20%**
Reg. Bez. KS	21.495	6.700	31%
Reg. Bez. GI	18.425	6.085	33%
Reg. Bez. DA	64.970	8.215	13%
davon Regionalverband	38.040	3.305	9%

* Energieangaben auf 5er gerundet, bei Prozenten auf ganze Zahlen gerundet

[67] Die Zahlenangaben für die Landkreise und kreisfreien Städte sind in den Regionalberichten enthalten und im Anhang 8.4 graphisch dargestellt.

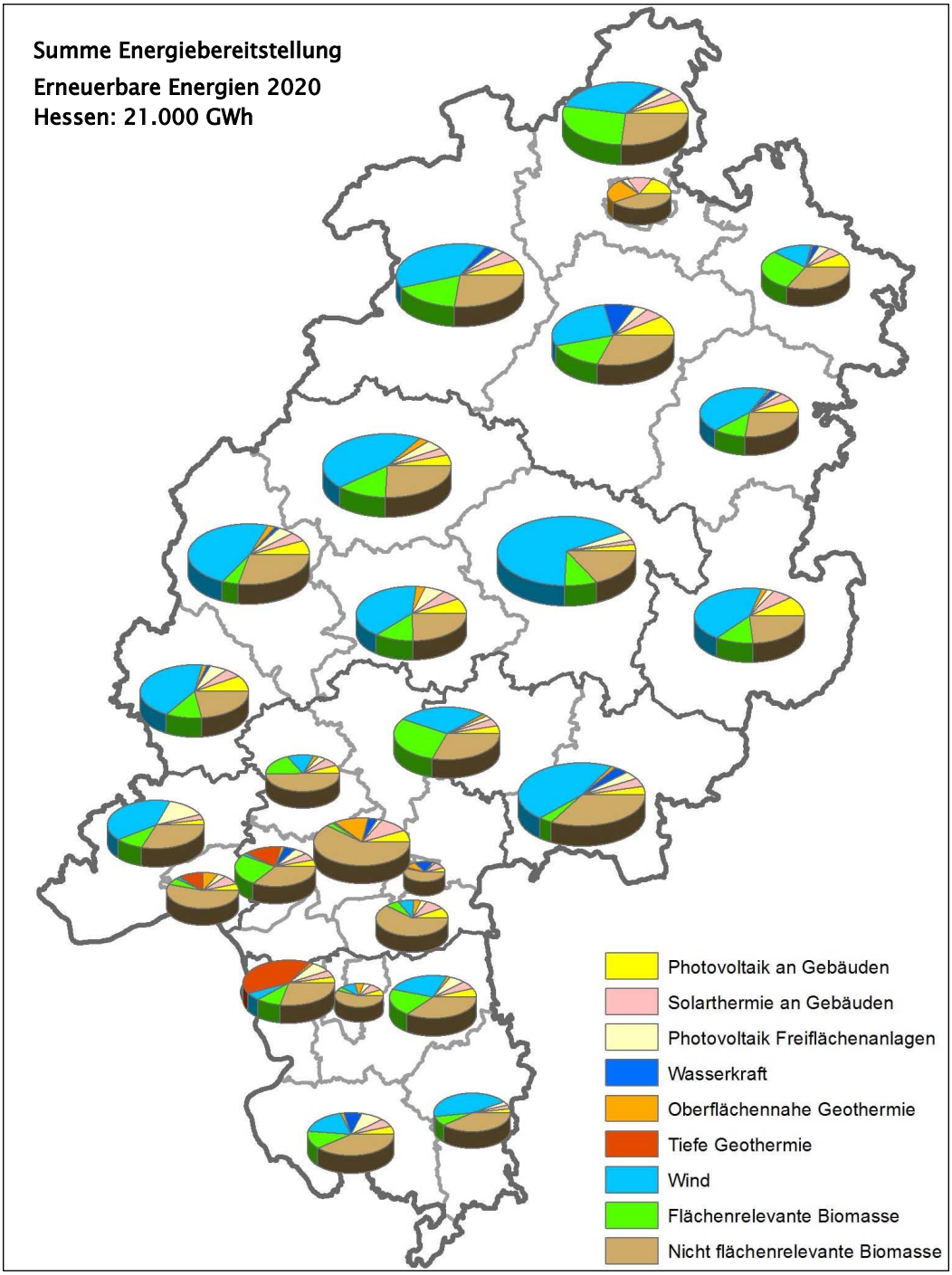


Abbildung 5-16: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 in Hessen – Szenario „Basisvariante 2020"

Auf Landesebene werden die Ziele hinsichtlich der Anteile erneuerbarer Energien an der Strom- bzw. Wärmeerzeugung mit 38% (Tabelle 5-18) und 13% (Tabelle 5-19) nahezu erreicht. Auf der Ebene der Regierungsbezirke zeigt sich allerdings, dass der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromerzeugung in Nordhessen und Mittelhessen deutlich höher liegt und in Südhessen nur vergleichsweise geringe Anteile am End-

energiebedarf des Stroms erbracht werden können. Dies liegt für den Reg. Bez. Gießen darin begründet, dass hier zur Zielerreichung (33%) die Windenergie sehr stark ausgebaut werden muss.

Der niedrige Anteil für den Regierungsbezirk Darmstadt hat mehrere Ursachen. Zum einen liegt es daran, dass für Mittelhessen der Zielwert von 33% Erneuerbare Energien an der Endenergiebereitstellung bis 2020 als Ziel vorgegeben war und demgemäß die Anteile der anderen Untersuchungsregionen niedriger ausfallen mussten (siehe Kapitel 4.6.6). Zum anderen ist der Anteil Südhessens am Endenergiebedarf 2020 mit 62% sehr hoch und die Potenziale sind nicht in gleichem Maß vorhanden. Da aber bei in den Szenariobetrachtungen davon ausgegangen wird, dass in den Untersuchungsregionen gleiche Anteile der Potenziale genutzt werden, fällt der Beitrag der EE zur Bereitstellung der Endenergie in 2020 in dieser Region im Szenario geringer aus und die Anteile in Nordhessen sind aufgrund der höheren Potenziale und des geringeren Bedarfs deutlich größer. Im Prinzip sind die Potenziale Erneuerbarer Energien im Regierungsbezirk Darmstadt groß genug, um auch deutlich höhere Anteil der Endenergie zu decken. Allerdings wären hierfür merklich größere Erschließungsgrade erforderlich als im Szenario angenommen (siehe dazu auch Kapitel 4.4.6).

Tabelle 5-18: Szenario „Basisvariante 2020": Erneuerbare Energien Strom 2020*

Region	Endenergiebedarf Strom 2020	Endenergie Strom aus Erneuerbaren Energien 2020	Anteil Erneuerbare Energien an Endenergiebedarf Strom 2020
	GWh *		In % *
Land Hessen	**31.360**	**11.785**	**38%**
Reg. Bez. Kassel	6.485	3.875	60%
Reg. Bez. Gießen	5.515	4.135	75%
Reg. Bez. Darmstadt	19.360	3.775	20%
davon Regionalverband	10.740	1.185	11%

Tabelle 5-19: Szenario „Basisvariante 2020": Erneuerbare Energien Wärme 2020*

Region	Endenergiebedarf Wärme 2020	Endenergie Wärme aus Erneuerbaren Energien 2020	Anteil Erneuerbare Energien an Endenergiebedarf Wärme 2020
	GWh *		% *
Land Hessen	**73.530**	**9.215**	**13%**
Reg. Bez. Kassel	15.010	2.825	19%
Reg. Bez. Gießen	12.910	1.950	15%
Reg. Bez. Darmstadt	45.610	4.440	10%
davon Regionalverband	27.300	2.120	8%

* Energieangaben auf 5er gerundet, bei Prozenten auf ganze Zahlen gerundet

In den Tabellen 5-18 und 5-19 sind die Anteile der Erneuerbaren Energien nach Strom und Wärme differenziert. Auch hier zeigen sich dieselben Trends wie bei der Betrachtung der Summe der Endenergie.

Der Flächenbedarf, der sich durch den Ausbau der flächenrelevanten Technologien ergibt, um die Ausbauziele der „Basisvariante 2020" hinsichtlich der einzelnen Erneuerbaren Energien umzusetzen, ist in Tabelle 5-20 zusammengefasst. Dabei wird berücksichtigt, dass eine Doppelnutzung der Fläche durch Wind und Biomasse möglich ist, dies jedoch für PV-FFA nicht angenommen wurde. Daher dürfen die Einzelangaben auch nicht einfach aufsummiert werden. Insgesamt werden in diesem Szenario 111.055 ha entsprechend 5,3% der hessischen Landesfläche genutzt. Es zeigt sich, dass mit 108.175 ha rund 97% auf die flächenrelevante Biomasse und nur knapp 3% auf die PV-FFA des gesamten Flächenbedarfs entfallen.[68] Auf den Reg. Bez. Kassel entfallen 42%, auf den Reg. Bez. Darmstadt 31% und auf den Reg. Bez. Gießen 27% des Flächenbedarfs. Der Flächenbedarf für WEA ist im Reg. Bez. Gießen am höchsten, da das Ziel 33% EE am Endenergiebedarf nur über den massiven Ausbau der WEA zu erreichen ist.

Tabelle 5-20: Flächenbedarf Szenario „Basisvariante 2020

Region	Wind-energie	Biomasse Ener-giepflanzen	PV-FFA	Gesamt**	Flächenan-teil an Region
	Fläche in ha *				% *
Land Hessen	**21.210**	**108.175**	**2.880**	**111.055**	**5,3%**
Reg. Bez. Kassel	6.420	45.690	700	46.390	5,6%
Reg. Bez. Gießen	9.090	29.705	960	30.665	5,7%
Reg. Bez. Darmstadt	5.700	32.780	1.220	34.000	4,6%
davon Regionalverband	1.080	11.590	355	11.945	4,9%

* alle Energieangaben auf 5er gerundet, Prozentangaben auf ganze Zahlen gerundet

** Unter Berücksichtigung der Annahme, dass auf Ackerflächen mit Anbau von Energiepflanzen auch Windenergieanlagen installiert sind; Gesamtfläche ist nicht Summe der Einzelflächen.

Da der Reg.Bez. Kassel das größte Biomassepotenzial aufweist, fällt hier der Ausbau der flächenrelevanten Biomasse auch am höchsten aus. Hinsichtlich der Flächenangaben sei folgendes angemerkt: Sofern Doppelnutzung durch Wind und Biomasse nicht möglich wäre, müssten in diesem Szenario alle WKA außerhalb von landwirtschaftlicher

[68] Aufgrund der Annahme der Doppelnutzung von Flächen durch Wind und Biomasse dürfen Einzelflächen nicht addiert werden. Ohne Doppelnutzung würden 132.270 ha benötigt; die Biomasse hätte dann einen Anteil von 82% an der Flächennutzung, auf die Windenergie würden 16% entfalle, auf PV-FFA 2% der genutzten Fläche. In der Praxis werden Doppelnutzung landwirtschaftlicher Fläche durch energetische Biomasse und Windenergie sowie Windenergieanlagen in Waldgebieten und die Errichtung von Windenergieanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen mit Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln vorkommen.

Fläche errichtet werden, da die für energetische Nutzung geeignete, maximale Fläche bereits durch die Biomasse genutzt wird. Für die Photovoltaik wurde dies ohnehin angenommen (siehe Kapitel 4.4). Der Ausbau der Windenergie wurde entsprechend der in Kapitel 4.4.7 beschriebenen Methodik umgesetzt. Den größten Beitrag soll in „Basisvariante 2020" mit 9.500 GWh die Biomasse leisten. Aufgrund der Randbedingung dieses Szenarios, dass insbesondere die flächenrelevanten Biomassen ausgebaut werden sollen, wird das gesamte technische Potenzial der flächenrelevanten Biomasse in Höhe von 2.730 GWh berücksichtigt. Dies entspricht einer Acker- und Grünlandfläche von insgesamt rund 108.175 ha. Die Ergebnisse in Tabelle 5-21 zeigen, dass 42% (1.040 GWh) des Ausbaus der flächenrelevanten Biomasse aufgrund des dortigen hohen technischen Potenzials im Regierungsbezirk Kassel erfolgt. Damit das Ziel 14% Erneuerbare Wärme auf Landesebene erreicht werden kann, wurde bei den flächenneutralen Biomassen insbesondere der Ausbau derjenigen Biomassearten berücksichtigt, die hauptsächlich Wärme erzeugen. Die zu Grunde gelegten Ausnutzungsgrade des technischen Potenzials, die die Gutachter bis 2020 für realisierbar halten, liegen für einige Biomassearten unter denen der Biomassepotenzialstudie, siehe hierzu auch Tabelle 8-12 im Anhang. Dies betrifft insbesondere Landschaftspflegeholz, Verkehrsbegleitgrün und holzige Grünabfälle aus der Überlegung heraus, dass durch erhebliche Erdanhaftungen und Belastungen durch Schwermetalle die wirtschaftliche Erschließung bis 2020 nur in geringerem Ausmaß realisierbar sein wird.

Tabelle 5-21: Ausbau der flächenrelevanten und flächenneutralen Biomasse bis 2020 – Szenario „Basisvariante 2020" **

Region	Ausbau der Biomasse bis 2020 [GWh] *		
	Bestand 2008 **	Ausbau bis 2020	Bestand 2020
Flächenrelevante Biomasse			
Land Hessen	**250**	**2.480**	**2.730**
Reg. Bez. Kassel	130	1.040	1.170
Reg. Bez. Gießen	45	665	710
Reg. Bez. Darmstadt	75	775	850
davon Regionalverband	30	300	330
Flächenneutrale Biomasse			
Land Hessen	**5.090**	**1.680**	**6.770**
Reg. Bez. Kassel	1.465	510	1.975
Reg. Bez. Gießen	1.030	360	1.390
Reg. Bez. Darmstadt	2.595	810	3.405
davon Regionalverband	1.280	360	1.640

* auf 5er gerundet; ** ohne Importe von Biomasse, daher geringerer Beitrag als in Abb. 5-6

Das Ausbauziel des Szenarios „Basisvariante 2020" hinsichtlich der Geothermie in Höhe von 1.000 GWh setzt sich in diesem Szenario zusammen aus tiefer Geothermie mit einer Strom- und Wärmeerzeugung von insgesamt 440 GWh und aus oberflächennaher Geothermie mit einer Wärmeerzeugung von 560 GWh.

Tabelle 5-22: Strom- und Wärmeerzeugung aus tiefer Geothermie 2020

Region	Wärmeerzeugung	Stromerzeugung	Erzeugung gesamt
	[GWh]		
Landkreis Groß-Gerau	202	75	277
Landkreis Wiesbaden	37	24	61
Landkreis Main-Taunus-Kreis	38	64	102
Regierungsbezirk Darmstadt	**277**	**163**	**440**
davon Regionalverband	158	115	273

Aus Tabelle 5-22 wird ersichtlich, dass sich die momentanen Planungen von Geothermiekraftwerken auf nur drei Landkreise im Reg.Bez. Darmstadt beschränken, von denen Groß-Gerau mit einem Anteil von ca. 63% den überwiegenden Teil der Erzeugung stellen könnte.

Die Solarenergie soll 2020 3.000 GWh zur Energieerzeugung beitragen. Davon entfallen 2.110 GWh auf Solarenergie an Gebäuden und 890 GWh auf PV-Freiflächenanlagen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5-23 zusammengefasst.

Tabelle 5-23: Strom- und Wärmeerzeugung aus Solarenergie 2020

Region	PV-Freiflächen-anlagen	Solarthermie	Photovoltaik	Gesamt Solarenergie
	[GWh]			
Land Hessen	**890**	**990**	**1.120**	**3.000**
Reg. Bez. Kassel	210	350	490	1.050
Reg. Bez. Gießen	300	220	290	810
Reg. Bez. Darmstadt	380	420	340	1.140
davon Regionalverband	130	200	140	470

5.4.5 Ergebnisse Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

Im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“ wird dargestellt, wie das Gesamtziel Hessens, d.h. die Bereitstellung von 20% des Endenergiebedarfs durch Erneuerbare Energien bis 2020 (Ziel Mittelhessen 33%), mit möglichst geringer Flächeninanspruchnahme erreicht werden kann. Die Ausbauziele der einzelnen Erneuerbaren Energien, wie sie in [Energie-Forum 2010] vereinbart wurden, bleiben im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" unberücksichtigt.

Die Ergebnisse des Szenarios „Geringste Flächeninanspruchnahme“ sind in den folgenden Abbildungen und in Tabelle 5-24 zusammengefasst. Die Energiebereitstellung von insgesamt 21.000 GWh setzt sich zusammen aus 11.590 GWh (55%) aus flächenneutralen Technologien und 9.410 GWh (45%) aus flächenrelevanten Erzeugungsanlagen. Mit 8.110 GWh bzw. 39% entfällt auch in diesem Szenario der größte Anteil der Energiebereitstellung auf den Regierungsbezirk Darmstadt, gefolgt vom Reg. Bez. Kassel mit 6.805 GWh bzw. 32% und dem Reg.Bez. Gießen mit 6.085 GWh oder 29%. Auf den Regionalverband entfallen mit 3.190 GWh 16% der Energieerzeugung.

Tabelle 5-24: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

Region	Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" 21 TWh des Endenergieverbrauchs durch EE							
	Biomasse		Solarenergie		Geo-thermie	Wasser-kraft	Wind-energie	Summe
	Flächen-relevant	Flächen-neutral	Flächen-relevant (PV-FFA)*	Flächen-neutral Gebäude	Flächen-neutral	Flächen-neutral	Flächen-relevant	
	[GWh] *							
Hessen	**790**	**7.980**	**55**	**2.110**	**1.000**	**500**	**8.565**	**21.000**
Reg. Bez. KS	360	2.490	40	840	130	245	2.700	**6.805**
Reg. Bez. GI	190	1.715	5	510	130	45	3.490	**6.085**
Reg. Bez. DA	240	3.775	10	760	740	210	2.375	**8.110**
davon Regionalverband	100	1.790	0	340	425	100	435	**3.190**

* auf 5er gerundet

Die Abbildung 5-17 zeigt für das Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" die Beiträge der Erneuerbaren Energien zur Energieerzeugung auf Landkreisebene. Es sind grundsätzlich vergleichbare Trends zu erkennen wie im Szenario „Basisvariante 2020". Auch im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" weisen Windenergie und flächenneutrale Biomasse die größten Anteile aus. Die Windenergie dominiert hierbei noch stärker, insbesondere in Mittelhessen. Der Anteil der flächenrelevanten Energien ist in den dicht besiedelten kreisfreien Städten noch kleiner als im vorangegangen Szenario und spielt dort praktisch keine Rolle mehr. Die Abbildungen für die einzelnen Untersuchungsregionen können dem Anhang 8.5 entnommen werden.

Die Gegenüberstellung des Endenergiebedarfs 2020 und des Anteils Erneuerbarer Energien an der Energiebereitstellung im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" in Hessen, in den Regierungsbezirken und im Regionalverband ist in Tabelle 5-25 zusammengefasst. Neben den Zielen des Bundeslands Hessen und des Reg. Bez. Gießen, die als Annahmen in die Szenarien eingegangen sind, zeigen die Ergebnisse für den Reg. Bez. Darmstadt einen Anteil erneuerbarer Energien in Höhe von 12% am End-

energiebedarf, für den Regionalverband lediglich 9% und für den Reg. Bez. Kassel einen Anteil von 32%.

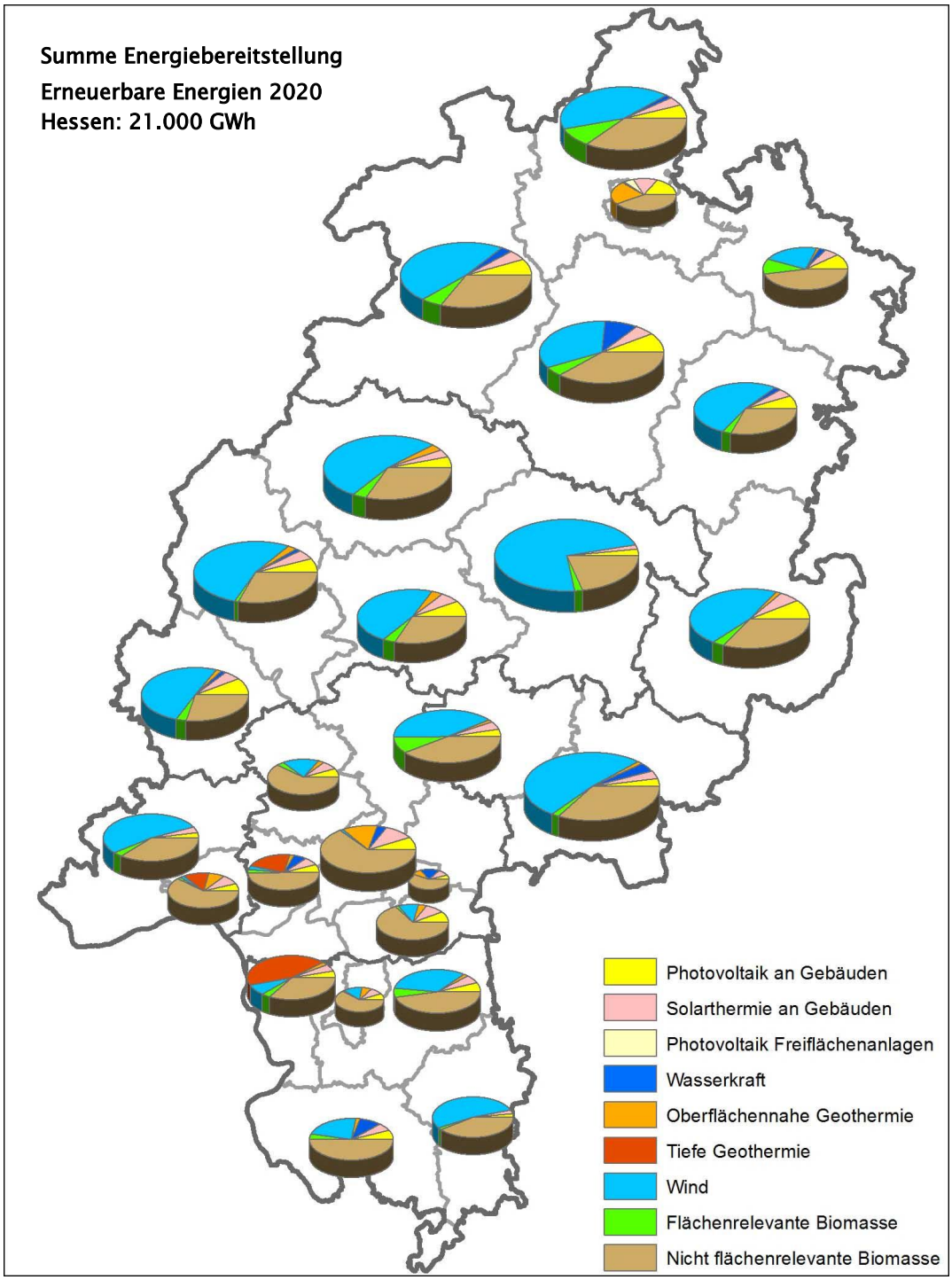


Abbildung 5-17: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 in Hessen – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

Auf Landesebene werden die Ziele des Bundes für die Anteile der Erneuerbaren Energien am Strom mit 38% etwas übertroffen, bei der Wärme mit 12% nahezu erreicht

(14%). Für Mittel- und Nordhessen liegen die Anteile weit darüber. Im Fall des Reg. Bez. Gießen liegt es darin, dass zur Zielerreichung des Anteils von 33% EE an der Energiebereitstellung in 2020 die Windenergie sehr stark ausgebaut werden muss, in Nordhessen sind die großen Potenziale bzw. Suchräume die Ursache.

Tabelle 5-25: Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergiebedarf 2020

Region	Endenergie-bedarf 2020	Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020*	Anteil Erneuerbare Energien am Endenergiebedarf
	[GWh] *		
Land Hessen	**104.890**	**21.000**	**20%**
Reg. Bez. Kassel	21.495	6.805	32%
Reg. Bez. Gießen	18.425	6.085	33%
Reg. Bez. Darmstadt	64.970	8.110	12%
davon Regionalverband	38.040	3.190	8%

* alle Energieangaben auf 5er gerundet, Prozentangaben auf ganze Zahlen gerundet

Tabelle 5-26: Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme": Anteil Erneuerbarer Energien Strom 2020

Region	Endenergie-bedarf Strom 2020	Endenergie Strom aus Erneuerbaren Energien 2020	Anteil Erneuerbare Energien an Endenergiebedarf Strom 2020
	[GWh] *		
Land Hessen	**31.360**	**11.875**	**38%**
Reg. Bez. Kassel	6.485	3.990	62%
Reg. Bez. Gießen	5.515	4.145	75%
Reg. Bez. Darmstadt	19.360	3.740	19%
davon Regionalverband	10.740	1.090	10%

Tabelle 5-27: Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme": Anteil Erneuerbarer Energien Wärme 2020

Region	Endenergie-bedarf Wärme 2020	Endenergie Wärme aus Erneuerbaren Energien 2020	Anteil Erneuerbare Energien an Endenergiebedarf Wärme 2020
	[GWh] *		
Land Hessen	**73.530**	**9.125**	**12%**
Reg. Bez. Kassel	15.010	2.815	19%
Reg. Bez. Gießen	12.910	1.940	15%
Reg. Bez. Darmstadt	45.610	4.370	10%
davon Regionalverband	27.300	2.100	8%

* alle Energieangaben auf 5er gerundet, Prozentangaben auf ganze Zahlen gerundet

Der Flächenbedarf, der sich durch den Ausbau der flächenrelevanten Technologien im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" zur Erreichung des [Energie-Forum 2010] definierte Ausbauziel ergibt, ist in Tabelle 5-28 zusammengefasst.

Tabelle 5-28: Flächenbedarf Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

Region	Wind-energie	Biomasse Ener-giepflanzen	PV-FFA	Gesamt**	Flächen-anteil an Region
	Fläche in ha *				
Land Hessen	**25.490**	**32.180**	**185**	**36.820**	**1,7%**
Reg. Bez. KS	8.130	13.865	140	14.080	1,7%
Reg. Bez. GI	10.550	8.455	10	11.385	2,1%
Reg. Bez. DA	6.810	9.860	35	11.355	1,5%
davon Regionalverband	1.370	3.805	0	3.805	1,5%

* alle Werte auf 5er gerundet

** Unter Berücksichtigung der Doppelnutzung von Flächen durch Biomasse und Wind, Gesamtfläche ist nicht die Summe der Einzelflächen.

Der Vergleich mit Tabelle 5-20 zeigt, dass das Ziel der Bereitstellung von 20% der Endenergie durch Erneuerbare Energien mit deutlich kleinerer Flächeninanspruchnahme erreicht werden kann, wenn Windenergie in höherem Maße genutzt wird als im Szenario „Basisvariante 2020" angenommen. Unter den in dem Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" getroffenen Annahmen reduziert sich die zur Zielerreichung erforderliche Fläche auf 36.820 ha bzw. 1,7% der Landesflächen Hessens. Dies ist nur ein Drittel der Fläche, die im Szenario „Basisvariante 2020" zur Zielerreichung genutzt werden müsste. Würde man von der Annahme der Doppelnutzung absehen, dann würde die erforderlich Fläche zwar auf etwas über 57.855 ha (2,7% der Landesfläche) ansteigen. Dies wäre aber nur etwa die Hälfte der Fläche, die im Szenario „Basisvariante 2020" energetisch genutzt würde (rund 111.055 ha).

Entsprechend der Annahme, dass in diesem Szenario kein Ausbau der PV-FFA angenommen wurde, ist der Flächenbedarf für diese Erneuerbare Energie verschwindend gering. Mit 32.180 Hektar hat die flächenrelevante Biomasse in diesem Szenario den größten Flächenbedarf, jedoch ist der Unterschied zur Windenergie nicht so groß wie im Fall des Szenarios „Basisvariante 2020". Auf den Reg. Bez. Kassel entfallen 38% und auf die Reg. Bez. Darmstadt und Gießen jeweils 31% des Flächenbedarfs. Der Flächenbedarf für WEA ist im Reg. Bez. Gießen am höchsten, da das Ziel 33% EE am Endenergiebedarf nur über den massiven Ausbau der WEA zu erreichen ist. Aufgrund des größten Biomassepotenzials im Reg. Bez. Kassel fällt hier der Ausbau der flächenrelevanten Biomasse auch am höchsten aus.

Entsprechend der in Kapitel 4.4.8 erläuterten Methodik erfolgt die Berücksichtigung der einzelnen Erneuerbaren Energien in diesem Szenario in der Reihenfolge abneh-

mender flächenspezifischer Energieerträge. Demnach werden zunächst die Solarenergie an Gebäuden, die tiefe sowie die oberflächennahe Geothermie und die Wasserkraft berücksichtigt. Da dies auch im Szenario „Basisvariante 2020" zugrunde gelegt wurde, sind die Ergebnisse beider Szenarien hinsichtlich dieser Erneuerbaren Energien identisch.

Tabelle 5-29: Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" – Ausbau der flächenneutralen und flächenrelevanten Biomasse bis 2020

	Bestand 2008 *	Ausbau bis 2020	Bestand 2020
	Energiebereitstellung Flächenneutrale Biomasse [GWh] **		
Land Hessen	**5.090**	**2.890**	**7.980**
Reg. Bez. Gießen	1.030	685	1.715
Reg. Bez. Kassel	1.465	1.025	2.490
Reg. Bez. Darmstadt	2.595	1.180	3.775
davon Regionalverband	1.280	510	1.790
	Bestand 2008 *	**Ausbau bis 2020**	**Bestand 2020**
	Energiebereitstellung Flächenrelevante Biomasse [GWh]		
Land Hessen	**250**	**540**	**790**
Reg. Bez. Kassel	130	230	360
Reg. Bez. Gießen	45	140	190
Reg. Bez. Darmstadt	75	170	240
davon Regionalverband	30	70	100

* ohne Importe von Biomasse, daher geringerer Beitrag als in Abb. 5-6

** auf 5er gerundet

Im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" orientiert sich die Abschätzung des Ausbaus der flächenneutralen Biomassen an den Ausbaugraden, die von den Gutachtern als realistisch erachtet werden (siehe hierzu Tabelle 8-12 im Anhang). Die flächenneutrale Biomasse 2020 setzt sich in diesem Szenario zusammen aus dem Bestand 2008 in Höhe von 5.090 GWh und einem Ausbau der flächenneutralen Biomasse in Höhe von 2.890 GWh. Der abgeschätzte Ausbau nach Regierungsbezirken ist in Tabelle 5-29 dargestellt. Es zeigt sich, dass 41% des Ausbaus im Regierungsbezirk Darmstadt und 35% im Reg. Bez. Kassel erfolgen müssen.

Die notwendige Energiebereitstellung durch die flächenrelevanten Energietechnologien (WEA, PV-FFA, flächenrelevante Biomasse) ergibt sich aus der Differenz des Ausbauziels (21.000 GWh) und der Energiebereitstellung durch flächenneutrale Energietechnologien (Solarenergie, Geothermie, Wasserkraft, flächenneutrale Biomasse) (siehe Kapitel 5.4.4, Tabelle 5-24). Der Ausbau der flächenrelevanten Biomasse bis 2020 orientiert sich an abgeschätzten Ausbaugraden (siehe hierzu Tabelle 8-12 im Anhang) und

ist ebenfalls Tabelle 5-29 zu entnehmen. 43% des Ausbaus der flächenrelevanten Biomasse entfallen auf den Regierungsbezirk Kassel, 31% auf den Reg. Bez. Darmstadt und 26% auf den Reg. Bez. Gießen. Die höchsten Energieerträge pro Fläche können durch die Doppelnutzung der Fläche durch Windenergieanlagen und Anbau von Energiepflanzen (flächenrelevant) erreicht werden. Die Energiebereitstellung durch PV-Freiflächenanlagen wird angesichts des Ziels der geringsten Flächeninanspruchnahme in diesem Szenario nur mit dem Bestand aus dem Jahr 2010 angesetzt.

5.4.6 Vergleich und Bewertung der Szenarien

Die wesentlichen Ergebnisse der beiden Szenarien sind in Tabelle 5-30 und Tabelle 5-31 zusammengefasst. Zur besseren Vergleichbarkeit sind jeweils die Resultate für die flächenrelevanten Erneuerbaren Energien bzw. die flächenneutralen EE gegenüber gestellt.

Bei den flächenneutralen Energien sind die Ergebnisse für die Solarenergie an Gebäuden, die Geothermie und die Wasserkraft identisch. Das liegt daran, dass für diese Erneuerbaren Energien in beiden Szenarien derselbe Ausbau bis 2020 angenommen wurde, da weder die in [Energie-Forum 2010] definierten Ziele noch die Randbedingungen der möglichst geringen (zusätzlichen) Flächeninanspruchnahme eine Unterscheidung der Szenarien in diesen Punkten nahe legen.

Tabelle 5-30: Vergleich der Ergebnisse der Szenarien – Flächenneutrale Erneuerbare Energien

Region	Flächenneutrale EE Szenario „Basisvariante 2020"				Flächenneutrale EE Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“			
	Solarenergie Gebäude	Geothermie	Biomasse - flächenneutral	Wasserkraft	Solarenergie Gebäude	Geothermie	Biomasse - flächenneutral	Wasserkraft
	[GWh] *							
Land Hessen	**2.110**	**1.000**	**6.770**	**500**	**2.110**	**1.000**	**7.980**	**500**
Reg. Bez. Kassel	840	130	1.975	245	840	130	2.490	245
Reg. Bez. Gießen	510	130	1.390	45	510	130	1.715	45
Reg. Bez. Darmstadt	760	740	3.405	210	760	740	3.775	210
davon Regionalverband	340	425	1.640	100	340	425	1.790	100

* auf 5er gerundet

Vergleicht man für die drei genannten EE die angenommenen Entwicklungen, so kann man folgende Feststellungen treffen:

- Das Potenzial der **Wasserkraft** ist bereits heute weitgehend ausgeschöpft. Hier wird in Übereinstimmung mit allen anderen Quellen nur noch ein geringer Zuwachs erwartet (vergleiche [Uni Kassel 2011], [Energiegipfel 2011a]).
- Die **Solarenergie an Gebäuden** weist ein hohes Potenzial auf mit 17,5 TWh für die Solarthermie und 7,3 TWh für Photovoltaikanlagen an Gebäuden (siehe Kapitel 5.4.2). Dieses Potenzial wird derzeit nur zu einem sehr geringen Anteil genutzt[69], obwohl Hessen im bundesdeutschen Vergleich einen vorderen Platz einnimmt: bezüglich der Photovoltaik den dritten Platz und bei der Nutzung der Solarthermie Rang 5 [DIW, ZSW, AEE 2010]. Um den bis 2020 angenommen Ausbau um etwa einen Faktor fünf zu erreichen und damit das Potenzial zu einem Anteil von 8,5% zu nutzen, werden noch intensive Anstrengungen erforderlich sein. Maßnahmenvorschläge hierzu finden sich in [Energie-Forum 2011b] und im Umsetzungskonzept des Energiegipfels [Energiegipfel 2011 a-e].
- Auch für die **Geothermie** gilt, dass das Potenzial noch kaum genutzt wird und es gezielter Anstrengungen bedarf, die in den Szenarien angenommene Entwicklung – Ausbau um einen Faktor 10 bis 2020 – zu erreichen. Hinsichtlich der Geothermienutzung an Gebäuden durch Wärmepumpen lässt die Marktentwicklung der letzten Jahre erwarten, dass hier eine große Dynamik auch weiterhin bestehen wird. Dagegen bedarf der Ausbau der tiefen Geothermie einer gezielten Förderung. Diese Sichtweise unterstützen auch die Maßnahmenvorschläge in [Energie-Forum 2011b].
- Für die **flächenneutrale Biomasse** wurden in beiden Szenarien hohe Anteile an der Energiebereitstellung ermittelt. Dies liegt zum einen daran, dass sie bereits heute intensiv zu etwa 56% genutzt wird. In beiden Szenarien ist ein weiterer Ausbau der Nutzung der flächenneutralen Biomasse angenommen, um das Bereitstellungsziel von 9,5 TWh zu erreichen, im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“ dann noch weitergehend zur Reduktion der Flächennutzung. In 2020 würden dann 75% („Basisvariante 2020") bzw. 88% (Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme") des Potenzials genutzt. Der Anteil von 88% entspricht 7.980 GWh und stellt den Ausbau dar, der nach Einschätzung der Gutachter mit den im Anhang in Tabelle 8-12 genannten, realistischen Ausbauraten für die flächenneutralen Biomassefraktionen erreicht werden könnte.
- Im **Szenario „Basisvariante 2020"** ist der weitere Ausbau der flächenneutralen Biomasse gegenüber 2008 erforderlich, da der Ausbau der flächenrelevanten Biomasse allein trotz Ausnutzung des gesamten Potenzials dieser Energieträger nicht ausreicht, um die Ziele der „Basisvariante 2020" zu erreichen. Hierbei ist anzumerken, dass rund 1 TWh des Beitrags der flächenrelevanten Biomasse er-

[69] Der derzeit genutzte Anteil des Potenzials der Solarenergie an Gebäuden liegt unter einen Prozent (vergleiche Kapitel 5.4.2 und Kapitel 5.2).

forderlich wäre, um die Biomasseimporte, die in 2008 stattfanden, durch Biomasse aus Hessen zu ersetzen und so das Ziel von 9,5 TWh ohne Biomasseimporte zu erreichen.

- Im **Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“** ist noch ein weitreichenderer Ausbau als im Szenario „Basisvariante 2020" angenommen worden, da dies zur Vermeidung zusätzlicher Flächeninanspruchnahme beiträgt. Um diese hohen Ausnutzungsgrade zu erreichen, sind sowohl technische als auch strukturelle Fortschritte erforderlich. Ein Beispiel für technische Entwicklungen sind geeignete Techniken für die energetische Nutzung von Biomassefraktionen mit hohem Verschmutzungsgrad wie z.B. Gartenabfälle. Zu den strukturellen Verbesserungen gehört u.a. die Organisation der flächendeckenden Erfassung von Abfällen für die energetische Nutzung.

Tabelle 5-31: Vergleich der Ergebnisse der Szenarien – Flächenrelevante Erneuerbare Energien – Energiebereitstellung

Region	Flächenrelevante EE Szenario "Basisvariante 2020"			Flächenrelevante EE Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“		
	Wind-energie	Biomasse Energie-pflanzen	PV-FFA	Wind-energie	Biomasse Energie-pflanzen	PV-FFA
	[GWh] *					
Land Hessen	**7.000**	**2.730**	**890**	**8.565**	**790**	**55**
Reg. Bez. Kassel	2.130	1.170	210	2.700	360	40
Reg. Bez. Gießen	3.000	710	300	3.490	190	5
Reg. Bez. Darmstadt	1.870	850	380	2.375	240	10
davon Regionalverband	340	335	125	435	100	0

** auf 5er gerundet

Betrachtet man die Ergebnisse der Szenarien für die flächenrelevanten Energien in der nachfolgenden Tabelle, so stellt man fest, dass in beiden Szenarien der dominierende Energiebeitrag durch die Windenergie erbracht wird. Hierbei entfallen die höchsten Beiträge auf den Regierungsbezirk Gießen. Das liegt daran, dass dieser Regierungsbezirk das Ziel hat, bis 2020 33% seiner Endenergie durch Erneuerbare Energie zu decken. Dies kann nur durch einen massiven Ausbau der Windenergie erreicht werden.[70]

[70] Selbst wenn man den Extremfall annehmen würde, dass der gesamte Ausbau der Solarenergie (Solarthermie und PV an Gebäuden + PV-FFA) in diesem Regierungsbezirk erfolgen würde, würde das zur Erreichung des 33%-Ziels nicht genügen und man müsste die Windenergie trotzdem noch deutlich ausbauen.

Die Flächen, die in den beiden Szenarien durch flächenrelevante Erneuerbare Energie genutzt werden, sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Im Szenario „Basisvariante 2020" wird insgesamt eine Fläche von 111.055 ha durch Erneuerbare Energien genutzt. Dies entspricht etwa 5,3% der Fläche des Landes Hessen. Davon entfallen 21.210 ha (ca. 1% d. Landesfläche) auf die Windenergie, 108.175 ha (5,1% d. Landesfläche) auf den Anbau von Energiepflanzen und 2.880 ha auf PV-Freiflächenanlagen. Für Windenergie und Biomasseanbau wird in den Szenarien jedoch von einer Doppelnutzung der Fläche ausgegangen, daher dürfen die Einzelwerte nicht aufsummiert werden.

Der Flächenbedarf im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" beträgt mit 36.820 ha (entsprechend 1,7% der hessischen Landesfläche) nur ein Drittel der im Szenario „Basisvariante 2020" benötigten Fläche. Dies wird durch den stärkeren Ausbau der Windenergie und der flächenneutralen Biomasse erreicht.

Tabelle 5-32: Vergleich der Flächenbedarfs der Szenarien *

Region	Flächenbedarf der flächenrelevanten Erneuerbaren Energieträger in ha *				
	Windenergie	Biomasse Energiepflanzen	PV-FFA	Gesamt	Flächenanteil an Region
Szenario „Basisvariante 2020“					%
Land Hessen	**21.210**	**108.175**	**2.880**	**111.055**	**5,3%**
Reg. Bez. Kassel	6.420	45.690	700	46.390	5,6%
Reg. Bez. Gießen	9.090	29.705	960	30.665	5,7%
Reg. Bez. Darmstadt	5.700	32.780	1.220	34.000	4,6%
davon Regionalverband	1.080	11.590	355	11.945	4,9%
Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“					
Land Hessen	**25.490**	**32.180**	**185**	**36.820**	**1,7%**
Reg. Bez. Kassel	8.130	13.865	140	14.080	1,7%
Reg. Bez. Gießen	10.550	8.455	10	11.385	2,1%
Reg. Bez. Darmstadt	6.810	9.860	35	11.355	1,5%
davon Regionalverband	1.370	3.805	0	3.805	1,5%

* auf 5er gerundet

In der Energiebereitstellung durch flächenrelevante Energieträger kann man folgende Feststellungen treffen:

- Der Ausbau der flächenrelevanten Biomasse (Energiepflanzen) unterscheidet sich deutlich, da im Szenario „Basisvariante 2020" die Annahme getroffen wurde, dass der Ausbau der Biomasse auf 9,5 TWh zunächst durch die Nutzung des Potenzials der flächenrelevanten Biomasse erfolgen soll. Im Szenario „Ge-

ringste Flächeninanspruchnahme“ wurde zur Minimierung der Flächennutzung zur Energieerzeugung davon ausgegangen, dass der Anbau energetischer Biomasse immer auf Flächen stattfindet, die auch durch Windenergieanlagen genutzt werden (Doppelnutzung der Flächen, siehe auch Kapitel 5.4.5).

- Im Szenario „Basisvariante 2020" muss der Energiebeitrag der PV-Freiflächenanlagen gerade so groß sein, dass zusammen mit der Energiebereitstellung der Solarenergie-Anlagen an Gebäuden der Zielwert von 3 TWh erreicht wird. Der daraus resultierende Wert von 890 GWh würde bedeuten, dass gegenüber dem Stand von 2008 fast ein Ausbau um einen Faktor 50 und gegenüber dem Stand 2010 um einen Faktor 15 erforderlich wäre. Die Gutachter hegen Zweifel, ob selbst der zweite, deutlich niedrigere Faktor in den verbleibenden acht Jahren erreicht werden kann, selbst wenn man in Betracht zieht, dass von einer weiteren Reduktion der Preise der PV-FFA ausgegangen werden kann.
  Im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme“ ist der Beitrag der PV-FFA dagegen nur auf die bestehenden Anlagen beschränkt, da der spezifische Flächenertrag der Doppelnutzung Wind und Biomasse deutlich höher ist als der Ertrag, der pro Hektar durch PV-FFA erzielt werden könnte. Diese Annahme ist eine untere Grenze für die PV-FFA, da davon auszugehen ist, dass aufgrund der Preisentwicklung bei den PV-Anlagen bis 2020 durchaus noch weitere Anlagen installiert werden.

Abbildung 5-16 und Abbildung 5-17 zeigen für die beiden Szenarien auf, welche Beiträge der Energieerzeugung auf die Landkreise entfallen könnten. Bei den Darstellungen wird jeweils nach flächenrelevanten Energien sowie solchen, deren Nutzung flächenneutral erfolgen kann, differenziert.

Vergleicht man die Abbildungen für die beiden Szenarien, erkennt man deutlich die zentralen Unterschiede: Im Szenario „Basisvariante 2020" ist der Beitrag der flächenrelevanten Biomasse deutlich größer als im Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme". Der Beitrag der Windenergie ist dagegen im zweiten Szenario größer und auch die flächenneutrale Biomasse hat größere Anteile.

Als Gemeinsamkeiten der Ergebnisse der beiden Szenarien sind feststellbar:

- Windenergie und flächenneutrale Biomasse weisen die größten Anteile an der Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien auf.
- In Nord- und Mittelhessen dominiert die Windenergie, während im südhessischen Raum die flächenneutralen Energien die wesentlichen Anteile an der Energiebereitstellung haben.
- Die Geothermie ist in Südhessen auf die zwei Landkreise Groß-Gerau und Main-Taunus-Kreis sowie die Stadt Wiesbaden konzentriert.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass

- die Ergebnisse der Szenarien zeigen, dass die energiepolitischen Ziele der hessischen Landesregierung durch die Nutzung heimischer Erneuerbarer Energie prinzipiell erreicht werden können, ohne auf Importe Erneuerbarer Energie angewiesen zu sein,
- die Erreichung der Ziele Mittelhessens nur mit einem weiteren Ausbau der Windenergie erreicht werden können,
- die flächenneutrale Biomasse und die Windenergie die größten Anteile zur Erreichung dieser Ziele beitragen werden,
- der angestrebte Ausbau der Solarenergie auf 3 TWh nur mit sehr hohen Anstrengungen erreicht werden kann,
- der erforderliche Ausbau der Erneuerbaren Energien an Gebäuden (Solarthermie, PV an Gebäuden, oberflächennahe Geothermie) sowie die Erschließung der tiefen Geothermie nicht ohne besondere Anstrengungen erreicht werden kann,
- in dicht besiedelten Gebieten, d.h. insbesondere in den kreisfreien Städten, sind die Anteile der flächenrelevanten Energie erwartungsgemäß sehr gering.

Berücksichtigt man den Aspekt der Flächennutzung, so kann man weiterhin feststellen, dass

- der verstärkte Ausbau der Energiepflanzen an Grenzen stößt und die zu erwartenden Energiebeiträge deutlich unter den Annahmen der Biomassepotenzialstudie liegen werden,
- nach Möglichkeit eine Doppelnutzung von Flächen durch Windenergieanlagen und den Anbau von Energiepflanzen erfolgen sollte,
- PV-FFA wahrscheinlich eher einen geringeren Beitrag erbringen werden als im Szenario „Basisvariante 2020" angenommen, dieser aber eher über dem in Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme" liegen wird,
- in jedem Fall der Beitrag der flächenneutralen Biomasse erheblich ausgebaut werden muss, um den Flächenverbrauch zu minimieren.

5.5 Ziele Energiegipfel 2050 – 100% EE-Strom

Im Folgenden wird für die Endenergie Strom anhand einer Grobabschätzung skizziert, welche Beiträge die verschiedenen Erneuerbaren Energien zur Zielerreichung „Endenergie aus 100% Erneuerbare Energien für Hessen“ leisten könnten. Bei dieser einfachen Schätzung wurde nur auf die jährlich erzeugte Strommenge abgezielt. Es wurde nicht betrachtet, wie die Abstimmung zwischen den zeitlichen Schwankungen der Erzeugung aus Erneuerbaren Energien und dem Verlauf des Bedarfs erfolgen könnte. Dies wäre für eine fundierte Betrachtung erforderlich, die jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung war.

Tabelle 5-33: Annahmen für die Grobabschätzung 100% Strom aus Erneuerbaren Energien Hessen 2050

Kriterien	Annahmen
Endenergiebedarf Strom	25% unter Stand 2008 entspricht 27.590 GWh
Fläche für Windenergie	2% der Landesfläche entspricht 42.230 ha
Windkraftanlagen	Leistung: 3 MW Flächenbedarf: 15 ha/3MW, Berücksichtigung ertragreichster Anlagenstandorte (Bezug: technisches Potenzial)
Wasserkraft	Technisches Potenzial wird voll genutzt, d.h. 520 GWh
Biomasse	Technisches Potenzial für Stromerzeugung wird voll genutzt entspricht 2.640 GWh (Potenzial Wärme nicht geändert)
Geothermie	Technisches Potenzial wird voll genutzt, entspricht 2.730 GWh
PV-Anlagen an Gebäuden	Entwicklung bis 2050 entsprechend Leitszenario 2050
PV-Freiflächenanlagen	Erbringen noch erforderlichen Restbeitrag zur Vollversorgung

Für die Grobabschätzung wurden die in Tabelle 5-33 zusammengefassten, vereinfachenden Annahmen getroffen. Mit diesen Annahmen ergeben sich die in Tabelle 5-34 aufgeführten Energiebeiträge der Erneuerbaren Energien zu einer 100% erneuerbaren Stromversorgung. In der Tabelle sind auch Abschätzungen für den Flächenbedarf enthalten. Hierbei wurden die spezifischen Flächenbedarfe, die auch für die Abschätzung des technischen Potenzials zugrunde gelegt wurden, angesetzt.

Tabelle 5-34: Exemplarische Grobabschätzung 100% EE Strom Hessen 2050

Energieträger	Energiebereitstellung 2050 [GWh]	Flächeninanspruchnahme [ha]
Wind	16.580	42.230
PV-Freiflächenanlagen *	3.170	9.830
PV-Anlagen an Gebäuden	1.950	--
Geothermie	2.730	--
Biomasse **	2.640	60.040
Wasserkraft	520	--
Summe	**27.590**	**112.100** **(5,3% Fläche Hessen)**
Endenergiebedarf Strom 2050	***27.590***	

* spezifischer Flächenertrag: 0,3 GWh/ha

** technisches Potenzial Biomasse für Stromerzeugung zu 100% genutzt

Diese Grobabschätzung zeigt, dass das Ziel, Hessen bis 2050 vollständig mit Strom aus Erneuerbaren Energie zu versorgen, im Prinzip erreichbar ist. Unter der Annahme, dass 2% der Fläche Hessens durch Windkraftanlagen genutzt wird und dies an den ertragsreichsten Standorten erfolgen kann, würden ca. 60% des Stroms durch Windkraftanlagen bereit gestellt. Die hier abgeschätzte Energiebereitstellung durch Windenergie

in Höhe von ca. 16,6 TWh auf 2% der hessischen Landesfläche liegt deutlich unter dem von [IWES 2011] ermittelten Wert von 28 TWh. Dies ist auf die unterschiedlichen Annahmen hinsichtlich des Flächenbedarfs von Windkraftanlagen zurückzuführen. Den größten Effekt haben hier die unterschiedlichen Annahmen zum Flächenbedarf der Windkraftanlagen. Bei [IWES 2011] wird von 9 ha/3MW ausgegangen, während in der vorliegenden Studie 15 ha/3MW angesetzt wurden. Die Anteile der anderen Energieträger hängen stark von den getroffenen Annahmen ab. Im oben skizzierten Fall lägen die Beiträge der Geothermie und Biomasse bei rund 10%, die PV-Anlagen an Gebäuden würden knapp 8% des Stroms bereitstellen. Ein Ausbau der PF-Freiflächenanlagen wäre nicht erforderlich. Diese Grobabschätzung dient nur der Illustration, wie die Strombereitstellung erfolgen könnte – insbesondere unter der Annahme, dass 2% der hessischen Landesfläche durch Windenergie genutzt würde. Die Grobabschätzung stellt kein Szenario dar. Hierfür wären tiefergehende Betrachtungen erforderlich, insbesondere hinsichtlich der Frage der Stromspeicherung, der Steuerung von Lasten und der erforderlichen Anpassung der Infrastruktur wie z.B. Netzausbau und Umstrukturierung des Netzes hin zum Smart Grid.

6. Umsetzung in die Raumordnung

Die Umsetzung der energiepolitischen Ziele zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in die Raumordnung erfordert einen kreativen Umgang mit dem zu Verfügung stehenden Steuerungsinstrumentarium.

In Kapitel 6.1 wird zunächst dargestellt, welche planerischen Handlungsmöglichkeiten der Raumordnung und dabei insbesondere der Regionalplanung grundsätzlich zur Verfügung stehen, um die Erfordernisse der Energiewende gemäß den energiepolitischen Zielen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien zu gestalten.

Kapitel 6.2 beschreibt und evaluiert die Bestandssituation der Regionalplanung in den drei hessischen Regierungsbezirken einschließlich des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain. Ergänzend finden sich im Anhang Darstellungen zu Raumstruktur, Energieverbrauch und zum künftigen Energiebedarf.

In Kapitel 6.3 werden textlich und kartographisch aufbereitete Handlungsempfehlungen zur Umsetzung der energiepolitischen Ziele zum Ausbau der Erneuerbaren Energien in der Raumordnung gegeben.

Im Verlaufe des Gutachtens haben sich aufgrund der intensiven energiepolitischen Debatte im Bund und im Land Hessen zwischenzeitlich neue politische Vorgaben mit höheren Anforderungen ergeben, die zu berücksichtigen waren. Zunächst beschloss die Landesregierung im Januar 2010 die Ziele des Berichts des Energieforums; seit November 2011 gelten die Beschlüsse zum Hessischen Energiegipfel.

Ein für das Vorhaben wichtiges, auf dem Energiegipfel definiertes Ziel ist es, innerhalb der Regionalplanung 2% der Landesfläche als Vorrangflächen für die Windenergienutzung auszuweisen. Als Reaktion darauf wurde im Rahmen der Gutachten für die Energiekonzepte entschieden, der Regionalplanung ausreichend Suchräume für die Windenergienutzung zur Erreichung dieses Ziels anzubieten und innerhalb dieser auch Entscheidungsalternativen aufzuzeigen. Die seitens der Gutachter gewählte Vorgehensweise bietet mit bis zu 11,8% der Landesfläche zum einen ein ausreichendes Suchraumangebot für die Windenergienutzung, um auch nach den regionalplanerischen Abwägungsentscheidungen weiterhin das 2%-Ziel zu erreichen. Sie ermöglicht zum anderen durch fachlich begründete Prioritätensetzungen einen auf die regionale Ebene angepassten Umgang mit abwägungsrelevanten Aspekten im Sinne der Vorbereitung eines schlüssigen Gesamtkonzeptes für die Ausweisung von Vorranggebieten, das der Windenergienutzung substanziell Raum verschafft.

6.1 Planerische Steuerungsmöglichkeiten zur Förderung Erneuerbarer Energien

6.1.1 Die Raumordnung als Drehscheibe der Steuerung

In Bezug auf Steuerung, Planung und Entwicklung von Erneuerbaren Energien kommt der **Raumordnung** ein übergeordneter Stellenwert zu. In der Raumordnung, und dort vor allem auf der regionalen Ebene, findet die Diskussion über die vielfältigen und dynamischen Aktivitäten im Energiebereich statt. Die **Regionalplanung** hat im Zusammenspiel der unterschiedlichen raumstrategischen Planungsebenen (Land, Region, Kommune) die Aufgabe, die verschiedenen Raumansprüche auf überörtlicher Ebene zu identifizieren und möglichst ausgewogen zu koordinieren. Hier gilt es die möglichen negativen Effekte für die Raum- und Umweltverträglichkeit zu ermitteln und durch entsprechende Steuerung der Raumnutzung möglichst zu vermeiden.

Dies erfolgt insbesondere über den Regionalplan, ergänzt durch informelle Instrumente, wie Regionale Energiekonzepte. Die dynamischen Entwicklungen der Energiewende haben in diesem Zusammenhang den Handlungsdruck für die Regionalplanung dahingehend erhöht, dass für die Erzeugung Erneuerbarer Energien, aber auch für die Infrastruktur des Energietransfers erhebliche neue Flächenangebote geschaffen werden müssen. Ausgehend von der bereits seit Jahrzehnten bestehenden Praxis bei der Standortplanung der Windenergienutzung wird die Regionalplanung auch für die anderen raumbedeutsamen Veränderungen im Energiebereich als strategisch bedeutende Handlungsebene gesehen.

Gemäß § 1 **ROG** hat die Raumordnung einen umfassenden Koordinationsauftrag zur Entwicklung, Ordnung und Sicherung des Gesamtraumes bzw. von Teilräumen. Mit den „Grundsätzen der Raumordnung“ enthält das ROG allgemeine Programmsätze zur Entwicklung des Raumes. Zu den Grundsätzen gehört, dass die räumlichen Voraussetzungen für den Ausbau der Erneuerbaren Energien und für eine sparsame Energienutzung zu schaffen sind (§ 2 Abs. 2 Nr. 6 ROG). Zudem ist den räumlichen Erfordernissen für eine kostengünstige, sichere und umweltverträgliche Energieversorgung einschließlich des Ausbaus von Energienetzen […] Rechnung zu tragen (§ 2 Abs. 2 Nr. 4 ROG).

Das ROG enthält auch die verfahrensrechtlichen Vorgaben für die Aufstellung von **Landes- und Regionalplänen**, in denen die Grundsätze der Raumordnung zu konkretisieren sind. In Landes- und Regionalplänen können Festlegungen in Form von Zielen und Grundsätzen getroffen werden. Dabei ist die Setzung quantitativer landesweiter und regionaler Energieziele, bei Bedarf auch differenziert für die unterschiedlichen Energieträger, möglich. In der Regel ist bei der Aufstellung oder Änderung von Landes- und Regionalplänen eine Strategische Umweltprüfung (**SUP**) durchzuführen (§ 9 ROG). Dabei werden die Auswirkungen auf die Umwelt frühzeitig und umfassend ermittelt, be-

schrieben und bewertet und die Ergebnisse bei der Aufstellung oder Änderung von Plänen und Programmen berücksichtigt (§§ 1-3 UVPG).

Gemeinsam mit der kommunalen **Bauleitplanung** dient die Raumordnung der Umsetzung von räumlichen Entwicklungszielen. Die Bauleitplanung muss die Ziele der Raumordnung beachten und ist Voraussetzung für die Realisierung bestimmter Vorhaben. Hierbei sind die Belange des Umweltschutzes einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege obligatorisch zu berücksichtigen (§ 1 Abs. 6 Nr. 7 BauGB). In der Regel ist auch bei der Aufstellung oder Änderung von Bauleitplänen eine **Umweltprüfung** durchzuführen und ein Umweltbericht zu erstellen (§§ 2 und 2a BauGB). Das Baugesetzbuch steht zudem in engem Zusammenhang mit dem **Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)** und der dort zentral formulierten naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung (vgl. § 1 a Abs. 3 BauGB). Gemäß § 13 BNatSchG sind erhebliche Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft vom Verursacher vorrangig zu vermeiden. Nicht vermeidbare erhebliche Beeinträchtigungen sind durch Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen oder, soweit dies nicht möglich ist, durch einen Ersatz in Geld zu kompensieren. Zu beachten sind zudem die Bestimmungen des allgemeinen und besonderen Artenschutzes (§§ 39 bzw. 44 BNatSchG) sowie des Schutzes des Netzes „Natura 2000“ (§§ 31-34 BNatSchG). Sind durch Vorhaben spezielle Umweltauswirkungen zu erwarten, gelten weitere gesetzliche Vorschriften. So ist z.B. für Anlagen, die erhebliche schädliche Umweltauswirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen, Licht, Wärme, Strahlen und ähnlichen Erscheinungen erwarten lassen, eine Genehmigung gemäß **Bundesimmissionsschutzgesetz** (BImSchG) einzuholen.

Möglichkeiten und Grenzen der Raumordnung

Durch die Energiewende steht die Raumordnung vor neuen Herausforderungen, da der gesamtplanerische Umgang mit allen Energiesparten Möglichkeiten, aber auch Grenzen der raumordnerischen Handlungsfähigkeit aufzeigt. Insbesondere die raumordnerische Ausweisung von Flächen zur Energieerzeugung greift bisher in der Regel nur für die Windenergie. Die aktuelle Diskussion ist geprägt von politischen Zielvorgaben für die Erzeugung von Erneuerbaren Energien (Leistungs- und Flächenziele). Die Windenergie hat dabei die Hauptlast zu tragen, so dass die einschlägigen Zielvorgaben zumeist noch deutlich über die in aktuellen Vorrang- oder Eignungsgebieten gesicherten Ertragsmöglichkeiten hinausgehen. Auf diese Herausforderungen reagiert die Landes- und Regionalplanung mit der Überprüfung der Gewichtung der bisher gängigen, häufig pauschal und sehr vorsorgeorientiert definierten Ausschluss- und Konfliktkriterien (z.B. die Überprüfung des bisher üblichen Ausschlusses von Natura 2000-Gebieten oder die Einbeziehung von Wäldern in die Vorranggebiete). Ergänzend gibt es im Zuge der Planverfahren verstärkte Bemühungen der Akteure, für Akzeptanz der planerischen Entscheidungen bei der betroffenen Bevölkerung zu werben.

Hinsichtlich der Handlungsspielräume und -notwendigkeiten der Raumordnung zur Steuerung Erneuerbarer Energien liegt der Schwerpunkt bei den Energienutzungsformen, die durch Bebauung, Überbauung und beeinträchtigende Nachbarschaftswirkungen den Freiraum beanspruchen. Diese Nutzungen werden im Gutachtenkontext als **„flächenrelevant“** bezeichnet.

Aufgabe der Raumordnung ist es dabei, diejenigen **flächenrelevanten** Planungen und Maßnahmen, die die Kriterien der **Raumbedeutsamkeit** erfüllen, im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu koordinieren und wesentliche Entwicklungsvorstellungen für das Land bzw. Teilräume eines Landes festzulegen.

Insbesondere die Erzeugung von Wind- und Bioenergie sowie von Strom aus Sonnenenergie auf Freiflächen benötigen Flächen im Außenbereich für die Errichtung der jeweiligen Anlagen bzw. Kraftwerke oder zur gezielten Produktion der Biomasse. Sie können grundsätzlich mit Nutzungskonkurrenzen bzw. negativen Auswirkungen auf den Raum und die Umwelt verbunden sein.

Bei **flächenneutralen Energienutzungen** ist das Erfordernis einer räumlichen Steuerung von geringer Relevanz. Auch sind die Handlungsspielräume der Raumordnung begrenzt. Der flächenneutrale Ausbau erfolgt im bebauten Bereich oder an Einzelgebäuden und -anlagen. Hier finden vielfältige Maßnahmen zur dezentralen Erzeugung von Strom und Wärme (z.B. PV-Dachmodule oder Solarthermie) und zur Effizienzsteigerung statt.

Exkurs: Raumbedeutsamkeit

Allgemein gilt, ein Vorhaben ist „raumbedeutsam“, wenn es eine über den unmittelbaren Nahbereich hinausgehende Auswirkung hat.[71] Zur näheren Bestimmung des Begriffs „raumbedeutsam“ kann auf die Definition in § 3 Abs. 1 Nr. 6 ROG zurückgegriffen werden. Danach sind solche Vorhaben als raumbedeutsam zu qualifizieren, die „Raum in Anspruch nehmen“ oder durch die die räumliche Entwicklung oder Funktion eines Gebiets beeinflusst werden. In Regionalplänen können Bedingungen formuliert werden, unter denen die Raumbedeutsamkeit generell anzunehmen ist.

Windenergie

Die Raumbedeutsamkeit einer Windenergieanlage kann sich aus ihrer Dimension (Höhe, Rotordurchmesser), aus ihrem Standort oder aus ihren Auswirkungen auf bestimmte Ziele der Raumordnung (Schutz von Natur und Landschaft, Erholung und Fremdenverkehr) ergeben [Stüer 2009]. Maßgeblich hierfür sind die Größe der Anlage und die Empfindlichkeit des jeweiligen Standortes [BVerwG 2003].

In Regionalplänen werden zur Definition raumbedeutsamer Anlagen häufig Aussagen zur Mindestgröße (z.B. ab Nabenhöhe 50 m) oder Mindestanzahl von Anlagen (mindestens 3 Anlagen) gemacht. So erklärt der Regionalplan Mittelhessen 2010 Windenergieanlagen ab einer Leistung von > 500 kW als raumbedeutsam.

In der praktischen Anwendung bewirken derartige Maßzahlen und Definitionen, die unterhalb der Dimensionen von Anlagen aktueller Bautypen liegen, dass nahezu jede heute beantragte Anlage als raumbedeutsam einzustufen ist und damit der regionalplanerischen Steuerung unterliegt [Planungsbüro Schaller, Planungsbüro Stadt Quartier 2004]. Aufgrund der Rechtsauffassung des Bundesverwaltungsgerichtes (BVerwG; Einzelfallbeurteilung) unterliegt die Einschätzung der Raumbedeutsamkeit der vollen gerichtlichen Überprüfung.[72]

In Zukunft sollte weniger auf die Nabenhöhe als auf die Gesamthöhe Bezug genommen werden. Der optische Eindruck im Landschaftsraum wird vorrangig durch die Gesamthöhe der Anlage bestimmt. Auch die Vorschriften zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen beziehen sich darauf.

[71] OVG Magdeburg, Urteil v. 16.06.2005 – 2 L 533/02 – JMBl LSA 2006, 117; vgl. ferner BVerwG, Beschluss v. 02.08.2002 – 4 B 36.02 – BauR 2003, 873 = BRS 65 Nr. 96 (2002); VGH Mannheim , Beschluss v. 24.07.2001 – 8 S 1306/01 – DVBl 2001

[72] Bei der Planung eines Windparks mit insgesamt 3 oder mehr Anlagen ist nach § 3c i.V.m. Anlage 2 Nr. 2 UVPG festzustellen, ob erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen zu erwarten sind. Dies ist ein weiterer Hinweis darauf, dass bei dieser Anlagenzahl i.d.R. die Raumbedeutsamkeit erreicht wird.

Als Zwischenfazit ist aktuell folgender praktischer Anwendungshinweis zu erkennen: Im Regelfall können **drei im räumlichen Zusammenhang zueinander stehende WEA** als **raumbedeutsam** angesehen werden. Dasselbe gilt für eine **einzelne Anlage**, deren **Gesamthöhe größer als 100 m** ist. Hier entsteht jeweils ein landschaftsästhetisch wirksamer neuer Bezugspunkt [Berkemann 2010]. Diese Einschätzung spiegelt sich auch in aktuellen Windkrafterlassen der Länder wider [z.B. NRW 2011].

Solare Strahlungsenergie

Die Raumbedeutsamkeit eines Solarparks bzw. einer PV-Freiflächenanlage insbesondere im Hinblick auf den Handlungsbedarf der Regionalplanung ist bisher noch in der Diskussion. Das Spektrum der Meinungen reicht von einer generellen Verneinung einer Raumbedeutsamkeit bis zur landesplanerischen Einzelfallüberprüfung[73]. Daraus folgt die Empfehlung, **die Raumbedeutsamkeit im Einzelfall zu prüfen** [BMVBS 2011].

In der Praxis sind, zum Teil festgelegt in Regionalplänen, Schwellenwerte gebräuchlich, ab denen eine PV-Freiflächenanlage i.d.R. als raumbedeutsam einzustufen ist. Die Spanne der Schwellenwerte reicht von 0,5 ha in Rheinland-Pfalz[74] bis zu 10 ha in Brandenburg[75]. Aus Mittelhessen wird der Vorschlag eingebracht, dass PV-Freiflächenanlagen i.d.R. ab einer Größe von > 5 ha raumbedeutsam sind. In Hessen sind Sachverhalte ab dieser Größe in den Regionalplänen (Maßstab 1 : 100.000) darzustellen.

Bioenergie

Biogasanlagen, die bestimmte Voraussetzungen des BauGB erfüllen, insbesondere deren Feuerungswärmeleistung nicht 2,0 MW und deren Kapazität nicht 2,3 Millionen Normkubikmeter Biogas pro Jahr überschreitet, sind im planungsrechtlichen Außenbereich nach § 35 Abs. 1 Nr. 6 d BauGB privilegiert und zulässig, wenn öffentliche Belange nicht entgegenstehen und die Erschließung gesichert ist. Wegen ihrer geringen Größe gelten diese Anlagen i.d.R als nicht raumbedeutsam. Jedoch kann sich durch eine hohe Dichte von Anlagen im zeitlichen und räumlichen Zusammenhang eine Einstufung als raumbedeutsam ergeben. Einzelne Autoren vertreten auch die Auffassung,

[73] Der schon in 2005 mit knapp 40 ha geplante Solarpark in Pocking in Niederbayern, einem Schwerpunkt der Solarparkentwicklungen in Bayern, wurde mit einer alternativ beantragten 70 ha großen Variante landesplanerisch beurteilt. Die 70 ha-Variante konnte nicht mit den Erfordernissen der Raumordnung in Übereinstimmung gebracht werden.
http://www.region-donau-wald.de/rpv12/upload/ROV/SolarparkPocking.pdf

[74] Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd - Obere Landesplanungsbehörde des Landes Rheinland-Pfalz: Großflächige Solar- und Photovoltaikanlagen im Freiraum - Fortschreibung des Leitfadens für die Bewertung aus raumordnerischer und landesplanerischer Sicht (September 2010)

[75] Richtlinie des Ministeriums für Infrastruktur und Raumordnung des Landes Brandenburg für die Aufstellung, Fortschreibung, Änderung und Ergänzung von Regionalplänen vom 03.07.2009

dass durch das Zusammenwirken von Anlagen und Biomasseanbau eine Raumbedeutsamkeit gegeben sein kann [BMVBS 2011].

Anlagen, die über die Privilegierungsgrenze hinausgehen, werden häufig als raumbedeutsam eingestuft. So wird bspw. in Mittelhessen die Raumbedeutsamkeit von Bioenergieanlagen oberhalb der baurechtlichen Privilegierungsgrenze als gegeben angesehen.

Auch der großflächige Biomasseanbau überschreitet mit seinen Veränderungen die Schwelle der Raumbedeutsamkeit [BMVBS 2011; Thrän et al. 2011]. Die entscheidenden Dimensionen wären hier Wuchshöhe und Ausdehnung der Anbauflächen. Derzeit besteht allerdings noch keine Einigkeit darüber, ob mit regionalplanerischen Instrumenten eine Steuerung des Biomasseanbaus erreicht werden kann. Die Diskussion ist theoretischer Art, so dass sich **noch keine Schwellenwerte in der Praxis etabliert** haben.

Geothermie

Die Errichtung von oberflächennahen Anlagen ist generell nicht raumbedeutsam. Bei Anlagen zur Nutzung von tiefer Geothermie ist die **Raumbedeutsamkeit bislang nicht eindeutig definiert**, da die Nutzung der Geothermie noch am Anfang ihrer technologischen Entwicklung steht [BMVBS 2011].

Wasserkraft

Die Errichtung von kleinen Wasserkraftwerken ist **i.d.R. nicht raumbedeutsam**. In Einzelfällen werden Schwellenwerte definiert, so wird bspw. in Baden-Württemberg bei Anlagen < 1 MW von keiner Raumbedeutsamkeit ausgegangen. Hingegen ist die Errichtung von großen Wasserkraftwerken (v.a. Speicherkraftwerken) i.d.R. raumbedeutsam, da von einer deutlichen Raumbeanspruchung ausgegangen wird [BMVBS 2011].

Mit zunehmender Dimension und Flächendeckung sowie steigender Nutzungsintensität führt die Erzeugung Erneuerbarer Energien in Verbindung mit dem bedarfsbezogen erforderlichen Ausbau der Infrastruktur für den Transport der Energie zu raumstrukturellen Veränderungen. In diesen Bereichen ist das Erfordernis einer räumlichen Steuerung von großer Relevanz und es gilt, die Handlungsspielräume der Raumordnung auszuschöpfen. Als neues, zentrales, informelles Planungsinstrument sind zur Bewältigung dieser Herausforderung **Regionale Energiekonzepte** anzusehen [BMVBS 2011]. Im energiebezogen umfassenden Sinne werden dort gleichermaßen flächenneutrale und flächenrelevante sowie raumbedeutsame und nicht raumbedeutsame Erneuerbare Energien berücksichtigt. Sie bieten, und so sind auch die Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten in Hessen angelegt, den Ansatz einer engen Abstimmung zwischen den energiepolitischen Zielen, einer fundierten energetischen Bestands- und Potenzialanalyse und den etablierten Instrumenten der raumstrategischen Steuerung.

6.1.2 Planerische Steuerungsmöglichkeiten für die unterschiedlichen Formen Erneuerbarer Energien

Bei den Steuerungsmöglichkeiten werden hier die Ebenen der Regionalplanung und der Flächennutzungsplanung unterschieden. Der Fokus der Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten liegt auf der Ebene der Regionalplanung. Der Bezug zur Ebene der Flächennutzungsplanung wird dann hergestellt, wenn das Ineinandergreifen der Ebenen wichtig ist für die Steuerungseffizienz oder die kommunale Ebene besser zur Steuerung geeignet erscheint. Beide Ebenen kommunizieren bei raumbedeutsamen Vorhaben im Gegenstromprinzip. Die kommunale Flächennutzungsplanung ist insbesondere dann gefragt, wenn die Regionalplanung keine, dem Sachverhalt entsprechende konkrete Planungen, durchführen kann oder konkrete Planungen keine überörtliche Raumbedeutsamkeit entfalten.

Windenergie

Eine räumliche Steuerung der Windenergie erfolgt im Rahmen der Raumordnung und der kommunalen Bauleitplanung.

Windenergieanlagen sind gemäß § 35 BauGB grundsätzlich im unbeplanten Außenbereich zulässig, solange ihnen keine öffentlichen Belange entgegenstehen.

Raumordnung

Gemäß § 8 ROG sind für Teilräume der Länder Regionalpläne zu erstellen, die eine geordnete Steuerung der Raumentwicklung ermöglichen sollen. Träger der Regionalplanung sind in Hessen nach § 10 i.V.m. § 22 HLPG die Regionalversammlungen der drei Planungsregionen. In Südhessen gibt es die Besonderheit, dass der Regionalplan für den Regionalverband FrankfurtRheinMain zugleich die Funktion eines gemeinsamen Flächennutzungsplanes nach § 204 BauGB übernimmt (Regionaler Flächennutzungsplan). Der Regionalplan enthält für dieses Teilgebiet neben den regionalplanerischen Festlegungen nach § 9 Abs. 4 HLPG auch die flächennutzungsplanbezogenen Darstellungen nach § 5 BauGB (§ 13 Abs. 1 HLPG). Nach § 13 Abs. 2 HLPG bedürfen die Festlegungen nach § 9 Abs. 4 HLPG, die zugleich Darstellungen nach § 5 BauGB sind übereinstimmender Beschlüsse der Regionalversammlung Südhessen und der Verbandskammer des Regionalverbandes.

Die für die Regionalplanung zuständigen Stellen treffen im Regionalplan textliche und zeichnerische Festlegungen bezüglich der Entwicklung von Windenergie. In den Regionalplänen oder in Teilregionalplänen zur Windenergienutzung können **standortsteuernde Festlegungen** in Form von Vorranggebieten, Vorbehaltsgebieten und Eignungsgebieten für die Windenergienutzung getroffen werden.

Vorranggebiete sind zeichnerisch festgelegte Ziele der Raumordnung. Sie sind für bestimmte raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen vorgesehen und schließen andere raumbedeutsame Nutzungen in diesem Gebiet aus, soweit diese mit den vorrangigen Funktionen oder Nutzungen nicht vereinbar sind (§ 8 Abs. 7 S. 1 Nr. 1 ROG).

Vorbehaltsgebiete sind zeichnerisch festgelegte Grundsätze der Raumordnung. In Vorbehaltsgebieten ist bestimmten raumbedeutsamen Funktionen oder Nutzungen bei der Abwägung mit konkurrierenden raumbedeutsamen Nutzungen besonderes Gewicht beizumessen (§ 8 Abs. 7 S. 1 Nr. 2 ROG).

In einigen Planungsregionen werden **Eignungsgebiete** für die Windenergienutzung festgelegt. Eignungsgebiete sind für bestimmte, raumbedeutsame Maßnahmen geeignet, die städtebaulich nach § 35 BauGB zu beurteilen sind und an anderer Stelle im Planungsraum ausgeschlossen werden (§ 8 Abs. 7 S. 1 Nr. 3 ROG).

In der **Kombination eines Vorranggebietes mit der Wirkung eines Eignungsgebietes** kann einer raumbedeutsamen Nutzung ein Vorrang gegenüber anderen Nutzung in einem Gebiet eingeräumt werden und zugleich eine **Ausschlusswirkung** für diese Nutzung an anderen Stellen im Planungsraum erzielt werden (nach § 8 Abs. 7 S. 2 ROG).

Diese gebietlichen Festlegungsmöglichkeiten unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Zielqualität und mithin in ihrer Bindungswirkung. Vorbehaltsgebiete weisen keinen Zielcharakter auf, weil durch sie keine Letztentscheidung getroffen wird, sondern einer Nutzung im Rahmen einer Abwägungsentscheidung ein besonderes Gewicht zuerkannt wird. Demgegenüber haben Festlegungen als Vorranggebiete zwar eine innergebietliche Zielwirkung, da sie die vorrangige Nutzung als planerische Letztentscheidung qualifizieren, es fehlt ihnen aber an einer außergebietlichen Wirkung in dem Sinne, dass diese vorrangige Nutzung im weiteren Plangebiet ausgeschlossen ist. Eignungsgebiete wiederum verfügen über eine solche Ausschlusswirkung, ihnen fehlt aber die innergebietliche Letztentscheidung für eine Nutzung. Um sowohl einen Vorrang einer bestimmten Nutzung innerhalb eines Gebietes – z.B. für Windenergie – zu erreichen und dabei gleichzeitig sicherzustellen, dass diese Nutzung außerhalb des Gebietes nicht statthaft ist, müssen Vorranggebiete mit der Wirkung von Eignungsgebieten festgelegt werden.

In **Hessen** sieht das Landesplanungsgesetz (HLPG) in § 6 Abs. 3 Satz 2 diese letztgenannte konzentrierende regionalplanerische Steuerungsmöglichkeit vor. Das Gesetz besagt, dass Vorranggebiete mit der Wirkung verknüpft werden können, dass die Vorrangnutzung an anderer Stelle im Planungsraum ausgeschlossen ist. Der Regionalplan Mittelhessen (2010) und der Regionalplan Nordhessen (2009) haben von dieser Option Gebrauch gemacht. Allerdings wurden inzwischen beide Pläne gem. Urteil des VGH Kassel vom 10.05.2012 (Mittelhessen) bzw. vom 17.03.2011 (Nordhessen) bezüglich der Festlegungen zu den Vorranggebieten für Windenergienutzung für unwirksam er-

klärt.[76, 77] In der dritten Planungsregion, Südhessen, hat die Regionalversammlung am 11.12.2009 beschlossen, die Vorranggebiete für Windenergienutzung aus dem Plan herauszunehmen. Am 17.12.2010 wurde die Aufstellung eines sachlichen Teilplans „Windenergienutzung" beschlossen, für den ebenfalls eine Ausweisung von Vorranggebieten mit Ausschlusswirkung zu erwarten ist. Bis zum Inkrafttreten des Teilplans gelten die Regelungen des § 35 BauGB ohne Einschränkung.

Das Bundesland Baden-Württemberg ist aktuell noch strikter in seiner Vorgabe für eine konzentrierende regionalplanerische Steuerung der Windenergie – will allerdings zukünftig davon abweichen. Das geltende Landesplanungsgesetz[78] schreibt verpflichtend vor, dass Standorte für regionalbedeutsame Windkraftanlagen als Vorranggebiete und die übrigen Gebiete der Region als Ausschlussgebiete, in denen regionalbedeutsame Windkraftanlagen nicht zulässig sind, festgelegt werden. Von dieser Regelung will die Landesregierung nun Abstand nehmen, um die Energiewende in Baden-Württemberg voranzutreiben und mehr Energie aus Windkraft zu gewinnen.[79] Gemäß dem Gesetzentwurf vom 27.02.2012 soll die Regionalplanung zukünftig für die Standorte regional bedeutsamer Windkraftanlagen nur noch Vorranggebiete, aber keine Ausschlussgebiete mehr festlegen. Durch die regionalplanerische Festlegung von Vorranggebieten wird im Hinblick auf eine planungsrechtliche Zulässigkeit eine positive Vorentscheidung getroffen und somit Investoren von Windkraftanlagen in den Vorranggebieten Investitions- und Planungssicherheit gegeben. Gleichzeitig erhalten damit auch die Städte und Gemeinden die Möglichkeit, im Rahmen ihrer Planungshoheit Standorte für Windkraftanlagen in ihren Flächennutzungsplänen planerisch zu steuern.

Angestoßen durch die ambitionierten energiepolitischen Ziele, zeigen sich in einigen weiteren Ländern wie z. B. Rheinland-Pfalz Tendenzen zur Flexibilisierung des Rechts und zur Verlagerung der Ausschlussflächenplanung auf die örtliche Ebene, um den Ausbau der Windenergie zu fördern.

Neben Hessen und Baden-Württemberg hat auch Sachsen-Anhalt von der Möglichkeit der Ausweisung von Vorranggebieten mit Ausschlusswirkung Gebrauch gemacht. Ähnlich wie in Hessen eröffnet auch das Landesplanungsgesetz des Landes Sachsen-

---

[76] Mit Urteil des VGH Kassel (v. 10.05.2012 – 4 C 841/11.N) sind die Festlegungen von Vorranggebieten für die Windenergienutzung im Regionalplan Mittelhessen 2010 unwirksam (Pressemitteilung des Hessischen Verwaltungsgerichtshofes vom 10.05.2012).

[77] Mit Urteil des VGH Kassel (v. 17.03.2011 – 4 C 883/10.N) stellte das Gericht die „Unwirksamkeit der gesamten Konzentrationsplanung von Windenergieanlagen" fest. (ROLSHOVEN, M.: Regionalplan Nordhessen unwirksam, in: ZNER 2011, Heft 3, S. 351-357).

[78] Landesplanungsgesetz Baden-Württemberg v. 10.07.2003 (GBl. 2003, Nr. 10, S. 386), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14.10.2008 (GBl. Nr. 14, S. 338)

[79] Webpage: Ministerium für Verkehr und Infrastruktur Baden- Württemberg, http://www.mvi.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/103219/, Zugriff am 19.04.2012

Anhalt[80] die Möglichkeit, Vorranggebiete mit der Wirkung von Eignungsgebieten zu verknüpfen, schreibt diesen Weg aber nicht zwingend vor. Alle Regionalen Entwicklungsplanungen in Sachsen-Anhalt haben davon Gebrauch gemacht. Anders als in Baden-Württemberg hat diese Reglung in Sachsen-Anhalt jedoch nicht zu einer drastischen Einschränkung der Windkraftnutzung geführt.

[Ehlers und Böhme 2011] folgern daraus, dass es nicht nur auf das „ob" der Steuerung der Ansiedlung von Windenergie durch die Regionalplanung ankommt, sondern auf das konkrete „wie" (Anzahl, und Qualität der Vorrang- und Eignungsflächen). Auch auf das „wie" hat die Politik maßgeblichen Einfluss. Ausschlaggebend für die Steuerung der Windenergie ist die Umsetzung der jeweiligen Regelungen durch die politischen Willensträger der Regionalverbände.

Schlüssiges gesamträumliches Planungskonzept

Maßgeblich für die Festlegung von regionalplanerischen Zielen für die Windenergienutzung ist ein schlüssiges gesamträumliches Planungskonzept, das den allgemeinen Anforderungen des planungsrechtlichen Abwägungsgebots gerecht wird. Das Konzept muss so ausgestaltet sein, dass sowohl die Erwägungen, die zur Ausweisung eines Positivstandortes führen, als auch die Gründe, die den (restlichen) Planungsraum für Windenergieanlagen ausschließen, die Entscheidung tragen können [Köck, Bovet 2009]. In der Planungspraxis sind unterschiedliche Kriteriengerüste für den Auswahlprozess entwickelt worden. Ausschlaggebend für ein schlüssiges Gesamtkonzept ist:

- dass **sachgerechte Kriterien** gewählt werden,
- dass grundsätzlich an den Kriterien und dem Gesamtkonzept **festgehalten** wird,
- dass eine **sorgsame Abwägung** erfolgt,
- dass die Vorrangflächen **qualitativ** sachgerecht gewählt sind (keine „Alibifunktion")
- dass die Vorrangflächen **quantitativ** sachgerecht gewählt sind (Windenergienutzung in substanzieller Weise Raum verschaffen) und
- dass eine **transparente Dokumentation** erfolgt.

Hinsichtlich der Qualität der Vorrangflächen gilt, dass die mit der Festlegung ausgewiesene Fläche für die Zwecke der Windenergie so geeignet sein muss, dass sie sich gegen andere Belange und Nutzungszwecke durchsetzt.

Hinsichtlich der Quantität der Vorrangflächen, d.h. dem Anspruch, dass der Windenergienutzung in substanzieller Weise Raum verschafft werden muss, betont die Rechtsprechung, dass sich die Grenze zur unzulässigen „Negativplanung" nicht abstrakt bestimmen lässt, sondern nur auf der Grundlage der tatsächlichen Verhältnisse im jewei-

[80] Landesplanungsgesetz des Landes Sachsen-Anhalt v. 28. 04.1998 (GVBl. LSA 1998, S. 255), zuletzt geändert durch Gesetz vom 19.12.2007 (GVBl. LSA S. 466)

ligen Planungsraum.[81] Zur Beurteilung kann die Relation zwischen der Gesamtfläche der Vorrangflächen bzw. Konzentrationszonen einerseits und der für die Windenergienutzung überhaupt geeigneten Potenzialflächen andererseits als Indikator herangezogen werden. Aktuell zeichnet sich in der Energiepolitik die Zieldimension ab, dass zur Erfüllung der nationalen Energieziele rund 2% der Fläche Deutschlands für die Windenergienutzung zur Verfügung stehen sollen. Hierbei wird Bezug genommen auf die vom Bundesverband WindEnergie e.V. bei Fraunhofer IWES beauftragte Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land. Diese hat ergeben, dass zwar rd. 78 % der Landflächen in Deutschland nicht zur Verfügung stehen, aber 8 % ohne Restriktionen nutzbar seien. Auch wenn dort weitere Aspekte im Einzelfall gegen eine Nutzung stehen können, wird der Schluss gezogen, dass zumindest 2 % der Landesfläche tatsächlich für die Windenergienutzung zur Verfügung stehen [IWES 2011].

Sofern die Ausweisung von Flächen für die Windenergienutzung in einem Regionalplan nicht rechtsgültig ist, findet eine direkte Steuerung der Windenergienutzung nur in den Gemeinden statt, die eine gemeindliche Konzentrationsflächenplanung beschlossen haben. Diese Situation trifft derzeit für alle drei Regierungsbezirke in Hessen zu. Für die vorliegende Begutachtung relevant sind vor allem der Regionalplan Nordhessen 2009 sowie der Regionalplan Mittelhessen 2010, da der VGH Kassel die Unzulässigkeit mit den Urteilen vom 17.03.2011 bzw. 10.05.2012 ausführlich begründet hat.

Die Rechtsprechung des VGH Kassel[82] ist für die Ermittlung und Darstellung eines schlüssigen Gesamtkonzepts insbesondere deshalb relevant, weil das Gericht gefordert hat, die Abwägungsentscheidung ausreichend zu begründen und zu dokumentieren. Das Gericht beanstandet in diesem Zusammenhang ausdrücklich nicht den Umgang mit den definierten „harten“ und „weichen“ Tabu- bzw. Ausschlusskriterien und die Nachvollziehbarkeit des schrittweisen Ausschlussverfahrens. Allerdings werde – im Fall des Regionalplanes Nordhessen – nicht ausreichend nachvollziehbar dokumentiert, wie eine verbleibende Restflächenkulisse von rd. 10.700 ha auf die später nur ausgewiesenen rd. 1.200 ha Vorranggebiete für die Windenergienutzung reduziert wird. Damit fehlen dem Plan in ausreichendem Umfang „Positivflächen“.

Bauleitplanung

Auf Gemeindeebene können die Vorgaben aus der Regionalplanung im Flächennutzungsplan weiter konkretisiert werden; entsprechendes gilt für den Regionalen Flächennutzungsplan des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain. Darin können bspw. Konzentrationszonen für Windenergienutzung auf Gemeindeflächen gemäß BauGB

[81] BVerwG (Fn. 29), S. 33; BayVGH, Urt. v. 8.12.2003 – 20 N 2012/01, BayVBl. 2004, 272 = NuR 2004, 315.

[82] Hessischer Verwaltungsgerichtshof, Urteil vom 17.03.2011, Dokumentation 4 C 883/10.N und Urteil vom 10.05.2011, Dokumentation 4 C 841/11.N

ausgewiesen werden. Bauleitplanerisch ausgewiesene Konzentrationsflächen für Windenergieanlagen entfalten durch den Planvorbehalt des § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB auch außerhalb der Gebiete eine steuernde Wirkung, da sie Anlagen an anderen Stellen im Außenbereich wegen des dann entgegenstehenden öffentlichen Belangs ausschließen. Die mit der Ausweisung von Konzentrationszonen verbundene Ausschlusswirkung hinsichtlich anderer Standorte erfordert einen sehr gründlichen Abwägungsprozess; es gelten gemäß Rechtsprechung des BVerwG entsprechend die Anforderungen an ein schlüssiges Plankonzept für das gesamte Gemeindegebiet [Berkemann 2010].

Die planerischen Entscheidungen der Gemeinde müssen mit den Zielen der Raumordnung in Übereinstimmung gebracht werden. Die Bauleitplanung hat die raumordnerischen Vorgaben zielkonform auszugestalten. Bei einem raumordnerisch festgelegten Vorranggebiet für Windenergienutzung ist i.d.R. eine innergebietliche Feinsteuerung möglich.

Zulassungsverfahren

Das Zulassungsverfahren von Windenergieanlagen an Land ist in Abhängigkeit von der Anlagengestaltung unterschiedlich geregelt. Für Windenergieanlagen mit einer Gesamthöhe unter 50 m ist eine einfache Baugenehmigung ausreichend. Windenergieanlagen mit einer Gesamthöhe über 50 m bedürfen gemäß § 19 BImSchG eines vereinfachten Genehmigungsverfahrens ohne Öffentlichkeitsbeteiligung. Dies trifft bei einer Anlagenanzahl von ein bis zwei WEA außerhalb eines Windparks zu, oder bei mehr als zwei WEA, wenn keine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich ist. Es stellt in der Praxis das Regelverfahren dar.

Ein förmliches Genehmigungsverfahren nach § 10 BImSchG einschließlich Öffentlichkeitsbeteiligung wird erforderlich, wenn gemäß UVPG die Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung notwendig ist. Dies ist generell bei Windparks mit 20 und mehr WEA der Fall. Bei Windparks mit 6 bis 19 Anlagen wird die UVP-Pflicht durch eine allgemeine Vorprüfung auf etwaige erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen festgestellt. Bei Windparks zwischen drei und fünf Anlagen wird zur Feststellung der UVP-Pflicht lediglich eine standortbezogene Vorprüfung durchgeführt.

Wie einleitend beschrieben, gelten gleichzeitig die Bestimmungen der Umweltfachgesetze (z.B. BNatSchG, WHG, BBodSchG). Für das Naturschutzrecht sind hier die Eingriffsregelung, das Artenschutzrecht sowie der Schutz des Netzes „Natura 2000“ zu nennen.

Repowering

Beim Repowering kommt es darauf an, ob im Raumordnungsplan oder Flächennutzungsplan Vorranggebiete bzw. Eignungsgebiete oder Konzentrationszonen für die Windenergie festgelegt sind. Bei der Durchführung von Repoweringmaßnahmen wer-

den generell die gleichen planungsrechtlichen Anforderungen gestellt wie für die Neuerrichtung von Windenergieanlagen. Wird im Zuge des Repowering eine Altanlage beseitigt, erlischt ihr Bestandsschutz. Für die Errichtung der neuen Windenergieanlagen ist es maßgeblich, dass diese an den für sie vorgesehenen Standorten nach dem aktuellen Planungs- und Umweltrecht zulässig sind [DStGB 2009].

Solare Strahlungsenergie

Die raumbezogene Standortsteuerung von Solarparks ist Angelegenheit der Regionalplanung und der Bauleitplanung [BMU 2011a]. Die Errichtung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen bzw. von Solarparks hat seit der Einführung entsprechender Vergütungsbestimmungen im EEG 2004 stark zugenommen; der jährliche Zubau an Photovoltaikanlagen fand im Jahr 2011 bundesweit zu etwa 25% als Freiflächenanlage statt.

Steuerung durch das EEG

Die Standortauswahl von PV-Freiflächenanlagen erfolgt in der Praxis bislang maßgeblich über die Regelungen zur Einspeisevergütung des § 32 EEG und die Abstimmungsverfahren der jeweils obligatorischen Bauleitplanverfahren. Die in § 32 EEG etablierten Flächenkategorien funktionieren als erstes, seitens des Gesetzgebers gewolltes, räumliches Steuerungsinstrument für diesen Vorhabentyp. Seit 2004 ist der in Solarparks erzeugte Strom nur vergütungsfähig, wenn der Solarpark auf den definierten Flächentypen des jeweils geltenden EEG und im Geltungsbereich eines Bebauungsplans errichtet wurde. Insbesondere die Vergütungsfähigkeit von Anlagen auf Ackerflächen erzeugte einen regelrechten Ausbauboom, dem mit der Streichung des Vergütungskriteriums im EEG 2009, das faktisch seit 2010 gilt, begegnet wurde. Bis Ende 2011 wurden bundesweit ca. zwei Drittel aller Solarparks in Deutschland auf Ackerflächen errichtet.

Gemäß § 32 des geltenden EEG sind in 2012 folgende Flächenkategorien vergütungsfähig:

- bereits versiegelte Flächen,
- Konversionsflächen aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung, soweit sie nicht Teil eines Naturschutzgebietes oder Nationalparks sind,
- Flächen in einem Korridor von beiderseits 110 m entlang von Autobahnen und Schienenwegen sowie
- bestimmte für Gewerbe und Industrie ausgewiesene Bebauungspläne.

Für die weitere Entwicklung bemerkenswert ist die in 2012 verabschiedete Gesetzesänderung des EEG, die die Freiflächenregelungen weiter beschneidet und vorsieht, dass bei Anlagen mit einer installierten Leistung von mehr als 10 MW_p nur noch der Leistungsanteil bis 10 MW vergütet wird, und dass Anlagen auf Konversionsflächen gegen-

über anderen Freiflächenanlagen nicht mehr begünstigt werden [BMWi/BMU 2012]. Andererseits ist aber auch am Markt erkennbar, dass mit den weiter stark fallenden Kosten bei der Solarstromerzeugung in allernächster Zeit auch Anlagen geplant werden, die unabhängig von den Vergütungsbestimmungen des EEG auf Direktvermarktung des Stroms setzen.

Raumordnung

Raumplanerisch relevant sind derzeit insbesondere **großflächige PV-Freiflächenanlagen** sowie räumliche Situationen, in denen **Solarparks gehäuft** geplant und realisiert werden. Zur Raumbedeutsamkeit (s.o.) wurde bereits ausgeführt, dass ein raumordnerischer Handlungsbedarf in Deutschland regional sehr unterschiedlich bereits ab 0,5 ha Anlagengröße gesehen wird. In Mittelhessen wird ab 5 ha Größe (entspricht etwa einer Anlagenleistung von 1,5 bis 2 MWp) die Raumbedeutsamkeit angenommen. Das ist angemessen, da bundesweit bereits in 2010 der Jahreszubau eine mittlere Anlagenleistung von 4,5 MWp (entspricht je nach Modultechnik und Aufstellung ca. 10-15 ha Flächenbedarf) überschritten hat [IE Leipzig 2011].

Eine bauplanungsrechtliche Privilegierung, vergleichbar mit der Windenergienutzung, besteht für Solarparks nicht. Allerdings erfolgt regelmäßig die Aufstellung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplans, so dass hier in Verbindung mit der obligatorischen Flächennutzungsplananpassung eine planungsrechtliche Verfahrenssituation besteht, das Vorhaben mit anderen Belangen im Gemeindegebiet abzustimmen.

Zur Steuerung der Freiflächenanlagen wird das Instrument der Regionalplanung bisher in unterschiedlichem Maße genutzt. In aktuellen Regionalplänen ist die Solarenergie regelmäßig in allgemeine Zielaussagen zur Förderung der Erneuerbaren Energien integriert. Verbreitet ist der Grundsatz zur Präferenz der Nutzung solarer Strahlungsenergie im Siedlungsbereich an und auf Gebäuden und sonstigen Bauwerken. Regelmäßig finden sich auch Formulierungen im Hinblick auf den Aspekt der Vermeidung von Landschaftszersiedlung durch Anbindung der Anlagen an Siedlungsstrukturen.

Neben derartigen qualitativen Steueransätzen umfassen einzelne Regionalpläne räumlich konkrete und methodisch untermauerte Grundsätze und Ziele im Hinblick auf Vorzugsstandorte sowie Ausschlussflächen für Freiflächenanlagen. Diese sind bisher einerseits in erkennbarer Anlehnung an die Flächenkriterien des EEG definiert, andererseits entsprechend der jeweils gehandhabten Einschätzung der Zielkonflikte.

Die Festlegung von Vorranggebieten oder Vorbehaltsgebieten ist grundsätzlich möglich. Die Festlegung von Eignungsgebieten ist nur für Vorhaben vorgesehen, die im Außenbereich privilegiert sind (vgl. § 8 Abs. 7 ROG). In bisher noch seltenen Fällen werden Vorrang- und Vorbehaltsgebiete bzw. „Standorte für raumbedeutsame Freiflächenanlagen zur Solarstromerzeugung“ festgelegt. Beispielhaft zu nennen sind hier der

Regionalplan Heilbronn-Franken und der Regionale Raumordnungsplan Ostthüringen. Die wenigen bekannten Beispiele sind geprägt durch einen intensiven Austausch mit der kommunalen Ebene und bauen zum Teil auf kommunalen Standortkonzepten bzw. Angebotsplanungen auf.

Eine indirekte raumordnerische Steuerung wird häufig über die Formulierung von Ausschlusswirkungen bestimmter Gebietskategorien vollzogen. Es werden Gebietskategorien benannt, in denen die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen unzulässig ist (Ziel der Raumordnung). Im Regionalplan Mittelhessen ist bspw. die Errichtung von raumbedeutsamen Photovoltaikanlagen in „Vorranggebieten für Natur und Landschaft", „Vorranggebieten für Forstwirtschaft", „Vorranggebieten für Landwirtschaft" und in „Vorranggebieten für den Abbau oberflächennaher Rohstoffe" unzulässig.

Bereits seit einiger Zeit fordert die Landes- und Regionalplanung allerdings von den Kommunen zur Bebauungsplanung die Erarbeitung eines vorgelagerten Standortkonzeptes – so bereits seit 2009 die Länder Bayern und Schleswig-Holstein (s.u.). Auf Länderebene und auf regionaler Ebene existieren Hinweise und Empfehlungen zur aktiven Entwicklung und gezielten Steuerung von PV-Freiflächenanlagen und zur Entwicklung von Standortkonzepten im Gemeindegebiet mit der Empfehlung, auch interkommunal zusammenzuarbeiten. Viele dieser Konzepte wurden entwickelt, um dem häufig unkoordinierten Ausbau von Freiflächenanlagen auf Ackerflächen entgegenzuwirken. Beispiele mit Vorgaben zu derartigen Standortkonzepten auf Landes- und Regionalplanebene sind:

- Die Hinweise der Obersten Baubehörde des Bayerischen Staatsministeriums des Innern aus 2009 und 2011 [BayStMI 2009; 2011],
- die ministeriellen Grundsätze zur Planung von großflächigen Photovoltaikanlagen im Außenbereich aus Schleswig-Holstein [SH 2006],
- das Gutachten der Gemeinsamen Landesplanung in Brandenburg [Bosch & Partner 2009] und darauf aufbauende Aktivitäten und Planungshinweise der Regionalplanung, z.B. des [RPG Uckermark Barnim 2011],
- die nach dem ersten Leitfaden aus 2007 vorgenommene Fortschreibung des Leitfadens für die Bewertung aus raumordnerischer und landesplanerischer Sicht in Rheinland-Pfalz [SGD-Süd 2010].

Regionalplanerische Vorgaben werden in Zukunft zunehmend an Bedeutung gewinnen, da bei dem rasanten Verfall der Modulpreise davon auszugehen ist, dass zukünftig auch Flächen für die Errichtung von Freiflächenanlagen lukrativ werden, die keine oder nur eine geringe Vorbelastung aufweisen und bisher nicht zu den förderfähigen Flächen nach EEG gehören. Entsprechend hat die Regionalplanung in den erwähnten Fällen bereits Vorkehrungen getroffen, zumindest die ertragreichen Ackerböden nicht als Flächen für die PV-Nutzung freizugeben.

Bauleitplanung

Auf der kommunalen Ebene findet die direkte Steuerung potenzieller Standorte in der Bauleitplanung statt. Hierfür kann auf Ebene der Flächennutzungsplanung die formelle Ausweisung von Konzentrationszonen stattfinden.

Auf Ebene der Flächennutzungsplanung bieten Standortkonzepte und eine darauf aufbauende Angebotsplanung den Trägern der Bauleitplanung die Möglichkeit, sich aktiv an der Standortsuche zu beteiligen und den Planungen von Investoren zu begegnen. Die meisten Standortkonzepte von Gemeinden sind hinsichtlich der Ermittlung geeigneter und des Ausschlusses ungeeigneter Flächen mit den Vorgehensweisen auf regionaler Ebene vergleichbar. Hier werden Positiv- und Negativflächen definiert und kartographisch aufgearbeitet, Potenzialflächen bestimmt und mit den örtlichen Entwicklungszielen abgestimmt. Auf Grund der Großflächigkeit von PV-Freiflächen entwickeln Gemeinden vereinzelt auch interkommunale Planungskonzepte. Derartige Standortkonzepte haben häufig informellen Charakter und erhalten erst durch deren Festlegung in der Bauleitplanung eine größere Verbindlichkeit. Nach den Auswertungen zum EEG-Erfahrungsbericht [IE Leipzig 2011] werden üblicherweise die in Tabelle 6-1 dargestellten Kriterien bei der Auswahl von geeigneten bzw. ungeeigneten Flächen angewandt:

Tabelle 6-1: Kriterien zur Ermittlung von Standorten für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen

Positivflächen	Technische Eignung: Hangneigung, Exposition: Süd-Südwest bis Süd-Südost; Nähe zu Infrastruktur für Einspeisung (Stromleitungen, Transformatoren)
Ausschluss- bzw. Negativflächen:	Nicht zu überplanende Flächen je nach Schutzstatus und Nutzung (gem. FNP, ggf. mit integriertem Landschaftsplan); Waldflächen; Überschwemmungsbereiche bzw. Hochwasserlinie HQ 100; Schutzgebiete wie FFH-Gebiete, NSG, LSG; Biotope mit Ausgleichs- u. Ökokontoflächen; Bodendenkmäler (eingeschränkt)
Abwägungskriterien zur Feinabstimmung für ausgewählte Standorte:	Anbindung an bestehende Siedlungseinheiten; Verwendung vorbelasteter Flächen; Einsehbarkeit und Einbindungspotenzial in die Landschaft; Topographie; Biotopverbund; Verfügbarkeit der Flächen (Eigentumsverhältnisse)

Darüber hinaus kommen spezielle Kriterien aus der jeweiligen örtlichen Betroffenheit zur Anwendung, wie die Berücksichtigung der Bodenwertzahl, Mindestflächengrößen aber auch maximale Flächengrößen.

Zur rechtsverbindlichen bauleitplanerischen Festsetzung nutzt die Gemeinde überweigend die Möglichkeiten eines vorhabenbezogenen Bebauungsplans gemäß § 12 BauGB. Sie stimmt mit dem Vorhabenträger einen Vorhaben- und Erschließungsplan ab und regelt Durchführung und Kostenfragen im Rahmen eines Durchführungsvertrages. Die Fläche wird i.d.R. als Sondergebiet festgesetzt (§ 11 Abs. 2 BauNVO).

Die Steuerung und Förderung der **flächenneutralen Photovoltaik** an Gebäuden und Bauwerken wird nur insoweit gestreift, als dass die Bauleitplanung hier Möglichkeiten nutzen kann. Siedlungsgebiete können bspw. so festgesetzt werden, dass die Gebäude technisch ohne Schwierigkeiten mit Anlagen zur Erzeugung von Solarenergie versehen werden können. Im FNP bestehen Regelungsspielräume für klimaschutzbezogene Inhalte, die nicht durch die als beispielhaft anzusehenden Darstellungsmöglichkeiten des § 5 Abs. 2 BauGB begrenzt werden [ECOFYS 2006]. Für den Bebauungsplan ergeben sich aus § 9 Abs. 1 BauGB u.a. Festsetzungsmöglichkeiten zur Ausrichtung und Höhe von Gebäuden für die Installation von Solaranlagen und für den Einsatz Erneuerbarer Energien.

Zulassungsverfahren

Die Zulassung von PV-Freiflächenanlagen erfolgt durch Baugenehmigung. Diese steht in der Regel unter dem Vorbehalt eines Bebauungsplanbeschlusses, da dieser für die EEG-Einspeisevergütung vorausgesetzt wird.

Bioenergie

Die Energie- und Klimaschutzpolitik hat dazu geführt, dass immer mehr Anlagen zur Erzeugung von Energie aus Biomasse entstehen und die landwirtschaftliche Tätigkeit sich zunehmend an den „Bedürfnissen“ der Anlagen orientiert. Aufgrund der regional bereits eingetretenen raumstrukturellen Problemsituationen stellt sich die Frage nach der räumlichen Steuerung der Anlagen einerseits und auch des Energiepflanzenbaus bzw. Anbaus nachwachsender Rohstoffe (NawaRo) andererseits. Dabei geht es um die Möglichkeiten der Beeinflussung der landwirtschaftlichen, auf die Energieerzeugung ausgerichteten Biomasseproduktion nach Raum- und Umweltverträglichkeitsgesichtspunkten.

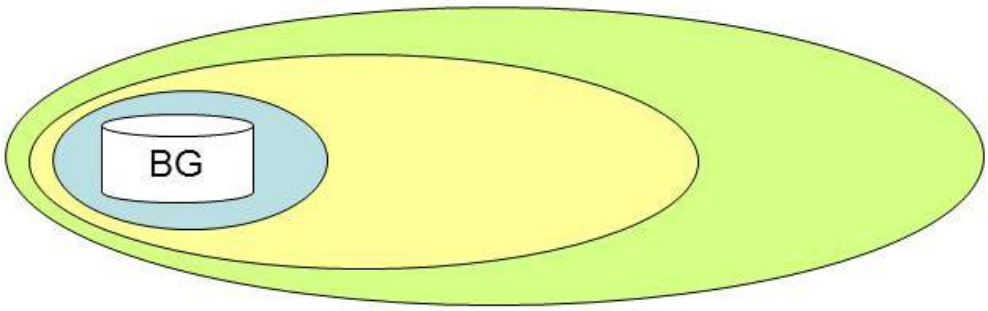
Der Anbau und die energetische Verwertung der Biomasse führen zu Flächenverbrauch, Landnutzungsänderungen, Nutzungskonkurrenzen innerhalb der Landwirtschaft, Verkehrsbelastungen und Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes nicht nur durch die

Anlagen, sondern auch durch hochwüchsige Energiepflanzen[83]. Mit der Intensivierung der Bioenergiebereitstellung können erhebliche Raum- und Umweltauswirkungen verbunden sein. Diese negativen Wirkungen können sowohl durch intensive Bewirtschaftungsformen mit Monokulturen als auch durch das Mehr an Anlagen und dafür genutzter Fläche entstehen. Besondere Konfliktpotenziale bestehen nicht nur zwischen dem Biomasseanbau und der Nahrungs- und Futtermittelproduktion, sondern auch mit anderen konkurrierenden Flächennutzungen u.a. der Sicherung von Biodiversität/ Natur- und Umweltschutz und dem Kulturlandschaftsschutz.

Eine gut durchdachte Standortwahl ist zudem aufgrund der möglichen Auswirkungen der Anlage auf die Nachbarschaft notwendig, wobei auch der betriebliche Ausnahmefall (Störfall) zu berücksichtigen ist (siehe Abbildung 6-1). Weiträumig können infolge der Verbrennungsprozesse sowie durch die Lagerung und Ausbringung von Gärresten auch Immissionen von Stickstoffoxid (NOx) bzw. Ammoniak (NH_3) auftreten, die zur Überschreitung von kritischen Einträgen in nährstoffarmen Lebensräumen führen können. In Schutzgebieten, vor allem in FFH-Gebieten, können nachteilige Veränderungen mit Erhaltungszielrelevanz eintreten, deren Ausschluss im jeweiligen Planungs- und Zulassungsverfahren nachzuweisen ist. Bei Biogasanlagen zur direkten Einspeisung in die Gasversorgung ist das Problem weniger relevant. Für die Standortentscheidung und die Akzeptanz in der Bevölkerung sind zudem die mit der infrastrukturellen Anbindung und dem An- und Abtransport der Einsatzstoffe verbundenen Auswirkungen relevant.

[83] Unter den Begriff hochwüchsige Kulturen fallen ein- oder mehrjährige landwirtschaftliche Kulturen, die Wuchshöhen von 2 m deutlich überschreiten. Beispiele sind Chinaschilf (bis 4 m), Rutenhirse (bis 2,50 m), Hanf (bis 4 m) und Mais (ca. 3-4 m). Kurzumtriebsplantagen aus Pappel und Weiden erreichen bereits nach 4 Bestandsjahren Wuchshöhen von bis zu 7 m (Kaltenschmitt & Hartmann 2001)

Relevante Wirkbereiche von Biogasanlagen



Den Flächenverbrauch einer Biogasanlage bestimmen folgende Anlagenteile:

- Silo (Fahrsilo)
- Vorgrube/Vorlagebehälter
- Fermenter
- Nachgärer
- Gärrestelager
- ggf. Halle
- Anlagenteile zur Gasaufbereitung
- Erweiterung oder Neubau von Zufahrtswegen

Zu erwartende relevante Lärmemissionen beim Bau und Betrieb der Anlage sind:

- Baubedingter Lärm
- Transport der Baumaterialien
- An- und Abtransport der Eintragsstoffe
- Feststoffeintrag in die Biogasanlage
- Gasmotor und weitere Motoren
- BHKW

Zu erwartende relevante Stoffemissionen beim Bau und Betrieb der Anlage sind:

- Abgasemissionen aus Fahrzeugen bei der An- und Ablieferung
- Abgasemissionen beim Betrieb der Gasverbrauchseinrichtung (BHKW/Fackel und Windrichtung)
- Geruchs- und Staubemissionen im Zusammenhang mit Anlieferungs-, Zwischenlagerungs- und Eintragvorgängen von Rohstoffen
- Geruchsemissionen bei Lager- bzw. Entnahmevorgängen von Gärrückstand
- Abwasser aus flüssigen und festen Substrate wie z.B. Gülle, Jauche, Kofermente
- Sickersäfte aus der Lagerung von Substraten wie z.B. Silagesickersäfte
- Betriebs- und Schmierstoffe wie z.B. Motorenöle oder Hilfsstoffe wie z.B. Eisen(III)chloridlösungen

Quelle: [Bosch & Partner 2011]

Abbildung 6-1: Abgrenzung der Wirkbereiche einer Biogasanlage

Die Verlagerung der landwirtschaftlichen Flächennutzung in Richtung Monostrukturierung der Anbaukulturen, insbesondere zum Intensivanbau von Energiepflanzen, führt in einigen Regionen zu erheblichen negativen Auswirkungen auf Natur und Landschaft und mindert die öffentliche Akzeptanz der Biogasnutzung. So wirkt sich die massive Konzentration auf bestimmte Anbaukulturen (v.a. Mais) negativ auf die biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft aus und beeinträchtigt die Eigenart der Landschaft. Der zunehmende Nutzungsdruck führt vermehrt zu Grünlandumbruch und landwirtschaftlicher Nutzungsintensivierung. Die Möglichkeiten, im Zuge der Planung und Genehmigung von Biogasanlagen, steuernd auf die Ausgestaltung des Energiepflanzenanbaus Einfluss zu nehmen, sind allerdings sehr eingeschränkt.

Der Zusammenhang von Anlagendichte und Landnutzungsveränderung ist eindeutig. Aus betriebswirtschaftlichen Gründen werden Transportwege minimiert, und zumindest für landwirtschaftliche Biogasanlagen erfolgt die Rohstoffversorgung schon aus Privilegierungsgründen zu rd. 50% aus dem Nahbereich bis 20 km Entfernung. In Gebieten Niedersachsens mit erhöhter Biogasanlagendichte wird der höchste Flächenbedarf für den Anbau von Energiepflanzen, insbesondere Energiemais, verzeichnet [Landwirtschaftskammer Niedersachsen 2011].

Im 'Nationalen Biomasseaktionsplan' der Bundesregierung [vgl. BMELV/BMU 2010] wird die nachhaltige Erzeugung von Biomasse unter Beachtung auch der ökologischen Belange des Naturschutzes sowie des Boden- und Gewässerschutzes als ein Teilziel beschrieben, dem hohe Bedeutung für die öffentliche Akzeptanz der Biomasseproduktion zukommt. Zudem sollen die kulturlandschaftlichen Wirkungen beim Biomasseanbau und bei der Errichtung von Bioenergieanlagen berücksichtigt werden und die Standortplanung von Bioenergieanlagen soll besser mit der Landes-, Regional- und Flächennutzungsplanung sowie der Landschaftsplanung und der agrarstrukturellen Entwicklungsplanung abgestimmt werden.

Die **Steuerungsmöglichkeiten** sind hinsichtlich des raumordnerischen Instrumentariums unterschiedlich zu betrachten und im Ergebnis nach weitgehend übereinstimmender Expertenmeinung begrenzter, als sie es nach der Problemeinschätzung her wünschenswert sind. Ein direkter Zugang raumordnerischer Instrumente ist vor allem deshalb nicht gegeben, weil es sich bei der Produktion von Biomasse in allen relevanten Ausprägungen um einen Bestandteil der landwirtschaftlichen Nutzung handelt, der sich nur unzureichend vom Anbau von Lebens- und Futtermitteln abgrenzen lässt.

Nachfolgend werden die Aspekte und Ansatzpunkte dargestellt, wie sie sich aus der Analyse neuerer Forschungsergebnisse und Praxisbeispiele darstellen. Dabei gelingt allerdings die vorgenommene getrennte Darstellung nach dem Anlagenaspekt und nach der Erzeugung der Biomasse nur unbefriedigend. Die Steuerungshypothesen gehen davon aus, dass ein Zusammenhang zwischen dem Standort einer Anlage zur

energetischen Verwertung der Biomasse – hier vor allem eine Biogasanlage – und den darauf ausgerichteten landwirtschaftlichen Produktionsverhältnissen besteht. Mit der Zunahme der Anlagendichte, ob sie nun als landwirtschaftliche „kleine" Anlage oder als bauplanungsrechtlich nicht privilegierte Großanlage anzusprechen sind, verschärft sich die Problematik der Intensivierung des Landbaus in seiner Ausrichtung auf möglichst effiziente Energiepflanzen, insbesondere den Mais.

Anlagensteuerung

Hinsichtlich der **Anlagen zur energetischen Nutzung von Biomasse** wird unter Bezugnahme auf § 35 Abs. 1 BauGB unterschieden zwischen den „großen", im Außenbereich nicht privilegierten Biogasanlagen und den privilegierten Anlagen, die einem landwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieb dienen und eine bestimmte Leistung bzw. Kapazität (s. § 35 Abs. 1 Nr. 6d BauGB) nicht überschreiten.

Hinsichtlich der Einschätzung der Steuerungsnotwendigkeit sind die aktuellen Tendenzen aus dem EEG-Monitoring [DBFZ 2011] und die aktuellen Erkenntnisse der Biogas-Statistik 2011 von Interesse und hier ergänzend aufgeführt. Ende 2011 lag der Bestand bundesweit bei 7.200 Biogasanlagen, allein in 2011 wurden 1.300 Anlagen neu in Betrieb genommen. Der Ausbau der Biogaskapazitäten in Hessen wird in diesem Zusammenhang als „vergleichsweise gering" bezeichnet [DBFZ/ BHKW-Infozentrum 2012]. Für den Zeitraum bis 2010 wird eine Tendenz hin zu den kleinen und mittleren Anlagen beschrieben (< 200 kW) und auch prognostisch weitergeführt [DBFZ 2011].

Bestimmend für die Entwicklung bei den Biomasse(heiz)kraftwerken der letzten Jahre ist, dass in Folge der Wärmemitnutzung vor allem der mittlere Leistungsbereich anvisiert wird und durch den Einsatz von innovativen Technologien, einer möglichst hohen Wärmeauskopplung und der Nutzung von 100% Wald(rest)holz oder Landschaftspflegeholz (NawaRo-Bonus-fähiges Material) ein möglichst wirtschaftlicher Anlagenbetrieb angestrebt wird. Wirtschaftlichkeitsaspekte und das Interesse, den Wärmebedarf zu berücksichtigen, laufen in die gleiche Richtung. Gewisse Sättigungstendenzen werden in diesem Markt beobachtet: neue Biomasseheizkraftwerke, derzeit rd. 250 Anlagen im Bestand mit einer Leistung von durchschnittlich 5 MW, nahmen in Anzahl und Größe ab und bewegen sich nun im 1 MW-Bereich [DBFZ 2011].

„Kleine" landwirtschaftliche Biogasanlagen

Im Außenbereich ist ein Vorhaben zur energetischen Nutzung von Biomasse unter bestimmten Bedingungen gemäß § 35 Abs. 1 BauGB privilegiert zulässig. U.a. ist zur Vermeidung der Zersiedlung ein räumlich-funktionaler Zusammenhang der Anlage mit jeweils einem land- oder forstwirtschaftlichen Betrieb (dort nachgeordnet), einem Gartenbaubetrieb der gartenbaulichen Erzeugung oder einer Tierhaltung erforderlich. Die Biomasse muss dabei überwiegend aus dem Betrieb oder einem nahe gelegenen ver-

gleichbaren Betrieb stammen. Insbesondere aber dürfen die Leistungsmerkmale der Anlage die Feuerungswärmeleistung von 2,0 Megawatt und die Erzeugung von 2,3 Millionen Normkubikmeter Biogas nicht überschritten werden.

Aufgrund der im Einzelnen genannten Bedingungen werden Gebietsausweisungen in Regionalplänen für die landwirtschaftlichen Anlagen ihren Steuerungsanspruch nicht erfüllen können. Raumordnungspläne betreffen schon vom Ansatz her eine ganze Region und nehmen daher zwangsläufig eine grobmaschigere Betrachtung vor. Eine konkrete Standortsteuerung landwirtschaftlicher Biogasanlagen würde die konkrete Festsetzung von Einzelstandorten unter Beachtung der standortbezogenen Merkmale des Privilegierungstatbestands erfordern. Das kann ein Raumordnungsplan in der Regel nicht leisten.

Hinzu kommt im Übrigen, dass die hier erfassten Biogasanlagen nicht dem Kriterium der Raumbedeutsamkeit unterliegen. Somit dürften landwirtschaftliche Biogasanlagen weiterhin weitgehend „ungesteuert“ neben großen, gezielt angesiedelten Anlagen entstehen [Bosch & Partner et al. 2011].

„Große“ raumbedeutsame Biogasanlagen

Nicht bauplanungsrechtlich privilegierte Biogasanlagen und zumeist mit Holz befeuerte Biomasse(heiz)kraftwerke, deren Feuerungswärmeleistung die o.g. Schwellenwerte überschreiten, sind im Außenbereich grundsätzlich unzulässig. Entsprechend benötigen solche Anlagen eine planungsrechtliche Grundlage, in der Regel einen Bebauungsplan, der ein Gewerbe- oder Industriegebiet oder ein Sondergebiet festsetzt. Sie sind, bezogen auf einen räumlich-funktionalen Zusammenhang zu einem landwirtschaftlichen Betrieb, nicht beschränkt. Aufgrund ihrer hohen Leistung sind die Anlagen in ihrer Gesamtheit entsprechend groß dimensioniert, so dass hier in der Regel auch die **Raumbedeutsamkeit** zu unterstellen ist. Die Möglichkeit für eine raumordnerische Steuerung ist damit grundsätzlich gegeben, und zwar allgemein durch Vorgaben für Bereiche mit gewerblicher Nutzung, zum andern aber auch für konkrete Biogasanlagenstandorte in entsprechenden Sondergebieten.

In der Konsequenz ist der Ansatz einer Anlagensteuerung immer auch im Zusammenhang mit der räumlichen Dimension des Anbaus der erforderlichen Biomasse zu sehen und zu entscheiden.

Raumverträgliche Steuerung des Energiepflanzenbaus

Die Rolle der Raumordnung ist es, durch gezielte räumliche Koordination die vorhandenen Biomassepotenziale zu nutzen, dabei negative Auswirkungen zu minimieren und nach Möglichkeit auch positive Entwicklungen und Synergien, die mit der energetischen Nutzung von Biomasse einhergehen, zu befördern. Der sachgerechte planerische Umgang mit diesen Flächenkonkurrenzen und die Steuerung der Entwicklung des

Raumes ist eine zentrale Aufgabe der Raumordnung, d.h. der Steuerungsbedarf ist hoch. Gleichzeitig ist aber offensichtlich, dass die formale Lenkung des Anbaus der bioenergetischen Einsatzstoffe sehr schwierig bis „unrealistisch" eingeschätzt wird, da es sich auch nach Auffassung des Bundesverwaltungsgerichtes bei der Produktion von Biomasse um Landwirtschaft im Sinne von § 201 BauGB handelt"[84]. Dem Nutzer einer landwirtschaftlichen Fläche ist es unbenommen, innerhalb der Grenzen guter landwirtschaftlicher Praxis und der Cross-Compliance-Regelungen[85] mit seinem Besitz umzugehen [Bosch & Partner et al. 2011]. Die Regional- oder Bauleitplanung kann daher zwar informell, aber nicht verbindlich konkrete Flächen für den Anbau von Einsatzstoffen für Biogasanlagen bestimmen und diese im Hinblick auf die anzubauenden Pflanzenarten mit Restriktionen belegen.

Entsprechend ist eine raumordnerische und auch baurechtliche Beeinflussung der im Übrigen nicht zwingend auf Dauer angelegten landwirtschaftlichen Produktionsweise, nur sehr begrenzt möglich. Im Zuge der Planung einer nicht privilegierten Anlage kann es für Gemeinden aber erfolgversprechend sein, über Regelungen in städtebaulichen Verträgen zu einem Vorhaben- und Erschließungsplan Einfluss auf Art und Umfang des Anbaus der Einsatzstoffe sowie ggf. deren Herkunft zu nehmen [Bosch & Partner et al. 2011: 83].

Der [Sachverständigenrat für Umweltfragen 2007] hatte bereits „Vorranggebiete" für die Biomassenutzung gefordert, um dem erhöhten Koordinationsbedarf nachzukommen und eine weitere Umweltbeeinträchtigung zu vermeiden. Über räumliche Standortzuweisungen („wo") hinaus sollten auch die Möglichkeiten genutzt werden, den Gesamtumfang bestimmter Nutzungen („wie viel") planerisch vorzugeben.

Aus der Regionalplanungspraxis werden Erfordernisse für Festlegungen mit Steuerungsfunktion formuliert, z.B. lt. einer Umfrage des BBSR [Einig 2009]:

- Vorgaben durch das Land, wie viel Fläche in einer Region für den Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung vorzusehen ist (31% der Antwortenden halten dies für erforderlich),
- Festlegungen, die energetische Biomassenutzung auf landwirtschaftlichen Nutzungen ausschließen (27%),
- Festlegungen, die die Art der energetischen Biomasse regulieren (23%),
- Vorbehaltsgebiete für energetische Biomasseproduktion (19%),
- Vorranggebiete für energetische Biomasseproduktion (15%).

82% der Teilnehmer einer bundesweiten Umfrage sehen einen grundsätzlichen Handlungsbedarf, die Biomasseproduktion durch raumrelevante Planungen zu steuern. Die

[84] BVerwG, U. v. 11.12.2008 – 7 C 6.08 –, ZNER 2009, S. 52, Rn. 19

[85] Bindung der EU-Agrarzahlungen an Verpflichtungen im Umweltschutz.

Regionalplanung ist dabei ein wichtiger Akteur, wird allerdings aufgrund der fehlenden Kompetenz in der Steuerung der landwirtschaftlichen Bodennutzung nicht in der Verantwortung gesehen. Dementsprechend verwundert es nicht, dass eine aktuelle Analyse von Regionalplänen ergab, dass bisher nur wenige Regionalpläne (rund 9%) differenzierte Aussagen zur Bioenergie treffen bzw. ein räumlicher Bezug zur Bioenergiebereitstellung hergestellt wird [BMVBS 2010].

Ansätze zur Positivplanung

Die Regionalplanung setzt zur Steuerung von Nutzungen mit Landwirtschaftsbezug überwiegend Vorbehaltsgebiete, vereinzelt auch Vorranggebiete ein. Vorranggebiete für die Landwirtschaft dienen der langfristigen Sicherung von für eine nachhaltige landwirtschaftliche Nutzung besonders geeigneten Böden; damit werden auch räumliche Schwerpunkte der Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte gekennzeichnet. Vorbehaltsgebiete für die Landwirtschaft dienen der Sicherung weiterer landwirtschaftlicher Flächen. Ebenfalls werden Vorranggebiete oder Vorbehaltsgebiete zur Grünlandbewirtschaftung, -pflege und -entwicklung bzw. zur Grünlandsicherung eingesetzt (flächendeckend in den Regionalplänen Niedersachsens). Die räumliche Steuerung speziell der Biomassenutzung durch die Regionalplanung spielt bislang noch eine nachgeordnete Rolle [Mengel et al. 2010].

Eine Gebietskategorie für den Biomasseanbau kann dazu dienen, die Möglichkeiten des Energiepflanzen- und NawaRo-Anbaus und die entsprechende Anlageninfrastruktur zu bündeln. Die Anwendung einer solchen oder ähnlich bezeichneten Kategorie seitens der Regionalplanung wird aber bezweifelt, da sie die Beeinflussung von Art und Intensität der landwirtschaftlichen Nutzungsart voraussetzt [BMVBS 2010].

Die Ausweisung von Gebieten für raumbedeutsame Bioenergieanlagen wird in der Fachmeinung kontrovers diskutiert. Eine ablehnende Haltung wird begründet dadurch, dass den unterschiedlichen Anforderungen der vielfältigen Anlagentypen und -größen an Raum, Infrastruktur und Flächenbedarf sowie dem heterogenen Erscheinungsbild einzelner Anlagen eine regionale Raumkategorie nicht gerecht werden kann. Der erforderliche Aufwand für eine sachgerechte Abwägungsentscheidung wird sehr hoch eingeschätzt, gleichwohl bei einer Vielzahl an Bauvorhaben ein starker Handlungsdruck zur räumlichen Steuerung besteht [BMVBS 2010].

Demgegenüber steht die Auffassung von [Thrän et al. 2011], dass auch die Potenziale energetisch nutzbarer Biomasse ermittelt und auf der Grundlage einer Landschaftsanalyse im Sinne von Nachhaltigkeit und Naturverträglichkeit als Vorrang- bzw. Eignungsgebiete festgelegt werden sollten. Ein solches Vorgehen wird für alle Regionen vorgeschlagen, die über ein großes Biomassepotenzial verfügen; auch der großflächige Anbau von Energiepflanzen entfalte ein Maß an Raumwirksamkeit, das ein solches Vorgehen rechtfertige.

Vorranggebiete für die Biomassenutzung können dazu dienen, die dort regionalplanerisch erwünschte Steuerung zur Errichtung einer großen Biogasanlage mit mehreren Megawatt elektrischer Leistung oder zur Aufbereitung und Einspeisung von Methangas ins Erdgasnetz zu schaffen. Dies kann dann bspw. in Verbindung mit der raumordnerischen Konzeption von Vorranggebieten für Landwirtschaft durchdacht werden. Im Ergebnis wird die Möglichkeit gesehen, im Regionalplan eine Standortplanung für Biomassekraftwerke ab einer bestimmten Leistungsdimension vorzunehmen [Bosch & Partner et al. 2011].

Praxisbeispiele

Ein Beispiel für ein durchgängiges Biomassestandortkonzept auf regionalplanerischer Ebene existiert nach Auffassung der Gutachter bisher nicht.

Im Teilregionalplan-Entwurf Regenerative Energien zum Regionalplan Nordschwarzwald wurden im Regelungsbereich Biomasse und Biogas die Steuerungskategorien „Biomasse Vorbehaltsgebiet“ und „Biogas Vorbehaltsgebiet“ eingesetzt. Im Rahmen eines Gesamtkonzeptes „Erneuerbare Energien“ wurden die Vorbehaltsgebiete auf ein Gemeindegebiet bezogen und u.a. für den Bau von Biomasseanlagen vorgesehen. Der Ansatz erwies sich letztendlich als nicht durchsetzungsfähig, der Entwurf wurde zurückgezogen.

Am Beispiel der Planungsregion Westsachsen zeigt ein Forschungsprojekt im Auftrag des [BMVBS 2010], dass eine auf Szenarien beruhende risikoanalytische Betrachtung der Biomasseproduktion in ihren denkbaren Alternativen der Fruchtarten, Nutzungsformen und Anbausysteme, ebenso wie die entsprechende Betrachtung von alternativen Anlagenstandorten im regionalen Maßstab zu einer sachlich begründeten Steuerung der Bioenergiebereitstellung auch im Verhältnis zur Nahrungsmittelproduktion beitragen kann. Auch in Schutzgebieten sind demnach bestimmte Formen der Bioenergienutzung möglich, auch wenn keine gesonderten textlichen oder zeichnerischen Festlegungen im Regionalplan getroffen werden. Direkte Steuerungsmöglichkeiten durch Ausweisung von Vorrang- oder Vorbehaltsgebieten für den Anbau energetisch genutzter Biomasse werden mit Verweis auf die Eigenständigkeit der landwirtschaftlichen Nutzung nicht gesehen.

Zur indirekten Steuerung werden eine Reihe von Vorschlägen gemacht, um die zumindest in Sachsen etablierten umweltbezogenen Festlegungsmöglichkeiten des Regionalplans möglichst auf der Grundlage eines Landschaftsrahmenplans für die Steuerung zu nutzen („Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen“). Ergänzend werden die Möglichkeiten einerseits eines partizipativ angelegten regionalplanerischen Prozesses und andererseits der Kooperation mit der Agrarfachplanung angesprochen [BMVBS 2010]. Die landwirtschaftliche Anbauform der Kurzumtriebsplantage (KUP) wird auf diese Weise zum Gegenstand konkreten planerischen Handelns. Es wird

vorgeschlagen, KUP ab einer Größe von 50 ha als „Gebiet mit besonderer Nutzungsform“ regionalplanerisch festzulegen. Auf diese Weise kann das Ziel der Verbesserung der Landschaftsstruktur durch Anreicherung mit Hecken und Flurgehölzen um KUPs unterstützt werden.

Als Beispiel für einen jungen, bzgl. EE ambitionierten Regionalplan wurde der Regionalplan Ostthüringen (RPG Ostthüringen 2011) analysiert. Er enthält insbesondere in den textlichen Ausführungen Hinweise auf Landkreisebene, die wiederum auf Modelluntersuchungen zur Nutzung der erneuerbaren Energien in der Region zurückgehen. Entsprechend werden Zielformulierungen für die Landkreise individualisiert und Ausbaupotenziale bezogen auf die Anbaubiomasse und die energetische Waldnutzung vorgegeben. Bezogen auf die Ansiedlung von Anlagen zur energetischen Verwertung werden keine räumlichen Festlegungen getroffen; als Grundsatz wird festgelegt und erläutert, dass die Wertschöpfungskette von Anbau bis zum Verbraucher ausschließlich im regionalen Rahmen organisiert werden soll.

Die Frage, ob Biogasanlagen auch im Hinblick auf die Erzeugung der für sie vorgesehenen Einsatzstoffe einer raumordnerischen oder bauleitplanerischen Steuerung unterzogen werden können, muss nach übereinstimmender Auffassung verneint werden. Sowohl im Raumordnungs- als auch im Bauplanungsrecht fehlt bisher jeglicher rechtlicher Anknüpfungspunkt. Selbst bei landwirtschaftlichen Biogasanlagen verlangt der Privilegierungstatbestand des § 35 Abs. 1 Nr. 6 BauGB unter Buchst. b) lediglich, dass „die Biomasse … überwiegend aus dem Betrieb oder überwiegend aus diesem und aus nahe gelegenen Betrieben“ stammt. Das Kriterium „nahe gelegen“ ist bundesrichterlich definiert mit einer Entfernung von „nicht weiter als 15 – 20 km“ von der Biogasanlage[86]. Die eingesetzte Biomasse unterliegt somit bei kleinen Biogasanlagen nur anteilig, bei großen Anlagen aber keinen Beschränkungen hinsichtlich ihres Herkunftsortes [Bosch & Partner et al. 2011].

Negativ- bzw. Ausschlussplanung

Eine Negativsteuerung des Biomasseanbaus ist möglich und sinnvoll, aber nur begrenzt durchsetzbar. Der Ausschluss ist zumindest in Gebieten anzustreben, in denen der Biomasseanbau in seinen eingriffs- und flächenintensiven Ausprägungen eine störende bis unverträgliche Raumwirkung entfaltet. Das ist vor allem in Vorranggebieten für Natur und Landschaft anzunehmen und auch in solchen, in denen die intensive Landwirtschaft auf erosionsempfindlichen Böden stattfindet.

In der Literatur werden als Ausschlusskriterien vor allem genannt:

[86] BVerwG, Urteil v. 11.12.2008 – 7 C 6.08 –, ZNER 2009, S. 52, Rn. 26

- Gebiete mit Bedeutung für den Naturschutz (Natura 2000-Gebiete, insbesondere gewässerbezogene FFH-Gebiete, Vorrangflächen für den Naturschutz, Biotopverbundflächen),
- Gebiete mit Bedeutung für den Grundwasserschutz bzw. mit verschmutzungsempfindlichen Deckschichten, Vorrangflächen für den Schutz der Gewässer,
- Gebiete mit besonderer Bedeutung des Landschaftsbildes und der Erholungsfunktion (z.B. Naturparks, Erholungsschwerpunkte).

Ausreichende Mindestabstände sind zu Naturschutzgebieten, Vogelschutzgebieten und zu FFH-Gebieten einzuhalten, insbesondere bei Schutz- und Erhaltungszielen für nährstoffarme, in der Regel gegenüber Stickstoffeinträgen empfindlichen Lebensräumen. Eine normierte Mindestabstandsgröße konnte während der Recherchen nicht ermittelt werden.

Unter Berücksichtigung der Belange von Natur und Landschaft gelten unter regionalen Gesichtspunkten folgende Bereiche generell für nicht kompatibel mit Biomasseanbau [Mengel 2010]:

Offene Landschaften:

- Naturschutzfachlich bedeutsame Seen- oder Flusslandschaften unter Berücksichtigung der Einzugsgebiete; Moore und ihr Umfeld,
- extensiv bewirtschaftete Ökosysteme wie Streu-, Nass- und Feuchtwiesen, Flachlandmähwiesen, Halbtrockenrasen, Heiden und Hutungen, Streuobstlagen, Teichgebiete,
- historische Kulturlandschaften (ggf. in Verbindung mit historischen Siedlungs-, Gebäude- oder Flurformen), strukturreiche Hecken- und Gebüschlandschaften, kleinteilig bewirtschaftete Weinbergslandschaften, Landschaften mit markanten Kuppen und Hanglagen oder besonders herausragenden Einzelschöpfungen der Natur (Felsausprägungen, markante Einzelbäume),
- enge Mittelgebirgstäler, in denen sich hochwüchsige Kulturen auf das Landschaftsbild und den Biotopverbund ähnlich auswirken wie Querriegel durch Aufforstung,
- Gebiete, die für den Artenschutz von besonderer Bedeutung sind, z. B. Wiesenbrütergebiete oder Ackerlandschaften mit Vorkommen von wertgebenden Arten wie Wiesenweihe oder Feldhamster; wichtige Gebiete für wandernde Arten einschließlich wichtiger Nahrungs- und Rastplätze für Zugvögel,
- Gebiete mit hoher Erosionsempfindlichkeit,
- Gebiete mit hoher Empfindlichkeit gegenüber Stoffeinträgen in Grund- oder Oberflächengewässer,
- Standorte/Flächen mit Böden mit hoher Bedeutung als Archiv der Natur- oder Kulturgeschichte oder vergleichbaren Funktionen sowie Bodendenkmale und Geotope.

Wälder:

- Natürliche und naturnahe Wälder größerer Flächenausdehnung, auch als Teil eines bundes- oder landesweit abgestimmten Systems zum Schutz natürlicher Waldgesellschaften unterschiedlicher Standortausprägung,
- kleinteilige naturnahe Waldgebiete auf Sonderstandorten, z. B. Erlenbrüche, Hang- und Schluchtwälder sowie weitere naturschutzfachlich bedeutsame Biotoptypen, z. B. in Wälder eingebettete naturnahe Bachläufe und ihr Umfeld,
- Gebiete mit historischen Waldnutzungsformen wie Mittel- und Niederwälder,
- Waldgebiete, die für den Artenschutz von besonderer Bedeutung sind, z. B. Brutgebiete des Schwarzstorchs.

Interessant ist in diesem Zusammenhang der Vorschlag, eine Konzentration auf die vorsorgliche und vorbereitende Sicherung von Landschaftsräumen zu empfehlen, die im Hinblick auf die spezifischen Auswirkungen des Biomasseanbaus besonders empfindlich und gleichzeitig schutzwürdig sind. Dies gilt besonders für Gebiete, die bis dahin keinem fachrechtlichen Gebietsschutz unterliegen, wie beispielsweise besonders strukturreiche Kulturlandschaften, enge Mittelgebirgstäler oder markante Kuppen- und Hanglagen. In einem ersten Schritt würde danach die Regionalplanung schutzwürdige Bereiche beispielsweise als „Vorranggebiet Natur und Landschaft – Schwerpunkt ‚Kulturlandschaftsschutz'" festlegen, um dort dann weitergehende differenziertere Regelungen für angepasste Anbauformen fortzuentwickeln [Mengel et al. 2010].

Fazit für den Anlagenaspekt

Für den baurechtlichen Außenbereich, der nicht anderweitig überplant ist, kommt eine Standortsteuerung im Wesentlichen im Zuge der **Flächennutzungsplanung** in Betracht. Gegenstand dieser Planung wären dann vor allem die nicht privilegierten Anlagen. Die Darstellungen des Flächennutzungsplans haben für solche nicht privilegierten Biogasanlagen vor allem die Aufgabe, mögliche Bebauungspläne in der Grenzlinie von beplantem Innen- und unbeplantem Außenbereich unter Berücksichtigung vorhandener Infrastruktureinrichtungen vorzubereiten.

Mit der regionalplanerischen Festlegung und Ausweisung von Eignungsbieten für raumbedeutsame Bioenergieanlagen wäre ein erheblicher Aufwand verbunden. Dieser Aufwand für eine umfassende planerische Abwägung mit allen anderen im Regionalplan aufgeführten Grundsätzen und Zielen ist nur dann gerechtfertigt, wenn eine Vielzahl von Bauvorhaben von Bioenergieanlagen einen starken Handlungsdruck erzeugen [BMVBS 2010].

Fazit zur Anbausteuerung durch die Regionalplanung

Die an der vielstimmigen Debatte beteiligten Praktiker, Forscher und Politiker sind sich uneins über ein geeignetes Steuerungsinstrumentarium. Es geht dabei um verschiede-

ne regulativ-ordnungsrechtliche, anreizorientierte und informelle Ansätze; zu letzteren sind auch die Regionalen Energiekonzepte zu zählen. Außerhalb regionalplanerischer Ansätze stehen indirekte Steuerungsansätze durch das Ordnungs- und Fachrecht, so z.B. in der Anpassung der Grünlandverordnungen der Bundesländer, in den Cross-Compliance-Regelungen (Gute Fachliche Praxis) sowie mittels Schutzgebietsverordnungen. Aus Sicht der Raumordnung muss es zunehmend darum gehen, die überörtlichen räumlichen Ziele der Regionalplanung und die sich daraus ergebenden Raumkulissen mit den Möglichkeiten, den nachhaltigen Anbau von Lebensmitteln und Energierohstoffen durch die Landwirtschaft zu befördern und zu regulieren, zu verknüpfen und zu verschneiden [Ammermann, Mengel 2011].

Die Ausweisung von Vorrang- oder auch Vorbehaltsgebieten Biomasseanbau ist fachlich nicht begründet, weil die Regionalplanung keinen Einfluss auf die Nutzung von spezifischen Fruchtarten oder Bewirtschaftungsformen nehmen kann [BMVBS 2010]. Gleichwohl sollten in der aktuellen Phase formelle und informelle Ausweisungsmöglichkeiten und Raumkulissen ausgearbeitet und in die Regionalpläne aufgenommen werden, um die raumordnerischen Absichten kundzutun und den Akteuren eine Möglichkeit der Berücksichtigung zu geben.

In der Fachdiskussion wird zumindest für großflächige Kurzumtriebsplantagen die Möglichkeit gesehen, raumordnerische Gebiete zu definieren und auszuweisen. BMVBS [2010] empfiehlt die Prüfung ab einer zusammenhängenden Fläche von 50 ha. Für Sachsen wird eine mögliche Kategorie „Gebiet mit besonderen Nutzungsmöglichkeiten“ genannt.

Vor dem Hintergrund der notwendigen räumlichen Steuerung des Energiepflanzenanbaus wird im Weiteren auf informelle Lösungswege hingewiesen.

Zulassungsverfahren

Umweltbelange werden bei der Planung und Zulassung von Anlagen zur Erzeugung von Bioenergie (Biogasanlagen, Heizkraftwerke und Bioraffinerien) berücksichtigt. Für diesen Anlagentyp gelten neben der regelmäßigen Baugenehmigung im Einzelfall auch die Anforderungen an die jeweilige immissionsschutzrechtliche Genehmigung. Ob zusätzlich und welches immissionsschutzrechtliche Genehmigungsverfahren erforderlich ist, hängt z.B. von der Feuerungswämeleistung des Blockheizkraftwerks (größer 1 MW oder nicht), der Größe der Güllelager oder der Art der biologischen Energierohstoffe ab. Bei der Biomasse als Energieträger wird generell zwischen Biomasse aus nachwachsenden Rohstoffen (Anbaubiomasse) und Biomasse aus Reststoffen (Abfallbiomasse) unterschieden. Vor dem Hintergrund rechtlicher Aspekte wird weiter zwischen Bioabfall und übrigen Abfallstoffen differenziert.

Im Allgemeinen können folgende umweltrechtliche Anforderungen bei der Errichtung und dem Betrieb von Bioenergieanlagen relevant werden:

- Immissionsschutzrecht
- Abfallrecht
- Wasserrecht
- Düngemittelrecht
- Naturschutzrecht: Natura 2000-Verträglichkeitsprüfung; Eingriffsregelung; Arten- und Biotopschutz

Für die Abgrenzung von Anlage und Biomasseerzeugung ist von Bedeutung, dass es bei der Vorhabenzulassung stets um Errichtung und Betrieb der baulichen Anlagen selbst geht. Die Herkunft der Einsatzstoffe kann jedoch im Einzelfall die Standortzulässigkeit beeinflussen. Dies wird aber nicht durchgängig mit der Zulassung selbst geregelt, sondern ergibt sich zum Teil aus vergütungsrechtlichen Erfordernissen oder vertraglichen Vereinbarungen. Die Regeln der guten fachlichen Praxis in der landwirtschaftlichen Bodenbewirtschaftung sind in jedem Fall vorauszusetzen.

Geothermie

Die Geothermie war bisher von keiner großen Relevanz für die Raumplanung. Durch die geringe Anzahl realisierter Projekte erschien eine raumplanerische Steuerung bisher nicht erforderlich. Zur Frage der Raumbedeutsamkeit lässt sich festhalten, dass die Errichtung von oberflächennahen Anlagen (Nutzung der Erdwärme in < 400 m Tiefe) generell nicht raumbedeutsam ist. Bei Anlagen zur Nutzung von tiefer Geothermie (Erdwärme in > 400 m Tiefe) ist die Raumbedeutsamkeit bislang nicht eindeutig definiert, da die Nutzung der Geothermie noch am Anfang ihrer technologischen Entwicklung steht [BMVBS 2011]. Mit zunehmender Nutzung dieser Technik kann es aber durchaus zu raumplanerisch relevanten Fragen kommen. Potenziell konkurrierende Nutzungen sind in erster Linie Bergbau, Gasspeicher, Grundwassernutzung und möglicherweise CO2-Speicher, so dass ggf. raumordnerische Aussagen zur Nutzung des Untergrundes erforderlich werden. Zur Klärung dieser Fragen hat sich u.a. eine ARL-Arbeitsgruppe „Raumordnung für Nutzungen im Untergrund“ gebildet.[87]

Der Rechtsrahmen für Geothermie wird durch folgende Gesetze geregelt [Dammert 2010]:

- Bundesberggesetz (BBergG)
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG)

[87] http://www.arl-net.de/projekte/raumordnung-fuer-nutzungen-im-untergrund

- Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)
- Baugesetzbuch (BauGB)
- Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG)
- Bundesbodenschutzgesetz (BBodSchG)
- Lagerstättengesetz

Wasserkraft

Der Ausbau bzw. die Modernisierung der Wasserkraft wird aktuell vorrangig durch das EEG gesteuert. Es erfolgt i.d.R. keine direkte räumliche Steuerung durch die Raumordnung. Die Errichtung von kleinen Wasserkraftwerken ist i.d.R. nicht raumbedeutsam. Hingegen ist die Errichtung von großen Wasserkraftwerken (v.a. Speicherkraftwerken) i.d.R. raumbedeutsam, da von einer deutlichen Raumbeanspruchung ausgegangen wird [BMVBS 2011]. In Einzelfällen wird auch von einer generellen Raumbedeutsamkeit der Anlagen ausgegangen, so z.B. im aktuellen Regionalen Raumordnungsplan Ostthüringen. In dem Plan werden alle Wasserkraftanlagen der Planungsregion aufgeführt und Aussagen zu Möglichkeiten der Steigerung der Gesamtenergieleistung getroffen.

Die Errichtung von Wasserkraftanlagen ist gemäß § 35 BauGB im Außenbereich zulässig. Die rechtlichen Regelungen der Wasserkraftnutzung werden auf Bundesebene u.a. durch Wasserhaushaltsgesetz und Bundesnaturschutzgesetz bestimmt.

Die Errichtung einer Wasserkraftanlage unterliegt i.d.R. der UVP-Pflicht nach einer allgemeinen Vorprüfung des Einzelfalls. Im Fall der UVP-Pflicht wird diese zusammen mit der ggf. zu erfolgenden FFH-Verträglichkeitsprüfung in das Planfeststellungsverfahrens integriert, das den verfahrensrechtlichen Rahmen bei der Umgestaltung von Gewässern durch Wasserkraftanlagen bildet. Von besonderer Wichtigkeit für den Betrieb und die Errichtung von Wasserkraftanlagen ist das WHG und hier vor allem Kapitel 2, Abschnitt 2 „Bewirtschaftung oberirdischer Gewässer“. Die Wasserkraftnutzung wird hier in §35 näher geregelt und erfährt durch §33 (Mindestwasserführung) und §34 (Durchgängigkeit oberirdischer Gewässer) weitere Einschränkungen.

Die Erfüllung der aus der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) entlehnten ökologischen Anforderungen ist Voraussetzung für die Vergütung des Stroms aus Wasserkraftanlagen gemäß EEG. Als Nachweis für den guten ökologischen Zustand wurde neben der wasserrechtlichen Zulassung die Möglichkeit der Bescheinigung durch einen Umweltgutachter oder durch die zuständige Wasserbehörde neu aufgenommen [BMU 2011b].

6.2 Steckbriefe der hessischen Regionalpläne

Die vorliegenden Regionalpläne wurden hinsichtlich ihrer Aussagen und Regelungen bezüglich Erneuerbarer Energien analysiert. Die Ergebnisse sind in den nachfolgenden Steckbriefen zusammengefasst. Diese geben einen kompakten Überblick über den Stand in den drei Regierungsbezirken.

Tabelle 6-2: Steckbrief Regionalplan Nordhessen 2009

Region: Nordhessen	
Plan-/ Dokumentbezeichnung: Regierungspräsidium Kassel/ Geschäftsstelle der Regionalversammlung Nordhessen [Hrsg.]: Regionalplan Nordhessen 2009 inklusive des zugehörigen Umweltberichts. *Kapitel 5.2.2, Ziel 2 (bez. Vorranggebiete für Windenergienutzung) unwirksam gem. Urteil des VGH Kassel v. 17.3.2011* [88]	
	Regionalplanerisches Konzept zu Erneuerbaren Energien
• In der Region Nordhessen sollen Energie- und Klimaschutzkonzepte durch die Landkreise und Kommunen in Zusammenarbeit mit der örtlichen Wirtschaft, soweit möglich, unter wissenschaftlicher Begleitung, entwickelt und umgesetzt werden. Dabei sind die energiewirtschaftlichen Maßnahmen und Planungen zum überwiegenden Teil nicht Gegenstand der raumordnerischen Steuerung, werden jedoch regionalplanerisch unterstützt (Kapitel 5.2.2, Grundsatz 1). • Bei der Umsetzung und Planung neuer Siedlungs- und Gewerbeflächen sollen eine effektive Wärmeversorgung und die Einbindung bzw. Nutzung regenerativer Energien nach Möglichkeit ausgeschöpft werden (Kapitel 5.2.2, Grundsatz 2). • Durch den gezielten Ausbau (und weitere Planungen) von Windkraftanlagen im küstennahen Bereich und Offshore-Windparks sowie die Errichtung von küstennahen thermischen Kraftwerken sind zur sicheren Ableitung der elektrischen Energie die Ergänzung, der Ersatz und der Neubau von Hoch- und Höchstspannungsfreileitungen in Deutschland erforderlich (Kapitel 5.2.1, Grundsatz 3).	
	Windenergie
Werden Flächenprioritäten genannt? Das durch Urteil vom 17.03.2011 - Az.: 4C 883/10.N für unwirksam erklärte regionalplanerische Ziel sah vor, dass raumbedeutsame Windenergieanlagen in den festgelegten	

[88] Mit Urteil des VGH Kassel (v. 17.3.2011 - 4 C 883/10.N) stellte das Gericht die „Unwirksamkeit der gesamten Konzentrationsplanung von Windenergieanlagen“ fest. (ROLSHOVEN, M.: Regionalplan Nordhessen unwirksam, in: ZNER 2011, Heft 3, S. 351-357).

Region: Nordhessen

Vorranggebieten für Windenergienutzung zu bündeln sind. In diesen Vorranggebieten hat die Nutzung der Windenergie Vorrang vor entgegenstehenden Planungen und Nutzungen. Sie sind auch für das Repowering und soweit möglich für die Errichtung weiterer Anlagen zu nutzen. Außerhalb dieser Vorranggebiete ist die Planung und Errichtung von raumbedeutsamen Windenergieanlagen nicht zulässig.

In Reaktion auf das Urteil des VGH Kassel wurde auf der Regionalversammlung Nordhessen (11.04.2011) eine „(Neu)-Aufstellung des Teilplans ‚Windenergienutzung' im Regionalplan Nordhessen" beschlossen. Das RP Kassel [2011] informiert die Kommunen und Landkreise mit Rundschreiben vom 05.12.2011 wie folgt über die Weiterentwicklung der Windenergie in der Planungsregion: „Bis Mitte 2012 sollte der Entwurf des neuen regionalplanerischen Windenergiekonzepts soweit gediehen sein, dass wir im Herbst die Anhörung und Offenlegung durchführen. Sie können davon ausgehen, dass die im Regionalplan 2009 für die Windenergie vorgesehenen Flächen auch im neuen Windenergiekonzept wieder ausgewiesen werden. Darüber hinaus gilt es nun, weitere etwa 15.000 ha zu ermitteln, die für die Stromerzeugung durch WEA ein hohes Windenergie-Potenzial enthalten und gleichzeitig unzumutbare Beeinträchtigungen für Mensch und Natur vermeiden. Da bis zur Rechtswirksamkeit des neuen regionalplanerischen Windenergiekonzepts noch bis zu 2 Jahre vergehen können, kann es je nach Ausgangslage und konkreter Situation sinnvoll/ notwendig sein, dass einzelne Kommunen – allein, im Verbund oder auch im Rahmen eines Kreiskonzepts – frühzeitig die Entwicklung der Windenergie selbst steuern. Dazu haben bereits zahlreiche Abstimmungsgespräche zwischen Kommunen/ Landkreisen und meiner Behörde stattgefunden. Zur weiteren Information und Beratung wird als Anlage der Windenergie-Leitfaden für die Flächennutzungsplanung übermittelt."

Werden energiepolitische Ziele vorgegeben?

Es werden nur allgemeine Ziele genannt, z.B. Unterstützung der Energieziele der Bundesregierung (vgl. Kapitel 5.2.2, Ziel 2 alt).

Werden Ausschlusskriterien benannt?

Der Regionalplan führt Ausschlusskriterien samt Mindestabständen auf, die bei der Ermittlung der Vorranggebiete für die Windenergienutzung zugrunde lagen. Neben Vorranggebieten für Siedlung und Gewerbe (Bestand und Planung) und umweltrechtlich streng geschützten Gebieten sind u.a. aus forst- und naturschutzfachlicher Sicht große, zusammenhängende und unbelastete Gebiete und kulturhistorisch bedeutsame Landschaften ausgeschlossen (Kapitel 5.2.2, Begründung zu Ziel 2 alt). Spezifische Ausschlusskriterien für Nordhessen:

- Nationalpark Kellerwald + 1000 m Pufferzone

Region: Nordhessen

- Biosphärenreservat Rhön
- Spezifische Forst- und Naturschutzkriterien Wald
- Spezifische Abstände zu Luftverkehrsinfrastruktur und Radaranlagen

Werden Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt?

- Raum mit mittlerer Windgeschwindigkeit von mehr als 5 m/s in 80 m Höhe
- Mindestflächengröße 20 ha
- ggf. bestehende Vorranggebiete oder Anlagen in Windparks zusammenfassen

(alle Kapitel 5.2.2, Begründung zu Ziel 2 alt).

Evaluierung:

- Mit dem Umfang und der Definition der **Ausschlusskriterien** liegt der Regionalplan Nordhessen insgesamt im Spektrum der Kriterien, die auch in anderen aktuellen Regionalplänen genannt werden. Auffälligkeiten sind:
  - Bei Vorranggebieten Siedlung liegen die Mindestabstände mit 1.000 m im oberen Bereich des bundesweiten Spektrums (Bandbreite 500 – 1.000 m für Wohngebiete bzw. 300 – 1.000 m für Einzelwohngebäude und Splittersiedlungen nach Bund-Länder Initiative Windenergie 2012).
  - Bei Vorranggebieten für Gewerbe liegen die Mindestabstände mit 500 m im oberen Bereich des Spektrums; häufig wird kein Mindestabstand definiert (Bandbreite 20 bis 500 m nach Bund-Länder Initiative Windenergie 2012).
  - Bei Vorranggebieten für Rohstoffsicherung definiert Nordhessen den Ausschluss der Grundfläche, was nur in zwei weiteren Bundesländern (tw. zzgl. Mindestabständen) üblich ist; häufig wird kein Ausschluss definiert bzw. auf eine Einzelfallprüfung verwiesen.
  - Bei Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten (Zone I und II) sowie Überschwemmungsgebieten definiert Nordhessen den Ausschluss der Grundfläche, was nur in wenigen weiteren Bundesländern (tw. zzgl. Mindestabständen) üblich ist; häufig wird kein Ausschluss definiert bzw. auf eine Einzelfallprüfung verwiesen.
- Hinsichtlich der **Positivkriterien/ Flächenvoraussetzungen** ist Folgendes auffällig:
  - Windhöffigkeit: die genannte mittlere Windgeschwindigkeit von mehr als 5 m/s in 80 m Höhe entspricht nicht mehr dem Stand der Technik. In aktuellen Winderlas-

Region: Nordhessen

sen werden als Mindestertragsschwellen durchschnittliche Jahreswindgeschwindigkeiten von 5,3 bis 5,5 m/s in 100 m (Windenergieerlass Baden-Württemberg) benannt. Aus Sicht der Windenergiebetreiber sollte eher von 5,5 m/s bis 6 m/s in 140 m ausgegangen werden. Häufig verzichten Regionalpläne und Winderlasse auf die Definition von Mindestwindgeschwindigkeiten und verweisen auf Windpotenzialstudien oder Windatlasse.

- Mindestflächengröße: die genannte Mindestflächengröße von 20 ha liegt im mittleren Bereich des Spektrums der (älteren) Regionalpläne, die Mindestflächengrößen ausweisen; häufig werden keine Mindestflächengrößen definiert. Vereinzelt finden sich größere Mindestflächengrößen von 75 ha (Regionales Raumentwicklungsprogramm Westmecklenburg 2009). Aufgrund der zunehmenden Höhe der WEA und der damit verbundenen verstärkten Raumwirkung erscheint für den Fall einer Definition von Mindestflächengrößen eine entsprechende Anpassung der Mindestflächengrößen angemessen.

- Mindestabstände zu bestehenden oder neu auszuweisenden Gebieten: Häufig enthalten Regionalpläne Angaben zu Mindestabständen zwischen Vorranggebieten; in Nordhessen wurde darauf verzichtet. Ein Abstand von 5 km zwischen den Windparks scheint sich zu etablieren, um einen Überlastungsschutz zu gewährleisten (z.B. in Niedersachsen, Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen).

Hinsichtlich der **Art der Gebietsfestlegung** ist Folgendes auffällig:

- Nordhessen hat mit dem gewählten Ansatz, **Vorranggebiete mit Ausschlusswirkung** festzulegen, den Gebietstyp mit der größten Konzentrationsmöglichkeit auf regionaler Ebene gewählt. Damit kann der Plangeber die Windenergieerzeugung räumlich konzentrieren und dabei sicherstellen, dass ausschließlich in den Konzentrationsräumen und nirgends sonst die Errichtung von WEA statthaft ist. Zielwirkung hat eine solche Festlegung aber nur dann, wenn sie sich innergebietlich wie außergebietlich als Letztentscheidung auf der Grundlage einer abschließenden Abwägung am Maßstab des planungsrechtlichen Abwägungsgebotes qualifizieren lässt. Der Plan muss seine planerischen Festlegungen als eine abschließende raumordnerische Entscheidung für den Gesamtraum treffen [Köck, Bovet 2009].

- Im bundesweiten Überblick finden sich alle regionalplanerisch möglichen Arten der Gebietsfestlegung (Vorbehaltsgebiete, Vorranggebiete (mit und ohne Ausschluss) sowie Eignungsgebiete), wobei die Kategorien Vorrang- und Eignungsgebiete überwiegen.

- Angestoßen durch die ambitionierten energiepolitischen Ziele im Bereich der Windenergie, zeigen sich aktuell Tendenzen, in einigen Bundesländern

Region: Nordhessen
(z.B. Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz) auf regionaler Ebene die bislang vorherrschende relativ starke regionale Steuerung abzuschwächen und die Ausschlussflächenplanung im Sinne einer Flexibilisierung auf die örtliche Ebene zu verlagern.
Solare Strahlungsenergie
Werden Flächenprioritäten genannt? Die Nutzung solarer Strahlungsenergie soll vorrangig an gebäudegebundenen Standorten genutzt werden (Kapitel 5.2.2, Grundsatz 4). Der Bau von raumbedeutsamen Photovoltaikanlagen soll auf bauleitplanerisch abgesicherten Flächen und vorrangig auf bereits versiegelten oder vorbelasteten Flächen wie Konversionsflächen, Deponieflächen, Gewerbeflächen stattfinden (Kapitel 5.2.2, Ziel 1).
Werden energetische Ziele vorgegeben? Keine konkreten Zahlen.
Werden Ausschlussflächen benannt? Unzulässig ist die Errichtung raumbedeutsamer Photovoltaikanlagen in: • Vorranggebieten für Natur und Landschaft, • Vorranggebieten für Land- und Forstwirtschaft, • Vorranggebieten für Abbau oberflächennaher Lagerstätten sowie • Vorranggebieten für den vorbeugenden Hochwasserschutz (Kapitel 5.2.2, Ziel 1). Weiterhin sind bei Anlagen sowohl im Innen- als auch im Außenbereich nach BauGB die Belange des Denkmalschutzes, des Landschaftsbildschutzes und des Arten- und Biotopschutzes zu berücksichtigen (Kapitel 5.2.2, Grundsatz 4). Einer besonderen Einzelfallprüfung bedürfen Anlagenstandorte der Solarenergienutzung nach Kapitel 5.2.2, Grundsatz 5 in Vorbehaltsgebieten für: • oberflächennahe Lagerstätten, • den vorbeugenden Hochwasserschutz und den Grundwasserschutz, • besondere Klimafunktionen, • die Forstwirtschaft, • die Landwirtschaft sowie • Natur und Landschaft.

Region: Nordhessen

Werden weitere Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt?

Nein.

Evaluierung:

- Die im Regionalplan Nordhessen getroffenen Aussagen zur Solarenergie liegen in dem üblichen Spektrum dessen, was auch in anderen aktuellen Regionalplänen genannt wird, wobei sie tw. über den gängigen Standard hinausgehen. Auffälligkeiten sind:
  - Die Benennung von Ausschlussflächen (speziellen Vorranggebieten) für die Errichtung raumbedeutsamer Photovoltaikanlagen geht über den Standard der Aussagen in Regionalplänen hinaus. Bemerkenswert ist insbesondere der Ausschluss von Vorranggebieten für Land- und Forstwirtschaft, da anderenorts u.a. auf landwirtschaftlichen Flächen die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen erfolgte.
  - Der Bezug zu den EEG-Förderkriterien ist üblich.
  - Die Benennung von Anlagenstandorten, die einer besonderen Einzelfallprüfung bedürfen, geht über den Standard der Aussagen in Regionalplänen hinaus.
- Besonders fortschrittlich für den Bereich der solaren Strahlungsenergie sind die Aussagen im Regionalplan Ostthüringen. Hier werden positive Rahmenbedingungen genannt, die zum Teil über die allgemeinen Aussagen des EEG hinausgehen (z.B. große, zusammenhängende Flächen, hohe mittlere Globalstrahlung, niedrige mittlere jährliche Lufttemperatur). Außerdem werden konkrete, potenziell für raumbedeutsame PV-Freiflächenanlagen geeignete Standorte genannt.
- Der Regionalplan Nordhessen definiert keine Schwellenwerte für die Raumbedeutsamkeit von PV-Freiflächenanalgen. Teilweise wird in Regionalplänen, wie z.B. in Heilbronn-Franken (2 ha) oder Trier (10 ha), ein Schwellenwert definiert, ab wann eine PV-Freiflächenanlage als raumbedeutsam einzustufen ist. Der Verzicht auf eine Angabe im Regionalplan ist aber nicht unüblich.

Biomasse

Werden Flächenprioritäten genannt?

Die Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiete für Landwirtschaft können auch zur Produktion von Biomasse für die Erzeugung erneuerbarer Energien herangezogen werden, sofern sie im Einklang mit den raumordnerischen Erfordernissen stehen.

Werden energetische Ziele vorgegeben?

Keine konkreten Zahlen.

Region: Nordhessen

Werden Ausschlussflächen benannt?

Der Umbruch von Grünlandstandorten sowie das Anlegen von (Mais)Monokulturen auf diesen Standorten sollte zum Schutz sowohl des landschaftlichen Erscheinungsbildes als auch im Hinblick auf mögliche ökologische Folgen (z.B. Überdüngung, Erosion, Verarmung der Fauna und Flora usw.) unterbleiben (Kapitel 5.2.2, Begründung zu Grundsatz 3).

Werden weitere Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt?

Nein.

Evaluierung:

- Die im Regionalplan Nordhessen getroffenen Aussagen zum Thema Biomasse/ Bioenergie liegen in dem üblichen Spektrum dessen, was auch in anderen aktuellen Regionalplänen genannt wird. Auffälligkeiten sind:
  - Eher ungewöhnlich ist, dass keine Aussagen zum Standort von nicht privilegierten Bioenergieanlagen getroffen werden. In einigen aktuellen Regionalplänen wird die Aussage getroffen, dass nicht privilegierten Anlagen in Industrie- oder Gewebegebieten angesiedelt werden sollten.
  - Das Potenzial nachwachsender Rohstoffe ist in Nordhessen vor allem durch eingeschränkt verfügbare landwirtschaftliche Produktionsflächen, durch Konkurrenz zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion sowie durch die Erfordernisse des Natur- und Landschaftsschutzes begrenzt (Kapitel 5.2.2, Begründung zu Grundsatz 3).

Geothermie

Der Regionalplan enthält keine Aussagen zur Geothermienutzung

Evaluierung:

- Zwar ist die Raumbedeutsamkeit von Anlagen zur oberflächennahen Geothermie generell nicht gegeben und von Anlagen zur Nutzung von tiefer Geothermie bislang nicht eindeutig definiert (in Nordhessen gibt es ohnehin kein Potenzial für tiefe Geothermie), und damit die Frage, ob und wie Geothermie raumplanerisch steuerbar ist, derzeit noch umstritten (siehe Kapitel 6.1 Exkurs zur Raumbedeutsamkeit). Dennoch wird dieses Thema in einigen anderen aktuellen Regionalplänen, zumindest im Grundsatz, bereits behandelt (z.B. Regionales Raumentwicklungsprogramm Mecklenburgische Seenplatte, Regionalplan Ostthüringen, Regionalplan Neckar-Alb (Entwurf)). Durch die technische Weiterentwicklung im Bereich der Geothermie kann erwartet

Region: Nordhessen

werden, dass es zukünftig eine Zunahme entsprechender Anlagen geben wird und damit auch das Erfordernis der raumplanerischen Steuerung steigt.

≈	*Wasserkraft*

Der Regionalplan enthält kaum Aussagen zur Wasserkraftnutzung. Einzig zu den Pump- und Laufwasserkraftwerken im Bereich der Edertalsperre wird im Kapitel 5.2.1 „Konventionelle Energieerzeugung“ das Ziel formuliert, dass diese die Funktion von Vorranggebieten haben (Kapitel 5.2.1, Ziel 1).

Evaluierung:

- Der Regionalplan Nordhessen enthält nur sehr knappe Aussagen zur Wasserkraftnutzung, überraschenderweise im Kapitel 5.2.1 „Konventionelle Energieerzeugung“.
- Auch in anderen aktuellen Regionalplänen gibt es teilweise keine Aussagen zu Wasserkraftanlagen. Allerdings gibt es auch Pläne mit umfangreicheren Aussagen, z.B.:
  - Der Regionalplan Ostthüringen geht von einer generellen Raumbedeutsamkeit der Anlagen aus. In dem genannten Beispiel werden alle Wasserkraftanlagen der Planungsregion aufgeführt und Aussagen zu Möglichkeiten der Steigerung der Gesamtenergieleistung getroffen.
  - Der Regionalplan Südhessen trifft die Aussage, dass durch Optimierung von Anlagen oder Wiederinbetriebnahme alter Anlagen unter Berücksichtigung der WRRL die Wasserkraft gesteigert werden kann.

Tabelle 6-3: Steckbrief Regionalplan Mittelhessen 2010

Region: Mittelhessen
Plan-/ Dokumentbezeichnung: Regierungspräsidium Gießen/ Geschäftsstelle der Regionalversammlung Mittelhessen [Hrsg.]: Regionalplan Mittelhessen 2010. Ziel 7.2.2-1 (bez. Vorranggebiete für Windenergienutzung) unwirksam gem. Urteil des VGH Kassel v. 10.05.2012[89]
Regionalplanerisches Konzept zu Erneuerbaren Energien
• In der Region Mittelhessen sind Aktivitäten und Einrichtungen zur Nutzung erneuerbarer Energien (u.a. Windenergie, Solare Strahlungsenergie, Biomasse, Geothermie) mit dem Ziel zu fördern, bis zum Jahr 2020 im Endenergieverbrauch – ohne Verkehr – einen möglichst regional erzeugten Anteil von über einem Drittel durch Erneuerbare Energien zu erreichen (Grundsatz 7.2-1). • Nutzung regionaler Erneuerbarer Energien hat Vorrang vor fossilen Energieträgern (Grundsatz 7.2.1-2). • Ein Teil der energiewirtschaftlichen Planungen ist raumbedeutsam und muss raumordnerisch gesteuert werden (bspw. Großkraftwerke, großflächige Photovoltaikanlagen (i.d.R. > 5 ha), Windenergieanlagen (> 500 kW), nicht-privilegierte Biogasanlagen). Andere Maßnahmen sind in der Regel nicht raumbedeutsam und bedürfen keiner raumordnerischen Steuerung (bspw. privilegierte Biogasanlagen, Wasserkraftanlagen, Solaranlagen an Gebäuden, Geothermieanlagen) (Begründung/ Erläuterung zu 7.2.1-1 bis 7.2.1-9).
Windenergie
Werden Flächenprioritäten genannt? Raumbedeutsame Windenergieanlagen sind in den festgelegten Vorranggebieten für Windenergienutzung zu bündeln. In diesen Vorranggebieten hat die Nutzung der Windenergie Vorrang vor entgegenstehenden Nutzungen, Planungen und Maßnahmen. Sie sind auch für das Repowering zu nutzen. Diese Gebiete sind nicht parzellenscharf. Außerhalb dieser Vorranggebiete sind raumbedeutsame Windenergieanlagen ausgeschlossen (Ziel 7.2.2-1 alt).

[89] Mit Urteil des VGH Kassel (v. 10.05.2012 – 4 C 841/11.N) sind die Festlegungen von Vorranggebieten für die Windenergienutzung im Regionalplan Mittelhessen 2010 unwirksam. (Pressemitteilung des Hessischen Verwaltungsgerichtshofes vom 10.05.2012).

Region: Mittelhessen

Werden energetische Ziele vorgegeben?

Keine konkreten Zahlen. Mit der Ausweisung der „Vorranggebiete für Windenergienutzung“ war zugleich das Ziel verbunden, ein Repowering in diesen Gebieten zu ermöglichen (Ziel 7.2.2-1 alt).

Werden Ausschlussflächen benannt?

Raumordnerisch relevante öffentliche Belange werden als Ausschluss- und Restriktionskriterien benannt, wobei die Restriktionskriterien lediglich bei den in Planung befindlichen Vorranggebieten für Windenergienutzung berücksichtigt werden.

Bei der Festlegung der Vorranggebiete zur Windenergienutzung wurde eine Vielzahl von raumordnerischen Ausschluss- und Restriktionskriterien berücksichtigt (Begründung/ Erläuterung zu 7.2.2-1 alt).

Die festgelegten Vorranggebiete für Windenergienutzung Planung liegen grundsätzlich außerhalb der Ausschlussflächen. Bei der Abgrenzung der Vorranggebiete für Windenergienutzung wurden die Restriktionskriterien berücksichtigt (Begründung/ Erläuterung zu 7.2.2-1 alt). Ausschluss- und Restriktionskriterien stehen einer Windenergienutzung damit im unterschiedlichen Maß entgegen. Ausschluss- und Restriktionsflächen umfassen u.a. hinreichende Abstände zu Siedlungsbereichen, die Berücksichtigung der Erfordernisse des Natur-, Landschafts- und Lärmschutzes sowie der Land- und Forstwirtschaft (Begründung/ Erläuterung zu 7.2.2-1 alt).

Werden weitere Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt?

- Raum mit mittlerer Windgeschwindigkeit über 4 m/s bzw. 4-5 m/s in 50 m Höhe.
- Mindestflächengröße 18 ha, eine Bündelung von mind. 3 Anlagen in Windparks ist anzustreben.
- Mindestabstand zwischen den festgelegten Vorranggebieten beträgt 3 km.
- Um ungestörte Räume freizuhalten, sind bereits vorbelastete Räume besonders für eine energetische Nutzung durch Windenergie geeignet. Als Vorbelastungen gelten insbesondere Hoch- und Höchstspannungsleitungen, Bundesfernstraßen, Vorranggebiete für Industrie und Gewerbe, Deponien und andere Windenergieanlagen bzw. Windfarmen.
- Nähe zu Verbraucherschwerpunkten (Verdichtungs- und Ordnungsräumen).
- Günstige Anordnung von Windenergieanlagen und zugeordneten Nebenanlagen (z.B. Umspannstationen) (Begründung/ Erläuterung zu 7.2.2-1 alt).

Region: Mittelhessen

Evaluierung:

- Mit dem Umfang und der Definition der **Ausschluss- und Restriktionsflächen** liegt der Regionalplan Mittelhessen insgesamt im Spektrum der Kriterien, die auch in anderen aktuellen Regionalplänen genannt werden, wobei er tw. über den Standard hinausgeht. Auffälligkeiten sind:
  - Bei Vorranggebieten Siedlung liegen die Abstände mit 750 – 1.000 m im mittleren bis oberen Bereich des Spektrums (Bandbreite 500 – 1.000 m für Wohngebiete bzw. 300 – 1.000 m für Einzelwohngebäude und Splittersiedlungen nach Bund-Länder Initiative Windenergie [2012].
  - Vorranggebiete für Industrie und Gewerbe sowie die Nähe zu Hoch- und Höchstspannungsleitungen und zu Bundesfernstraßen werden in Mittelhessen nicht als Ausschluss- oder Restriktions-, sondern als Eignungskriterium benannt; damit hebt sich Mittelhessen von sonst üblichen Einstufungen in Regionalplänen (Ausschluss oder keine spezifische Benennung) ab.
  - Bei Vorranggebieten für Rohstoffsicherung definiert Mittelhessen die Grundfläche als Restriktionsfläche; in anderen Plänen wird häufig kein/e Ausschluss/ Restriktion definiert bzw. auf eine Einzelfallprüfung verwiesen.
  - Bei Wasserschutzgebieten und Heilquellenschutzgebieten (Zone I und II) sowie Überschwemmungsgebieten definiert Mittelhessen den Ausschluss bzw. die Restriktion der Grundfläche, was nur in wenigen weiteren Bundesländern (tw. zzgl. Mindestabständen) üblich ist; häufig wird kein/e Ausschluss/ Restriktion definiert bzw. auf eine Einzelfallprüfung verwiesen.
  - In Mittelhessen werden eine Reihe regionsspezifischer Ausschluss- und Restriktionsflächen definiert (z.B. Schwerpunkte für die Sicherung des regionalen Biotopverbundes, Auenverbund-LSG, Wildruhezonen, Wald mit sehr hoher Bedeutung für gegen WEA empfindliche Fledermausarten, Bereiche mit Archivboden, Erholungsschwerpunkte, historische Kulturlandschaften, regional bedeutsame denkmalpflegerisch relevante Gesamtanlagen, regional bedeutsame flächenhafte Bodendenkmale); damit geht Mittelhessen über den in Regionalplänen üblichen Standard hinaus.
- Hinsichtlich der **Positivkriterien/ Flächenvoraussetzungen** ist Folgendes auffällig:
  - Windhöffigkeit: die genannte mittlere Windgeschwindigkeit von mehr als 4 m/s bzw. 4-5 m/s in 50 m Höhe entspricht nicht mehr dem Stand der Technik. In aktuellen Winderlassen werden als Mindestertragsschwellen durchschnittliche Jah-

Region: Mittelhessen

reswindgeschwindigkeiten von 5,3 m/s bis 5,5 m/s in 100 m (Windenergieerlass Baden-Württemberg) benannt. Aus Sicht der Windenergiebetreiber sollte eher von 5,5 m/s bis 6 m/s in 140 m ausgegangen werden. Häufig verzichten Regionalpläne und Winderlasse auf die Definition von Mindestwindgeschwindigkeiten und verweisen auf Windpotenzialstudien oder Windatlasse.

- Mindestflächengröße: die genannte Mindestflächengröße von 18 ha liegt im mittleren Bereich des Spektrums der (älteren) Regionalpläne, die Mindestflächengrößen ausweisen; häufig werden keine Mindestflächengrößen definiert. Vereinzelt finden sich größere Mindestflächengrößen von 75 ha (Regionales Raumentwicklungsprogramm Westmecklenburg 2009). Aufgrund der zunehmenden Höhe der WEA und der damit verbundenen verstärkten Raumwirkung erscheint für den Fall einer Definition von Mindestflächengrößen eine entsprechende Anpassung der Mindestflächengrößen angemessen.

- Mindestabstände zu bestehenden oder neu auszuweisenden Gebieten: Mittelhessen definiert einen Mindestabstand zwischen den festgelegten Vorranggebieten von 3 km. Regionalpläne enthalten häufig Angaben zu Mindestabständen zwischen Vorranggebieten, dabei scheint sich zumindest im Flachland ein Abstand von 5 km zwischen den Windparks zu etablieren, um einen Überlastungsschutz zu gewährleisten (z.B. in Niedersachsen, Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern und Thüringen).

- Vorbelastungen: Mittelhessen benennt vorbelastete Räume, die besonders für eine energetische Nutzung durch Windenergie geeignet sind; damit geht Mittelhessen über den in Regionalplänen üblichen Standard hinaus. Zwar benennen aktuelle Pläne tw. auch Hoch- und Höchstspannungsleitungen und Bundesfernstraßen als Vorbelastungen. Jedoch werden Vorranggebiete für Industrie und Gewerbe, Deponien und andere Windenergieanlagen bzw. Windfarmen i.d.R. nicht benannt.

- Nähe zu Verbraucherschwerpunkten/ günstige Anordnung von Windenergieanlagen und zugeordneten Nebenanlagen: Auch mit dieser Benennung als Positivkriterien geht Mittelhessen über den in Regionalplänen üblichen Standard hinaus.

• Hinsichtlich der **Art der Gebietsfestlegung** ist Folgendes auffällig:

- Mittelhessen hat mit dem gewählten Ansatz **Vorranggebiete mit Ausschlusswirkung** festzulegen den Gebietstyp mit der größten Konzentrationsmöglichkeit auf regionaler Ebene gewählt. Damit kann der Plangeber die Windenergieerzeugung räumlich konzentrieren und dabei sicherstellen, dass ausschließlich in den Konzentrationsräumen und nirgends sonst die Errichtung von WEA statthaft ist. Zielwirkung hat eine solche Festlegung aber nur dann, wenn sie sich innergebietlich

Region: Mittelhessen

wie außergebietlich als Letztentscheidung auf der Grundlage einer abschließenden Abwägung am Maßstab des planungsrechtlichen Abwägungsgebotes qualifizieren lässt. Der Plan muss seine planerischen Festlegungen als eine abschließende raumordnerische Entscheidung für den Gesamtraum treffen [Köck, Bovet 2009].

- Im bundesweiten Überblick finden sich alle regionalplanerisch möglichen Arten der Gebietsfestlegung (Vorbehaltsgebiete, Vorranggebiete (mit und ohne Ausschluss) sowie Eignungsgebiete), wobei die Kategorien Vorrang- und Eignungsgebiete überwiegen.
- Angestoßen durch die ambitionierten energiepolitischen Ziele im Bereich der Windenergie, zeigen sich aktuell Tendenzen in einigen Bundesländern (z.B. Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz) auf regionaler Ebene die bislang vorherrschende relativ starke regionale Steuerung abzuschwächen und die Ausschlussflächenplanung im Sinne einer Flexibilisierung auf die örtliche Ebene zu verlagern.

Solare Strahlungsenergie

Werden Flächenprioritäten genannt?

Zur Umwandlung solarer Strahlungsenergie in Strom sollen Photovoltaikanlagen an Gebäuden (nicht raumbedeutsame Anlagen) und an Bodenstandorten (zum Teil raumbedeutsame Anlagen) genutzt werden (Grundsatz 7.2.3-1).

Raumbedeutsame Photovoltaikanlagen sollen vorrangig auf bereits versiegelten bzw. vorbelasteten Flächen errichtet werden (Grundsatz 7.2.3-2). Besonders eignen sich:

- großflächige Parkplätze,
- nicht mehr genutzte Industrie- und Gewerbeflächen und
- andere vorbelastete Gebiete, z.B. Deponien, militärische Konversionsflächen und ehemalige Bahnflächen.

Auch in Vorranggebieten Industrie und Gewerbe kann eine Errichtung von Photovoltaikanlagen möglich sein (Begründung/ Erläuterung zu 7.2.3-1 bis 7.2.3-3).

Werden energetische Ziele vorgegeben?

Keine konkreten Zahlen.

Region: Mittelhessen

Werden Ausschlussflächen benannt?

Unzulässig ist die Errichtung raumbedeutsamer Photovoltaikanlagen in:

- Vorranggebieten für Natur und Landschaft,
- Vorranggebieten für Forstwirtschaft,
- Vorranggebieten für Landwirtschaft und
- Vorranggebieten für den Abbau oberflächennaher Lagerstätten.

In Vorbehaltsgebieten für Landwirtschaft können raumbedeutsame Photovoltaikanlagen errichtet werden, sofern die jeweiligen Erfordernisse der Raumordnung nicht in der Abwägung überwiegen (Begründung/ Erläuterung zu 7.2.3-1 bis 7.2.3-3). Die Ziele der Denkmalpflege sind zu beachten (Ziel 7.2.3-3).

Werden weitere Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt?

- Anbindung an Ortslagen (Begründung/ Erläuterung zu 7.2.3-1 bis 7.2.3-3)

Evaluierung:

- Die im Regionalplan Mittelhessen getroffenen Aussagen zur Solarenergie liegen in dem üblichen Spektrum dessen, was auch in anderen aktuellen Regionalplänen genannt wird, wobei sie tw. über den gängigen Standard hinausgehen. Auffälligkeiten sind:
  - Die Benennung von Flächenprioritäten in Regionalplänen ist zunehmend üblich; der Regionalplan Mittelhessen geht mit der Benennung von Kriterien, die mehr als die EEG-Kriterien umfassen, allerdings über den gängigen Standard hinaus.
  - Die Benennung von Ausschlussflächen (speziellen Vorranggebieten) für die Errichtung raumbedeutsamer Photovoltaikanlagen geht über den Standard der Aussagen in Regionalplänen hinaus.
- Besonders fortschrittlich für den Bereich der solaren Strahlungsenergie sind die Aussagen im Regionalplan Ostthüringen. Hier werden positive Rahmenbedingungen genannt, die zum Teil über die allgemeinen Aussagen des EEG hinausgehen (z.B. große, zusammenhängende Flächen, hohe mittlere Globalstrahlung, niedrige mittlere jährliche Lufttemperatur). Außerdem werden konkrete potenziell für raumbedeutsame PV-Freiflächenanlagen geeignete Standorte genannt.
- Gemäß Regionalplan Mittelhessen sind großflächige Photovoltaikanlagen > 5 ha raumbedeutsam und müssen raumordnerisch gesteuert werden (Begründung zu Grundsätzen 7.2.1-1 bis 7.2.1-9).

Region: Mittelhessen	
	Biomasse
Werden Flächenprioritäten genannt? Die Vorrang- bzw. Vorbehaltsgebiete für Landwirtschaft können auch zur Produktion von Biomasse für die Erzeugung erneuerbarer Energien herangezogen werden, sofern sie im Einklang mit den raumordnerischen Erfordernissen stehen (Begründung/ Erläuterung zu 6.3-4 bis 6.3-8)	
Werden energetische Ziele vorgegeben? Keine konkreten Zahlen.	
Werden Ausschlussflächen benannt? Nein, grundsätzlich sind landwirtschaftliche Flächen allerdings entsprechend den natürlichen Standorteigenschaften zu nutzen (Nachhaltigkeitsaspekt) (Grundsatz 6.3-9).	
Werden weitere Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt? Nein.	
Evaluierung: • Die im Regionalplan Mittelhessen getroffenen Aussagen zum Thema Biomasse/ Bioenergie liegen in dem üblichen Spektrum dessen, was auch in anderen aktuellen Regionalplänen genannt wird. Auffälligkeiten sind: - Für privilegierte Anlagen wird die Aussage getroffen, dass sie i.d.R. keine Raumbedeutsamkeit haben und damit keiner raumordnerischen Steuerung bedürfen, was durchaus üblich ist. Nur in Einzelfällen, wie z.B. dem in Aufstellung befindlichen Regionalplan Rhein-Neckar wird hingegen die Aussage getroffen, dass auch privilegierte Anlagen in einem räumlich-funktionalem Zusammenhang mit land- oder forstwirtschaftlichen Betrieben oder aber in Gewerbegebieten errichtet werden sollen. - Die Errichtung nicht privilegierter Anlagen (Biogasanlagen, Heizanlagen für nachwachsende Rohstoffe) ist in Vorranggebieten für Industrie und Gewerbe mit den Erfordernissen der Raumordnung vereinbar. Vergleichbare Aussagen sind auch in einigen anderen aktuellen Regionalplänen enthalten.	

Region: Mittelhessen

Geothermie

Geothermieanlagen sind i.d.R. nicht raumbedeutsam und bedürfen daher keiner raumordnerischen Steuerung (Begründung/ Erläuterung zu 7.2.1-1 bis 7.2.1-9). Der Regionalplan enthält somit keine weitergehenden Aussagen zur Geothermienutzung.

Evaluierung:

- Zwar ist die Raumbedeutsamkeit von Anlagen zur oberflächennahen Geothermie generell nicht gegeben und von Anlagen zur Nutzung von tiefer Geothermie bislang nicht eindeutig definiert (in Mittelhessen gibt es ohnehin kein Potenzial für tiefe Geothermie), und damit die Frage, ob und wie Geothermie raumplanerisch steuerbar ist, derzeit noch umstritten (siehe Kapitel 6.1 Exkurs zur Raumbedeutsamkeit). Dennoch wird dieses Thema in einigen anderen aktuellen Regionalplänen, zumindest im Grundsatz, bereits behandelt (z.B. Regionales Raumentwicklungsprogramm Mecklenburgische Seenplatte, Regionalplan Ostthüringen, Regionalplan Neckar-Alb (Entwurf)). Durch die technische Weiterentwicklung im Bereich der Geothermie kann erwartet werden, dass es zukünftig eine Zunahme entsprechender Anlagen geben wird und damit auch das Erfordernis der raumplanerischen Steuerung steigt.

Wasserkraft

Wasserkraftanlagen sind i.d.R. nicht raumbedeutsam und bedürfen daher keiner raumordnerischen Steuerung (Begründung/ Erläuterung zu 7.2.1-1 bis 7.2.1-9). Der Regionalplan enthält somit keine weitergehenden Aussagen zur Wasserkraftnutzung.

Evaluierung:

- Der Regionalplan Mittelhessen enthält keine Aussagen zur Wasserkraftnutzung.
- Auch in anderen aktuellen Regionalplänen gibt es teilweise keine Aussagen zu Wasserkraftanlagen. Allerdings gibt es auch Pläne mit umfangreicheren Aussagen, z.B.:
  - Der Regionalplan Ostthüringen geht von einer generellen Raumbedeutsamkeit der Anlagen aus. In dem genannten Beispiel werden alle Wasserkraftanlagen der Planungsregion aufgeführt und Aussagen zu Möglichkeiten der Steigerung der Gesamtenergieleistung getroffen.
  - Der Regionalplan Südhessen trifft die Aussage, dass durch Optimierung von Anlagen oder Wiederinbetriebnahme alter Anlagen unter Berücksichtigung der WRRL die Wasserkraft gesteigert werden kann.

Tabelle 6-4: Steckbrief Regionalplan Südhessen/ Regionaler Flächennutzungsplan 2010

Region: Südhessen	
Plan-/ Dokumentbezeichnung: Regierungspräsidium Darmstadt/ Geschäftsstelle der Regionalversammlung Südhessen [Hrsg.]: Regionalplan Südhessen / Regionaler Flächennutzungsplan 2010	
	Regionalplanerisches Konzept zu Erneuerbaren Energien
• Regenerative Energiepotenziale sollen im Interesse des globalen und regionalen Klimaschutzes, soweit ökologisch vertretbar, genutzt werden. Die in der Region verfügbaren regenerativen Energien wie Wind- und Sonnenenergie, Biomasse, Wasserkraft und Geothermie sollen nach dem Stand der Technik eingesetzt werden (Grundsatz 8.2-1). Das nationale Ziel ist auf 30% der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2020 erhöht worden. Dieses, sowie das Ziel der hessischen Landesregierung, den Energieverbrauch bis 2020 um 20% auf 105 TWh zu senken und den Anteil Erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch um 20% (21 TWh) zu erhöhen, kann nur im Zusammenwirken von Energieeinsparung und Erhöhung der Wirtschaftlichkeit Erneuerbarer Energien erreicht werden (Begründung zu 8.2). • Der Einsatz einheimischer erneuerbarer Energieträger ist zu fördern (Grundsatz 8-1). • Bei der Ausweisung neuer Baugebiete ist zu prüfen, ob - je nach siedlungsstruktureller Eignung - Fern- oder Nahwärme, regenerative Energien oder Erdgas zur Wärmeversorgung eingesetzt werden können. Dezentrale Kraftwärmekopplung soll vorrangig in der Umgebung von Bedarfsschwerpunkten zum Einsatz kommen (Grundsatz 8-6). • Blockheizkraftwerke sollen möglichst mit Energieträgern erneuerbarer Energien betrieben werden (Grundsatz 8-7).	
	Windenergie
Werden Flächenprioritäten genannt? Die Regionalversammlung Südhessen hat am 11.12.2009 beschlossen, die Vorranggebiete für Windenergienutzung komplett aus dem Plan herauszunehmen. Die Verbandskammer des Planungsverbandes Ballungsraum Frankfurt/ Rhein-Main hat sich in ihrer Sitzung am 16.12.2009 diesem Votum angeschlossen. Neue Vorranggebiete für Windenergienutzung werden erst im Rahmen der Aufstellung eines sachlichen Teilplans „Windenergienutzung“ - ggf. in Verbindung mit einem regionalen Energiekonzept als fachliches Konzept i.S. von § 9 Abs. 2 Satz 3 HLPG - ausgewie-	

Region: Südhessen

sen. Bis zum Inkrafttreten des sachlichen Teilplans Windenergienutzung gelten die Regelungen des § 35 BauGB ohne Einschränkung.

Die Regionalversammlung Südhessen hat am 17.12.2010 die Aufstellung eines sachlichen Teilplans „Windenergienutzung“ beschlossen. Die Verbandskammer hat am 15.12.2010 einen entsprechenden Beschluss zum RegFNP gefasst (Kapitel 8.2.1). Am 24.02.2012 hat die Regionalversammlung die Aufstellung eines sachlichen Teilplans Erneuerbare Energien beschlossen.

Werden energetische Ziele vorgegeben?

Nein.

Werden Ausschlussflächen benannt?

Nein.

Werden weitere Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt?

Nein.

Evaluierung:

- Keine Vorranggebiete für Windenergienutzung im geltenden Regionalplan/ Regionalen Flächennutzungsplan 2010.

Solare Strahlungsenergie

Werden Flächenprioritäten genannt?

Die dezentrale und zentrale Gewinnung von solarer Strahlungsenergie ist zu fördern (Grundsatz 8.2.2-2).

Priorität genießt die Errichtung von Photovoltaikanlagen im baulichen Bestand, auf Dächern oder an Fassaden bereits versiegelter Flächen bzw. Flächen der wirtschaftlichen und militärischen Konversion (Grundsatz 8.2.2-3).

Geeignete Standorte für raumbedeutsame Photovoltaikanlagen sind vorbelastete Gebiete, z.B.

- Industrie- und Gewerbeflächen, die nicht genutzt werden oder genügend Raum für eine gewerbliche Nutzung lassen,
- Deponien oder
- militärische Konversionsflächen.

Region: Südhessen

Eine regionalplanerische Steuerung dieser Anlagen erfolgt nicht über die Ausweisung von Vorrang- oder Vorbehaltsgebieten, sondern über die Formulierung von regionalplanerischen Festlegungen, die sich mit der Nutzung der solaren Strahlungsenergie vereinbaren lassen bzw. regionalplanerischen Ausweisungen, in denen keine raumbedeutsamen Anlagen zur Nutzung der solaren Strahlungsenergie errichtet werden sollten (Begründung zu 8.2.2).

Werden energetische Ziele vorgegeben?

Keine konkreten Zahlen.

Werden Ausschlussflächen benannt?

Raumbedeutsame Großanlagen zur Nutzung der solaren Strahlungsenergie sind außerhalb von:

- Vorranggebieten für Natur und Landschaft,
- Vorranggebieten für Landwirtschaft,
- Vorranggebieten für Forstwirtschaft,
- Vorranggebieten für vorbeugenden Hochwasserschutz und
- Vorranggebieten für den Abbau oberflächennaher Lagerstätten

zu errichten (Ziel 8.2.2-1).

Werden weitere Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt?

Nein.

Evaluierung:

- Die im Regionalplan Südhessen getroffenen Aussagen zur Solarenergie liegen in dem üblichen Spektrum dessen, was auch in anderen aktuellen Regionalplänen genannt wird, wobei sie tw. über den gängigen Standard hinausgehen. Auffälligkeiten sind:
  - Der Benennung von Flächenprioritäten in Regionalplänen ist zunehmend üblich, insbesondere in Anlehnung an die EEG-Kriterien wie im Regionalplan Südhessen.
  - Die Benennung von Ausschlussflächen (speziellen Vorranggebieten) für die Errichtung raumbedeutsamer Photovoltaikanlagen geht über den Standard der Aussagen in Regionalplänen hinaus.
  - Der Regionalplan Südhessen definiert zwar keine Schwellenwerte für die Raumbe-

Region: Südhessen

deutsamkeit von PV-Freiflächenanalgen, enthält aber Planungshinweise für raumbedeutsame Vorhaben. Folgende Vorhaben mit Bezug zu PV-Freiflächenanlagen sind genannt:

- In der Gemeinde Biebesheim im Landkreis Bergstraße entsteht um die Kompostierungsanlage Brunnenhof ein Bioenergiezentrum. Neben der Erweiterung der Kompostierungsanlage sind der Bau einer Holzvergasungsanlage zur Gewinnung von Strom und Wärme, die Herstellung von Biomassebrennstoffen sowie der Bau einer Photovoltaikanlage geplant (Grundsatz 8.2-3, Nr. 1).

- In Heidenrod ist neben dem Windpark in Kemel ein Zentrum für Erneuerbare Energien geplant. Auf dem Gelände eines Verwertungsbetriebes soll ein Kombikraftwerk mit Photovoltaik-, Windkraft- und Biogasenergie betrieben werden (Grundsatz 8.2-3, Nr. 4).

- Teilweise wird in Regionalplänen, wie z.B. in Heilbronn-Franken (2 ha) oder Trier (10 ha), ein Schwellenwert definiert, ab wann eine PV-Freiflächenanlage als raumbedeutsam einzustufen ist. Der Verzicht auf eine Angabe im Regionalplan ist aber nicht unüblich.

- Besonders fortschrittlich für den Bereich der solaren Strahlungsenergie sind die Aussagen im Regionalplan Ostthüringen. Hier werden positive Rahmenbedingungen genannt, die zum Teil über die allgemeinen Aussagen des EEG hinausgehen (z.B. große, zusammenhängende Flächen, hohe mittlere Globalstrahlung, niedrige mittlere jährliche Lufttemperatur). Außerdem werden konkrete potenziell für raumbedeutsame PV-Freiflächenanlagen geeignete Standorte genannt.

Biomasse

Werden Flächenprioritäten genannt?

Die „Vorranggebiete für Landwirtschaft“ können auch zur Produktion von Biomasse für die Erzeugung Erneuerbarer Energien herangezogen werden.

Die „Vorbehaltsgebiete für Landwirtschaft“ dienen der Erhaltung und Entwicklung der Freiraumfunktion und der Offenhaltung der Landschaft primär durch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung. Hierzu gehört auch die Bereitstellung von Flächen zur Biomasseerzeugung für Erneuerbare Energien (Begründung zu 10.1).

Werden energetische Ziele vorgegeben?

Keine konkreten Zahlen.

Region: Südhessen

Werden Ausschlussflächen benannt?

Nein, grundsätzlich sollen Biomasseanlagen allerdings unter Berücksichtigung des ökologischen und agrar-strukturellen Gleichgewichts gefördert werden (Grundsatz 8.2-2).

Werden weitere Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt?

Nein.

Evaluierung:

- Die im Regionalplan Südhessen getroffenen Aussagen zum Thema Biomasse/ Bioenergie liegen in dem üblichen Spektrum dessen, was auch in anderen aktuellen Regionalplänen genannt wird, wobei sie teilweise über den gängigen Standard hinausgehen. Auffälligkeiten sind:

  - Für privilegierte Anlagen wird generell eine Raumbedeutsamkeit verneint, was durchaus üblich ist. Nur in Einzelfällen, wie z.B. in dem in Aufstellung befindlichen Regionalplan Rhein-Neckar wird die Aussage getroffen, dass auch privilegierte Anlagen in einem räumlich-funktionalem Zusammenhang mit land- oder forstwirtschaftlichen Betrieben oder aber in Gewerbegebieten errichtet werden sollen.

  - Nicht privilegierte Anlagen werden, mit Ausnahme der nachfolgenden Planungshinweise, ausgeklammert bzw. finden keine Erwähnung. Üblicherweise wird in aktuellen Regionalplänen die Aussage getroffen, dass diese nicht privilegierten Anlagen in Industrie- oder Gewebegebieten angesiedelt werden sollten.

  - Der Regionalplan Südhessen enthält Planungshinweise für raumbedeutsame Vorhaben. Folgende Vorhaben mit Bezug zu Biomasseanlagen sind genannt:

    - In der Gemeinde Biebesheim im Landkreis Bergstraße entsteht um die Kompostierungsanlage Brunnenhof ein Bioenergiezentrum. Neben der Erweiterung der Kompostierungsanlage sind der Bau einer Holzvergasungsanlage zur Gewinnung von Strom und Wärme, die Herstellung von Biomassebrennstoffen sowie der Bau einer Photovoltaikanlage geplant (Grundsatz 8.2-3, Nr. 1).

    - Auf dem Gelände des ehemaligen Munitionsdepots Hainhaus in Lützelbach im Odenwaldkreis soll unter der Trägerschaft des Landkreises ein Biomassehof errichtet werden (Grundsatz 8.2-3, Nr. 2).

    - Die bestehende Biogasanlage in Nidderau im Main-Kinzig-Kreis wird erweitert und als „Sondergebiet Regenerative Energien“ im RegFNP dargestellt (Grundsatz 8.2-3, Nr. 3).

Region: Südhessen

- In Heidenrod ist neben dem Windpark in Kemel ein Zentrum für Erneuerbare Energien geplant. Auf dem Gelände eines Verwertungsbetriebes soll ein Kombikraftwerk mit Photovoltaik-, Windkraft- und Biogasenergie betrieben werden (Grundsatz 8.2-3, Nr. 4).

- In Wölfersheim wird ein Biomassepark geplant und als „Sondergebiet Regenerative Energien" im RegFNP dargestellt (Grundsatz 8.2-3, Nr. 6).

Geothermie

Werden Flächenprioritäten genannt?

Der Bereich des Oberrheingrabens eignet sich besonders für die Strom- und Wärmeproduktion aus Geothermie. Es sind bereits mehrere großräumige Erlaubnisfelder nach § 7 Bundesberggesetz zur Aufsuchung von Erdwärme und Sole zu gewerblichen Zwecken verliehen worden (Begründung zu 8.2).

Werden energetische Ziele vorgegeben?

Keine konkreten Zahlen.

Werden Ausschlussflächen benannt?

Nein.

Werden weitere Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt?

Nein.

Evaluierung:

- Der Regionalplan Südhessen weist in seiner Begründung zu 8.2 auf die Eignung des Bereichs des Oberrheingrabens für die Strom- und Wärmeproduktion aus Geothermie und die Verleihung von großräumigen Erlaubnisfeldern hin.
- Der Regionalplan Südhessen enthält einen Planungshinweis für folgendes raumbedeutsames Vorhaben:
  - In dem Gebiet um Riedstadt, Mörfelden-Walldorf und Trebur sollen Anlagen zur Gewinnung von Erdwärme entstehen (Grundsatz 8.2-3, Nr. 5).
- Zwar ist die Raumbedeutsamkeit von Anlagen zur oberflächennahen Geothermie generell nicht gegeben und von Anlagen zur Nutzung von tiefer Geothermie bislang nicht eindeutig definiert, und damit die Frage, ob und wie Geothermie raumplanerisch steuerbar ist derzeit noch umstritten (siehe Kapitel 6.1 Exkurs zur Raumbedeutsam-

Region: Südhessen

keit). Dennoch wird dieses Thema in einigen anderen aktuellen Regionalplänen, zumindest im Grundsatz, bereits behandelt (z.B. Regionales Raumentwicklungsprogramm Mecklenburgische Seenplatte, Regionalplan Ostthüringen, Regionalplan Neckar-Alb (Entwurf)). Durch die technische Weiterentwicklung im Bereich der Geothermie kann erwartet werden, dass es zukünftig eine Zunahme entsprechender Anlagen geben wird und damit auch das Erfordernis der raumplanerischen Steuerung steigt.

≈	*Wasserkraft*

Werden Flächenprioritäten genannt?

Nein.

Werden energetische Ziele vorgegeben?

Es werden keine Ziele vorgegeben, aber der Plan sagt aus, dass die Wasserkraft in Südhessen nur ein begrenztes Potenzial besitzt, das nur durch Optimierung von Anlagen oder Wiederinbetriebnahme alter Anlagen unter Berücksichtigung der WRRL gesteigert werden kann (Begründung zu 8.2).

Werden Ausschlussflächen benannt?

Nein.

Werden weitere Positivkriterien / Flächenvoraussetzungen genannt?

Nein.

Evaluierung (Auffälligkeiten, Besonderheiten):

- Bis auf die Aussage, dass die Wasserkraft in Südhessen nur ein begrenztes Potenzial besitzt, das nur durch Optimierung von Anlagen oder Wiederinbetriebnahme alter Anlagen unter Berücksichtigung der WRRL gesteigert werden kann, wird das Thema Wasserkraft im Regionalplan Südhessen nicht weiter vertieft.
- Auch in anderen aktuellen Regionalplänen gibt es teilweise nur marginale oder keine Aussagen zu Wasserkraftanlagen. Allerdings gibt es auch Pläne mit umfangreicheren Aussagen, z.B.:
  - Der Regionalplan Ostthüringen geht von einer generellen Raumbedeutsamkeit der Anlagen aus. In dem genannten Beispiel werden alle Wasserkraftanlagen der Planungsregion aufgeführt und Aussagen zu Möglichkeiten der Steigerung der Gesamtenergieleistung getroffen.

6.3 Handlungsempfehlungen

6.3.1 Übersicht

Die Handlungsempfehlungen ergeben sich aus den Erkenntnissen der Potenzialanalysen und den Annahmen zu den betrachteten Szenarien „Basisvariante 2020“ und „Geringste Flächeninanspruchnahme“. Es geht um die Schaffung der raumordnerischen Voraussetzungen für einen zielorientierten und ausgewogenen Ausbau der Erneuerbaren Energien in Hessen.

Soweit die Handlungsempfehlungen auch eine Entsprechung in den Empfehlungen des Hessischen Energiegipfels 2011 finden, wird darauf hingewiesen. Es wird allerdings darauf verzichtet, den gesamten bereits umfänglichen Kanon an Grundsätzen und Zielen der geltenden Regionalpläne wiederzugeben. Vielmehr werden in diesem Kontext Empfehlungen aus den Ergebnissen des Gutachtens heraus ergänzt.

Die Handlungsempfehlungen mit besonderer Relevanz für die Regionalplanung richten sich vor allem auf den Umgang mit den flächenrelevanten EE, das ist insbesondere die Windenergie, aber auch die solare Freiflächen-Photovoltaik sowie der gezielte Anbau von Energierohstoffen und die Erzeugung von Bioenergie. Dabei werden die folgenden Handlungsempfehlungen gestuft aufgearbeitet:

(1) zunächst hessenweit allgemein und übergreifend,

(2) in einem zweiten Schritt für die Regionalplanung im Hinblick auf die unterschiedlichen Formen der Erneuerbaren Energien und

(3) in einem dritten Schritt regionalisiert für Nord-, Mittel- und Südhessen sowie den Regionalverband FrankfurtRheinMain.

6.3.2 Allgemeine Handlungsempfehlungen

Erneuerbare Energien gelten als **Motor der Regionalentwicklung** und sind zu fördern. Insbesondere strukturschwache Regionen schaffen sich durch den dezentral betriebenen Ausbau der Erneuerbaren Energien die Möglichkeit, eine nachhaltige, sichere und auf lange Sicht preiswerte Strom- und Wärmeversorgung auf lokaler Ebene sicherzustellen. Sie minimieren damit ihre Abhängigkeit von externen Einflüssen nationaler und internationaler Energiemärkte. Für die Kommunen eröffnen sich durch die Ansiedlung von neuen gewerblichen Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energien außerdem neue Einnahmequellen, die zur Konsolidierung der kommunalen Haushalte bzw. zur Verbesserung der räumlichen, sozialen und wirtschaftlichen Strukturen beitragen können. Zur Förderung der EE in Hessen werden folgende allgemeine Handlungsempfehlungen gegeben:

- Zur Erreichung der landesweiten Ausbauziele werden **alle Formen der Erneuerbaren Energienutzungen** benötigt. Unter der Maßgabe des Energiegipfels, dass möglichst wenig Fläche in Anspruch genommen wird und damit die möglichen Konflikte mit anderen Raumnutzungen minimiert und die Akzeptanz erhöht werden, können und müssen bis 2020 rd. **55% der benötigten Erneuerbaren Energie flächenneutral** generiert werden. Lediglich **45% werden aus flächenrelevanten EE** erzeugt. Die Annahmen zum Szenario „Basisvariante 2020" sind diesbezüglich weniger optimistisch, aber auch hier liegt der flächenrelevante Beitrag nicht höher als 51%.

  Entsprechend sind im Landesentwicklungsplan und in den Regionalplänen **Ziele und Grundsätze** aufzunehmen bzw. weiterzuentwickeln. Insbesondere wird empfohlen, als prioritäres Ziel den Ausbau **flächenneutraler EE-Erzeugungsformen** aufzunehmen, d.h. die vielfältigen **Möglichkeiten zur Erzeugung von EE im Bestand** zu unterstützen. Dabei sollten die Energieerzeugungen mit großem Zuwachspotenzial im Vordergrund stehen: die Photovoltaik und die Solarthermie an Gebäuden bzw. im Siedlungsbereich generell, die Nutzung der Biomasse aus Reststoffen, auch aus der landwirtschaftlichen Produktion, dem Wald und der Landschaftspflege, und die Nutzung der oberflächennahen Geothermie.

- Im Landesentwicklungsplan und in den Regionalplänen sollten **quantitative Rahmensetzungen** zur Erzeugung von EE aufgenommen werden. Dies betrifft insbesondere die geltenden Zielgrößen des Energiegipfels, aber auch regionsspezifische Zielvorgaben, wie sie in den Szenarien des Gutachtens zu den Regionalen Energiekonzepten erarbeitet wurden.

- Im Rahmen der Neuaufstellung des Landesentwicklungsplans und der Fortschreibung der Regionalpläne sollte verstärkt geprüft werden, inwieweit eine **Koppelung von Infrastrukturvorhaben und Anlagenstandorten** zur Erzeugung von Erneuerbaren Energien befördert werden kann. Konkretes Ziel sind die räumliche Zuordnung flächenrelevanter EE zu Verbrauchern (insbes. zu strom- und wärmeintensiven Industrie- und Gewerbeflächen) und entsprechende Vorgaben für nachfolgende Ebenen.

- Es sollten **Ziele zur Entwicklung von „Energielandschaften"** formuliert und in ausgewählten Teilräumen Hessens konkretisiert werden. Dabei geht es um eine langfristige Energie-Autarkie mit der Möglichkeit, auch Energie zu exportieren, sowie um Ansatzpunkte, die Erzeugung Erneuerbarer Energien u.a. unter Einbeziehung von Speichertechnologien zu verstetigen. Beispielhafte Vorhaben auf lokaler und regionaler Ebene, die eine positive Außenwirkungen erzeugen, Modellcharakter haben und die regionale Wirtschaft profilieren, sind zu fördern. Potenziale zur Entwicklung von „Energielandschaften" haben vor allem die

Kommunen, die bereits den **politischen Willen** zur Umsetzung der EE-Ziele in Hessen bis 2020 oder darüber hinaus durch entsprechende Erklärungen und Infrastrukturvorhaben dokumentiert haben (z.B. Teilnehmer des Programms der „100%-Regionen").

- Die **Einbindung von regionalen Akteuren** (u.a. Öffentlichkeit, regionale Netzbetreiber) **und regionalem Kapital** (Stichwort: Bürgerwindparks, regionale Investoren) sollte bei der Förderung der EE vorangetrieben werden, denn sie führt zu erhöhter Akzeptanz von EE und zur Identifikation von Bürgern mit den erforderlichen Anstrengungen zur Umsetzung der landesweiten Energieziele.
- Die Regionen können und sollen im Zusammenwirken mit den Regionalversammlungen eine wesentliche **beratende und koordinierende Rolle** bei der Förderung Erneuerbarer Energien wahrnehmen.
- Im Landesentwicklungsplan und in den Regionalplänen sind neben der Förderung der EE **Grundsätze und Ziele** aufzunehmen, die die vielfältigen Möglichkeiten der Kommunen, der Betriebe und Privathaushalte zur **Effizienzsteigerung** stärken.

6.3.3 Hessenweite energiespezifische Handlungsempfehlungen

	Windenergie

Die Zielsetzung des Hessischen Energiegipfels, 2% der Landesfläche für die Windenergieerzeugung auszuweisen und in Nutzung zu bringen, erfordert lt. IWES [2011] 42.230 ha Fläche bis 2050. Für die Erfüllung der Zielgröße der „Basisvariante 2020" für den Ausbau der Windenergie auf 7 TWh bis 2020 werden gemäß der Abschätzungen der vorliegenden Studie 21.210 ha Fläche benötigt.

Die sachgerechte und rechtssichere Ermittlung und Festlegung von raumordnerischen Gebieten für die Windenergie setzt ein schlüssiges Gesamtkonzept voraus, das eine hohe Raum- und Umweltverträglichkeit gewährleistet und damit eine hohe Akzeptanz bei den Menschen erfährt und gleichzeitig für die Windenergie substanziell Raum schafft.

Für ein **schlüssiges Gesamtkonzept** sind folgende Arbeitsschritte durchzuführen, die zunächst allgemein und dann detailliert beschrieben werden:

I. **Ermittlung, Abstimmung und Anwendung von Ausschlusskriterien**:

- technische (z.B. wirtschaftliche Windgeschwindigkeit),
- raumstrukturelle (z.B. bestimmte regionalplanerische Vorranggebiete),
- ökologische (z.B. bestimmte Schutzgebiete).

Im vorliegenden Gutachten wurden dann Flächen < 15 ha nicht weiter berücksichtigt (entspricht dem rechnerischen Flächenbedarf für eine WEA).

➢ Im Ergebnis steht das technische Potenzial für Windenergie (siehe Abbildung 6-2).

II. **Ermittlung, Abstimmung und Anwendung von Konfliktkriterien** (z.B. Bereiche der Avifauna mit sehr hohem Konfliktpotenzial gegenüber WEA) **und Gunstkriterien** (z.B. Gebiete mit besonders günstiger Windgeschwindigkeit) vor dem Hintergrund der energiepolitischen Zielsetzungen.

➢ Im Ergebnis stehen Suchräume für Windenergie unterschiedlicher Priorität.

III. **Auswahl von regionalplanerischen Vorrangflächen für Windenergie unter Berücksichtigung weiterer abwägungsrelevanter Belange.** In diesem Schritt sind Belange, deren Berücksichtigung im Rahmen der Schritte 1 und 2 aus datentechnischen oder strukturellen Gründen (z.B. landschaftsprägende Höhenrücken, spezielle artenschutzrechtliche Belange) nicht erfolgen konnte, über Einzelfallbetrachtungen zu berücksichtigen.

➢ Im Ergebnis stehen regionalplanerische Vorrangflächen für Windenergie.

IV. **Transparente Dokumentation und Kommunikation der Vorgehensweise.** Die Vorgehensweise zur Auswahl der regionalplanerischen Vorrangflächen für Windenergie ist nachvollziehbar zu dokumentieren und zu veröffentlichen.

zu I. Ermittlung, Abstimmung und Anwendung von Ausschlusskriterien

Unter Berücksichtigung landesweiter Vorgaben ist die Ausweisung von Vorranggebieten für die Windenergienutzung grundsätzlich in Gebieten mit folgenden technischen Merkmalen und Strukturen ausgeschlossen:

- Gebiete mit Windgeschwindigkeiten unter 5,5 m/s in 140 m Höhe [vgl. Gutachten TÜV Süd, November 2011]; in Gebieten, die in 140 m Höhe Windgeschwindigkeiten von 5,5 m/s und mehr aufweisen, können mit guter Wirtschaftlichkeit Windenergieanlagen betrieben werden,
- Bestehende/geplante Autobahnen, 2-bahnige Kraftfahrstraßen bis zu einem

Abstand von 150 m und sonstige Straßen bis zu einem Abstand von 100 m,

- bestehende und geplante Bahnlinien des Fernverkehrs bis zu einem Abstand von 150 m und sonstige Bahnlinien bis zu einem Abstand von 100 m,
- Hochspannungsfreileitungen bis zu einem Abstand von 100 m unter der Voraussetzung, dass schwingungsminimierende Maßnahmen bestehen,
- Bauschutzbereiche von Flughäfen,
- Wetterradar mit Anlagenschutzbereich bis 5 km.

Ebenso stehen folgende Raumstrukturen und Schutzgebiete für die Ausweisung von Gebieten für die Windenergienutzung nicht zur Verfügung:

- Vorranggebiete Siedlung (Bestand/Planung, Daten aus Regionalplänen) zzgl. 1.000 m,
- Industrie- und Gewerbegebiete,
- Nationalparks, Naturschutzgebiete, Kernzonen im Biosphärenreservat,
- Schutzwald, Bannwald.

Unter Ausschluss dieser Bereiche stehen in Hessen ca. 399.200 ha für die Windenergie zur Disposition, das sind ca. 18,9% der Fläche Hessens (techn. Potenzial)

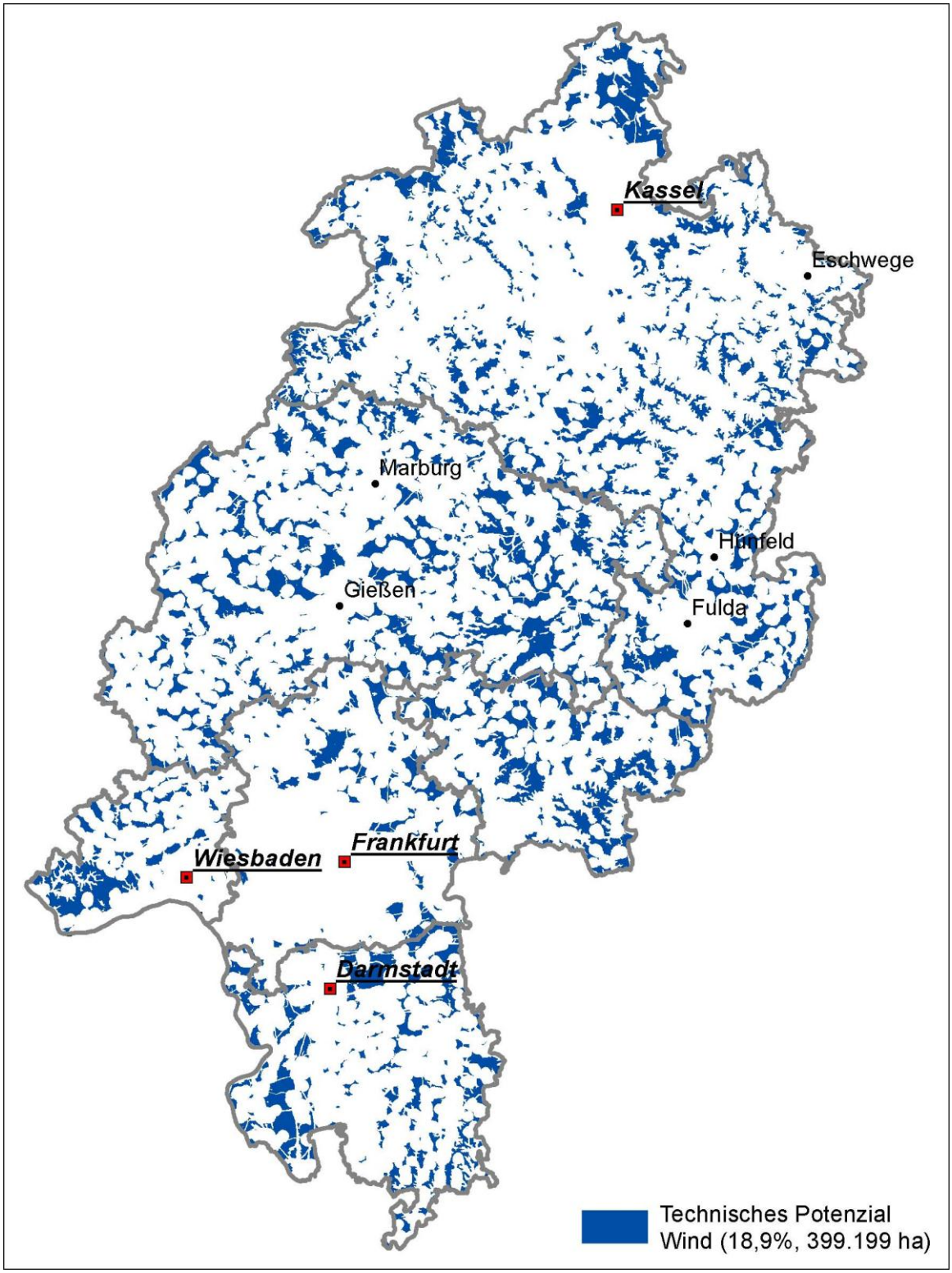


Abbildung 6-2: Flächen des technischen Potenzials Wind

zu II. Ermittlung, Abstimmung und Anwendung von Konflikt- und Gunstkriterien

Die künftigen Vorranggebiete sind im Hinblick auf die Zielerfüllung der energiepolitischen Vorgabe des Energiegipfels von 2% der Landesfläche schrittweise unter Berücksichtigung von Gunst- und Konfliktkriterien zu ermitteln. Das Ziel dabei ist die Identifizierung der am besten geeigneten Standorte bei weitestgehender Minimierung von Raum- und Umweltkonflikten.

Im Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten wurde eine entsprechende Methode entwickelt, abgestimmt und angewendet. Mittels eines auf Gunst- und Konfliktkriterien basierenden Prioritätenmodells wurden „Suchräume für Windenergie" identifiziert. Hessenweit wurden bis zu **11,8% bzw. fast 250.000 ha der Landesfläche als „Suchräume für Windenergie"** mit unterschiedlichen Prioritäten ermittelt. Es wird empfohlen, diese als Ausgangsgröße in den regionalplanerischen Abwägungsprozess einzubringen.

Die regionalplanerischen Vorrangflächen sollen zuerst aus der Suchraumkulisse 1. Priorität bestimmt werden. Sofern diese Flächen nicht ausreichen, um die energiepolitischen Ziele zu erreichen, sollen sie im nächsten Schritt aus der Suchraumkulisse 2. Priorität ausgewählt werden. Ggf. kann dann in einem weiteren Auswahlschritt im jeweiligen regionalen Konzept auf die Flächen des technischen Potenzials zurückgegriffen werden. Aufgrund des erhöhten Konfliktpotenzials der Flächen des technischen Potenzials wäre dann eine intensive Einzelfallprüfung durchzuführen.

Suchraumkulisse 1. Priorität

Die Ausweisung von Vorrangflächen soll außerhalb von Konfliktträumen **(Suchraumkulisse der Priorität 1b)**, vorrangig unter Anwendung von Gunstkriterien erfolgen **(Suchraumkulisse der Priorität 1a)**.

Bei der Ermittlung der Suchraumkulisse der **Priorität 1** finden folgende **Konfliktkriterien**, die im Rahmen dieses Gutachtens wie Ausschlusskriterien wirken, Anwendung:

- Natura 2000 - Gebiete (FFH-Gebiete und EU-Vogelschutzgebiete)
- Erholungswald nach Wald-/ Forstrecht
- Landschaftsschutzgebiete
- Pflege- und Entwicklungszone Biosphärenreservat
- Potenziell naturnaher Laubwald (mangels Daten: alle Laubwälder gem. ATKIS)
- Bereiche mit sehr hohem Konfliktpotenzial für die Avifauna
- Bereiche mit sehr hohem Konfliktpotenzial für Fledermäuse

- Bereiche bis zu 500 m entfernt von stehenden Gewässern größer 1,5 ha und Flussläufen ab einer Breite von 12 m
- Wasserschutzgebiete Zone I und II sowie Heilquellenschutzgebiete Zone I und II (Ausnahme: sehr großflächiges Heilquellenschutzgebiet in der Wetterau, dort nur Zone I)
- Gesetzliche Überschwemmungsgebiete
- Vorranggebiete für den Abbau oberflächennaher Rohstoffe

Innerhalb der nach Anwendung dieser Konfliktkriterien ermittelten Suchraumkulisse finden **Gunstkriterien** Anwendung, mittels derer Gebiete ermittelt werden können, die besonders für die Windenenergienutzung geeignet sind. Die Erfüllung eines der folgenden Gunstkriterien ist dann für die Priorität 1a ausreichend:

- Besonders günstige Windgeschwindigkeiten von mindestens 5,75 m/s in 140 m Höhe; der Grundsatz des Energiegipfels, dass Energieerzeugung dort stattfinden soll, wo die geeigneten Ressourcen vorhanden sind, sollte so ausgelegt werden, dass nach Möglichkeit Gebiete mit einer Windgeschwindigkeit von mindestens 5,75 m/s bevorzugt genutzt werden.
- Nähe zu Industrie- und Gewerbeflächen (Gebiete mit bis zu 500 m Entfernung),
- Nähe zu Bundesfernstraßen (Gebiete in 150 bis 500 m Abstand),
- Nähe zu regional bedeutsamen Straßen (Gebiete in 100 bis 500 m Abstand),
- Nähe zu Bahnlinien (Gebiete in 100 bis 500 m Abstand).

Die im Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten ermittelten **Suchräume der 1. Priorität** umfassen insgesamt **7,4% bzw. gut 157.000 ha der Fläche Hessens** und sind damit landesweit vergleichbar als relativ konfliktarm im Sinne eines schlüssigen Gesamtkonzepts anzusehen (s. Abbildung 6-3).

Suchraumkulisse 2. Priorität

Reichen die Suchräume der 1. Priorität nach Abwägung nicht aus, um letztendlich die angestrebte 2%-Quote an der Landes- bzw. Regionsfläche zu erreichen, kann ein Teil der in der 1. Priorität ausgeschlossenen Flächenkategorien mit mittlerer Konfliktintensität in die Suchraumkulisse zurückgeführt werden (**Suchräume der 2. Priorität**). Die so ermittelten Suchräume der 2. Priorität sollen zunächst auch unter Bevorzugung der o.g. Gunstkriterien (**Suchräume der Priorität 2a**) geprüft, dann aber ggf. auch ohne die Anwendung von Gunstkriterien einbezogen werden (**Suchräume der Priorität 2b**).

Für die Ausweisung von Flächen der 2. Priorität ist wegen des vorhandenen Konfliktpotenzials ein erhöhter Untersuchungs- und Abwägungsaufwand bei der

späteren Gebietsfestlegung, d.h. eine geringere Erfolgsquote einzukalkulieren.

Bei der Ermittlung der Suchraumkulisse der **Priorität 2** finden folgende **Konfliktkriterien** Anwendung, die im Rahmen der Suchraumermittlung in diesem Gutachten zu einem Ausschluss der jeweiligen Fläche führen:

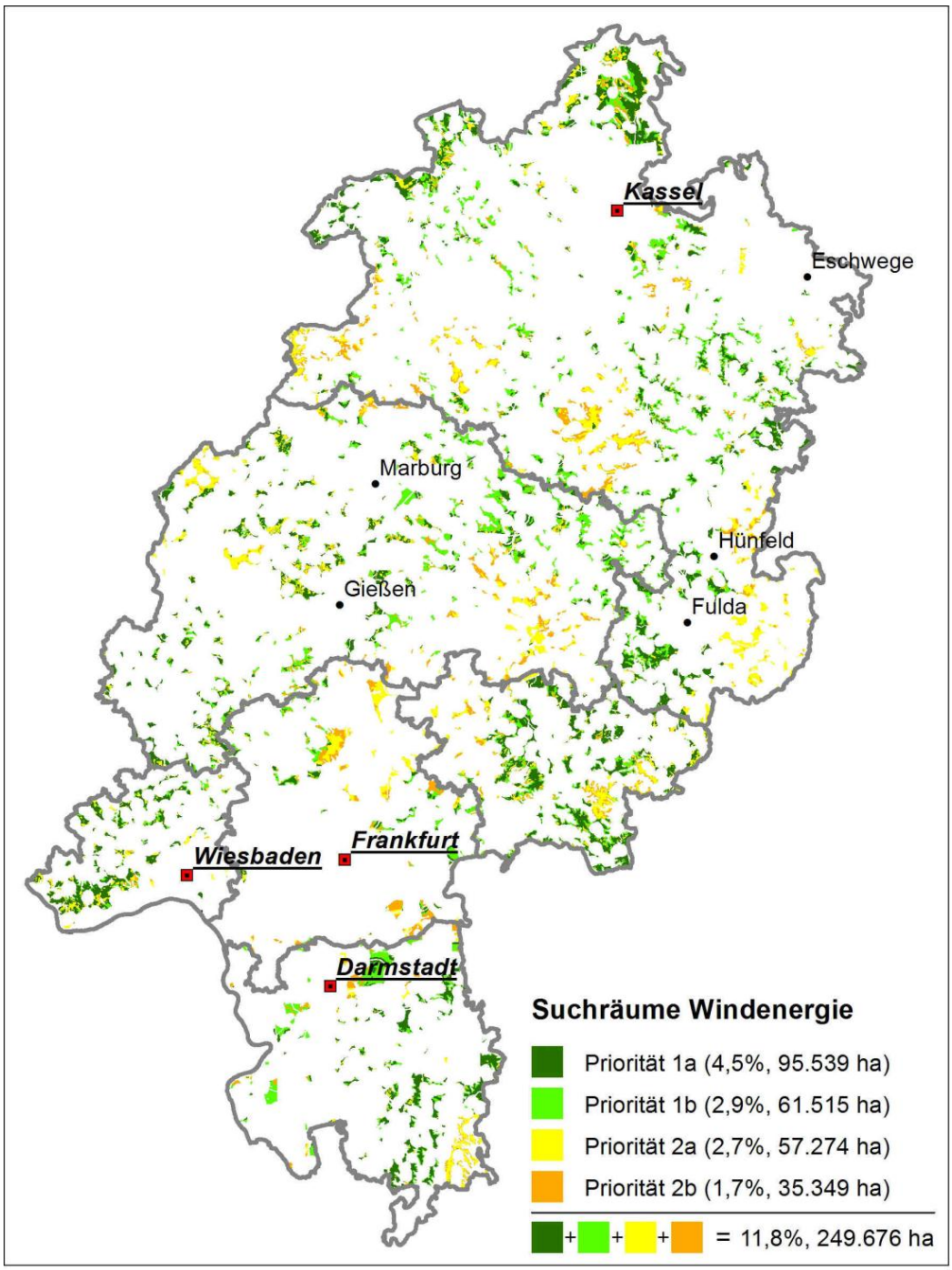
- FFH-Gebiete,
- Bereiche mit sehr hohem Konfliktpotenzial für die Avifauna,
- Bereiche mit sehr hohem Konfliktpotenzial für Fledermäuse,
- Bereiche bis zu 500 m entfernt von stehenden Gewässer größer 1,5 ha und Flussläufen ab einer Breite von 12 m,
- Wasserschutzgebiete Zone I,
- Gesetzliche Überschwemmungsgebiete,
- Vorranggebiete für den Abbau oberflächennaher Rohstoffe.

Mit den **Suchräumen der 2. Priorität** wurden im Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten weitere knapp **4,4% bzw. 92.623 ha der hessischen Landesfläche** als Flächen mit erhöhtem Konfliktpotenzial im Sinne eines schlüssigen Gesamtkonzepts in die Suchraumkulisse einbezogen (s. Abbildung 6-3).

Vereinzelte potenzielle Konflikte lassen sich über die Ermittlung von landes- bzw. regionsweiten Suchräumen jedoch nicht gänzlich ausschließen, da für deren Abschätzung lokale Kenntnisse und Daten zwingend erforderlich sind (z.B. artenschutzrechtliche Belange). Diese Belange sind im Rahmen einer regionalen Einzelfallbetrachtung zu untersuchen (s. Schritt 3).

Vorhandene Windparks

Vorhandene Windparks sollten vorrangig durch **Repowering** aufgewertet werden oder als Bestandteil der Suchräume der 1. Priorität ggf. erweitert werden. In Suchräumen der 2. Priorität sollte im Regelfall auf Standorterweiterungen verzichtet und ggf. eine Aufwertung durch Repowering erfolgen (z.B. Knüll). Ein langfristiger Verzicht auf Standorte (kein Repowering, Rückbau nach Ende der Betriebszeit) sollte dann geprüft werden, wenn für die Anlagen-Standorte deutliche Abweichungen von den Vorgaben für das technische Potenzial (Ausschlusskriterien) bestehen.



Fläche mit geringem Konfliktpotenzial (Gunstbereich)
(Anwendung aller Konfliktkriterien UND Anwendung der Gunstkriterien)

Fläche mit geringem Konfliktpotenzial (außerhalb Gunstbereich)
(Anwendung aller Konfliktkriterien, KEINE Anwendung der Gunstkriterien)

Fläche mit erhöhtem Konfliktpotenzial (Gunstbereich)
(Anwendung aller Konfliktkriterien bis auf LSG, BSR (Pflegezone), VSG, WSG Zone II, Laubwald, Erholungswald nach Forstrecht UND Anwendung der Gunstkriterien)

Fläche mit erhöhtem Konfliktpotenzial (außerhalb Gunstbereich)
(Anwendung aller Konfliktkriterien bis auf LSG, BSR (Pflegezone), VSG, WSG Zone II, Laubwald, Erholungswald nach Forstrecht, KEINE Anwendung der Gunstkriterien)

Abbildung 6-3: Suchräume für Vorranggebiete Windenergie

zu III. Auswahl von regionalplanerischen Vorrangflächen für Windenergie unter Berücksichtigung weiterer relevanter Belange

Einige denkbare und sinnvolle **Gunstkriterien** wurden in den Gutachten zu den REnK aus Praktikabilitätsgründen nicht berücksichtigt. Dies sind bspw. die Nähe zu Hochspannungsfreileitungen (Einspeisemöglichkeiten, Vorbelastung): Aufgrund der insgesamt hohen Netzdichte in Hessen sind daraus kaum Differenzierungen ableitbar. Auch das Kriterium der Nähe zu vorhandenen Windparks ist landesweit nicht als generelles Positiv- oder Negativkriterium geeignet, da die räumliche Konzentration von WEA einerseits mit Vorteilen verbunden sein kann, andererseits aber auch zu einer Überlastung von Gebieten führen kann. Es wird empfohlen, diese – und ggf. weitere regionsspezifische Kriterien – bei der regionalplanerischen Vorrangflächenausweisung anzuwenden.

In diesem Zusammenhang wird empfohlen, in den Regionalplänen die räumlichen Schwerpunktsetzungen für große Windvorranggebiete in Bereichen relevanter Vorbelastungen (z.B. an Infrastrukturachsen), in Arealen mit großflächigen naturfernen Nadelwaldbeständen und/oder naturschutzfachlich wenig wertvollen Freiflächen vorzunehmen.

Hinsichtlich der **Konfliktkriterien,** die in den Gutachten zu den REnK aus Gründen der Datenverfügbarkeit nicht berücksichtigt werden konnten, lassen sich insbesondere zwei Bereiche hervorheben: der **Arten- und der Landschaftsschutz**. Zur Berücksichtigung dieser Belange ist im Rahmen der Suchraumermittlung zwar eine Grobsteuerung auf landesweiter bzw. regionaler Ebene durch die Nichteinbeziehung von Gebieten mit sehr hohem Konfliktpotenzial erfolgt. Einige potenzielle Konflikte, die aus der Nutzung von WEA resultieren können, lassen sich jedoch nicht über die Ermittlung von landes- bzw. regionsweiten Suchräumen ausschließen. Für diese Belange ist eine regionale Einzelfallbetrachtung unter Berücksichtigung lokaler Kenntnisse und Daten erforderlich, z.B. durch genauere Abgrenzungen faunistischer Funktionsräume, als sie in den Fauna-Gutachten zum LEP enthalten sind. Nachfolgend werden daher Hinweise zur Berücksichtigung des Arten- und Landschaftsschutzes auf Ebene der Regionalplanung gegeben. Unter anderem als Konsequenz aus diesen Hinweisen wird schließlich eine Empfehlung zur Art der Gebietsfestlegung von regionalplanerischen Vorrangflächen für Windenergie gegeben.

Hinweise zur Berücksichtigung des Artenschutzes

Folgende Kriterien, die ein artenschutzrechtliches Konfliktpotenzial hinsichtlich der Nutzung von WEA bergen, wurden bei der Ermittlung der Suchraumkulisse mangels aussagekräftiger landesweit verfügbarer Daten nicht angewendet. Für

die regionalplanerische Vorrangflächenausweisung wird empfohlen, diese **Konfliktkriterien** anzuwenden, soweit Daten hierzu vorliegen:

- Bereiche mit hoher faunistischer Bedeutung für Avifauna und Fledermäuse [IfTN 2012; Planungsgruppe 2012], s. Anhang Kapitel 8.7),
- Waldbiotope, Naturwaldreservate, Altholzinseln, forstliche Versuchsflächen,
- Waldfunktionen z.B. Boden-, Immissions-, Klimaschutz,
- Ruheforst/ Friedwald, Kultur-und Bodendenkmale, Saatgutbestände,
- sonstige hochwertige Waldgebiete mit hohem Biotopentwicklungspotenzial.

Aufgrund des **strengen Artenschutzrechtes** sind zudem Artenschutzbelange bereits auf Ebene der Regionalplanung im Sinne **einer überschlägigen Vorabschätzung einzelfallbezogen** für jede beabsichtigte Vorrangflächen-Ausweisung zu berücksichtigen. Zu den erforderlichen Arbeitsschritten dieser „**artenschutzrechtlichen Grobprüfung**" werden folgende Hinweise gegeben [vgl. Wulfert et al. 2010]:

1) Ermitteln der gebietsspezifisch relevanten Arten

Artenschutzrechtliche Relevanz besitzen in Hessen nach den vorliegenden faunistischen Gutachten zum LEP in erster Linie 15 Vogel- und 17 von 19 in Hessen vorkommenden Fledermausarten [Planungsgruppe 2012; IfTN 2012].

Vögel mit hoher artspezifischer Empfindlichkeit gegenüber WEA sind Baumfalke, Bekassine, Fischadler, Graugans, Graureiher, Großer Brachvogel, Kiebitz, Kormoran, Rotmilan, Schwarzmilan, Schwarzstorch, Uferschnepfe, Uhu, Wachtelkönig und Weißstorch. Bis auf Graureiher und Rotmilan sind die genannten Arten in Hessen selten oder sehr selten vertreten und weisen z.T. stark voneinander abweichende Lebensraumansprüche auf. Im Normalfall ist deshalb die Anzahl von Vogelarten, die für einen definierten Planungsraum von artenschutzrechtlicher Relevanz sind, sehr eingeschränkt.

Das Fledermausgutachten ermittelt in der Zusammenschau verschiedener Aspekte wie Vorkommen, Wanderverhalten etc. sowohl ein artspezifisches Konfliktpotential als auch ein räumliches Konfliktpotenzial gegenüber der Windenergienutzung. Für die Artenschutzbelange wird im vorliegenden REnK-Gutachten auf die artspezifische Kollisionsgefahr abgestellt. Während Eingriffe in Quartierbereiche vermieden werden können, repräsentiert die verhaltensbedingte Kollisionsgefahr die jeweilige Empfindlichkeit der Art gegenüber WEA. Die Kollisionsgefahr wird differenziert für die Aktivitätsphasen Transfer, Erkundung und Jagd angegeben. Für die nachfolgende Einschätzung ist die jeweils höchste Gefahreneinstufung in einer der Aktivitätsphase bestimmend [IfTN 2012, S. 57, Tab. 3]:

Langstreckenwanderer, das sind Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Rauhhautfledermaus und die in Hessen sehr seltene Zweifarbfledermaus, weisen ein insgesamt hohes Kollisionsrisiko auf. Auch die Zwergfledermaus soll als Mittelstreckenwanderer hier eingeordnet werden, da das Kollisionsrisiko während ihrer Erkundungsflüge ebenfalls als hoch eingeschätzt wird.

Die Gruppe der Mittelstreckenwanderer beinhaltet mit der Breitflügelfledermaus und der in Hessen sehr seltenen Nordfledermaus zwei Arten, die während ihrer Jagd- und Transferflüge ein mittleres Kollisionsrisiko aufweisen.

In Hessen vorkommende Fledermäuse, die in mindestens einer der genannten Aktivitätsphasen ein vorhandenem Kollisionsrisiko aufweisen, sind die Mittelstreckenwanderer Große Bartfledermaus, Großes Mausohr, Mopsfledermaus und Wasserfledermaus, dann die Kurzstreckenwanderer Bechsteinfledermaus, Braunes Langohr, Fransenfledermaus, Graues Langohr und Kleine Bartfledermaus sowie die Mückenfledermaus, deren Wanderverhalten nicht zuordenbar ist.

In der Regel ist je Vorrangflächen-Standort mit dem Auftreten einer geringen Anzahl relevanter Fledermausarten zu rechnen.

Sind nach der Datenlage der Gutachten zum LEP oder anderen Datenbeständen Vorkommen der genannten Arten innerhalb eines geplanten Vorranggebietes nachgewiesen, bedeutet dies für die Ebene der Regionalplanung das Erfordernis einer genaueren Lokalisierung der Vorkommen. Dies kann erfolgen anhand der den Gutachten zu Grunde liegenden Rohdaten und/oder anhand einer Potenzialabschätzung der vorhandenen Landschaftsstrukturen bezüglich ihrer Lebensraumeignung für die jeweilige Art.

2) Prüfen der Verbotstatbestände

Für die als relevant ermittelten Arten ist eine überschlägige Einschätzung zur Eintrittswahrscheinlichkeit der Verbotstatbestände gem. § 44 Abs. 1 BNatSchG erforderlich. Bezugsmaßstab ist die regionale/ lokale Population (kein Individuumsbezug). Prüfschritte hierbei sind:

- Angabe von Schutz- und Gefährdungsstatus sowie Erhaltungszustand der Art.
- Angaben zu Bestand und Empfindlichkeit, Lebensraumansprüchen und Verhaltensweisen, z.B. Angaben zu Art und Flächenanspruch bezüglich Fortpflanzungs- und Ruhestätten, Angaben zur Reviergröße, Nistplatztreue, Angaben zur artspezifischen Empfindlichkeit gegenüber bau-, anlage- und betriebsbedingten Störwirkungen von WEA, Angaben zu Fortpflanzungszeiten oder anderen für die Beurteilung relevanten Lebenszyklen.

- Prognose und Bewertung der Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 Nrn. 1–4 BNatSchG (jeweils Kurzbeschreibung der Wirkungsprognose und Einschätzung, ob ein Verbotstatbestand eintreten kann).
- Prüfung der fachlichen Ausnahmebedingungen im Verbotsfall nach § 45 BNatSchG (Ausnahmegründe, Alternativenprüfung, Prüfung der Verschlechterung des Erhaltungszustandes), Abschätzung des Auftretens „verfahrenskritischer Vorkommen" („Verfahrenskritisch": im späteren Zulassungsverfahren kann möglicherweise keine Ausnahme nach § 45 Abs. 7 BNatSchG erteilt werden).

3) Konsequenzen für die Abgrenzung von WEA-Vorranggebieten

Konflikte mit „verfahrenskritischen Vorkommen" sollten möglichst durch die Wahl von Alternativen bzw. eine Anpassung der Vorranggebietsgrenzen frühzeitig vermieden werden.

Detaillierte Vorgaben zu Vermeidungsmaßnahmen (z.B. Betriebszeitenregelungen) und vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen (z.B. Schaffung von Nistmöglichkeiten für Vögel oder Quartiersstandorten für Fledermäuse im weiteren Umfeld von WEA-Anlagen) sowie Prognosen über deren Wirksamkeit sind auf Ebene der Regionalplanung nicht möglich, diese sind Inhalt des Zulassungsverfahrens. Der Fokus der Regionalplanung sollte deshalb auf eine nachvollziehbare Abgrenzung von Vorrangflächen mit von vornherein geringem artenschutzrechtlichen Konfliktpotenzial ausgerichtet werden.

Hinweise zur Berücksichtigung des Landschaftsschutzes

Folgende Kriterien, die ein Konfliktpotenzial hinsichtlich des Landschaftsschutzes bei der Nutzung von WEA bergen, wurden bei der Ermittlung der Suchraumkulisse mangels aussagekräftiger landesweit verfügbarer Daten nicht angewendet. Für die regionalplanerische Vorrangflächenausweisung wird empfohlen, diese **weiteren Konfliktkriterien**, die Landschaftsbestandteile mit besonderen Werten und Funktionen qualifizieren, in den Fällen anzuwenden, in denen die Datenlage es zulässt. Dies betrifft insbesondere:

- landschaftsprägende Kuppen und Kammlagen ohne wesentliche Vorbelastung (geologische Singularitäten),
- historisch bedeutende Kulturlandschaftsteile, z.B. Heckengebiete, Terrassenlandschaften o.ä.,
- kulturhistorische Stätten mit überregionaler Bedeutung, großflächige Bodendenkmale.

Weiterhin sind ggf. zu berücksichtigende Streusiedlungen und Wochenendhausgebiete z.T. nicht im Datensatz der Regionalplanung enthalten.

Empfehlung zu Art und Umfang der Gebietsfestlegung

Der Energiegipfel 2011 gibt vor, dass – im Sinne des HLPG – nicht als Vorrangflächen erfasste Gebiete als **Ausschlussgebiete** gelten sollen. Damit sind generell hohe Anforderungen an die fachrechtlichen Prüfungen insbesondere des Artenschutzrechts aber auch hinsichtlich des Landschaftsschutzes und der Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit verbunden. Die Gutachter empfehlen – auch vor dem Hintergrund des Umfangs der ermittelten Suchräume – die Ausweisung von **Vorranggebieten für die Windenergie ohne Ausschlusswirkung**. Hierdurch werden die Anforderungen an Prüfungsumfang und –tiefe insoweit abgeschwächt, dass nicht für das gesamte Gebiet des Plans eine Letztentscheidung erfolgen muss, sondern nur für die festgelegten Vorranggebiete. Damit kann nach Auffassung des Gutachters eine erhöhte Rechtssicherheit für den Plan herbeigeführt und das Aufstellungsverfahren zügig zu einem Abschluss gebracht werden.

Wie bereits mehrfach erwähnt, wird empfohlen, den Umfang der regionalplanerischen Vorrangflächen für Windenergie an der politischen Zielgröße des Energiegipfels bzw. weiteren regionalpolitischen Zielen zu orientieren. Als Mindestgröße sind 2% der Landes- bzw. Regionsfläche anzusehen. Weiterhin wird empfohlen, i.d.R. Vorranggebiete mit einer Mindestgröße von 45 ha auszuweisen, um damit große Windparks mit mindestens drei WEA zu ermöglichen (Ziel Konzentrationswirkung). Dabei sollte allerdings bei Windparkgrößen ab 100 ha bzw. 8 Anlagen ein Überlastungsschutz-Abstand von 3 bis 5 km zwischen den Windparks eingehalten werden.

zu IV. Transparente Dokumentation und Kommunikation der Vorgehensweise

Vorranggebiete für die Windenergienutzung sind zeichnerisch festgelegte Ziele der Raumordnung. Die planerische Festlegung eines raumordnerischen Ziels muss auf der Erfüllung materieller Voraussetzungen von Seiten des Planungsträgers beruhen. Er ist insbesondere verpflichtet, eine überörtlich abschließende und überfachlich-gesamtplanerische Interessenabwägung und Konfliktbewältigung durchzuführen. Ist dies geschehen, erfüllen Ziele der Raumordnung die Anforderungen des Abwägungsgebotes und haben Letztentscheidungscharakter, der vor dem Hintergrund lokaler Planungsbefugnisse Bestand hat [vgl. Köck, Bovet 2008].

Um dieses Vorgehen nachzuweisen, muss dem Plan ein schlüssiges gesamträumliches Planungskonzept zugrunde liegen, das den allgemeinen Anforderungen des planungsrechtlichen Abwägungsgebotes gerecht wird. Nicht zuletzt aus Gründen des Rechtsschutzes wird verlangt, dass das Verfahren der Ausarbeitung

eines Planungskonzeptes hinreichend nachvollziehbar und dokumentiert ist [vgl. OVG Rheinland-Pfalz, Urteil vom 02.10.2007].

Die Forderung der transparenten Dokumentation gilt umso mehr, sofern der Plangeber die Ausweisung von Vorranggebieten mit der Wirkung von Eignungsgebieten nach § 8 Abs. 7 Nr. 3 ROG wählt, d.h. eine Ausschlusswirkung für die Windenergienutzung an anderen Stellen im Planungsraum festschreibt. Für die Wirksamkeit einer im Zuge einer solchen Planung nach § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB getroffenen Flächenauswahl [zu Vorranggebieten für Windenergienutzung] sind allein die Überlegungen maßgeblich, die tatsächliche Grundlage für die Abwägungsentscheidung eines Planungsträgers waren [vgl. Hessischen Verwaltungsgerichtshof, Urteil vom 17.03.2011]. Der Ausschluss der Anlagen auf Teilen des Plangebiets lässt sich nach der Wertung des Gesetzgebers nur rechtfertigen, wenn der Plan sicherstellt, dass sich die betroffenen Vorhaben an anderer Stelle gegenüber konkurrierenden Nutzungen durchsetzen.

Die landesweit abgestimmte Methodik der Ermittlung der Suchräume im Rahmen des Gutachtens und die daraus ggf. modifiziert abgeleiteten Ergebnisse sollen in den Erläuterungen zum Regionalplan hinreichend und transparent dargestellt werden.

Solare Strahlungsenergie

Aufgrund stark sinkender Kosten der Photovoltaikanlagen und trotz der deutlichen Verringerung der EEG-Vergütung erfolgte in 2011 bundesweit ein Rekordzubau bei den PV-Freiflächenanlagen. Die weitere Entwicklung wird eine Loslösung von der EEG-Vergütung und den dort vorgegebenen vergütungsfähigen Standorttypen bedeuten. Für die Regional- und die Bauleitplanung wird es daher zunehmend notwendig, ergänzend zu den Steuerungsmechanismen des EEG tätig zu werden und über die Präzisierung von Positivkriterien hinaus vor allem auch neue Investionsinteressen auf Ackerflächen zu beeinflussen.

Steuerungsbedarf besteht seitens der Regionalplanung insbesondere für **raumbedeutsame** PV-Freiflächenanlagen bzw. Solarparks. **Raumbedeutsam** sind derartige Anlagen in Hessen stets, wenn sie die **Darstellungsgrenze der Regionalplanung** von 5 ha Flächengröße überschreiten. Gutachterlich wird darüber hinausgehend empfohlen, auch Anlagen von geringerer Größe ab **3 ha** raumordne-

risch zu behandeln, um insbesondere bei Häufung von Einzelanlagen eine Mitsprache der Regionalplanung zu gewährleisten.[90]

Aufgrund der über den eigentlichen Anlagenbereich hinausgehenden vergleichsweise geringen Reichweite raumstruktureller und umweltfachlich relevanter Auswirkungen ist die Anlagensteuerung bisher vor allem Gegenstand der kommunalen Bauleitplanung und insbesondere der Flächennutzungsplanung. Im Falle einer Ansiedlungsplanung und insbesondere im Vorgriff auf vorhabenbezogene Bebauungspläne sollten die Kommunen ggf. auch interkommunal eine standortkonzeptionelle Planung ausarbeiten und beschließen, um unter Einbeziehung standörtlicher Alternativen die jeweiligen Entscheidungen vorzubereiten. Dies wird ausdrücklich in Voraussicht auf kommende Entwicklungen nahegelegt, um einer Loslösung der Investitionsentscheidungen vom EEG zu begegnen. Erfahrungen, insbesondere aus Bayern und auch aus Schleswig-Holstein, haben gezeigt, dass v.a. die Ackerflächen (zur Zeit der EEG-Vergütung dieses Standorttyps) begehrte Anlagenstandorte sind und hier eine besondere Relevanz zur Steuerung besteht [BayStMI 2009].

Es wird empfohlen, die bisherige „Grobsteuerung" des EEG, die in den Flächenkriterien des § 32 EEG vorgegeben sind, im Rahmen von regionalplanerischen Standortplanungen und vor allem kommunalen Entwicklungskonzepten aufzunehmen und vor dem Hintergrund der jeweiligen Gegebenheiten weiterzuentwickeln und zu präzisieren. Dies ist bisher in der Regional- und Flächennutzungsplanung bei der Ermittlung von Positiv- und Negativflächen geübte Praxis und findet sich auch in den Regionalplänen von Hessen wieder. An dieser Praxis ist auch bei Fortschreibung der Regionalpläne festzuhalten.

Die Regionalplanung sollte **Positivflächen** für die Erzeugung von Solarstrom darüberhinaus auch raumbezogen ermitteln und im Plan konkret verorten. Erfahrungsgemäß erzeugt jede Art von Flächenkennzeichnung, die als raumordnerisches Abstimmungsergebnis gekennzeichnet ist und entsprechend kommuniziert wird, einen positiv steuernden Effekt. Es wird empfohlen, auf die Ausweisung von abschließend abgewogenen Vorranggebieten zu verzichten und in angemessenem Umfang Flächen für die PV-Ansiedlung in Form von Vorbehaltsgebieten festzulegen. Auf diese Weise wird der Solarstromerzeugung aus regionaler Sicht zwar eine Nutzungspräferenz zugewiesen, dennoch verbleibt ein ausreichender Gestaltungs- und Abwägungsspielraum für die kommunale Bauleitplanung.

Raumbedeutsame PV-Freiflächenanlagen sollen nach Auffassung der Gutachter nicht vorgesehen werden auf **Ausschlussflächen** des technischen Potenzials.

[90] Die in der Regionalplanung bisher angewendete Spanne der Raumbedeutsamkeit reicht von 2 bis 10 ha.

Diese sind:

- Vorranggebiete Siedlung,
- Vorranggebiete für Industrie und Gewerbe,
- Abstandsflächen zu Autobahnen von 40 m und zu Bundesstraßen von 20 m,
- Abstandflächen zu Bahnstrecken bis 6 m,
- Nationalpark, Naturschutzgebiete, Kernzonen eines Biosphärenreservats,
- Vorrang- und Vorbehaltsgebiete Wald bis zu einem Abstand von 200 m (Schattenwirkung).

Im Rahmen des Gutachtens zu den REnK wurde, vergleichbar dem Vorgehen für die Suchräume Windenergie, eine Suchraumkulisse für PV-Freiflächenanlagen erarbeitet. Die Suchraumkulisse wird der Regionalplanung digital zur Verfügung gestellt. Kartographisch dargestellt wird in nachfolgender Abbildung das technische Potenzial für Freiflächen-Photovoltaik.

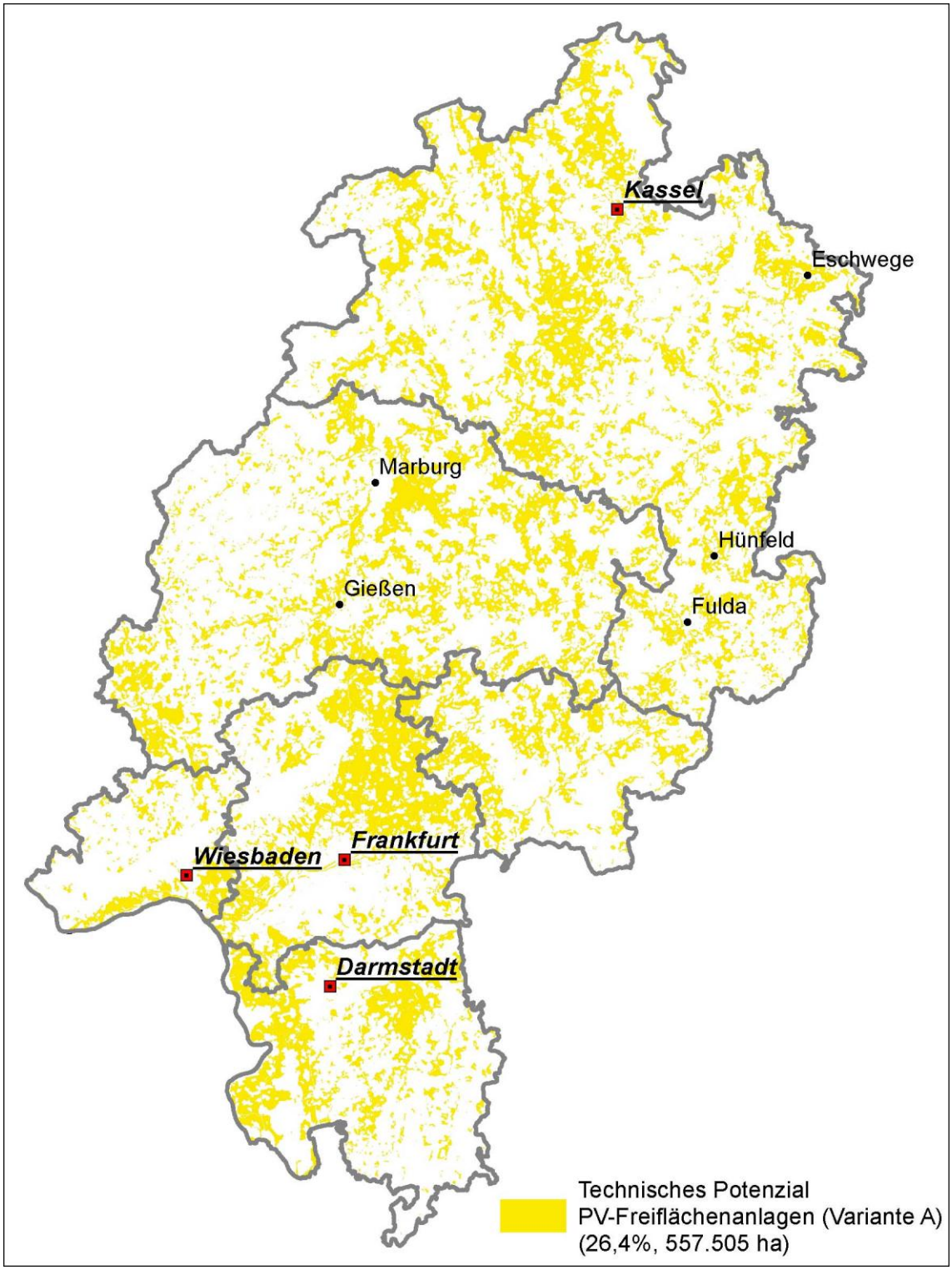


Abbildung 6-4: Technisches Potenzial für die Freiflächen-Photovoltaik – hier Variante A unter Einschluss aller landwirtschaftlichen Flächen

Konfliktkriterien

Auch für die Solarenergienutzung wird ein System von Konflikt- und Gunstkriterien angewendet, um aus den Flächen des technischen Potenzials relativ konfliktarme Nutzungsmöglichkeiten zu generieren.

In die Suche nach raumplanerisch geeigneten Flächen sollen demnach folgende Konfliktkriterien zunächst nicht einbezogen werden:

- Vorranggebiete für den Abbau oberflächennaher Rohstoffe,
- Wasserschutzgebiet Zone I,
- Gesetzliches Überschwemmungsgebiet,
- FFH-Gebiet und EU-Vogelschutzgebiet,
- Landschaftsschutzgebiet,
- Pflegezone Biosphärenreservat,
- Böden mit hohem/ sehr hohem Ertragspotenzial.

PV-Freiflächenanlagen sollten i.d.R. nicht auf landwirtschaftlichen Nutzflächen errichtet werden. Unter besonderen Bedingungen kann aber ein Abweichen akzeptiert werden oder sinnvoll sein:

- Anlagenstandorte an Autobahnen und Schienenwegen entsprechen dem Prinzip der vorrangigen und gebündelten Nutzung von vorbelasteten Standorten, auch wenn dabei landwirtschaftliche Nutzflächen als Anlagenstandort in Anspruch genommen werden.
- Intensiv genutzte Agrarlandschaften können im Einzelfall ökologische Vorteile davon haben, dass mit der Anlagenrealisierung eine Umwidmung des Anlagenbereichs in extensiv bewirtschaftetes Grünland erfolgt. Damit kann ein Vorhaben auch naturschutzfachlich befürwortet werden [NABU 2012].

Für den **Arten- und Biotopschutz** können Offenlandschaften inkl. Ackerflächen aufgrund besonderer ökologischer Funktionen unter bestimmten Umständen einen hohen naturschutzfachlichen Wert erreichen. PV-Anlagenstandorte in nachfolgend charakterisierten Räumen sollten vermieden werden, da besondere artenschutzrechtliche Zulassungsrisiken bestehen [ARGE PV-Monitoring 2007]:

- Gebiete mit Bedeutung als Rast- und Nahrungsfläche für Zugvögel (v.a. Gänse und Enten, Kraniche und Limikolen),
- Gebiete mit Bedeutung als (traditionelles) Fortpflanzungsgebiet für stark bedrohte Arten (z.B. Großtrappe, Wiesenweihe, Feldhamster),
- Gebiete mit standörtlichen Besonderheiten wie z. B. Extensiväcker oder Äcker mit einer hohen Dichte eingestreuter Inselbiotope,

- Gebiete mit Bedeutung als wichtiger Teillebensraum oder wichtige Verbundachse für besonders schutzwürdige Arten aus angrenzenden Gebieten (z.B. Jagdgebiet Rotmilan, Verbindungskorridor zwischen Gewässern z.B. für Biber, Fischotter),
- Gebiete mit Pufferfunktion zu Kernlebensräumen hochsensibler Arten (z.B. Großvogelbrutplätze).

Der Bau von Solarparks in naturschutzrechtlichen Schutzgebieten und FFH-Gebieten soll vermieden werden, da die Verträglichkeit mit den Schutz- und Erhaltungszielen in der Regel nicht gegeben ist. Ausnahmen hiervon sind nur in Naturparken sowie im Einzelfall in Landschaftsschutzgebieten denkbar. In großflächigen EU-Vogelschutzgebieten ist die Entscheidung von einer Verträglichkeitsprüfung abhängig.

Zur Berücksichtigung von Belangen der landschaftsbezogenen Erholung sollten Sichtbereiche von Aussichtspunkten, Hauptaufenthaltsorte von Urlaubern oder Hauptwanderwege von einer technogenen Überformung durch PV-Freiflächenanlagen freigehalten werden. Anlagenplanungen auf exponierten Hängen und Höhenlagen sollten aufgrund der Fernwirkung vermieden werden.

Gunstkriterien

Freiflächenanlagen sollen zur Vermeidung von Landschaftsverbrauch und Zerschneidung bevorzugt im räumlichen Kontext zu Siedlungsstrukturen, insbesondere Industrie und Gewerbe, errichtet werden. Laut EEG-Vergütungsbestimmung zulässige Anlagen in kommunal ausgewiesenen Gewerbegebieten sollen ggf. mit geeigneten Standorten im benachbarten Außenbereich arrondiert werden.

Bei der Standortsuche und Ermittlung der Suchräume für Solare Strahlungsenergie werden folgende Gunstkriterien angewendet:

- Abstandsflächen bis 500 m zu Industrie- und Gewerbeflächen,
- Abstandsflächen an Bundesfernstraßen zwischen 40 und 500 m bzw. Bundesstraßen zwischen 20 und 500 m,
- Abstandsflächen zu Bahnlinien zwischen 6 und 500 m.

Das Vorhandensein geeigneter Konversionsflächen (ehem. Deponien, Bodenabbaugebiete, militärisch genutzte Flächen, z.B. Konversionsanlage in Waldsolms) ist mangels auswertbarer landesweit verfügbarer GIS-Daten im Rahmen der Suchraumermittlung nicht prüfbar und auch nicht kartographisch darstellbar, eine quantitative Abschätzung geeigneter Flächen kann nicht vorgenommen werden.

Im Bereich städtischer Siedlungen, insbesondere im Ballungsraum Frankfurt, soll-

te der Vorrang der PV-Nutzung an Gebäuden und Bauwerken sowie an Lärmschutzeinrichtungen konsequent betont werden (s. Bsp. Region Stuttgart). Freiflächen stehen im urbanen Raum ohnehin unter vielfältigem Nutzungsdruck, so dass die Freiflächen-PV in diesem städtebaulichen Kontext für die Erzeugung von erneuerbarem Strom von nachrangiger Bedeutung sein sollte.

Aus naturschutzfachlicher Sicht sollen vorrangig Flächen geringerer Bedeutung bevorzugt werden, z.B. Flächen mit hohem Versiegelungsgrad oder hoher Bodenverdichtung. Auch intensiv genutzte Ackerflächen gehören dazu [NABU 2012].

Raumbedeutsame Solarparks sollen den jeweiligen Verhältnissen angepasst landschaftsplanerisch gestaltet werden. In sensiblen Kulturlandschaften sind dabei durch entsprechende gestalterische Maßnahmen, z.B. die Anlage von gliedernden und Sichtschutz gewährenden Feldhecken, die bestehenden Qualitäten zu sichern und zu bewahren. Im Bereich gestörter oder anthropogen stark veränderter Landschaften sollten kreative planerische Ansätze eingesetzt werden, um im Sinne einer landschaftlichen Neugestaltung zu einer neuen Landschaftsqualität beizutragen.

Biomasse

Die für die Regionalplanung relevanten Trends sind

- der insbesondere durch eine entsprechende Marktanreizpolitik forcierte intensive Zubau an Anlagen zur energetischen Verwertung von Biomasse,
- die Zunahme eines landwirtschaftlichen Produktionswandels hin zu Energiepflanzen und Nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo) und
- die Prozesse, die zur regionalen Überforderung durch Anlagenbau und landwirtschaftlichen Intensivkulturen führen können.

Derartige Entwicklungen, insbesondere der Zubau von Energiemais, sind in Hessen allerdings kein flächendeckendes und im Vergleich zu anderen Bundesländern wie Niedersachsen und Bayern eher weniger gravierendes Problem.

Nach aktuellen Angaben des hessischen Umweltministeriums liegt der Anbau von Energiepflanzen in Hessen mit rund 60.000 ha oder 12,3 Prozent der Ackerfläche unter dem Bundesdurchschnitt von rd. 15 Prozent. Auf 10.400 ha bzw. 2,1 Prozent des Ackerlandes oder 1,3 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche werden Energiepflanzen für Biogasanlagen angebaut. Die Zahlen zeigen nach

Auffassung des HMUELV, dass in Hessen keine merklichen Flächenkonkurrenzen bestehen. Entsprechend seien auch keine zusätzlichen raumordnerischen und -planerischen Vorgaben erforderlich[91].

Raumbedeutsamkeit

Bauplanungsrechtlich nicht privilegierte Anlagen zur Erzeugung von Energie sollten oberhalb der in § 35 Abs. 1 Nr. 6 Bst. d) BauGB eingeführten Schwellen grundsätzlich als **raumbedeutsam** eingestuft werden. Sie haben sowohl anlagebedingt als auch im Hinblick auf potenzielle Landnutzungsänderungen und ihre Erschließungsanforderungen überörtliche Auswirkungen bzw. Auswirkungen, die über den unmittelbaren Nahbereich hinausgehen[92].

Soweit es die **Art und Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung** betrifft, hat die Regionalplanung jedoch nach übereinstimmender Meinung **keine rechtlichen Möglichkeiten und Kompetenzen**, direkt Einfluss zu nehmen [Einig 2011]. Das UFZ in Leipzig stellt fest, dass „gegenwärtig keine Methode der Steuerung der Bioenergie oder der Landnutzung bereitsteht, die gleichzeitig als leistungsfähig, trennscharf und praktikabel zu bezeichnen wäre und die auf breite wissenschaftliche und politische Akzeptanz stieße." In der Konsequenz regen die Autoren an, den „Treiberdruck" auf die Bioenergienutzung ggf. auch durch die Reduzierung von Bioenergiezielen bzw. -quoten zu lockern [Gawel, Ludwig 2011].

Die Regionalplanung sollte daher verstärkt einschlägige Prozesse der Regionalentwicklung, die insbesondere über die Agrarförderung gesteuert werden, begleiten und die relevanten überörtlichen und regionalen Handlungserfordernisse in die regionale Debatte einbringen. In Hessen und insbesondere in Nordhessen existieren diesbezüglich viele Aktivitäten auf Landkreis- und kommunaler Ebene. Erkenntnisse aus den im Bundesprogramm geförderten Bioenergieregionen „Mittelhessen" (Landkreis Gießen und Vogelsbergkreis) und „Hersfeld-Rotenburg / Schwalm-Eder" wären auf ihre regionalplanerische Relevanz hin zu überprüfen[93]. Ebenso sind koordinierte regionale Aktivitäten im Landkreis Marburg-Biedenkopf und beim ehemaligen Bioenergieregion-Bewerber „Marburg-Lahn-Dill-Eder" zu erwarten.

---

[91] So die Referatsleiterin Energetische Biomassenutzung im HMUELV, Frau Hofmann, am 13.02.2011 auf dem Symposium „Erneuerbare Energien und die Sicherung der Landschaftsqualität" der Hochschule RheinMain in Wiesbaden.

[92] Als Ergebnis eines einschlägigen BMU-Forschungsvorhabens findet sich eine umfängliche Sammlung aller entscheidungsrelevanten Konflikte mit Biogasanlagen unter: http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de

[93] www.bioenergie-region-mittelhessen.de/; http://www.naturkraft-region.de/; s. weitere Experten unter http://www.bioenergie-portal.info/hessen/ansprechpartner/

Definition von regionalen Zielen

Ambitionierte Ziele für die Bioenergie bestimmen maßgeblich die Anbauentscheidungen der Landwirte und damit auch das Ausmaß, in dem im jeweiligen Einzelfall ein Übergang zum „Energiewirt" oder eine maßvolle Integration in die Fruchtfolgen vorgenommen wird. Soweit eine Regionalplanung hier überhaupt Einfluss nehmen kann, liegt dieser vor allem auf der informellen Ebene:

- Darstellung von Zielen, die die regionale Leistungsfähigkeit unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten nicht überfordern,
- informelle Hinweise zur Lenkung intensiver Anbauformen der Landwirtschaft und zum Ausschluss oder zur Qualifizierung der Anbaumethoden in sensiblen Landschaftsteilen und
- Einflussnahme auf Anzahl und Verortung der Anlagenstandorte.

In diesem Kontext wird empfohlen, **regionale Zielgrößen** zur Orientierung für die Bioenergieerzeugung zu formulieren, und zwar einerseits, um den regionalen Beitrag zum Erreichen der landes- und bundesweiten Energieziele zu befördern, andererseits aber auch, um die Tragfähigkeit der betroffenen Kulturlandschaften nicht zu überfordern. Dies betrifft folgende Aspekte:

- Entsprechend den Annahmen in der Biomassepotenzialstudie [BMPS 2009] und zum technischen Potenzial sollen landesweit 20% bis maximal 30% der verfügbaren Acker- und Grünlandflächen für den gezielten Anbau von Energiepflanzen bzw. NawaRo genutzt werden. Für den Fall von überdurchschnittlich hohem Viehbestand werden Abschläge erforderlich.
- Zum Zweck des Energiepflanzenanbaus soll insbesondere kein Dauergrünland in Ackerflächen umgewandelt werden.
- Ausbau der Voraussetzungen für eine nachhaltige Nutzung der flächenneutralen Erzeugungsformen der Bioenergie. Als Erzeugungsform mit großem Zuwachspotenzial im Bereich Biomasse gilt die systematische Verwertung biogener Rest- und Abfallstoffe, deren Verwertung absolut und prozentual (bisher rd. 42% lt. [BMPS 2009] in Hessen) gesteigert werden sollte.
- Regionale Abschätzungen des Angebots- und Nachfragepotenzials von Biomasse sollten realistische Mengenangaben enthalten. Auf ihrer Basis sollen Mengenziele für Regionalpläne abgeleitet werden [Einig 2011].

Um die Ziele in Hessen zu regionalisieren und auf eventuelle Problembereiche hin auszurichten, müssen intensivere Auswertungen der Daten der Biomassepotenzialstudie erfolgen, als sie im Rahmen des Gutachtens möglich waren. Die verfüg-

baren bundes- und landesweiten Statistiken vermitteln für Hessen allerdings, dass es keine räumlichen Überlastungserscheinungen gibt, die einen aktuell dringlichen Handlungsbedarf erzeugen.

Daher sind die nachstehenden Überlegungen zu möglichen Flächenausweisungen insbesondere unter Vorsorgegesichtspunkten zu verstehen.

Konzept zur Steuerung raumbedeutsamer Bioenergieanlagen

Aus der Erkenntnis heraus, dass Bioenergieanlagen regionale Treiber für den Landnutzungswandel hin zum Anbau der Energiepflanzen sein können, hat die Regionalplanung die Aufgabe, schutzwürdige Belange dauerhaft und vorsorgend zu sichern und konfligierende Belange untereinander abzustimmen. Bezogen auf die Lenkung von raumbedeutsamen energetischen Biomasseverwertungsanlagen steht der Ansatz im Vordergrund, die Standorte so zu beeinflussen, dass sie sowohl die energetischen Vorteile- z.B. verbrauchernah und wärmeabsatzfähig – als auch die raumbezogenen – außerhalb und in ausreichendem Abstand zu Konflikträumen – verbinden.

Ausschluss- bzw. Negativflächen und -standorte

Ein regionales **Biomasseanlagen-Standortkonzept** sollte den Ausschluss in Gebieten anstreben, in denen der Biomasseanbau eine störende bis unverträgliche Raumwirkung entfaltet.

Die Raumkulissen der Schutzgebiete des Naturschutzrechts und des Wasserrechts sind jeweils für den intensiven Biomasseanbau auszuschließen. Insbesondere großflächige Schutzgebiete wie Landschaftsschutzgebiete und Biosphärenreservate aber auch die Natura-2000-Schutzgebiete (EU-Vogelschutzgebiete und FFH-Gebiete) sind relevant [Ammermann, Mengel 2011]. Da die jeweiligen Schutzverordnungen aber noch keine spezifischen, auf die jeweiligen Schutzziele ausgerichteten Beschränkungen enthalten, bietet es sich für die entsprechend in Vorranggebiete für Natur und Landschaft eingebetteten Gebiete an, in den regionalplanerischen Zielformulierungen vorbereitend tätig zu werden. Formulierungen zum Ausschluss intensiver, den jeweiligen räumlichen Zielen zuwiderlaufender Formen des intensiven Biomasseanbaus sollten ergänzt werden.

Als wichtige Gebietskriterien zum Ausschluss des gezielten Biomasseanbaus sind somit insbesondere zu berücksichtigen:

- Gebiete mit Bedeutung für den Naturschutz (Natura 2000-Gebiete, insbesondere gewässerbezogene FFH-Gebiete, Vorrangflächen für den Naturschutz, Biotopverbundflächen)
- Gebiete mit Bedeutung für den Grundwasserschutz (WSG, Vorbehaltsgebiete

für den vorbeugenden Grundwasserschutz) bzw. mit verschmutzungsempfindlichen Deckschichten, Gewässerrandstreifen
- Gebiete mit besonderer Bedeutung des Landschaftsbildes und der Erholungsfunktion (z.B. Naturparks, Erholungsschwerpunkte).

Der intensive Biomasseanbau kann aufgrund potenzieller Landnutzungsveränderungen insbesondere in schützenswerten Kulturlandschaften nachteilige Auswirkungen haben.

Ausreichende Mindestabstände sind zu Naturschutzgebieten, Vogelschutzgebieten und zu FFH-Gebieten einzuhalten, insbesondere bei solchen, deren Schutz- und Erhaltungsziele auf nährstoffarme, in der Regel gegenüber Stickstoffeinträgen empfindliche Lebensräume hinweisen. Eine normierte Mindestabstandsgröße konnte während der Recherchen nicht ermittelt werden.

Aus der regionalen Sicht heraus sollte eine vorsorgliche und vorbereitende Sicherung von Landschaftsräumen erwogen werden, die gegenüber den spezifischen Auswirkungen des Biomasseanbaus, aber auch anderen Formen der Energiegewinnung besonders empfindlich und gleichzeitig schutzwürdig sind. Dies gilt besonders für Gebiete, die bis dahin keinem fachrechtlichen Gebietsschutz unterliegen. Dies sind beispielsweise besonders strukturreiche Kulturlandschaften, enge Mittelgebirgstäler oder markante Kuppen- und Hanglagen. [Mengel et al. 2010] schlagen dazu die Unterkategorie „Vorranggebiet Natur und Landschaft – Schwerpunkt ‚Kulturlandschaftsschutz'" vor, um dort dann weitergehende differenziertere Regelungen für angepasste Anbauformen fortzuentwickeln.

Positivflächen bzw. -standorte

Nachfolgend werden Möglichkeiten und Hinweise für die Ausweisung von Positivflächen angesprochen.

Die Ausweisung von Gebieten oder Vorrangstandorten für die Ansiedlung von Anlagen zur Erzeugung von Energie aus Biomasse sollten **in der Gebietskulisse von Vorrang- und Vorbehaltsflächen für die Landwirtschaft** verortet werden [BMVBS 2010; Einig 2011] und ggf. auch differenziert werden hinsichtlich der Schwerpunktsetzung gegenüber dem Lebens- und Futtermittelanbau.

Für die Einzelfallbeurteilung relevante fachliche **Vorteils- bzw. Gunstkriterien** sind, dass ausreichend Produktionsflächen vorhanden sind, eine günstige Verkehrserschließung besteht, keine naturschutzfachlich sensiblen Landschaften durch Nutzungsänderungen nachteilig beeinflusst werden können und dass eine Wärmeabnehmerstruktur vorhanden ist, sofern nicht Methangas für die direkte Netzeinspeisung erzeugt werden soll.

Zur Vermeidung möglicher negativer Auswirkungen sind große Bioenergieanlagen in **Gewerbe- oder Industriegebieten** vorzusehen. Mögliche Geruchs- oder Lärmemissionen sind in solchen Gebieten unproblematischer, dort ansässige Gewerbebetriebe dienen als Abnehmer für Wärme und Strom, die notwendige Infrastruktur ist vorhanden und die Eingriffe in Natur und Landschaft werden sich in einem geringeren Rahmen halten.

Ein **Mindestabstand zur Wohnbebauung** ist abhängig von der Größe der Anlage und aus immissionsschutzrechtlichen Gründen einzelfallabhängig zu entscheiden; vorsorgeorientiert wird bei heute üblichen geschlossenen Anlagen unter Bezugnahme auf die TA Luft ein Abstand von 300 m angenommen. In Rechtsstreitigkeiten werden aber auch weit niedrigere Abstände als rechtens bestätigt. Im Hinblick auf Stickstoffeinträge in nährstoffarme Lebensräume können problematische Ammoniakemissionen, wie sie in der Landwirtschaft durch Umwandlungsprozesse freigesetzt werden, in der Regel durch geeignete Abdeckmaßnahmen insbesondere der Gärrestelager vermieden werden [LfU 2011].

Raumbedeutsame Biogasanlagen können angrenzend an geschützte Landschaftsräume verortet werden. Eine diesbezügliche **Abstandsempfehlung des Naturschutzes** existiert bisher nicht; neuere Erkenntnisse aus der Critical Load-Forschung werden erwartet [Bosch & Partner 2011]. Empfehlungen im Falle von deutlich stärker emissionsintensiven Stallanlagen gehen dahin, im Verdachtsfall einen Untersuchungsraum im 1 km-Umkreis festzulegen. Der Mindestabstand zu den oben aufgeführten empfindlichen Gebieten sollte daher 500 m betragen.

Vorranggebiet Energielandschaft

Energetische Doppelnutzungen sollen gezielt gefördert werden. Eine gleichzeitige Ausweisung von Gebieten für den Biomasseanbau und andere Ausweisungen für die EE-Nutzungen wie „Vorranggebiete für Windenergienutzung“ könnte dieses Ziel akzentuieren. Die Idee eines „**Vorranggebietes Energielandschaft**“ sollte über informelle Konzepte weiterentwickelt werden. Beispiele dazu werden im Regionalplan Südhessen als Planungshinweise benannt und gezielt als Projektidee unterstützt. Es geht dabei zum einen um positive Formen der Verknüpfung der verschiedenen Energieerzeugungs- und speicherungsformen, auch in Verbindung mit Projekten zur Technologieentwicklung.

Mit einem Vorranggebiet Energielandschaft können Vorbildräume für die nachhaltige Nutzung der Erneuerbaren Energien ggf. auch mit Blick auf die Steuerung von Fördermitteln hervorgehoben werden. Es können Synergien mit entsprechenden Programmen der Agrarförderung genutzt werden.

Im Hinblick auf die Nachhaltigkeit wäre aber auch der Schutzgebietstyp Biosphä-

renreservat besonders hervorzuheben. Für das **Biosphärenreservat Rhön** wird postuliert, die dezentralen und umweltverträglichen regionalen Potenziale bestmöglich weiter zu erschließen und zu nutzen. Die Energieeffizienz soll erhöht werden. Im Bereich der Energiebereitstellung stehen neben der Photovoltaik im Siedlungsbereich Energieholz und Biogas im Vordergrund. Im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung können die Anforderungen des Natur- und Umweltschutzes akzentuiert berücksichtigt werden, z.B. durch Präzisierungen bzgl. des zu erhaltenden Mindestanteils an Alt- und Totholz in Wirtschaftswäldern. Demgegenüber gibt es in der Rhön wegen der eingeschränkten ackerbaulichen Nutzbarkeit kaum mehr ungenutzte Möglichkeiten für die Anbaubiomasse [UNESCO Biosphärenreservat Rhön 2008].

Gebiete für Kurzumtriebsplantagen (KUP)

Die landwirtschaftliche Anbauform der Kurzumtriebsplantagen (KUP) ist ein geeigneter Sonderfall für den planerischen Steuerungsgegenstand. Eine planerisch-ordnende Steuerung unter Einbeziehung aller Belange des Raumes ist sinnvoll [BUND 2010]. Ab einer zusammenhängenden Fläche von 50 ha können „Gebiete mit besonderer Eignung für die Anlage von KUP“ benannt und im Regionalplan gekennzeichnet werden [BMVBS 2010]. Die erfolgreiche Umsetzung des regionalplanerischen Ziel ist allerdings auf die Kooperation mit der Landwirtschaft angewiesen [Einig 2011].

Ziele, die mit dem KUP-Anbau über die Erzeugung von Biomasse verfolgt werden können, sind die Verbesserung des Grundwasserschutzes, die Verbesserung der Abflussregulation sowie die Verbesserung des Erosionsschutzes [hierzu: Bosch 2010]. Das raumordnerische Ziel der Verbesserung der Landschaftsstruktur und Bereicherung des Landschaftsbildes von Agrarlandschaften durch Anreicherung mit Hecken und Flurgehölzen sollte um KUP ergänzt werden [Jedicke 1998]. Derartige positive Synergien sollten unter Einbeziehung der Landschaftsrahmenplanung genutzt werden [BMVBS 2010].

Weitergehende textliche Ziel- und Grundsatzformulierungen

Zur grundsätzlichen Positionsbestimmung sind Ausführungen zur Beförderung der Bioenergie in Regionalplänen zwingend. Gleichwohl erzeugen sie i.d.R. eine nur geringe Steuerungswirkung. Ohne wesentliche Steuerungsfunktion sind insbesondere Aussagen allgemeiner Art, z.B. Biogas- und Biomasseanlagen zu fördern und auszubauen, soweit sie in einem räumlich-funktionalen Zusammenhang mit einem land- oder forstwirtschaftlichen Betrieb stehen, andere öffentliche Belange wie z.B. Freiraumschutz nicht entgegenstehen etc.

In Anlehnung an Vorgehensweisen in einigen Regionalplänen anderer Bundeslän-

der sollten die im Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten erkannten Unterschiede in den Landkreisen zu entsprechenden Zielformulierungen weiterentwickelt werden. Unter weitergehender gezielter Auswertung der Datenlage aus der Biomassepotenzialstudie [BMPS 2008] und der Agrarstatistik sowie in Abstimmung mit der Agrarstrukturplanung sind Hinweise zielführend,

- in welchem Umfang die Energieziele in den einzelnen Regionen, insbesondere den Landkreisen und Städten, bereits erreicht werden,
- in welchen Landkreisen die vorhandenen Potenziale auch unter Nachhaltigkeitsgesichtspunkten aufgrund eines hohen Flächenangebots noch Steigerungen der Nutzung zulassen bzw. bereits aufgrund eines hohen Ausnutzungsgrades nur noch gering sind,
- in welchen Teilregionen insbesondere aufgrund der hohen Waldanteile noch Ausbaupotenziale bei den flächenneutralen Ressourcen (u.a. Waldschwachholz) bestehen,
- in welchen Regionen aufgrund der Beteiligung an Förderprogrammen und aufgrund von sonstigen Initiativen die Aktivitäten für eine nachhaltige Bioenergienutzung modellhafte Strukturen entwickelt wurden.

Weitergehende Handlungsmöglichkeiten

Informelle Konzepte sollen die Aufgabe übernehmen, eine Leitbilddiskussion zu initiieren, regionale Stärken und Schwächen herauszuarbeiten, Schwerpunkträume zu identifizieren und Synergiebereiche zwischen verschiedenen Energieträgern offen zu legen. Die Kooperationsbereitschaft der Kommunen und Landnutzer hängt aber sehr davon ab, welche konkreten Anreize für die Mitarbeit vorhanden sind. Die potenzielle Steuerungswirkung darf daher in diesen Bereichen nicht überschätzt werden. [Mengel et al. 2010] gehen aber davon aus, dass mit informellen Konzepten und Kooperationsforen die lokalen Akteure, namentlich der Landnutzer, besser erreichbar sind.

Im Gutachten zum EEG-Erfahrungsbericht wird festgestellt, dass der mit dem Ausbau der Bioenergie und der zusätzlichen Rohstoffnachfrage verbundene steigende Druck auf die landwirtschaftlichen Produktionsflächen regional extrem divers ausgeprägt ist. Abhängigkeiten ergeben sich aus Landschaftsstrukturen (Flächengrößen und Strukturelemente), Entnahmeraten für Reststoffe, Nährstoffsalden, Viehdichten, relativen Präferenzen der Energiepflanzenproduktion, Strategien für die Grünlandnutzung, Natur- und Landschaftsschutz, dem strategischen Umgang mit frei werdendem Grünland etc. Die Berücksichtigung der sich daraus ergebenden Risiken für die Umwelt erfordert eine lokalspezifisch angepasste Biomassebereitstellung.

6.3.4 Regionsspezifische Handlungsempfehlungen

In einigen Landschaften Hessens bestehen im Zusammenhang mit dem Ausbau von EE z.T. erhebliche Flächenkonkurrenzen und Nutzungskonflikte. Davon sind insbesondere die Wohn-, Freizeit- und Erholungsnutzung, die Landwirtschaft und der Naturschutz betroffen. Aus Maßstabsgründen können hierzu im Rahmen der Gutachten zu den REnK nicht durchgängig hinreichend detaillierte Lösungsvorschläge angeboten werden. Es wird deshalb angeregt, für besonders sensible Landschaftskonstellationen in eigenständigen Studien die Verträglichkeit von EE-Nutzungen mit den bestehenden Nutzungs- und Schutzansprüchen zu bewerten und detaillierte Standortkonzepte für EE im Maßstab 1:50.000 oder größer zu bearbeiten. Ein solcher „EE-Masterplan" kann und soll die Aussagen der Gutachten zum REnK präzisieren und konkret landschaftsverträgliche Nutzungs- und Ansiedlungsformen für die flächenrelevanten EE entwickeln. Dieses Erfordernis wird gesehen zumindest für folgende Räume (mit Nennung der Konfliktschwerpunkte):

- Vogelsberg (EU-Vogelschutzgebiet, Freizeit- und Erholungsnutzung, Landwirtschaft)
- Rhön (Charakteristischer, landschaftlich exponierter Mittelgebirgsraum, Biosphärenreservat, Freizeit- und Erholungsnutzung/ Tourismus)
- Reinhardswald (Wald-/ Landschaftsschutz, Freizeit- und Erholungsnutzung)

In den folgenden Tabellen werden energiespezifische Handlungsempfehlungen für die Regierungsbezirke und den Regionalverband FrankfurtRheinMain gegeben.

Nordhessen
Bereits Bestandteil des Regionalplans sind allgemeine Grundsätze, z.B. bzgl. der Unterstützung der Kommunen bei der Aufstellung lokaler Klimaschutz- und Energiekonzepte und energieeffizienzsteigernder Vorkehrungen in der städtebaulichen Planung. Die politischen Voraussetzungen in den Kommunen spielen neben der Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber dem verstärkten Ausbau der Erneuerbaren Energien eine entscheidende Rolle, da die Umsetzung von EE-Vorhaben maßgeblich von der Bereitschaft der Kommunen abhängig ist. Die besten Voraussetzungen für den Ausbau der Erneuerbaren Energien werden daher in den Kommunen gesehen, die bereits den Willen zur Umsetzung von Energiezielen gezeigt haben, Anstrengungen auf dem Gebiet der Erneuerbaren Energien vorzeigen können oder kommunale Nachhaltigkeitskonzepte entwickelt haben und damit eine energiewirtschaftliche und -politische Vorreiterstellung einnehmen.

In Nordhessen ist an erster Stelle der Landkreis Kassel zu nennen, in dessen Gemeinden Niestetal, Trendelburg und Wolfhagen bereits kommunale Konzepte mit weitreichenden Zielen (100% EE mit jeweils spezifischem Energie-Mix) vorliegen und umgesetzt werden. Gelingt die Etablierung dieser Ziele auch in anderen Gemeinden des Kreises, so könnte der LK Kassel seine landesweite Vorreiterrolle nachhaltig ausbauen und gleichzeitig eine großflächige „Energielandschaft der Zukunft" gestalten. Es wird eine querschnittsorientierte wissenschaftliche Begleitung empfohlen.

Ein weiterer regionaler Schwerpunkt „Energielandschaft" wird im Waldecker Land (LK Waldeck-Frankenberg) an der Grenze zu NRW gesehen, hier stellt insbesondere der hohe aktuelle Bestand von WEA als Vorbelastung einen Ansatzpunkt zu weiterem Ausbau, ggf. auch in Kombination mit PV-FFA und Biomasse-Anbau dar.

Windenergie

Mit dem Urteil des VGH Kassel vom 17.3.2011 stellte das Gericht die „Unwirksamkeit der gesamten Konzentrationsplanung von Windenergieanlagen" fest. Kritik war nicht das Planungskonzept, das der VGH als schlüssiges Gesamtkonzept bestätigte, sondern die fehlende Dokumentation der Abwägungsentscheidung.

Rückblickend waren im gerichtlich für nichtig erklärten Teil Windenergie des Regionalplans Nordhessen 2009 rd. 2.367 ha „Vorranggebiete für Windenergienutzung" ausgewiesen, davon 1.154 ha „Vorranggebiete Bestand" und 1.213 ha „Vorranggebiete Planung". Insgesamt waren damit knapp 0,29% der Gesamtfläche belegt. Die im Gerichtsverfahren vorgelegten Unterlagen hatten allerdings ergeben, dass in Anwendung des vom Gericht als schlüssig bestätigten Gesamtkonzeptes und dem Abzug der definierten Tabukriterien zunächst deutlich mehr „Restfläche", nämlich rd. 10.700 ha, verblieben waren. Das Gericht rügte mit seiner Entscheidung, dass die letztendliche Abwägungsentscheidung und Reduzierung auf die ausgewiesenen Vorranggebiete nicht ausreichend dokumentiert und damit nicht nachvollziehbar war.

Vor diesem Hintergrund wird empfohlen, von der schlüssig ermittelten Restflächenkulisse in Nordhessen ausgehend und unter Anwendung insbesondere mit den im REnK-Gutachten abgestimmten Gunstkriterien eine neue Vorrangflächenbestimmung vorzunehmen. Dabei sollten die im vorliegenden Gutachten ausgewiesenen Suchräume, die für Nordhessen in der 1. Priorität knapp 63.000 ha und in der 2. Priorität zusätzlich rd. 38.000 ha Fläche ausmachen, in der methodisch beschriebenen Weise hinzugezogen werden, um abschließend eine dem 2 %-Ziel der Landesregierung entsprechende Vorranggebietskulisse auszuweisen.

Es wird weiterhin empfohlen, die landschaftlichen Gegebenheiten und regionalen Ent-

wicklungsziele für charakteristische (Groß-)Landschaften bei der Festlegung von Vorranggebieten ausdrücklich zu berücksichtigen. Dies kann zu erheblichen Einschränkungen für die regionalplanerische Umsetzung der Suchräume in Vorranggebiete für WEA führen.

Für die in der Suchraumkulisse enthaltenen Schwerpunkträume für WEA in Waldgebieten Nordhessens werden folgende Empfehlungen gegeben:

- Reinhardswald (LK Kassel): Die Suchräume der 1. Priorität umfassen (außerhalb der Weserhänge) sehr große Flächen, so dass hier ein Überlastungsschutz erforderlich wird. Es wird empfohlen, die Ausweisung von Windvorrangflächen auf einige gut erschlossene Teilflächen in Nadelholzbeständen zu beschränken. Die Bedeutung des Reinhardswaldes als historisch bedeutsame Kulturlandschaft mit historischen Waldnutzungsformen, Wölbäckern, „Urwald" und dem Wildpark Sababurg sowie als Erholungsgebiet mit herausragender Bedeutung sollte nicht durch WEA eingeschränkt werden (LRP Nordhessen 2000[94]).
- Kaufunger Wald (Werra-Meißner-Kreis): Beschränkung auf Teilflächen erforderlich, länderübergreifende Abstimmung (überwiegender Teil des Kaufunger Waldes zu Niedersachsen gehörig).
- südl. Fulda-Werra-Bergland: Erholungsgebiet mit besonderer Bedeutung (LRP Nordhessen 2000), nicht vorbelastete unbeeinträchtigte Kammlagen sollten freigehalten werden.
- Gieseler Forst (westl. LK Fulda), Erholungsgebiet mit besonderer Bedeutung (LRP Nordhessen 2000).
- Im Waldecker Land sind sowohl auf offenen, als auch auf Wald-Standorten gute Voraussetzungen zur weiteren Ausweisung von WEA-Vorranggebieten gegeben. Unter Berücksichtigung der derzeit bereits hohen Anlagendichte an der Grenze zu NRW werden hier Potenziale zur Entwicklung von „Energielandschaften" gesehen (s.u.). Das Erfordernis eines Überlastungsschutzes tritt in seiner Bedeutung in solcherart bewusst gestalteten Landschaften zurück.
- Die Rhön ist ein herausragender Landschaftsraum und aufgrund ihrer Höhenlage und Exposition mit einer guten Windhöffigkeit ausgestattet. Eine mögliche Windkraftnutzung steht jedoch in direktem Konflikt mit der landschaftlichen Eigenart und Bedeutung der Rhön als „Land der offenen Fernen". Die Rhön ist großflächig EU-Vogelschutzgebiet und reich an Schutzgebieten, FFH-Gebieten und sonstigen

[94] Soweit auf die vorliegenden Landschaftsrahmenpläne von 1998-2000 zurückgegriffen wird, ist dies bezogen auf die dort dargestellten fachlichen Gebietseigenschaften erfolgt, daher auch aktuell noch angemessen.

landschaftlichen Besonderheiten. Entsprechend stark ist auch das Akzeptanzproblem der Windenergie. Energiewirtschaftlich sollte daher im Sinne des Biosphärenreservats der Schwerpunkt auf allen flächenneutralen Erzeugungsformen und der Energieeffizienzsteigerung liegen [UNESCO Biosphärenreservat Rhön 2007].

Für Offenland-Standorte werden in Nordhessen nur wenige kleinere Schwerpunkträume zur Windkraftnutzung empfohlen, u.a. im nördlichen LK Kassel, im Waldecker Land und in Teilen der Landkreise Schwalm-Eder und Hersfeld-Rotenburg.

Im Verlauf der Autobahn A7 durch Nordhessen sollten vorrangig dezentrale Modellvorhaben zur Umsetzung des „Leuchtturmprojekts A7“ vorangetrieben werden. Die theoretisch mögliche Jahresproduktion im hessischen Abschnitt wird nach [SCHEER 2009] angegeben bei 209 Anlagen der 5 MW-Klasse und rd. 1.900 GWh.

Solare Strahlungsenergie

Grundsätzlich sollen die raumordnerischen Handlungsmöglichkeiten nach folgender Prioritätensetzung genutzt werden :

- 1. Präferenz: Vorrang für Gebäude- und Bauwerksintegration.
- 2. Präferenz: Freiflächenstandorte an vorbelasteten Standorten, Konversionsflächen, Deponien bzw. in Bündelung mit technischen Strukturen
- 3. Präferenz: Freiflächenstandorte mit Siedlungsbezug bzw. -anbindung, aber unter Beachtung der Ortsrand- bzw. Landschaftsbildsituation.

Der bereits im Regionalplan 2009 aufgenommene Grundsatz 4 zur Regenerativen Energieerzeugung ist beizubehalten, die solare Strahlungsenergie vorrangig an Gebäuden zu nutzen. Die Nutzung der Solarenergie soll nur in begrenztem Rahmen im Außenbereich stattfinden.

Die bisher vorgenommene Kategorisierung von Ausschlussflächen und Flächen zur Bevorzugung von vorbelasteten Flächen entspricht im Grundsatz den Vorschlägen des REnK-Gutachtens.

Es wird angeregt, raumplanerisch zu bevorzugende und derzeit noch vergütungsfähige Konversionsflächen aus militärischer, wirtschaftlicher, wohnungsbaulicher und verkehrlicher Nutzung und geeignete bauliche Anlagen im Freiraum wie Deponien etc. für die Eignungsprüfung von Solaranlagen zu ermitteln und als Vorbehaltsgebiete, informelle Textkarte o. ä. im Regionalplan zu veröffentlichen.

	Biomasse

Auf weitergehende regionalisierte Empfehlungen für die Regionalplanung wird aufgrund der geringen Steuerungswirkung verzichtet.

Der Vergleich des genutzten Anteils der Bioenergie in 2008 mit dem technischen Potenzial (Variante B) ergibt für Nordhessen einen genutzten Anteil von 56%. Er liegt damit knapp über dem hessischen Durchschnitt von 54%. Beide Werte zeigen, dass Biomasse bereits heute intensiv zur Energiebereitstellung genutzt wird.

Im Hinblick auf die Nutzung der landwirtschaftlichen Biomasse-Potenziale können Steuerungsinitiativen insbesondere für die Landkreise Kassel, Fulda und Schwalm-Eder-Kreis (jeweils regional überdurchschnittlicher Anteil der landwirtschaftlichen Flächennutzung und/oder hohes absolutes Ackerflächenangebot) relevant sein.

Anforderungen für die nachhaltige Nutzung der Wälder und Forsten sind insbesondere in den waldreichen Landkreisen zu beachten, dies betrifft vor allem die Landkreise Waldeck-Frankenberg, Hersfeld-Rotenburg und den Werra-Meißner-Kreis (jeweils regional überdurchschnittlicher Waldanteil).

Mittelhessen

Die politischen Vorrausetzungen in den Kommunen spielen neben der Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber dem verstärkten Ausbau der Erneuerbaren Energien eine entscheidende Rolle, da die Umsetzung von EE-Vorhaben maßgeblich von der Bereitschaft der Kommunen abhängig ist. Die besten Voraussetzungen für den Ausbau der Erneuerbaren Energien werden daher in den Kommunen gesehen, die bereits den Willen zur Umsetzung von Energiezielen gezeigt haben, Anstrengungen auf dem Gebiet der Erneuerbaren Energien vorzeigen können oder kommunale Nachhaltigkeitskonzepte entwickelt haben und damit eine energiewirtschaftliche und -politische Vorreiterstellung einnehmen.

Führend in Mittelhessen ist der Landkreis Vogelsberg, der in 2011 bereits 100% des gesamten eigenen Strombedarfes durch EE abdeckt, wobei die Windenergie den Hauptteil ausmacht. Es ist abzusehen, dass der EE-Ausbau weiterhin vorangetrieben wird und eine Energie-Autarkie auch beim Wärmebedarf erreicht wird (Biomasse, Solarthermie).

Weiterhin besteht im Landkreis Marburg-Biedenkopf das Ziel, bis 2030 den eigenen Strombedarf zu 100% aus Erneuerbaren Energien zu decken. Der Landkreis Limburg Weilburg will bis zu diesem Zeitpunkt zusätzlich auch die Energie für die Bereiche

Wärme und Mobilität zu 100% aus EE speisen. Einen Beitrag soll hierzu u.a. der Bau des Energieparks Weilburg liefern. Hier werden weitere Ansatzpunkte zur Entwicklung von Modellregionen für Energielandschaften gesehen – unter Einbeziehung eines jeweils landschaftsangepassten Energie-Mixes.

Windenergie

Grundlage für naturraumbezogene Empfehlungen bildet zum einen die im Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten identifizierte Suchraumkulisse. Dabei sollten die im vorliegenden Gutachten ausgewiesenen Suchräume, die für Mittelhessen in der 1. Priorität rd. 37.500 ha und in der 2. Priorität zusätzlich knapp 23.000 ha Fläche ausmachen, in der methodisch beschriebenen Weise hinzugezogen werden. Zum anderen sind die landschaftlichen Gegebenheiten und regionalen Entwicklungsziele für charakteristische (Groß-) Landschaften bei der Festlegung von Vorranggebieten zu berücksichtigen. Dies kann zu erheblichen Einschränkungen für die regionalplanerische Umsetzung der Suchräume in Vorranggebiete für WEA führen. Es wird empfohlen, soweit nicht vergleichbare aktuelle, regionsweite Einschätzungen vorliegen, die bereits 1998 formulierten Empfehlungen und Gebietsabgrenzungen des ehemaligen Landschaftsrahmenplans Mittelhessen [1998] nach Prüfung auf Aktualität in den regionalplanerischen Abwägungsprozess einzustellen. Demnach sind folgende Gebietstypen bei der Ausweisung der Vorranggebiete möglichst in geringem Umfang zu nutzen:

- Gebiete des regionalen Biotopverbundes,
- Gebiete zur Erhaltung historischer Kulturlandschaften,
- Gebiete für die Erholung und landschaftsbezogene Freizeitnutzung – „Besonderer Ruheraum“.

Für die in der Suchraumkulisse enthaltenen Schwerpunkträume für WEA in Mittelhessen werden folgende Empfehlungen gegeben:

- Teile der Naturräume „Oberhessische Schwelle“ und „Fulda-Haune-Tafelland“ im nördlichen Vogelsbergkreis: Die Ausweisung von WEA-Vorranggebieten ist sowohl auf Wald- als auch in Offenland-Standorten möglich, bevorzugt sollten vorbelastete Flächen an der Bundesautobahn A 5 ausgewählt werden.
  Für den bereits sehr stark mit WEA bestückten Bereich des Vogelsberges (ca. 175 Anlagen, Stand Juli 2011 nach [DeENet 2011]) wird aus Gründen des Überlastungsschutzes ein allenfalls ergänzender moderater Ausbau im Rahmen der bisher noch nicht genutzten Suchräume empfohlen. Ein Schwerpunkt sollte zukünftig auf dem Repowering liegen. Gerade im Hinblick auf die Konflikte mit dem Natur und Landschaftsschutz im Bereich des Vogelsberges (EU-Vogelschutzgebiet, historische Kulturlandschaft) wäre eine wissenschaftliche Aufarbeitung der Konsequenzen wünschenswert mit dem Ziel, Vorgaben zum Festlegen von Verträglichkeits-

grenzen für zukünftige Energielandschaften zu erarbeiten. Es handelt sich in weiten Teilen um ein Gebiet zur Erhaltung historischer Kulturlandschaften (hier: ausgedehnte Wiesenbereiche mit Hecken; s. LRP Mittelhessen [1998]). Weiterhin sollten Konflikte mit naturschutzrechtlichen Belangen des EU-Vogelschutzgebietes Vogelsberg vermieden werden.

- Naturraum Gladenbacher Bergland/ Breidenbach als Teil des Lahn-Dill-Berglandes: Schwerpunktmäßig sollten in den Waldgebieten „Die Struth“ und „Kalteiche“ vorhandene Flächen mit hohem Anteil naturferner Nadelholzforsten als WEA-Vorranggebiete weiterverfolgt werden. Die dort vorhandenen Gebiete zur Erhaltung historischer Kulturlandschaften (Hauberge; s. LRP Mittelhessen [1998]) sollten ausgenommen werden. Eine länderübergreifende Abstimmung bezüglich der im NW angrenzenden Flächen des Nordrhein-Westfälischen Rothaargebirges wird empfohlen.

- Östlicher Hintertaunus, Teilflächen im südlichen Lahn-Dill-Kreis: Hier wird die höchste Eignung für WEA-Vorranggebiete in Waldflächen mit hohem Nadelholzanteil gesehen. Das Gebiet hat zumindest in Teilen als „besonderer Ruheraum“ für die Erholung und landschaftsbezogene Freizeitnutzung Bedeutung (s. LRP Mittelhessen [1998]). Nicht vorbelastete unbeeinträchtigte Kammlagen sollten freigehalten werden.

Bisher von der Windenergienutzung weitestgehend unerschlossen sind die reliefreicheren Suchräume 1. Priorität um das Marburg-Gießen-Weilburger Lahntal. Diese Gebiete bieten sich als weiterer Schwerpunkt für die Ausweisung von Vorranggebieten an.

Solare Strahlungsenergie

Grundsätzlich sollen die raumordnerischen Handlungsmöglichkeiten nach folgender Prioritätensetzung genutzt werden:

- 1. Präferenz: Vorrang für Gebäude- und Bauwerksintegration.
- 2. Präferenz: Freiflächenstandorte an vorbelasteten Standorten, Konversionsflächen, Deponien bzw. in Bündelung mit technischen Strukturen
- 3. Präferenz: Freiflächenstandorte mit Siedlungsbezug bzw. -anbindung, aber unter Beachtung der Ortsrand- bzw. Landschaftsbildsituation.

Die bereits im Regionalplan 2010 aufgenommenen Grundsätze und Ziele zu 7.3.2 Nutzung solarer Strahlungsenergie sind im Grundsatz beizubehalten. Insbesondere gilt weiterhin die Präferenz, die solare Strahlungsenergie vorrangig an und auf Gebäuden und baulichen Anlagen zu nutzen.

Die bisher vorgenommene Kategorisierung von Ausschlussflächen und Flächen zur Bevorzugung von vorbelasteten Flächen entspricht im Grundsatz den Vorschlägen des REnK-Gutachtens, wäre aber an die hier gewählte methodische Vorgehensweise zu überprüfen.

Im Falle der Negativplanung mit Ausschlusskriterien sollte nach Ansicht der Gutachter überprüft werden, ob innerhalb von Vorranggebieten für Natur und Landschaft nicht doch aufgrund von Verträglichkeitsprüfungen oder schutzgebietsüblichen Ausnahmemöglichkeiten die Errichtung einer Anlage im Einzelfall möglich ist. Dies betrifft insbesondere Naturparks, Landschaftsschutzgebiete und EU-Vogelschutzgebiete, wenn die Anlage mit mehr als 5 ha eine großflächige Ausdehnung aufweist.

Es wird angeregt, raumplanerisch zu bevorzugende und derzeit noch vergütungsfähige Konversionsflächen aus militärischer, wirtschaftlicher, wohnungsbaulicher und verkehrlicher Nutzung und geeignete bauliche Anlagen im Freiraum wie Deponien etc. für die Eignungsprüfung von Solaranlagen zu ermitteln und als Vorbehaltsgebiete, informelle Textkarte o. ä. im Regionalplan zu veröffentlichen.

Biomasse

Der Vergleich des genutzten Anteils der Bioenergie in 2008 mit dem technischen Potenzial (Variante B) ergibt für Mittelhessen einen genutzten Anteil von rd. 40%. Er liegt damit deutlich unter dem hessenweiten Durchschnitt von 54%.

Im Hinblick auf die Nutzung der landwirtschaftlichen Biomasse-Potenziale können steuernde Maßnahmen insbesondere für die Landkreise Vogelsbergkreis, Limburg-Weilburg, Gießen und Marburg-Biedenkopf (jeweils regional überdurchschnittlicher Anteil der landwirtschaftlichen Flächennutzung und/oder hohes absolutes Ackerflächenangebot) relevant sein.

Anforderungen für die nachhaltige Nutzung der Wälder und Forsten sind insbesondere in den waldreichen Landkreisen zu beachten. Dies betrifft vor allem den Lahn-Dill-Kreis mit seiner großen Tradition der Haubergswirtschaft, aber auch den Landkreis Marburg-Biedenkopf (jeweils regional überdurchschnittlicher Waldanteil).

Südhessen

Die politischen Vorrausetzungen in den Kommunen spielen neben der Akzeptanz der Bevölkerung gegenüber dem verstärkten Ausbau der Erneuerbaren Energien eine entscheidende Rolle, da die Umsetzung von EE-Vorhaben maßgeblich von der Bereitschaft der Kommunen abhängig ist. Die besten Voraussetzungen für den Ausbau der Erneuerbaren Energien werden daher in den Kommunen gesehen, die bereits den Willen zur Umsetzung von Energiezielen gezeigt haben, Anstrengungen auf dem Gebiet der Erneuerbaren Energien vorzeigen können oder kommunale Nachhaltigkeitskonzepte entwickelt haben und damit eine energiewirtschaftliche und -politische Vorreiterstellung einnehmen.

Für Südhessen ist hier der Landkreis Odenwald zu nennen. Der Landkreis Odenwald plant als Teilnehmer der Klimaschutz-Initiative des Bundes eine Umstellung auf eine hundertprozentige Energieversorgung mit Erneuerbaren Energien und erarbeitet bis Ende 2012 ein integriertes Klimaschutzkonzept, um die Potenziale für Erneuerbare Energien, Energie-Einsparungen und einen nachhaltigen Ressourcen-Verbrauch zu analysieren.

Windenergie

Grundlage für naturraumbezogene Empfehlungen bildet zum einen die im REnK identifizierte Suchraumkulisse. Dabei sollten die im vorliegenden Gutachten ausgewiesenen Suchräume, die für Südhessen in der 1. Priorität ca. 57.000 ha (davon im Regionalverband rd. 6.300 ha) und in der 2. Priorität knapp 32.000 ha Fläche (davon RV rd. 10.500 ha) ausmachen, in der methodisch beschriebenen Weise hinzugezogen werden. Zum anderen sind die landschaftlichen Gegebenheiten und regionalen Entwicklungsziele für charakteristische (Groß-)Landschaften bei der Festlegung von Vorranggebieten zu berücksichtigen. Dies kann zu erheblichen Einschränkungen für die regionalplanerische Umsetzung der Suchräume in Vorranggebiete für WEA führen.

Das hohe Windpotenzial in Südhessen sollte, wie nachfolgend im Einzelnen ausgeführt, stärkere regionalplanerische Beachtung finden. Grundsätzlich bietet Südhessen nach den Ergebnissen der Windpotenzialstudie Hessen [TÜV Süd 2011] unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten landesweit die besten Voraussetzungen für WEA. Die Suchräume innerhalb des Main-Taunus-Kreis und des Rheingau-Taunus-Kreises zählen mit mehr als 1.800 Volllaststunden/Jahr zu den ertragreichsten Standorten in Hessen.

Für die in der Suchraumkulisse enthaltenen Schwerpunkträume für WEA in Südhessen werden folgende Empfehlungen gegeben:

- Taunus: In den bisher lediglich moderat erschlossenen Gebieten der 1. Priorität im Taunus wird die Ausweisung von Vorranggebieten prioritär empfohlen. Die im Landschaftsrahmenplan Südhessen [2000] dargestellten Belange des Biotopverbundes und der Erholungsnutzung sollen nach Prüfung auf Aktualität in die Abwägung eingestellt werden.
- Unterer Vogelsberg, Hessisch-Fränkisches-Bergland/ Sandsteinspessart: Die bestehende Windenergienutzung konzentriert sich insbesondere auf die windhöffigen Gebiete in den Landschaftsräumen Unterer Vogelsberg sowie den nördlichen Ausläufern des Sandsteinspessarts. Für die Ausweisung von Vorranggebieten für Windenergie werden die großflächig dargestellten Suchräume 1. Priorität im Bereich Büdinger Wald und im nördlichen Spessart empfohlen. Wie im Taunus sind auch hier die im LRP 2000 dargestellten Belange des Biotopverbundes und der Erholungsnutzung fachlich relevant und in den regionalplanerischen Abwägungsprozess einzustellen.
- Hessisch-Fränkisches-Bergland/ Sandsteinodenwald u. Vorderer Odenwald: Bisher von der Windenergienutzung weitestgehend unerschlossen sind die Gebiete innerhalb der Suchraumkulisse 1. Priorität im westlichen und nördlichen Odenwald. Hier sollte ein weiterer Schwerpunkt für die Ausweisung von Vorranggebieten für Windenergie im Wald entwickelt werden.
- Rhein-Main-Tiefland: Landwirtschaftlich genutzte Flächen mit wenigen landschaftsbildprägenden Elementen und geringer Erlebnis- und Erholungsqualität sollten primär als Vorranggebiete für Windkraftnutzung ausgewiesen werden: Dies betrifft neben einigen wenigen kleinen Flächen ein Areal im Wetteraukreis zwischen Münzenberg und Wölfersheim, das sich nach LRP Südhessen [2000] durch eine sehr geringe Erlebnis- und Erholungsqualität auszeichnet. Abweichend von der generellen Priorisierung der Suchraumkulisse wird dieser als Suchraum 2. Priorität dargestellte Bereich zur Ausweisung von WEA-Vorranggebieten empfohlen. Der Grund für die Zuweisung der 2. Prioritätsstufe ist ein großflächiges qualitatives Heilquellenschutzgebiet in der Wetterau. In wieweit Konflikte der Windenergienutzung mit den Wasserschutzaspekten bestehen, ist im regionalplanerischen Abwägungsprozess zu klären.
- Sonstige Naturräume: In den sonstigen Naturräumen sind keine größeren zusammenhängenden Flächen der Suchraumkulisse 1. Priorität enthalten. Kleinere Flächen liegen bspw. in den Bereichen um Nidderau und Großauheim sowie südwestlich von Darmstadt im Kreis Groß-

Gerau. Auch hier wird eine Ausweisung von Vorranggebieten empfohlen, um eine dezentrale Windkraftnutzung im Regierungsbezirk Darmstadt zu ermöglichen und einer übermäßigen lokalen Überlastung im östlichen Plangebiet entgegenzuwirken.

- Zur frühzeitigen Konfliktvermeidung sollten auch die UNESCO-Welterbestätten Obere Mittelrheintal und die Grube Messel, die nicht von Schutzgebietskategorien mit Ausschlusswirkung umfasst werden, von der Vorranggebietsausweisung ausgenommen werden.

Solare Strahlungsenergie

Grundsätzlich sollen die raumordnerischen Handlungsmöglichkeiten nach folgender Prioritätensetzung genutzt werden:

- 1. Präferenz: Vorrang für Gebäude- und Bauwerksintegration.
- 2. Präferenz: Freiflächenstandorte an vorbelasteten Standorten, Konversionsflächen, Deponien bzw. in Bündelung mit technischen Strukturen
- 3. Präferenz: Freiflächenstandorte mit Siedlungsbezug bzw. -anbindung, aber unter Beachtung der Ortsrand- bzw. Landschaftsbildsituation.

Die bereits im Regionalplan 2010 aufgenommenen Grundsätze und Ziele zu 8.2.2 Nutzung solarer Strahlungsenergie sind im Grundsatz beizubehalten und zu ergänzen. Insbesondere gilt weiterhin die Präferenz, die solare Strahlungsenergie vorrangig an und auf Gebäuden und baulichen Anlagen zu nutzen.

Die bisher vorgenommene Kategorisierung von Ausschlussflächen und Flächen zur Bevorzugung von vorbelasteten Flächen entspricht im Grundsatz den Vorschlägen des REnK-Gutachtens.

Im Falle der Negativplanung mit Ausschlusskriterien sollten die Auswahlkriterien der Gebietskulisse von Vorranggebieten für Natur und Landschaft daraufhin abgestimmt werden, dass nicht doch aufgrund von Verträglichkeitsprüfungen oder schutzgebietsüblichen Ausnahmemöglichkeiten die Errichtung einer Anlage im Einzelfall möglich ist. Dies betrifft insbesondere Naturparks, Landschaftsschutzgebiete und EU-Vogelschutzgebiete, wenn sie eine großflächige Ausdehnung aufweisen.

Es wird angeregt, raumplanerisch zu bevorzugende und derzeit noch vergütungsfähige Konversionsflächen aus militärischer, wirtschaftlicher, wohnungsbaulicher und verkehrlicher Nutzung und geeignete bauliche Anlagen im Freiraum wie Deponien etc. für die Eignungsprüfung von Solaranlagen zu ermitteln und als Vorbehaltsgebiete, informelle Textkarte o. ä. im Regionalplan zu veröffentlichen.

	Biomasse

Auf weitergehende regionalisierte Empfehlungen für die Regionalplanung wird aufgrund der geringen Steuerungswirkung verzichtet.

Der Vergleich des genutzten Anteils der Bioenergie in 2008 mit dem technischen Potenzial (Variante B) ergibt für Südhessen einen genutzten Anteil von rd. 60%. Er liegt damit deutlich über dem hessischen Durchschnitt von 54%.

Im Hinblick auf die Nutzung der landwirtschaftlichen Biomasse-Potenziale können steuernde Maßnahmen insbesondere für den Wetteraukreis, in geringerem Maße auch für die Landkreise Groß-Gerau, Darmstadt-Dieburg und Main-Kinzig-Kreis (jeweils regional überdurchschnittlicher Anteil der landwirtschaftlichen Flächennutzung und/oder hohes absolutes Ackerflächenangebot) relevant sein.

Anforderungen für die nachhaltige Nutzung der Wälder und Forsten sind insbesondere in den waldreichen Landkreisen zu beachten. Dies betrifft vor allem die Landkreise Odenwaldkreis, Rheingau-Taunus-Kreis und Hochtaunuskreis, aber auch die Landkreise Offenbach und Main-Kinzig-Kreis (jeweils regional überdurchschnittlicher Waldanteil).

7. Literatur

AGFW 2006 Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft-AGFW-e.V., Hauptbericht der Fernwärmeversorgung 2006

AGFW 2007 Arbeitsgemeinschaft für Wärme und Heizkraftwirtschaft-AGFW-eV, Hauptbericht, AGFW, Frankfurt a. M. 2007

Altrock et. al 2006 Altrock, M., Oschmann, V. & C. Theobald, EEG Eneuerbare-Energien-Gesetz. Kommentar. München 2006

Ammermann, Mengel 2011: Ammermann, K., A. Mengel, Energetischer Biomasseanbau im Kontext von Naturschutz, Biodiversität, Kulturlandschaftsentwicklung. IzR Heft 5/6.2011 323

Angerer et al. 2009 Angerer G., Marscheider-Weidemann F., Wendl M., Wietschel M., Lithium für Zukunftstechnologien Nachfrage und Angebot unter besonderer Berücksichtigung der Elektromobilität, Karlsruhe 2009

ARGE PV-Monitoring 2007: Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen. BMU [Hrsg.] http://www.naturschutzstandards-erneuerbarer-energien.de/images/literatur/pv_leitfaden[1].pdf

Bag Arbeit 2010 Bundesagentur für Arbeit, Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am Arbeitsort nach ausgewählten Wirtschaftsabschnitten zum 30.06.2008, Frankfurt a. M. 2010

BayStMI 2009 BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN, Oberste Baubehörde: Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Hinweise v. 19.11.2009 (Parzefall, Az IIB5-4112.79-037/09)

BBSR 2010 Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, BBSR-Berichte KOMPAKT 13/2010: Genügend Raum für den Ausbau erneuerbarer Energien?, Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Oktober 2010

BBSR 2011a Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung, Strategische Einbindung regenerativer Energien in regionale Energiekonzepte - Folgen und Handlungsempfehlungen aus Sicht der Raumordnung, Stand der Ergebnisse, http://www.bbsr.bund.de/nn_21918/BBSR/DE/FP/MORO/St

udien/EinbindungEnergiekonzepte/01__Start.html, Zugriff: 18.12.2011

Berkemann 2010 Windkraft aktuell: Steuerungsmöglichkeiten, Haftungsfragen, Repowering, vhw, Dortmund, 07.12.2010

BfE 2008 Bundesamt für Energie (BFE), Referenzentwicklung Wärmepumpenmarkt – Schlussbericht, Februar 2008

BfN 2009 Bundesamt für Naturschutz, Where have all the flowers gone? Grünland im Umbruch. Hintergrundpapier und Empfehlungen, online unter http://www.bfn.de/fileadmin/MDB/documents/themen/landwirtschaft/Gruenlandumbruch_end.pdf

BfN 2011 Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.), Windkraft über Wald – Positionspapier des Bundesamtes für Naturschutz.- Bonn, 2011

Biogaswissen 2010 Statistik zum Flächenbedarf der zum Anbau der zur Biogaserzeugung eingesetzten wichtigsten Substrate in 1300 deutschlandweit ausgewerteten Biogasanlagen, Bioreact GmbH, Stand Mai 2010, online unter http://www.biogaswissen.de

Biomasse Hessen 2010 Darstellung der Potenziale und Erneuerbarer Energien im Land Hessen und den Landkreisen, www.biomasse-hessen.de/nutzung-landkreise.html. Zugriff: 29.11.2010

BMELV/ BMU 2010 Nationaler Biomasseaktionsplan für Deutschland – Beitrag der Biomasse für eine nachhaltige Energieversorgung, http://www.bmelv.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/BiomasseaktionsplanNational.pdf

BMPS 2009 Witzenhausen-Institut GmbH, Pöyvry Environment GmbH: Biomassepotenzialstudie Hessen (BMPS) – Stand 2008 und Perspektiven der energetischen Biomassenutzung in Hessen, 2009

BMU 2009 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland – Leitszenario 2009, August 2009

BMU 2010 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), Erneuerbare Energien in Zahlen. Nationale und internationale Entwicklung, 2010

BMU 2011a Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Reaktorsicherheit, Kommunaler Klimaschutz Möglichkeiten für die Kommunen, Januar 2011

BMU 2011b Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2010, 2011

BMVBS 2009 Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Nutzung städtischer Freiflächen für erneuerbare Energien, Bonn 2009, online unter: http://www.nationale-stadtentwicklungspolitik.de

BMVBS 2010 Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Hrsg.), Globale und regionale Verteilung von Biomassepotenzialen Status-quo und Möglichkeiten der Präzisierung. BMVBS-Online-Publikation, Nr. 27/2010

BMVBS 2011 Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Erneuerbare Energien: Zukunftsaufgabe der Regionalplanung. Modellvorhaben der Raumordnung (MORO), Mai 2011

BMWi 2010 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Zahlen und Fakten – Energiedaten – Nationale und Internationale Entwicklung, Stand 07.09.2010

BMWi/ BMU 2010 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) und Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Energiekonzept – für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung, 2010, Berlin

Bosch & Partner u.a. 2011: Bosch & Partner, TrueEnergy, Engemann & Partner. Entwicklung einer fachlich-methodischen Handreichung zur Berücksichtigung von Naturschutzbelangen bei der Planung und Zulassung von Biogasanlagen. FE-Vorhaben im Auftrag des BMU. Ausführlicher Gesamtbericht, 17.03.2011. http://www.bmu.de/erneuerbare_energien/downloads/doc/48435.php

Bosch 2010 Bosch, S.: Raum und Erneuerbare Energien. Anforderungen eines regenerativen Energiesystems an die Standortplanung, Bosch, S. und Peyke, G., In: Standort – Zeitschrift für angewandte Geographie Vol.34/ Nr. 1/ März 2010, S. 11-19

Brinkmann et al. 2010 Brinkmann, R., Niermann, I. und Behr, O., Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen. – Endbericht des Forschungsvorhabens gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Förderkennzeichen 0327638 A, B), Hannover / Erlangen, 2010

BUND 2010 Bund für Umwelt und Naturschutz, BUNDpositionen 55. Kurzumtriebsplantagen für die Energieholzgewinnung – Chancen und Risiken, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) , Juli 2010, online unter http://www.bund.net/fileadmin/bundnet/publikationen/landwirtschaft/20100714_landwirtschaft_bund_position_55_KUP.pdf

Bundesnetzagentur 2012 Bundesnetzagentur, Zubau an Photovoltaik-Anlagen 2011 noch höher als im Rekordjahr 2010, Pressemitteilung vom 09.01.2012.
http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2012/120109_ZubauPVAnlagen.html
Zugriff: 02.03.2012

Bundestag 2011 Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Gesetzes zur Errichtung eines Sondervermögens „Energie- und Klimafonds“ (EKFG-ÄndG), Berlin, beschlossen am 30.06.2011 http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/063/1706363.pdf

Bund-Länder Initiative Windenergie 2012: Überblick zu den landesplanerischen Abstandsempfehlungen für die Regionalplanung zur Ausweisung von Windenergiegebieten, Stand Januar 2012, http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/abstandempfehlungen_bf.pdf

BWE 2011 Bundesverband Windenergie (BWE), Windenergie in Hessen http://www.wind-energie.de/infocenter/statistiken/bundeslaender/windenergie-hessen
Zugriff: 13.12.2011

Carus 2009 Carus, M., Vortrag Stoffliche Nutzung Nachwachsender Rohstoffe in Deutschland und weltweit. Aktueller Stand – Flächenkonkurrenz – Besonderheiten. Potenziale und Rahmenbedingungen, Vortrag im Rahmen der Internationalen Konferenz „Biomass in Future Landscapes“,Berlin, 31.03.2009, online unter http://www.nova-institut.de/pdf/09-03-31_stoffliche_nutzung_carus.pdf

Dammert 2010 Dammert, B.: Rechtliche Anforderungen an die Nutzung der Geothermie, in: Köck, W. u. Faßbender, K. (Hrsg.): Klimaschutz durch erneuerbare Energien, Leipziger Schriften zum Umwelt- und Planungsrecht, Band 18, 1. Auflage 2010

DBFZ 2011: Deutsches BiomasseForschungsZentrum gemeinnützige GmbH: Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2011 gemäß § 65 EEG im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Vorhaben IIa Endbericht. Juni 2011. http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_eb_2011_biomasse_bf.pdf

DBFZ / BHKW-Infozentrum 2012: Biogas-Statistik 2011 – Rekordzubau bei Biogas- und Biogasaufbereitungsanlagen. http://www.bhkw-infozentrum.de/statement/biogas-statistik_2011.html

DeENet Kompetenznetzwerk dezentrale Energietechnologien (DeENet), 100% Erneuerbare Energie Regionen, Stand Juli 2011, http://www.100.de/, Zugriff: 29. November 2011

Destatis 2011 Statistisches Bundesamt Destatis, Bauen und Wohnen – Baugenehmigungen / Baufertigstellungen von Wohn- und Nichtwohngebäuden (Neubau) nach Art der Beheizung und Art der verwendeten Heizenergie, Lange Reihen ab 1980, August 2011

DIW 2012 Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Berlin warnt vor übertriebenen Einschnitten in Solarstrom-Vergütung, Februar 2012, http://www.wallstreet-online.de/nachricht/4707612-solarstrom-solar-kuerzung-diw-berlin-warnt-uebertriebenen-einschnitten-solarstrom-verguetung Zugriff: 29.02.2012

DIW, ZSW, AEE 2010 — Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin), Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW), Agentur für Erneuerbare Energien e.V. Berlin (AEE), Vergleich der Bundesländer: Analyse der Erfolgsfaktoren für den Ausbau der Erneuerbaren Energien 2010 - Indikatoren und Ranking; Berlin 2010

DStGB 2009 — Deutscher Städte- und Gemeindebund, Dokumentation No 94. Repowering von Windenergieanlagen - Kommunale Handlungsmöglichkeiten, Deutscher Städte- und Gemeindebund, September 2009, http://www.dstgb.de/dstgb/DStGB-Dokumentationen

DWD 2010 — Deutscher Wetterdienst, Klimafaktoren für den Energiepass, Juli 2010

ECOFYS 2006 — Energieeffizienz und Solarenergienutzung in der Bauleitplanung - Rechts- und Fachgutachten unter besonderer Berücksichtigung der Baugesetzbuch-Novelle 2004, Nürnberg Februar 2006, S. 43ff.

EEG 2012 — Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG), zuletzt geändert durch Art. 2 Abs. 69 G v. 22.12.2011 (BGBl. I S. 3044)

EEWärmeG 2008 — Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz vom 7. August 2008 (BGBl. I S. 1658), zuletzt geändert durch Art. 2 des Gesetzes vom 22.12.2012 (BGBl. I S. 3044)

Ehlers, Böhme 2011 — Ehlers, A., Böhme, R., Windenergie in der Landesplanung. In: Natur und Recht 33, S. 323-329

Eikmeier et al. 2006 — Eikmeier, B., Gabriel, J., Schulz, W., Analyse des nationalen Potenzials für den Einsatz hocheffizienter KWK, einschließlich hocheffizienter Kleinst-KWK, unter Berücksichtigung der sich aus der EU-KWK-RL ergebenden Aspekte, Bremen 2006

Eikmeier et al. 2011 — Eikmeier. B., Schulz, W., Ludewig, H., Studie zur Potenzialerhebung von Kraft-Wärme-Kopplung in Nordrhein-Westfalen, Bremen 2011

Einig 2009 — Einig, K., Steuerbarkeit der Nutzung erneuerbarer Energien durch die Regionalplanung, 15. Thüringer Regionalplanertagung 14./25.09.2009 Bad Langensalza

Einig et al. 2011 — Einig, K., Heilmann, J., Zaspel, B., Wie viel Platz die Windkraft braucht. In: neue energie 08/2011, S. 34-37

Energie-Forum 2010 — Nachhaltigkeitsstrategie für Hessen - Bericht des Energie-Forums Hessen 2020, Ziele und Eckpunkte des Hessischen Energiekonzepts für die Bereiche Energieeffizienz und Erneuerbare Energien, Wiesbaden, Januar 2010

Energiegipfel 2011a — Abschlussbericht des Hessischen Energiegipfels vom 10. November 2011, Wiesbaden 2011, http://www.energiegipfel.hessen.de, Zugriff: 18.12.2011

Energiegipfel 2011b — Bericht der AG 1 des Hessischen Energiegipfels „Ausbau eines zukunftsfähigen Energiemix aus erneuerbaren und fossilen Energien in Hessen“, Wiesbaden 2011, http://www.energiegipfel.hessen.de, Zugriff: 18.12.2011

Energiegipfel 2011c — Bericht der AG 2 des Hessischer Energiegipfels „Energieeffizienz“, Vorschlag für einen Aktionsplan Energieeffizienz Hessen, Wiesbaden 2011, http://www.energiegipfel.hessen.de, Zugriff: 18.12.2011

Energiegipfel 2011d — Endbericht der Arbeitsgruppe 3 „Anforderungen einer verlässlichen und versorgungssicheren Energieinfrastruktur in Hessen“ im Rahmen des Hessischen Energiegipfels Stand: 02.11.2011, Wiesbaden 2011, http://www.energiegipfel.hessen.de, Zugriff: 18.12.2011

Energiegipfel 2011e — Bericht der Arbeitsgruppe 4 des hessischen Energiegipfels, Stand 23.09.2011, Wiesbaden 2011, http://www.energiegipfel.hessen.de, Zugriff: 18.12.2011

EuPD 2009 — EuPD Research, Endbericht zur Branchenanalyse, „Photovoltaik in Baden-Württemberg“, November 2009

EWärmeG 2007 — Land Baden-Württemberg, Gesetz zur Nutzung erneuerbarer Wärmeenergie in Baden-Württemberg (Erneuerbare-Wärme-Gesetz - EWärmeG), Stuttgart, November 2007

EWI/Prognos 2007 — Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln, Prognos, Energieszenarien für den Energiegipfel 2007 (Inklusive Anhang 2%-Variante), Auftraggeber Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, November 2007

EWZ 2011 Erdwärmezeitung.de, Wärmepumpen & Erdwärme in Zahlen http://www.erdwaerme-zeitung.de/waermepumpen/waermepumpen-in-zahlen-12789456/index.php Zugriff: 07.09.2011

FhG-ISI 2009 Fraunhofer Institut System- und Innovationsforschung, Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006, 2009

Furche 2010 Furche, K., Bewertungsmethodik zur Ermittlung der Beeinträchtigung des Landschaftsbildes – Schutzgut Landschaft – von Waldstandorten durch Windkraftanalgen. Studienarbeit an der Universität Kassel, FB06, 2010

Gawel, Ludwig 2011 Gawel, E., Ludwig, G., Nachhaltige Bioenergie – Instrumente zur Vermeidung negativer indirekter Landnutzungseffekte. In: Natur und Recht 33, S. 329-334

GZB 2010 Geothermiezentrum Bochum (GZB), Analyse des deutschen Wärmepumpenmarktes – Bestandsaufnahme und Trends, März 2010

Hacker et al. 2009 Hacker F., Harthan R., Matthes F., Zimmer W., Environmental impacts and impact on the electricity market of a large scale introduction of electric cars in Europe – Critical Review of Literature, ETC/ACC Technical Paper 2009/ July 2009

Hahne et al. 2009 Hahne, von Kampen, Klement et al. (2009): Steuerungspotenziale im Kontext natur-schutzrelevanter Auswirkungen erneuerbarer Energien. Ergebnisse des F+E-Vorhabens 80682110 des Bundesamtes für Naturschutz.- Hrsg. BfN 2009, Bonn-Bad Godesberg

HLUG 2008 Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Nutzung tiefer Geothermie in Hessen: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung (Hrsg.), 2. überarbeitete Auflage, Wiesbaden, 2008

HLUG 2010 Bodenflächendaten von Hessen im Maßstab 1:50.000 (BFD 50)

HLUG/ DWD 2010 Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie / Deutscher Wetterdienst, Globalstrahlung Mittlere Jahressumme – Auswertezeitraum 1981 – 2000, http://atlas.umwelt.hessen.de

/atlas/java/pdf/lay_d_3_1_1.pdf
Zugriff: 27.10.2010

HMUELV 2009 Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Hrsg.), Energiebericht 2008 der Hessischen Landesregierung – Energiestatistischer Teil. Wiesbaden, 2009

HMUELV 2011a Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Biomasseaktionsplan 2020 des Landes Hessen, Wiesbaden, 2011

HMUELV 2011b Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Energieland Hessen – Windenergienutzung in Deutschland
http://www.energieland.hessen.de/irj/Energieland_Internet?cid=39eaf3a269c40f27c2c39fad61792fb8
Zugriff: 13.12.2011

HMWVL 2007 Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Bevölkerungsvorausschätzung für die hessischen Landkreise und kreisfreien Städte – Eine Projektion für den Zeitraum von 2007 bis 2030 und eine Trendfortschreibung bis 2050, Wiesbaden, 2007

HMWVL 2010a Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Hessenreport 2010, Prognose zu Wirtschaft und Arbeitsmarkt in Hessen und seinen Regierungsbezirken bis 2030, Report Nr. 772, Wiesbaden, 2010

HMWVL 2010b Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Windkraftanlagen Hessen – Stand 12.11.2010

HMWVL 2010c Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung & Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Handlungsempfehlungen des HMWVL und des HMUELV zu Abständen von raumbedeutsamen Windenergieanlagen zu schutzwürdigen Räumen und Einrichtungen.– Staatsanzeiger für das Land Hessen Nr. 22/2010 S. 1506, 2010

HMWVL 2011a Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Abfrage von Daten hessischer Photovoltaik-Freiflächenanlagen bei den Regierungspräsidien , März 2011

HMWVL 2011b — Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Windkraftanlagen Hessen – Stand 21.04.2011

Höher 2010 — Höher, G. : Bioenergie in Niedersachsen – Chancen für Landwirtschaft, Klimaschutz und ländliche Räume. Forsthaus Finkenborn, Juli 2010,
Quelle: Internet: http://www.bioenergie-weserbergland-plus.de/bioenergie/files/100707_vortrag_dr_h__her_bgmrunde_finkenborn.pdf

Hölzl, Naumann 2010 — Hölzl, K., Naumann, S., Rahmenbedingungen für die Wasserkraftnutzung, UVP Report 1 + 2, S. 69- 74, 2010

HSL 2008 — Hessisches Statistisches Landesamt, Wohngebäude- und Wohnungsbestand – Stichtag 31.12.2008 – regionale Tiefe: Kreise und krfr. Städte, Fortschreib. d. Wohngebäude- u. Wohnungsbestandes
Quelle: http://www.statistik-hessen.de/publikationen/download/280/index.html
Zugriff: 25.11.2010

HSL 2009 — Hessisches Statistisches Landesamt, Bestand an Wohngebäuden und Wohnungen 2008, Wiesbaden, 2009

HSL 2010a — Hessisches Statistisches Landesamt, Energieverbrauch im Bergbau und Verarbeitenden Gewerbe in Hessen im Jahr 2008, Wiesbaden, 2010

HSL 2010b — Hessisches Statistisches Landesamt, Statistische Berichte, Bevölkerung in Hessen 2060, Ergebnisse der regionalisiertenBevölkerungsvorausberechnung bis 2030 auf der Basis 31.12.2008, August 2010

HSL 2011a — Hessisches Statistisches Landesamt, Hessische Energiebilanz 2008, Wiesbaden, 2011

HSL 2011b — Hessisches Statistisches Landesamt, Hessische Energiebilanz 2008 und CO_2-Bilanz 2006 – Satellitenbilanz „Erneuerbare Energieträger" zur Hessischen Energiebilanz 2008, Wiesbaden, 2011

IE Leipzig 2011 — Leipziger Institut für Energie GmbH, Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2011 gemäß § 65 EEG, Vorhaben II c, Solare Strahlungsenergie, S. 282 ff.

IfTN 2010 Institut für Tierökologie und Naturbildung, Biotopverbund-Konzept für die Wildkatze (Felis silvestris silvestris) in Hessen. Gutachten im Auftrage des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung HMWVL.- Gonterskirchen, 2010

IfTN 2012 Institut für Tierökologie und Naturbildung, Gutachten zur landesweiten Bewertung des hessischen Planungsraumes im Hinblick auf gegenüber Windenergienutzung empfindliche Fledermausarten, Gutachten im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung HMWVL, Gonterskirchen, Stand 2012

INKLIM 2006 Koschel, H., Moslener, U., Sturm, B., Fahl, U., Rühle, B. März, Wolf, H., Integriertes Klimaschutzprogramm Hessen INKLIM 2012, März 2006

INKLIM 2009 Fahl, U., Rühle, B., Voß, A., Integriertes Klimaschutzprogramm (INKLIM) – Szenario Update, März 2009

IWES 2011 Fraunhofer Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), Studie zum Potenzial der Windenergienutzung an Land, Auftraggeber: Bundesverband Windenergie e.V., Kassel, 2011

IWU 2007 Institut für Wohnen und Umwelt, Potenziale zur Reduzierung der CO2-Emissionen bei der Wärmeversorgung von Gebäuden in Hessen bis 2012 – Studie im Rahmen von INKLIM 2012 (Integriertes Klimaschutzprogramm Hessen 2012), Institut Wohnen und Umwelt, Darmstadt, den 21.04.2007

Jedicke, E. 1998 Pappel- und Weiden-Kurzumtriebsplantagen aus naturschutzfachlicher Sicht – Aspekte zur Bewertung neuartiger Elemente der Kulturlandschaft. In: Beiträge der Akademie für Natur und Umweltschutz Baden-Württemberg, Band 27, 129-139.

Kaltschmitt et al. 2003 Kaltschmitt, M., Wiese, A., Streicher, W., Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Heidelberg, 2003

KEM u.a. o.J. Klimaschutz- und Energieagentur Mittelhessen e.V. (KEM), Leaderregion Gießener Land e.V., Vogelsberg Consult: Regionales Entwicklungskonzept Bioenergieregion Mittelhessen,

http://www.bioenergieregionen.de/fileadmin/bioenergie-regionen/dateien/regionen/REK-Mittelhessen.pdf

Klausing 1988 — Klausing, O., Die Naturräume Hessens. Schriftenreihe des Hessischen Landesamtes für Umwelt: Umweltplanung, Arbeits- und Umweltschutz, Heft Nr. 67, Wiesbaden, 1988

Köck, Bovet 2009 — Windenergieanlagen und Freiraumschutz – Rechtliche Anforderungen an die räumliche Steuerung von Windenergieanlagen. In: Siedentop, S.; Egermann, M. (Hrsg.): Freiraumschutz und Freiraumentwicklung durch Raumordnungsplanung. Bilanz, aktuelle Herausforderungen und methodisch-instrumentelle Perspektiven. Arbeitsmaterial der ARL. 2009, S. 172-190.

Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2011): Biogas: 1.300 Anlagen liefern 7,5 Prozent des Stroms. Pressemitteilung vom 16.03.2011.

LANU 2008 — Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein LANU (Hrsg.), Empfehlungen zur Berücksichtigung tierökologischer Belange bei Windenergieplanungen in Schleswig-Holstein.- Schriftenreihe LANU SH – Natur; 13, 2008

LRP Mittelhessen 1998 — Regierungspräsidium Gießen – Obere Naturschutzbehörde – (Hrsg.), Landschaftsrahmenplan Mittelhessen, 1998

LRP Nordhessen 2000 — Regierungspräsidium Kassel – Obere Naturschutzbehörde – (Hrsg.), Landschaftsrahmenplan Nordhessen, 2000

LRP Südhessen 2000 — Regierungspräsidium Darmstadt – Obere Naturschutzbehörde – (Hrsg.), Landschaftsrahmenplan Südhessen, 2000

LUBW 2003 — Landesamt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, Windfibel – Windenergienutzung Technik, Planung und Genehmigung, Hrsg.: Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg, Stuttgart, 2003

Ludwig 2010: — Ludwig, G., Möglichkeiten der Steuerung der Biomasseproduktion durch die Regionalplanung. Helmholz Zentrum für Umweltforschung, DVBl. 2010, S. 944 ff.

Mengel et al. 2010 — Mengel, A., Reiß, A., Thömmes, A., Hahne, U., Kampen, S. von und Klement, M., Steuerungspotenziale im Kontext na-

turschutzrelevanter Auswirkungen erneuerbarer Energien. – Bonn-Bad Godesberg 2010, S. 162

Mikrozensus 2006 Statistisches Bundesamt Destatis, Mikrozensus-Zusatzerhebung 2006

MKLUNV 2012 Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: Leitfaden Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen. http://www.umwelt.nrw.de/klima/pdf/leitfaden_wind_im_wald.pdf

MUGV 2010 Ministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz des Landes Brandenburg, Biomassestrategie des Landes Brandenburg, August 2010,

NABU 2012 Kriterien für naturverträgliche Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Basierend auf einer Vereinbarung zwischen der Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft e.V. (heute: BSW-Solar) und Naturschutzbund Deutschland – NABU. Bonn, Berlin, Januar 2012, Quelle: http://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/nabu-kriterien-solarparks-2012.pdf

NABU 2010 Naturschutzbund Deutschland – Landesverband Hessen, NABU-Positionspapier Windenergie, Wetzlar, 2010

NAEE 2010 Bundesrepublik Deutschland, Nationaler Aktionsplan für erneuerbare Energie gemäß der Richtlinie 2009/28/EG zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen, August 2010

Nieders. Landkreistag 2011: Niedersächsischer Landkreistag (Hrsg.): Naturschutz und Windenergie – Hinweise zur Berücksichtigung des Naturschutzes und der Landschaftspflege sowie zur Durchführung der Umweltprüfung und Umweltverträglichkeitsprüfung bei Standortplanung und Zulassung von Windenergieanlagen (Stand: Januar 2011)

Planungsgruppe 2012 Planungsgruppe für Natur und Landschaft, „Abgrenzung relevanter Räume für windkraftempfindliche Vogelarten in Hessen. Gutachten im Auftrage des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung HMWVL und

der Staatlichen Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland VSW, Hungen, 2012

PWC 2009 PriceWaterhouseCoopers, Auswirkungen von Elektrofahrzeugen auf die Stromwirtschaft, Wien, 2009

Röhnert 2006 Röhnert, P.: Biomasseanlagen im Spannungsfeld zwischen baurechtlicher Privilegierung und Bauleitplanung. In: Information zur Raumentwicklung, Heft 1 /2.2006, 67-80

RP Darmstadt, RVFRM 2010: Regierungspräsidium Darmstadt, Regionalverband FrankfurtRheinMain: Regionalplan Südhessen / Regionaler Flächennutzungsplan 2010. Staatsanzeiger 42/2011, 17. Oktober 2011

RP Gießen 2010 Regierungspräsidium Gießen: Regionalplan Mittelhessen 2010. Staatsanzeiger für das Land Hessen Nr. 9 vom 28.02.2011

RP Kassel 2009 Regierungspräsidium Kassel: Regionalplan Nordhessen (2009). Staatsanzeiger für das Land Hessen Nr. 11 vom 15.03.2010

RP Kassel 2011 Regierungspräsidium Kassel, Rundschreiben „Weiterentwicklung der Windenergie in der Planungsregion: Information und Windenergie-Leitfaden FNP“ vom 5.12.2011. http://www.hessen.de/irj/RPKS_Internet?cid=03e5e9cbde937f514cfde2d73479ea33

Sass et al. 2010 Sass, I., Bär, K., Arndt, D., Fritsche, H.-G., Götz, A.E., Heggemann, H., Hoppe, A., Hoselmann, C., Kracht, M., Kött, A., Liedmann, W., Stärk, A., Standortbezogene Potenzialausweisung anhand virtueller Bohrungen und Schnitte, 5. Tiefengeothermie-Forum, 2010

Schaller 2004 Planungsbüro Schaller & Planungsbüro Stadt.Quartier, Gutachten über raumbedeutsame Standorte für Windenergieanlagen in der Region Donau-Iller

Scheer, H. 2009 Erneuerbare Energien in großen Maßstäben nutzen - die Energieallee A 7. Aktuelle Informationen auf http://www.energieallee-a7.de

Schulz, Eikmeier 2008 Schulz, W., Eikmeier, B., Wärme-Potenzial und Perspektiven der KWK in Deutschland, Bremen, 2008

Schweer 2011 — Schweer, R., KlimaRegio im Kontext der Hessischen Klimaschutzstrategie, KlimaRegio Landkreis Gießen Kick-Off-Veranstaltung, Gießen, 12. August 2011

SDH 2011 — Soerensen, P.A., Nielsen, J.E., Smart District Heating, http://www.solar-district-heating.eu/LinkClick.aspx?fileticket=bQyLW_MMFxc%3d&tabid=88
Zugriff: 6.09.2011

SGD-Süd 2010 — Struktur- und Genehmigungsdirektion Süd - Obere Landesplanungsbehörde des Landes Rheinland-Pfalz, Großflächige Solar- und Photovoltaikanlagen im Freiraum - Fortschreibung des Leitfadens für die Bewertung aus raumordnerischer und landesplanerischer Sicht. Neustadt an der Weinstraße

Shell 2009 — Shell Deutschland Oil GmbH, Shell Pkw-Szenarien bis 2030, 2009 Hamburg

Stat.-Bu.-Lä. 2011 — Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Erwerbstätige in den Verwaltungsbezirken nach Wirtschaftsbereichen, 2011

Stehmeier 2007 — Stehmeier, D.: Struktur und Erneuerungsbedarf von Heizungsanlagen in Deutschland, Schornsteinfegerhandwerk, 9, 2007, S. 13-14

TAB 2003 — Paschen, H. Oertel, D. Grünwald, R., Büro für technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB), TAB-Arbeitsbericht Nr. 84, Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland Sachstandsbericht, Februar 2003

Thrän et al. 2011 — Thrän, D.; M. Edel; J. Pfeifer; J. Ponitka; M. Rode; S. Knispel (beide IUP): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung von Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomassenutzung. DBFZ-Report Nr. 4, Juli 2011, Leipzig, Hannover

TU Darmstadt 2011 — Institut für Angewandte Geowissenschaften, TU Darmstadt, 3 D-Modellierung der Geothermischen Tiefenpotenziale von Hessen, in Kooperation mit dem Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG), 2011

TÜV Süd 2011 — TÜV Süd Industrie Service GmbH, Unabhängige Ermittlung des Windpotenzials für das Bundesland Hessen, Windpotenzialkarte, Bericht Nr.: MS-1104-031-HE-de, Revision 0, Auf-

traggeber: Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Regensburg, 2011

UBA 2009 Umweltbundesamt, Politikszenarien für den Klimaschutz V – auf dem Weg zum Strukturwandel, Oktober 2009

UBA 2010 Umweltbundesamt, Datenbank „Kraftwerke in Deutschland". Dessau-Roßlau, Juli 2010

UGRdL 2008 Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder, Energiefluss- und Emissionsberechnung – Teil Haushalte, Gewerbe, Handel, Dienstleistungen und übrige Verbraucher, 2008

ÜNB 2011 Informationsplattform der Deutschen Übertragungsnetzbetreiber, EEG-Umlage
http://www.eeg-kwk.net/de/EEG-Umlage.htm
Zugriff: 16.12.2011

UNESCO Biosphärenreservat Rhön 2007: Erster integrierter Umweltbericht für das länderübergreifende UNESCO-Biosphärenreservat Rhön Quelle:http://biosphaerenreservat-rhoen.de/_umweltbericht/index.htm

Uni Kassel 2011 Theobald, S., Fachgebiet Wasserbau und Wasserwirtschaft der Universität Kassel, Analyse der hessischen Wasserkraftnutzung und Entwicklung eines Planungswerkzeuges „WKA-Aspekte", Erläuterungsbericht im Auftrag des Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Kassel, 2011

VGRdL 2010 Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, Bruttoinlandsprodukt – preisbereinigt, verkettet – in Deutschland 1991 bis 2009 nach Bundesländern,
http://www.vgrdl.de/Arbeitskreis_VGR/ergebnisse.asp?lang=de-DE#LA-GDP, Zugriff am 01.12.2010

Windenergieerlass NRW 2011: Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz, Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Bauen, Wohnen und Verkehr und Staatskanzlei des Landes Nordrhein-Westfalen, Erlass für die Planung und Genehmigung von Windenergieanlagen und Hinweise für die Zielsetzung und Anwendung (Windenergie-Erlass), November 2011

Wulfert et al. 2010 Wulfert, K., A. Hoffmeier & S. Balla (2010): SUP zur Fortschreibung des Regionalplans Münsterland, Gutachten im Auftrag der Bezirksregierung Münster, Münster

8. Anhang

8.1 Tabellen zu Ausgangsdaten der Prognosen und Szenarien

Tabelle 8-1: Erwerbstätige 2008 nach Regierungsbezirken und Wirtschaftszweigen im Sektor GHD

Quelle: [Bag Arbeit 2010]

Wirtschaftszweig	Hessen	Reg. Bez. Kassel	Reg. Bez. Gießen	Reg. Bez. Darmstadt	davon Regio-nalverband
Land- und Forstwirtschaft; Fischerei	44.775	15.275	9.160	20.340	2.185
Baugewerbe	148.200	33.180	26.230	88.790	49.010
Handel; Instandh. u. Rep. v. Kfz. u. Gebrauchsgütern	462.710	87.360	64.390	310.960	186.610
Gastgewerbe	136.540	25.780	19.000	91.760	45.660
Verkehr und Nachrichtenübermittlung, IuK	220.810	41.685	30.730	148.390	125.660
Finanzierung, Vermietung, Unterneh-mensdienstl.	696.260	79.330	63.710	553.220	216.905
Öffentliche Verwaltung	184.230	40.730	28.690	114.810	73.325
Erziehung und Unterricht	158.860	29.990	37.230	91.640	63.200
Gesundheits-, Veterinär- und Sozial-wesen	303.700	81.330	57.690	164.680	120.300
Erbringung sonst. öff. u. persönl. Dienstleistungen	204.120	32.230	27.860	144.030	250.005
Energie- und Wasserversorgung	18.290	4.500	2.590	11.260	7.490
nicht zugeordnete					240
Summe 2008	**2.578.495**	**471.390**	**367.280**	**1.739.880**	**1.140.590**

Tabelle 8-2: Entwicklung der Erwerbstätigenzahlen nach Wirtschaftszweigen im Sektor GHD (Ausgangsjahr 2008 / 1 entspricht 100%)

Quelle: [HMWVL 2010a]

Wirtschaftszweig	2008	2020	2030
Land- und Forstwirtschaft	1	0,77	0,57
Baugewerbe	1	0,92	0,76
Handel	1	0,96	0,88
Gastgewerbe	1	1,05	1,03
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	1	0,92	0,78
Kredit- und Versicherungsgewerbe	1	1,02	1,00
Grundstückswesen, Vermietung, Dienstleistungen für Unternehmen	1	1,10	1,10
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozial-versicherung	1	0,94	0,88
Übrige öffentliche und private Dienstleistungen	1	1,08	1,10
Hessen	1	0,97	0,92

Tabelle 8-3: Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftszweigen im Sektor GHD

Quelle: [HMWVL 2010a]

Wirtschaftszweig	2008	2020	2030
Land- und Forstwirtschaft	1	0,99	0,92
Baugewerbe	1	0,99	0,95
Handel	1	1,05	1,09
Gastgewerbe	1	1,04	1,06
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	1	1,02	1,02
Kredit- und Versicherungsgewerbe	1	1,08	1,25
Grundstückswesen, Vermietung, Dienstleistungen für Unternehmen	1	1,22	1,43
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung	1	1,10	1,24
Übrige öffentliche und private Dienstleistungen	1	1,14	1,32
Hessen	**1**	**1,10**	**1,22**

Tabelle 8-4: Entwicklung der Energieeffizienz einzelner Anwendungen im Sektor GHD (Strom)

Quelle: [UBA 2009]

Anwendung	2008	2020	2030
Bürobeleuchtung	1	0,78	0,69
Straßenbeleuchtung	1	0,82	0,56
Server und Datencenter	1	0,84	0,96
Computer und Monitore in Büros	1	0,51	0,68
Drucken und Kopieren	1	0,72	0,39
Kommerzielle Kühl- und Gefriergeräte	1	0,59	0,57
Raumlüftung (ohne Klimaanlage)	1	0,79	0,75
Klimatisierung	1	0,73	0,61
Übrige (Kraft)	1	0,63	0,71
Warmwasser und Raumheizung	1	0,83	0,76

Tabelle 8-5: Entwicklung der Energieeffizienz einzelner Anwendungen im Sektor GHD (Brennstoffe)

Quelle: [UBA 2009]

Anwendung	2008	2020	2030
Raumwärme	1	0,85	0,73
Prozesswärme	1	0,94	0,89
Kraft	1	0,97	0,93

Tabelle 8-6: Entwicklung der Bruttowertschöpfung nach Wirtschaftszweigen im Sektor Industrie

Quelle: [UBA 2009]

Wirtschaftszweig	2008	2020	2030
Gew. Steine und Erden, sonstiger Bergbau	1	1,16	1,21
Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung	1	1,12	1,18
Papiergewerbe	1	1,02	0,99
Grundstoffchemie	1	1,19	1,31
Sonstige chemische Industrie	1	1,18	1,38
H. v. Gummi- und Kunststoffwaren	1	1,20	1,37
Glasgewerbe, H.v.Keramik	1	1,03	1,05
Verarbeitung v. Steinen u. Erden	1	0,90	0,84
Metallerzeugung	1	0,86	0,87
NE-Metalle, Giessereien	1	1,21	1,30
Metallbearbeitung	1	1,30	1,50
Maschinenbau	1	1,40	1,71
Fahrzeugbau	1	1,25	1,45
Sonstige Industriezweige	1	1,20	1,38
Hessen	**1**	**1,23**	**1,40**

Tabelle 8-7: Entwicklung des Energiebedarfs je Beschäftigtem (2008 = 100%)

Quelle: [UBA 2009]

Anwendung	2008	2020	2030
Kälteerzeugung	1	0,84	0,76
Druckluft	1	0,75	0,66
Ventilatoren	1	0,78	0,69
Beleuchtung	1	0,79	0,72
Pumpen	1	0,78	0,67
Übrige Motoranwendungen	1	0,81	0,73

Tabelle 8-8: Langjähriger Mittelwert der Globalstrahlung Hessen

Quelle: Abschätzung nach [HLUG/DWD 2010]

Kreisfreie Stadt (St.), Landkreis	Einstrahlung/(m²a) kWh/(m²a)
Darmstadt, St.	1.060
Frankfurt am Main, St.	1.050
Offenbach am Main, St.	1.060
Wiesbaden, St.	1.050
Bergstraße	1.065
Darmstadt-Dieburg	1.060
Groß-Gerau	1.075
Hochtaunuskreis	1.040
Main-Kinzig-Kreis	1.040
Main-Taunus-Kreis	1.050
Odenwaldkreis	1.060
Offenbach	1.050
Rheingau-Taunus-Kreis	1.050
Wetteraukreis	1.040
Reg.-Bez. Darmstadt	**1.052**
Anteil an Hessen	
Gießen	1.025
Lahn-Dill-Kreis	1.000
Limburg-Weilburg	1.025
Marburg-Biedenkopf	1.000
Vogelsbergkreis	1.020
Reg.-Bez. Gießen	**1.013**
Anteil an Hessen	
Kassel, St.	990
Fulda	1.020
Hersfeld-Rotenburg	1.010
Kassel	990
Schwalm-Eder-Kreis	1.010
Waldeck-Frankenberg	980
Werra-Meißner-Kreis	990
Reg.-Bez. Kassel	**999**
Anteil an Hessen	
Land Hessen	**1.032**
Planungsverband	**1.052**

Tabelle 8-9: Wohngebäudebestand nach Regierungsbezirken

Quelle: [HSL 2009]

4. Bestand an Wohngebäuden am 31.12.2008 nach Verwaltungsbezirken und Gebäudearten

Lfd. Nr.	Kreisfreie Stadt (St.) — Landkreis	Wohn- gebäude[1)] insgesamt			davon mit 1 Wohnung		davon mit 2 Wohnungen			davon mit 3 oder mehr Wohnungen			Lfd. Nr.
		Gebäude	Wohnfläche 100 m²	Wohnungen	Gebäude/ Wohnungen	Wohnfläche 100 m²	Gebäude	Wohnfläche 100 m²	Wohnungen	Gebäude	Wohnfläche 100 m²	Wohnungen	
1	Darmstadt, St.	22 530	58 181	75 377	10 385	12 934	4 332	7 549	8 664	7 813	37 698	56 328	1
2	Frankfurt am Main, St.	73 453	242 539	348 431	27 320	31 662	9 996	17 105	19 992	36 137	193 772	301 119	2
3	Offenbach am Main, St.	13 052	41 783	57 135	4 755	5 840	2 529	4 381	5 058	5 768	31 563	47 322	3
4	Wiesbaden, St.	36 141	106 717	136 724	16 022	20 113	6 477	11 539	12 954	13 642	75 065	107 748	4
5	Bergstraße	63 782	114 508	116 247	37 116	47 662	18 833	34 922	37 666	7 833	31 925	41 465	5
6	Darmstadt-Dieburg	69 567	123 913	124 395	41 991	54 303	18 706	35 079	37 412	8 870	34 532	44 992	6
7	Groß-Gerau	52 342	100 533	113 176	29 862	37 218	13 733	24 239	27 466	8 747	39 077	55 848	7
8	Hochtaunuskreis	50 016	102 612	107 057	31 010	41 370	10 896	20 923	21 792	8 110	40 319	54 255	8
9	Main-Kinzig-Kreis	94 281	175 291	184 122	56 474	71 455	24 684	46 362	49 368	13 123	57 475	78 280	9
10	Main-Taunus-Kreis	48 068	97 696	105 650	30 131	38 452	9 968	18 247	19 936	7 969	40 997	55 583	10
11	Odenwaldkreis	26 637	44 695	42 979	16 749	21 607	7 413	14 254	14 826	2 475	8 834	11 404	11
12	Offenbach	64 718	140 292	156 315	35 353	45 378	16 080	29 654	32 160	13 285	65 260	88 802	12
13	Rheingau-Taunus-Kreis	44 927	80 767	81 499	28 007	35 937	11 044	20 680	22 088	5 876	24 149	31 404	13
14	Wetteraukreis	72 058	126 266	125 289	46 601	59 664	17 079	33 010	34 158	8 378	33 592	44 530	14
15	**Reg.-Bez. Darmstadt**	**731 572**	**1 555 794**	**1 774 396**	**411 776**	**523 594**	**171 770**	**317 943**	**343 540**	**148 026**	**714 257**	**1 019 080**	**15**
16	Gießen	59 961	111 769	120 469	34 773	44 885	16 429	31 343	32 858	8 759	35 541	52 838	16
17	Lahn-Dill-Kreis	70 730	114 557	113 136	46 367	58 261	18 673	34 976	37 346	5 690	21 320	29 423	17
18	Limburg-Weilburg	49 194	80 900	76 875	33 069	42 607	12 078	23 331	24 156	4 047	14 962	19 650	18
19	Marburg-Biedenkopf	58 483	104 529	104 447	37 177	49 646	14 636	28 671	29 272	6 670	26 213	37 998	19
20	Vogelsbergkreis	32 836	52 168	47 026	23 434	30 942	7 396	14 713	14 792	2 006	6 512	8 800	20
21	**Reg.-Bez. Gießen**	**271 204**	**463 922**	**461 953**	**174 820**	**226 342**	**69 212**	**133 034**	**138 424**	**27 172**	**104 547**	**148 709**	**21**
22	Kassel, St.	29 936	77 037	101 260	13 159	15 719	5 808	9 925	11 616	10 969	51 394	76 485	22
23	Fulda	52 833	98 796	97 950	27 214	36 193	18 175	35 877	36 350	7 444	26 726	34 386	23
24	Hersfeld-Rotenburg	36 527	57 591	56 691	24 150	30 310	9 386	17 353	18 772	2 991	9 927	13 769	24
25	Kassel	65 819	109 056	110 840	40 274	50 385	18 986	34 395	37 972	6 559	24 276	32 594	25
26	Schwalm-Eder-Kreis	51 304	82 455	78 514	33 102	42 926	14 440	27 168	28 880	3 762	12 360	16 532	26
27	Waldeck-Frankenberg	46 450	76 968	74 776	31 188	40 823	10 768	20 529	21 536	4 494	15 616	22 052	27
28	Werra-Meißner-Kreis	31 937	50 185	51 693	20 606	25 052	8 180	14 624	16 360	3 151	10 509	14 727	28
29	**Reg.-Bez. Kassel**	**314 806**	**552 087**	**571 724**	**189 693**	**241 407**	**85 743**	**159 873**	**171 486**	**39 370**	**150 808**	**210 545**	**29**
30	Land Hessen	1 317 582	2 571 803	2 808 073	776 289	991 343	326 725	610 849	653 450	214 568	969 612	1 378 334	30
	davon												
31	kreisfreie Städte	175 112	526 257	718 927	71 641	86 268	29 142	50 499	58 284	74 329	389 492	589 002	31
32	Landkreise	1 142 470	2 045 546	2 089 146	704 648	905 075	297 583	560 350	595 166	140 239	580 120	789 332	32

1) Ohne Wohnheime.

Tabelle 8-10: Wohngebäudebestand im Regionalverband

Quelle: [Statistik Hessen 2008a]

Kreisfreie Stadt (St.) — Landkreis — Gemeinde	Wohn-gebäude[1)] insgesamt			davon mit 1 Wohnung		davon mit 2 Wohnungen			davon mit 3 oder mehr Wohnungen		
	Gebäude	Wohnfläche 100 m²	Wohnungen	Gebäude/ Wohnungen	Wohnfläche 100 m²	Gebäude	Wohnfläche 100 m²	Wohnungen	Gebäude	Wohnfläche 100 m²	Wohnungen
Groß-Gerau	52 342	100 533	113 176	29 862	37 218	13 733	24 239	27 466	8 747	39 077	55 848
Bischofsheim	2 554	5 146	5 898	1 313	1 648	787	1 346	1 574	454	2 153	3 011
Ginsheim-Gustavsburg	2 849	6 070	7 412	1 434	1 674	697	1 203	1 394	718	3 192	4 584
Groß-Gerau, St.	5 564	9 882	10 471	3 478	4 390	1 412	2 501	2 824	674	2 991	4 169
Kelsterbach, St.	2 316	5 069	6 878	802	950	681	1 109	1 362	833	3 009	4 714
Mörfelden-Walldorf, St.	6 765	13 266	15 095	3 929	4 787	1 578	2 712	3 156	1 258	5 767	8 010
Nauheim	2 479	4 419	4 564	1 548	1 940	644	1 160	1 288	287	1 320	1 728
Raunheim, St.	2 443	4 855	5 855	1 466	1 698	565	943	1 130	412	2 214	3 259
Rüsselsheim, St.	9 684	21 904	27 446	4 578	5 640	2 822	4 796	5 644	2 284	11 468	17 224
	34.654	**70.611**	**83.619**	**18.548**	**22.727**	**9.186**	**15.770**	**18.372**	**6.920**	**32.114**	**46.699**
Main-Kinzig-Kreis	94 281	175 291	184 122	56 474	71 455	24 684	46 362	49 368	13 123	57 475	78 280
Bruchköbel, St.	4 871	9 077	9 169	3 017	3 849	1 193	2 242	2 386	661	2 986	3 766
Erlensee	2 841	5 387	5 920	1 482	1 808	858	1 512	1 716	501	2 067	2 722
Großkrotzenburg	1 753	3 162	3 355	1 095	1 367	423	752	846	235	1 042	1 414
Hammersbach	1 352	2 293	2 071	897	1 209	341	675	682	114	409	492
Hanau, St.	14 251	34 343	42 773	6 857	8 488	3 415	5 834	6 830	3 979	20 021	29 086
Langenselbold, St.	3 283	5 781	6 147	1 915	2 368	913	1 590	1 826	455	1 823	2 406
Maintal, St.	6 475	14 944	17 723	3 525	4 326	1 438	2 596	2 876	1 512	8 022	11 322
Neuberg	1 589	2 530	2 394	1 089	1 381	391	755	782	109	393	523
Nidderau, St.	5 157	8 744	8 516	3 610	4 509	1 072	2 066	2 144	475	2 170	2 762
Niederdorfelden	820	1 511	1 576	501	629	161	295	322	158	588	753
Rodenbach	2 763	4 949	4 867	1 887	2 401	607	1 147	1 214	269	1 401	1 766
Ronneburg	967	1 533	1 381	639	816	275	554	550	53	163	192
Schöneck	3 029	5 292	5 163	1 827	2 367	832	1 532	1 664	370	1 394	1 672
	49.151	**99.546**	**111.055**	**28.341**	**35.518**	**11.919**	**21.550**	**23.838**	**8.891**	**42.479**	**58.876**
Wetteraukreis	72 058	126 266	125 289	46 601	59 664	17 079	33 010	34 158	8 378	33 592	44 530
Bad Nauheim, St.	5 619	12 661	14 138	3 004	3 969	1 299	2 467	2 598	1 316	6 225	8 536
Bad Vilbel, St.	6 609	13 819	15 251	3 771	4 854	1 424	2 605	2 848	1 414	6 361	8 632
Butzbach, St.	5 782	10 100	10 398	3 555	4 472	1 461	2 760	2 922	766	2 868	3 921
Florstadt	2 471	3 782	3 507	1 757	2 176	580	1 124	1 160	134	482	590
Friedberg (Hessen), Krst.	5 720	11 172	12 366	3 147	4 001	1 400	2 599	2 800	1 173	4 573	6 419
Karben, St.	5 425	9 368	9 335	3 592	4 479	1 230	2 322	2 460	603	2 567	3 283
Münzenberg, St.	1 556	2 419	2 138	1 115	1 444	360	720	720	81	254	303
Niddatal, St.	2 610	4 191	3 871	1 808	2 300	639	1 250	1 278	163	641	785
Ober-Mörlen	1 671	2 684	2 538	1 093	1 388	463	867	926	115	429	519
Reichelsheim (Wetterau), St.	1 866	2 946	2 691	1 313	1 678	445	886	890	108	382	488
Rockenberg	1 143	1 889	1 696	728	972	326	648	652	89	270	316
Rosbach v.d.Höhe, St.	3 264	5 261	4 874	2 357	3 017	641	1 226	1 282	266	1 018	1 235
Wölfersheim	2 603	3 934	3 636	1 877	2 332	565	1 093	1 130	161	509	629
Wöllstadt	1 620	2 597	2 559	1 001	1 244	465	862	930	154	492	628
	47.959	**86.823**	**88.998**	**30.118**	**38.326**	**11.298**	**21.429**	**22.596**	**6.543**	**27.071**	**36.284**
Ganz zum Planungsverband gehörende LK und kreisfreien Städte, Daten 31.12.2008											
Frankfurt am Main, St.	73 453	242 539	348 431	27 320	31 662	9 996	17 105	19 992	36 137	193 772	301 119
Offenbach am Main, St.	13 052	41 783	57 135	4 755	5 840	2 529	4 381	5 058	5 768	31 563	47 322
Hochtaunuskreis	50 016	102 612	107 057	31 010	41 370	10 896	20 923	21 792	8 110	40 319	54 255
Main-Taunus-Kreis	48 068	97 696	105 650	30 131	38 452	9 968	18 247	19 936	7 969	40 997	55 583
Offenbach	64 718	140 292	156 315	35 353	45 378	16 080	29 654	32 160	13 285	65 260	88 802
Wohngebäude Planungsverband	**381.071**	**881.902**	**1.058.260**	**205.576**	**259.273**	**81.872**	**149.059**	**163.744**	**93.623**	**473.575**	**688.940**

Tabelle 8-11: Entwicklung Anlagenzahl und Leistung bei Repowering von Windkraftanlagen

Nr.	Bundesland	Kommune	Name	Besonderheiten	Anzahl vorher	Leistung ins. vorher (kW)	Anzahl n. Repowering	Leistung n. Repowering (kW)	Anlagenzahl nachher/Anlagenzahl nachher	Verhältnis Leistung nachher / Leistung vorher	Quelle
1	**Nordrhein-Westfalen**	Paderborn-Neuenbeken	WP Paderborn-Neuenbeken	Teil des Windparks Ahrenswohlde/Wohnste	1	500	1	2.000	1,00	4,00	1
2	**Niedersachsen**	Samtgemeinde Harsefeld, Gemeinde Ahrenswohlde	Teil-WP Ahrenswohlde	Nähe zu einem Hubschrauberlandeplatz	20	k.A.	9	k.A.	0,45		1
3		Sande	WP Sande		5	3.750	4	9.200	0,80	2,45	1
4		Stadt Osnabrück	WP Osnabrück-Piesberg	Avifaunistische Bedeutung (Fledermaus)	3	1.500	3	6.000	1,00	4,00	1
5		Cuxhaven	Windpark Görike		4	2.000	5	10.000	1,25	5,00	3
6		Wangerland	Wangerland		46		20		0,43		1
7	**Brandenburg**	Treuenbrietzen, OT Feldheim	WP Feldheim VII		4	2.000	4	12.000	1,00	6,00	1
8	**Bremen**	Stadt Bremerhaven	WP Weddewarden II	Kennzeichnung, Schall, Schattenwurf	4	2.000	3	6.900	0,75	3,45	1
9	**Schleswig-Holstein**	Landkreis Nordfriesland	WP Friedrich-Wilhelm-Lübke-Koog		27	10.700	18	36.000	0,67	3,36	1
10		Landkreis Nordfriesland	WP Galmsbüll	Landschaftsbild, Netzanschluss, Wegendwidmung	34	11.630	21	59.200	0,62	5,09	1
11		Neufeld / Diekhusen-Fahrstedt	WP Marner Neuenkoogsdeich		22	10.200	11	25.300	0,50	2,48	1
12	**Thüringen**	Wundersleben	WP Wundersleben		3	1.800	3	6.000	1,0	3,33	2
13	**Rheinland-Pfalz**	Donnersbergkreis	Schneebergerhof	200 m Anlagenhöhe	1	1.500	1	6.000	1	4,00	4
	Durchschnitt								0,81		

Quellen zu Tabelle 8-11

1: http://repowering-kommunal.de/laenderinformationen/sh/projekte/wp-marner-neuenkoogsdeich/
2: http://www.planet-energy.de/service/news-presseinfos/newsdetails/article/erstes-repowering-projekt-am-netz.html?tx_ttnews%5BbackPid%5D=710&cHash=84d48e1dc4
3: http://www.iwr.de/news.php?id=16674
4: http://www.juwi.de/windenergie/referenzen/schneebergerhof.html

Tabelle 8-12: Ausnutzungsgrade des technischen Potenzials der Biomasse bis 2020

Biomasse	Szenarien Regionale Energiekonzepte [eigene Annahmen aus Umsetzungspraxis]	Biomassepotenzialstudie Szenario Mid-Case*	Biomassepotenzialstudie Szenario Best-Case*
Waldschwachholz	0,9	0,9	0,95
Altholz	1	1	1
Sägerestholz	1	1	1
Landschaftspflegeholz	0,5	0,8	0,95
Verkehrsbegleitgrün	0,5	0,7	0,95
Stroh	0,7	0,7	0,95
Grünabfall holzig	0,6	0,8	0,95
Biogene Anteile des Hausmülls	1	0,9	0,95
Kurzumtriebsplantagen KUP	0,3	0,8	0,95
Miscanthus	0,2	0,8	0,95
Energiepflanzen Mais	0,3	0,9	0,95
Energiepflanzen Getreide-ganzpflanzensilage	0,5	0,9	0,95
Wiesen- und Weidenschnitt	0,4	0,7	0,95
Gülle/Festmist	1	0,8	0,95
Bioabfälle	0,7	0,9	0,95
Grünabfall nicht holzig	0,5	0,9	0,95
Klärgas	1	0,9	0,95
Gesamt	0,75	0,88	0,96

*[BMPS 2009]

Tabelle 8-13: 100%-EE-Regionen in Hessen (Stand Dezember 2011)

Quelle: [DeENet]

100% EE-Regionen			
	Art, Fläche, Einwohner	Zielsetzung	Besonderheiten
Nordhessen			
Nordhessen * (Anmerkung: nicht identische mit Regierungsbezirk Kassel)	Region, 6897km², 1.020.009	Roadmap für die Regionalentwicklung 2009: 20.000 Arbeitsplätze in den EE-Branchen möglich, wenn die angegebenen Maßnahmen umgesetzt werden.	Die Region zeichnet sich durch ein einzigartiges Cluster erfolgreicher Unternehmen aus. Auf politischer Ebene existieren viele Initaitiven und Beschlüsse zur Förderung dezentraler Energien.
Schwalm-Eder-Kreis*	Landkreis, 1539km², 185.310	Ziel ist es, den Klimaschutz durch die Nutzung des Brennstoffs Holz zu verbessern. Es werden 47% der in den kreiseigenen Liegenschaften benötigten Wärme aus Holz erzeugt.	Gemeinsam mit dem LK Hersfeld-Rotenburg zur Bioregion Holz Knüll ernannt worden; Menschen aus der Region werden zu Energiefüchsen qualifiziert, die nachbarschaftliche Energieberatung anbieten
Werra-Meißner-Kreis*	Landkreis, 1025km², 105.732	Der Kreistagsbeschluss sieht vor, bis 2015 20% des Endenergiebedarfs aus EE zu decken. Im privaten und gewerblichen Bereich (ohne Verkehr) sogar 44%-Deckung aufgrund des hohen Biomassepotenzials möglich	Biomassereichtum aufgrund von 44% landwirtschaftlicher Fläche und 42% forstwirtschaftlicher Fläche; eines von vielen Modellprojekten ist ein Biogasanlagenwettbewerb
Hersfeld-Rotenburg	Landkreis, 1097km², 122.233	Deckung Energiebedarf zu 50% aus EE bis 2020 und zu 100% aus EE bis 2030. 100 Dörfer sollen bis 2012 10% ihres Primärenergieverbauchs aus Biomasse decken.	Gemeinsam mit LK Schwalm-Eder Gewinner im Wettbewerb "Bioenergie-Regionen". Das Motto der Bioenergie-Region lautet: "100 globale Schritte zum Klimaschutz".
Landkreis Kassel	Landkreis, 1293km², 236.986	Anwendung und Weiterentwicklung neuer Energiequellen in durch EE beheizten Schulen und Biogasanlagen	Gründung Energieagentur ENERGIE 2000, 2006 Deutscher Solarpreis. größtes gebäudeintegriertes Solardach Hessens auf der Herwig-Blankertz-Schule
Trendelburg	Gemeinde, 69km², 5.176	Rückkauf des Netzes vom Energieversorger E.ON Mitte für 2011 geplant. Intensive Nutzung Erneuerbarer Wärme.	Bereits jetzt 10 GWh mehr Produktion als Verbrauch. PV-und Solarthermie-Anlagen auf städtischem Kindergarten und Freibad installiert.
Wolfhagen	Stadt, 112km², 12.847	Bis 2015 100%-Versorgung aus EE mit Strom aus einem Bürgerwindpark, aus Photovoltaik und einem Biomassekraftwerk. 2030 soll Klimaneutralität erreicht sein.	Stadtwerke befinden sich in Stadtbesitz und sind Initiator der 100% EE-Bewegung; Stromnetz wurde 2006 zurückgekauft; beteiligt an den Projekten "Klimaneutrale Kommune" und "Hessen aktiv - 100 Kommunen für den Klimaschutz".
Lichtenfels	Stadt, 97km², 4.146	2008 hat Stadtverordnetenversammlung Entwicklung von kommunalen Energiekonzepten unter Einbeziehung der Bürger beschlossen. Für 2011 Bürgerwindpark geplant. Biogasanlagen sind in Planung bzw. bereits im Bau.	Lichtenfels ist eine von 3 Kommunen des Projektes "Klimaneutrale Kommune" und wird auch am HMUELV-Projekt "Hessen aktiv - 100 Kommunen für den Klimaschutz" teilnehmen.
Niestetal	Gemeinde, 22,15km², 10.581	Ziel CO2-Neutralität: bis 2035 zu 100% aus EE versorgen. Erarbeitung eines integrierten Klimaschutzkonzepts für die Gemeinde.	Unterzeichnung hessische Charta für den Klimaschutz (2009); Teilnahme an Solar-Lokal und Solarbundesliga; "Klimaschutzmanager" geplant; CO2-neutrale Fabrik der Firma SMA
Bad Hersfeld	Stadt, 74km², 30.087	Kommunales Klimaschutzkonzept Bad Hersfeld 2008; Konzept zum Ausbau Erneuerbarer Energien 2011,Umsetzung erfolgt über einen Klimaschutzbeauftragten.	Altbausanierungsprogramm "Bad Hersfeld saniert sich", Bürgersolarpark AMAZON-Gelände, Solarpark EDEN Flugplatz Bad Hersfeld, Energie- und Klimatage, Bürgerinformationsveranstaltungen

100% EE-Regionen			
	Art, Fläche, Einwohner	**Zielsetzung**	**Besonderheiten**
Mittelhessen			
Limburg-Weilburg*	Landkreis, 738 km², 170.714	Der 100% EE-Beschluss soll bis 2030 für die Bereiche Strom, Wärme und Mobilität umgesetzt werden.	Schaffung eines regionalen Energiefonds und eine Koordinierungsstelle, Bau des "Erneuerbare Energie Park" Weilburg
Marburg-Biedenkopf	Landkreis, 1263km², 251.080	2010 sollen mind. 10% des Energiebedarfs selbst produziert werden. 30 Jahre später soll vollständige Unabhängigkeit von fossilen und atomaren Energieträgern erreicht sein.	Projekt RegioEnergie vorbildhafte Öffentlichkeitsarbeit inkl. Internetseite sowie Energiemagazin ERNA; Kompetenzteams Erneuerbare Energien; jährliches "Energieforum" als Messe.
Vogelsbergkreis	Landkreis, 1460km², 109.451	Bereits über 100% des eigenen Strombedarfs aus EE (ca. 175 Windkraftanlagen). Großes Engagement zum weiteren Ausbau Bioenergie sowie Effizienz- und Einsparmaßnahmen.	Ausschreibung für Energie-Effizienz-Dörfer im Rahmen der Dorferneuerung; Teil der Bioenergie-Region Mittelhessen; Teilnahme bei BioRegioHolz; Bioenergiedorf Freiensteinau-Gunzenau.
Alheim	Gemeinde, 64km², 5.077	Bereits 80% der Haushalte aus eigenen EE-Quellen versorgt. Ziel des Energie-Leitbilds von 2003 bereits erfüllt.	Deutscher Solarpreis 2007, Naturschutzkommune 2007, erste Gemeinde der UN-Weltdekade "Bildung für nachhaltige Entwicklung" 2008/2009; hessenweit führende Gemeinde in der "Solarbundesliga"; Vorreiter-Projekt "Sonnenei".
Südhessen			
Odenwald	Landkreis, 624km², 97.032	Teilnahme an Klimaschutz-Initiative des Bundes, Erarbeitung eines Klimaschutz-Konzeptes: 100%ige Energieversorgung mit Erneuerbaren Energien.	Bioenergiedorf Rai-Breitenbach; Cluster Erneuerbare Energien im Odenwald (CLEO) fördert Regionale Wirtschaft im EE-Bereich.
Bergstraße	Landkreis		

* Starterregionen

8.2 Abbildungen Entwicklung des Endenergiebedarfs bis 2020 und 2030

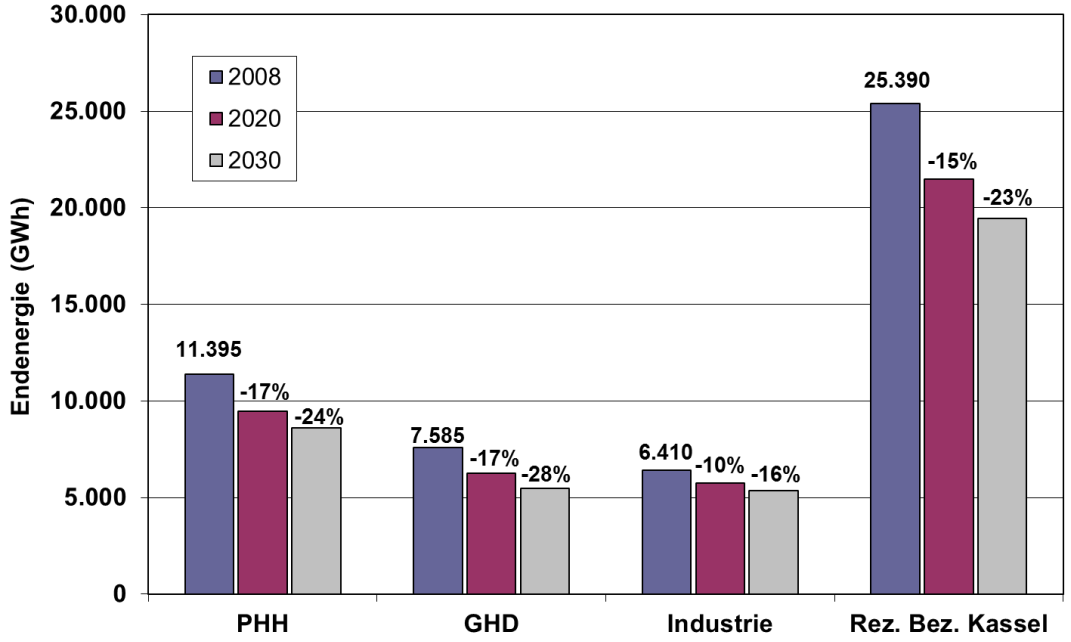


Abbildung 8-1: Prognose des Endenergiebedarfs im Regierungsbezirk Kassel differenziert nach Sektoren

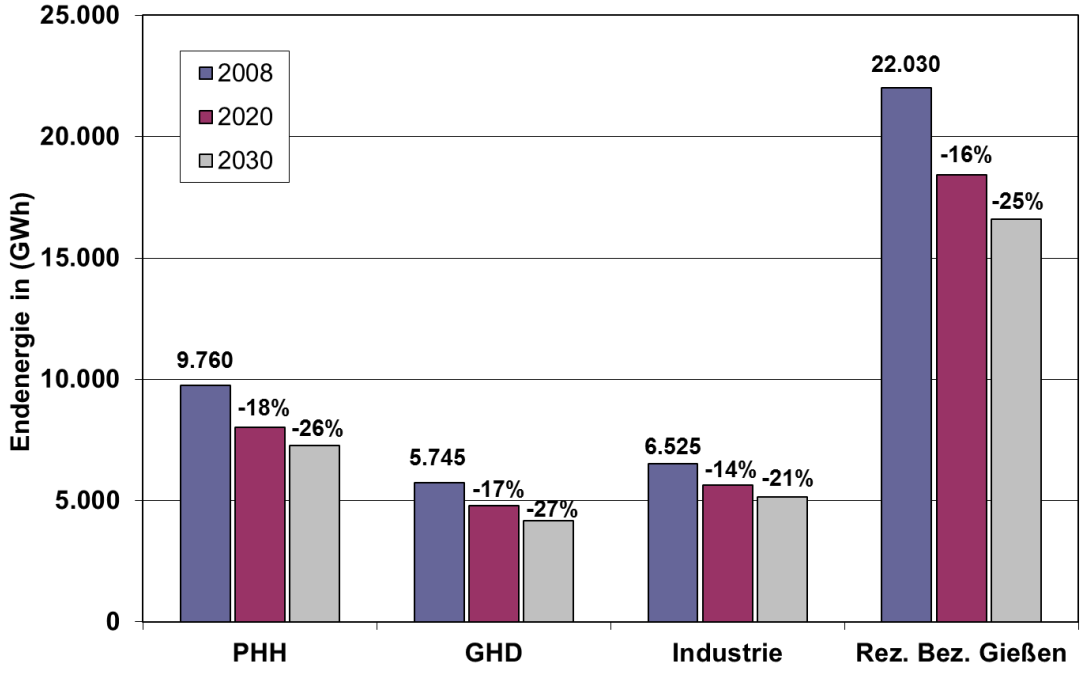


Abbildung 8-2: Prognose des Endenergiebedarfs im Regierungsbezirk Gießen differenziert nach Sektoren

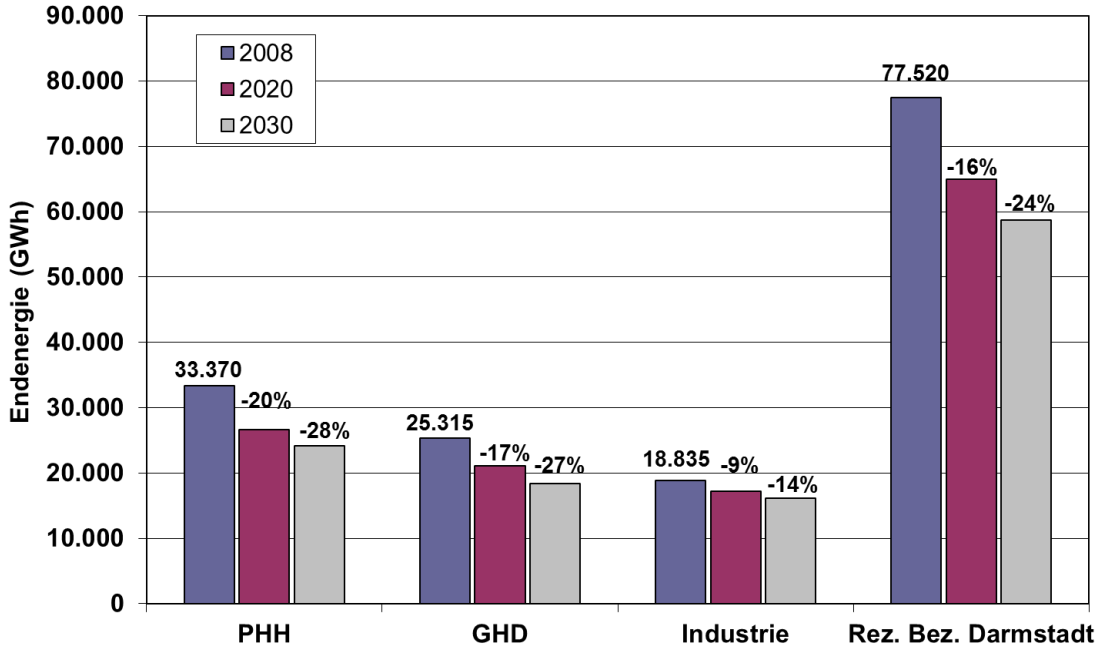


Abbildung 8-3: Prognose des Endenergiebedarfs im Regierungsbezirk Darmstadt differenziert nach Sektoren

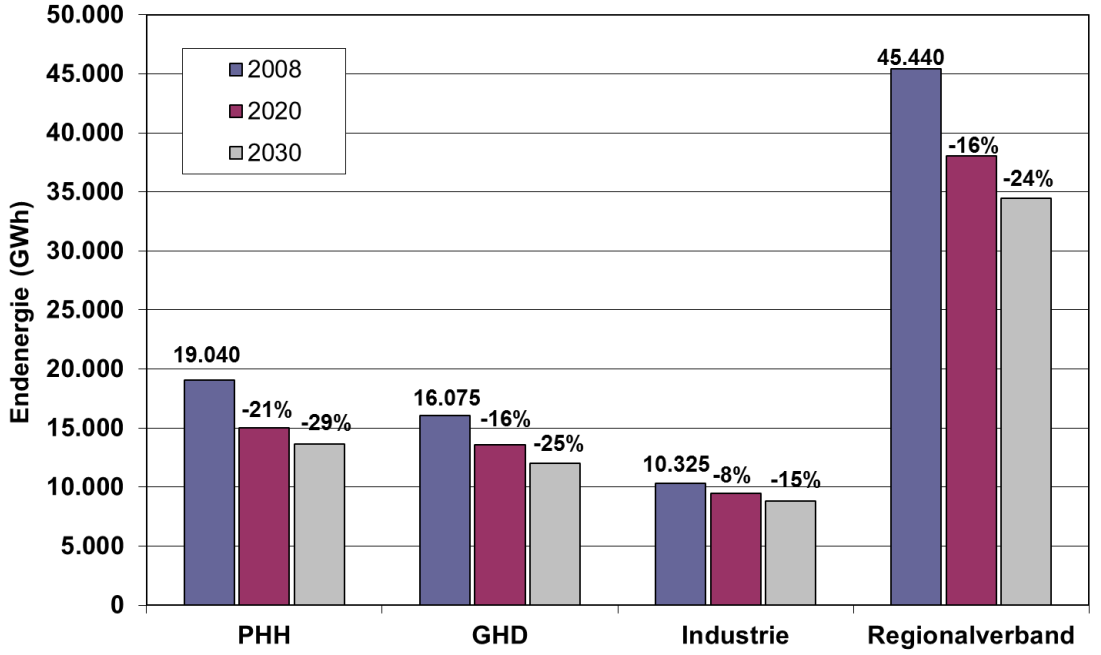


Abbildung 8-4: Prognose des Endenergiebedarfs im Regionalverband differenziert nach Sektoren

8.3 Technisches Potenzial A – Flächenbedarf

Tabelle 8-14: Flächenbedarf der flächenrelevanten Biomasse im Technischen Potenzial nach Regierungsbezirken, Landkreisen und kreisfreien Städten

Region	KUP	Miscanthus	Energiepfl. (Mais)	Energiepfl. (GPS)	Wiesen- und Weidenschnitt	Gesamt
	Fläche [Hektar]					
Hessen	**10.930**	**5.550**	**32.800**	**21.900**	**36.993**	**108.173**
Stadt Kassel	10	10	30	20	32	102
Fulda	470	240	1.409	941	4.394	7.454
Hersfeld-Rotenburg	400	200	1.199	801	1.885	4.485
Landkreis Kassel	1.060	530	3.178	2.122	1.227	8.117
Schwalm-Eder-Kreis	1.450	730	4.377	2.923	2.108	11.588
Waldeck-Frankenberg	680	340	2.039	1.361	3.548	7.968
Werra-Meißner-Kreis	660	330	1.979	1.321	1.687	5.977
Reg.-Bez. Kassel	**4.730**	**2.380**	**14.211**	**9.489**	**14.881**	**45.691**
Gießen	600	300	1.799	1.201	1.487	5.387
Lahn-Dill-Kreis	230	120	690	460	1.833	3.333
Limburg-Weilburg	570	290	1.709	1.141	1.460	5.170
Marburg-Biedenkopf	830	420	2.488	1.662	2.646	8.046
Vogelsbergkreis	540	270	1.619	1.081	4.261	7.771
Reg.-Bez. Gießen	**2.770**	**1.400**	**8.305**	**5.545**	**11.687**	**29.707**
Darmstadt	30	20	90	60	46	246
Frankfurt/Main	80	40	240	160	69	589
Stadt Offenbach	10	10	30	20	19	89
Wiesbaden	90	50	270	180	145	735
Bergstraße	230	120	690	460	1.320	2.820
Darmstadt-Dieburg	430	220	1.289	861	769	3.569
Groß-Gerau	310	160	929	621	390	2.410
Hochtaunuskreis	190	100	570	380	587	1.827
Main-Kinzig-Kreis	380	190	1.139	761	2.774	5.244
Main-Taunus-Kreis	140	70	420	280	236	1.146
Odenwaldkreis	90	50	270	180	1.226	1.816
Landkreis Offenbach	110	60	330	220	363	1.083
Rheingau-Taunus-Kreis	330	170	989	661	656	2.806
Wetteraukreis	1.010	510	3.028	2.022	1.825	8.395
Reg.-Bez. Darmstadt	**3.430**	**1.770**	**10.284**	**6.866**	**10.425**	**32.775**
davon Regionalverband	**1.434**	**736**	**4.298**	**2.870**	**2.251**	**11.589**

* Wärme und Stromerzeugung

8.4 Ergebnisse Szenario „Basisvariante 2020“ für die Regionen

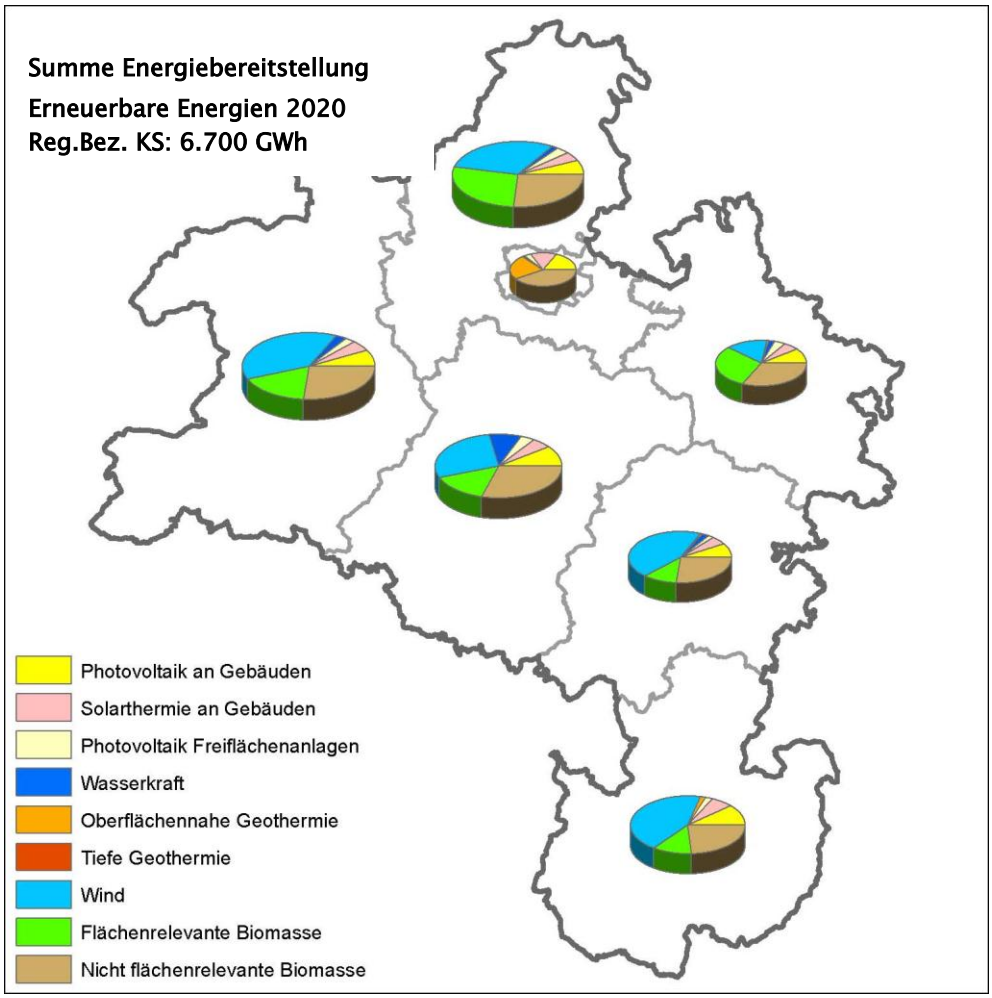


Abbildung 8-5: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Kassel – Szenario „Basisvariante 2020"

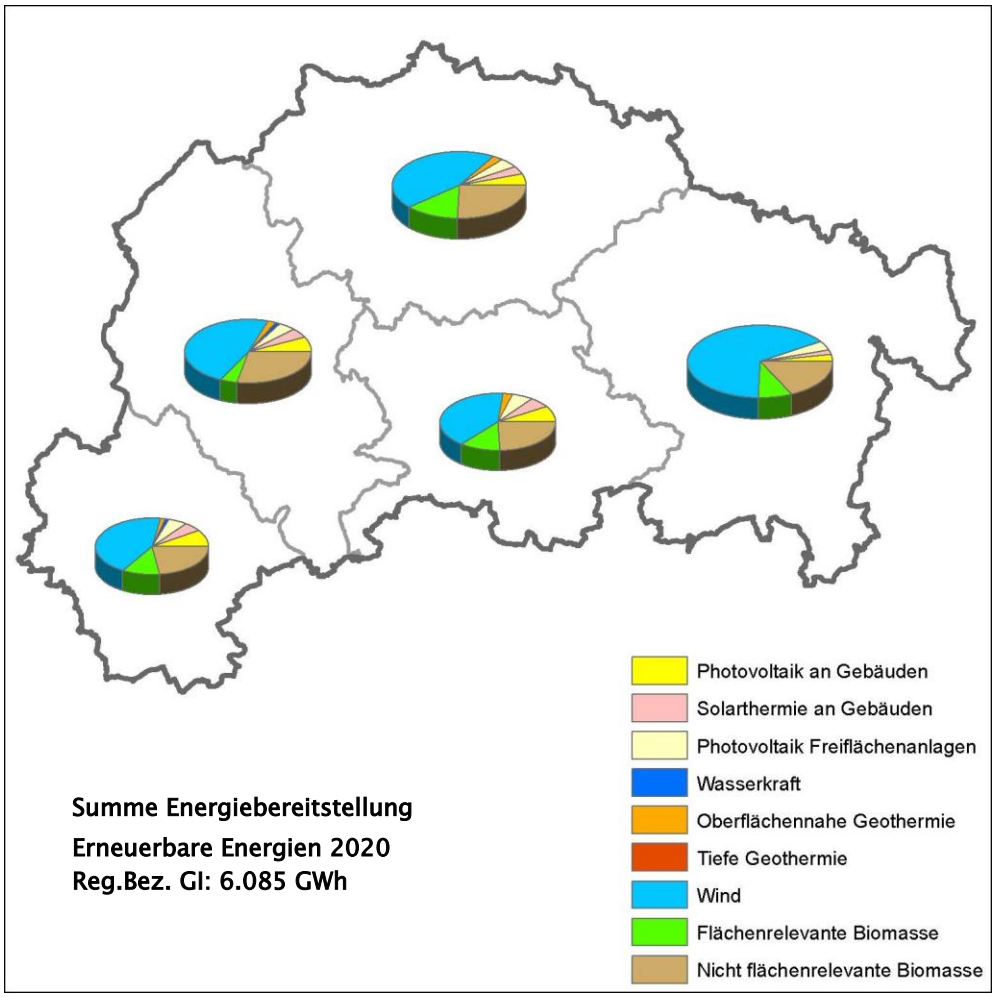


Abbildung 8-6: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Gießen – Szenario „Basisvariante 2020"

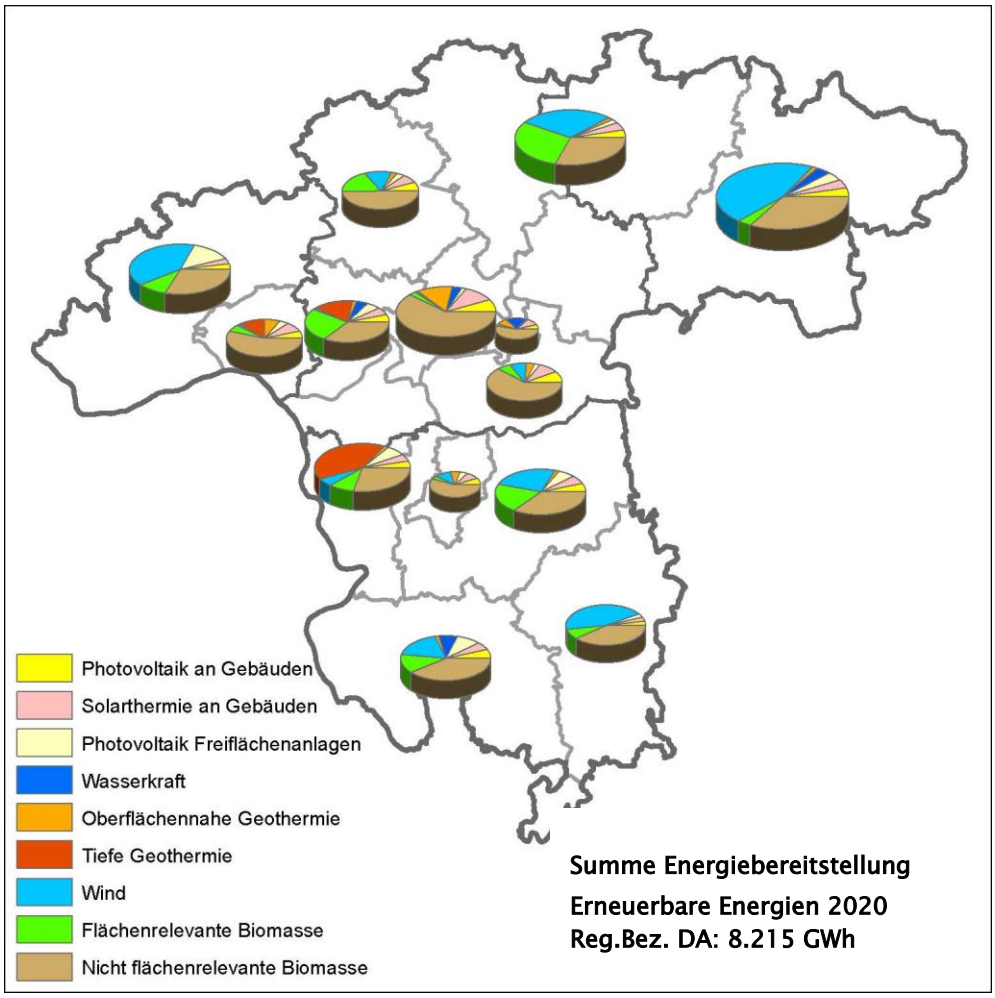


Abbildung 8-7: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Darmstadt – Szenario „Basisvariante 2020"

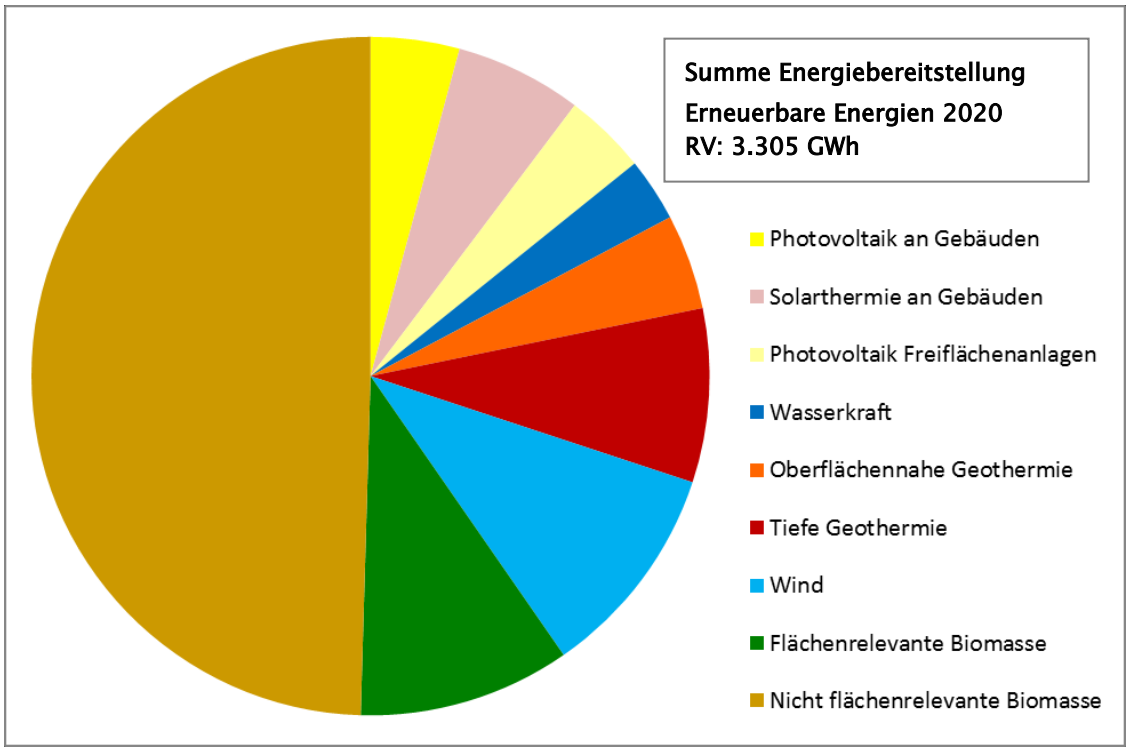


Abbildung 8-8: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regionalverband – Szenario „Basisvariante 2020"

8.5 Ergebnisse Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

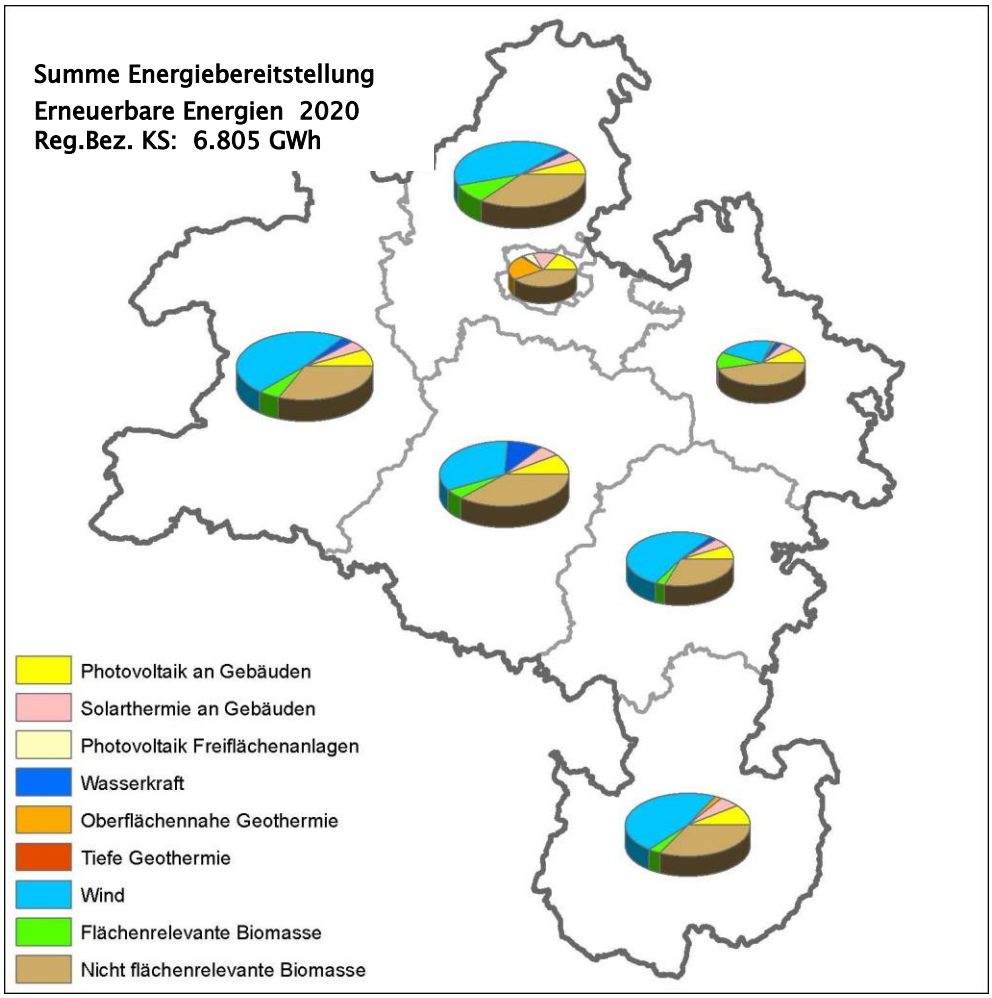


Abbildung 8-9: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Kassel – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

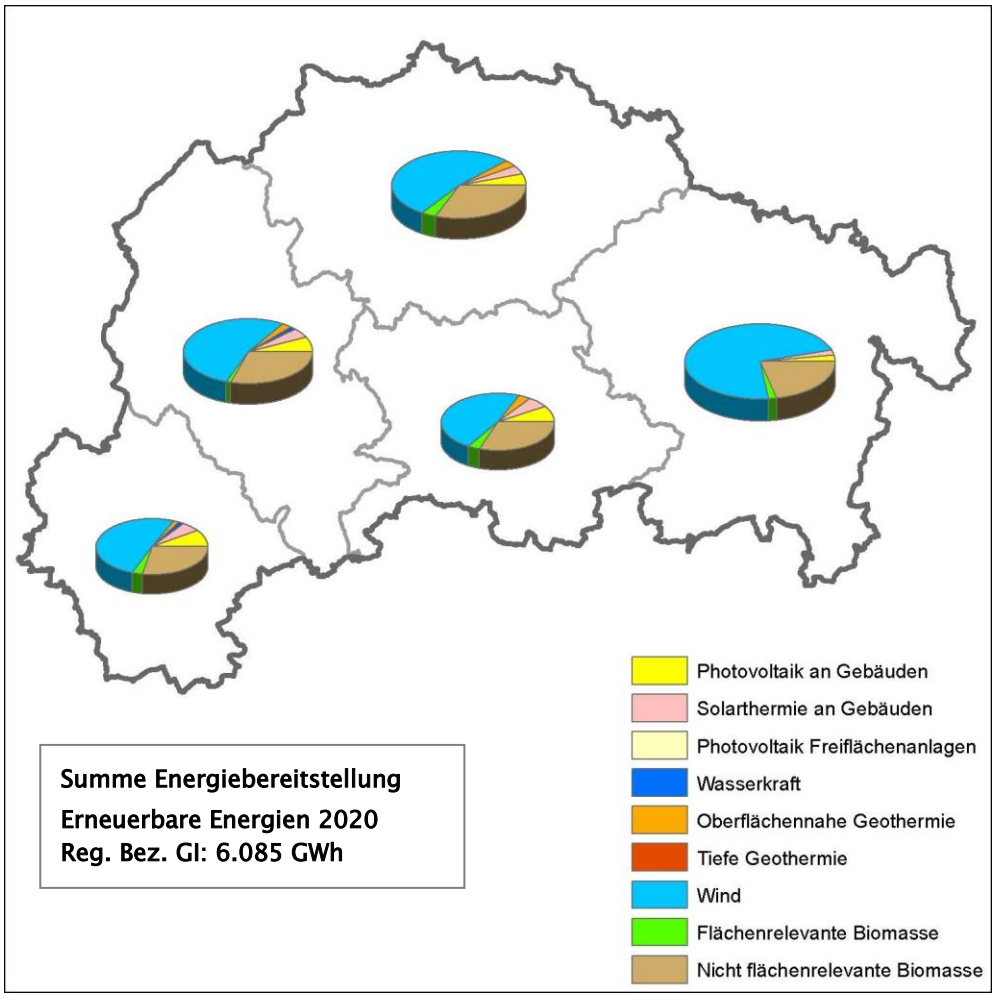


Abbildung 8-10: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Gießen – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

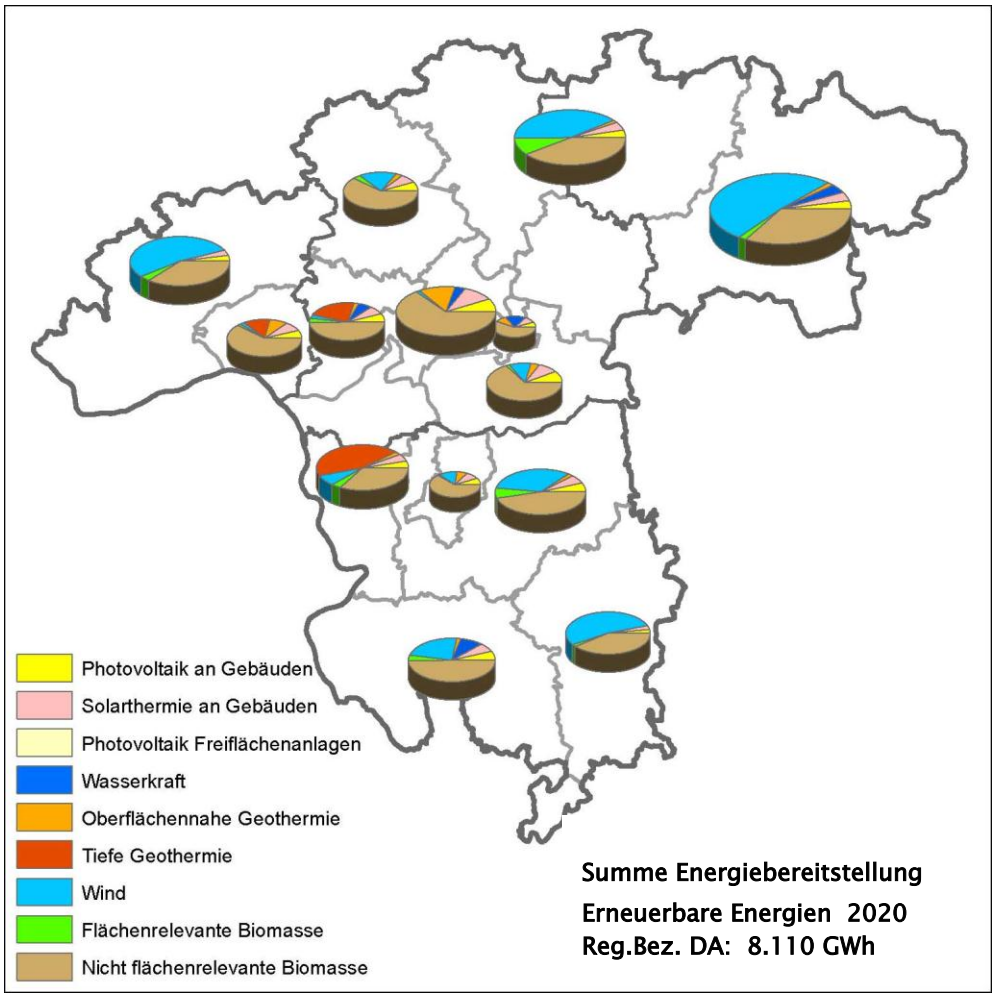


Abbildung 8-11: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regierungsbezirk Darmstadt – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

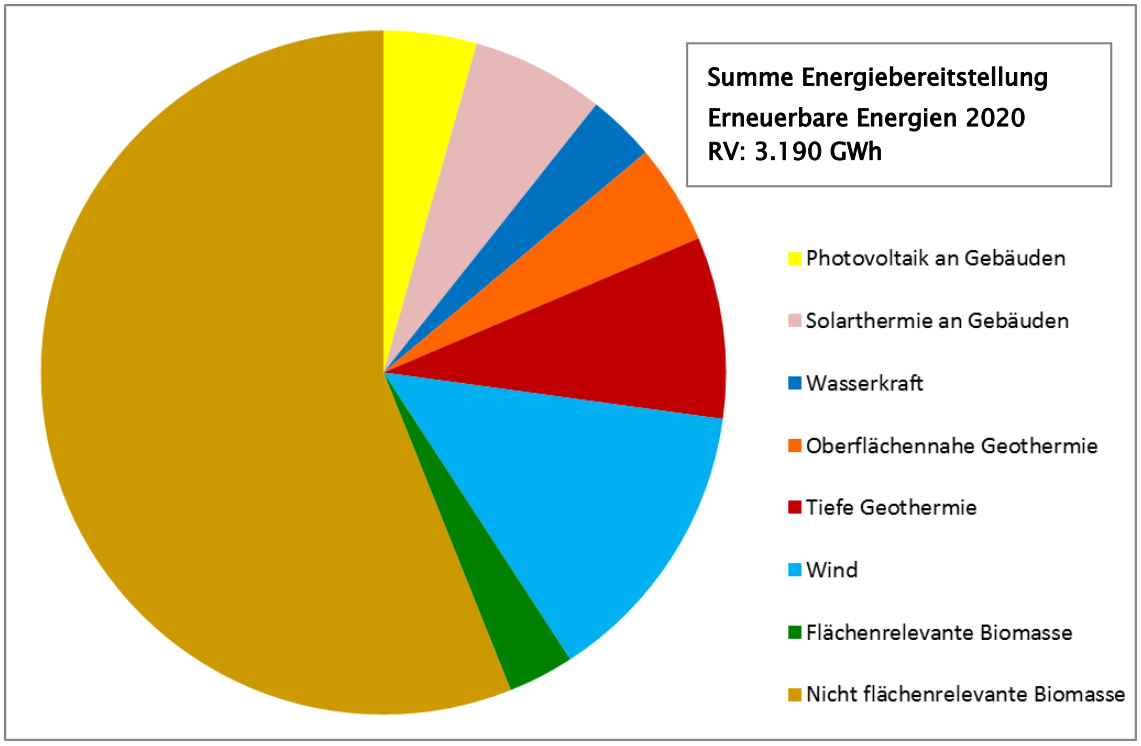


Abbildung 8-12: Energiebereitstellung durch Erneuerbare Energien 2020 im Regionalverband – Szenario „Geringste Flächeninanspruchnahme"

8.6 Windenergie in Waldgebieten

Waldstandorte bilden für die Nutzung von Windenergie ein bislang wenig ausgeschöpftes Potenzial. In den vergangenen Jahren hat der Druck auf Waldflächen in dieser Hinsicht deutlich zugenommen (HAHNE et al. 2009). Maßgeblich sind dafür 2 Faktoren: zum Einen die technische Weiterentwicklung von WEA mit Nabenhöhen, die eine Rotoren-Drehung oberhalb der Baumwipfel erlaubt und zum Anderen die Tatsache, dass in vielen Regionen die geeigneten Flächen außerhalb des Waldes bereits erschlossen oder für eine Erschließung vorgesehen sind.

Planung und Bau von WEA führen regelmäßig zu Konflikten mit Belangen des Natur- und Landschaftsschutzes. Die Auswirkungen auf Naturhaushalt und Landschaftsbild in Waldgebieten sind nach bau-, anlage- und betriebsbedingten Besonderheiten jedes WEA-Typs zu unterscheiden.

Baubedingte Auswirkungen können sich vor allem durch auftretende Lärmemissionen und Flächenbedarf für Baustelleneinrichtung und Transportwege ergeben. Zu den anlagebedingten Auswirkungen gehört neben den Veränderungen des Landschaftsbildes die bleibende Flächeninanspruchnahme, die mit 0,25 ha bis ca. 1,0 ha pro Anlage incl. evtl. erforderlichen Ausbaus der Zuwegung angegeben wird [MKULNV 2012]. Betriebsbedingt sind in erster Linie Auswirkungen auf Vogel- und Fledermauspopulationen zu besorgen: Kollisionen fliegender Tiere mit den WEA (z.B. Rotoren, Mast), die Störung von Brut- und Raststätten sowie Zugbahnen (z.B. auch durch Befeuerung) sowie die Beeinträchtigung oder der Verlust von Habitaten sind möglich. Auch bedeutende Schutzfunktionen des Waldes können beeinträchtigt werden, insbesondere die gem. § 12 BWaldG zum Schutzwald erklärten Flächen.

Auf Grund der hier nur angerissenen Problematik kommen aus Sicht des Naturschutzes für Windenergienutzung im Wald im Regelfall nur intensiv genutzte Wälder mit geringer Bedeutung als Lebensraum wildlebender Pflanzen und Tiere in Frage, insbesondere sind dies laut BfN [2011] Fichten- und Kiefernforste. Auszuschließen sind nach der gleichen Quelle alle strengen Naturschutzkategorien (Natura 2000-Gebiete, Naturschutzgebiete, Nationalparke, Nationale Naturmonumente, Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten) sowie alle Flächen mit besonderen Werten und Funktionen (z.B. naturnahe Wälder, Horstschutzzonen, Waldränder).

Umsetzung in den Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten Hessen

Für die Gutachten erfolgt eine Differenzierung der Schutzkategorien und Flächen mit besonderen Werten und Funktionen in:

- Ausschlussgebiete: Errichtung von WEA ist mit den Schutz- und Erhaltungszielen der Flächen unvereinbar (vgl. BFN 2011, HMWVL & HMUELV 2010), Flächen werden deshalb bereits von der Ermittlung des technischen Potenzials ausgeschlossen.
- Gebiete mit hohem Konfliktpotenzial: durch den Bau von WEA werden die Schutz- und Erhaltungsziele regelmäßig erheblich beeinträchtigt.
- Gebiete mit mittlerem Konfliktpotenzial: im Gutachtenzusammenhang wurden aus Gründen der mangelnden Datenverfügbarkeit Teilflächen mit unterschiedlicher Fachbedeutung zusammengefasst. Vorsorgeorientiert ist davon auszugehen, dass durch den Bau von WEA die Schutz- und Erhaltungsziele erheblich beeinträchtigt werden können.
- Gebiete mit geringem Konfliktpotenzial (Gunstkriterium): im Regelfall sind keine erheblichen Beeinträchtigungen durch WEA zu erwarten.

In nachfolgender Tabelle werden die entsprechenden Flächenkategorien benannt, ähnliche Einstufungen unterschiedlicher Waldgebiete hinsichtlich ihrer Eignung für WEA werden inzwischen auch von anderen Bundesländern bzw. Regionen vorgenommen (z.B. Mecklenburg-Vorpommern, Regionale Planungsgemeinschaft Uckermark, NRW).

Tabelle 8-15: Kriterien zu Windenergie in Waldgebieten

Gebietskategorie	Begründung/Bemerkung
Ausschluss (techn. Potenzial)	
Schutzwald, Bannwald	Erosionsschutz, Schutz gegen schädliche Umwelteinwirkungen, Naturschutz
Nationalpark, Naturschutzgebiet, Kernzone Biosphärenreservat	Naturschutz, Landschaftsbild
hohes Konfliktpotenzial	
Natura-2000-Gebiet, Naturwaldreservat	Naturschutz
Naturnaher Wald, historische Waldnutzungsformen (Mittel- und Niederwald), mäßig beeinflusste (anthropogene) Laubwälder *	Naturschutz, Landschaftsbild
mittleres Konfliktpotenzial	
Laubwaldgebiet	Naturschutz, Landschaftsbild
Erholungswald nach Wald-/Forstrecht	Landschaftsbild, Erholungsvorsorge
Gunstkriterien	
Waldgebiet mit hohem Anteil naturferner Forsten, insbes. Nadelholzbestände*	Vorbelastung

* Quelle: [Furche 2010]; im Gutachten datentechnisch nicht darstellbar und nicht berücksichtigt

Die Ausschlussgebiete bleiben bereits bei der Ermittlung des Technischen Potenziales außen vor, die Gebiete mit hohem Konfliktpotenzial werden im Rahmen der Bearbeitung der Ausbauvarianten un der Suchraum-Ermittlung berücksichtigt. Zu der von FURCHE [2010] vorgeschlagenen Unterscheidung zwischen mäßig beeinflussten Laubwäldern (hohes Konfliktpotenzial) und naturfernen Forsten (Gunstraum) wird mangels GIS-fähiger Daten zu diesen Waldqualitäten eine Vereinfachung dergestalt vorgenommen, dass die datenmäßig erfassten Laubwaldbestände von der Suchraumkulisse 1. Priorität ausgeschlossen werden, d.h. für die Suchräume 1. Priorität werden nur Nadel- und Mischwaldflächen berücksichtigt. In den Suchräumen 2. Priorität sind auch die potenziell naturnäheren Laubwaldflächen enthalten mit der Konsequenz, dass hier im Zuge der regionalplanerischen Ausweisung von Vorrangflächen ein erhöhter Prüfbedarf zur Flächeneignung besteht. Weitergehende Differenzierungen, etwa die Identifizierung sonstiger naturferner Bestände mit Eignung für WEA (z.B. naturferne Pappelforsten) können mangels landesweiter qualifizierter Daten – die Daten der FENA wurden dies-

bezüglich mehrfach geprüft – nur einzelfallbezogen auf regionaler oder lokaler Ebene erfolgen.

Für die naturfernen Forsten wird davon ausgegangen, dass hier in der Regel eine geringe Empfindlichkeit des Landschaftsbildes besteht und gleichzeitig auch Wertigkeit und Empfindlichkeit von Brutvogel- und Fledermauspopulationen so niedrig sind, dass kein erhebliches Konfliktpotenzial resultiert.

8.7 Auswertung der Fauna-Gutachten im Hinblick auf WEA-Konfliktbereiche

WEA können durch Kollision und Meidungsverhalten insbesondere von Vögeln und Fledermäusen erhebliche Beeinträchtigungen der Fauna bewirken – mittlerweile liegen hierzu zahlreiche Daten und Untersuchungen vor, auch für das Bundesland Hessen (u.a. von der VSW – Staatliche Vogelschutzwarte für Hessen, Rheinland-Pfalz und Saarland). Die Konfliktvermeidung steht im Mittelpunkt zahlreicher rechtlicher Vorgaben, als wichtigste sind hier zu nennen die europarechtlichen Regelungen zum Schutz des Netzes „Natura 2000“, die Vorgaben zum Artenschutzrecht gem. §§ 44 ff BNatSchG, die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung (§§ 13 ff BNatSchG) sowie das Gesetz zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG).

Ziel im Rahmen der Erarbeitung von Regionalen Energiekonzepten in Hessen ist es deshalb, möglichst frühzeitig im landesweiten Betrachtungsmaßstab vergleichsweise **konfliktträchtige Bereiche** zu identifizieren und planerisch entsprechend zu berücksichtigen. Datengrundlage bilden die im Auftrag des HMWVL erstellten Gutachten zur Vogel- und zur Fledermausfauna in Hessen. Aus den in den Gutachten dargestellten Räumen mit unterschiedlich hohem Konfliktpotenzial werden die Flächen herausgefiltert, die aus naturschutzfachlicher Sicht besonders problematisch und entsprechend zu behandeln sind.

Gemäß Ergebnis der Abstimmung mit dem HMWVL und den Regionen in Hessen am 14.11.2011 stellen Bereiche mit sehr hohem und hohem artspezifischem Konfliktpotenzial grundsätzlich keine Ausschlussflächen für die Ermittlung des Technischen Potenziales dar. Sie sollen vielmehr in der gestuften räumlichen Bewertung als vergleichsweise hoch konfliktträchtige Bereiche bei der Ermittlung von Suchräumen, in denen eine Windenergieanlagenerrichtung voraussichtlich nur mit hohen Naturschutzauflagen und Einschränkungen realisierbar wäre, Berücksichtigung finden. Damit soll der frühzeitige vorsorgliche Ausschluss von Flächen vermieden werden, auf denen – im Einzelfall unter gewissen Einschränkungen – noch Möglichkeiten zur Errichtung von WEA bestehen könnten. Hierzu erforderliche Einschränkungen können sein:

- Begrenzung der Anlagenanzahl und -größe,
- Vorgabe zu Betriebszeitenregelungen,
- Vorgabe von Maßnahmen zu Vermeidung/Minimierung von Beeinträchtigungen: Feinjustierung der Standortwahl, vorgezogene Maßnahmen zur Stabilisierung von Tierpopulationen (CEF-Maßnahmen).

1. Avifauna

Im Rahmen des Gutachtens „Abgrenzung relevanter Räume für windkraftempfindliche Vogelarten in Hessen“ [Planungsgruppe 2012] ist eine flächendeckende Bewertung in 2 Arbeitsschritten vorgenommen worden:

1. **Artspezifische Abgrenzung von Räumen mit sehr hohem Konfliktpotenzial**
   Bei der Auswahl der relevanten Arten werden hierbei u.a. berücksichtigt: Empfindlichkeit gegenüber WEA, Verbreitungsmuster und Dichte bzw. Häufigkeit des Vorkommens. Ein sehr hohes Konfliktpotenzial zeigen hierbei Räume, in denen Arten mit hoher Kollisions- oder Störungsempfindlichkeit vorkommen, die zugleich entweder ein Schwerpunktvorkommen oder Dichtezentrum oder seltene bis extrem seltene Vorkommen aufweisen. Entsprechende Räume lassen sich im landesweiten Betrachtungsmaßstab im Regelfall gut abgrenzen. Zur Abgrenzung der Räume sind die Vorkommen von 15 Brutvogelarten mit vergleichsweise hoher artspezifischer Empfindlichkeit herangezogen worden, z.B. Baumfalke, Bekassine, Fischadler, Graugans, Graureiher, Großer Brachvogel, Kiebitz, Kormoran, Rotmilan, Schwarzmilan, Schwarzstorch, Uferschnepfe, Uhu, Wachtelkönig und Weißstorch. Die Größe der berücksichtigten Pufferzone liegt je nach Verbreitungsmuster (Funktionsraum oder Einzelvorkommen) und Art zwischen 500 m und 3.000 m. Für die meisten als Einzelvorkommen und Kolonien erfassten Arten wird von einem Puffer von 1.000 m ausgegangen, Funktionsräume werden mit einem Puffer von 500 m berücksichtigt. Eine besondere Stellung nimmt aufgrund seiner Einzigartigkeit in Hessen der Fischadler ein, dessen Vorkommen mit 3.000 m Puffer als sehr hoch konfliktträchtig eingestuft werden. Weiterhin werden 59 Rastvogelgebiete mit sehr hohem artspezifischem Konfliktpotenzial in die die höchste Bewertungsstufe einbezogen.

2. **Flächendeckende Abgrenzung von Räumen mit geringem bis hohem Konfliktpotenzial**
   Um flächendeckende Aussagen mit dem Ziel der Anwendung in Landes- und Regionalplanung zu treffen, ist im Rahmen des avifaunistischen Gutachtens eine eigene Methodik entwickelt worden. Dabei wird die gesamte Landesfläche unter summarischer Betrachtung aller gegenüber WEA empfindlichen Vogelarten überschlägig betrachtet und systematisch in 3 Kategorien eingeteilt/ abgegrenzt: Bereiche mit hohem, mittlerem und geringem Konfliktpotenzial. Räumlicher Bezug sind dabei die jeweils rd. 33 km² umfassenden Messtischblatt (MTB)-Quadranten. Inhaltlich werden bei den Brutvögeln die Kriterien Empfindlichkeit und Häufigkeit der Arten benutzt, bei Rastvogelgebieten ebenfalls die Empfindlichkeit der auftretenden Arten sowie Größe und Flächenanteil der Gebiete, bezogen auf den MTB-Quadranten.

Anhand der 2 skizzierten unterschiedlichen Arbeitsschritte wird das Erfordernis einer differenzierten Sicht der Aussagekraft der jeweiligen Ergebnisse deutlich. So weisen die Autoren des Gutachtens darauf hin, dass die in Arbeitsschritt 2 „*vorgelegten Ergebnisse als fachlicher Hinweis auf das voraussichtliche Konfliktpotenzial… zu verstehen sind. Sie dienen in dieser Form somit der gestuften Bewertung der gesamten Landesfläche auf Ebene der Landes- bzw. raumordnerischen Planung… Hierdurch kann jedoch eine konkrete Einzelfallprüfung nicht ersetzt werden.*“ [Planungsgruppe 2012]

Für die Ermittlung des technischen Potenzials blieben gem. den im begleitenden Projektarbeitskreis getroffenen Entscheidungen artspezifische Konfliktpotenziale unberücksichtigt, es wurde kein genereller Ausschluss von Flächen mit avifaunistisch sehr hoch oder hoch konfliktträchtigen Flächen vorgenommen. Im Rahmen der Bearbeitung und der Suchraum-Ermittlung führt allerdings die Kategorie „sehr hohes Konfliktpotenzial“ gem. Pkt. 1 oben zum Ausschluss der betreffenden Flächen aus der Suchraumkulisse (Konfliktkriterium). Der Ausschluss dieser konfliktträchtigsten Bewertungsstufe aus der Suchraumkulisse ist ohne weitere Ausnahmeregelung gerechtfertigt, da es sich hier um anhand nachgewiesener Vorkommen konkret abgegrenzte Lebensräume WEA-empfindlicher Vogelarten handelt.

Anders verhält es sich mit der auf Basis der MTB-Quadranten vorgenommenen Bewertung (Grundlage für die Einstufung „hohes Konfliktpotenzial“). Das Avifauna-Gutachten enthält im Anhang die Bestandsdaten pro MTB-Quadrant. Zusammen mit den Angaben zu Lebensraumansprüchen der Arten bilden diese Informationen die Grundlage für die weitere Konkretisierung konfliktträchtiger Räume im Rahmen der Regionalplanung. Das relativ grobe Raster (ca. 5,8 km x 5,8 km = 33 km²) lässt offen, dass einzelfallbezogen kleinräumig auch von dem für den Quadranten angegebenen Konfliktpotenzial abweichende Einstufungen getroffen werden können.

Ein vorsorglicher Ausschluss aller MTB-Quadranten mit hohem Konfliktpotenzial, die immerhin 32% der Landesfläche ausmachen, wäre deshalb unangemessen. Vor diesem Hintergrund werden neben den gering und mittel konfliktträchtigen Flächen auch die Bereiche mit hohem Konfliktpotenzial nicht von der Ermittlung des technischen Potenzials und der Szenarien-Bearbeitung ausgeschlossen. Hierfür spricht auch der Sachverhalt, dass selbst EU-Vogelschutzgebiete nicht grundsätzlich für die Anlage von WEA tabu sind [vgl. HMWVL und HMUELV 2010, NABU-Hessen 2010]. Im Rahmen der regionalplanerischen Abwägung werden hier allerdings artenschutzrechtliche Einzelfallbetrachtungen erforderlich (s. „Berücksichtigung des Artenschutzes auf Ebene der Regionalplanung“ am Schluss dieses Textes).

Nachfolgende tabellarische Darstellung fasst aus den Ergebnissen des avifaunistischen Gutachtens die fachlichen Hinweise der Gutachter mit Relevanz für die Regionalen Energiekonzepte in Hessen zusammen:

Tabelle 8-16: Empfehlungen zur Berücksichtigung avifaunistischer Konfliktpotenziale bei der Identifizierung von Suchräumen für Windenergie

Quelle: [Planungsgruppe 2012]

Bewertung lt. Gutachten „Abgrenzung relevanter Räume für windkraftempfindliche Vogelarten in Hessen [Planungsgruppe 2012]	**Empfehlungen zur Identifizierung von Suchräumen für Windenergie für die Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten**
Bereiche mit sehr hohem artbezogenem Konfliktpotenzial, 17,3% der Landesfläche, incl. artspezifischer Pufferzonen	Konfliktbereich führt zum Ausschluss aus der Suchraumkulisse
Bereiche mit hohem Konfliktpotenzial, 32,2% der Landesflächen	i.d.R. Einzelfallbetrachtung im Rahmen der Regionalplanung erforderlich
Bereiche mit mittlerem Konfliktpotenzial, 24,8% der Landesfläche	ggf. Einzelfallbetrachtung im Rahmen der Regionalplanung erforderlich
Bereiche mit geringem Konfliktpotenzial, 25,7% der Landesfläche	ggf. Einzelfallbetrachtung im Rahmen der Regionalplanung erforderlich

Die Betrachtung der Bereiche mit geringem Konfliktpotenzial als Gunstkriterium hat im Rahmen der Suchraum-Ermittlung gezeigt, dass diese Flächen größtenteils in Siedlungsgebieten und ihrem direkten Umfeld (Pufferzonen) liegen, die von der Errichtung von WEA ohnehin ausgeschlossen sind. Auf die Anwendung als Gunstkriterium wurde deshalb im Verlauf der weiteren Bearbeitung der Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten verzichtet.

2. Fledermäuse

In dem „Gutachten zur landesweiten Bewertung des hessischen Planungsraumes im Hinblick auf gegenüber Windenergienutzung empfindliche Fledermausarten“ (IfTN 2012) wird ein Bewertungssystem für die Ermittlung eines flächendeckenden gestuften Konfliktpotenzials entwickelt und für das Bundesland Hessen angewandt. Nach der Bewertungsmatrix ist das Konfliktpotenzial umso größer, je höher die artspezifische Empfindlichkeit gegenüber WEA ist und je bedeutsamer das Vorkommen ist.

Im Ergebnis werden die im hohen Luftraum ziehenden und jagenden Langstreckenwanderer bei individuenreichen Vorkommen mit einem sehr hohen Konfliktpotenzial (Wochenstuben, Winterquartiere) und die sonstigen Verbreitungsformen mit einem hohem Konfliktpotenzial eingestuft (IfTN 2012, Tab. 3). Zu dieser Gruppe zählen (mit Angabe der Flughöhen):

- Zweifarbfledermaus (10 - >40 m),

- Großer Abendsegler (über den Baumkronen bis max. 500 m Höhe),
- Kleiner Abendsegler (bis 100 m),
- Rauhautfledermaus (4-20 m, während des Zuges >40 m).

Mittelstreckenwanderer jagen meist in geringen Höhen (bis 40 m, Baumkronenhöhe), sie sind zur Zeit der z.T. großräumigen Transfer- und Erkundungsflüge kollisionsgefährdet. Sie weisen im Bereich ihrer Wochenstuben und Winterquartiere ein mittleres Konfliktpotenzial auf. Zu den Mittelstreckenwanderern zählen (mit Angabe der Jagdflughöhen):

- Großes Mausohr (0 – 15 m),
- Breitflügelfledermaus (Jagd- u. Wanderflug 3 – 40, 70 – 80 m),
- Große Bartfledermaus (1 – 15 m),
- Zwergfledermaus (bis Baumkronenhöhe),
- Mopsfledermaus (bis Baumkronenhöhe),
- Wasserfledermaus (direkt über dem Wasser bis 5 m),
- Teichfledermaus (direkt über dem Wasser, auch höher),
- Nordfledermaus (bis > 50 m),
- Mückenfledermaus (Wanderverhalten unbekannt, wird bei Konfliktpotenzialabschätzung als Mittelstreckenwanderer behandelt).

Bei Kurzstreckenwanderern, z.B. Braunem- / Grauem Langohr, Fransenfledermaus oder Kleiner Bartfledermaus besteht sowohl im Bereich ihrer Winterquartiere als auch ihrer Wochenstuben ein geringes Konfliktpotenzial.

Die Ergebnisse der flächendeckenden Bewertung sind auf Basis der MTB-Quadranten kartografisch dargestellt. Es werden 4 Stufen des Konfliktpotenziales unterschieden (sehr hoch, hoch, mittel, gering), wobei für 140 Quadranten (18,4% der Landesfläche) mangels Daten keine Einstufung vorgenommen werden kann. Weiterhin werden Handlungsempfehlungen zu Vermeidungsmaßnahmen gegeben, die ebenfalls zur Ableitung von Vorgaben für Regionale Energiekonzepte in Hessen herangezogen werden, s. untenstehende Tabelle.

Analog zum Umgang mit den avifaunistisch sehr hoch konfliktträchtigen Bereichen werden die Bereiche mit sehr hohem Konfliktpotenzial für Fledermäuse im Rahmen der Bearbeitung der Ausbauvarianten / Suchraum-Ermittlung berücksichtigt.

Für die Ermittlung des technischen Potenzials wurde gem. den im begleitenden Projektarbeitskreis getroffenen Entscheidungen kein Ausschluss von sehr hoch oder hoch konfliktträchtigen Flächen vorgenommen.

Die Bearbeiter des zum LEP Hessen erstellten Fledermausgutachtens geben zur höchsten dort dargestellten Konfliktpotenzialstufe folgende Einschätzung: *„Mit dem Konfliktpotenzial „sehr hoch" werden solche Vorkommen definiert, an denen hochempfindliche Arten in großen Dichten zu erwarten sind. Hier ist wahrscheinlich, dass auch die immissionsschutzrechtliche Einzelfallbetrachtung eine WEA-Nutzung nur unter unverhältnismäßig hohen Naturschutzauflagen für zulässig erklärt"* [IfTN 2012]. Dies betrifft die Bereiche von Winterqartieren und Wochenstuben von Langstreckenwanderern, die mit sehr hohen Individuendichten Jagd- und Transferflüge in größerer Höhe im offenen Luftraum vornehmen. Diese Arten sind in geringerem Maße an Einzelstrukturen der Erdoberfläche gebunden als die tieferfliegenden Mittel- und Kurzstreckenwanderer. „*Dabei bewegen sich die Individuen hochdynamisch im Landschaftsraum… während der nächtlichen Jagdflüge werden Flächen mit einer Ausdehnung von mehreren Quadratkilometern beflogen"* [IfTN 2012]. Die genauen Flugrouten können deshalb nicht exakt abgegrenzt werden, weshalb diese Bereiche mit sehr hohem Konfliktpotenzial nicht als Suchräume für WEA-Flächen in Betracht kommen.

Die Kategorie „sehr hohes Konfliktpotenzial" (8,3% der Landesfläche) führt deshalb im Rahmen der Suchraum-Ermittlung zum Ausschluss der so klassifizierten Quadranten aus der Suchraumkulisse (Konfliktkriterium).

Anders verhält es sich bei den Quadranten mit hohem Konfliktpotenzial: hier sind Vorkommen von Langstreckenwanderern mit geringen Individuendichten und größerer Flughöhe sowie Mittelstreckenwanderer mit sehr hohen Individuendichten, aber geringerer Flughöhe bestimmend für die Einstufung. Bei einzelfallbezogener kleinräumiger Betrachtung ist hier eine von der generellen Einstufung der Quadranten abweichende Bewertung des Konfliktpotenziales möglich. Die Flächen werden deshalb im Rahmen der Bearbeitung der Ausbauvarianten / Suchraum-Ermittlung nicht generell aus der Suchraumkulisse ausgeschlossen.

Für die Kategorien mittleres und geringes Konfliktpotenzial wird davon ausgegangen, dass artenschutzrechliche Belange im Regelfall nicht erheblich betroffen werden, bzw. Beeinträchtigungen durch Maßnahmen wie z.B. Standortoptimierung zum Schutz der Quartierbäume vermieden werden können. Nach den Ergebnissen des BMU-Forschungsvorhabens „Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen" (Brinkmann et al. 2010) können fledermausfreundliche Betriebs- bzw. Abschaltalgorithmen zu einer wesentlichen Reduzierung von Schlagopfern führen. Die Wirtschaftlichkeit des Anlagenbetriebes wird hierdurch nur wenig beeinträchtigt. Je größer die Windhöffigkeit

eines Standortes, desto eher können die zu erwartenden Ertragsverluste durch Abschaltzeiten in einer Größenordnung von 1% verkraftet werden (Brinkmann et al. 2010).

Tabelle 8-17: Empfehlungen zur Berücksichtigung fledermausbezogner Konfliktpotenziale bei der Identifizierung von Suchräumen für Windenergie

Quelle: [IfTN 2012]

Bewertung / Handlungsempfehlungen lt. „Gutachten zur landesweiten Bewertung des hessischen Planungsraumes im Hinblick auf gegenüber Windenergienutzung empfindliche Fledermausarten“ [IfTN 2012]	**Empfehlungen zur Identifizierung von Suchräumen für Windenergie für die Gutachten zu den Regionalen Energiekonzepten**
Bereiche mit sehr hohem Konfliktpotenzial 8,3% der Landesfläche	Konfliktbereich, führt zum Ausschluss aus der Suchraumkulisse
Bereiche mit hohem Konfliktpotenzial 33,4% der Landesfläche	i.d.R. Einzelfallbetrachtung im Rahmen der Regionalplanung erforderlich
Bereiche mit mittlerem Konfliktpotenzial 26,9% der Landesfläche	ggf. Einzelfallbetrachtung im Rahmen der Regionalplanung erforderlich
Bereiche mit geringem Konfliktpotenzial 13% der Landesfläche	ggf. Einzelfallbetrachtung im Rahmen der Regionalplanung erforderlich
Vermeidung der Inanspruchnahme von Waldflächen, insbesondere von alten Laub- und Laubmischwäldern (junge Nadelwaldflächen weniger kritisch)	-Flächendifferenzierung siehe Anhang 8.6 „Windenergie in Waldgebieten“
Mindestabstand zu stehenden Gewässern > 1,5 ha und Flussläufen von 1000 m	Konfliktbereich zzgl. Puffer von 500 m führt zum Ausschluss aus der Suchraumkulisse
Tabuzonen um Massenwinterquartiere und Wochenstuben kollisionsgefährdeter Arten mit Radius von 5 km	Einzelfallbetrachtung im Rahmen der Regionalplanung erforderlich
Einschränkungen der Betriebszeiten, temporäres Abschalten	Die Möglichkeiten zur Vermeidung von Konflikten nach dem „Stand der Technik“ werden berücksichtigt [vgl. Brinkmann et al. 2010]. So können im Einzelfall auch Flächen mit hohem oder mittlerem Konfliktpotenzial für die Identifizierung von Suchräumen herangezogen werden. Detaillierte Vorgaben zur Konfliktvermeidung sind im Rahmen des Zulassungsverfahrens zu treffen.
Kleinräumige Standortoptimierung	
Technische Maßnahmen an der Anlage zur Reduzierung des Kollisionsrisikos	

Der als Maßnahme zur Vermeidung von Beeinträchtigungen in dem Gutachten geforderte generelle Mindestabstand zu Gewässern von 1000 m wird für die Bearbeitung der Szenarien/ Suchraumermittlung modifiziert. 1000 m Mindestabstand stellen den Maximalfall dar und wären nach Niedersächsischer Landkreistag [2011] einzuhalten bei tatsächlichem Auftreten von:

- Fledermauswochenstuben oder Balzquartieren der Arten Großer und Kleiner Abendsegler, Zweifarbfledermaus, Rauhautfledermaus,
- Winterquartieren der Arten Großer und Kleiner Abendsegler,
- Zugkorridoren der Fledermäuse.

Flächen bis in 500 m Abstand zu den Gewässern werden bei der Suchraum-Ermittlung als Konfliktbereiche 1. Priorität behandelt. Der 500 m-Abstand ist im Regelfall ausreichend [vgl. auch Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein LANU 2008] und berücksichtigt die erforderliche Ungestörtheit von:

- wichtigen Fledermausjagdgebieten eingriffssensibler Arten der Offenlandschaft (Breitflügelfledermaus, Großer und Kleiner Abendsegler, Zweifarbfledermaus, Rauhautfledermaus, Großes Mausohr),
- wichtigen Fledermausjagdgebieten eingriffssensibler über dem Kronendach des Laubwaldes jagender Arten (Großer und Kleiner Abendsegler, Zweifarbfledermaus, Bechstein-, Mops- und Fransenfledermaus),
- intensiv genutzten Flugstraßen der eingriffssensiblen Arten Großer und Kleiner Abendsegler, Zweifarb- und Breitflügelfledermaus.

Ein über den 500 m-Puffer zu allen größeren Gewässern hinausgehender potenzieller Konfliktbereich bis in 1000 m Entfernung ist ggf. im Rahmen einer Einzelfallbetrachtung zu berücksichtigen.

Die Forderung nach Tabuzonen in einem 5 km-Radius zu Massenwinterquartieren und Wochenstuben kollisionsgefährdeter Arten geht ebenfalls von einem theoretischen Maximalfall aus. Tatsächlich dürfte der von WEA freizuhaltende Bereich wesentlich geringer sein bzw. sich beschränken auf die von den Tieren benutzten Flugkorridore im Umfeld der Quartiersstandorte. Von der Flächensuche für WEA ausgeschlossen werden sollte deshalb lediglich ein 1000 m-Radius (s.o., Abstand zu Gewässern), weiter entfernt liegende Flächen sind im Einzelfall daraufhin abzuprüfen, ob Beeinträchtigungen von Fledermaus-Populationen möglich sind.

Wegen unvollständiger Daten können die Massenquartiere und Wochenstuben bei der GIS-Bearbeitung für die Regionalen Energiekonzepte nicht berücksichtigt werden. Hier

wird deshalb eine einzelfallbezogene Betrachtung im Rahmen der Regionalplanung erforderlich.

3. Wildkatze

Die in Hessen sehr seltene und gegenüber Störungen hoch empfindliche Wildkatze nimmt unter dem Aspekt des Artenschutzrechtes eine besondere Stellung ein. Mit dem „Biotopverbund-Konzept für die Wildkatze in Hessen" [IfTN 2010] liegen aktuelle Aussagen zu den nachgewiesenen Populationsarealen der Art und zu Verbindungskorridoren zwischen den Arealen vor.

Als Populationsareale werden die großflächigen Waldlandschaften Taunus, Rothaargebirge, Nordosthessisches Bergland, Kellerwald, Burgwald, Schlitzerland, Kasseler Land und Habichtswald genannt. Hier wird davon ausgegangen, dass über die Einschränkungen für die Ausweisung von WEA-Gunsträumen in Wäldern gleichzeitig den Schutzerfordernissen der Wildkatze Rechnung getragen wird.

Im Hinblick auf die tatsächlichen und potenziellen Wanderkorridore der Art (prioritäre Hauptkorridore, Neben- und Entwicklungskorridore) wird die Empfindlichkeit wandernder Tiere gegenüber den – großräumig betrachtet – punktuell aufgestellten Windenergieanlagen eher gering eingeschätzt, so dass anlage- und betriebsbedingte Barrierewirkungen durch WEA Standorte im Regelfall nicht zu erwarten sind.

4. Hinweise zur Berücksichtigung des Artenschutzes auf Ebene der Regionalplanung

Um Konflikte mit dem Artenschutz frühzeitig zu vermeiden, sind die Artenschutzbelange bereits auf Ebene der Regionalplanung im Sinne einer überschlägigen Vorabschätzung einzelfallbezogen für jede beabsichtigte Vorrangflächen-Ausweisung zu berücksichtigen. Zum Vorgehen dieser „artenschutzrechtlichen Grobprüfung" werden folgende Hinweise gegeben (vgl. Wulfert et al. 2010):

Ermitteln der gebietsspezifisch relevanten Arten

Artenschutzrechtliche Relevanz besitzen in Hessen nach den vorliegenden faunistischen Gutachten zum LEP in erster Linie 15 Vogel- und 17 von 19 in Hessen vorkommenden Fledermausarten [Planungsgruppe 2012; IfTN 2012].

Vögel mit hoher artspezifischer Empfindlichkeit gegenüber WEA sind Baumfalke, Bekassine, Fischadler, Graugans, Graureiher, Großer Brachvogel, Kiebitz, Kormoran, Rotmilan, Schwarzmilan, Schwarzstorch, Uferschnepfe, Uhu, Wachtelkönig und Weißstorch. Bis auf Graureiher und Rotmilan sind die genannten Arten in Hessen selten oder sehr selten vertreten und weisen z.T. stark voneinander abweichende Lebensraumansprüche

auf. Im Normalfall ist deshalb die Anzahl von Vogelarten, die für einen definierten Planungsraum von artenschutzrechtlicher Relevanz sind, sehr eingeschränkt.

Das Fledermausgutachten ermittelt in der Zusammenschau verschiedener Aspekte wie Vorkommen, Wanderverhalten etc. sowohl ein artspezifisches Konfliktpotential als auch ein räumliches Konfliktpotenzial gegenüber der Windenergienutzung. Für die Artenschutzbelange wird im vorliegenden REnK-Gutachten auf die artspezifische Kollisionsgefahr abgestellt. Während Eingriffe in Quartierbereiche vermieden werden können, repräsentiert die verhaltensbedingte Kollisionsgefahr die jeweilige Empfindlichkeit der Art gegenüber WEA. Die Kollisionsgefahr wird differenziert für die Aktivitätsphasen Transfer, Erkundung und Jagd angegeben. Für die nachfolgende Einschätzung ist die jeweils höchste Gefahreneinstufung in einer der Aktivitätsphase bestimmend [IfTN 2012, S. 57, Tab. 3]:

Langstreckenwanderer, das sind Großer Abendsegler, Kleiner Abendsegler, Rauhhautfledermaus und die in Hessen sehr seltene Zweifarbfledermaus, weisen ein insgesamt hohes Kollisionsrisiko auf. Auch die Zwergfledermaus soll als Mittelstreckenwanderer hier eingeordnet werden, da das Kollisionsrisiko während ihrer Erkundungsflüge ebenfalls als hoch eingeschätzt wird.

Die Gruppe der Mittelstreckenwanderer beinhaltet mit der Breitflügelfledermaus und der in Hessen sehr seltenen Nordfledermaus zwei Arten, die während ihrer Jagd- und Transferflüge ein mittleres Kollisionsrisiko aufweisen.

In Hessen vorkommende Fledermäuse, die in mindestens einer der genannten Aktivitätsphasen ein vorhandenem Kollisionsrisiko aufweisen, sind die Mittelstreckenwanderer Große Bartfledermaus, Großes Mausohr, Mopsfledermaus und Wasserfledermaus, dann die Kurzstreckenwanderer Bechsteinfledermaus, Braunes Langohr, Fransenfledermaus, Graues Langohr und Kleine Bartfledermaus sowie die Mückenfledermaus, deren Wanderverhalten nicht zuordenbar ist.

In der Regel ist je Vorrangflächen-Standort mit dem Auftreten einer geringen Anzahl relevanter Fledermausarten zu rechnen.

Sind nach der Datenlage der Gutachten zum LEP oder anderen Datenbeständen Vorkommen der genannten Arten innerhalb eines geplanten Vorranggebietes nachgewiesen, bedeutet dies für die Ebene der Regionalplanung das Erfordernis einer genaueren Lokalisierung der Vorkommen. Dies kann erfolgen anhand der den Gutachten zu Grunde liegenden Rohdaten und/oder anhand einer Potenzialabschätzung der vorhandenen Landschaftsstrukturen bezüglich ihrer Lebensraumeignung für die jeweilige Art.

Prüfen der Verbotstatbestände

Für die als relevant ermittelten Arten ist eine überschlägige Einschätzung zur Eintrittswahrscheinlichkeit der Verbotstatbestände gem. § 44 Abs. 1 BNatSchG, Bezugsmaßstab ist die regionale/lokale Population (kein Individuumsbezug). Prüfschritte hierbei sind:

- Angabe von Schutz- und Gefährdungsstatus sowie Erhaltungszustand der Art.
- Angaben zu Bestand und Empfindlichkeit, Lebensraumansprüchen und Verhaltensweisen, z.B. Angaben zu Art und Flächenanspruch bezüglich Fortpflanzungs- und Ruhestätten, Angaben zur Reviergröße, Nistplatztreue, Angaben zur artspezifischen Empfindlichkeit gegenüber bau-, anlage- und betriebsbedingten Störwirkungen von WEA, Angaben zu Fortpflanzungszeiten oder anderen für die Beurteilung relevanten Lebenszyklen.
- Überschlägige Prognose und Bewertung der Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 1 Nrn. 1-4 BNatSchG (jeweils Kurzbeschreibung der Wirkungsprognose und Einschätzung, ob ein Verbotstatbestand eintreten kann bzw. ob grundsätzlich Möglichkeiten zur Vermeidung und Minderung auf der Genehmigungsebene bestehen, z.B. durch Betriebszeitenregelung sowie Standortoptimierung).
- Überschlägige Prüfung der fachlichen Ausnahmebedingungen nur im Ausnahmefall nach § 45 BNatSchG (Ausnahmegründe, Alternativenprüfung, Prüfung der Verschlechterung des Erhaltungszustandes), Abschätzung des Auftretens „verfahrenskritischer Vorkommen“ („Verfahrenskritisch“: im späteren Zulassungsverfahren kann möglicherweise keine Ausnahme nach § 45 Abs. 7 BNatSchG erteilt werden).

Konsequenzen für die Abgrenzung von WEA-Vorranggebieten

Konflikte mit „verfahrenskritischen Vorkommen“ sollten möglichst durch die Wahl von Alternativen bzw. eine Anpassung der Vorranggebietsgrenzen frühzeitig vermieden werden.

Detaillierte Vorgaben zu Vermeidungsmaßnahmen (z.B. Betriebszeitenregelungen) und vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen (z.B. Schaffung von Nistmöglichkeiten für Vögel oder Quartiersstandorten für Fledermäuse im weiteren Umfeld von WEA-Anlagen) sowie Prognosen über deren Wirksamkeit sind auf Ebene der Regionalplanung nicht möglich, diese sind Inhalt des Zulassungsverfahrens. Der Fokus der Regionalplanung

sollte deshalb auf eine nachvollziehbare Abgrenzung von Vorrangflächen mit von vorneherein geringem artenschutzrechtlichem Konfliktpotenzial ausgerichtet werden.

8.8 Daten zu Wasserschutzgebieten

Die Wasserschutzgebiete (Trinkwasser- und Heilquellenschutzgebiete) werden bei der Suchraumermittlung für WEA zonenweise betrachtet, da die Schutzanforderungen und Bestimmungen in den Zonen I und II (bzw. A-neu, A, etc.) in der Regel wesentlich höher liegen bzw. strenger sind als in der Zone III (bzw. B-neu, D, etc.). Zunächst ist dafür eine Zusammenführung der verschiedenen Bezeichnungen der Zonierungen notwendig, was in Absprache mit dem HLUG durchgeführt wurde und in der nachfolgenden Tabelle dargestellt ist. Danach gilt bei sich überlagernden Flächen der jeweils höhere Schutzstatus für die Einstufung der Konfliktintensität (vgl. Tabelle 8-18).

Eine Ausnahme bildet das sehr großflächige quantitative Heilquellenschutzgebiet Zone I im Wetteraukreis. Die Brunnenfassungen bleiben weiterhin in der Einstufung als Zone I, während die umliegenden Flächen als Zone II eingestuft werden.

Tabelle 8-18: Zusammenführung der Zonierungen der Wasserschutzgebiete

Trinkwasserschutz-gebiete (HLUG)	qualitative Heilquel-lenschutzgebiete (HLUG)	quantitative Heilquel-lenschutzgebiete (HLUG)	Zonierung für die Suchraumermittlung (zusammengeführt nach Absprache HLUG)
Zone I	Zone I	Zone A-neu	Aggregierung zur Kategorie **„Wasserschutzgebiete Zone I“** ➔ Konfliktintensität hoch
		Zone A	
Zone II	Zone II		Aggregierung zur Kategorie **„Wasserschutzgebiete Zone II“** ➔ Konfliktintensität mittel
Zone II/1		Zone B	
Zone II/2		Zone B1	
Zone II/3		Zone B2	
		Zone B3	
		Zone B4	
		Zone C	
		Zone C1	
		Zone C2	
Zone III	Zone III	Zone B-neu	Aggregierung zur Kategorie **„Wasserschutzgebiete Zone III“** ➔ Konfliktintensität mittel
Zone III/1	Zone III/1	Zone B1-neu	
Zone III/2	Zone III/2	Zone B2-neu	
Zone IIIA	Zone IIIA	Zone D	
Zone IIIA1	Zone IIIB	Zone E	
Zone IIIA2	Zone II-IV		
Zone IIIB	Zone IV		

8.9 Bodendaten

Die Einstufung der landwirtschaftlichen Ertragsfähigkeit der Böden erfolgte auf Grundlage der Bodenflächendaten von Hessen im Maßstab 1:50.000 (BFD 50) (Quelle: [HLUG 2010]), die für regionale und landesweite Fragestellungen entwickelt wurden.

Grundlage der BFD 50 bildet eine bodenkundliche Kartierung, d.h. eine räumliche Erfassung des Bodenmosaiks differenziert nach Bodenbedeckung sowie bodenphysikalischen und chemischen Eigenschaften. Darauf aufbauend wird vom HLUG die thematische Auswertung „Ertragspotenzial des Bodens“ mit einer Klassifikation in acht Stufen abgegeben. Die Einstufung des Ertragspotenzials erfolgt dabei nutzungsdifferenziert auf Basis der nutzbaren Feldkapazität im Hauptwurzelraum sowie des potenziellen Grundwassereinflusses.

Um den Standortkriterien für PV-FFA gerecht zu werden, d.h. lediglich Flächen zu nutzen, die für die ackerbauliche Nutzung von untergeordneter Bedeutung sind, werden die acht Stufen des Ertragspotenzials der BFD 50 zu zwei Stufen aggregiert. Die drei höchsten Stufen werden als „hohes bzw. sehr hohes Ertragspotenzial“ eingestuft und bei der Szenarien-Bearbeitung/ Suchraum-Ermittlung als Flächen mit Konfliktpotenzial bewertet (vgl. nachfolgende Tabelle). Sie machen etwa 30% der nicht versiegelten Fläche aus, das heißt rund ein Drittel Hessens. Die restlichen Böden werden zur Kategorie „Böden mit geringem bis durchschnittlichem Ertragspotenzial“ zusammengefasst und bei der Ermittlung der Suchräume für PV-FFA ohne Beschränkungen aufgrund der landwirtschaftlichen Eignung weiter betrachtet. Eine Differenzierung nach landwirtschaftlich genutzten und nicht genutzten Böden mit hohem bzw. sehr hohem Ertragspotenzial wie Waldstandorte oder Flächen in Schutzgebieten wurde nicht vorgenommen, da solche Flächen ohnehin als geeignete Standorte für PV-FFA Anlagen ausgeschlossen werden.

Tabelle 8-19: Thematischen Auswertung „Ertragspotenzial des Bodens“

Quelle: [HLUG, ergänzt von B&P]

Klasse (HLUG)	Ertragspotenzial des Bodens (HLUG)	Flächengröße* in km² (Angabe ermittelt aus dem GIS durch B&P)	Kategorien bei der Suchraumermittlung für PV-FFA (zusammengefasst durch B&P)
1	sehr gering	877	Aggregation zur Kategorie „Böden mit geringem bis durchschnittlichen Ertragspotenzial“ ➔ Flächen ohne Konfliktpotenzial bei der Suchraumermittlung
2	Gering	7.150	
3	gering bis mittel	346	
4	Mittel	4.422	
5	mittel bis hoch	206	
6	Hoch	2.397	Aggregation zur Kategorie „Böden mit hohem / sehr hohem Ertragspotenzial“ ➔ Flächen mit Konfliktpotenzial bei der Suchraumermittlung
7	hoch bis sehr hoch	209	
8	sehr hoch	3.313	

*Datensatz liefert keine Einstufung für folgende Flächenkategorien: Siedlung und Verkehr, Wasserflächen, Steinbrüche, Gruben, Halden, Aufschüttungen und Kaliabraumhalden. Diese Flächen sind in den Zahlen dem entsprechend nicht enthalten.

8.10 Raumcharakteristik der hessischen Regionen

Nordhessen

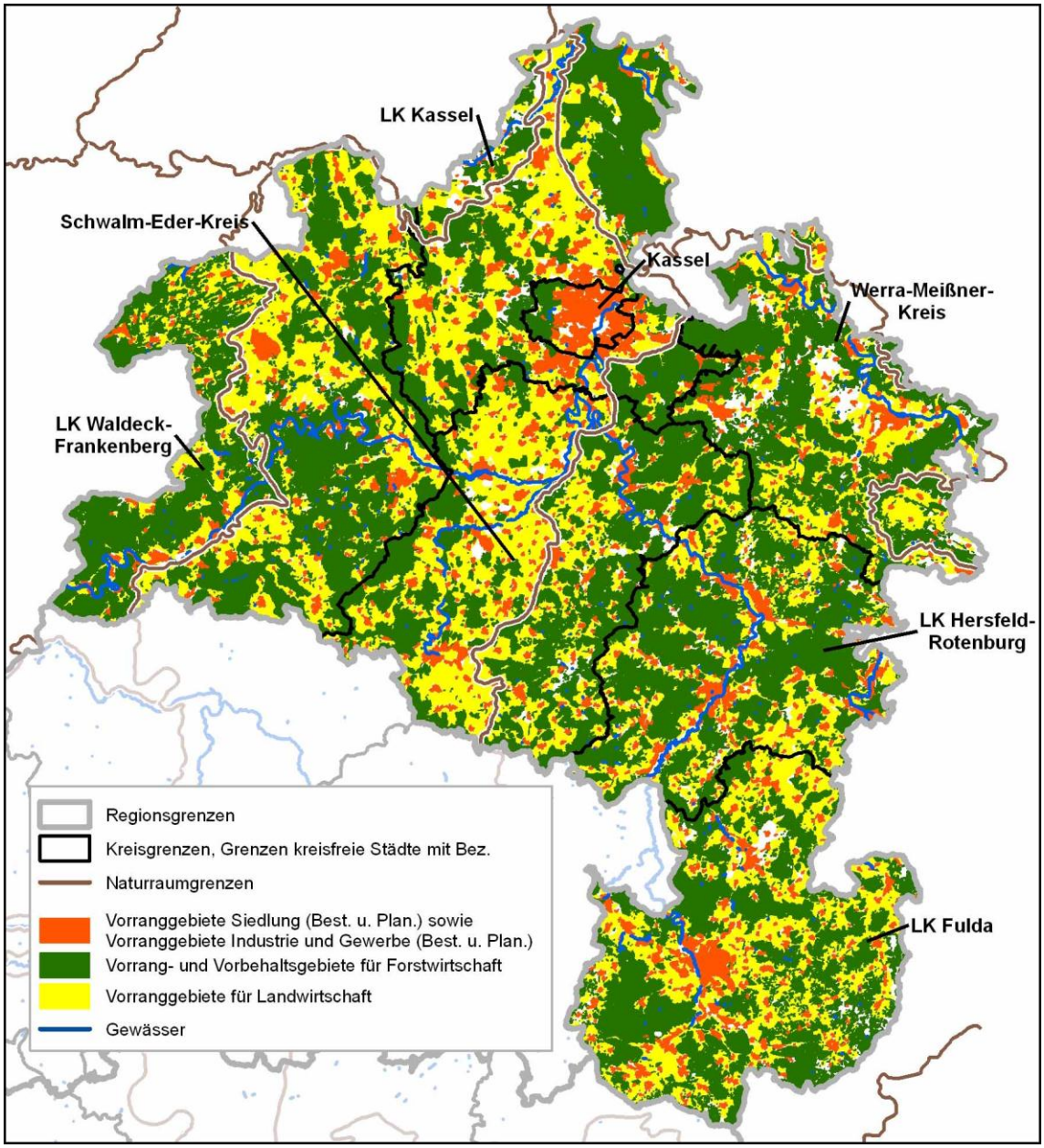
Der Regierungsbezirk Kassel umfasst eine Fläche von etwa 829.000 ha, auf der rund 1.225.000 Menschen leben (148 Einwohner/qkm), davon etwa 195.000 Menschen in der Stadt Kassel. Tabelle 8-20 gibt einen Überblick über die statistische Verteilung der Nutzung der Flächen im Regierungsbezirk Kassel.

Tabelle 8-20: Flächennutzung Nordhessen

Quelle: [Hessische Gemeindestatistik 2010]

Gebietsname	Flächennutzung 2010							
	Gebäude u. Freifl.	Betriebsfl.	Erholungsfl.	Verkehrsfl.	Landwirtschaftsfl.	Waldfl.	Wasserfl.	andere Nutzung
LK Waldeck – Frankenberg	4%	0,2%	0,5%	5,2%	42,3%	45,7%	1,7%	0,5%
LK Kassel	6,9%	0,2%	0,8%	5,8%	45%	39,4%	1,1%	0,8%
Stadt Kassel	35%	0,4%	10,6%	12,9%	15,9%	21,6%	2,1%	1,5%
Schwalm-Eder-Kreis	5,1%	0,6%	0,4%	6,1%	49,5%	35,2%	1,3%	1,8%
Werra-Meißner-Kreis	4,6%	0,2%	0,5%	6%	42,7%	43,4%	1,4%	1,1%
LK Hersfeld-Rotenburg	4,9%	0,4%	0,4%	6,3%	40,6%	45,8%	1,1%	0,5%
LK Fulda	6%	0,4%	0,7%	6,8%	48,8%	35,1%	0,8%	1,4%
Regierungsbezirk Kassel gesamt	**5,6%**	**0,3%**	**0,7%**	**6,1%**	**44,6%**	**40,4%**	**1,3%**	**1,0%**

Die Landschaft Nordhessens ist durch eine waldreiche Mittelgebirgslandschaft geprägt. Der Raum gliedert sich in sechs große Naturräume: Das Bergisch-Sauerländische Gebirge (Süderbergland) im Westen, welches an das benachbarte Bundesland Nordrhein Westfalen grenzt, das Westhessische Berg- und Senkenland im Zentrum, östlich davon das Osthessische Bergland und das Thüringer Becken an der Grenze zu Thüringen, das Weser-Leine-Bergland im Nordosten an der Grenze zu Niedersachsen und im Nordwesten, ebenfalls angrenzend an Niedersachsen, das Obere Weserbergland. Flächenmäßig am bedeutsamsten sind für Nordhessen das Westhessische Berg- und Senkenland sowie das Osthessische Bergland, die zusammen den Großteil der Fläche des Regierungsbezirks einnehmen (vgl. auch Abbildung 8-13).



Quelle: [Regionalplan Nordhessen 2009 –RP Kassel 2009]

Abbildung 8-13: Übersichtskarte Nordhessen

Das *Bergisch-Sauerländische Gebirge (Süderbergland)* nimmt den Westen des Landkreises Waldeck-Frankenberg ein und wird fast ausschließlich forstwirtschaftlich genutzt, im Norden sowie entlang der Eder findet vermehrt auch Acker- und Grünlandnutzung statt. Der Nordwesten des Naturraumes ist durch den Naturpark „Diemelsee“ geschützt, im Süden gibt es einige größere Natura 2000 - Gebiete, z. B. die FFH-Gebiete „Obere Eder“ und „Haasenblick“ sowie das VSG „Hessisches Rothaargebirge“. Die Bereiche besitzen zudem eine besondere Bedeutung als Erholungsgebiet.

Das *Westhessische Berg- und Senkenland* zieht sich von Nord nach Süd durch den westlichen Regierungsbezirk und setzt sich in Mittelhessen bis in die Landkreise Mar-

burg-Biedenkopf und Gießen fort. Im Regierungsbezirk Kassel nimmt es jeweils weite Teile der Landkreise Waldeck-Frankenberg, Schwalm-Eder-Kreis sowie die kreisfreie Stadt und den Landkreis Kassel ein. Die zahlreichen Senken führten zu einer Ausbildung von Lössböden, daher herrschen hier Ackerlandschaften vor, die meist mäßig strukturreich und intensiv landwirtschaftlich genutzt werden. Grünland findet sich primär in Fließgewässernähe, d.h. entlang der Eder und der Schwalm. Teilweise sind ausgedehnte Waldungen vorhanden (bspw. im Kellerwald dem östlichsten Teilbereich des Rheinischen Schiefergebirges). Insbesondere in der „Westhessischen Senke", die sich durch den LK Kassel und den Schwalm-Eder-Kreis zieht und das Rheinische Schiefergebirge vom Osthessischen Bergland trennt, wird intensive Landwirtschaft mit Schwerpunkt Ackerbau betrieben. Das Ertragspotenzial der Böden ist hier vergleichsweise hoch. Außerhalb der Auen befinden sich Weizen- und Zuckerrübenanbaugebiete. In den Auen besteht bereits die Tendenz zum Grünlandumbruch.

Im Westhessischen Berg- und Senkenland gibt es zwei großflächige Naturparke: zum einen den Naturpark „Kellerwald-Edersee", der größtenteils im LK Waldeck-Frankenberg liegt und u. a. das FFH-Gebiet sowie das VSG „Kellerwald" und den Nationalpark „Kellerwald-Edersee" beinhaltet; zum anderen den Naturpark „Habichtswald", der größtenteils im LK Kassel liegt. Beide sind Erholungsgebiete mit herausragender Bedeutung, ebenso wie der im Norden des LK Kassel liegende zum Naturraum Weser-Leine-Bergland gehörende Reinhardswald.

Der Naturraum *Osthessisches Bergland* nimmt den Süden und Osten des Regierungsbezirks Kassel mit den Landkreisen Fulda, Hersfeld-Rotenburg und Werra-Meißner-Kreis ein. Nach Westen dehnt er sich in den Landkreis Kassel und den Schwalm-Eder-Kreis aus. Es ist ein reich bewaldetes Mittelgebirgsland zwischen der Westhessischen Senke im Westen, dem Weserbergland im Norden, dem Thüringer Becken im Nordosten, dem Nordwestrand des Thüringer Waldes im Osten, dem Spessart im Süden und der Wetterau im Südwesten.

Der Teilbereich nördlich von Bad Hersfeld bis Witzenhausen wird als „Fulda-Werra-Bergland" bezeichnet, ein Buntsandsteinbergland mit Plateaurücken, Hügeln und muldenförmigen Tälern sowie einzelnen, das Umland überragenden Basaltkuppen. Das Fulda-Werra-Bergland wird fast ausschließlich forstwirtschaftlich genutzt. Landwirtschaftliche Nutzung findet hauptsächlich in den weiteren Tälern und Senken, auf Rodungsinseln sowie an flacheren Hängen und im Niederungsbereich der Fulda statt. Der nördliche Teil stellt ein Erholungsgebiet mit herausragender Bedeutung dar, das sich auch auf die östlich angrenzenden Randplatten des Thüringer Beckens ausdehnt. Hier liegt auch der Naturpark „Meißner-Kaufunger Wald", der die großen FFH-Gebiete „Werra- und Wehretal" und „Meißner und Meißner Vorland" sowie das VSG „Meißner" einschließt.

Südwestlich des Berglandes schließt sich das Fulda-Haune-Tafelland an, eine ebenfalls waldreiche Tafel- und offene Auenlandschaft. Sie erstreckt sich über den südlichen Teil des LK Hersfeld-Rotenburg und den nordwestlichen Teil des LK Fulda. Die von Tälern durchschnittene Tafel ist auf den Hochflächen und Rücken sowie an steileren Hängen überwiegend bewaldet. Die Westseiten der Kämme sind überwiegend mit Nadelholz bestanden. Die Ostseiten tragen überwiegend Laubwald. Ackerbauliche Nutzung begrenzt sich im Wesentlichen auf tiefgründigere und nährstoffreichere Böden der Talhänge oder in Plateaulagen auf häufig flachgründige Sandsteinverwitterungsböden. Grünlandnutzung dominiert in den Niederungsbereichen von Fulda und Haune.

Den östlichen Bereich des LK Fulda macht die Landschaft der Vorder- und Kuppenrhön aus. Es handelt sich um eine von Gewässern stark zerschnittene Plateaulandschaft, deren basaltischer (vulkanischer) Rücken die Rhön mit dem Vogelsberg verbindet. Das Gebiet ist relativ waldarm. Bei der landwirtschaftlichen Nutzung dominiert die Grünlandwirtschaft.

Die Landschaft der Vorder- und Kuppenrhön bildet das einzige Biosphärenreservat in Hessen: das „Biosphärenreservat Rhön“, welches sich größtenteils mit dem Naturpark „Hessische Rhön“ überschneidet. Die Gebiete besitzen eine herausragende Bedeutung als Erholungsgebiet. Weiterhin liegen in diesem Bereich zahlreiche FFH-Gebiete, darunter „Hochrhön“, „Haderwald“ und „Vorderrhön“ sowie das VSG „Hessische Rhön“.

Mittelhessen

Der Regierungsbezirk Gießen umfasst eine Fläche von ca. 538.000 ha, auf der ca. 1.044.000 Menschen leben (194 EW/km²).

Tabelle 8-21 gibt einen Überblick über die statistische Verteilung der Nutzung der Flächen im Regierungsbezirk Gießen.

Tabelle 8-21: Flächennutzung Mittelhessen

Quelle: [Hessische Gemeindestatistik 2010]

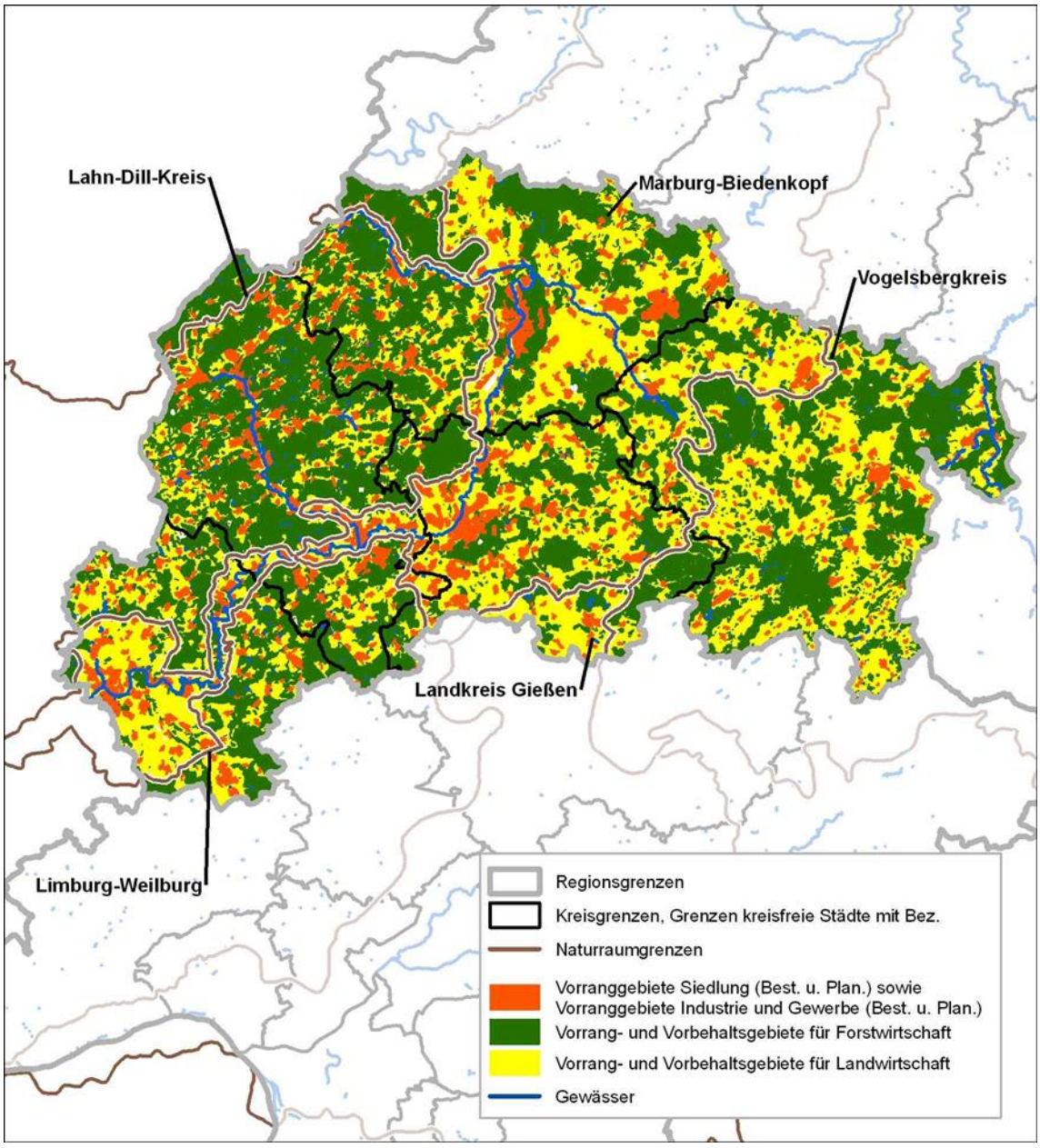
Gebietsname	Flächennutzung 2010							
	Gebäude u. Freifl.	Betriebsfl.	Erholungsfl.	Verkehrsfl.	Landwirtschaftsfl.	Waldfl.	Wasserfl.	andere Nutzung
Landkreis Limburg-Weilburg	8,1%	0,7%	0,9%	7,7%	46,0%	34,4%	1,2%	0,9%
Lahn-Dill-Kreis	7,9%	0,5%	0,8%	7,5%	34,2%	47,4%	1,1%	0,5%
Landkreis Gießen	8,9%	0,4%	1,1%	7,5%	45,2%	35,1%	1,2%	0,7%
Landkreis Marburg-Biedenkopf	6,5%	0,4%	0,6%	6,3%	43,7%	40,9%	1,0%	0,6%
Vogelsbergkreis	3,8%	0,2%	0,4%	5,8%	49,2%	39,0%	1,1%	0,5%
Regierungsbezirk Gießen gesamt	**6,6%**	**0,4%**	**0,7%**	**6,8%**	**43,9%**	**39,9%**	**1,1%**	**0,6%**

Die Landschaft Mittelhessens ist durch eine wald- und landwirtschaftsreiche Mittelgebirgsregion geprägt. Der Regierungsbezirk Gießen gliedert sich in sieben Naturräume, von denen im Westen der Westerwald, im Zentrum das Westhessische Berg- und Senkenland und im Osten das Osthessische Bergland jeweils dominieren. Dazu kommen im Nordwesten das Bergisch-Sauerländische Gebirge (Süderbergland), im Südwesten das Gießen-Koblenzer Lahntal, der Taunus sowie das Rhein-Main-Tiefland im Süden. (vgl. auch Abbildung 8-14).

Der Naturraum Westerwald erstreckt sich vom nördlichen Teil des Landkreises Limburg-Weilburg über den Lahn-Dill-Kreis, wo er gut die Hälfte der Landkreisfläche ausmacht, und läuft im Westen des Landkreises Marburg-Biedenkopf aus. Der größte Teil wird von der Haupteinheit Gladenbacher Bergland und der Untereinheit Lahn-Dill-Bergland, einem waldreichen Mittelgebirge an der Grenze zur Hessischen Senke, eingenommen. Der Naturraum ist stark bewaldet (der Lahn-Dill-Kreis ist der waldreichste Mittelhessens), neben der Forstwirtschaft ist die landwirtschaftliche Nutzung in weiten Räumen, insbesondere in den Ausläufern im Landkreis Limburg-Weilburg und im Landkreis Marburg-Biedenkopf, landschaftsprägend. Dabei konzentriert sich der Ackerbau verstärkt im Süden und Osten, während im Norden und Westen eher Grünland vorherrscht. Der Naturpark Lahn-Dill-Bergland erstreckt sich über den Nordwesten des Regierungsbezirks und beinhaltet zahlreiche FFH-Gebiete.

Südlich an den Westerwald fügen sich im Landkreis Limburg-Weilburg die Haupteinheiten Gießen-Koblenzer-Lahntal und Östlicher Hintertaunus an. Während das Lahntal ein durch intensiven Ackerbau geprägtes waldarmes Gebiet mit überwiegend geringer Reliefenergie ist, stellt der Östliche Hintertaunus eine mäßig strukturreiche überwiegend als Acker genutzte Offenlandschaft mit bewegtem Relief und ausgedehnten Waldungen dar. Grünland findet sich primär in der nördlichen, zum Westerwald gehörenden Region des Landkreises. Der Naturpark Hochtaunus nimmt ca. 40% der Landkreisfläche im Südosten ein.

Das Westhessische Berg- und Senkenland dominiert Zentralmittelhessen. Es nimmt den östlichen Bereich des Landkreises Marburg-Biedenkopf sowie fast den gesamten Landkreis Gießen ein. Überwiegenden Anteil an der Landkreisfläche Gießens hat die Haupteinheit Vorderer Vogelsberg, die auf Grund der petrografischen Verwandtschaft und des schwachen orografischen Anstiegs zum Vogelsberg gezählt wird, obwohl sie naturräumlich zum südlichen Senkungsfeld des Westhessischen Berg- und Senkenlands gehört. Es handelt sich um eine mäßig strukturreiche, überwiegend flurbereinigte und intensiv genutzte Mittelgebirgs-Ackerlandschaft, die in klimagünstiger Lage im Lee des Taunus liegt. Im Süden befindet sich die Wetterau im Rhein-Main-Tiefland. Als löß- und damit ertragsreichstes Gebiet des Naturraumes, hat sich eine wald- und strukturarme, intensiv bewirtschaftete Ackerlandschaft gebildet. Das wellige bis hügelige Relief wird von zahlreichen Fließgewässern durchzogen.



Quelle: [Regionalplan Mittelhessen 2010]

Abbildung 8-14: Übersichtskarte Mittelhessen

Den Osten des Regierungsbezirks prägt das Osthessische Bergland, die Haupteinheiten Unterer und Hoher Vogelsberg korrelieren maßgeblich mit dem Vogelsbergkreis. Der vulkanische Vogelsberg fällt von Tälern zerfurcht vom Oberwald nach Norden und Westen zu den überwiegend ackerbaulich genutzten Altsiedellandschaften der Wetterau, des Gießener Beckens und des Alsfelder Beckens ab. Die Landschaftsräume sind teilweise durch ausgeprägte Waldungen, teils von grünlandreichen Feldfluren geprägt, in denen zahllose Stufenraine auf ehemals wesentlich umfangreichere Ackernutzung hinweisen. Ackerbau konzentriert sich im Norden, während im Süden Grünland vorherrscht. Aus der vielgestaltigen Landschaft mit teils historischen Kulturlandschaften

ergeben sich attraktive Landschaftsbilder und eine hohe touristische Bedeutung für Erholung. Circa 40% der Landkreisfläche gehört zum Naturpark Hoher Vogelsberg im Süden, welcher u. a. die FFH-Gebiete Hoher Vogelsberg und Talauen bei Herbstein beinhaltet. Derzeit hat der Vogelsbergkreis einen Bestand von 180 Windenergieanlagen, was rund einem Drittel des hessischen Gesamtbestands entspricht. Durch Repowering ist eine Verzehnfachung der Leistung zu erreichen.

Südhessen

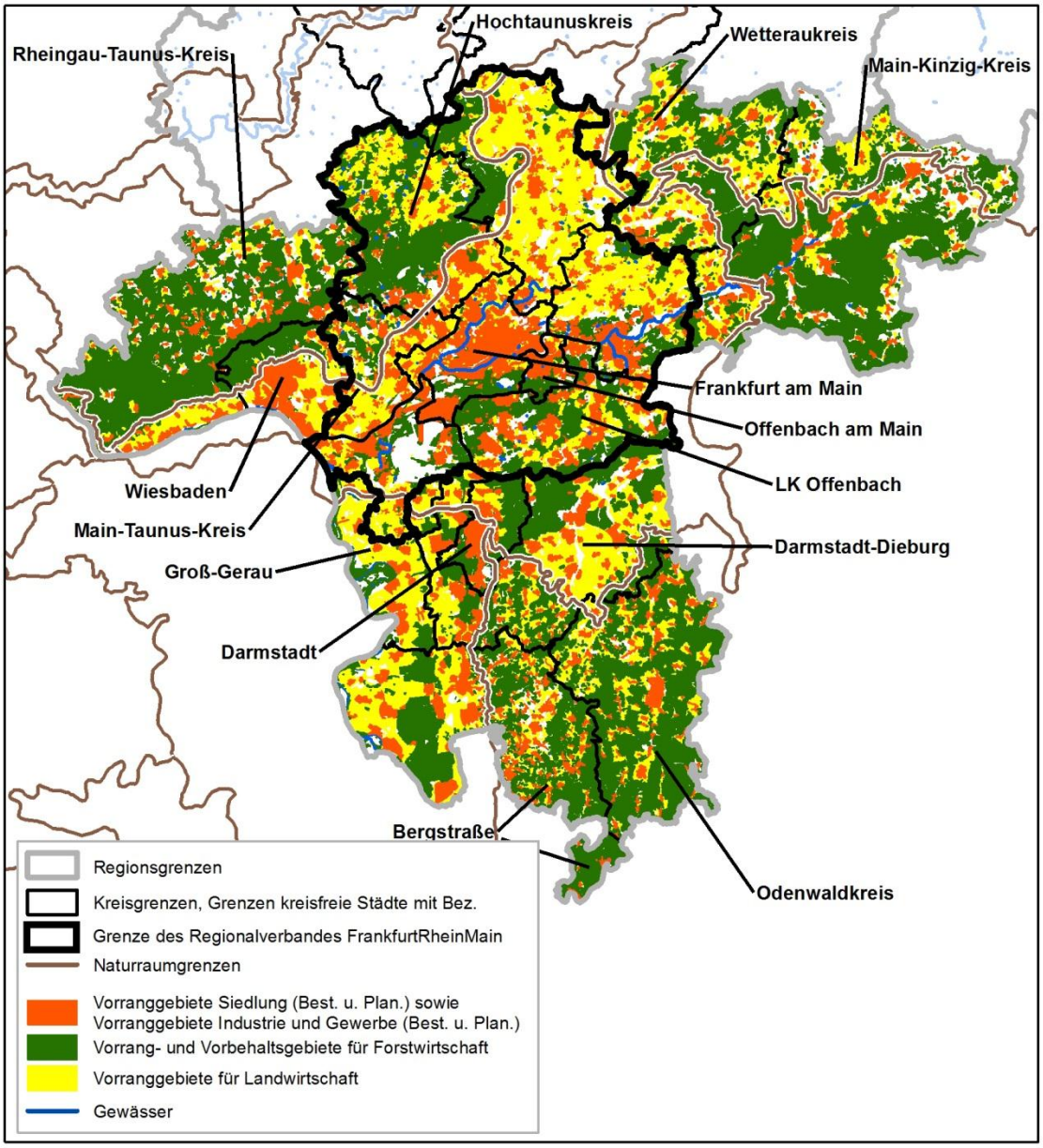
Der Regierungsbezirk Darmstadt umfasst eine Fläche von ca. 745.000 ha, auf der mehr als die Hälfte der hessischen Bevölkerung, rund 3.793.000 Menschen, leben (509 Einwohner/qkm). 2.210.000 Menschen, also ein Anteil von ca. zwei Drittel dieser Bevölkerung konzentriert sich im Gebiet des Regionalverbandes FrankfurtRheinMain, einem Zusammenschluss aus 75 Gemeinden. Tabelle 8-22 gibt einen Überblick über die statistische Verteilung der Flächennutzung im Regierungsbezirk Darmstadt.

Tabelle 8-22: Flächennutzung Südhessen

Quelle. [Hessische Gemeindestatistik 2010]

Gebietsname	Flächennutzung 2010							
	Gebäude u. Freifl.	Betriebsfl.	Erholungsfl.	Verkehrsfl.	Landwirtschaftsfl.	Waldfl.	Wasserfl.	andere Nutzung
Rheingau-Taunus-Kreis	5,5%	0,2%	0,9%	6,4%	29,1%	55,8%	1,8%	0,4%
Hochtaunuskreis	10,5%	0,6%	1,4%	6,6%	29,6%	50,4%	0,6%	0,3%
Wetteraukreis	7,2%	0,4%	0,8%	6,8%	53,6%	29,3%	1,2%	0,7%
Main-Kinzig-Kreis	7,8%	0,3%	1,0%	6,6%	39,0%	43,3%	1,3%	0,7%
Landkreis Offenbach	17,2%	0,9%	1,8%	8,8%	24,1%	44,5%	2,0%	0,7%
Offenbach am Main	28,6%	0,7%	5,7%	13,4%	14,1%	33,3%	3,1%	1,0%
Frankfurt am Main	32,3%	0,3%	6,8%	17,8%	24,5%	15,3%	2,1%	1,0%
Main-Taunus-Kreis	18,2%	1,0%	2,9%	9,5%	41,9%	24,3%	1,3%	0,8%
Wiesbaden	20,2%	1,6%	6,1%	11,0%	29,9%	27,7%	2,7%	0,9%
Kreis Groß-Gerau	12,8%	0,7%	1,5%	7,4%	46,5%	24,7%	5,1%	1,3%
Landkreis Darmstadt-Dieburg	10,2%	0,7%	1,0%	7,0%	44,2%	35,0%	1,1%	0,9%
Kreisfreie Stadt Darmstadt	20,4%	0,4%	3,7%	10,2%	18,6%	44,9%	0,6%	1,2%
Kreis Bergstraße	9,3%	0,3%	0,9%	5,5%	40,8%	40,1%	2,2%	0,9%
Odenwaldkreis	5,2%	0,1%	0,4%	4,6%	32,6%	56,2%	0,5%	0,4%
Regierungsbezirk Darmstadt gesamt	**10,3%**	**0,4%**	**1,4%**	**7,2%**	**38,2%**	**40,0%**	**1,6%**	**0,7%**

Südhessen ist einerseits durch Mittelgebirgslandschaften, andererseits durch Beckenlandschaften geprägt. Letztere nehmen das Zentrum des Regierungsbezirks ein, während sich die Mittelgebirge über den Nordwesten und Osten erstrecken. Der Regierungsbezirk Darmstadt gliedert sich in fünf Naturräume: den Taunus im Nordwesten, das Rhein-Main-Tiefland im Zentrum, das Osthessische Bergland im Nordosten, welches sich auch über Nord- und Mittelhessen erstreckt, sowie das Hessisch-Fränkische Bergland im Osten und die Nördliche Oberrheintiefebene im Südwesten (vgl. Abbildung 8-15).



Quelle: [Regionalplan Südhessen/ Regionaler Flächennutzungsplan 2010]

Abbildung 8-15: Übersichtskarte Südhessen und Regionalverband

Der Taunus ist eine stark bewaldete Mittelgebirgslandschaft, die sich vom nordwestlichen Rand des Regierungsbezirkes in das benachbarte Mittelhessen sowie das angrenzende Bundesland Rheinland-Pfalz erstreckt und im Rheingau-Taunus-Kreis, Hochtaunuskreis und dem Main-Taunus-Kreis landschaftsprägender Naturraum ist. Ausläufer reichen bis in den westlichen Wetteraukreis sowie den Norden der Landeshauptstadt Wiesbaden hinein. Insbesondere in der naturräumlichen Haupteinheit Westlicher Hintertaunus, die den größten Teil des Rheingau-Taunus-Kreises einnimmt, dominiert die landwirtschaftliche Ackernutzung. Grünland ist dagegen eher selten und beschränkt sich auf Fließgewässernähe.

Fast der gesamte südhessische Taunus hat Schutzgebietsstatus. Der Naturpark Rhein-Taunus erstreckt sich über Gebiete der Stadt Wiesbaden und nahezu den gesamten Rheingau-Taunus-Kreis. Der Naturpark Hochtaunus verläuft vom Main-Taunus-Kreis nördlich über den Hochtaunuskreis, den westlichen Wetteraukreis bis in die mittelhessischen Landkreise Limburg-Weilburg, den Lahn-Dill-Kreis und den LK Gießen. Die Naturparke beinhalten jeweils mehrere Naturschutzgebiete und Natura 2000 - Gebiete.

Südlich an den Taunus schließt sich das Rhein-Main-Tiefland, das zwischen dem Mainzer Becken im Westen, der Hessischen Senke im Nordosten, dem Spessart im Osten sowie dem Gersprenzgraben im Süden liegt, an. Es enthält auch den Ballungsraum des Rhein-Main-Gebietes und die Wetterau und ist Teil der Mittelmeer-Mjösen-Zone. In den von Flüssen durchflossenen Niederungen finden sich vielfach Lößdecken, die zusammen mit der Klimagunst die Grundlage für eine ertragreiche Landwirtschaft bilden. Der Anteil an landwirtschaftlich genutzten Flächen im Wetteraukreis beträgt ca. 54% - dies ist der höchste Prozentsatz in ganz Hessen.

Die größte naturräumliche Haupteinheit des Rhein-Main-Tieflandes bildet die Untermainebene, eine flache, vorwiegend sandige Ebene, deren Hauptgliederungselement der Main mit Niederungen und Terrassenabschnitten ist. Die Fläche ist noch relativ stark bewaldet, aber durch zahlreiche Verkehrs- und Energietrassen sowie Siedlungsbänder stark zerschnitten. Die im flachen Relief eingebetteten Bäche sind häufig begradigt und ohne Uferbewuchs. Die zentralen Waldflächen sind Laubwälder (z.B. Eichenwaldbestände) mit hohem Nadelholzanteil. Die Offenlandflächen sind häufig durch intensiven Ackerbau geprägt und die Siedlungen sind vereinzelt von Streuobstgürteln umgeben.

Im Nordosten fügt sich das Osthessische Bergland an, das primär durch die Haupteinheit Unterer Vogelsberg vertreten ist, welcher sich nach Norden in den nordhessischen LK Fulda sowie die mittelhessischen Landkreise Vogelsbergkreis und den Landkreis Gießen fortsetzt. Das Gebiet wird weiträumig landwirtschaftlich genutzt. Teilweise sind jedoch auch ausgedehnte Waldungen vorhanden.

Gut 50% des Osthessischen Berglandes werden durch Naturparke geschützt. Dies sind zum einen der Naturpark Hoher Vogelsberg im Norden und zum anderen der Naturpark Hessischer Spessart, der sich südlich im Naturraum Hessisch-Fränkisches-Bergland im Main-Kinzig-Kreis fortsetzt.

Das Hessisch-Fränkische Bergland ragt mit zwei Ausläufern in den Regierungsbezirk Darmstadt. Diese sind der Büdinger Wald und der Sandsteinspessart im Nordosten sowie der Vordere Odenwald und der Sandsteinodenwald im Südosten.

Der Odenwaldkreis ist mit gut 56% Waldanteil der am stärksten bewaldete Landkreis Südhessens. Zudem machen die gesamte Landkreisfläche sowie Großteile der benachbarten Kreise Groß-Gerau, Darmstadt-Dieburg und die kreisfreie Stadt Darmstadt den Naturpark Bergstraße-Odenwald aus, der einige FFH-Gebiete beinhaltet. Der westlich angrenzende LK Bergstraße wird durch die Naturräume Nördliches Oberrheintiefland und Hessisch-Fränkisches Bergland im Osten geprägt. Das Nördliche Oberrheintiefland der Bergstraße gliedert sich in drei vertikale Streifen (von West nach Ost): Nördliche Oberrheinniederung, Hessische Rheinebene und Bergstraße. In allen drei Gebieten dominiert die ackerbauliche Nutzung. Dagegen gibt es in der Hessischen Rheinebene noch größere Wald- bzw. Forstbestände.

8.11 Energiebedarf und -bereitstellung aus EE

Nordhessen

Die Daten zum Energiebedarf und -bereitstellung aus EE wurden Kapitel 5.1 dieses Berichtes entnommen und nach den in Kapitel 4 dargestellten Methoden für die Untersuchungsregionen ermittelt. Der Endenergieverbrauch Hessens belief sich im Jahr 2008 auf ca. 125 TWh. Rund 20% dieser Energie (25 TWh) wurden im Regierungsbezirk Kassel verbraucht. Der Anteil des hessischen Gesamtenergieverbrauchs, der durch Erneuerbare Energien bereitgestellt wurde, betrug 6,4%, was einem absoluten Wert von 8 TWh entspricht. 70% der durch Erneuerbare Energien bereitgestellten Energie wurde in Form von Wärme, 30% als elektrische Energie bereitgestellt. In Bezug auf die absolute Bereitstellung von EE nimmt Nordhessen eine mittlere Stellung ein, sie belief sich für die einzelnen Quellen auf:

- 2.260 GWh aus Bioenergie
- 300 GWh aus Windenergie
- 220 GWh aus Wasserkraftanlagen
- 110 GWh aus Photovoltaik
- 65 GWh aus Solarthermie
- 25 GWh aus oberflächennaher Geothermie

Hinsichtlich des Anteils Erneuerbarer Energien an der Energiebreitstellung liegt der Regierungsbezirk Kassel deutlich über dem hessischen Durchschnitt. Hier beträgt der Anteil der EE an der gesamten Energiebereitstellung in 2008 11% für Wärme und 13,5% für Strom (Hessen: Wärme 6,4%, Strom 6,5%). Auffällig ist der vergleichsweise hohe energetische Beitrag aus Windkraft, Wasserkraft und Photovoltaik. Bei allen drei Energieträgern nimmt der Regierungsbezirk Kassel im Vergleich der Regionen Hessens eine Spitzenposition ein.

Im Zeitraum zwischen 2003 und 2010 wurden 55 Flächen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) angefragt. Von den 28 realisierten Standorten weisen die meisten eine Flächengröße von rund 2-3 ha auf. Auf dem ehemaligen Areal der Fritz-Erler-Kaserne in der Gemeinde Fuldatal (LK Kassel) liegt die größte PV-FFA mit rund 40 ha. Der leistungsstärkste Solarpark liegt derzeit in der Gemeinde Bad Arolsen (LK Waldeck-Frankenberg) auf dem ehemaligen Truppenübungsplatz der Prinz-Eugen-Kaserne. Er wurde als Bürgersolarpark mit zweiachsig sensorisch-nachgeführten Solarbäumen realisiert. Nachfolgende Tabelle 8-23 verdeutlicht die landesweit führende Position Nordhessens bei der Installation von PV-FFA.

Tabelle 8-23: Installierte Leistung PV-Freiflächenanlagen in Hessen

Quelle: (HMWVL 2011a)

	Leistung peak (MW)		Energieertrag 2010 (GWh)	
	Stand 2008	Stand 2010	Stand 2008	Stand 2010
Reg.-Bez. DA	6,6	12,5	6,2	11,9
Reg.-Bez. GI	0,0	2,9	0,0	2,6
Reg.-Bez. KS	11,8	43,8	12,9	41,7
davon Regionalverband	0,4	0,4	0,4	0,4
Hessen	**18,4**	**59,2**	**19,1**	**56,2**

Die großen Fließgewässer Fulda, Werra und Diemel sowie die wichtigsten Nebengewässer der Fulda Eder, Haune und Schwalm weisen im Regierungsbezirk Kassel eine hohe Anzahl an Querbauwerken zur Wasserkraftnutzung auf. Hervorzuheben ist die Edertalsperre an der Eder bei Waldeck sowie die Diemeltalsperre nordöstlich von Willingen (beide LK Waldeck-Frankenberg), die zum Zwecke der Abflussregulierung, der Energiegewinnung durch Wasserkraftnutzung und zum Hochwasserschutz errichtet wurden.

Die Landschaft Nordhessens ist vielerorts durch zahlreiche Windenergieanlagen zur Bereitstellung von regenerativer Energie geprägt. Rund die Hälfte des Gesamtbestands der Windenergieanlagen Hessens befindet sich im Regierungsbezirk Kassel, die meisten davon im LK Waldeck-Frankenberg, im Schwalm-Eder-Kreis sowie im LK Kassel, in denen sich dementsprechend auch die meisten bestehenden Vorranggebiete für Windenergienutzung befinden. Die ursprünglich im Regionalplan Nordhessen 2009 festgelegten Vorranggebiete für Windenergienutzung (insgesamt 1.213 ha) befinden sich zu rund 80% in den Landkreisen Kassel und Waldeck-Frankenberg. Im Werra-Meißner-Kreis sind lediglich 50 ha Vorranggebiete für Windenergienutzung vorgesehen gewesen. Die installierte Leistung aller Windenergieanlagen betrug im Jahr 2010 ca. 238 MW.

Der überwiegende Teil der regenerativen Energieerzeugung stammt aus der energetischen Nutzung von Biomasse. Die Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse erfolgt vor allem durch die Nutzung von fester Biomasse und biogenen Abfällen in (Heiz)Kraftwerken. Der LK Waldeck-Frankenberg sowie die Stadt Kassel sind hierbei in Nordhessen führend. Weiterhin wird durch die Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen in Biogasanlagen Strom erzeugt, wobei der LK Waldeck-Frankenberg und der LK Kassel die meisten Biogasanlagen aufweisen. Für die Wärmeerzeugung auf Basis von Biomasse werden zu einem hohen Anteil Festbrennstoffe in privaten Haushalten genutzt, gefolgt von der Nutzung dieser Brennstoffe in zentralen Anlagen (Heiz(kraft)werken). Die produzierte Wärmemenge durch Holznutzung in privaten Haushalten ist im LK Kassel, im Schwalm-Eder-Kreis und im LK Fulda am höchsten.

Mittelhessen

Die Daten zum Energiebedarf und -bereitstellung aus EE wurden Kapitel 5.1 dieses Berichtes entnommen und nach den in Kapitel 4 dargestellten Methoden für die Untersuchungsregionen ermittelt. Der Endenergieverbrauch Hessens belief sich im Jahr 2008 auf ca. 125 TWh. Der Regierungsbezirk Gießen weist mit ca. 22 TWh, dies entspricht 18% der Gesamtenergie, den geringsten Energieverbrauch der hessischen Regierungsbezirke auf. Der Anteil des hessischen Gesamtenergieverbrauchs, der durch Erneuerbare Energien bereitgestellt wurde, betrug 6,4%, was einem absoluten Wert von 8 TWh entspricht. 70% der der durch Erneuerbare Energien bereitgestellten Energie wurde in Form von Wärme, 30% als elektrische Energie bereitgestellt. In Bezug auf die absolute Bereitstellung von Erneuerbaren Energien nimmt Mittelhessen ebenfalls den letzten Rang ein. Die absolute Energiebereitstellung durch Erneuerbaren Energien in Mittelhessen belief sich für die einzelnen Quellen auf:

- 1.075 GWh aus Bioenergie
- 265 GWh aus Windenergie
- 40 GWh aus Wasserkraftanlagen
- 60 GWh aus Photovoltaik
- 40 GWh aus Solarthermie
- 20 GWh aus oberflächennaher Geothermie

Hinsichtlich des Anteils Erneuerbarer Energien an der Energiebreitstellung liegt der Regierungsbezirk Gießen etwa im hessischen Mittel. So beträgt der Anteil der Erneuerbaren Energien an der gesamten Energiebereitstellung jeweils 6,8% für Wärme und Strom (Hessen: Wärme 6,4%, Strom 6,5%).

Im Zeitraum zwischen 2008 und 2010 wurde in Mittelhessen mit dem Solarpark Hungen die erste PV-FFA auf einer Grundfläche von 8 ha errichtet. An diesem Standort wurde eine Leistung von ca. 2,9 MWpeak installiert, die gleichzeitig die gesamte in Mittelhessen installierte Leistung darstellt (Stand September 2011).[95] Tabelle 8-23 ordnet diesen Wert ein und verdeutlicht die Stellung Mittelhessens bei der Erzeugung von Strom durch PV-FFA im Vergleich zu den Regierungsbezirken Kassel und Darmstadt.

Die großen Fließgewässer Lahn und Dill, deren wichtigsten Nebengewässer und die Wetter weisen im Regierungsbezirk Gießen teilweise eine hohe Anzahl an Querbauwer-

[95] Mittlerweile sind in Mittelhessen 8 Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Betrieb oder im Bau. Die Gesamtfläche dieser Anlagen liegt bei rd. 80 ha mit einer Gesamtnennleistung von rd. 27 MW.

ken zur Wasserkraftnutzung auf. Trotz einer flächendeckenden Wasserkraftnutzung in Mittelhessen ist der Anteil der hier produzierten Energie aus Wasserkraft sehr gering, vergleicht man ihn mit denen der anderen Regionen (Darmstadt: 43%, Kassel: 49%, Gießen: 8%).

Die Landschaft Mittelhessens ist insbesondere im Gebiet in und um den Vogelsberg durch zahlreiche Windenergieanlagen zur Bereitstellung von regenerativer Energie geprägt. Nahezu die Hälfte des Gesamtbestands der Windenergieanlagen Hessens befindet sich im Regierungsbezirk Gießen. Neben dem Vogelsberg ist die Windenergienutzung auch im Oberwesterwald und im Lahn-Dill-Bergland verbreitet. Die installierte Leistung aller Windenergieanlagen betrug im Jahr 2010 ca. 240 MW.

Der überwiegende Teil der regenerativen Energieerzeugung stammt aus der energetischen Nutzung von Biomasse. Die Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse erfolgt vor allem durch die Nutzung von fester Biomasse und biogenen Abfällen in (Heiz)Kraftwerken. Hessen verfügte im Jahr 2008 über 10 Holzheizkraftwerke. Von diesen befindet sich lediglich eines im Regierungsbezirk Gießen. Ein ganz erheblicher Teil der Energieerzeugung aus fester Biomasse findet durch die Scheitholznutzung zur Wärmeerzeugung in privaten Hauhalten statt. In diesem Bereich wird im Regierungsbezirk Gießen eine jährliche Wärmemenge von ca. 639 GWh im Jahr produziert. Weiter wird durch die Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen, Bioabfällen und Produktionsrückständen in Biogasanlagen überwiegend Strom erzeugt. Im Hinblick auf die Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen liegt der Regierungsbezirk Gießen mit einer produzierten Energiemenge von ca. 50 GWh im hessenweiten Vergleich hinter den Regierungsbezirken Kassel und Darmstadt. Schwerpunkt der mittelhessischen Energieerzeugung aus nachwachsenden Rochstoffen sind die Kreise Limburg-Weilburg und Marburg-Biedenkopf. Eine Vergärung und Nutzung von Bioabfällen und Produktionsrückständen zur Energieerzeugung findet in kleinem Maßstab lediglich in Gießen statt. Die Nutzung von Klär- und Deponiegas ist hessenweit gleichermaßen verbreitet, sodass Mittelhessen aufgrund der geringen Bevölkerungszahl und dem daraus resultierenden kleineren Kläranlagen- und Deponiebestand in diesem Bereich eine vergleichsweise geringe Energieproduktion aufweist.

Südhessen

Die Daten zum Energiebedarf und -bereitstellung aus EE wurden Kapitel 5.1 dieses Berichtes entnommen und nach den in Kapitel 4 dargestellten Methoden für die Untersuchungsregionen ermittelt. Der Endenergieverbrauch Hessens belief sich im Jahr 2008 auf ca. 125 TWh. Der Regierungsbezirk Darmstadt liegt mit einem Energieverbrauch von ca. 78 TWh, dies entspricht einem Anteil von 62%, an der Spitze der hessischen Regierungsbezirke. Der Anteil des hessischen Gesamtenergieverbrauchs, der durch Erneuerbare Energien bereitgestellt wurde, betrug 6,4%, was einem absoluten Wert von 8 TWh entspricht. 70% der durch EE bereitgestellten Energie wurde in Form von Wärme, 30% als elektrische Energie bereitgestellt. In Bezug auf die absolute Bereitstellung von EE nimmt Südhessen ebenfalls die Spitzenposition ein, sie belief sich für die einzelnen Quellen auf:

- 3.030 GWh aus Bioenergie
- 115 GWh aus Windenergie
- 190 GWh aus Wasserkraftanlagen
- 75 GWh aus Photovoltaik
- 80 GWh aus Solarthermie
- 55 GWh aus oberflächennaher Geothermie

Hinsichtlich des Anteils Erneuerbarer Energien an der Energiebreitstellung liegt der Regierungsbezirk Darmstadt dagegen unter dem hessischen Durchschnitt. Hier beträgt der Anteil der EE an der gesamten Energiebereitstellung in 2008 4,9% für Wärme und 3,9% für Strom (Hessen: Wärme 6,4%, Strom 6,5%).

Im Zeitraum zwischen 2008 und 2010 stieg die installierte Leistung durch die Inbetriebnahme von 7 weiteren PV-FFA von 6,6 MW auf 12,5 MW. Gleichzeit wurde der Energieertrag von 6,2 GWh auf 11,9 GWh gesteigert. Die südhessischen PV-FFA verfügen über eine durchschnittliche Leistung von etwa 1,1 MWpeak. Die durchschnittliche Größe der Anlagen beläuft sich auf 4 ha. Tabelle 8-23 ordnet die Leistungs- und Ertragswerte ein und verdeutlicht die Stellung Südhessens bei der Erzeugung von Strom durch PV-FFA im Vergleich zu den Regierungsbezirken Kassel und Gießen.

Von dem Zuwachs der Windenergieleistung von ca. 100 MW zwischen 2008 und April 2011 fand auch ein nennenswerter Teil in Südhessens statt, sodass hier Ende April 2011 eine installierte Leistung von 123 MW verzeichnet wurde [HMWVEL 2011b] (siehe auch Kapitel 5.2, Tabelle 5-8). Dies ist jedoch im Vergleich zu den andern Regionen immer noch die mit Abstand geringste installierte Leistung (Vergleich: Gießen 240 MW, Kassel 238 MW).

Südhessen zeichnet sich durch eine vergleichsweise geringe Anzahl von Wasserkraftwerken an den größeren südhessischen Flusssystemen Main, Kinzig, Nidda, Gersprenz, Mümling und Neckar aus. Insgesamt verfügen die südhessischen Wasserkraftwerke jedoch über eine hohe installierte Leistung, sodass die Energiebereitstellung der südhessischen Kraftwerke diejenige der mittelhessischen Kraftwerke um ein vielfaches übersteigt und nur geringfügig kleiner als die der deutlich zahlreicheren nordhessischen Kraftwerke ist.

Der überwiegende Teil der regenerativen Energieerzeugung stammt aus der energetischen Nutzung von Biomasse. Die Strom- und Wärmeerzeugung aus Biomasse erfolgt vor allem durch die Nutzung von fester Biomasse und biogenen Abfällen in (Heiz)Kraftwerken. Hessen verfügte im Jahr 2008 über 10 Holzheizkraftwerke. Von diesen befinden sich allein fünf im Regierungsbezirk Darmstadt. Drei der hessenweit größten Anlagen mit einer Gesamtleistung von 144 MW stehen im Rhein-Main-Gebiet. Ein ganz erheblicher Teil der Energieerzeugung aus fester Biomasse findet jedoch durch die Scheitholznutzung zur Wärmeerzeugung in privaten Hauhalten statt. In diesem Bereich wird im Regierungsbezirk Darmstadt eine jährliche Wärmemenge von 1.426 GWh im Jahr produziert. Weiter wird durch die Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen, Bioabfällen und Produktionsrückständen in Biogasanlagen überwiegend Strom erzeugt. Im Hinblick auf die Vergärung von Abfällen liegt der Regierungsbezirk Darmstadt mit einer produzierten Energiemenge von ca. 86 GWh im hessenweiten Vergleich weit vorn. Bei der Vergärung von nachwachsenden Rohstoffen nimmt der Regierungsbezirk dagegen im hessischen Vergleich eine mittlere Stellung ein. Die Nutzung von Klär- und Deponiegas ist hessenweit gleichermaßen verbreitet, sodass Südhessen aufgrund der hohen Bevölkerungszahl und dem daraus resultierenden größeren Kläranlagen- und Deponiebestand auch in diesem Bereich die höchste Energieproduktion aufweist.