



Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW

Teil 2 - Solarenergie

LANUV-Fachbericht 40

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW

Teil 2 - Solarenergie

LANUV-Fachbericht 40

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen

Recklinghausen 2013

IMPRESSUM

Herausgeber

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen (LANUV)
Leibnizstraße 10, 45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
Telefax 02361 305-3215
E-Mail: poststelle@lanuv.nrw.de

Der Teil 2 des Fachberichtes 40 entspricht im Wesentlichen dem Abschlussbericht einer Studie, die im Auftrag des LANUV vom Ingenieurbüro simuPLAN erstellt wurde.

Autoren

Georg Ludes, Björn Siebers, Thorsten Stock
simuPLAN (Heroldstraße 26, 46284 Dorsten,
Telefon 02362 50800, info@simuplan.de)



Projektbetreuung/Redaktion

Christina Seidenstücker, Dr. Barbara Köllner (LANUV)

Topografische Karten/Luftbilder

Geobasisdaten des Landes NRW © Geobasis NRW

Fotos

Windenergie, Solarenergie, Bioenergie, Geothermie, Wasserkraft
v. links: ©Panthermedia (T. Knauer, J. Schmalenberger, D. Grasse),
L. Thien (EnergieAgentur.NRW), B. Mehlig (LANUV)

ISSN

1864-3930 LANUV-Fachberichte

Informationsdienste

Informationen und Daten aus NRW zu Natur, Umwelt und Verbraucherschutz unter
• www.lanuv.nrw.de

Aktuelle Luftqualitätswerte zusätzlich im
• WDR-Videotext Tafeln 177 bis 179

Bereitschaftsdienst

Nachrichtenbereitschaftszentrale des LANUV NRW
(24-Std.-Dienst): Telefon 0201 714488

Nachdruck – auch auszugsweise – ist nur unter Quellenangaben und
Überlassung von Belegexemplaren nach vorheriger Zustimmung des Herausge-
bers gestattet.

Die Verwendung für Werbezwecke ist grundsätzlich untersagt.

Vorwort

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser!

Die Energieversorgung steht vor einem Wandel. Eben wurde der Atomausstieg besiegelt und im Gegenzug der massive Ausbau der erneuerbaren Energieträger beschlossen. Die Nutzung der Sonnenenergie mit ihren kleinen dezentralen Einheiten im privaten Bereich ist in diesem Umbruch eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts.

Der rasante Ausbau der Photovoltaik in Deutschland ist schon heute eine Erfolgsgeschichte. Auch in Nordrhein-Westfalen hat sich der solare Anteil an der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien in den letzten Jahren deutlich gesteigert. Waren Ende 1999 etwa 3.000 Anlagen mit einer Leistung von weniger als 13 MW_p in NRW installiert, speisten 2011 über 160.000 Anlagen mit fast 2.900 MW_p Leistung in das Stromnetz ein. 19 % des erneuerbaren Stroms in NRW stammten 2011 aus der Photovoltaik. Damit steht die Solarenergie hinter Windkraft und Biomasse an dritter Stelle der Strom produzierenden erneuerbaren Energieträger.

Doch die vorliegende Studie des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (LANUV) zeigt: aktuell wird nur 3 % des technischen Solarenergiepotenzials in NRW genutzt – es bestehen also noch erhebliche Ausbaupotenziale.

Mit dem Fachbericht „Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie“ liegt für NRW nun ein umfangreiches Basiswerk vor, in dem der aktuelle Beitrag der Solarenergie sowie die nicht genutzten Potenziale auf Gemeinde- und Kreisebene ablesbar sind.

Zusammen mit der vor kurzem veröffentlichten „Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 1 - Windenergie“ wird den Kommunen und Kreisen damit eine Entscheidungshilfe an die Hand gegeben, wie sie Erneuerbare Energien vor Ort am effektivsten ausbauen können.

Ich wünsche Ihnen eine informative Lektüre,

Ihr



Dr. Heinrich Bottermann

Präsident des
Landesamtes für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Inhaltsverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	8
Abbildungsverzeichnis	9
Tabellenverzeichnis ANHANG A	11
Abbildungsverzeichnis ANHANG B	12
Abkürzungsverzeichnis	14
0. Zusammenfassung	15
0.1 Methodik der Potenzialanalyse	15
0.2 Ergebnisse Photovoltaik	16
0.3 Ergebnisse Solarthermie	18
1. Einführung	19
2. Grundlagen	22
2.1 Photovoltaik	22
2.2 Solarthermie	24
3. Bestandsaufnahme der Solarenergie in NRW	27
3.1 Photovoltaik-Anlagen	27
3.2 Solarthermische Anlagen	33
4. Abschätzung der nutzbaren Dachflächen für Photovoltaik	36
4.1 Untersuchungsmethodik	36
4.1.1 Eingangsdaten	36
4.1.2 Zuweisung von Siedlungsstrukturtypen	37
4.1.3 Festlegung von Modellgebieten	39
4.1.4 Strahlung	42
4.1.5 Detaillierte Dachflächenpotenzialberechnung mit simuSOLAR	43
4.1.6 Bestimmung des theoretischen Dachflächenpotenzials	46
4.1.7 Bestimmung des technischen Dachflächenpotenzials	48
4.1.8 Hochrechnung auf Gemeindeebene	49
4.2 Ergebnisse	51
4.2.1 Gemeinden	51
4.2.2 Kreise	52
4.2.3 Land NRW	52

5.	Geeignete Freiflächen für Photovoltaik-Anlagen	54
5.1	Typen potenzieller Freiflächenstandorte	55
5.1.1	Randstreifen an Autobahnen und Schienenwegen	55
5.1.2	Halden und Deponien	55
5.1.3	Militärische Konversionsflächen	56
5.1.4	Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten	56
5.1.5	Bergbaufolgeflächen	57
5.1.6	Parkplätze	57
5.1.7	Lärmschutzwände	57
5.1.8	Brücken	58
5.1.9	Ehemalige Tagebaugelände	58
5.2	Untersuchungsmethodik	58
5.2.1	Abgrenzung der Basisflächen	58
5.2.2	Verschneidung der Basisflächen mit Ausschlussflächen	60
5.2.3	Berücksichtigung von Ausrichtung und Hangneigung	62
5.2.4	Einzuhaltende Mindestgrößen	63
5.2.5	Abschätzung von Hochrechnungsfaktoren für Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie auf Parkplätzen	64
5.2.6	Ertragsberechnung	65
5.3	Ergebnis der Freiflächenanalyse	66
5.3.1	Randstreifen entlang von Autobahnen und Schienenwegen	66
5.3.2	Halden und Deponien	69
5.3.3	Militärische Konversionsflächen	70
5.3.4	Bergbaufolgeflächen	71
5.3.5	Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten	72
5.3.6	Parkplätze	73
5.3.7	Lärmschutzwände	74
5.3.8	Brücken	75
5.4	Zusammenfassung der Freiflächenanalyse	77
5.4.1	Gemeinden	77
5.4.2	Kreise	78
6.	Zusammenfassung der PV-Potenziale	79
6.1	Gemeinden	79
6.2	Kreise	80
6.3	Land NRW	80

7	Abschätzung der nutzbaren Dachflächen für Solarthermie.....	83
7.1	Bestimmung des theoretischen Dachflächenpotenzials.....	83
7.2	Bestimmung des technischen Dachflächenpotenzials	84
7.3	Ergebnisse.....	86
7.3.1	Gemeinden	87
7.3.2	Kreise	88
7.3.3	Land NRW	88
8	Literatur und Datenquellen.....	89
	TABELLEN ANHANG A.....	93
	ABBILDUNGEN ANHANG B	142

Tabellenverzeichnis

Tabelle 0.1:	Übersicht technische PV-Solarpotenziale	17
Tabelle 3.1:	Stromverbrauch in TWh in NRW im Jahr 2010 [MKULNV 2011].....	27
Tabelle 3.2:	Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien in NRW Ende 2011.....	27
Tabelle 3.3:	Anzahl der PV-Anlagen in NRW für 5 Größenklassen	28
Tabelle 3.4:	Gesamt-Nennleistung der PV-Anlagen in NRW für 5 Größenklassen	29
Tabelle 3.5:	Privathaushalte in NRW - Energieverbrauch für Warmwasser und Raumwärme im Jahr 2010 [MKULNV 2011].....	33
Tabelle 4.1:	Anteile der Siedlungsstrukturtypen an der Grundrissfläche (Beispiel).....	38
Tabelle 4.2:	Übersicht der Modellgebiete	41
Tabelle 4.3:	Umrechnungsfaktor zur Bestimmung des technischen Potenzials.....	49
Tabelle 4.4:	Berechnete Energieerträge (theoretisches Potenzial) pro m ² Grundrissfläche am Beispiel der Gemeinden Titz und Bestwig.....	50
Tabelle 4.5:	Anteil der unterschiedlichen Siedlungsstrukturtypen an der Grundriss- fläche am Beispiel der Gemeinden Bestwig und Titz	50
Tabelle 4.6:	Absolutes theoretisches und technisches PV-Dachflächenpotenzial am Beispiel der Gemeinden Bestwig und Titz	51
Tabelle 4.7:	Technisches Photovoltaik-Dachflächenpotenzial für NRW.....	53
Tabelle 5.1:	Ausschlussflächen für die PV-Freiflächenanalyse	61
Tabelle 5.2:	Hochrechnungsfaktoren für Brach- und Freiflächen sowie Parkplätze.....	65
Tabelle 5.3:	Ertragskenngrößen für Randstreifen.....	67
Tabelle 5.4:	Ertragskenngrößen für Halden und Deponien	69
Tabelle 5.5:	Ertragskenngrößen für militärische Konversionsflächen	71
Tabelle 5.6:	Ertragskenngrößen für Bergbaufolgeflächen	71
Tabelle 5.7:	Ertragskenngrößen für Frei- und Brachflächen in Industrie- und Gewerbegebieten.....	72
Tabelle 5.8:	Ertragskenngrößen für Parkplatzflächen	74
Tabelle 5.9:	Ertragskenngrößen für Lärmschutzwände.....	75
Tabelle 5.10:	Ertragskenngrößen für Brücken	76
Tabelle 5.11:	Gesamtpotenzial auf Freiflächen	77
Tabelle 6.1:	Photovoltaik-Potenzial für das Land NRW.....	80
Tabelle 7.1:	Berechnetes theoretisches und technisches Wärmepotenzial am Beispiel der Gemeinden Bestwig und Titz	85
Tabelle 7.2:	Eingangsgrößen zur Bestimmung des CO ₂ -Emissionsfaktors für die Warmwasseraufbereitung in Privathaushalten	87
Tabelle 7.3:	Solarthermisches Dachflächenpotenzial auf Wohngebäuden für das Land NRW.....	88

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1:	Entwicklung der Anteile der Erneuerbaren Energien in Deutschland seit 2002 sowie nationale Ziele [BMU 2012].....	19
Abbildung 1.2:	Anteile der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2011 [BMU 2012].....	20
Abbildung 2.1:	Funktionsschema einer PV-Anlage.....	22
Abbildung 2.2:	Funktionsschema solarthermischer Anlagen.....	24
Abbildung 3.1	Nennleistungszuwachs der jährlich neu installierten PV-Anlagen in MW _p	29
Abbildung 3.2	PV-Anlagen in NRW für 5 Größenklassen im Zeitraum 2000 bis 2011.....	30
Abbildung 3.3	Zeitliche Entwicklung der Nennleistung der PV-Anlagen in NRW in MW _p	30
Abbildung 3.4	Mittlere Nennleistung aller in NRW installierten PV-Anlagen.....	31
Abbildung 3.5	Deckungsraten des privaten Strombedarfs in den Kommunen NRWs durch PV-Anlagen im Jahr 2011.....	32
Abbildung 3.6	Entwicklung der Wärmeenergieerzeugung durch Solarthermie in NRW.....	34
Abbildung 4.1:	Klassifizierte Siedlungsstrukturflächen am Beispiel der Gemeinde Münster.....	38
Abbildung 4.2:	Klassifizierte Gebäudegrundrissdaten am Beispiel der Gemeinde Münster.....	38
Abbildung 4.3:	Lage der Modellgebiete.....	40
Abbildung 4.4:	Durchschnittliche jährliche Einstrahlung auf eine horizontale Fläche (Quelle: DWD).....	42
Abbildung 4.5:	Ausschnitt des Untersuchungsgebietes „Münster / City“ (Luftbild: Geobasis.NRW).....	43
Abbildung 4.6:	Höhenraster für das Untersuchungsgebiet „Münster / City“.....	43
Abbildung 4.7:	Dachflächenerkennung (Luftbild: Geobasis.NRW).....	44
Abbildung 4.8:	Beispielhaftes Horizontdiagramm.....	45
Abbildung 4.9:	Jährliche Globalstrahlung (Luftbild: Geobasis.NRW).....	45
Abbildung 4.10:	Eignungsflächen für das Modellgebiet Münster City, berechnet mit der Strahlungszeitreihe für den Standort Titz (Luftbild: Geobasis.NRW).....	47
Abbildung 4.11:	Theoretisches / technisches Potenzial (Luftbild: Geobasis.NRW).....	48

Abbildung 5.1:	Bestimmung der Basisflächen (grün) am Beispiel eines Randstreifens (Luftbild: Geobasis.NRW).....	59
Abbildung 5.2:	Verschiedene Typen von Ausschlussflächen (Luftbild: Geobasis.NRW).....	62
Abbildung 5.3:	Ausschluss von zu kleinen Flächen (Luftbild: Geobasis.NRW)	63
Abbildung 5.4:	Solarpotenzial an Autobahnen. Beispiel Titz (Luftbild: Geobasis.NRW).....	67
Abbildung 5.5:	Solarpotenzial an Autobahnen. Beispiel Siegen (Luftbild: Geobasis.NRW).....	68
Abbildung 5.6:	Hoppenbruch (blau umrandet) als Beispiel für eine aufgeforstete Halde (Luftbild: Geobasis.NRW).....	69
Abbildung 5.7:	Fläche mit hohem Solarpotenzial auf einer Deponie (Luftbild: Geobasis.NRW).....	70
Abbildung 5.8:	Brachliegende Bergbaufolgefläche (Luftbild: Geobasis.NRW)	72
Abbildung 5.9:	Freiflächen in einem Gewerbegebiet (Luftbild: Geobasis.NRW))	73
Abbildung 5.10:	Parkplatz in einem Industriegebiet (Luftbild: Geobasis.NRW)	74
Abbildung 5.11:	Beispiel für eine Lärmschutzwand (grün) mit hohem Solarpotenzial (Luftbild: Geobasis.NRW).....	75
Abbildung 5.12:	Beispiel für eine Brücke (grün) mit hohem Solarpotenzial (Luftbild: Geobasis.NRW).....	76
Abbildung 6.1:	PV-Potenzial NRW	81

Tabellenverzeichnis ANHANG A

Tabelle A 1:	Bestandsaufnahme der PV-Anlagen auf Gemeindeebene im Jahr 2011	94
Tabelle A 2:	Bestandsaufnahme der PV-Anlagen auf Kreisebene im Jahr 2011.....	101
Tabelle A 3:	Wärmeerzeugung durch Solarthermie auf Gemeindeebene im Jahr 2011.	102
Tabelle A 4:	Wärmeerzeugung durch Solarthermie auf Kreisebene im Jahr 2011	109
Tabelle A 5:	PV-Solarpotenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene	110
Tabelle A 6:	PV-Solarpotenzial auf Dachflächen auf Kreisebene	117
Tabelle A 7:	PV-Solarpotenzial auf Freiflächen auf Gemeindeebene	118
Tabelle A 8:	PV-Solarpotenzial auf Freiflächen auf Kreisebene	125
Tabelle A 9:	Gesamtes PV-Potenzial (Dach- und Freiflächen) auf Gemeindeebene	126
Tabelle A 10:	Gesamtes PV-Potenzial (Dach- und Freiflächen) auf Kreisebene	133
Tabelle A 11:	Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene	134
Tabelle A 12:	Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen auf Kreisebene.....	141

Abbildungsverzeichnis ANHANG B

Abbildung B 1:	Solare Stromerträge auf Gemeindeebene im Jahr 2011 in GWh.....	143
Abbildung B 2:	Solare Wärmeerträge auf Gemeindeebene im Jahr 2011 in MWh	144
Abbildung B 3:	Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen bei Komplettbelegung aller geeigneten Dachflächen auf Gemeindeebene.....	145
Abbildung B 4:	Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen pro Einwohner bei Komplettbelegung aller geeigneten Dachflächen auf Gemeindeebene.....	146
Abbildung B 5:	Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen pro m ² Grundrissfläche bei Komplettbelegung aller geeigneten Dachflächen auf Gemeindeebene.....	147
Abbildung B 6:	Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen bei Komplettbelegung aller geeigneten Dachflächen auf Kreisebene	148
Abbildung B 7:	Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen pro Einwohner bei Komplettbelegung aller geeigneten Dachflächen auf Kreisebene	149
Abbildung B 8:	Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen pro m ² Grundrissfläche bei Komplettbelegung aller geeigneten Dachflächen auf Kreisebene	150
Abbildung B 9:	Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen im 110 Meter Randstreifen	151
Abbildung B 10:	Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Deponien und Halden	152
Abbildung B 11:	Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf militärischen Konversionsflächen	153
Abbildung B 12:	Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Bergbaufolgeflächen.....	154
Abbildung B 13:	Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten	155
Abbildung B 14:	Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Parkplätzen...	156
Abbildung B 15:	Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Lärmschutzwänden	157
Abbildung B 16:	Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Brücken.....	158
Abbildung B 17:	Potenzieller Stromertrag auf allen Freiflächenstandorten auf Gemeindeebene	159
Abbildung B 18:	Potenzieller Stromertrag auf allen Freiflächenstandorten auf Kreisebene	160

Abbildung B 19:	Potenzieller Stromertrag auf allen Freiflächenstandorten pro m ² Grundfläche auf Gemeindeebene	161
Abbildung B 20:	Potenzieller Stromertrag auf allen Freiflächenstandorten pro m ² Grundfläche auf Kreisebene	162
Abbildung B 21:	Potenzieller Stromertrag durch Dach- und Freiflächenanlagen auf Gemeindeebene	163
Abbildung B 22:	Potenzieller Stromertrag pro Einwohner durch Dach- und Freiflächenanlagen auf Gemeindeebene	164
Abbildung B 23:	Potenzieller Stromertrag durch Dach- und Freiflächenanlagen auf Kreisebene	165
Abbildung B 24:	Potenzieller Stromertrag pro Einwohner durch Dach- und Freiflächenanlagen auf Kreisebene	166
Abbildung B 25:	Deckungsrate des Warmwasser-Wärmeenergiebedarfs auf Gemeindeebene	167
Abbildung B 26:	Deckungsrate des Warmwasser-Wärmeenergiebedarfs auf Kreisebene	168

Abkürzungsverzeichnis

Allgemein

ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographische Informationssystem
BMU	Bundesministerium für Natur, Umwelt und Reaktorsicherheit
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie
DOM	Digitales Oberflächenmodell
DGM	Digitales Geländemodell
DWD	Deutscher Wetterdienst
EnEV	Energie-Einspar-Verordnung
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz
EW	Einwohner
GIS	Geographisches Informationssystem
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
LINFOS	Landschaftsinformationssystem
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
PSV	Privat-Stromverbrauch
PV	Photovoltaik
RVR	Regionalverband Ruhr
ST	Solarthermie
STC	Standard test condition
WW	Warmwasser

Einheiten

Wh	Wattstunde, entspricht $3,6 \cdot 10^3$ Joule (J) bzw. 3,6 Kilojoule (KJ)
kWh	Kilowattstunde, entspricht $3,6 \cdot 10^6$ Joule (J) bzw. $3,6 \cdot 10^3$ Kilojoule (KJ)
MWh	Megawattstunde, entspricht 10^3 Kilowattstunden
GWh	Gigawattstunde, entspricht 10^6 Kilowattstunden
TWh	Terawattstunde, entspricht 10^9 Kilowattstunden bzw. 3,6 Petajoule (PJ)
PJ	Petajoule, entspricht 10^{12} Kilojoule (J) bzw. 0,278 TWh

0. Zusammenfassung

Der fortschreitende Klimawandel und die zur Neige gehenden fossilen Energieträger erfordern eine schnelle und nachhaltige Energiewende. Das Ziel der nordrhein-westfälischen Landesregierung ist es darum, die Erneuerbaren Energien deutlich auszubauen. Bis zum Jahr 2025 soll der Anteil der Erneuerbaren Energien an der Stromversorgung in Nordrhein-Westfalen auf 30 % gesteigert werden.

Ein Baustein der nordrhein-westfälischen Klimapolitik ist die Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, mit deren Durchführung das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV) das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) beauftragt hat. Im Oktober 2012 wurde bereits „Teil 1 – Windenergie“ innerhalb der LANUV-Fachberichtsreihe 40 „Potenzialstudie Erneuerbare Energien“ veröffentlicht. Die Potenzialanalyse Solarenergie liegt nun als Teil 2 dieser Fachberichtsreihe vor.

Ziel der Potenzialanalyse Solarenergie ist es, die Potenziale zur Nutzung der Sonnenenergie im Strom- und Wärmesektor für NRW zu ermitteln. Die Ergebnisse und Datengrundlagen sollen zusätzlich zur Veröffentlichung als Fachbericht im Fachinformationssystem Energieatlas NRW (www.energieatlas.nrw.de) im Internet veröffentlicht werden. Die bereitgestellten Informationen dienen als Grundlage für die unterschiedlichen Planungsebenen, wie z.B. Kommunen, Kreise, Bezirksregierungen und Genehmigungsbehörden. Sie sollen den weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien unterstützen.

0.1 Methodik der Potenzialanalyse

Die Bestimmung des Solarpotenzials für Aufdachanlagen (Photovoltaik und Solarthermie) erfolgte auf der Grundlage von 24 für die unterschiedlichen Regionen von NRW repräsentativen Modellgebieten. Diese Gebiete wurden so ausgewählt, dass die Siedlungsstrukturen *Wohnen*, *Gewerbe- / Industriegebiete*, *Stadtzentrum / City* und *ländliche Gebiete* mit ihren jeweiligen Besonderheiten berücksichtigt werden konnten. Für die Modellgebiete wurde eine detaillierte Strahlungssimulation auf der Basis hochaufgelöster Laserscandaten durchgeführt. Die hieraus abgeleiteten Kenngrößen zu Einstrahlung und Verschattung wurden im nächsten Schritt auf alle Gebäude des Landes hochgerechnet. Der Anteil der unterschiedlichen Siedlungsstrukturen und die lokalen Einstrahlungsverhältnisse der einzelnen Gemeinden wurden berücksichtigt.

Für die Analyse potenzieller PV-Freiflächenstandorte wurden aus dem digitalen ATKIS-Datenbestand diejenigen Flächen selektiert, die grundsätzlich für die Ansiedlung eines Solarparks zur Produktion von förderungswürdigem Strom im Sinne des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) geeignet sind. Hierzu zählen beispielsweise der 110 Meter Randstreifen entlang von Autobahnen und Schienenwegen, Halden oder auch Parkplatzflächen.

Von diesen Flächen wurden anschließend diejenigen Bereiche ausgeschlossen, die aufgrund ihrer Eigenschaften nicht als Solarpark in Frage kommen. Dies können beispielsweise Flächen sein, die unter Naturschutz stehen, nach Norden ausgerichtet sind, in unmittelbarer Nähe zu Verschattungsobjekten wie z.B. Waldflächen oder Gebäuden liegen oder eine festgelegte

Mindestgröße unterschreiten. Für die verbleibenden Flächen wurden unter Berücksichtigung der geographischen Lage die installierbare Modulfläche und der potenzielle Stromertrag bestimmt.

Die Methodik der Potenzialanalyse wurde eng mit der EnergieAgentur.NRW abgestimmt.

0.2 Ergebnisse Photovoltaik

Ende 2011 erzeugten die Erneuerbaren Energien in NRW fast 10 % des hier verbrauchten Stroms. Der Anteil der PV-Stromerzeugung am Stromverbrauch (Bezugsjahr 2010: 138 TWh [MKULNV 2011]) betrug zu diesem Zeitpunkt 1,9 %. Insgesamt waren zum Bezugszeitpunkt 31.12.2011 über 160.000 PV-Anlagen mit einer Gesamt-Nennleistung von etwa 2.900 MW_p installiert.

Die Tabelle 0.1 führt die im Rahmen dieser Studie ermittelten technischen PV-Potenziale auf. Insgesamt könnten demnach PV-Module mit einer Fläche von maximal 469 km² in Nordrhein-Westfalen installiert werden. Bei der Annahme eines mittleren Wirkungsgrades von 18 % entspricht dies einer maximal installierbaren Leistung von 84,4 GW_p. Bei vollständiger Belegung aller geeigneten Flächen NRWs mit PV-Modulen könnte eine jährliche Strommenge von ca. 72 TWh erzeugt werden.

Die Tabellenwerte verdeutlichen, dass mehr als die Hälfte des technisch möglichen PV-Stromertrages in NRW durch Solarstromerzeugung auf Dachflächen entfällt. Fast 60 % des PV-Freiflächenpotenzials konzentriert sich auf die gezielte Nutzung von Randstreifen der Autobahnen und Schienenwege. Weitere nennenswerte PV-Potenziale bestehen auf Parkplätzen, Deponien und Halden sowie auf Freiflächen und Brachen von Industrie- und Gewerbegebieten. Im Bereich von Bergbaufolgenutzungen, Brücken und Lärmschutzwänden lassen sich hingegen keine nennenswerten Beiträge zur PV-Stromerzeugung erschließen.

Wie oben bereits erwähnt, betrug Ende 2011 die Nennleistung aller in NRW installierten PV-Anlagen ca. 2,9 GW_p. Das Potenzial von 84,4 GW_p war somit Ende 2011 nur zu etwa 3 % ausgeschöpft.

Durch vollständige Nutzung des jährlichen PV-Strompotenzials von etwa 72 TWh ließe sich theoretisch ca. 52 % des landesweiten jährlichen Stromverbrauchs von 138 TWh (Bezugsjahr 2010 [MKULNV 2011]) decken. Aufgrund der zeitlichen Unterschiede zwischen der PV-Stromerzeugung und dem Stromverbrauch, die bei der Ermittlung des PV-Potenzials nicht berücksichtigt werden konnten, wird sich aber nur ein Teil dieses Potenzials nutzen lassen.

Um die Privathaushalte in NRW vollständig mit PV-Strom zu versorgen (Strombedarf in 2010 ca. 32 TWh bzw. 1.780 kWh pro Person [MKULNV 2011]), müssten zu den bereits vorhandenen Anlagen weitere PV-Anlagen mit einer Gesamt-Nennleistung von 32 GW_p errichtet werden. Dies entspricht ca. 38 % des gesamten PV-Potenzials bzw. ca. 70 % des Dachflächenpotenzials.

Tabelle 0.1: Übersicht technische PV-Solarpotenziale

PV-Potenzial Dachflächen				
	Modulfläche [Km ²]	Leistung [GW _P]	Stromertrag [GWh/a] [%]	
Sehr gut geeignet	111,72	20,1	17.609	45,5
Gut geeignet	55,20	10,0	8.321	21,5
Bedingt geeignet	92,27	16,6	12.772	33,0
Summe Dachflächen	259,19	46,7	38.702	100,0
PV-Potenzial Freiflächen				
Randstreifen	123,32	22,1	20.072	59,8
Parkplätze	48,04	8,6	7.190	21,4
Brach- und Freiflächen in Industrie- u. Gewerbegebieten	27,58	5,0	4.469	13,3
Deponien und Halden	8,25	1,5	1.339	4,0
Militärische Konversionsflächen	1,8	0,3	287	0,9
Bergbau	1,05	0,2	171	0,5
Lärmschutzwände	0,06	< 0,01	7	< 0,1
Brücken	0,04	< 0,01	6	< 0,1
Summe Freiflächen	210,14	37,7	33.541	100,0
PV-Potenziale Gesamt	469,3	84,4	72.244	100,0
Bereits erschlossen	ca. 23¹⁾	2,9	2.630	3,4

¹⁾ unter der Annahme eines durchschnittlichen Wirkungsgrades von 12,5 %

Das Land NRW hat sich zum Ziel gesetzt, die landesweiten CO₂-Emissionen von 1990 bis 2020 um 25 % (90,7 Mio t) zu reduzieren. Bis 2010 hatte NRW einen Rückgang der CO₂-Emissionen von 49,1 Mio t bereits erreicht. Alle PV-Potenzialflächen zusammen könnten das verbleibende CO₂-Reduktionsziel von 41,6 Mio t fast vollständig decken.

Im neuen Koalitionsvertrag von 2012 hat die Landesregierung außerdem festgelegt, bis zum Jahr 2025 30 % der jährlichen Stromversorgung durch Erneuerbare Energien abzudecken. Unter der Annahme eines unveränderten Stromverbrauchs von ca. 138 TWh pro Jahr (Bezugsjahr 2010 [MKULNV 2011]) ergibt sich somit eine jährliche Strommenge von mindestens 41 TWh, die im Jahr 2025 durch EE in NRW bereitzustellen ist. Hierbei muss beachtet werden, dass der Stromverbrauch jährlich schwankt.

Unter der weiteren Annahme eines unveränderten Anteils des PV-Stroms am gesamten EE-Strom (19 %), müsste die PV-Stromproduktion auf ca. 7.800 GWh ausgebaut und damit ihr Beitrag fast verdreifacht werden. Dies entspricht bis 2025 einem mittleren jährlichen Zubau von ca. 380 MW_p Nennleistung bzw. 2 km² Modulfläche. Dieser Berechnung liegt die Annahme zu Grunde, dass die Beiträge der übrigen erneuerbaren Energieträger in dem gleichen Maße wie die PV wachsen.

Ein neuer Aufschwung der PV-Branche ist eng an die Entwicklung und den Umbau der Stromverteilnetze und die Verfügbarkeit effektiverer und wirtschaftlicher Speichertechnologien geknüpft. Es ist davon auszugehen, dass in einigen Jahren auch aus der zunehmenden Elektromobilität positive Markimpulse resultieren.

0.3 Ergebnisse Solarthermie

Die Analyse des Bestands solarthermischer Anlagen erfolgte auf der Grundlage statistischer Auswertungen des Marktanreizprogramms der BAFA [BSW 2012]. Diese Auswertungen wurden durch Statistiken der EnergieAgentur.NRW ergänzt, in die zusätzlich Daten aus den Förderprogrammen *progres.nrw* einfließen. Die Auswertung ergibt für das Jahr 2011 eine solare Wärmeenergiemenge von 461 GWh/a bzw. 0,46 TWh/a.

Zur Abschätzung des Potenzials der Solarthermie müssen – neben der Dachflächenanalyse – weitere Parameter berücksichtigt werden. Durch solarthermische Anlagen produzierte Wärme muss in der Regel vor Ort verbraucht werden und kann – im Gegensatz zu Strom aus PV-Anlagen – nicht in ein öffentliches Netz eingespeist werden. Darüber hinaus werden solarthermische Anlagen aus wirtschaftlichen Überlegungen überwiegend zur Warmwasserbereitung eingesetzt. Darum beziehen sich die Betrachtungen dieser Studie allein auf den möglichen Beitrag der Solarthermie zur Deckung der Warmwassererzeugung in Privathaushalten. Ein weiterer einschränkender Parameter ist die Dimensionierung der Kollektorfläche unter Berücksichtigung wirtschaftlicher Kriterien.

Die Untersuchungen in den Modellgebieten und deren Hochrechnung auf die Gemeinden in NRW ergaben, dass bei Erschließung aller für die solarthermische WW-Bereitung benötigten und hierfür geeigneten Dachflächen ca. 9,8 TWh bzw. 55 % des WW-Bedarfs von 17,6 TWh durch solarthermische Anlagen erzeugt werden könnten. Dies entspricht nur ca. 8 % des gesamten Wärmebedarfs der Privathaushalte von 128,8 TWh.

Nach Angaben der EnergieAgentur.NRW kann man für NRW annehmen, dass mindestens 50 % der Haushalte keine zentrale WW-Bereitung besitzen, so dass hier der Einsatz thermischer Solaranlagen nicht sinnvoll ist. Hierdurch reduziert sich das verfügbare solarthermische Potenzial zur Wärmeerzeugung in Privathaushalten von 9,8 TWh auf lediglich ca. 4,9 TWh.

Bedeutendere Beiträge der Solarthermie könnten erschlossen werden, wenn bei der Errichtung neuer Gebäude und der Sanierung von Bestandsgebäuden vermehrt die Solarthermie in die Raumheizung –und -kühlung (Solar-Wärmepumpe, Absorptions- und Adsorptionstechnik, u.a.) integriert würde. Aufgrund des starken Wettbewerbsdrucks durch andere Techniken wie z.B. Mikro-BHKW erscheint eine deutliche Zunahme von solar unterstützten Heizungs- und Kälte-Anlagen aber eher fraglich.

1. Einführung

Der fortschreitende Klimawandel und die zur Neige gehenden fossilen Energieträger erfordern eine schnelle und nachhaltige Energiewende. Das Ziel der internationalen Klimapolitik ist es, durch eine drastische Verringerung der CO₂-Emissionen die globale Erwärmung auf 2 °C gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter zu beschränken. Die Europäische Gemeinschaft hat daher Richtlinien auf den Weg gebracht, mit denen Energie (Strom und Wärme) eingespart und zunehmend durch Nutzung Erneuerbarer Energien erzeugt und bereit gestellt werden sollen.

Zur Festschreibung dieser Ziele auf der nationalen Ebene der Bundesrepublik Deutschland dienen insbesondere das **Erneuerbare-Energien-Gesetz** [EEG 2011], das **Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz** [EEWärmeG 2011] und dessen Berücksichtigung in der Energieeinsparverordnung [EnEV 2009].

Um die Zielvorgaben des EEG zu erreichen, muss der Anteil der Erneuerbaren Energien am bundesweiten Stromverbrauch von ca. 20 % im Jahr 2011 auf mindestens 35 % im Jahr 2020 erhöht werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass nach dem beschlossenen Ausstieg aus der Kernenergie in den nächsten 10 Jahren eine vollständige Substitution des Atomstroms durch andere Energieträger erfolgen muss. Nach 2020 soll der Anteil der Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien alle 10 Jahre um jeweils mindestens 15 % zunehmen, so dass im Jahr 2030 der Anteil der Erneuerbaren Energien mindestens 50 % und im Jahr 2050 mindestens 80 % beträgt.

Diese Vorgaben sollen in Kombination mit dem EEWärmeG bewirken, dass der Anteil der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch von etwa 12,5 % im Jahr 2011 (siehe Abbildung 1.1) bis auf mindestens 18 % im Jahr 2020 gesteigert wird.

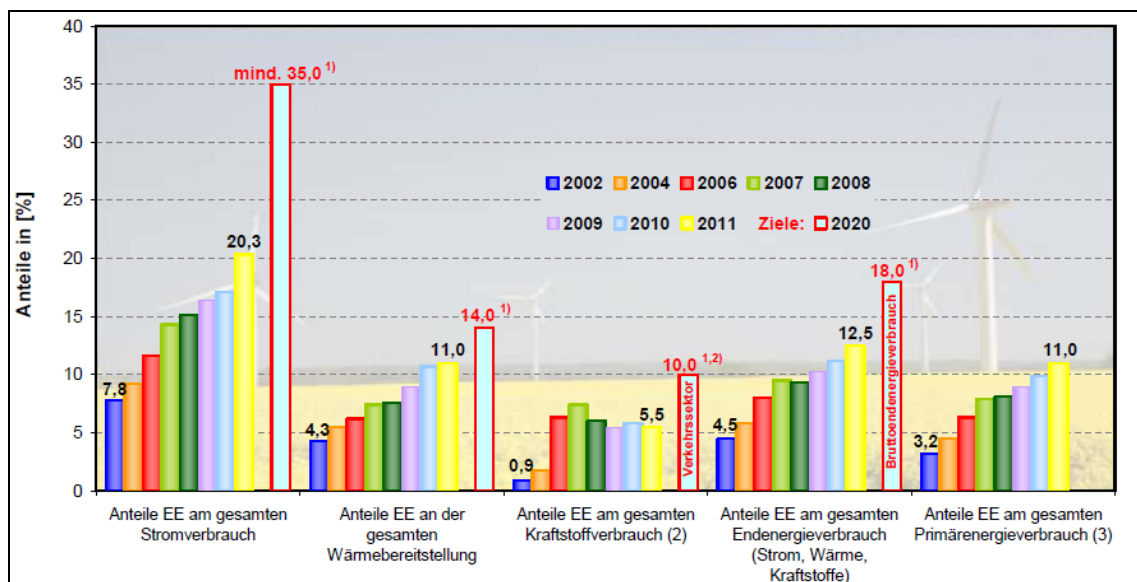


Abbildung 1.1: Entwicklung der Anteile der Erneuerbaren Energien in Deutschland seit 2002 sowie nationale Ziele [BMU 2012]

Die Abbildung 1.2 veranschaulicht die unterschiedlichen Beiträge Erneuerbarer Energien an der Strom-, Wärme- und Kraftstoffproduktion in der BRD.

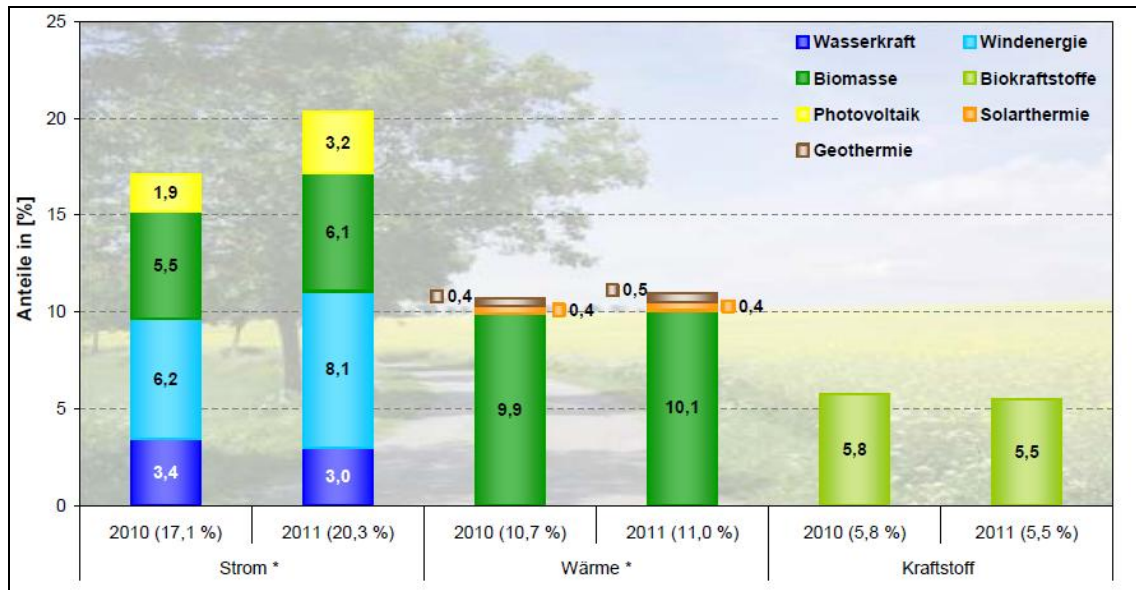


Abbildung 1.2: Anteile der Erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch in Deutschland im Jahr 2011 [BMU 2012]

Im Jahr 2011 betrug der Anteil der Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch in Deutschland etwa 20 %. Hiervon entfallen etwa 8 % und somit fast ein Drittel auf die Windenergie. Durch PV-Anlagen wurde etwa 3 % der verbrauchten Strommenge erzeugt.

Bei der Wärmeenergieerzeugung liegt der Anteil der Erneuerbaren Energien im Jahr 2011 mit ca. 11 % niedriger. Mehr als 10 % - und damit über 90 % der erneuerbaren Wärmebereitstellung – wird durch Biomasse gedeckt. Lediglich 0,4 % wird durch Solaranlagen erzeugt.

Die starken Fluktuationen der EE-Stromeinspeisungen in Verbindung mit den zukünftig weiter deutlich zunehmenden EE-Stromnennleistungen erfordern gravierende Maßnahmen zur Optimierung der Energieversorgungssysteme. Um auch zukünftig die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, muss das bisher unidirektionale Energiesystem mit Leitungsfluss vom Erzeuger zum Verbraucher in ein flexibles, an die variable und dezentrale Einspeisung der EE angepasstes System mit bidirektionalen Leitungsflüssen umgebaut werden (siehe [BMU 2011c]).

Um den geplanten weiteren Ausbau der EE zu ermöglichen, sollen mit gezielten Forschungs- und Entwicklungsprojekten Technologien zur Speicherung von EE-Strom zur Marktreife gebracht werden. Als Speichertechnologien zur Pufferung saisonaler, täglicher oder noch kürzerer Einspeisungsschwankungen beim EE-Strom könnten die Erzeugung von Wasserstoff und Methan, Pumpspeicher- oder Druckluftspeicherkraftwerke sowie Batterien, Kondensatoren und Spulen dienen.

Auch die Nutzung der Solarenergie zur Gebäudeheizung erfordert neue Speichertechnologien (z.B. Langzeitspeicher mit Phasen-Wechselmaterialien).

Die gesamte Energiewirtschaft befindet sich somit in einem massiven Umbruch. Es ist davon auszugehen, dass hierbei neben einer nachhaltigen Veränderung des Energiemix Großkraftwerke mehr und mehr durch kleine dezentrale Versorgungseinheiten ersetzt werden.

Dem weiteren Ausbau der Solarenergie mit ihren kleinen dezentralen Einheiten im privaten Bereich kommt hierbei eine Schlüsselfunktion zu, weil bereits genutzte bzw. versiegelte Flächen zur Energieerzeugung verwendet werden können.

Eine weitere Zunahme des Solarstroms an der Gesamtstromerzeugung erscheint aufgrund mehrerer Faktoren, beispielsweise die sinkenden Preise für PV-Anlagen bei gleichzeitig steigenden Strompreisen und die hohe gesellschaftliche Akzeptanz der Solarenergie, realistisch.

Aufgrund der ab dem 1. April 2012 geltenden deutlich reduzierten Vergütungssätze für Strom aus Solaranlagen [BMU / BMWi 2012a] sowie dem am 27. Juni 2012 im Vermittlungsausschuss beschlossenen PV-Deckel ist jedoch davon auszugehen, dass sich das dynamische Wachstum der PV-Branche der letzten Jahre wahrscheinlich abschwächt.

Rechnet man den NRW-Privatstromverbrauch von 32 TWh (Bezugsjahr 2010 [MKULNV 2011]) auf einen Einwohner um, so ergibt sich je Einwohner ein jährlicher Stromverbrauch von ca. 1.780 kWh. Dieser Bedarf lässt sich beim gegenwärtigen Stand der PV-Technik durch ca. 14 m² geeigneter Dachfläche bzw. einer Anlage mit einer Nennleistung von ca. 1,8 bis 1,9 kW abdecken. Bei aktuell rund 18 Millionen Einwohnern in NRW würde also theoretisch heute eine Dachfläche von ca. 252 km² ausreichen, um den kompletten privaten Strombedarf zu decken. Dies entspricht weniger als 1 % der Landesfläche. Mit den zukünftig zu erwartenden Steigerungen des Wirkungsgrades wird sich die benötigte Fläche noch verringern.

Derzeit existieren für NRW nur im Einzelfall (beispielsweise für den Regierungsbezirk Arnsberg) regionale Abschätzungen des Potenzials für Energieerzeugung durch Photovoltaik (PV) und Solarthermie (ST). Erkenntnisse aus diesen Studien sowie Erfahrungen aus kommunalen Solardachkatastern zeigen, dass in der Regel mehr als 20 % der Dachflächen einer Stadt prinzipiell für Solar- und PV-Anlagen geeignet sind. Derzeit werden aber lediglich ca. 2 % hierfür genutzt. Das weitere Ausbaupotenzial kann somit als sehr hoch eingeschätzt werden.

Zielsetzung der Potenzialanalyse Solarenergie NRW ist es, die tatsächlichen Flächenpotenziale für die Nutzung von Sonnenenergie im Strom- und Wärmesektor in NRW teilweise flächenscharf, teilweise aggregiert auf Kreis- und Gemeindeebene zu ermitteln. Die Ergebnisse sollen als Fachbericht sowie im Fachinformationssystem Energieatlas NRW im Internet veröffentlicht werden. Mit den Informationen soll eine Grundlage für die unterschiedlichen Planungsebenen geschaffen werden, wie z.B. Kommunen, Kreise und Bezirksregierungen. Darüber hinaus soll Privatpersonen ein Anreiz zur Investition in die Solarenergie gegeben werden. Anders als bei den sehr investitions- und flächenintensiven Energieformen – wie z.B. Windkraft und Biomasse – kann die Solarenergie vor allem durch das Engagement von Privatpersonen – sei es nun durch die Installation auf einem Privathaus oder durch Unternehmer mittelständischer Betriebe auf einer Gewerbehalle – voran getrieben werden.

Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die aus der Studie gewonnenen Daten ein Standortgutachten bei der Planung einzelner Anlagen nicht ersetzen können. Vielmehr sollen die Studie und deren Ergebnisse dazu dienen, den weiteren Ausbau der Solarenergie sinnvoll zu unterstützen.

2. Grundlagen

2.1 Photovoltaik

Unter Photovoltaik (PV) bzw. Fotovoltaik versteht man die direkte Umwandlung von Lichtenergie in elektrische Energie. Die Abbildung 2.1 veranschaulicht den Aufbau und die Funktionsweise einer PV-Anlage.

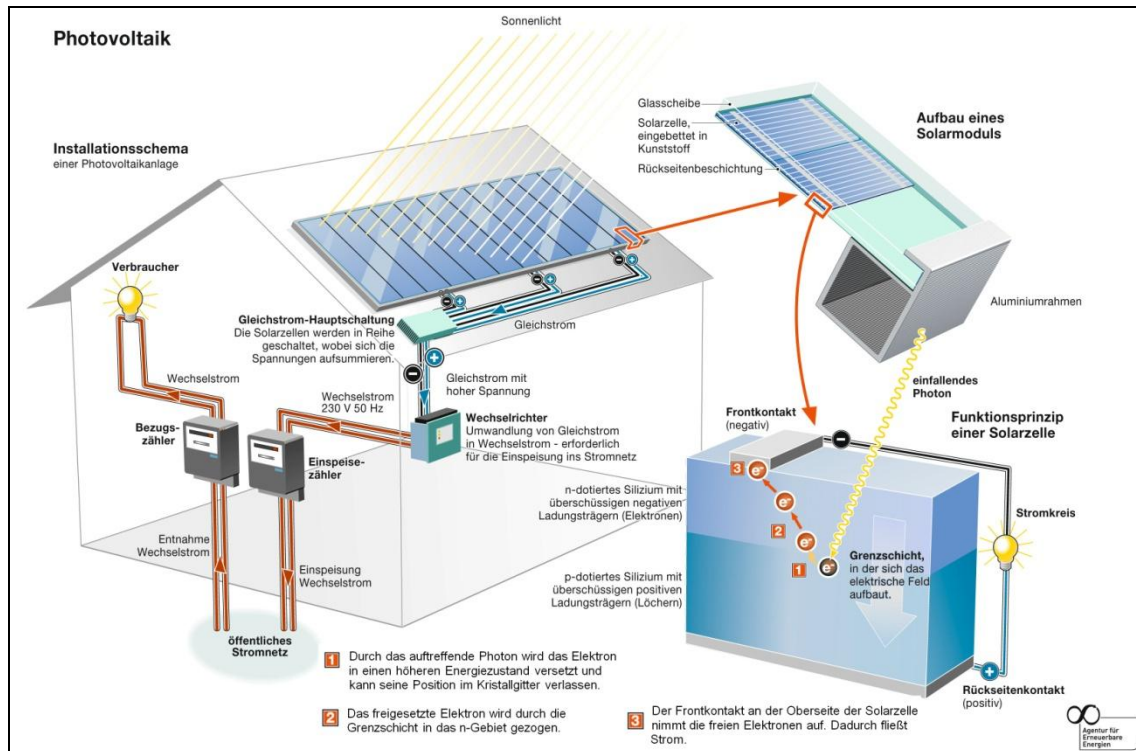


Abbildung 2.1: Funktionsschema einer PV-Anlage

Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien (<http://www.unendlich-viel-energie.de>)

Die photovoltaische Energiewandlung von Lichtenergie (Photonen) in Strom findet mit Hilfe von Silizium-Solarzellen, die zu so genannten Solarmodulen verbunden werden, statt (siehe Abbildung 2.1, rechts unten).

Die durch PV-Anlagen erzeugte Elektrizität kann direkt genutzt, in Akkumulatoren gespeichert oder ins Stromnetz eingespeist werden. Bei Einspeisung der Energie in das öffentliche Stromnetz, wird die von den Solarzellen erzeugte Gleichspannung von einem Wechselrichter in Wechselspannung umgewandelt.

Die Nennleistung von PV-Anlagen wird häufig in der nicht-wissenschaftlichen Schreibweise W_p (Watt Peak) oder kW_p angegeben. „Peak“ (engl. Höchstwert, Spitze) bezieht sich auf die Leistung unter Testbedingungen. Sie dient zur Normierung und zum Vergleich verschiedener Solarmodule. Die elektrischen Werte der Bauteile unter diesen Bedingungen werden in Datenblättern angegeben. Zur Normierung wird bei 25 °C Modultemperatur, 1.000 W/m² Bestrahlungsstärke und einer Luftmasse (AM – air mass) von 1,5 gemessen, was einem Zenitwinkel des einfallenden Lichtes von 48,2° (= arccos 2/3) entspricht. Dies sind die Standard-Testbedingungen (meist abgekürzt STC, engl. standard test conditions), die als internationaler Standard festgelegt wurden.

Die heutzutage mit Solarzellen erzielbaren STC-Wirkungsgrade reichen von wenigen Prozent bis zu über 40 %. Organische Solarzellen erzielen derzeit (April 2011) bis zu 10,6 % Wirkungsgrad, Dünnschichtmodule auf Basis von amorphem Silizium etwa 5 bis 13 %, Dünnschichtmodule auf der Basis von Cadmiumtellurid ca. 12 %, Solarzellen aus polykristallinem Silizium 13 bis 18 % und Zellen aus monokristallinem Silizium zwischen 14 und 24 %.

Derzeit werden in der Regel Solarmodule mit Solarzellen aus polykristallinem oder monokristallinem Silizium eingesetzt. Diese weisen meist Wirkungsgrade von ca. 12 bis 18 % auf. Dies entspricht einer Nennleistung von 120 W_P bis 180 W_P pro m². Um eine Nennleistung von 1 kW_P zu erzielen, werden somit je nach Modultyp ca. 6 m² bis 9 m² Modulfläche benötigt.

Der Systemwirkungsgrad beschreibt den Wirkungsgrad des gesamten Solarsystems einschließlich der Verluste durch die Umwandlung im Wechselrichter, die Länge der Stromleitungen, Verschmutzungen, Verschattungen und ggf. weitere Faktoren.

Bei der Ertragsprognose werden die Standortgüte (Sonneneinstrahlung) und die Anlagengüte berücksichtigt.

Die Abschätzung der Anlagengüte erfolgt mit Hilfe einer weitgehend standort-unabhängigen Kennzahl, der Performance Ratio *PR*. Sie ergibt sich aus dem Verhältnis des realen Energieertrags E_{real} im Verhältnis zum theoretisch möglichen Ertrag E_{ideal} des Photovoltaik-Generators:

$$PR = E_{real} / E_{ideal}$$

E_{ideal} ergibt sich hierbei aus dem Produkt der Fläche A_{PV} , dem Nennwirkungsgrad der Module β_{STC} und der jährlichen solaren Einstrahlung Q_{Solar} :

$$E_{ideal} = A_{PV} \cdot \beta_{STC} \cdot Q_{Solar}$$

Die Performance Ratio einer Photovoltaikanlage sollte im Allgemeinen einen Wert von mindestens 70 % erreichen. Durch technologische Verbesserungen sowie durch den Zugewinn an Erfahrung bei den Installationsbetrieben kann man mit Werten zwischen 80 % und 90 % für neue Anlagen rechnen. Da die *PR* als Ausdruck der Qualität von Planung und Ausführung einer Anlage auch die Rentabilität einer Anlage beeinflusst, ist es normalerweise üblich, feste *PR*-Zusagen gegenüber Investoren bzw. Banken zu geben. Die *PR* wird dort zum Kriterium der Kreditvergabe bzw. der Investitionszusage.

Die zu erwartende mittlere Produktion an elektrischer Energie von netzgekoppelten Photovoltaikanlagen ist in Deutschland mit der Verbesserung der Technik kontinuierlich angestiegen und liegt derzeit bei Neuanlagen in Abhängigkeit des regional verfügbaren jährlichen Strahlungsangebotes und der Anlagenkonfiguration (Neigung und Ausrichtung der Module, Verschattungseffekte, Wechselrichtertyp u.a.) zwischen ca. 700 und 1.200 kWh pro kW_P. In NRW werden Jahreserträge von mehr als 1.000 kWh pro kW_P aufgrund der gegenüber Süddeutschland geringeren Einstrahlung nur selten erreicht.

Die Abnahme, Übertragung, Verteilung und Vergütung des Stroms aus PV-Anlagen werden im Erneuerbare-Energien-Gesetz [EEG 2011] geregelt.

2.2 Solarthermie

Solarthermische Anlagen werden in Deutschland und in Nordrhein-Westfalen vorwiegend zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung eingesetzt. Weitere Einsatzmöglichkeiten, beispielsweise Schwimmbaderwärmung, Erzeugung von Prozesswärme in der Industrie und „solare Kühlung“, sind im Hinblick auf die gesamtenergetische Relevanz weniger bedeutsam.

Die Abbildung 2.2 stellt schematisch den Aufbau einer solarthermischen Anlage zur Warmwasserbereitung (links) und zur Heizungsunterstützung (rechts) dar.

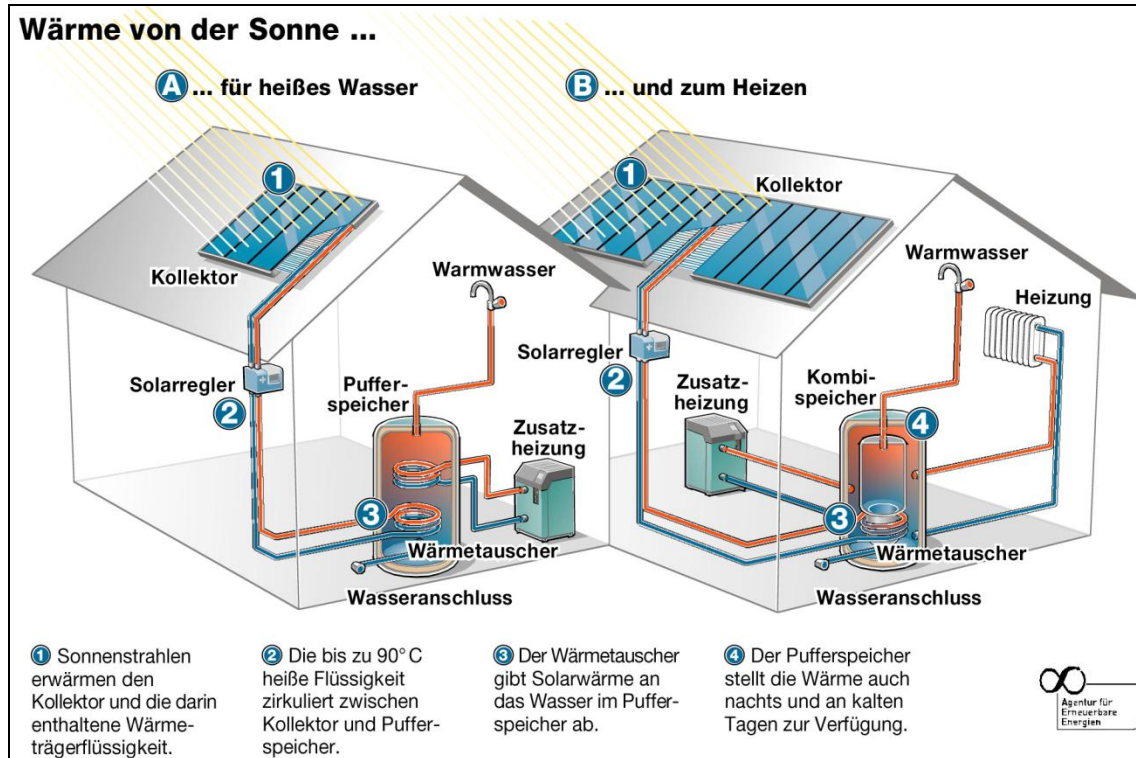


Abbildung 2.2: Funktionsschema solarthermischer Anlagen

Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien (<http://www.unendlich-viel-energie.de>)

Das Herzstück einer thermischen Solaranlage ist der Kollektor. Bei den Kollektoren unterscheidet man zwischen Flachkollektoren und Röhrenkollektoren. Aufgrund des Funktionsprinzips lassen sich mit Röhrenkollektoren gegenüber Flachkollektoren höhere Betriebstemperaturen und bei gleicher Absorberfläche höhere Energieerträge erreichen. Diesen Vorteilen stehen höhere Investitionskosten als Nachteil gegenüber.

Ein Flachkollektor ist die am weitesten verbreitete Bauform eines Kollektors. Er besteht aus einem selektiv beschichteten Absorber, der zur Absorption („Aufnahme“) der einfallenden Sonnenstrahlung und ihrer Umwandlung in Wärme dient. Zur Minimierung von thermischen Verlusten wird dieser Absorber in einen wärmeisolierten Kasten mit transparenter Abdeckung (meistens Glas) eingebettet.

Der Absorber wird von einer Wärmeträgerflüssigkeit (üblicherweise ein Gemisch aus Wasser und ökologisch unbedenklichem Frostschutzmittel) durchströmt, die zwischen Kollektor und Warmwasserspeicher zirkuliert. Thermische Solaranlagen werden über einen Solarregler in

Betrieb genommen. Sobald die Temperatur am Kollektor die Temperatur im Speicher um einige Grad übersteigt, schaltet die Regelung die Solarkreis-Umwälzpumpe ein und die Wärmeträgerflüssigkeit transportiert die im Kollektor aufgenommene Wärme in den Warmwasserspeicher.

Die konventionelle Heizung gewährleistet über den Ladekreis, dass auch dann ausreichend warmes Wasser zur Verfügung steht, wenn die Solaranlage keine oder zu wenig Nutzenergie liefert. Solaranlagen lassen sich problemlos in die Gebäudetechnik integrieren. Damit ergänzt eine moderne thermische Solaranlage, die mit mindestens 20 Jahren die Lebensdauer eines Heizkessels übertrifft, die konventionelle Heiztechnik ideal.

Bei typischer Anlagenkonfiguration können ca. 60 % des Warmwasserbedarfs von Ein- und Zweifamilienhäusern gedeckt werden. Heizungsunterstützende Solaranlagen decken bei üblicher Dimensionierung in Abhängigkeit des Dämmstandards des Gebäudes ca. 10 % bis 30 % des Heizwärmebedarfs. Bei Niedrigenergiehäusern kann sogar mehr als 50 % des Gesamtwärmebedarfs solar abgedeckt werden.

Bei der Dimensionierung von Anlagen zur Trinkwassererwärmung geht man davon aus, dass pro Person eine Kollektorfläche von ca. 1 m² bis 1,25 m² benötigt wird. Für die Heizungsunterstützung sollte die Kollektorfläche so dimensioniert werden, dass sie ca. 10 % der Wohnfläche beträgt.

Die Berechnung der jährlichen Wärmeenergieerzeugung durch Solaranlagen erfolgt nach

$$Q_{ST} = F_{Koll} \cdot Q_{sp}$$

Hierbei sind:

Q_{ST} Jährlicher Wärmeenergieertrag einer solarthermischen Anlage in kWh

F_{Koll} Kollektorfläche in m²

Q_{sp} Spezifischer Wärmeertrag des Kollektors in kWh/(m² a)

Nach Angaben der EnergieAgentur.NRW besitzen ca. 42 % der deutschen Haushalte keine zentrale Warmwasserbereitung (25 % elektrische WW-Bereitung, 17 % WW-Erdgas-Boiler). In NRW besitzen ca. 38 % der Haushalte eine elektrische Warm-Wasserbereitung (Quelle: IT.NRW). Somit kann man für NRW annehmen, dass mindestens 50 % der Haushalte keine zentrale WW-Bereitung besitzen und damit für thermische Solaranlagen nicht interessant sind. Die höhere Quote erklärt sich im Vergleich zum Bundesdurchschnitt durch die größere Anzahl von Mehrfamilienhäusern in NRW.

Für NRW lässt sich der jährliche Pro-Kopf-Energieverbrauch für die Warmwasserbereitung in den Privathaushalten nach den in [MKULNV 2011] genannten Verbrauchsdaten mit ca. 980 kWh abschätzen.

Das Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (**Erneuerbare-Energien-Wärme-Gesetz** [EEWärmeG 2011]) soll dazu dienen, „im Interesse des Klimaschutzes, der Schonung fossiler Ressourcen und der Minderung der Abhängigkeit von Energieimporten“ den Anteil der EE zur Erzeugung von Wärme und Kälte auf 14 % im Jahr 2020 zu erhöhen. Auf dem Weg zur Erreichung dieses Zieles sollen öffentliche Gebäude eine Vorbildfunktion übernehmen.

Der Geltungsbereich des EEWärmeG bezieht sich auf die Neuerrichtung von Gebäuden und die „grundlegende“ Renovierung öffentlicher Gebäude.

Nach Definition im EEWärmeG ist Voraussetzung für eine „grundlegende“ Renovierung, dass der Heizkessel getauscht wird, oder dass das Heizsystem auf einen anderen Energieträger umgestellt wird, oder dass 20 % der Gebäudehüllfläche renoviert wird.

Für die Nutzung solarer Strahlungsenergie ist die Vorgabe des EEWärmeG, dass hierdurch mindestens 15 % des Wärme- und Kälteenergiebedarfs des Gebäudes gedeckt werden. Diese Regelung gilt gleichermaßen bei der Errichtung neuer Gebäude und bei grundlegenden Renovierungen von Gebäuden.

Diese Anforderungen werden nach Anlage zum EEWärmeG erfüllt, wenn

- bei Wohngebäuden mit höchstens zwei Wohnungen solarthermische Anlagen mit einer Fläche von mindestens 0,04 m² Aperturfläche (Gesamtfläche eines ST-Kollektors, auf welche Sonnenlicht trifft) je m² Nutzfläche,
- bei Wohngebäuden mit mehr als zwei Wohnungen solarthermische Anlagen mit einer Fläche von mindestens 0,03 m² Aperturfläche je m² Nutzfläche,
- oder wenn als Ersatzmaßnahme bei grundlegenden Renovierungsmaßnahmen öffentlicher Gebäude auf dem Dach solarthermische Anlagen mit einer Fläche von mindestens 0,06 m² Aperturfläche je m² Nutzfläche installiert werden, die Wärme an einen Dritten zur Verfügung stellen. Hierbei kann dieser mit dieser Wärme nicht die Verpflichtungen des EEWärmeG für das andere Gebäude erfüllen.

Die Länder können im Hinblick auf die Flächenvorgaben des EEWärmeG auch höhere Anforderungen festlegen.

Das EEWärmeG schreibt zusätzlich vor, dass die eingesetzten solarthermischen Anlagen mit dem europäischen Prüfzeichen „Solar Keymark“ zertifiziert sein müssen, wenn sie Flüssigkeiten als Wärmeträger nutzen. Das Gesetz ermöglicht auch die Kombination von Erneuerbaren Energien oder Ersatzmaßnahmen, beispielsweise die Nutzung solarer Strahlungsenergie in Kombination mit Fernwärme, Kraft-Wärme-Kopplung oder einer gegenüber den Anforderungen der Energieeinsparverordnung (EnEV) verbesserten Dämmung.

3. Bestandsaufnahme der Solarenergie in NRW

3.1 Photovoltaik-Anlagen

In der Tabelle 3.1 ist der Stromverbrauch, der für NRW für das Jahr 2010 abgeschätzt wurde, aufgeführt [MKULNV 2011]. Demnach hatte die Industrie in 2010 den höchsten Anteil am Strombedarf, gefolgt von der Sparte Gewerbe, Handel, Dienstleistungen. Der Stromverbrauch der Privathaushalte betrug 32 TWh und wies somit einen Anteil von 23 % am landesweiten Gesamtstromverbrauch von 138 TWh in 2010 auf.

Tabelle 3.1: geschätzter Stromverbrauch in TWh in NRW im Jahr 2010 [MKULNV 2011]

Industrie	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen	Haushalte	Verkehr	Gesamt
65	39	32	2	138

In NRW überstieg die Bruttostromerzeugung im Jahr 2010 mit 178 TWh den landesweiten Stromverbrauch von 138 TWh deutlich [MKULNV 2011]. Dies liegt zum einen daran, dass in der Bruttostromerzeugung der Eigenverbrauch der Kraftwerke und Netzverluste enthalten sind. Zum anderen produziert Nordrhein-Westfalen Strom, der außerhalb NRWs verbraucht wird.

Tabelle 3.2: Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien in NRW Ende 2011.

Datenquelle: LANUV/ISA, Amprion GmbH & Tennet Holding B.V., LEE NRW. Stand der Daten: September 2012. Bezugsgrößen Stromverbrauch und –erzeugung [MKULNV 2011]

Nordrhein-Westfalen (Einwohner: 18,0 Mio.; Fläche: 34.000 km²)			
	Strommengen [TWh/a]	Anteil am Stromverbrauch [%]	Anteil an der Bruttostromerzeugung [%]
Photovoltaik	2,63	1,9	1,5
Windkraft	5,20	3,8	2,9
Wasserkraft	0,53	0,4	0,3
Biomasse	3,95	2,9	2,2
Deponiegas	0,17	0,1	0,1
Grubengas	1,07	0,8	0,6
Klärgas	0,05	0,0	0,0
EE Gesamt	13,6	9,9	7,6

In der Tabelle 3.2 sind die Beiträge der Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien und die Anteile der jährlichen EE-Strommengen am Stromverbrauch (138 TWh) und an der Bruttostromerzeugung (178 TWh) aufgeführt (Bezugsjahr 2010 [MKULNV 2011]).

In NRW erzeugten Ende 2011 die Erneuerbaren Energien fast 10 % des hier verbrauchten Stroms. Auf Bundesebene deckten die Erneuerbaren Energien im Jahr 2011 mit 20,3 % einen doppelt so großen Anteil des Stromverbrauchs [BMU 2012].

Aus Daten der Netzbetreiber zur Nennleistung und zur Stromproduktion der in NRW installierten PV-Anlagen ergibt sich ein spezifischer Stromertrag von 916 kWh/kW_p [energyMap 2012].

Auswertungen von Daten der Übertragungsnetzbetreiber Amprion GmbH und Tennet Holding B.V. zum Bestand der PV-Anlagen in NRW, ergaben für den Bezugszeitpunkt 31.12.2011 eine Gesamt-Nennleistung von 2.869 MW_p, die von über 160.000 Anlagen erbracht wurde. Mit dem spezifischen Stromertrag von 916 kWh/kW_p ergibt sich eine PV-Stromerzeugung von ca. 2,63 TWh/a. Dies entspricht ca. 1,9 % des in NRW jährlich verbrauchten Stroms (Bezugsjahr 2010).

Ein Vergleich der Tabelle 3.1 mit der Tabelle 3.2 ergibt, dass mit der Ende 2011 in NRW jährlich produzierten EE-Strommenge von ca. 13,6 TWh ungefähr 42,5 % des Stromverbrauchs der privaten Haushalte gedeckt werden konnte. Die Ende 2011 durch PV-Anlagen produzierte Strommenge von 2,63 TWh entspricht 8 % der in den privaten Haushalten verbrauchten Strommenge.

Die nachfolgenden Tabellen und Abbildungen dokumentieren die zeitliche Entwicklung der Photovoltaik in NRW seit dem Jahr 2000.

Tabelle 3.3: Anzahl der PV-Anlagen in NRW für 5 Größenklassen

Datenquelle: Amprion GmbH & Tennet Holding B.V.

Anlagenzahl absolut												
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<10 kW _p	4.624	7.125	8.884	10.443	14.076	19.138	24.850	31.489	41.173	54.008	73.423	93.379
10 - <30 kW _p	168	389	637	913	2.737	4.981	7.122	9.975	14.390	23.093	37.506	49.060
30 - <100 kW _p	24	59	74	87	484	911	1.251	1.927	3.135	6.501	11.987	15.677
100 - <1.000 kW _p	6	13	17	18	25	50	76	128	218	639	1.711	2.613
≥1.000 kW _p	1	1	1	1	1	1	2	2	3	16	30	53
Gesamt	4823	7587	9.613	11.462	17.323	25.081	33.301	43.521	58.919	84.257	124.657	160.782
Prozentuale Verteilung der Anlagenzahlen auf die 5 Größenklassen												
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<10 kW _p	95,9	93,9	92,4	91,1	81,3	76,3	74,6	72,4	69,9	64,1	58,9	58,1
10 - <30 kW _p	3,5	5,1	6,6	8,0	15,8	19,9	21,4	22,9	24,4	27,4	30,1	30,5
30 - <100 kW _p	0,5	0,8	0,8	0,8	2,8	3,6	3,8	4,4	5,3	7,7	9,6	9,8
100 - <1.000 kW _p	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,8	1,4	1,6
≥1.000 kW _p	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabelle 3.4: Gesamt-Nennleistung der PV-Anlagen in NRW für 5 Größenklassen

Datenquelle: Amprion GmbH & Tennet Holding B.V.

Nennleistung absolut in MW _p												
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<10 kW _p	14,0	22,8	29,7	36,7	54,3	81,0	111,0	146,0	199,1	277,7	399,2	523,4
10 - <30 kW _p	2,4	5,8	9,5	13,2	45,8	86,7	124,9	177,8	259,1	421,4	690,2	889,5
30 - <100 kW _p	1,1	2,9	3,6	4,1	20,7	37,9	51,9	80,8	134,1	297,8	592,3	791,1
100 - <1.000 kW _p	1,4	2,4	3,2	3,3	4,7	10,6	16,1	25,7	43,5	137,3	365,3	566,3
≥1.000 kW _p	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	2,1	2,1	3,3	20,6	42,3	98,8
Gesamt	20,0	34,9	47,0	58,4	126,5	217,2	306,0	432,4	639,1	1.154,8	2.089,2	2.869,0
Prozentualer Anteil der 5 Größenklassen auf die Gesamtnennleistung												
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<10 kW _p	70,1	65,3	63,2	62,8	42,9	37,3	36,3	33,8	31,2	24,0	19,1	18,2
10 - <30 kW _p	12,2	16,7	20,2	22,7	36,2	39,9	40,8	41,1	40,5	36,5	33,0	31,0
30 - <100 kW _p	5,7	8,2	7,7	7,1	16,4	17,4	17,0	18,7	21,0	25,8	28,3	27,6
100 - <1.000 kW _p	7,0	6,9	6,9	5,7	3,7	4,9	5,3	5,9	6,8	11,9	17,5	19,7
≥1.000 kW _p	5,0	2,9	2,1	1,7	0,8	0,5	0,7	0,5	0,5	1,8	2,0	3,4
Gesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

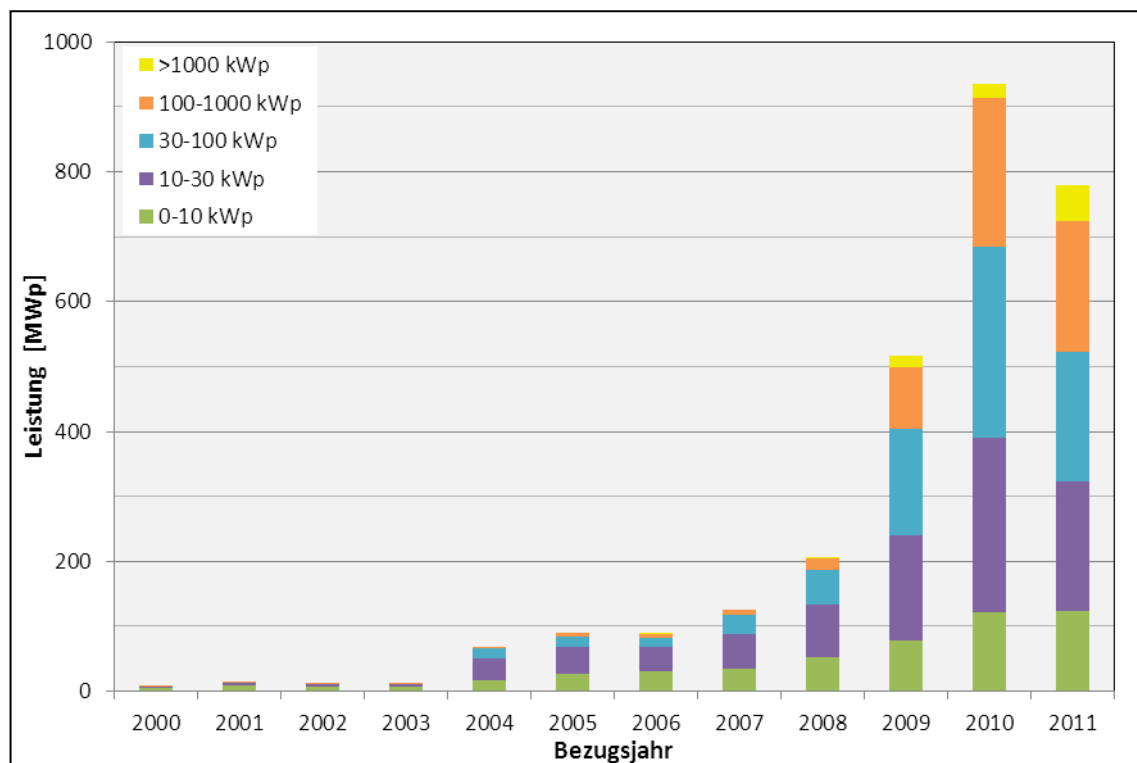


Abbildung 3.1: Nennleistungszuwachs der jährlich neu installierten PV-Anlagen in MW_p

Datenquelle: Amprion GmbH & Tennet Holding B.V.

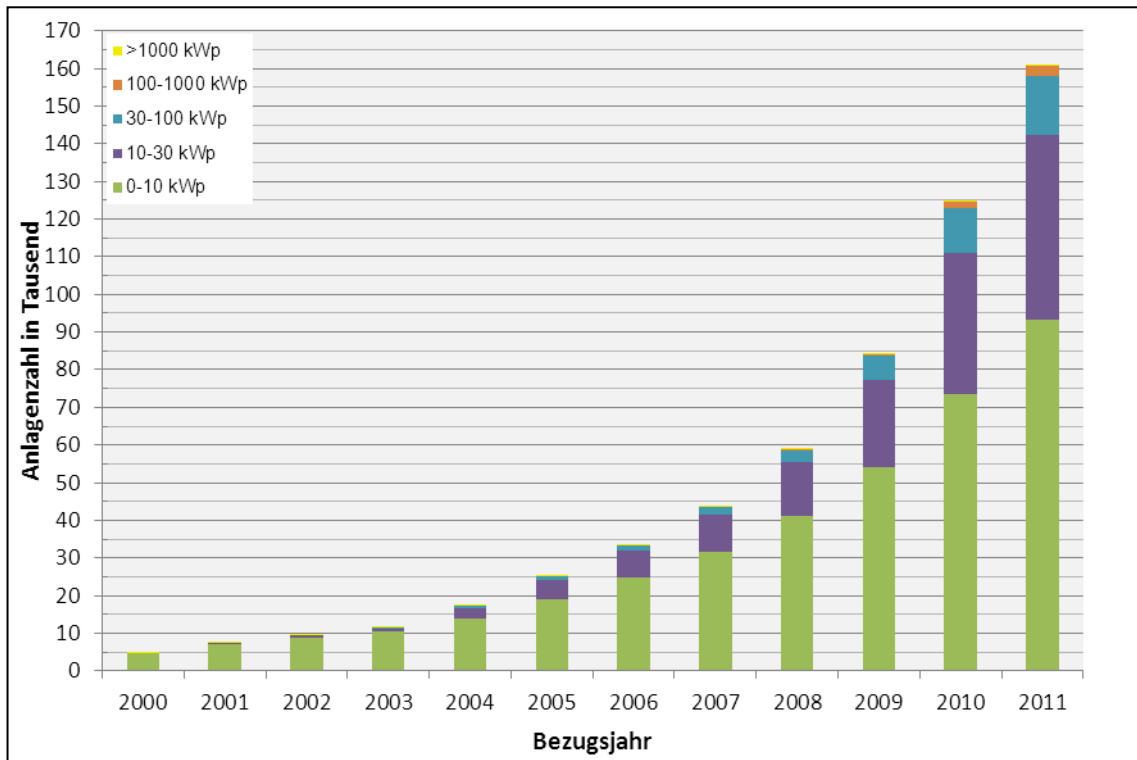


Abbildung 3.2: PV-Anlagen in NRW für 5 Größenklassen im Zeitraum 2000 bis 2011 (kumuliert)
Datenquelle: Amprion GmbH & Tennet Holding B.V.

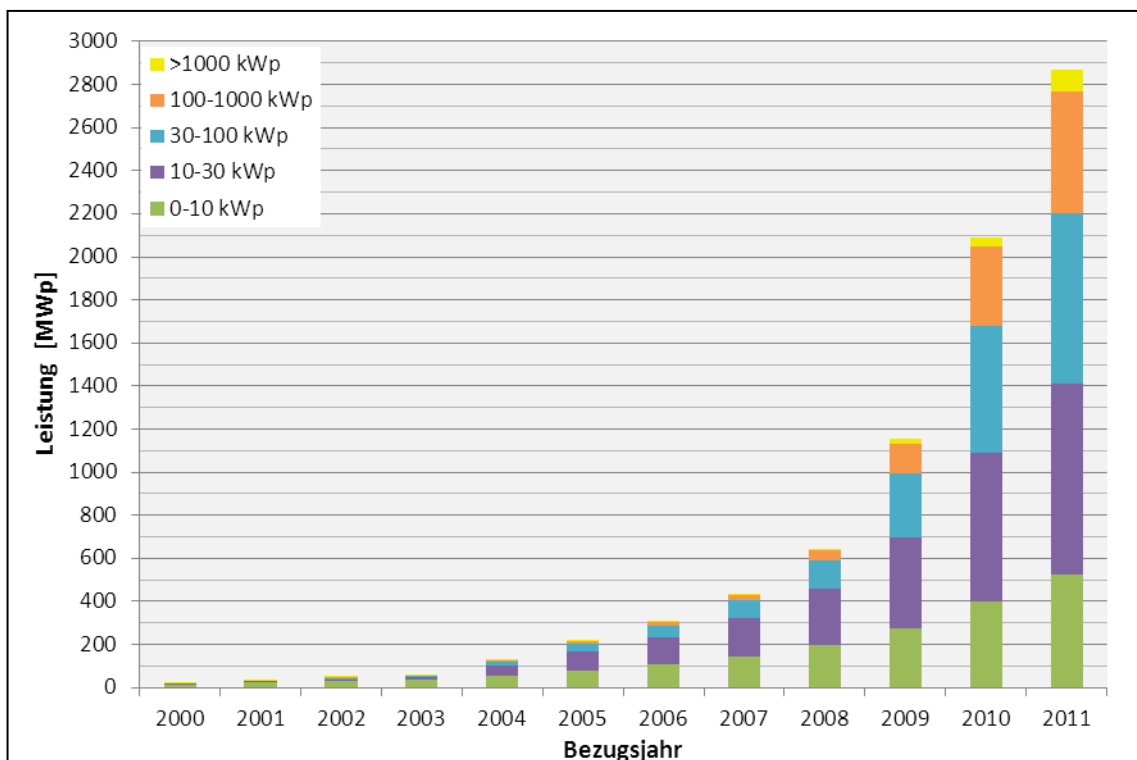


Abbildung 3.3: Zeitliche Entwicklung der Nennleistung der PV-Anlagen in NRW in MW_p (kumuliert)
Datenquelle: Amprion GmbH & Tennet Holding B.V.

Die grafischen und tabellarischen Auswertungen zur Entwicklung der Photovoltaik spiegeln das dynamische Wachstum der letzten Jahre wider. So betrug die Gesamtnennleistung der Ende des Jahres 2000 installierten PV-Anlagen in NRW weniger als 1 % der gegenwärtigen Nennleistung.

Die Einführung des EEG und die Novellierungen des EEG in den Jahren 2004 und 2009 bewirkten eine Stimulation des PV-Marktes und erhöhten die Zuwachsraten von PV-Neuinstallationen.

Neben dem kontinuierlich starken Zuwachs der Anlagenzahlen ist eine Abnahme des prozentualen Anteils kleiner Anlagen (Nennleistung <10 kW_p) mit gleichzeitiger Zunahme des Anteils größerer Anlagen zu beobachten. So hat sich die Anzahl von PV-Anlagen mit mehr als 100 kW_p Nennleistung zwischen 2008 bis 2010 jährlich mehr als verdoppelt. Gleichzeitig hat sich der Anteil der PV-Anlagen mit mehr als 100 kW_p Nennleistung an der Gesamtnennleistung seit dem Jahr 2004 von ca. 4 % auf gegenwärtig etwa 20 % erhöht (s. Tab. 3.4).

Dieser Trend spiegelt sich auch in der zeitlichen Entwicklung der mittleren Leistung der in NRW installierten PV-Anlagen wider (siehe Abbildung 3.4). Während die mittlere Nennleistung im Jahr 2000 bei ca. 4 kW_p lag, weisen heute die PV-Anlagen in NRW eine mittlere Nennleistung von ca. 18 kW_p auf.

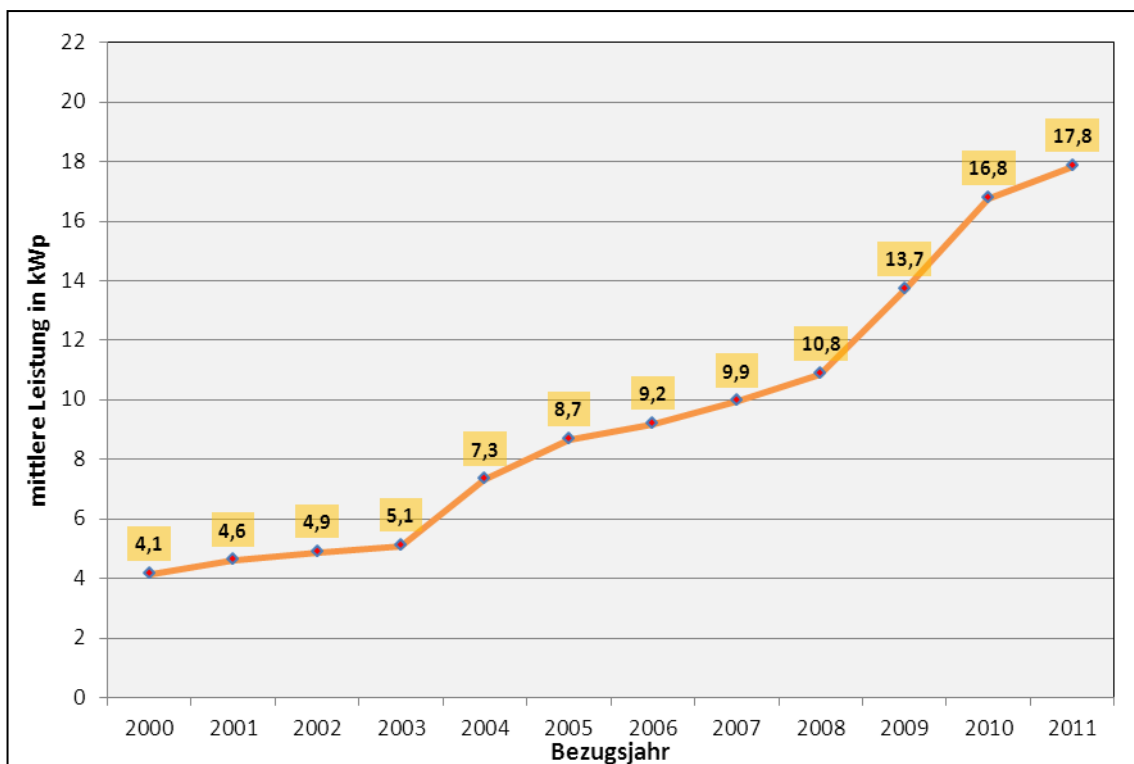


Abbildung 3.4: Mittlere Nennleistung aller in NRW installierten PV-Anlagen

Datenquelle: Amprion GmbH & Tennet Holding B.V.

Die Kürzung der Förderung der PV-Stromerzeugung durch eine entsprechende Änderung im EEG führte im Jahr 2011 in NRW zu einem reduzierten Zubau von PV-Anlagen. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass erfahrungsgemäß bis Mitte des Folgejahres noch Anlagen nachgemeldet werden, sodass an dieser Stelle nicht von einer vollständigen Anlagenzahl für 2011 ausgegangen werden kann. Dieser vermutlich negative Trend dürfte sich

durch die weitere deutliche Rücknahme der Einspeisevergütung, die am 1. April 2012 in Kraft getreten ist, verstärken.

Für die derzeit in NRW installierten Anlagen ergibt sich im Mittel eine jährliche PV-Stromproduktion von 916 kWh pro kW_p installierter Nennleistung [energyMap 2012]. Um den abgeschätzten jährlichen Privatstromverbrauch pro Person von 1.780 kWh (Bezugsjahr 2010) zu decken, wird daher eine Nennleistung von ca. 1,85 kW_p benötigt. Berücksichtigt man die Einwohnerzahl einer Gemeinde, so lassen sich der Strombedarf der Privathaushalte dieser Kommune und die Nennleistung zur Deckung dieses Strombedarfs abschätzen. Stellt man diesem Strombedarf den in der betreffenden Gemeinde produzierten Solarstrom gegenüber, so erhält man eine Deckungsrate, die einen Index für unterschiedliche Intensitäten der PV-Nutzung in den Kommunen darstellt.

Die folgende Abbildung stellt die kommunalen Solar-Deckungsraten des Stromverbrauchs der Privathaushalte in Abhängigkeit von der Einwohnerdichte dar.

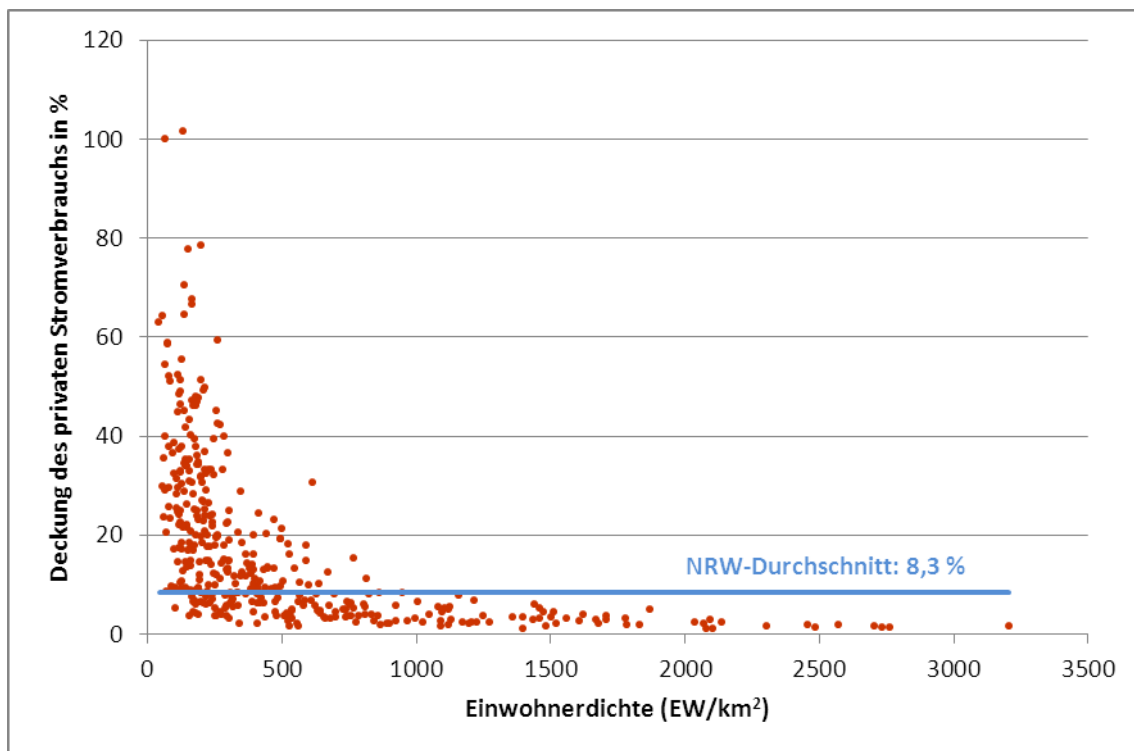


Abbildung 3.5: Deckungsraten des privaten Strombedarfs in den Kommunen Nordrhein-Westfalens durch PV-Anlagen im Jahr 2011

Datenquelle: Amprion GmbH & Tennet Holding B.V., IT.NRW

Die Abbildung 3.5 zeigt, dass in den einzelnen Gemeinden von NRW das Verhältnis der PV-Stromerzeugung zum **Privatstromverbrauch** sehr stark schwankt. Großstädte mit hohen Einwohnerdichten weisen in der Regel erheblich niedrigere Deckungsraten auf als ländliche Kommunen mit niedrigen Einwohnerdichten. Hier werden häufig Deckungsraten erzielt, die deutlich über dem Landesdurchschnitt von 8,3 % liegen. Einige dieser Kommunen weisen sogar Deckungsraten von mehr als 50 % auf. In den Tabellen A 1 und A 2 sowie der Abbildung B 1 im Anhang ist der Bestand der PV-Anlagen auf Gemeinde- und Kreisebene zusammengestellt (Stand Ende 2011). Die Tabellen verdeutlichen, dass in den ländlichen Gemeinden und Kreisen die PV-Leistungsdichte pro Einwohner meist höher ist, als in den verdichteten Ballungsräumen

des Siegerlandes, des Rhein-Ruhrgebietes, Aachens und Bielefelds. In den Ballungsräumen liegt das Verhältnis von PV-Stromerzeugung zum privaten Stromverbrauch meistens unter 5 %.

Besonders hohe Deckungsraten durch PV-Strom werden im Südwesten von NRW (Kreis Euskirchen), am westlichen Niederrhein sowie weiten Teilen des Münsterlandes und Ostwestfalens erzielt. In diesen Regionen beträgt die PV-Stromerzeugung häufig mehr als 20 % des privaten Strombedarfs.

Die mittlere Nennleistung pro installierter PV-Anlage ist besonders gering in den zuvor genannten Ballungszonen und besonders hoch am Niederrhein, im Münsterland und im Landkreis Paderborn. Hier werden häufig große PV-Anlagen auf Dächern landwirtschaftlich genutzter Gebäude errichtet.

3.2 Solarthermische Anlagen

Die Analyse des Bestands solarthermischer Anlagen erfolgte auf der Grundlage statistischer Auswertungen des Marktanreizprogramms des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) [BSW 2012]. Diese Auswertungen wurden durch Statistiken der EnergieAgentur.NRW ergänzt, in die zusätzlich Daten aus den Förderprogrammen progress.nrw einfließen.

Für bestehende Flachkollektoren wurde ein mittlerer spezifischer Wärmeertrag von 380 kWh/(m²·a) und für bestehende Röhrenkollektoren ein mittlerer spezifischer Wärmeertrag von 470 kWh/(m²·a) angenommen. Gegenwärtig beträgt in NRW der Anteil der Flachkollektoren an der gesamten Solarkollektorfläche ca. 83 %. Für thermische Solaranlagen resultiert somit ein mittlerer spezifischer Wärmeertrag von ca. 400 kWh/(m²·a). Die Wirkungsgrade der zukünftig installierten solarthermischen Anlagen sind deutlich höher anzusetzen. Hier kann von einem mittleren spezifischen Wärmeertrag von ca. 500 kWh/(m²·a) ausgegangen werden.

Tabelle 3.5: Privathaushalte in NRW - Energieverbrauch für Warmwasser und Raumwärme im Jahr 2010 [MKULNV 2011]

Energieträger	Raumheizung		Warmwasser	
	TWh	%	TWh	%
Heizöl	29,1	26,2	3,6	20,6
Gase	48,4	43,6	9,1	51,9
Strom	5,7	5,1	3,3	18,7
Fernwärme	8,9	8,0	0,8	4,6
Kohle	2,8	2,5	0,0	0,0
Sonstige (inkl. EE)	16,3	14,6	0,8	4,3
Gesamt	111,2	100,0	17,6	100,0

Die Tabelle 3.5 zeigt, dass in NRW der Energieverbrauch für die Raumheizung mehr als sechsmal so hoch ist wie der Energieverbrauch für die Warmwassererwärmung.

Unter Berücksichtigung der Einwohnerzahl von NRW ergibt sich für die Warmwasserbereitung ein mittlerer jährlicher Wärmeenergiebedarf von etwa 980 kWh pro Person und für die Raumheizung ein mittlerer jährlicher Wärmeenergiebedarf von etwa 6.200 kWh pro Person.

Der energetische Beitrag solarthermischer Anlagen an der Raumheizung und der Warmwasserbereitung ist trotz des starken Wachstums in den letzten Jahren (siehe Abbildung 3.6) immer noch als unbedeutend einzustufen. Aus Abbildung 3.6 und Tabelle 3.5 ergibt sich, dass die Wärmeenergieerzeugung von 461 GWh im Jahr 2011 etwa 2,6 % des Energieverbrauchs für die Warmwassererwärmung deckt.

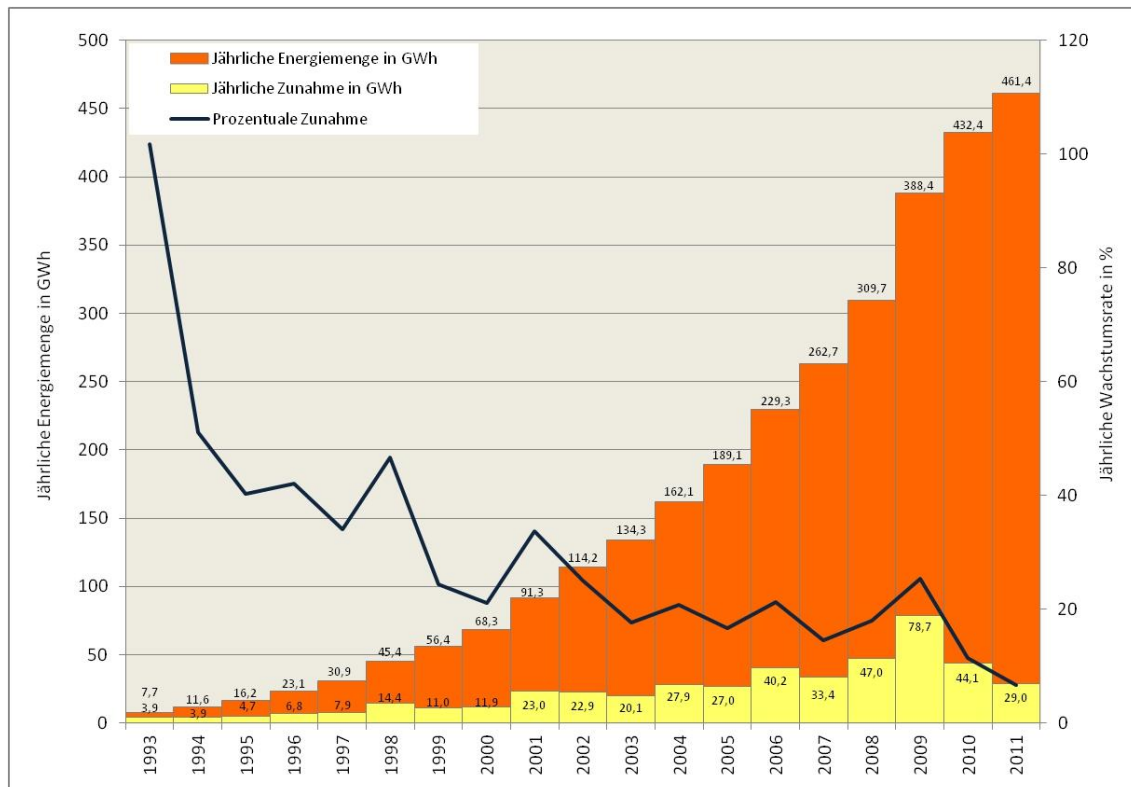


Abbildung 3.6: Entwicklung der Wärmeenergieerzeugung durch Solarthermie in NRW

Datenquelle: EnergieAgentur.NRW

Für solarthermische Anlagen zur Warmwasserbereitung, die im nächsten Jahrzehnt installiert werden, kann man im Durchschnitt von einem spezifischen Wärmeertrag von 500 kWh/(m²·a) ausgehen. Um 60 % der für die Warmwassererzeugung in allen Privathaushalten von NRW benötigten Wärmeenergie zu decken, würden somit pro Person bei einem jährlichen Warmwasser-Energieverbrauch von ca. 980 kWh lediglich etwa 1,18 m² Dachfläche für Solarkollektoren in Anspruch genommen. Dies entspricht für ganz NRW einer Dachfläche von ca. 2.120 ha bzw. 21,2 km². Bei einer weiteren Steigerung der Energieeffizienz beim Warmwasserverbrauch können die zuvor genannten Flächenwerte auch um ca. 20 % bis 30 % geringer angesetzt werden.

In der Tabelle A 3 und A 4 sowie der Abbildung B 2 im Anhang sind die Wärmeerträge durch solarthermische Anlagen auf Gemeinde- und Kreisebene Ende 2011 aufgeführt.

In den Ballungsräumen mit einem hohen Anteil an Gebäuden mit Mehrfamilienwohnungen trägt die Solarthermie nur in sehr geringem Maße zur Deckung des WW-Wärmebedarfs der Privathaushalte bei. Hier werden mehr als 98 % des privaten WW-Wärmebedarfs durch andere Energieträger gedeckt. Höhere Deckungsraten werden in den ländlich geprägten Kommunen und Kreisen von NRW erreicht. So ist die Gemeinde mit dem höchsten solaren WW-Deckungsbeitrag beispielsweise Heimbach (12,3 %), gefolgt von Wettringen (12,0 %).

4. Abschätzung der nutzbaren Dachflächen für Photovoltaik

Die Berechnung des Dachflächen-Solarpotenzials ganzer Kommunen oder Kreise wird seit etwa vier bis fünf Jahren von unterschiedlichen Anbietern durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Potenzialanalysen werden in der Regel mit Hilfe einer WebGIS-Anwendung im Internet als so genannte Solardachkataster interessierten Bürgern zugänglich gemacht.

Zur Berechnung belastbarer Datensätze werden als Eingangsdaten entweder hochaufgelöste Laserscandaten (1 bis 4 Punkte pro m²) oder flächenhaft vorliegende 3D-Stadtmodelle benötigt. Auf der Grundlage dieser Eingangsdaten können Ausrichtung und Neigung von Dachflächen bestimmt und mit Strahlungs- und Verschattungsmodellen gekoppelt werden. Auf der Grundlage der dachflächengenauen Strahlungsberechnung kann jedes Dach bewertet und hinsichtlich des solarenergetischen Potenzials klassifiziert werden.

Aufgrund der zeit- und kostenintensiven Berechnungsmethodik, kam im Rahmen dieser Untersuchung eine flächenscharfe Berechnung des Solarpotenzials für jede Dachfläche in ganz NRW nicht in Frage. Trotzdem sollte das Dachflächen-Solarpotenzial gemeinde- bzw. kreisweise möglichst exakt bestimmt werden.

Darum wurden insgesamt 24 Modellgebiete mit einer Flächengröße von 10 km² innerhalb von NRW ausgewählt, für die eine detaillierte Solarpotenzialanalyse durchgeführt wurde. Die Modellgebiete sollten hierbei die in der Regel vorkommenden Siedlungsstrukturen sowie regionale Besonderheiten von NRW widerspiegeln. Anhand des Verhältnisses zwischen der solarenergetisch nutzbaren Dachfläche und den Gebäudegrundrissflächen innerhalb der Modellgebiete erfolgte anschließend für ganz NRW die Hochrechnung potenzieller solarenergetischer Erträge auf Gemeinde- und auf Kreisebene.

4.1 Untersuchungsmethodik

4.1.1 Eingangsdaten

Zur Abschätzung des Dachflächenpotenzials standen folgende Eingangsdaten zur Verfügung:

- ein landesweites digitales Oberflächenmodell (DOM) mit einer Auflösung von 1 bis 4 Punkten / m²,
- ein landesweites digitales Geländemodell (DGM) mit einer Auflösung von 10 m,
- die ATKIS-Datenbestände des Landes NRW,
- die ALK-Grundrissdaten, gemeindefein aufbereitet,
- die CORINE-Landnutzungskartierung,
- hochaufgelöste Strahlungsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD).

4.1.2 Zuweisung von Siedlungsstrukturtypen

Zur Berücksichtigung unterschiedlicher Bebauungsstrukturen und hiermit einhergehenden unterschiedlichen solarenergetischen Eignungen wurden vorab folgende Siedlungsstrukturtypen festgelegt:

- Wohngebiete,
- Gewerbe- / Industriegebiete,
- Stadtzentren / City,
- Ländliche Gebiete.

Grundlage für diese Festsetzung war die Annahme, dass in den vier Siedlungsstrukturtypen unterschiedliche Energieerträge pro m² Grundrissfläche realisiert werden können. So sind Dächer in Gewerbe- und Industriegebieten tendenziell größer und daher besser zur Installation einer PV-Anlage geeignet, als kleinteiligere Dachstrukturen in Wohngebieten und Stadtzentren mit vielen verschattenden Aufbauten wie Gauben, Schornsteinen und Antennen.

Die Einteilung bebauter Flächen in die typischen Bebauungsstrukturen erfolgt primär anhand der zur Verfügung gestellten ATKIS-Daten. Da mit Hilfe der ATKIS-Daten keine Unterscheidung zwischen Wohngebiet und Stadtzentren / City möglich ist, wurde zusätzlich die ebenfalls zur Verfügung gestellte CORINE-Landnutzungskartierung für die Zuweisung herangezogen.

Die Einteilung erfolgte nach folgendem Klassifizierungsschema:

Wohnen:
alle Gebiete, die räumlich innerhalb der ATKIS-Objektart „Ortslage“ (52001) liegen und der Objektart 41001 (Wohnbaufläche) zuzuordnen sind, abzüglich der Flächen, die nach dem CORINE-Kataster als „Flächen durchgängig städtischer Prägung“ klassifiziert wurden.
Gewerbe/- Industriegebiete:
alle Flächen mit den Objektarten 41002 (Industrie- und Gewerbefläche), 41003 (Halde), 41004 (Bergbaubetrieb), 41005 (Tagebau, Grube, Steinbruch), 42001 (Straßenverkehr), 42010 (Bahnverkehr), 42015 (Flugverkehr) und 42016 (Schiffsverkehr)
Stadtzentren / City:
alle Flächen, die nach dem CORINE-Kataster als „Flächen durchgängig städtischer Prägung“ klassifiziert wurden.
Ländliche Gebiete:
alle Flächen, die räumlich außerhalb der ATKIS Objektart „Ortslage“ (52001) liegen und nicht den unter Gewerbe / Industriegebieten aufgezählten Objektarten zuzuordnen sind.

Die nachfolgende Abbildung zeigt am Beispiel der Gemeinde Münster die nach dem genannten Schema klassifizierten bebauten Flächen.

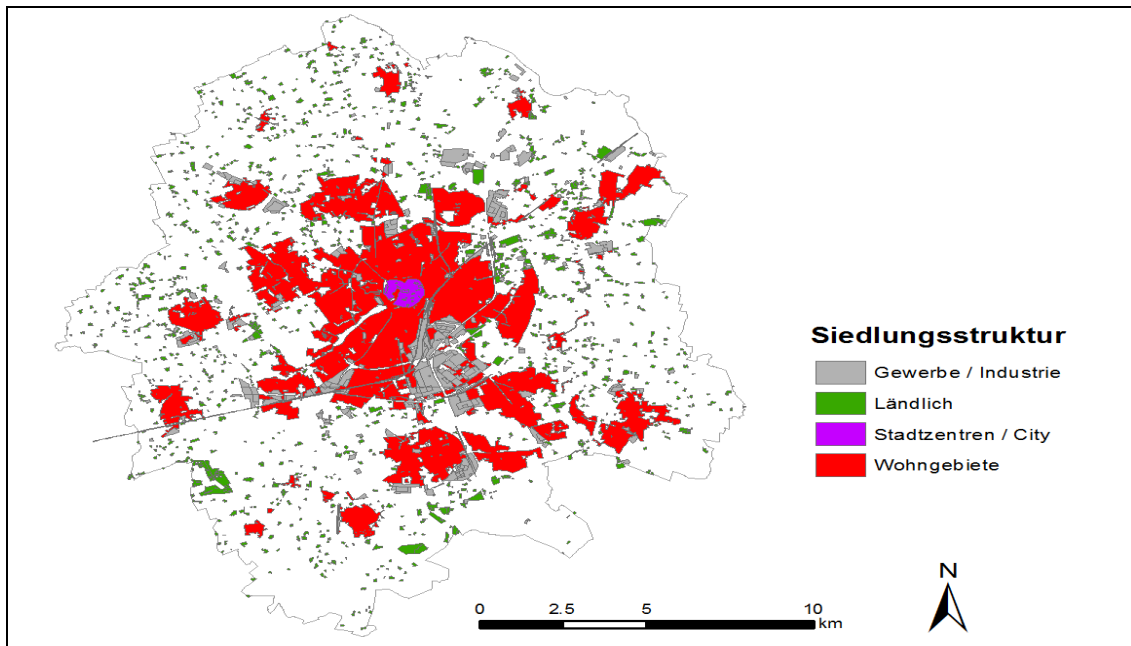


Abbildung 4.1: Klassifizierte Siedlungsstrukturflächen am Beispiel der Gemeinde Münster

Nach der vollständigen Klassifizierung der bebauten Fläche NRW wurde durch eine räumliche Verschneidung jedem Gebäudegrundriss NRW der entsprechende Siedlungsstrukturtyp zugewiesen (vgl. Abbildung 4.2).

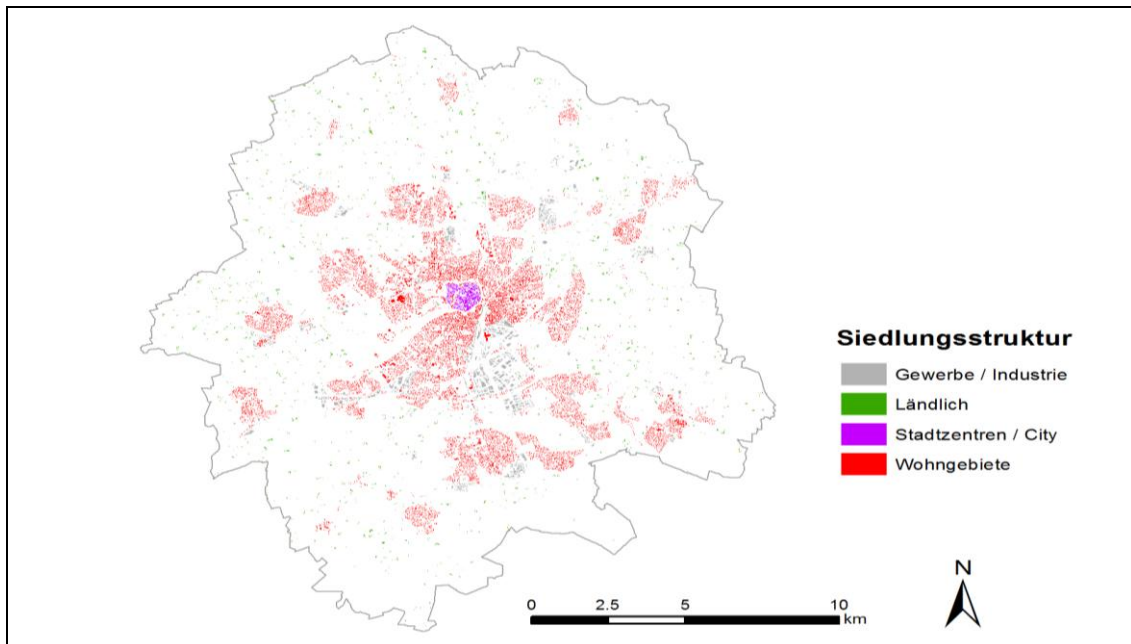


Abbildung 4.2: Klassifizierte Gebäudegrundrissdaten am Beispiel der Gemeinde Münster

Aus den landesweit klassifizierten Gebäudegrundrissdaten wurde anschließend für jede Gemeinde eine Statistik über den jeweiligen Anteil des Siedlungsstrukturtyps an der gesamten Grundrissfläche erstellt (vgl. Tabelle 4.1).

Tabelle 4.1: Anteile der Siedlungsstrukturtypen an der Grundrissfläche (Beispiel)

Gemeinde	Grundrissfläche (km²)	Wohnen (%)	Gewerbe / Industrie (%)	Stadtzentren / City (%)	Ländlich (%)
Aachen	10,67	70,3	22,1	3,5	4,1
Ahaus	3,69	49,0	26,7	0,0	24,3
Ahlen	3,52	60,9	21,9	0,0	17,1
Aldenhoven	0,82	76,3	18,4	0,0	5,3
...	...	...	...	...	...
Münster	14,29	68,3	19,3	3,0	9,5
...	...	...	...	...	...
Maximum	39,76 (Köln)	89,8 (Odenthal)	62,8 (Straelen)	5,9 (Düsseldorf)	59,4 (Ladbergen)
Minimum	0,35 (Heimbach)	20,0 (Straelen)	0,9 (Odenthal)	0,0 (diverse Gem.)	0,6 (Herne)
NRW gesamt	1.035,68	64,5	24,1	1,0	10,3

Für Gesamt-NRW wurde eine überbaute Grundrissfläche von 1.035 km² ermittelt. Hiervon sind 64,5 % dem Bebauungstyp „Wohnen“, 24,1 % dem Bebauungstyp „Gewerbe / Industrie“, 1,0 % dem Bebauungstyp „Stadtzentren / City“ und 10,3 % dem Bebauungstyp „Ländlich“ zuzuordnen. Innerhalb der 396 Gemeinden NRWs können sich die jeweiligen Anteile jedoch stark unterscheiden. So schwankt z.B. der Anteil am Bebauungstyp „Wohnen“ zwischen 20,0 % in Straelen und 89,8 % in Odenthal.

4.1.3 Festlegung von Modellgebieten

Anschließend wurden auf der Grundlage der reklassifizierten ATKIS/CORINE-Daten sowie von Luftbildauswertungen 24 repräsentative 10 km² große Modellgebiete, die schwerpunktmäßig einen der vier Bebauungstypen abbilden, festgelegt.

Aufgrund der Größe der Modellgebiete sind innerhalb der Modellgebiete jedoch grundsätzlich unterschiedliche Bebauungsstrukturen zu finden.

Die Lage der 24 Modellgebiete ist der Abbildung 4.3 zu entnehmen. Die statistischen Kenndaten zu den Modellgebieten weist die nachfolgende Tabelle 4.2 aus. Insgesamt wurde in den Modellgebieten das Solarpotenzial für 210.200 Gebäude mit einer Grundrissfläche von 33,45 km² berechnet. Dies entspricht etwa 3,3 % der gesamten Grundrissfläche NRWs.

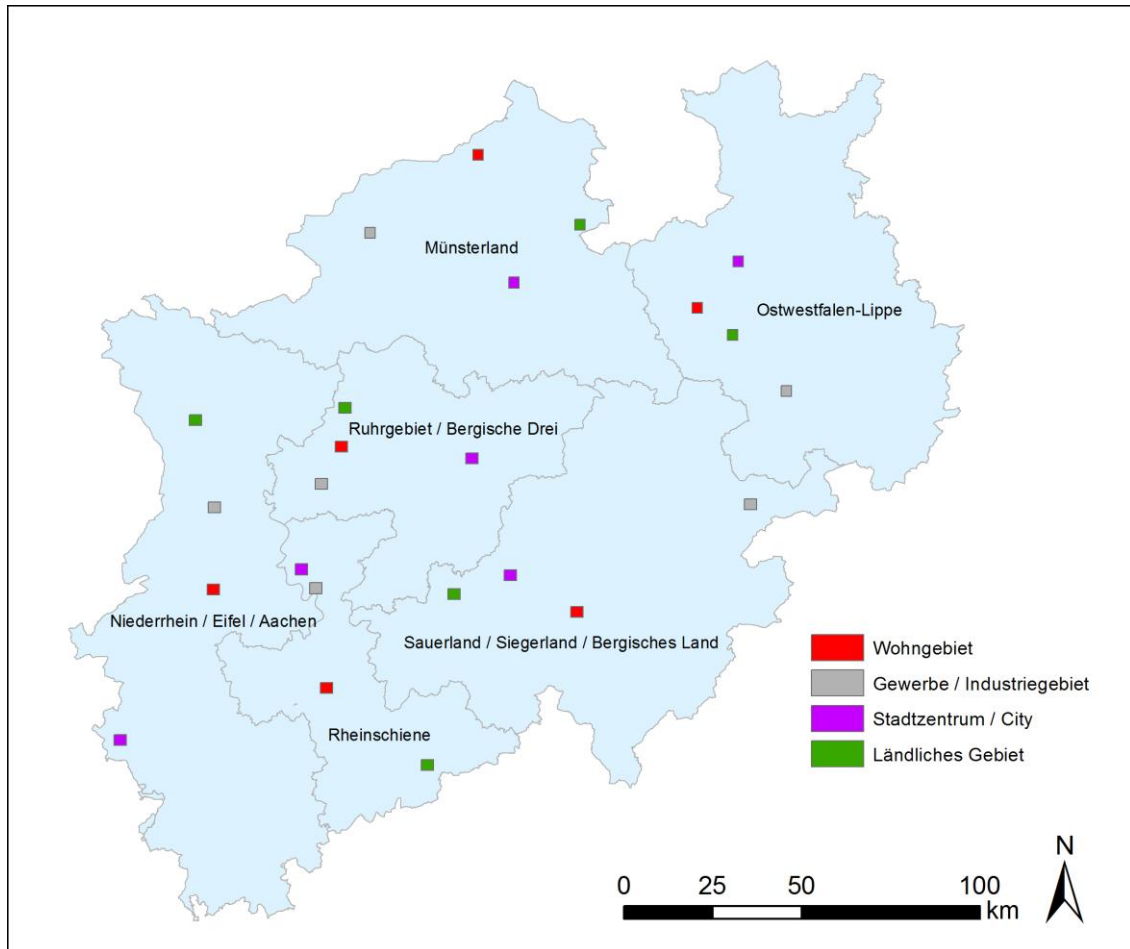


Abbildung 4.3: Lage der Modellgebiete

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Abschätzung der nutzbaren Dachflächen für Photovoltaik

Tabelle 4.2: Übersicht der Modellgebiete

Typ	Ort	Mittelpunkt UTM		Grundriss fläche (km²)	Prozentualer Flächenanteil			
		Rechtswert	Hochwert		Wohnen	Gewerbe / Industrie	City	Ländlich
Wohngebiet	Rheine	395309	5793623	1,079	91,8	3,8	0,0	4,4
Wohngebiet	Mönchengladbach	320852	5671128	2,004	76,2	23,8	0,0	0,0
Wohngebiet	Gütersloh	456853	5750563	1,501	89,0	10,8	0,2	0,0
Wohngebiet	Köln	352728	5643328	1,642	99,5	0,1	0,0	0,4
Wohngebiet	Boitrop	356852	5711380	1,616	84,8	15,0	0,0	0,2
Wohngebiet	Attendorf	422981	5664797	1,003	59,0	40,2	0,0	0,8
Gewerbe / Industrie	Ahaus	364909	5771693	0,921	41,2	51,2	0,0	7,6
Gewerbe / Industrie	Kempen	321229	5694244	1,371	52,9	44,4	0,0	2,7
Gewerbe / Industrie	Paderborn	481902	5727039	1,083	18,2	81,0	0,0	0,8
Gewerbe / Industrie	Düsseldorf	349696	5671488	2,067	45,8	54,0	0,0	0,2
Gewerbe / Industrie	Mülheim an der Ruhr	351220	5700860	2,248	27,7	69,0	3,2	0,1
Gewerbe / Industrie	Brilon	471732	5695129	0,779	17,0	71,5	7,6	3,9
City	Münster	405397	5757649	2,167	72,4	8,0	19,6	0,0
City	Aachen	294738	5628678	2,925	75,6	11,6	12,7	0,1
City	Bielefeld	468360	5763632	2,258	55,2	20,5	24,2	0,1
City	Düsseldorf	345601	5676815	3,382	47,1	11,2	41,7	0,0
City	Dortmund	393532	5708041	2,851	66,2	18,4	15,3	0,1
City	Lüdenscheid	404343	5675194	1,802	67,7	20,3	11,4	0,6
Ländlich	Lienen	423835	5773969	0,088	17,9	0,0	0,0	82,1
Ländlich	Kevelaer / Sonsbeck	315835	5718927	0,127	3,1	7,3	0,0	89,6
Ländlich	Verl / Rietberg / Delbrück	466755	5742908	0,175	0,0	11,1	0,0	88,9
Ländlich	Hennef / Königswinter	380993	5621693	0,136	59,6	4,1	0,0	36,3
Ländlich	Boitrop / Dorsten	357853	5722377	0,163	20,9	12,8	0,0	66,3
Ländlich	Wippersfürth / Hückeswagen / Radevormwald	388499	5669889	0,065	0,0	0,0	0,0	100,0

4.1.4 Strahlung

Der Ertrag einer PV-Anlage wird maßgeblich von den lokalen Einstrahlungsverhältnissen bestimmt. Die Strahlungsverhältnisse in den Gemeinden von NRW wurden auf der Basis hochaufgelöster Strahlungsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) aus der Referenzperiode von 1980 bis 2000 ermittelt. Die nachfolgende Abbildung zeigt für jede Gemeinde die durchschnittliche jährliche verschattungsfreie Einstrahlung auf eine horizontale Fläche. Es wird deutlich, dass in NRW klare Unterschiede im Strahlungsangebot herrschen. Begünstigte Bereiche sind vor allem die Kölner Bucht sowie der Niederrhein. Das maximale Strahlungsangebot in NRW wird in der Gemeinde Titz mit einer mittleren jährlichen Einstrahlung von 1.023 kWh/m² erreicht. Im Mittel deutlich geringere Einstrahlungsmengen treten im Mittelgebirgsraum des Sauerlandes und des Bergischen Landes auf. Das geringste Strahlungsangebot in NRW weist die Gemeinde Bestwig mit einer mittleren jährlichen Einstrahlung von 944 kWh/m² auf.

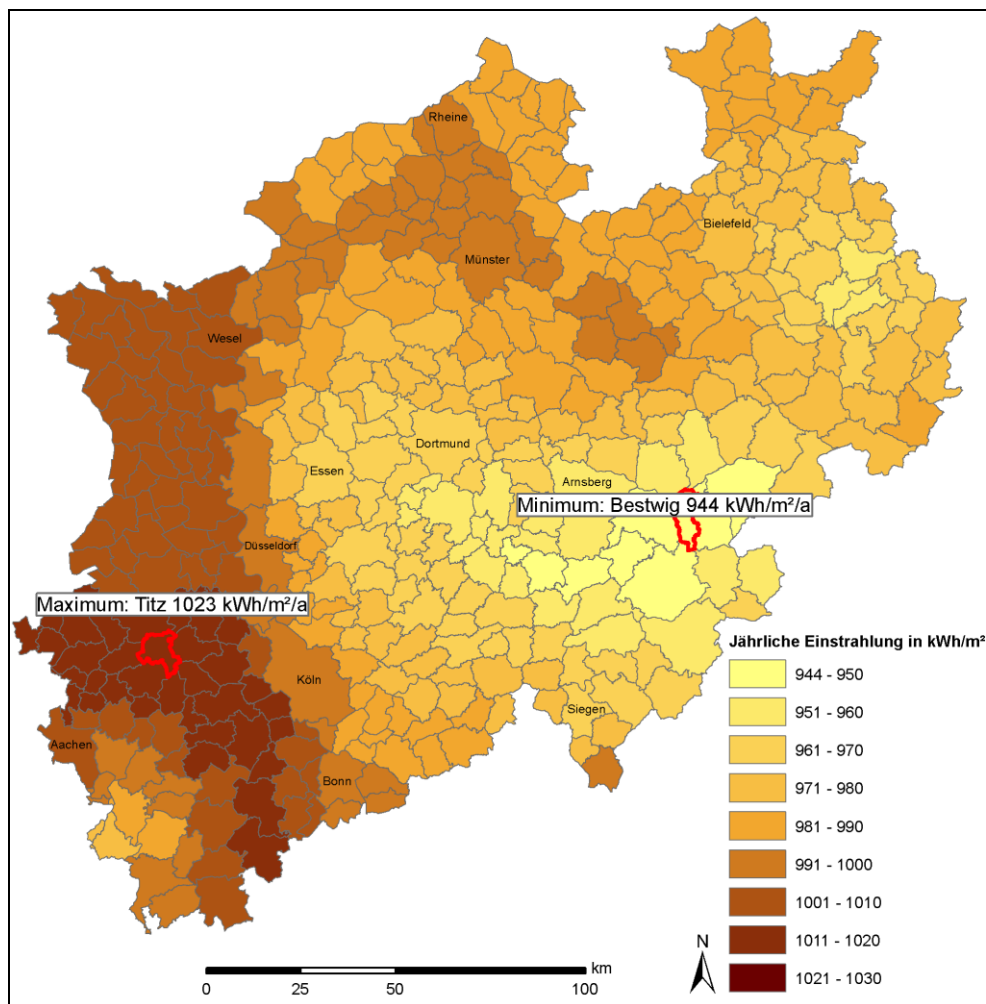


Abbildung 4.4: Durchschnittliche jährliche Einstrahlung auf eine horizontale Fläche (Quelle: DWD)

4.1.5 Detaillierte Dachflächenpotenzialberechnung mit simuSOLAR

Die Berechnung des solarenergetischen Potenzials in den 24 Modellgebieten erfolgte auf der Grundlage des flächendeckend vorliegenden digitalen Oberflächenmodells (DOM). Zur Vorbereitung der Berechnung wurde für jedes der 24 Rechengebiete das als Punktwolke mit unregelmäßigen Punktabständen vorliegende DOM zunächst in eine Rasterdatei mit einheitlichen Rasterschrittweiten von 0,5 m überführt. Um auch am Rand der Untersuchungsgebiete Verschattungseffekte mit ausreichender Genauigkeit abbilden zu können, wurden jeweils die angrenzenden Bereiche bis zu einer Entfernung von 300 m in das Oberflächenraster übernommen. Die Verschattungseffekte durch Topographie wurden zusätzlich bis zu einer Entfernung von 20 km mit Hilfe des zur Verfügung gestellten digitalen Geländemodells berücksichtigt.



Abbildung 4.5: Luftbild – Ausschnitt des Untersuchungsgebietes „Münster / City“ (Luftbild: Geobasis.NRW)

Die Abbildung 4.6 zeigt einen Ausschnitt des erstellten Höhenrasters für das Untersuchungsgebiet Münster / City (vgl. Abbildung 4.5).

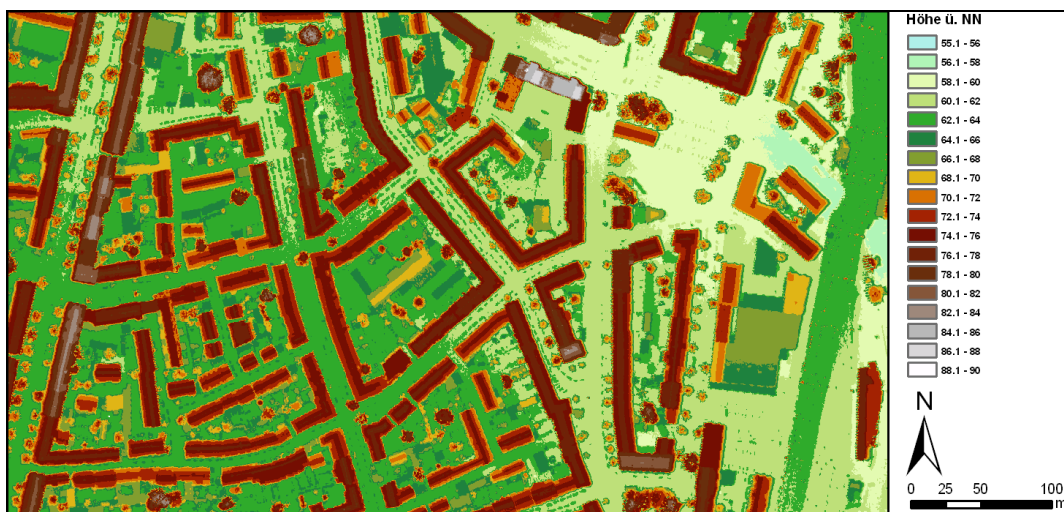


Abbildung 4.6: Höhenraster für das Untersuchungsgebiet „Münster / City“

Auf der Grundlage der DOM-Rasterdaten wurden anschließend automatisiert Dachflächen mit einheitlicher Ausrichtung und Neigung innerhalb eines Gebäudegrundrisses sondiert. Hierzu wurden alle Laserscandaten, welche innerhalb eines amtlichen Grundrisspolygons liegen, analysiert. Die nachfolgende Abbildung 4.7 zeigt das Ergebnis der Dachflächenenerkennung. Zusammengehörige Dacheinheiten werden mit gleichen Farbtönen dargestellt.



Abbildung 4.7: Dachflächenenerkennung (Luftbild: Geobasis.NRW)

Die Berechnung der tages- und jahreszeitlich wechselnden Einstrahlung auf die Dachflächen wurde mit der von simuPLAN entwickelten Software simuSOLAR durchgeführt.

Die Simulationsrechnungen erfolgten mit einer räumlichen Auflösung von 0,5 m und einer zeitlichen Auflösung von 10 Minuten auf der Grundlage einer für den 20-jährigen Zeitraum 1981–2000 repräsentativen Strahlungszeitreihe, welche mit der Software meteonorm [MN 2012] erzeugt wurde. Um die Berechnungsergebnisse der Modellgebiete anschließend auf die Gemeinden umrechnen zu können, wurden die Simulationen mit einer Zeitreihe der diffusen und direkten Strahlung für den Standort Titz (Gemeinde mit der höchsten Einstrahlung in NRW) durchgeführt.

Die Summe der jährlich auf ein Dachflächen-Segment einfallenden solaren Einstrahlung wird im Programm simuSOLAR mittels dynamischer Integration aller zeitschrittabhängigen Strahlungswerte eines Jahres bestimmt. Hierbei wird zwischen der diffusen und der direkten solaren Einstrahlung unterschieden. Die Strahlungsberechnung erfolgt auf der Grundlage einer für den Standort repräsentativen Strahlungszeitreihe.

Zur Bestimmung des diffusen Anteils der solaren Einstrahlung wird das Modell nach Perez [PEREZ 1990] verwendet. Dieser Ansatz gilt in Fachkreisen als universelle und sehr genaue Methode zur Bestimmung der diffusen Einstrahlung auf beliebig geneigte Flächen. Bei der Bestimmung der direkten Einstrahlung wird der Einfallswinkel der direkten Strahlung auf die geneigte Fläche berücksichtigt.

Zeitlich und kleinräumlich wechselnde Verschattungen durch Gebäude, Vegetation und Topographie werden mit Hilfe von Horizontlinien (vgl. Abbildung 4.8) berücksichtigt, die für jeden Punkt der Dachflächen (0,5 m x 0,5 m Auflösung) bestimmt werden.

Um auch Verschattungseffekte von schmalen und hohen Hindernissen (z.B. Türme, Schornsteine, Kamine u.ä.) zu erfassen, werden die Horizontlinien mittels Raytracing mit einer Auflösung von 0,1° Genauigkeit bestimmt.

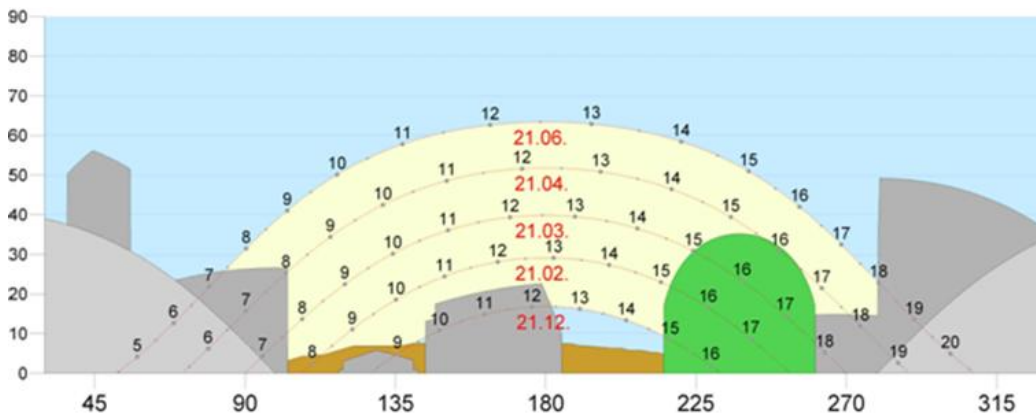


Abbildung 4.8: Beispielhaftes Horizontdiagramm

Als Ergebnis der Simulationsrechnung wurden für jede Rechenzelle folgende Parameter bestimmt:

- die potenzielle jährliche Einstrahlung (ohne Verschattung),
- die jährliche Einstrahlung unter Berücksichtigung der Verschattung,
- die Minderung der direkten Strahlung,
- die Ausrichtung, Neigung und Flächengröße.

Beispielhaft zeigt die nachfolgende Abbildung 4.9 die zellfein berechnete jährliche Einstrahlung. Deutlich können die strahlungstechnisch begünstigten Bereiche (rote Einfärbung) von den benachteiligten Dachbereichen (grüne, bzw. blaue Einfärbung) unterschieden werden.



Abbildung 4.9: Jährliche Globalstrahlung (Luftbild: Geobasis.NRW)

4.1.6 Bestimmung des theoretischen Dachflächenpotenzials

Anhand der zellfein vorliegenden Berechnungsergebnisse erfolgte anschließend die Bestimmung und Klassifizierung von solartechnischen Eignungsflächen. Diese Eignungsflächen werden im Folgenden auch als „theoretische Potenzialflächen“ bezeichnet. Da für alle Modellgebiete eine repräsentative Strahlungszeitreihe des Standortes „Titz“ verwendet wurde, bilden die Berechnungsergebnisse die Situation in Titz ab unter der Annahme, dass die den Berechnungen zu Grunde liegenden geometrischen Daten nach Titz verschoben wurden.

Da PV-Anlagen sehr empfindlich auf Verschattungen reagieren, wurden zunächst alle Rechenzellen, bei denen die Minderung der direkten Strahlung mehr als 10 % beträgt, aus dem weiteren Auswertungsprozess ausgeschlossen. In diesen stark verschatteten Dachbereichen können Photovoltaik-Anlagen nicht wirtschaftlich betrieben werden.

Anschließend wurde aus den übriggebliebenen Rechenzellen mit einheitlicher Dachkennung und Gebäudezuordnung die mittlere Ausrichtung, Neigung und jährliche Einstrahlung sowie die Flächensumme bestimmt. Dächer mit Neigungen von weniger als 10° wurden im folgenden Auswertungsprozess als Flachdächer eingestuft, auf denen die Solarmodule nach Süden mit einer Neigung von 20° aufgeständert werden. Bei Dächern mit mehr als 10° Neigung wurde die Ausrichtung und die Neigung der Dachfläche für die PV-Module übernommen. Auf Flachdächern wurde der berechnete Einstrahlungswert auf die angenommene Aufständigung der PV-Module angepasst. Die Aufständigung erfordert zur Vermeidung von Verschattungen bestimmte Reihenabstände, so dass die installierbare Modulfläche deutlich geringer ist als die Dachfläche. Die Abstände werden in der Regel so gewählt, dass sich die Modulreihen am 21.12. zur Mittagszeit nicht gegenseitig verschatten. Hieraus ergibt sich für NRW ein Korrekturfaktor von 0,456, mit dem aus der zur Verfügung stehenden Dachfläche auf Flachdächern die installierbare Modulfläche abgeschätzt werden kann.

Anschließend wurden die so zusammengefassten Eignungsflächen anhand der Einstrahlung in Modulebenen klassifiziert. Als Referenzwert wurde der mittlere Einstrahlungswert auf eine horizontale Fläche in NRW aus den hochaufgelösten DWD-Daten berechnet und angenommen, dass an diesem Standort ein Modul optimal (32° Neigung, Ausrichtung Süd) aufgeständert wird. Die Einstrahlung wurde auf diese Aufständigung angepasst. Der so berechnete mittlere Maximaleinstrahlungswert beträgt für NRW 1.080,3 kWh/m².

Bei der Klassifizierung wurde folgendes Schema angewandt:

Eignungsklasse 1 (bedingt geeignet):	Einstrahlung $\geq$ 80 % - 90 % des Referenzwertes
Eignungsklasse 2 (gut geeignet):	Einstrahlung $\geq$ 90 % - 95 % des Referenzwertes
Eignungsklasse 3 (sehr gut geeignet):	Einstrahlung $\geq$ 95 % des Referenzwertes

Dachflächen mit einem jährlichen Einstrahlungswert von weniger als 80 % des Referenzwertes (864,2 kWh/m²) wurden als ungeeignet für eine solartechnische Nutzung bewertet und somit verworfen.

Die Verwendung eines für ganz NRW geltenden Referenzwertes hat zur Folge, dass unverschattete Flächen mit gleicher Ausrichtung und Neigung in jeder Gemeinde unterschiedlich bewertet werden. Eine unverschattete bedingt geeignete Eignungsfläche in Titz kann aufgrund der geringeren Einstrahlung bei gleicher Ausrichtung und Neigung in einer anderen Gemeinde als ungeeignet bewertet werden.

Als Mindestgröße für eine PV-Anlage wurde 20 m² festgelegt. Flächen, die dieses Kriterium unterschritten, wurden verworfen. Die nachfolgende Abbildung zeigt die auf Grundlage der Strahlungszeitreihe von Titz erzeugten Eignungsflächen für das Modellgebiet Münster City:



Abbildung 4.10: Eignungsflächen für das Modellgebiet Münster City, berechnet mit der Strahlungszeitreihe für den Standort Titz (Luftbild: Geobasis.NRW)

Nach der Bestimmung der Eignungsflächen sind sowohl die Größe als auch die jährliche Einstrahlung bekannt. Mit diesen Angaben können für jede Eignungsfläche u.a. die folgenden Parameter bestimmt werden:

- die installierbare Modulfläche A_{PV} ,
- die jährliche solare Einstrahlung IC ,
- die installierbare Leistung P_{PV} ,
- der jährliche Stromertrag Q_J ,
- die jährliche CO₂-Einsparung CO_{2J} .

Zur Berechnung dieser Kenngrößen wurden folgende Annahmen getroffen:

- PV-Modulwirkungsgrad β_{STC} : 18 %,
- Performance Ratio PR : 80 %,
- CO₂-Äquivalentwert F_{CO2} : 0,562 kg/kWh.

Die Parameter berechnen sich wie folgt:

- Installierbare Leistung [kW]: $P_{PV} = \beta_{STC} \cdot A_{PV}$,
- Jährlicher Stromertrag [kWh/a]: $Q_J = \beta_{STC} \cdot A_{PV} \cdot PR \cdot IC$,
- CO₂-Einsparung [kg/a]: $CO_{2J} = F_{CO_2} \cdot Q_J$.

4.1.7 Bestimmung des technischen Dachflächenpotenzials

Aufgrund der rechteckigen Bauform von PV-Modulen können die bei der Strahlungsberechnung ausgewiesenen, häufig ungleichmäßig geformten Eignungsflächen in der Regel nicht vollständig bzw. unter Umständen auch gar nicht belegt werden.

Um diesen Effekt bei der Potenzialbestimmung berücksichtigen zu können, wurden auf den berechneten Eignungsflächen in den Modellgebieten (theoretische Potenzialflächen) in einem nachgeschalteten Rechenprozess PV-Module mit Standardabmessungen verteilt. Hierbei wurde bei PV-Modulen eine Abmessung von 1.650 x 1.000 mm angenommen.

Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht diesen Prozess.



Abbildung 4.11: Theoretisches / technisches Potenzial (Luftbild: Geobasis.NRW)

Aus dem Verhältnis von der theoretischen Potenzialfläche zu der darauf installierbaren Modulfläche wurde anschließend für jeden der vier Siedlungsstrukturtypen ein Umrechnungsfaktor zur Berechnung des technischen Potenzials gebildet. Das technische Potenzial ist somit der Teil des theoretischen Potenzials, der technisch nutzbar gemacht werden kann.

Die Tabelle 4.3 verdeutlicht, dass die höchsten Flächenverluste aufgrund von eher kleingliedrigen Dachstrukturen in Wohngebieten und Stadtzentren zu verzeichnen sind. Bei den tendenziell größeren Dachflächen in Gewerbe- und Industriegebieten bzw. im ländlichen Raum sind die Flächenverluste geringer.

Tabelle 4.3: Umrechnungsfaktor zur Bestimmung des technischen Potenzials

	Wohnen	Gewerbe / Industrie	Stadtzentren / City	Ländlich
Faktor PV	0,720	0,858	0,746	0,793

4.1.8 Hochrechnung auf Gemeindeebene

Auf der Grundlage der mit der Strahlungszeitreihe für Titz berechneten theoretischen Potenzialflächen für Photovoltaik und Solarthermie innerhalb der 24 Modellgebiete wurde anschließend das solarenergetische Dachflächenpotenzial für jede Gemeinde bestimmt.

Hierzu wurden alle Eignungsflächen mit Hilfe der gemeindefein vorliegenden jährlichen Einstrahlungswerte (vgl. Abbildung 4.4) in die zu betrachtende Gemeinde transferiert.

Dieser Übertragungsprozess wird anhand eines Beispiels für die Gemeinde Bestwig verdeutlicht.

Beispiel: Eignungsfläche EF_{Titz} mit einem berechneten Einstrahlungswert IC_{EF_Titz} von 930 kWh/m²/a.

Zur Umrechnung werden die mittlere Summe der Globalstrahlung für Titz (IP_{Titz}) und Bestwig ($IP_{Bestwig}$) benötigt (vgl. Abbildung 4.4):

$$IP_{Titz} = 1023 \frac{kWh}{m^2a}; IP_{Bestwig} = 944 \frac{kWh}{m^2a}$$

Der übertragene Einstrahlungswert für Bestwig $IC_{EF_Bestwig}$ berechnet sich dann nach

$$IC_{EF_Bestwig} = \frac{IP_{Bestwig}}{IP_{Titz}} \cdot IC_{EF_Titz} = 858,2 \frac{kWh}{m^2a}$$

Somit liegt der übertragene Einstrahlungswert unterhalb des definierten Abschneidekriteriums von 864,2 kWh/m². Die Dachfläche würde am Standort Bestwig daher als ungeeignet eingestuft werden.

Durch die (theoretische) Überführung der Eignungsflächen in die Gemeinden NRWs sinkt somit zum einen der Einstrahlungswert der Eignungsfläche (und damit auch die zu erwartenden Erträge) entsprechend des Verhältnisses der jährlichen horizontalen Einstrahlung der zu betrachtenden Gemeinde zur jährlichen horizontalen Einstrahlung der Gemeinde Titz, zum anderen können Eignungsflächen, die in Titz als noch geeignet eingestuft wurden, in anderen Gemeinden als ungeeignet eingestuft werden.

Da zu jeder Eignungsfläche innerhalb der 24 Modellgebiete der zugehörige Siedlungsstrukturtyp vorliegt, kann nun für jede Gemeinde die maximal zu installierende Modulfläche pro m² Grundrissfläche und hieraus weitere Parameter wie installierbare Leistungen, mögliche Stromerträge oder mögliche CO₂-Einsparungen abgeleitet werden.

Die Tabelle 4.4 zeigt am Beispiel der beiden Gemeinden Bestwig und Titz die so berechneten Kenngrößen pro m² Grundrissfläche und Siedlungsstrukturtyp. Aufgrund der besseren Einstrahlungsverhältnisse in Titz sind die Anteile der nutzbaren Dachfläche pro m² Grundrissfläche höher als in Bestwig.

Die Tabelle verdeutlicht, dass bedingt durch die tendenziell größeren Dachflächen mit wenigen störenden Dachaufbauten die höchsten Energieerträge in Gewerbe- und Industriegebieten sowie im ländlichen Raum zu erwarten sind. Aufgrund eher kleinteiliger Dachformen, mehr störender Dachaufbauten sowie im Mittel stärker auftretenden Verschattungseffekten durch Nachbargebäude und Vegetation ist der durchschnittliche Energieertrag in Wohngebieten und insbesondere in Stadtzentren deutlich geringer.

Tabelle 4.4: Berechnete Energieerträge (theoretisches Potenzial) pro m² Grundrissfläche am Beispiel der Gemeinden Titz und Bestwig

	Ort	Wohnen	Gewerbe / Industrie	Stadtzentren / City	Ländlich
Modulfläche pro m ² Grundrissfläche (m ²)	Bestwig	0,263	0,366	0,202	0,319
	Titz	0,309	0,389	0,233	0,392
Installierbare Leistung pro m ² Grundrissfläche (kW _p)	Bestwig	0,047	0,066	0,036	0,057
	Titz	0,056	0,070	0,042	0,071
Stromertrag pro m ² Grundrissfläche (kWh/a)	Bestwig	37,8	53,9	29,2	45,6
	Titz	47,1	61,3	35,8	59,2
CO ₂ -Einsparung pro m ² Grundrissfläche (kg)	Bestwig	21,2	30,3	16,4	25,6
	Titz	26,4	34,4	20,1	33,3

Tabelle 4.5: Anteil der unterschiedlichen Siedlungsstrukturtypen an der Grundrissfläche am Beispiel der Gemeinden Bestwig und Titz

Gemeinde	Grundrissfläche (km ²)	Anteil Wohnen (%)	Anteil Gewerbe / Industrie (%)	Anteil Stadtzentren / City (%)	Anteil Ländlich (%)
Bestwig	0,765	69.8	22.4	0.0	7.7
Titz	0,770	82.2	8.7	0.0	9.1

Aus den pro m² Grundrissfläche vorliegenden gemeindefeinen Energieerträgen (Tabelle 4.4) sowie den bekannten Anteilen der Siedlungsstrukturtypen an der gesamten Grundrissfläche innerhalb der Gemeinden (Tabelle 4.5) können nun die absoluten solartechnischen Potenziale für jede Gemeinde berechnet werden. Durch Multiplikation der berechneten theoretischen

Potenziale mit den in Tabelle 4.3 dokumentierten Umrechnungsfaktoren kann anschließend für jede Gemeinde auch das technische Dachflächenpotenzial bestimmt werden. Die Tabelle 4.6 zeigt am Beispiel der Gemeinden Bestwig und Titz die modellierten theoretischen und technischen PV-Dachflächenpotenziale.

Tabelle 4.6: Absolutes theoretisches und technisches PV-Dachflächenpotenzial am Beispiel der Gemeinden Bestwig und Titz

Gemeinde		Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (MW _P)	Möglicher Stromertrag (GWh)	Mögliche CO ₂ - Einsparung (t)
Bestwig	Theoretisches Potenzial	0,222	40,0	32,2	18.010
	Technisches Potenzial	0,170	30,6	24,6	13.790
Titz	Theoretisches Potenzial	0,248	44,6	38,1	21.310
	Technisches Potenzial	0,184	33,7	26,3	15.830

4.2 Ergebnisse

Mit der zuvor erläuterten Methodik wurden die theoretischen und technischen Dachflächenpotenziale zunächst gemeindeweise bestimmt. Anschließend wurden die gemeindeweise vorliegenden Ergebnisse auf Kreis- bzw. auf Landesebene aggregiert.

Neben den absoluten potenziellen Ertragswerten wurden die Photovoltaik-Ergebnisse auch auf die jeweilige Einwohnerzahl sowie auf die Grundrissfläche normiert, um regionale Unterschiede deutlich zu machen.

4.2.1 Gemeinden

Die Tabelle A 5 sowie die Abbildungen B 3 bis B 5 im Anhang zeigen die berechneten absoluten und normierten potenziellen Stromertragswerte auf Gemeindeebene.

Die höchsten absoluten Stromerträge werden erwartungsgemäß in den großen Städten mit einer hohen Anzahl an Dächern erreicht (vgl. Abbildung B 3 im Anhang). So könnte in Köln bei einer Belegung aller geeigneten Dachflächen ein jährlicher Stromertrag von 1.522 GWh realisiert werden. Ein differenzierteres Bild ergibt sich, wenn die potenziellen Stromerträge auf die Einwohnerzahl normiert werden (vgl. Abbildung B 4 im Anhang). Aufgrund der gegenüber dem ländlichen Raum tendenziell höheren Einwohnerdichte und der sich hieraus ergebenden geringeren Dachfläche pro Einwohner weisen die großen Städte in NRW das geringste Solarpotenzial pro Einwohner auf. Die niedrigste Energiedichte pro Einwohner wurde hierbei für Essen mit einem jährlichen Stromertrag von 1,3 MWh berechnet. Ein hohes Solarpotenzial pro Einwohner wird in den ländlich geprägten Gemeinden des Münsterlandes und des Niederrheins ausgewiesen. Dies ist zum einen auf die gegenüber dem Ruhrgebiet sowie dem Mittelgebirgsbereich erhöhten Einstrahlungswerte zurückzuführen. Zum anderen liefert ein hoher Anteil an ländlichen Siedlungsstrukturen mit großen zusammen hängenden Dachflächen tendenziell höhere Erträge pro m² Dachfläche. Zusätzlich leben in den ländlichen Gemeinden

auch weniger Einwohner. Den höchsten jährlichen Stromertrag pro Einwohner innerhalb NRWs weist die Gemeinde Straelen am Niederrhein mit 9,7 MWh auf. Dieser hohe Wert ist insbesondere auf den großen Anteil an gewerblich und industriell genutzten Gebäuden bei einem gegenüber dem Durchschnitt NRWs deutlich reduzierten Anteil an Wohngebäuden zurückzuführen.

Bei der Normierung des technischen Solarpotenzials auf einen m² Grundrissfläche schwanken die Ertragswerte der Gemeinden zwischen 32,1 kWh in Winterberg und 47,0 kWh in Straelen (vgl. Abbildung B 5 im Anhang). Ursächlich für das geringe Energiepotenzial in Winterberg ist der hohe Anteil von Wohngebäuden bei gleichzeitig niedrigen jährlichen Einstrahlungswerten. Straelen profitiert von dem hohen Anteil an Industrie- und Gewerbegebäuden bei gleichzeitig hohen Einstrahlungswerten.

4.2.2 Kreise

Die Tabelle A 6 sowie die Abbildungen B 6 bis B 8 im Anhang zeigen die berechneten absoluten und normierten potenziellen Ertragswerte auf Kreisebene.

Die höchsten absoluten potenziellen Stromerträge werden in der kreisfreien Stadt Köln mit 1.522 GWh gefolgt vom Kreis Steinfurt mit 1.423 GWh prognostiziert. Die niedrigsten Stromerträge auf Kreisebene werden für die kreisfreie Stadt Remscheid mit 208 GWh ausgewiesen (vgl. Abbildung B 6 im Anhang). Bei der Normierung der potenziellen Stromerträge auf die Einwohnerzahl ergibt sich ein ähnliches räumliches Verteilungsmuster wie bei den Gemeinden. Ein hohes Energiepotenzial pro Einwohner wird vor allem in den ländlich geprägten Kreisen des Niederrheins, des Münsterlandes und Ostwestfalens erreicht. Der höchste jährliche Stromertrag pro Einwohner wäre bei einer Vollbelegung aller geeigneten Dachflächen im Kreis Kleve mit 3,9 MWh zu realisieren. Aufgrund der geringeren Dachfläche pro Einwohner weisen die großen kreisfreien Städte NRWs das geringste Stromertragspotenzial pro Einwohner auf. Das Schlusslicht bildet hierbei Essen mit einem potenziellen jährlichen Stromertrag von 1,3 MWh pro Einwohner (vgl. Abbildung B 7).

4.2.3 Land NRW

Die nachfolgende Tabelle 4.7 weist das berechnete PV-Dachflächenpotenzial für das Land Nordrhein-Westfalen aus. Demnach könnte bei einer Vollbelegung aller geeigneten Dachflächen NRWs Module mit einer Gesamtfläche von 259,2 km² und einer Leistung von 46,7 GW_p installiert werden. Hiermit könnte ein jährlicher Stromertrag von 38,7 TWh realisiert werden. Dies hätte eine jährliche CO₂-Reduktion von 21,7 Mt zur Folge.

Beim Vergleich mit den in Tabelle 3.1 dokumentierten Stromverbrauchswerten für das Jahr 2010 wird deutlich, dass mit Hilfe von Strom aus Photovoltaikmodulen auf Dachflächen der Strombedarf des privaten Sektors (32 TWh) komplett (mit etwa 80 % des Dachflächenpotenzials) und der Gesamtstrombedarf (138 TWh) zu 28 % gedeckt werden könnte. Bei der Abschätzung der Anteile muss beachtet werden, dass der Stromverbrauch jährlich schwankt und dass der zeitliche Unterschied zwischen PV-Stromerzeugung und Stromverbrauch bei der Ermittlung der PV-Potenziale nicht berücksichtigt werden konnte.

Tabelle 4.7: Technisches Photovoltaik-Dachflächenpotenzial für NRW

	Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (GW _P)	Möglicher Stromertrag (TWh)	Mögliche CO ₂ - Einsparung (Mt)
Sehr gut geeignete Flächen	111,7	20,1	17,6	9,9
Gut geeignete Flächen	55,2	10,0	8,3	4,7
Bedingt geeignete Flächen	92,3	16,6	12,8	7,2
Gesamt	259,2	46,7	38,7	21,7

5. **Geeignete Freiflächen für Photovoltaik-Anlagen**

Da zurzeit keine allgemeingültige Definition des Begriffs „Photovoltaik-Freiflächenanlage“ existiert, werden hierunter im Allgemeinen diejenigen Anlagen verstanden, die nach den im § 32 des EEG beschriebenen Regelungen gefördert werden. Es handelt sich also um PV-Anlagen, die nicht an oder auf Gebäuden, sondern mit Hilfe eigens hierfür geschaffener Unterkonstruktionen auf dem Boden oder auf baulichen Anlagen wie z.B. Lärmschutzeinrichtungen, Wällen etc. errichtet werden [BOHL 2011].

Im Rahmen der vorliegenden Studie sollen potenzielle Flächen für eine PV-Nutzung mit bestehender Vornutzung ermittelt werden. Anhand dieser Flächen sollen die potenziell installierbaren Leistungen und Ertragspotenziale abgeschätzt werden.

Es wurden folgende Typen von möglichen Freiflächenstandorten analysiert:

- Randstreifen an Autobahnen und Bahnstrecken
- Halden und Deponien
- Bergbaustandorte
- Wirtschaftliche Konversionsflächen (Frei- und Brachflächen in Industrie- und Gewerbegebieten)
- Parkplätze
- Militärische Konversionsflächen
- Lärmschutzwände
- Brücken

Da seit Januar 2011 keine Freiflächenanlagen auf Acker- und Grünlandflächen (mit Ausnahme von Randstreifen) mehr vergütet werden, wurden diese Standorte nicht untersucht.

Für die Flächendetektion wurden folgende Grundlagendaten verwendet:

- ATKIS-Datenbestände des Landes NRW,
- ALK-Grundrissdaten, gemeindefein aufbereitet,
- Auszüge aus der Flächennutzungskartierung für das Gebiet des RVR (Regionalverband Ruhr),
- Daten zu Lärmschutzeinrichtungen von Straßen.NRW,
- Hochaufgelöste Strahlungsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD),
- Daten des Landschaftsinformationssystems LINFOS.

5.1 Typen potenzieller Freiflächenstandorte

Im Folgenden sollen die Kategorien und Typen von potenziellen Freiflächenstandorten kurz zusammenfassend vorgestellt werden.

5.1.1 Randstreifen an Autobahnen und Schienenwegen

Im Zuge der Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes in 2011 wurde der 110 Meter-Randstreifen entlang von Autobahnen und Schienenwegen vom Gesetzgeber als förderungswürdiger Standort für PV-Freiflächenanlagen festgelegt.

Laut Bundesfernstraßengesetz ist die Errichtung von Hochbauten (also Bauwerken, die sich mehrheitlich oberhalb der Geländelinie befinden) innerhalb eines 40 m Korridors entlang der befestigten Fahrbahn untersagt. Sofern die Errichtung einer Photovoltaikanlage nicht bereits im Planfeststellungsverfahren der Bundesautobahn geregelt ist, gilt dieses Verbot auch für Photovoltaikanlagen.

Da der Gesetzgeber jedoch Ausnahmen hiervon zulassen kann, kann grundsätzlich der gesamte Randstreifen als möglicher Standort für PV-Module angesehen werden. Für den 110 Meter-Korridor an Schienenwegen gibt es keine vergleichbaren Einschränkungen und Verbote.

Aufgrund des dichten Autobahn- und Schienennetzes innerhalb von NRW, welches nahezu alle hier vertretenen Landschafts- und Siedlungsstrukturen durchschneidet, kann das Potenzial dieses Standorttyps sehr unterschiedlich ausfallen. Die Bandbreite umfasst hierbei Gebiete mit sehr hohen Potenzialen entlang von Autobahnen in topographisch schwach gegliederten, landwirtschaftlich geprägten Regionen, aber auch für die Installation von PV-Anlagen gänzlich ungeeignete Gebiete (z.B. Regionen mit dichter Bebauung oder ausgeprägten Waldflächen entlang von Autobahnen und Schienenwegen).

5.1.2 Halden und Deponien

Bei Halden und Deponien handelt es sich um Flächen zur Ablagerung von zu deponierenden Stoffen. In § 32 des EEG ist unter anderem festgelegt, dass Strom aus PV-Anlagen vergütet wird, wenn die Anlage

1. *„an oder auf einer baulichen Anlage angebracht ist, die vorrangig zu anderen Zwecken als der Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie errichtet worden ist,*
2. *auf einer Fläche errichtet worden ist, für die ein Verfahren nach § 38 Satz 1 des Baugesetzbuches durchgeführt worden ist, oder*
3. *im Bereich eines beschlossenen Bebauungsplans im Sinne des § 30 des Baugesetzbuches errichtet worden ist [...]“.* [EEG 2011].

Es ist zu erwarten, dass für Halden bzw. Deponien mindestens eine der oben genannten Bedingungen zutrifft. Wie bei allen Freiflächenanlagen sind jedoch die Voraussetzungen im Rahmen von konkreten Projektierungen zu prüfen.

Der Halden- bzw. Deponiekörper ist in der Regel über das Geländeniveau hinausgehoben und besitzt eine konvexe Form. Die Südhänge sind oftmals gut für die Positionierung einer Solaranlage geeignet, während die Nordhänge aufgrund ihrer Exposition ausscheiden.

Bei der Planung von Freiflächenanlagen auf Halden und Deponien ist zu berücksichtigen, dass mögliche Abdichtungen durch die Modulfundamente nicht beschädigt werden dürfen, was die Planung und Installation von Anlagen erschwert.

Des Weiteren sind mögliche Materialsetzungen, also Bodenbewegungen durch die Verdichtung der abgelagerten Stoffe, bei der Planung zu berücksichtigen.

Sofern die Halden und Deponien nicht im Rahmen von Renaturierungsmaßnahmen aufgewertet wurden, kann häufig eine gute Akzeptanz für die Nutzung als Solarpark in der Bevölkerung erreicht werden.

5.1.3 Militärische Konversionsflächen

Nach Einschätzung der Clearingstelle-EEG, die zur Klärung von Streitigkeiten und Anwendungsfragen im Bereich des EEG dient, kommt eine Fläche dann als Konversionsfläche in Betracht, wenn die ökologische Belastung durch die ursprüngliche Nutzung fortbesteht. Anzeichen hierfür sind beispielsweise die Existenz von Altlasten, schwerwiegende Bodenkontaminationen oder das Vorhandensein von Kampfmitteln [CS EEG 2010].

Unter dem Begriff „militärische Vornutzung“ versteht man diejenigen Flächen, die durch Einheiten besetzt waren, die mit der Landesverteidigung beauftragt sind. Dies betrifft z.B. Kasernengelände, Militärflughäfen, Truppenübungsplätze, Militärdepots, etc. [WUSCHANSKY 2008].

Militärische Konversionsflächen liegen oft außerhalb von Siedlungsgebieten (dies trifft insbesondere auf die großen Flächen von Truppenübungsplätzen zu), was die Einspeisung des erzeugten Stroms häufig erschwert. Allerdings handelt es sich oft um sehr große Flächen, für die eine infrastrukturelle Erschließung trotzdem sinnvoll sein kann.

Durch die häufig abgeschottete Lage von militärischen Konversionsflächen kommt es vor, dass sich schützenswerte Naturräume entwickeln, die eine Nutzung als Solarpark behindern können. Eine diesbezügliche Prüfung ist mit den zuständigen Fachbehörden abzuklären.

5.1.4 Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten

Neben den militärischen Konversionsflächen werden laut EEG auch PV-Anlagen auf Brachflächen mit baulich-gewerblicher Vornutzung gefördert, sofern die Vornutzung die Fläche noch immer prägt [CS EEG 2010]. Diese wirtschaftlichen Konversionsflächen liegen in der Regel innerhalb oder im Randbereich von Siedlungen. Charakteristisch für diesen Flächentyp sind ein hoher Anteil versiegelter Flächen und ein ausgeprägter Gebäudebestand. Neben den Anlagen auf wirtschaftlichen Konversionsflächen wird auch der Strom vergütet, der auf Freiflächen innerhalb von bestehenden Industrie- und Gewerbegebieten erzeugt wird. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass *„der Bebauungsplan vor dem 1. Januar 2010 für die Fläche, auf der die Anlage errichtet worden ist, ein Gewerbe- oder Industriegebiet im Sinne der §§ 8 und 9 der Baunutzungsverordnung ausgewiesen hat, auch wenn die Festsetzung nach dem 1. Januar 2010 zumindest auch mit dem Zweck geändert worden ist, eine Anlage zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie zu errichten [...]“* [EEG 2011].

Positiv wirkt sich die Nähe der Flächen zu potenziellen Stromabnehmern und zu Einspeisepunkten aus.

5.1.5 Bergbaufolgeflächen

Brachgefallene Flächen mit einer Vornutzung als Bergbaubetrieb entsprechen in ihrer Charakteristik in vielen Bereichen den wirtschaftlichen Konversionsflächen. Allerdings unterliegen ehemalige Bergbaustandorte in der Regel den Fachplanungsbestimmungen nach dem Bergrecht, was die Nutzung der Flächen als Solarpark erschweren kann.

5.1.6 Parkplätze

Parkplatzflächen können auf verschiedene Arten als Standort für PV-Anlagen genutzt werden. Zum einen kann mit ihrer Hilfe die Nachfrage von Strom für den Betrieb von Elektrofahrzeugen befriedigt werden. Andererseits bieten sich Parkplätze auch für den Bau großer Solarparks an, deren Ziel eine möglichst hohe Rendite aus der Einspeisung des erzeugten Stroms ist [ZAPFE 2011].

Als besonders vorteilhaft erweist sich hierbei die Tatsache, dass der Strom, der auf Solarcarports erzeugt wird, unter bestimmten Voraussetzungen die gleichen Einspeisevergütungen wie eine Aufdachanlage erhält.

Neben der reinen Stromerzeugung bieten Solarcarports einen zusätzlichen Mehrwert durch den Schutz der abgestellten Fahrzeuge. Dies macht die Anlagen z.B. für die Betreiber von Einkaufszentren interessant, die (neben dem Stromertrag) einen trockenen und vor Sonne geschützten Parkraum für ihre Kunden erhalten.

Neben diesen positiven Aspekten müssen bei der Planung von Solarcarports jedoch deutlich erhöhte Investitionskosten berücksichtigt werden, da das Tragwerk gegenüber klassischen Freilandanlagen ungleich aufwändiger gestaltet werden muss.

5.1.7 Lärmschutzwände

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, um Lärmschutzwände als Träger für Solarmodule nutzen zu können. Bei geplanten Wänden können standardisierte Elemente, die von verschiedenen Anbietern produziert werden, zum Einsatz kommen. Aber auch bei bestehenden Lärmschutzwänden besteht die Möglichkeit, mit Hilfe geeigneter Trägerkonstruktionen Module nachträglich anzubringen.

Neben statischen Gesichtspunkten muss ein ausreichender Schutz vor Diebstahl und Beschädigung gewährleistet werden.

Strom aus PV-Anlagen an Lärmschutzwänden wird mit den gleichen Beträgen vergütet wie Dachanlagen, was den niedrigeren Stromertrag bei senkrecht montierten Modulen ausgleichen kann. Anders als bei den meisten anderen Freiflächenanlagen wird bei der Montage von Solarmodulen an Lärmschutzwänden nahezu keine zusätzliche Fläche verbraucht.

5.1.8 Brücken

Eine bisher recht selten anzutreffende Möglichkeit der Installation von Solaranlagen ist die Montage der Module an Brücken. Hierbei werden die Module in der Regel mit einer Neigung von ca. 30° auf der Südseite der Brücke angebracht. Als vorteilhaft erweist sich hierbei die Tatsache, dass Verschattungseffekte durch Bäume oder Gebäude meist keine Rolle spielen. Auch ein effektiver Schutz vor Diebstahl und Beschädigung lässt sich recht einfach realisieren.

Allerdings ist die Zahl der Brücken, die eine ausreichende Länge haben und zusätzlich eine passende Ausrichtung der Module ermöglichen, begrenzt. In Frage kommen hier z.B. lange Autobahn- oder Rheinbrücken.

Zwar ist das Gesamtpotenzial von PV-Anlagen an Brücken als eher gering einzuschätzen, jedoch können hier realisierte Anlagen als Leuchtturmprojekte eine positive Signalwirkung besitzen.

5.1.9 Ehemalige Tagebaugelände

Tagebaugelände erstrecken sich häufig über riesige Flächen. Verschiedene Projekte (beispielsweise in Brandenburg) haben gezeigt, dass hier große Solarparks realisiert und als Konversionsflächen vergütet werden können.

In NRW stellt das Rheinische Braunkohlerevier die mit Abstand größte Tagebaugelände dar. Im Hinblick auf die mögliche Planung von PV-Anlagen ist jedoch zu beachten, dass die grundsätzliche Zielsetzung für die Nachfolgenutzung von Tagebaugeländen eine Rekultivierung vorsieht. In der Regel bedeutet dies, dass eine Neunutzung als Forst- oder Landwirtschaftsfläche oder die Ausweisung als Siedlungsfläche angestrebt wird. Falls Abraum für die Verfüllung fehlt, kommt eine Nutzung als See in Betracht [BEZREG 2012].

Inwieweit eine teilweise Nutzung der Flächen als Standort für Solarparks in Betracht gezogen werden kann, kann nur im konkreten Einzelfall beurteilt werden. Eine allgemeine Potenzialabschätzung für diesen Flächentyp gestaltet sich daher äußerst schwierig und ist nur für konkrete Einzelflächen möglich. Sie wurden darum in dieser Studie nicht weiter betrachtet.

5.2 Untersuchungsmethodik

Bei der Ermittlung potenzieller PV-Freiflächenstandorte werden verschiedene, teilweise aufeinander aufbauende Bearbeitungsschritte durchlaufen. Hierbei müssen einige Schritte für alle Freiflächentypen bearbeitet werden, während andere Typen spezifische Methoden erfordern. Die angewandte Vorgehensweise für die Bewertung möglicher Freiflächenstandorte ist in den folgenden Kapiteln dargestellt.

5.2.1 Abgrenzung der Basisflächen

Der erste Schritt bei der Bestimmung potenzieller Freiflächenstandorte besteht aus der Abgrenzung von Basisflächen. Der Begriff Basisfläche beschreibt in diesem Zusammenhang alle Flächen, die grundsätzlich für eine Eignungsanalyse in Frage kommen. Für die verschiedenen Flächentypen handelt es sich hierbei um die nachfolgend zusammengefassten Bereiche.

Randstreifen an Autobahnen und Bahnstrecken

Um die Basisflächen für die Randstreifen an Autobahnen und Schienenwegen zu ermitteln, wurden in einem ersten Schritt sämtliche als Autobahn oder als Bahnstrecke definierten Datensätze aus den ATKIS-Daten extrahiert. Mit Hilfe der in diesen Daten gespeicherten Angaben konnte die Breite der befestigten Fahrbahn bestimmt werden. Die so erzeugten Flächen wurden zu beiden Fahrbahnseiten mit einem 110 Meter breiten Puffer versehen.

Um fehlerhafte Ergebnisse in den Bereichen zu vermeiden, in denen mehrere Autobahnen und / oder Bahnstrecken näher als 110 Meter beieinander liegen, wurden die Pufferflächen in einem weiteren Schritt verschnitten und doppelte Flächen eliminiert. Das Ergebnis der Arbeitsschritte ist in Abbildung 5.1 exemplarisch dargestellt.



Abbildung 5.1: Bestimmung der Basisflächen (grün) am Beispiel eines Randstreifens (Luftbild: Geobasis.NRW)

Halden, Deponien und Bergbaufolgeflächen

Als Basisfläche für Halden, Deponien und Bergbaufolgeflächen wurden die entsprechend gekennzeichneten Flächen aus dem ATKIS-Datenbestand extrahiert.

Für das Gebiet des RVR lagen zusätzliche Daten aus der Flächennutzungskartierung vor, die genutzt wurden, um die Abgrenzungen der Basisflächen für diesen Bereich zu verfeinern.

Militärische Konversionsflächen

Die Basisflächen für militärische Konversionsflächen wurden dem ATKIS Datenbestand entnommen. Zusätzlich wurden Flächen berücksichtigt, die im Rahmen einer Internetrecherche als Konversionsflächen identifiziert wurden. Hierbei wurden beispielsweise die im Sachstandsbericht der Bezirksregierung Düsseldorf [BEZREG D 2011] vorgestellten Flächen digitalisiert und in die Untersuchung integriert.

Als zusätzliche Informationsquelle wurden Daten des Instituts für Landes- und Stadtentwicklungsforschung herangezogen.

Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten und Parkplätze

Die Bestimmung von Basisflächen für potenziell nutzbare Standorte von PV-Anlagen auf Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie auf Parkplätzen erfolgte in Abhängigkeit von ihrer Lage innerhalb oder außerhalb des Regionalverbands Ruhr (RVR).

Da für das Gebiet des RVR Auszüge aus der Flächennutzungskartierung (diejenigen Flächen, die potenziell als Freiflächenstandorte dienen können) vorlagen, konnten mit Hilfe einer zugehörigen Datentabelle Brach- und Freiflächen bzw. Parkplätze selektiert werden, die innerhalb von Industrie- und Gewerbegebieten liegen.

Außerhalb des RVR-Gebietes wurden sämtliche Industrie- und Gewerbegebiete aus dem ATKIS-Datenbestand als Basisflächen bestimmt (bei den Parkplatzflächen kamen alle Flächen innerhalb von Ortslagen hinzu).

Lärmschutzwände an Straßen

Der Landesbetrieb Straßen.NRW stellte einen Datensatz mit sämtlichen Lärmschutzeinrichtungen an Straßen in NRW zur Verfügung. Aus diesem Datensatz konnten mit Hilfe einer Kennnummer die Lärmschutzwände selektiert werden.

Brücken

Die Basisflächen zur Analyse des Solarpotenziales an Brücken wurden aus dem ATKIS-Datenbestand entnommen. Die Daten lagen teilweise als Polygone und teilweise als Linien vor. Da für die weitere Auswertung der Daten nicht die Grundfläche der Brücken von Interesse ist, sondern die Länge und die Ausrichtung, wurden die Polygone in Linien umgewandelt. Hierbei wurden bereits diejenigen Brücken entfernt, die aufgrund ihrer Ausrichtung und ihrer Größe nicht für die Installation einer PV-Anlage in Frage kommen.

5.2.2 Verschneidung der Basisflächen mit Ausschlussflächen

Die so erzeugten Basisflächen stellen die theoretisch für die einzelnen Flächenkategorien geeigneten Standorte für PV-Freiflächenanlagen dar. Aufgrund von diversen Ausschlusskriterien ist in den seltensten Fällen damit zu rechnen, dass die Basisfläche der späteren Potenzialfläche entspricht.

Aus den ermittelten Basisflächen werden im zweiten Schritt alle Bereiche eliminiert, die für die Nutzung als Standort für einen Freiflächensolarpark ungeeignet sind. Hierzu zählen z.B. sämtliche Gebäude, deren Grundfläche aus den Basisflächen gelöscht wird sowie Straßen, Plätze und ähnliche Verkehrsflächen.

Weiterhin können alle geschützten Naturräume als ungeeignet angesehen werden. Hierzu zählen beispielsweise Naturschutzgebiete oder Fauna-Flora-Habitat-Gebiete. Die Grundlagendaten für diese Ausschlussflächen wurden aus den ATKIS-Daten und dem Fachinformationssystem @LINFOS (www.lanuv.nrw.de, passwortgeschützt) entnommen.

Ebenfalls für die Ansiedlung von Solarparks ungeeignet sind beispielsweise Wälder und Gehölze sowie überschwemmungsgefährdete Gebiete.

In Tabelle 5.1 sind die der Analyse zu Grunde liegenden Ausschlussflächen aufgelistet.

Tabelle 5.1: Ausschlussflächen für die PV-Freiflächenanalyse

Nicht berücksichtigt	Datenquelle
Gewässer	ATKIS
Wald	ATKIS
Verkehrsflächen	ATKIS
Gebäude	ATKIS / Gebäudegrundrisse
Schutzgebiete: • FFH-Gebiete • Vogelschutzgebiete • Naturschutzgebiete • Geschützte Landschaftsbestandteile • Naturdenkmäler • Nationalparks • Geschützte Biotope • Gebiete für den Schutz der Natur	ATKIS / LINFOS
Überschwemmungsgebiete / Sumpfgebiete	ATKIS
Besondere Siedlungsflächen (Sportplätze, Friedhöfe etc.)	ATKIS

Weitere Schutzgebiete – wie bspw. Naturparks oder Landschaftsschutzgebiete – sind nicht grundsätzlich von einer Nutzung durch eine Solarfreiflächenanlage ausgeschlossen und wurden darum auch nicht als Ausschlussflächen behandelt (NABU 2012). Hier ist im Einzelfall vor Ort zu prüfen, ob die Errichtung einer Freiflächenanlage dem Schutzziel entgegensteht.

Um den Verschattungseffekten Rechnung zu tragen, die durch Bäume und Gebäude verursacht werden, werden diese Flächen zusätzlich mit einem richtungsabhängigen Puffer versehen. Hierbei wurde so vorgegangen, dass pauschal ein Wert von 10 Metern in alle Richtungen zu Bäumen und Gebäuden angesetzt wurde, um mögliche Dachüberstände, Äste etc. zu berücksichtigen. Die Verschattungsobjekte wurden in einem nächsten Schritt in Richtung Westen, Osten und Norden mit einem Wert von 20 Metern gepuffert. Simulationen mit verschiedenen häufig vorkommenden Gebäude- und Baumhöhen haben gezeigt, dass die Minderung der direkten Einstrahlung außerhalb dieser Pufferzonen in der Regel unterhalb von 10 % liegt (dieser Wert wurde ebenfalls bei der Analyse der Dachflächen als Grenzwert für geeignete PV-Standorte festgelegt).

Abbildung 5.2 zeigt einige Typen von Ausschlussflächen:

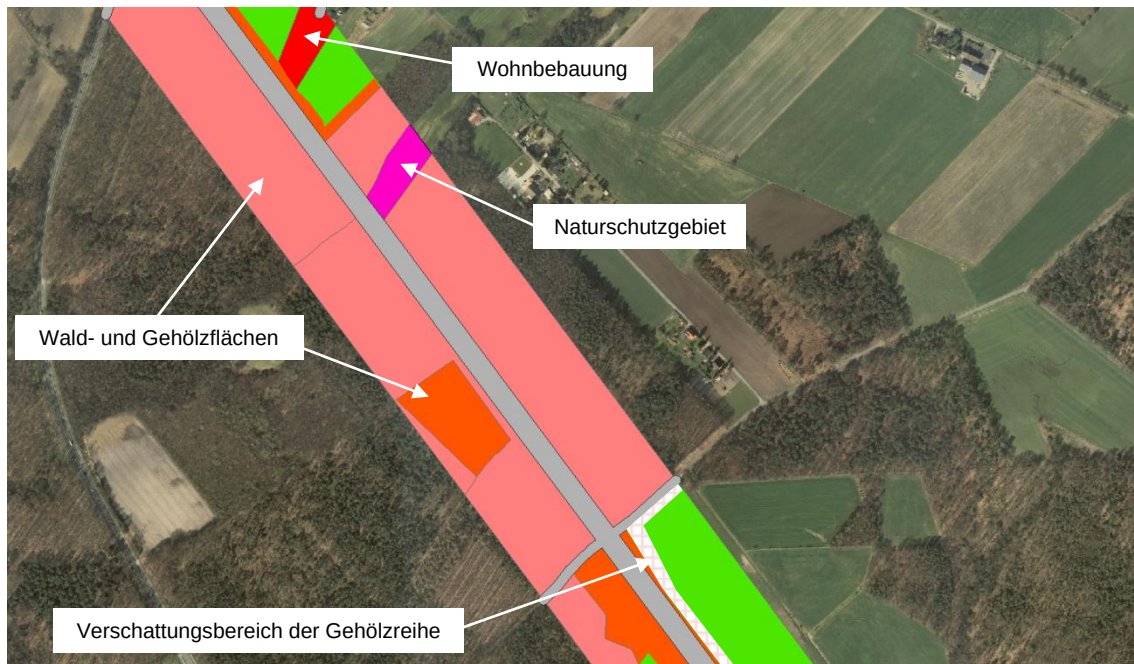


Abbildung 5.2: Verschiedene Typen von Ausschlussflächen (Luftbild: Geobasis.NRW)

5.2.3 Berücksichtigung von Ausrichtung und Hangneigung

Sowohl Ausrichtung und Neigung des Geländes können großen Einfluss auf die Tauglichkeit als PV-Standort haben. Um die Auswirkungen dieser Parameter auf die zu untersuchenden Flächen bewerten zu können, wurde für alle Bereiche der Basisflächen, die nach der Verschneidung mit den Ausschlussflächen noch übrig waren, eine Reliefanalyse durchgeführt.

Hierfür wurde das digitale Geländemodell mit den verbliebenen Basisflächen verschnitten. Anschließend wurden für die potenziellen Eignungsflächen jeweils die Ausrichtung und die Neigung bestimmt (um Unregelmäßigkeiten, die durch Messungenauigkeiten verursacht wurden zu minimieren, wurden die Ausgangshöhendaten vor der Analyse leicht geglättet).

Die so erzeugten Neigungs- und Ausrichtungsraster wurden anschließend in Polygone umgewandelt und miteinander verschnitten, so dass für alle Bereiche in den potenziellen Eignungsflächen Informationen zu Ausrichtung und Neigung der (Teil-)Fläche vorhanden sind.

Auf der Grundlage dieser Daten konnten alle Gebiete ausgeschlossen werden, die aufgrund ihrer Ausrichtung und Neigung als ungeeignet eingestuft wurden (hierbei handelt es sich um Flächen, die nicht in südwestliche, südliche oder südöstliche Richtungen ausgerichtet sind und stärker als 10° geneigt sind. Auf Flächen mit einer Neigung < 10° können Module nach Süden aufgeständert werden, so dass sehr schwach geneigte Nordhänge nicht zwangsläufig als ungeeignet anzusehen sind).

Bei Lärmschutzwänden und Brücken entfällt die Reliefanalyse. Bei diesen beiden Standorttypen wird die Ausrichtung der Bauwerke bestimmt und anschließend werden die Bereiche analysiert, bei denen eine Montage der Module in südlichen Richtungen möglich ist.

Vor Beginn der Untersuchungen wurde festgelegt, dass bei Lärmschutzwänden nur die fahrbahn-abgewandte Seite für die Montage von Solarmodulen in Betracht gezogen werden soll, um Verkehrsgefährdungen durch Blendung auszuschließen.

Bei Brücken wurde davon ausgegangen, dass die Module an der Fahrbahnseite und nicht am Brückenbogen installiert werden, da die Gestalt der Bögen nicht aus der vorhandenen Datengrundlage hervorgeht.

5.2.4 Einzuhaltende Mindestgrößen

Die Planung und Realisierung einer Freiflächenphotovoltaikanlage ist deutlich aufwendiger und kostenintensiver, als dies bei den meisten Aufdachanlagen der Fall ist. Berücksichtigt man außerdem die Tatsache, dass die Vergütungssätze für Strom aus Freilandsolarparks (mit Ausnahme von z.B. Lärmschutzwänden oder Parkplätzen) niedriger als bei Aufdachanlagen sind, so muss die Modulfläche und die erzeugte Strommenge in einem vernünftigen Verhältnis zu den Investitionskosten stehen.

Darum wurde eine Mindestfreiflächengröße von 0,5 Hektar bei Flächen in Ortslagen und von 3 Hektar für Bereiche außerhalb von Ortslagen angesetzt, da durch die zu erwartende größere Entfernung zu Verbrauchern oder Einspeisepunkten mit steigenden Kosten zu rechnen ist. Bei kleineren Flächen kann nicht sichergestellt werden, dass eine PV-Freiflächenanlage wirtschaftlich rentabel arbeitet. Die Auswirkungen des Größenfaktors auf die potenziellen Standorte sind in Abbildung 5.3 beispielhaft dargestellt.



Abbildung 5.3: Ausschluss von zu kleinen Flächen (Luftbild: Geobasis.NRW)

Eine Ausnahme bilden Parkplatzflächen. Hier wurde eine Mindestgröße von 100 m² angesetzt, da erstens eine direkte Nutzung des erzeugten Stroms durch Elektrofahrzeuge denkbar ist und zweitens der auf Carports erzeugte Strom höher vergütet wird als dies bei anderen Freiflächen der Fall ist.

Lärmschutzwände und Brücken sollten so groß dimensioniert sein, dass Solarmodule mit einer Fläche von mindestens 1.000 m² daran installiert werden können. Um einen ausreichenden Schutz vor Diebstahl und Beschädigung zu gewährleisten, wurden nur die Bereiche der Lärmschutzwände berücksichtigt, die mindestens 2,5 Meter oberhalb des Untergrundes liegen.

5.2.5 Abschätzung von Hochrechnungsfaktoren für Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie auf Parkplätzen

Anders als dies beispielsweise bei Halden und Deponien oder dem Randstreifen an Autobahnen der Fall ist, liegen für Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten sowie für Parkplatzflächen keine flächendeckenden Daten für ganz NRW vor, aus denen landesweit die Basisflächen abgeleitet werden können.

Um das Potenzial dieser Freiflächenstandorte dennoch abschätzen zu können, wurden Faktoren ermittelt, mit deren Hilfe das Flächenangebot der genannten Freiflächentypen auf Gemeindeebene ansatzweise herzuleiten ist.

Die Ausgangsdaten wurden der Flächennutzungskartierung für das RVR-Gebiet entnommen. Diese Daten enthalten unter anderem Brach- und Freiflächen innerhalb von Industrie- und Gewerbegebieten, die als Standorte für förderungswürdige Solaranlagen dienen können.

Für diese Basisflächen wurden die in den vorangegangenen Kapiteln beschriebenen Methoden zum Ausschluss ungeeigneter Flächen angewendet, so dass am Ende die Bereiche der Brach- und Freiflächen übrigblieben, die nicht im direkten Einflussbereich von Verschattungsobjekten liegen und die festgelegte Mindestgröße nicht unterschreiten und somit prinzipiell als Photovoltaikstandort in Frage kommen. Da auf diese Weise jedoch nur Potenzialflächen innerhalb des RVR-Gebietes ermittelt werden konnten, wurde aus den Ergebnissen ein Flächenfaktor für den Rest von NRW abgeleitet. Hierfür wurde die Größe der Potenzialflächen in einem Industrie- oder Gewerbegebiet in ein Verhältnis zur unbebauten Gesamtfläche des Gebietes gesetzt.

Ergab die Analyse also beispielsweise, dass in einem 10 Hektar großen Industriegebiet eine 0,8 Hektar große Potenzialfläche vorhanden ist, so ergibt sich ein Flächenfaktor von 0,08.

Dieses Verfahren wurde für alle Basisflächen innerhalb des RVR-Gebietes durchgeführt. Der abschließend abgeleitete Flächenfaktor ermöglichte es für die Gemeinden, die außerhalb des RVR liegen, die Größe der potenziell geeigneten Flächen innerhalb von Industrie- und Gewerbegebieten zu ermitteln, indem die Gebietsgröße mit dem für das RVR-Gebiet berechneten Faktor multipliziert wurde.

Ca. 25 % der Industrie- und Gewerbegebiete von NRW können dem Gebiet des RVR zugeordnet werden, so dass der abgeleitete Faktor auf einer ausreichend großen Stichprobe beruht.

Ein vergleichbares Verfahren wurde für Parkplatzflächen eingesetzt. Hier wurde zusätzlich zwischen Parkplatzflächen in Industriegebieten und sonstigen Parkplätzen in Ortslage unterschieden. Auf diese Weise konnte berücksichtigt werden, dass in Industrie- und Gewerbegebieten oft sehr große Parkplätze vorzufinden sind.

Die Faktoren sind der folgenden Tabelle 5.2 zu entnehmen.

Tabelle 5.2: Hochrechnungsfaktoren für Brach- und Freiflächen sowie Parkplätze

Flächenkategorie	Faktor
Anteil von Brach- und Freiflächen an Industrie- und Gewerbegebieten	0,08
Anteil von Parkplätzen an Industrie- und Gewerbegebieten	0,04
Anteil von Parkplätzen an Ortslagen nach ATKIS-Definition	0,01

5.2.6 Ertragsberechnung

Ausgehend von den im ersten Schritt ermittelten Basisflächen wurden mit Hilfe der oben beschriebenen Methodik die Flächen ermittelt, die für die Nutzung als Standort für eine Photovoltaikfreiflächenanlage in Frage kommen. Hierauf aufbauend wurden anschließend verschiedene Kenngrößen abgeleitet, die für den Betrieb von Solaranlagen von Interesse sind.

Da bei Freilandanlagen eine vollständige Belegung der Bodenfläche mit Modulen nur in sehr seltenen Ausnahmefällen (z.B. optimal geneigte Südhänge auf Halden oder Deponien) sinnvoll ist, musste aus den ermittelten Potenzialflächen die Modulfläche abgeleitet werden. Um die optimale Strahlungsmenge zu erreichen, werden Solarmodule in Richtung Süden aufgeständert. Um eine gegenseitige Verschattung der Modulreihen zu vermeiden, muss ein Mindestabstand eingehalten werden, der je nach Hangneigung und geographischer Lage unterschiedlich sein kann (der Abstand wurde so gewählt, dass sich die Modulreihen am 21.12. mittags nicht gegenseitig verschatten). Hierauf aufbauend wurde im Rahmen der Analyse für verschiedenste Hangneigungsklassen und für alle Gemeinden in NRW ein individueller Flächenkorrekturfaktor berechnet, mit dessen Hilfe die jeweilige theoretisch installierbare Modulfläche der Freiflächen bestimmt werden konnte. Für horizontales Gelände liegt der Faktor bei einem Wert von ca. 0,4 und erreicht auf optimal geneigten Hängen (dies entspricht in etwa 30° geneigten Südhängen) den Wert von 1,0.

Eine Ausnahme bilden Solarcarports auf Parkplatzflächen. Aus technischen und ästhetischen Gründen (flache Module lassen sich unauffälliger in die Konstruktion der Carports integrieren) werden die Module hier in der Regel nur auf 10° aufgeständert, was zu entsprechend anderen Flächenkorrekturfaktoren und Einstrahlungswerten führt.

Für die Montage von Solarmodulen an Lärmschutzwänden werden in der Praxis verschiedene Techniken angewandt. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde davon ausgegangen, dass die Module senkrecht an den Wänden angebracht werden, was im Gegensatz zu geneigten Solarpanelen zu entsprechend niedrigeren Erträgen führt.

An Brücken können die Module optimal geneigt angebracht werden, ohne dass dies zu einem Flächenverlust führt.

Mit Hilfe der Modulfläche sowie Angaben zur lokalen Einstrahlungsmenge, der Performance-Ratio und dem Modulwirkungsgrad konnten nun verschiedene Kenngrößen abgeleitet werden:

- die installierbare Modulfläche A_{PV} ,
- die jährliche solare Einstrahlung IC ,
- die installierbare Leistung P_{PV} ,
- der jährliche Stromertrag Q_J ,
- die jährliche CO₂-Einsparung CO_{2J} .

Zur Berechnung dieser Parameter wurden folgende Annahmen getroffen:

- PV-Modulwirkungsgrad β_{STC} : 18 %
- Performance Ratio PR : 80 %
- CO₂-Äquivalentwert F_{CO_2} : 0,562 kg/kWh.

Die Parameter berechnen sich wie folgt:

- Installierbare Leistung [kW]: $P_{PV} = \beta_{STC} \cdot A_{PV}$
- Jährlicher Stromertrag [kWh/a]: $Q_J = \beta_{STC} \cdot A_{PV} \cdot PR \cdot IC$
- CO₂-Einsparung [kg/a]: $CO_{2J} = F_{CO_2} \cdot Q_J$.

Im Gegensatz zum Vorgehen bei Dachflächen wurde bei der Freiflächenanalyse darauf verzichtet, zwischen theoretischem und technischem Potenzial zu unterscheiden. Die verwendeten ATKIS-Daten besitzen eine Lagegenauigkeit von +/- 3 m, die verwendeten Geländedaten liegen in einer Auflösung von 10 m vor. Hieraus eine modulfine Anordnung der PV-Anlagen abzuleiten, würde die Genauigkeit der Eingangsdaten überschätzen.

5.3 Ergebnis der Freiflächenanalyse

Auf den folgenden Seiten sind die Ergebnisse der Freiflächenanalyse für die verschiedenen Flächentypen sowie als Gesamtpotenzial zusammengefasst. Eine detaillierte Aufstellung der einzelnen Kenngrößen wie Stromertrag, CO₂-Einsparung etc. kann den Tabellen und Grafiken im Anhang entnommen werden.

5.3.1 Randstreifen entlang von Autobahnen und Schienenwegen

Nachdem Strom aus Solarparks, die sich auf Ackerflächen oder Grünland befinden, nicht mehr vergütet wird und das Potenzial von großflächigen Tagebaugebieten aufgrund von diversen Unwägbarkeiten nicht sicher abgeschätzt werden kann, haben die 110 Meter Randstreifen an Autobahnen und Schienenwegen den größten Anteil am PV-Freiflächensolarpotenzial in NRW.

Die Tabelle 5.3 stellt den möglichen Stromertrag, die installierbare Leistung sowie die mögliche CO₂-Einsparung für PV-Anlagen auf Randstreifen dar. Eine tabellarische sowie graphische Übersicht der Ergebnisse auf Kreis- und Gemeindeebene befindet sich im Anhang.

Tabelle 5.3: Ertragskenngrößen für Randstreifen

Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (GW _P)	Möglicher Stromertrag (GWh)	Mögliche CO ₂ - Einsparung (Mt)
123,3	22,1	20.072	11,3

Die Auswertung des Randstreifens hat gezeigt, dass das Solarpotenzial in diesem Bereich in verschiedenen Regionen äußerst unterschiedlich ausfallen kann.

In der Gemeinde Nörvenich sind beispielsweise ca. 85 % der Basisflächen für die Nutzung als Photovoltaikstandort geeignet. In der Gemeinde Siegen hingegen bieten sich nur wenig mehr als 1 % der Basisflächen für die Ansiedlung eines Solarparks an.

Da Autobahnen und Schienenwege die unterschiedlichsten Regionen des Landes miteinander verbinden, sind auch die Eigenschaften der Randbereiche entlang dieser Verkehrswege entsprechend vielfältig.

Die Abbildung 5.4 zeigt die potenziell geeigneten Flächen im Randbereich einer Autobahn am Beispiel der Gemeinde Titz. Die Autobahn (blau dargestellt) verläuft hier durch eine von Acker- und Grünland geprägte Region. Wald und Gehölzbestände sind eher selten und nur in geringer Ausdehnung anzutreffen. In Verbindung mit dem ebenen Gelände und dem Fehlen von geschützten Landschaftsteilen besitzt das Gebiet sehr gute Voraussetzungen für die Ansiedlung von Solarparks (geeignete Flächen sind grün umrandet).

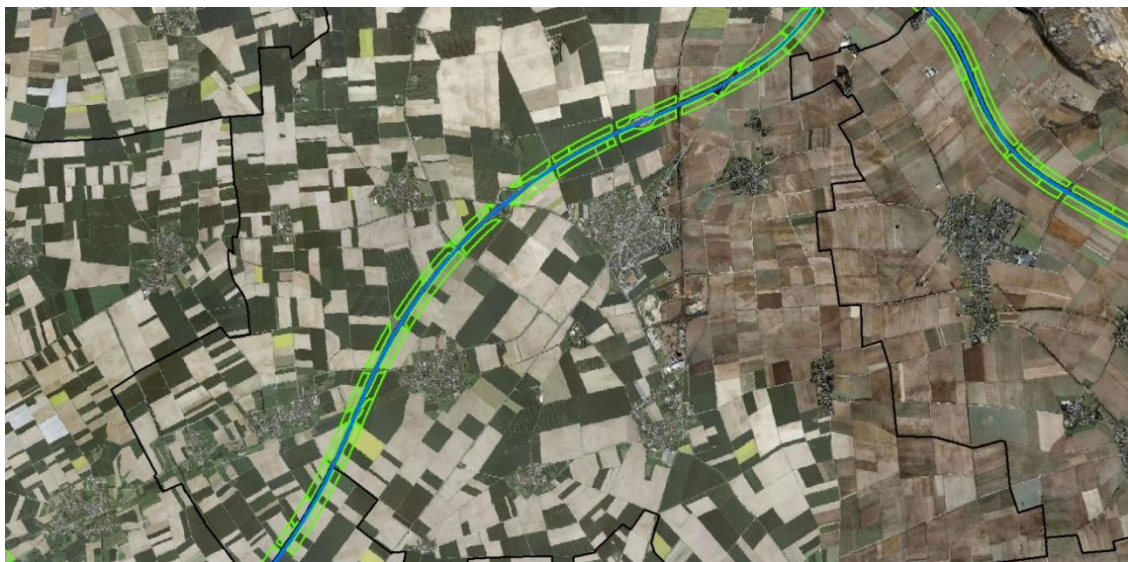


Abbildung 5.4: Solarpotenzial an Autobahnen. Beispiel Titz (Luftbild: Geobasis.NRW)

Wie Abbildung 5.5 verdeutlicht, verläuft die Trasse der A 45 auf dem Gemeindegebiet von Siegen nahezu komplett durch bewaldetes Gebiet, was die Ansiedlung von großen Freiflächenanlagen unmöglich macht.



Abbildung 5.5: Solarpotenzial an Autobahnen. Beispiel Siegen (Luftbild: Geobasis.NRW)

Neben dem Vorhandensein von ausgeprägten Waldbeständen entlang von Autobahnen und Schienenwegen, kann auch eine dichte Bebauungsstruktur im Randbereich dieser Verkehrswege das Potenzial für Freiflächenanlagen stark schmälern.

So sind beispielsweise in Herne nur 2 % der ermittelten Basisflächen für eine Nutzung als PV-Standort geeignet. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die relevanten Verkehrswege oft von Gebäuden gesäumt werden, die sich entweder direkt innerhalb des 110 Meter Randstreifens befinden oder Schatten in diesen Bereich werfen. Auf diese Weise bleiben höchstens kleinräumige PV-Eignungsflächen erhalten, die selten die festgelegte Mindestgröße erreichen.

In Summe besitzen die 110 Meter Randstreifen an Autobahnen und Schienenwegen ein beachtliches Potenzial für die Erzeugung von Solarstrom (s. Tabelle 5.3). Wenn die in Kapitel 5.1.1 erwähnten Schwierigkeiten bei der Planung überwunden werden können, so kann es durchaus sinnvoll sein, die Randstreifen für die Ansiedlung großer Solarparks in Betracht zu ziehen. Dies gilt vor allem für eher ländlich geprägte Regionen mit wenig Waldflächen, da hier die größten zusammenhängenden Potenzialflächen vorzufinden sind.

Hinzu kommt, dass sich in unmittelbarer Nachbarschaft zu Autobahnen in der Regel keine Erholungsgebiete befinden, was die allgemeine Akzeptanz von hier realisierten Solaranlagen erhöhen dürfte.

Betrachtet man die absoluten potenziellen Stromerträge auf Gemeindeebene (Abbildung B 9 im Anhang), so fällt auf, dass vor allem das Sauer- und Siegerland ein niedriges Randstreifenpotenzial aufweisen. Hier treffen ein grundsätzlich relativ dünnes Verkehrswegenetz und viele Waldgebiete entlang der Autobahnen und Schienenwege zusammen, so dass nur wenige große Freiflächen zur Verfügung stehen.

5.3.2 Halden und Deponien

Die Abbildung B 10 im Anhang sowie die Tabelle 5.4 zeigen das Potenzial von Halden und Deponien als Standorte für Photovoltaikfreiflächenanlagen.

Schon die Gesamtbasisfläche von weniger als 10.000 Hektar lässt erahnen, dass der potenzielle Stromertrag, der auf Flächen dieser Kategorie erzielt werden kann, auf Landesebene geringer als innerhalb des 110 Meter Randstreifens ist. Dies bestätigt auch die Tabelle 5.4. Die installierbare Modulfläche auf Halden und Deponien beträgt nur ca. 10 % der entlang von Autobahnen und Schienenwegen installierbaren Fläche.

Dennoch haben verschiedene in den vergangenen Jahren umgesetzte Projekte gezeigt, dass die Folgenutzung von Halden und Deponien als Solarpark sinnvoll und wirtschaftlich lukrativ sein kann. Ein gutes Beispiel hierfür ist etwa die Zentraldeponie in Bochum-Kornharpen. Hier wurde 2010 ein zwei Hektar großes Solarkraftwerk in Betrieb genommen.

Tabelle 5.4: Ertragskenngrößen für Halden und Deponien

Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (GW _p)	Möglicher Stromertrag (GWh)	Mögliche CO ₂ -Einsparung (Mt)
8,3	1,5	1.339	0,8

Viele Halden und Deponien wurden nach dem Ende des Ablagerungsbetriebes aufgeforstet oder in Naherholungs- und Freizeitflächen umgewandelt und scheiden deshalb für die Nutzung als großflächige Solarparks aus (häufig werden diese Halden in den ATKIS-Daten nicht mehr als solche geführt, sondern als Waldflächen definiert). Ein Beispiel hierfür ist die Halde Hoppenbruch in Herten (Abbildung 5.6), die sich seit 1992 nicht mehr in Schüttung befindet und heute ein beliebtes Naherholungsgebiet ist.

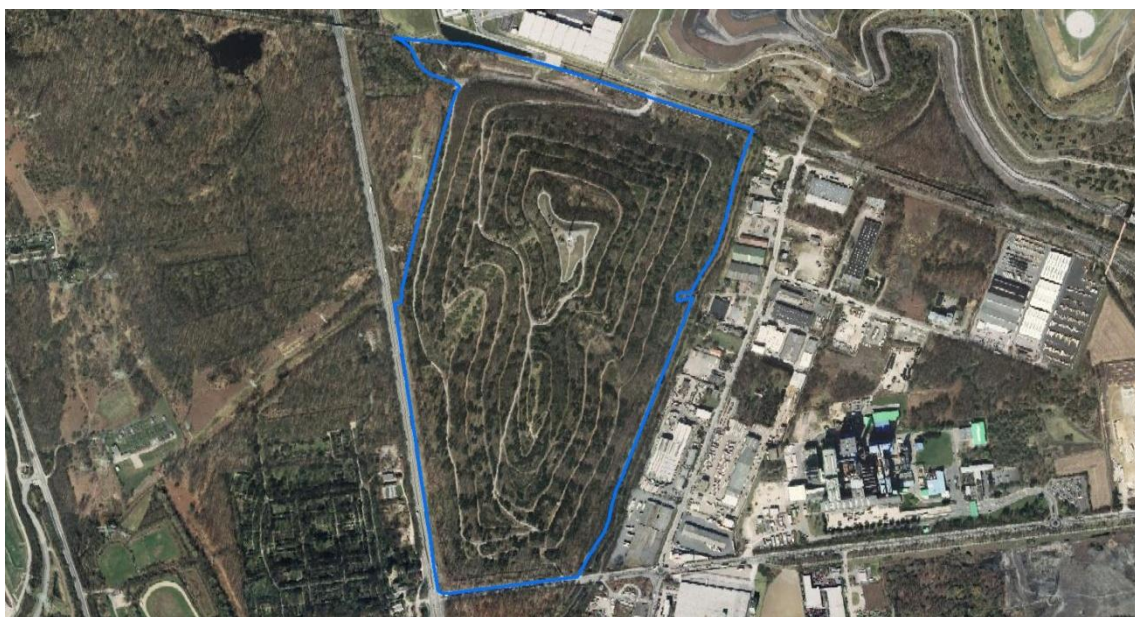


Abbildung 5.6: Hoppenbruch (blau umrandet) als Beispiel für eine aufgeforstete Halde (Luftbild: Geobasis.NRW)

Potenziell gut geeignete Standorte für PV-Anlagen befinden sich auf unbewaldeten Gipfelplateaus von Deponien und Halden, wie in Abbildung 5.7 zu sehen ist. Diese Flächen bieten aufgrund ihrer freien Lage und schwachen Neigung sehr gute Voraussetzungen für die Installation von Solarmodulen.

Gleichzeitig bieten solche Standorte oft gute Voraussetzungen für die Windenergienutzung, sodass vor Ort die jeweiligen Möglichkeiten abzuwägen oder ggf. zu kombinieren sind.

Voraussetzung hierfür ist natürlich immer eine positive Prüfung im Hinblick auf die eingangs beschriebenen technischen Faktoren wie z.B. die Statik des Deponiekörpers oder die Beschaffenheit der Deponieabdeckung.

Bergehalden findet man in erster Linie im bergbaulich geprägten Ruhrgebiet sowie in etwas geringerem Maße im Rheinischen Braunkohletagebau. Entsprechend ist in den betreffenden Gemeinden auch das Solarpotenzial innerhalb dieser Flächenkategorie überdurchschnittlich hoch (s. Abbildung B 10 im Anhang). Da neben den Halden aber auch Deponien als PV-Standort geeignet sein können und diese im ganzen Land zu finden sind, verteilt sich das Potenzial über ganz NRW.



Abbildung 5.7: Fläche mit hohem Solarpotenzial auf einer Deponie (Luftbild: Geobasis.NRW)

5.3.3 Militärische Konversionsflächen

Zwar ist das Angebot an militärischen Konversionsflächen im Vergleich zu Randstreifen an Autobahnen oder etwa Parkplatzflächen begrenzt, dafür nehmen sie häufig flächenmäßig sehr große Gebiete ein (dies gilt besonders für ehemalige militärische Übungsplätze) [WUSCHANSKY 2009].

Dennoch eignen sich nicht alle ehemaligen Truppenübungsplätze als Standort für Photovoltaikanlagen, da häufig große Teile der Flächen bewaldet sind. Des Weiteren waren die Flächen in der Regel für viele Jahre nicht frei zugänglich (militärisches Sperrgebiet), so dass sich schützenswerte Ökosysteme entwickelt haben.

Von den ehemaligen Truppenübungsplätzen in NRW, die im Rahmen der Studie untersucht wurden, liegen beispielsweise fast 85 % der Fläche in einem Naturschutzgebiet oder einem anderweitig geschützten Landschaftsbereich.

Von den verbliebenen 15 % entfallen noch die Gebiete, die von Wald bedeckt, nach Norden ausgerichtet oder zu klein sind, so dass letztendlich nur eine installierbare Modulfläche von ca. 1,8 km² übrig bleibt.

Tabelle 5.5: Ertragskenngrößen für militärische Konversionsflächen

Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (GW _p)	Möglicher Stromertrag (GWh)	Mögliche CO ₂ - Einsparung (Mt)
1,8	0,3	287	0,2

5.3.4 Bergbaufolgeflächen

Das Solarpotenzial auf Bergbaufolgeflächen hat auf Landesebene sowie für die meisten Gemeinden in NRW keinen großen Anteil am Gesamtpotenzial (siehe Abbildung B 12 im Anhang und Tabelle 5.6). Dies liegt nicht daran, dass diese Flächen aufgrund ihrer Beschaffenheit grundsätzlich als Standort für Solarparks ungeeignet wären, sondern daran, dass die Bergbaufolgeflächen lediglich eine Gesamtbasisfläche von weniger als 1000 Hektar, die sich auf wenige Gemeinden verteilen, umfassen.

Zu beachten ist hierbei, dass manche Bergbau(folge)flächen in den ATKIS-Daten nicht als solche gekennzeichnet sind, sondern z.B. als Industrie- und Gewerbegebiete geführt werden.

Tabelle 5.6: Ertragskenngrößen für Bergbaufolgeflächen

Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (GW _p)	Möglicher Stromertrag (GWh)	Mögliche CO ₂ - Einsparung (Mt)
1,1	0,2	171	0,1

Trotzdem können diese Flächen durchaus gute Voraussetzungen für die Installation von Solarmodulen mitbringen und für einzelne Gemeinden einen nicht zu unterschätzenden Anteil am Gesamtpotenzial besitzen. Abbildung 5.8 zeigt beispielhaft eine früher für den Bergbaubetrieb genutzte und nun brachliegende Fläche.

Abbildung B 12 im Anhang zeigt das erwartete Bild, nämlich ein eher niedriges Gesamtpotenzial, das seine höchste Ausprägung im Ruhrgebiet hat.



Abbildung 5.8: Brachliegende Bergbaufolgefläche (Luftbild: Geobasis.NRW)

5.3.5 Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten

Die Brach- und Freiflächen innerhalb von bestehenden Industrie- und Gewerbegebieten bilden eine der relativ neuen Flächenkategorien, für die das EEG eine Vergütung von dort erzeugtem Solarstrom vorsieht.

Ein Vergleich der Ergebnistabellen (Tabellen 5.3 – 5.10) zeigt, dass das Potenzial dieser Flächen mit einer installierbaren Leistung von 5,0 GW_p das dritthöchste der untersuchten Flächenkategorien ist.

Tabelle 5.7: Ertragskenngrößen für Frei- und Brachflächen in Industrie- und Gewerbegebieten

Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (GW _p)	Möglicher Stromertrag (GWh)	Mögliche CO ₂ - Einsparung (Mt)
27,6	5,0	4.470	2,5

Industrie- und Gewerbegebiete erstrecken sich häufig über äußerst große Areale. Hiervon wird zwar ein großer Teil durch Gebäude oder Verkehrsflächen belegt, es finden sich jedoch auch immer freie Bereiche, die sich für die Nutzung als Standort für PV-Freiflächenanlagen anbieten. Die Abbildung 5.9 zeigt ein Beispiel für solch eine Freifläche (grün umrandet). Je nach konkreter Festsetzung des Bebauungsplanes könnte hier eine Freiflächenanlage angesiedelt werden.



Abbildung 5.9: Freiflächen in einem Gewerbegebiet (Luftbild: Geobasis.NRW)

Bei der Interpretation der Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass das Solarpotenzial auf Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten für Gemeinden außerhalb des RVR mit Hilfe eines Flächenfaktors ermittelt wurde, was immer mit größeren Unsicherheiten behaftet ist als die Analyse konkreter Basisflächen. Des Weiteren sind Wald- und Gehölzflächen, die sich innerhalb von Industrie- und Gewerbegebieten befinden, nicht umfassend in den ATKIS-Daten erfasst, so dass nicht alle mit Bäumen bestandenen Gebiete aus der Berechnung ausgeschlossen werden konnten.

Aufgrund der guten Datenbasis, die für die Faktorbildung vorlag (das RVR-Gebiet umfasst etwa 13 % der Gesamtfläche sowie etwa 25 % der Industrie- und Gewerbegebiete von NRW), kann jedoch von einer guten Näherung zur Potenzialabschätzung ausgegangen werden.

Da sich Industrie- und Gewerbegebiete in der Regel in der Umgebung von Ballungsräumen befinden, ist es nicht überraschend, dass das Potenzial für diesen Freiflächentyp in eher dicht besiedelten Bereichen von NRW am höchsten ist (s. Abbildung B 13 im Anhang).

5.3.6 Parkplätze

Parkplätze bieten eine interessante Zukunftsperspektive als Standort für PV-Anlagen, da hier dieselbe Vergütung wie bei Aufdachanlagen erreicht werden kann. Des Weiteren bieten Solarcarports neben ihrer Funktion als Stromerzeuger noch zusätzlich Schutz für darunter abgestellte Fahrzeuge.

Wie die Tabelle 5.8 zeigt, könnte in NRW eine Modulfläche von ca. 48 km² auf Parkplätzen realisiert werden. Die hieraus abgeleiteten Kenngrößen wie z.B. Stromertrag und CO₂-Einsparung fallen im Verhältnis zur Fläche etwas geringer aus als dies z.B. bei Randstreifen oder industriellen Freiflächen der Fall ist. Der Grund hierfür ist der flachere Winkel, in dem Module auf Solarcarports in der Regel montiert werden (im Rahmen der Studie wurde ein

Winkel von 10° festgelegt). Hierdurch können die Module zwar näher aneinander positioniert werden, die Einstrahlungssumme ist dafür jedoch niedriger.

Tabelle 5.8: Ertragskenngrößen für Parkplatzflächen

Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (GW _p)	Möglicher Stromertrag (GWh)	Mögliche CO ₂ - Einsparung (Mt)
48,0	8,6	7.190	4,0

Die Abbildung 5.10 zeigt einen typischen Parkplatz innerhalb eines Industriegebietes. In Industrie- und Gewerbegebieten findet man häufig sehr große Parkplätze, auf denen entsprechend leistungsstarke Solaranlagen realisiert werden können. Aber auch innerhalb von Wohngebieten kann der Betrieb von kleineren Solarcarports wirtschaftlich rentabel sein.

Parkplätze befinden sich in der Regel dort, wo sich viele Personen aufhalten und ihre Fahrzeuge abstellen, also innerhalb von Ortslagen oder in Industrie- und Gewerbegebieten. Aus diesem Grunde ist das Solarpotenzial für diese Freiflächenkategorie ebenfalls in Ballungsräumen am höchsten.



Abbildung 5.10: Parkplatz in einem Industriegebiet (Luftbild: Geobasis.NRW)

5.3.7 Lärmschutzwände

Lärmschutzwände stellen zusammen mit Brücken eine Besonderheit innerhalb der Gruppe von Freiflächensolaranlagen dar, da sie nicht auf dem Untergrund, sondern an einem bestehenden Bauwerk montiert werden.

Um eine Gefährdung des Straßenverkehrs durch Blendung auszuschließen, wurden nur die Straßen-abgewandten Seiten der Wände untersucht. Hierdurch schieden viele Objekte aus, da

vor Lärmschutzeinrichtungen aus optischen Gründen häufig Gehölzreihen gepflanzt werden, die die Module verschatten würden.

Berücksichtigt man außerdem die Tatsache, dass die Module an Lärmschutzwänden nicht ohne weiteres optimal ausgerichtet werden können, sondern dem Verlauf der Wände folgen müssen, so erklären sich die nur sehr niedrigen Erträge, die hier erzielt werden können (s. Tabelle 5.9).

Tabelle 5.9: Ertragskenngrößen für Lärmschutzwände

Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (GW _p)	Möglicher Stromertrag (GWh)	Mögliche CO ₂ -Einsparung (Mt)
0,06	0,01	6,9	0,004

Dennoch können einzelne Lärmschutzwände sinnvoll als PV-Freiflächenstandort genutzt werden. Ein Beispiel für solch einen Standort zeigt die folgende Abbildung.



Abbildung 5.11: Beispiel für eine Lärmschutzwand (grün) mit hohem Solarpotenzial (Luftbild: Geobasis.NRW)

Zur Machbarkeit von Photovoltaik auf Lärmschutzanlagen wurde in 2011/2012 eine Studie vom MKULNV durchgeführt, die zum aktuellen Zeitpunkt aber noch nicht veröffentlicht vorliegt. Diese kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, dass keine nennenswerten Potenziale zur Stromerzeugung durch Photovoltaik auf Lärmschutzwänden in NRW liegen.

5.3.8 Brücken

Ähnlich wie bei den Lärmschutzwänden spielt das Solarpotenzial an Brücken auf Landesebene eine eher untergeordnete Rolle (s. Tabelle 5.10).

Tabelle 5.10: Ertragskenngrößen für Brücken

Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (GW _p)	Möglicher Stromertrag (GWh)	Mögliche CO ₂ -Einsparung (Mt)
0,035	0,006	5,5	0,003

Da für Solaranlagen an Brücken ebenfalls eine Mindestmodulfläche von 1000 m² festgelegt wurde, kommen nur sehr lange Brücken wie z.B. verschiedene Rheinbrücken oder vereinzelte Autobahnbrücken in Betracht. Ein Beispiel für solch ein geeignetes Bauwerk zeigt Abbildung 5.12.

Solaranlagen, die an Brücken installiert werden, zählen zwar nicht zu den Freiflächenstandorten mit dem größten Solarpotenzial, sie können aber durchaus als Leuchtturmprojekte dienen und den Dialog über Solarenergie fördern.

Betrachtet man Abbildung B 16 im Anhang, so bestätigt sich, dass vor allem die langen Rheinbrücken aufgrund ihrer Größe und des Flussverlaufs von Südost nach Nordwest, der eine Ausrichtung der Module in südliche Richtungen ermöglicht, geeignet sind.



Abbildung 5.12: Beispiel für eine Brücke (grün) mit hohem Solarpotenzial (Luftbild: Geobasis.NRW)

5.4 Zusammenfassung der Freiflächenanalyse

Die installierbare Modulfläche, die Leistung sowie der Stromertrag der verschiedenen in den Kapiteln 5.3.1 – 5.3.8 beschriebenen Kategorien ist in Tabelle 5.11 zusammengefasst. Hier wird deutlich, dass das mit Abstand größte Freiflächenpotenzial im Bereich der 110 m Randstreifen entlang von Autobahnen und Schienenwegen zu finden ist. Ebenfalls ein hohes Potenzial haben Solarcarports. Als Standort für PV-Anlagen eher vernachlässigbar sind Lärmschutzwände und Brücken.

Militärische Konversionsflächen (und hier in erster Linie Truppenübungsplätze) haben mit einer Modulfläche von 1,8 km² zwar keinen sehr großen Anteil am Solarpotenzial auf Landesebene. Da sich die Fläche jedoch auf wenige und dafür in der Regel sehr große Flächen verteilt, können diese Gebiete sehr interessant für einzelne Projekte sein.

Tabelle 5.11: Gesamtpotenzial auf Freiflächen

PV-Potenzial Freiflächen				
	Modulfläche [Km ²]	Leistung [GW _p]	Stromertrag	
			[GWh/a]	[%]
Randstreifen	123,32	22,1	20.072	59,8
Parkplätze	48,04	8,6	7.190	21,4
Brach- und Freiflächen in Industrie- u. Gewerbegebieten	27,58	5,0	4.469	13,3
Deponien und Halden	8,25	1,5	1.339	4,0
Militärische Konversionsflächen	1,8	0,3	287	0,9
Bergbaufolgeflächen	1,05	0,2	171	0,5
Lärmschutzwände	0,06	0,01	7	0,1
Brücken	0,04	0,01	6	0,1
Summe Freiflächen	210,14	37,7	33.541	100,0

Um regionale Besonderheiten dokumentieren zu können, werden die Ergebnisse im Folgenden auf Gemeinde- und Kreisfläche normiert dargestellt.

5.4.1 Gemeinden

Betrachtet man die **Ergebnistabelle A 7 im Anhang so wird deutlich**, dass Köln das mit großem Abstand höchste Freiflächenpotenzial aufweist. Dies ist nicht überraschend, da Köln auch die größte Gemeindefläche besitzt und sich hier folglich auch viele potenzielle PV-Freiflächenstandorte wie z.B. Autobahnen, Parkplätze und Industrie- und Gewerbegebiete befinden. Interessanter ist deshalb eine Auswertung, die auf die Gemeindefläche normiert ist. Hier liegt Würselen mit 4 kWh/m²a auf Platz eins (vgl. Abbildung B 19). Der Grund hierfür sind eine Autobahntrasse sowie ein Schienenweg, die auf dem Gemeindegebiet verlaufen und in großen Bereichen weder von Waldflächen noch von Gebäuden gesäumt sind. Da Würselen mit

34 km² eine eher kleine Gemeinde ist, ist das Solarpotenzial auf die Fläche normiert entsprechend hoch.

Die Gemeinde mit dem niedrigsten potenziellen Stromertrag pro m² Gemeindefläche ist Breckerfeld. Das Potenzial (< 0,1 kWh/m²a) beschränkt sich hier auf Parkplätze und wenige Freiflächen in Industrie und Gewerbegebieten.

Anders als im Falle des Dachflächenpotenzials lassen sich bei Freiflächenstandorten nur bedingt regionale Besonderheiten feststellen, da die Grundvoraussetzung für ein hohes Solarpotenzial das Vorhandensein bestimmter Basisflächen ist. Zwei benachbarte Gemeinden mit sehr ähnlichen Strukturen können z.B. ein deutlich unterschiedliches Freiflächenpotenzial haben, je nachdem ob auf einem der Gemeindegebiete eine Autobahn verläuft oder ein ehemaliger Truppenübungsplatz vorhanden ist.

Typisch ist jedoch ein hohes Randstreifen-Potenzial für die ländlichen Gemeinden des Münsterlandes, da hier der 110 Meter-Streifen häufig unbebaut und unbewaldet ist.

Die höchsten Gesamtpotenziale findet man im Bereich des Ruhrgebiets und Teilen der Rheinschiene, da hier in vielen Gemeinden ein dichtes überregionales Verkehrsnetz (Autobahnen und Schienenverkehr), viele Parkplatzflächen und viele Industrie- und Gewerbegebiete mit dem entsprechenden Freiflächenangebot angesiedelt sind.

Die niedrigsten Gesamtpotenziale besitzen die Gemeinden im Sieger-, Sauer- und Bergischen Land.

5.4.2 Kreise

Die Tabelle A 8 und die Abbildung B 18 und B 20 im Anhang zeigen die berechneten Kenngrößen für PV-Freiflächenanlagen auf Kreisebene.

Der höchste absolute Stromertrag wurde für den Kreis Steinfurt berechnet. Dies liegt allerdings in erster Linie daran, dass Steinfurt der Kreis mit der zweitgrößten Fläche ist und hier entsprechend viele Potenzialflächen zu finden sind. Auf die Fläche normiert ist Gelsenkirchen der Kreis mit dem höchsten Freiflächenpotenzial. Hier sind insbesondere auf Parkplätzen sowie in Industrie- und Gewerbegebieten hohe Potenziale vorhanden. Es sind aber auch einige Halden und Deponien sowie Bergbaufolgeflächen zu finden, die eine gute Eignung als Standort für Solarparks aufweisen.

Die regionale Verteilung ähnelt der Verteilung auf Gemeindeebene. Normiert auf die Kreisfläche liegen die höchsten Potenziale im Bereich des Ruhrgebietes und des Rheinlandes, während das Siegerland, das Sauerland und das Bergische Land ein eher geringes Freiflächenpotenzial aufweisen.

6. Zusammenfassung der PV-Potenziale

6.1 Gemeinden

Die Tabelle A 9 im Anhang weist gemeindeweise die Summe der PV-Potenziale durch Dach- und Freiflächenanlagen aus. Zusätzlich zeigt die Abbildung B 21 im Anhang die maximal möglichen Stromerträge durch Dach- und Freiflächenanlagen pro Gemeinde. Die höchsten absoluten Erträge werden in den Ballungszentren des Ruhrgebiets, der Rheinschiene sowie in Münster und Bielefeld prognostiziert. Der wichtigste Grund hierfür ist vor allem die hohen Einwohnerzahlen in den betreffenden Gemeinden mit einer entsprechend großen Anzahl an verfügbaren Dachflächen. Zudem sind in den Großstädten NRWs viele Industrie- und Brachflächen vorhanden sowie ein stark ausgebautes Autobahnnetz mit einem hohen Anteil an für PV nutzbaren Randstreifen.

Die Stadt mit dem in Summe höchsten potenziellen Stromertrag ist Köln mit einem prognostizierten Stromertrag von 2.427 GWh/a, gefolgt von Dortmund (1.489 GWh/a) und Duisburg (1.427 GWh/a). In Köln entfallen etwa 63 % des prognostizierten Ertrages auf Dachflächenanlagen und 37 % auf Freiflächenanlagen (Dortmund: 57 % / 43 %, Duisburg: 59 % / 41 %).

Niedrige absolute Erträge werden vor allem in flächenmäßig kleinen Gemeinden mit einer geringen Einwohnerzahl und wenigen potenziell geeigneten Freiflächenstandorten ausgewiesen. Negativ wirken sich zudem die gegenüber den strahlungstechnisch begünstigten Gemeinden am Niederrhein und im Münsterland geringeren jährlichen Einstrahlungswerte im Sauerland und Bergischen Land aus.

Die Gemeinde mit dem niedrigsten absoluten Solarpotenzial ist Nachrodt-Wiblingwerde (16 GWh/a), gefolgt von Heimbach (18 GWh/a) und Breckerfeld (23 GWh/a).

In der Abbildung B 22 im Anhang werden die aus Dachflächen- und Freiflächenanlagen aufsummierten Erträge auf die Einwohnerzahl der Gemeinden normiert. Die berechneten Erträge weisen eine Spannweite von 1,9 MWh/a pro Einwohner in Essen bis zu 17,5 MWh/a pro Einwohner in der Gemeinde Titz auf. Zum Vergleich: Bei einem angenommenen NRW-Stromverbrauch von 138 TWh (Bezugsjahr 2010 [MKULNV 2011]) und einer Bevölkerung von fast 18 Millionen (IT.NRW 2011) errechnet sich ein Pro-Kopf-Stromverbrauch von 7,73 MWh/a. Deutlich wird hier, dass insbesondere die Großstädte NRWs ein geringes Solarpotenzial pro Einwohner aufweisen.

Beim Vergleich der prognostizierten Leistung mit der bereits installierten Leistung Ende des Jahres 2011 (letzte Spalte in Tabelle A 9 im Anhang) wird deutlich, dass die vorhandenen Potenziale in den Gemeinden unterschiedlich stark genutzt werden. Die Gemeinden mit dem höchsten Ausbaugrad bezogen auf ihr PV-Potenzial sind demnach Möhnesee (38,1 %) und Horstmar (26,6 %). Das Schlusslicht bildet die Gemeinde Rommerskirchen, die derzeit nur etwa 0,5 % ihres PV-Potenzials nutzt.

6.2 Kreise

Die Tabelle A 10 im Anhang weist kreisweise die Summe der PV-Potenziale durch Dach- und Freiflächenanlagen aus. Zusätzlich zeigt die Abbildung B 23 im Anhang die maximal möglichen Stromerträge durch Dach- und Freiflächenanlagen auf Kreisebene. Die höchsten Erträge werden in den großen Kreisen des Münsterlandes, des Niederrheins, der Rheinschiene und Ostwestfalens ausgewiesen. Spitzenreiter ist der Kreis Steinfurt mit einem prognostizierten Stromertrag von 3.226 GWh/a gefolgt von dem Kreis Wesel (2.571 GWh/a) und dem Rhein-Erft-Kreis (2.489 GWh/a). Niedrige absolute Erträge werden in den flächenmäßig kleinen kreisfreien Gemeinden berechnet. Das Schlusslicht bildet hierbei Remscheid mit einem maximal zu erreichenden Stromertrag von 294 GWh/a.

In der Abbildung B 24 im Anhang werden die aus Dachflächen- und Freiflächenanlagen aufsummierten Erträge auf die Einwohnerzahl der Kreise normiert. Den höchsten Stromertrag pro Einwohner weist hierbei der Kreis Coesfeld mit 8,1 MWh/a auf, der niedrigste Stromertrag pro Einwohner wird für die kreisfreie Stadt Essen mit 1,9 MWh/a berechnet.

Die Kreise Borken und Paderborn nutzen das berechnete PV-Potenzial derzeit am besten aus. So sind hier bereits 11 % (Borken) bzw. 8 % (Höxter und Paderborn) der maximal installierbaren Leistung realisiert. Das Schlusslicht bilden die kreisfreien Städte Duisburg (0,6 %) und Wuppertal (0,7 %).

6.3 Land NRW

Die nachfolgende Tabelle sowie die Abbildung 6.1 weisen die aggregierten Photovoltaik-Potenziale für das gesamte Bundesland Nordrhein-Westfalen aus.

Bei einer Ausschöpfung aller geeigneten Flächen könnten demnach PV-Module mit einer Fläche von 469 km² installiert werden. Hiervon entfallen 53 % auf Dachflächen- und 47 % auf Freiflächenanlagen. Bei Zugrundelegung eines Modulwirkungsgrades von 18 % entspräche dies einer installierbaren Leistung von 84 GW_p und einem jährlich zu erwartenden Stromertrag von 72 TWh. Mit den prognostizierten Ertragswerten könnte etwa 52 % des Stromverbrauchs von NRW im Jahr 2010 [MKULNV 2011] gedeckt werden. Der Stromverbrauch des privaten Sektors im Jahr 2010 von 32 TWh ließe sich sogar komplett mit Strom aus Photovoltaikmodulen von Dachflächenanlagen decken. Bei der Gegenüberstellung von Potenzial und Bedarf muss allerdings darauf hingewiesen werden, dass der zeitliche Unterschied zwischen der PV-Stromerzeugung und dem Stromverbrauch bei der Ermittlung des PV-Potenzials nicht berücksichtigt werden konnte.

Tabelle 6.1: Photovoltaik-Potenzial für das Land NRW

Typ	Installierbare Modulfläche (km ²)	Installierbare Leistung (GW _p)	Möglicher Stromertrag (TWh)	Mögliche CO ₂ - Einsparung (Mt)
Dachflächen	259,2	46,7	38,7	21,7
Freiflächen	210,1	37,7	33,5	18,8
Summe	469,3	84,4	72,2	40,5

Bei einer Belegung aller geeigneten Flächen mit PV-Modulen könnten pro Jahr 40,5 Mt des klimaschädigenden Treibhausgases CO₂ eingespart werden. Hiervon entfallen 53 % auf Dachflächenanlagen und 47 % auf Freiflächenanlagen.

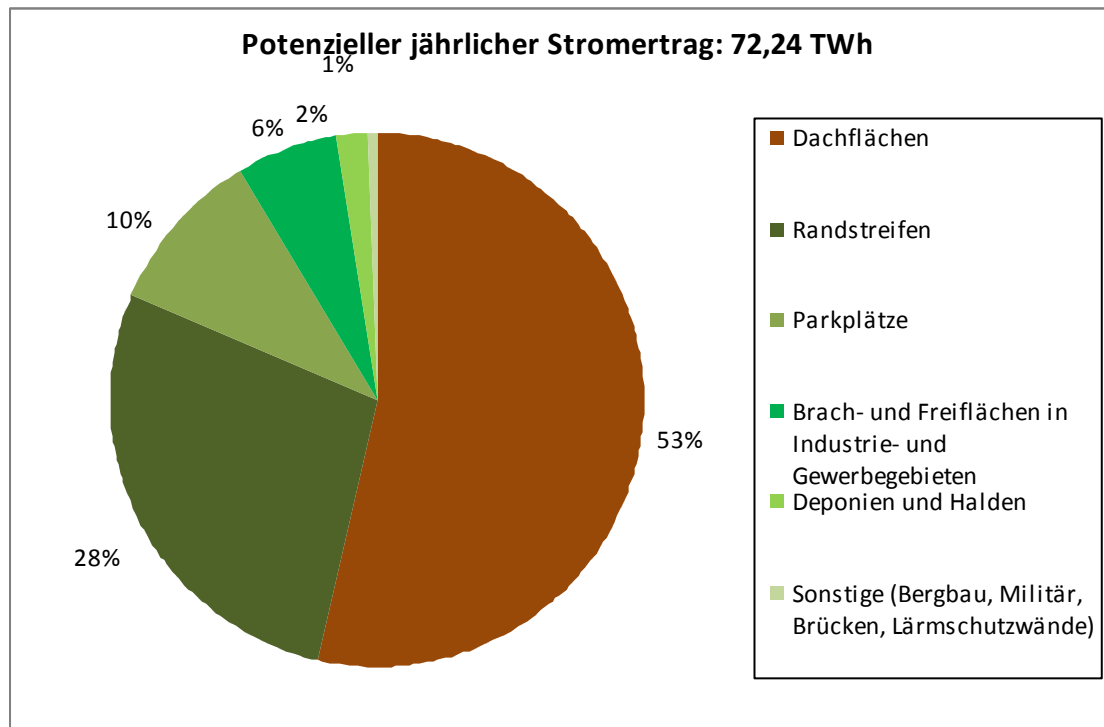


Abbildung 6.1: PV-Potenzial NRW

Das Land NRW hat sich zum Ziel gesetzt, die landesweiten CO₂-Emissionen von 362,7 Mio. t im Jahr 1990 bis zum Jahr 2020 um 25 % (90,7 Mio. t) auf 272,0 Mio. t zu reduzieren. Bis 2010 hatte NRW bereits einen Rückgang der CO₂-Emissionen von 49,1 Mio. t erreicht, 41,6 Mio. t müssen demnach noch eingespart werden. Bei der Belegung aller in Tabelle 6.1 aufgeführten PV-Potenzialflächen könnte die Photovoltaik das verbleibende CO₂-Reduktionsziel fast vollständig leisten.

Im neuen Koalitionsvertrag von 2012 hat die Landesregierung außerdem festgelegt, bis zum Jahr 2025 30 % des jährlichen Strombedarfs durch Erneuerbare Energien abzudecken. Unter der Annahme eines unveränderten Stromverbrauchs von ca. 138 TWh pro Jahr (Bezugsjahr 2010 [MKULNV 2011]) ergibt sich somit eine jährliche Strommenge von mindestens 41,4 TWh, die im Jahr 2025 durch Erneuerbare Energien in NRW bereitzustellen ist. Hierbei muss beachtet werden, dass der Stromverbrauch jährlich schwankt.

In NRW wurden Ende 2011 lediglich ca. 13,6 TWh EE-Strom erzeugt. Dies entspricht fast 10 % des angenommenen Stromverbrauchs. Die PV hatte dabei einen Anteil von 1,9 % bzw. 19 % am gesamten erneuerbaren Strom.

Unter der Annahme, dass der Stromverbrauch und der Anteil des PV-Stroms am gesamten EE-Strom zukünftig gleich bleiben, muss die PV-Stromproduktion bei Erfüllung des 30 % Ziels auf ca. 7.800 GWh ausgebaut und somit ihr Beitrag gegenüber Ende 2011 fast verdreifacht werden (vgl. Tabelle 3.2). Bezogen auf die Ende 2011 installierte PV-Leistung von ca. 2.869 MW_p (vgl. Tabelle 3.4) müssten daher bis zum Jahr 2025 PV-Anlagen mit einer Gesamtnennleistung von

etwa 4.900 MW_p zusätzlich errichtet werden. Dies entspricht einem mittleren jährlichen Zubau in den verbleibenden 14 Jahren bis 2025 von ca. 350 MW_p Nennleistung bzw. 1,9 km² Modulfläche. Dieser Berechnung liegt die Annahme zu Grunde, dass die Beiträge der übrigen erneuerbaren Energieträger in dem gleichen Maße wie die PV wachsen. Da dies aber bspw. für Gruben- und Deponiegas oder Wasserkraft in NRW nicht erwartet wird, könnte z.B. die PV diese fehlenden Anteile ausgleichen. Dies erscheint durchaus realistisch, da im PV-Boomjahr 2010 die Zubaurate bei über 900 MW_p bzw. 5 km² lag und in 2011 bei fast 800 MW_p (vgl. Kapitel 3.1).

Ein neuer Aufschwung der PV-Branche ist eng an die Entwicklung und den Umbau der Stromverteilnetze und die Verfügbarkeit effektiverer und wirtschaftlicher Speichertechnologien geknüpft. Es ist davon auszugehen, dass in einigen Jahren auch aus der zunehmenden Elektromobilität positive Marktimpulse resultieren.

7 Abschätzung der nutzbaren Dachflächen für Solarthermie

Die Bestimmung der für Solarthermie geeigneten Dachflächen erfolgte zunächst entsprechend der Vorgehensweise bei der Abschätzung der nutzbaren Dachflächen für Photovoltaik. Die Dokumentation des Berechnungsverfahrens kann daher den Kapiteln 4.1.1 bis 4.1.5 entnommen werden. Änderungen gegenüber der PV-Vorgehensweise ergaben sich vor allem bei der Interpretation der innerhalb der Modellgebiete vorliegenden detaillierten Strahlungsberechnung sowie beim anschließenden Hochrechnen der Ergebnisse der Modellgebiete auf die einzelnen Gemeinden NRWs.

Da solarthermische Anlagen aus wirtschaftlichen Überlegungen überwiegend zur Warmwasserbereitung eingesetzt werden, beziehen sich die weiteren Betrachtungen auf den möglichen Beitrag der Solarthermie zur Deckung des Energieverbrauchs zur Warmwassererzeugung in Privathaushalten. Das solarthermische Potenzial zur Heizungsunterstützung wurde nicht untersucht.

7.1 Bestimmung des theoretischen Dachflächenpotenzials

Die Bestimmung der ST-Eignungsflächen erfolgte analog zu der in Kapitel 4.1.6 dokumentierten Methodik zur Bestimmung des theoretischen Dachflächenpotenzials für PV, mit folgenden Ausnahmen:

- Da solarthermische Anlagen weniger sensibel auf Verschattungen reagieren, wurden Rechenzellen, bei denen die Minderung der direkten Strahlung mehr als 10 % beträgt, aus dem weiteren Auswertungsprozess nicht ausgeschlossen.
- Auf Flachdächern mit weniger als 10° Neigung wurde angenommen, dass die ST-Module mit einem Winkel von 35° (PV-Aufständigungswinkel: 20°) aufgeständert werden. Die Aufständigung erfordert zur Vermeidung von Verschattungen bestimmte Reihenabstände, so dass die installierbare Modulfläche deutlich geringer ist als die Dachfläche. Dies wurde mit dem Faktor 0,342 berücksichtigt. Bei der Berechnung dieses Flächenkorrekturfaktors galt die Vorgabe, dass sich die aufgeständerten Module am 21.12. zur Mittagszeit nicht gegenseitig verschatten.
- Als Mindestgröße für eine ST-Anlage wurde 5 m² festgelegt. Flächen, die dieses Kriterium unterschritten, wurden verworfen.

Aus der für jede Eignungsfläche vorliegenden maximal installierbaren Modulfläche A_{ST} wurde der jährliche maximale Wärmertrag W_J berechnet. Hierbei wurde in Abstimmung mit der EnergieAgentur.NRW ein Ertragswert von 500 kWh/m² zu Grunde gelegt. Der maximal mögliche Wärmeertrag berechnet sich demnach wie folgt:

$$\text{Jährlicher Wärmeertrag [kWh/a]} \quad W_J = A_{ST} \cdot 500 .$$

7.2 Bestimmung des technischen Dachflächenpotenzials

Die Bestimmung des technischen solarthermischen Potenzials erfolgte zunächst analog zu der in Kapitel 4.1.7 dokumentierten Vorgehensweise.

Für die geometrische Korrektur der berechneten Eignungsflächen wurde abweichend von einer Standardmodulgröße von 1.100 x 2.100 mm ausgegangen. Zudem wurde nur ein Korrekturfaktor für Wohngebiete bestimmt, da lediglich Wohngebäude für die Installation einer solarthermischen Anlage zur Warmwasserbereitung in Frage kommen. Der Flächenkorrekturfaktor zur Bestimmung der technischen Potenzialfläche beträgt daher bei Solarthermie 0,569.

Anders als bei der Photovoltaik werden solarthermische Anlagen jedoch nicht so groß wie möglich dimensioniert. Während Strom aus PV-Anlagen in das öffentliche Stromnetz eingespeist werden kann, wird die aus solarthermischen Anlagen produzierte Wärmeenergie in der Regel im Gebäude, auf dem die Anlage montiert ist, selbst genutzt. Daher richtet sich die Größe der Anlage vielmehr nach dem WW-Wärmebedarf des Gebäudes. Der WW-Wärmebedarf wiederum resultiert aus der Gebäudenutzung sowie der Anzahl der Bewohner bzw. der Nutzer des Gebäudes.

Aus wirtschaftlichen Gründen werden Solarthermieanlagen zur WW-Bereitung nicht auf eine 100-prozentige WW-Wärmebedarfsdeckung ausgerichtet. Anlagen werden in der Regel so dimensioniert, dass 60 % des WW-Wärmebedarfs gedeckt werden können. Dies entspricht einer Kollektorfläche von 1 m² bis 1,5 m² pro Person. Im Folgenden wurde davon ausgegangen, dass zur Deckung von 60 % des Warmwasserbedarfs einer Person ca. 1,2 m²-Kollektorfläche benötigt wird.

Zur Ermittlung eines realistischen, am Bedarf orientierten Wärmeertragspotenzials pro Gemeinde mussten daher zunächst die als Maximalgröße vorliegenden theoretischen Solarthermie-Eignungsflächen in den Modellgebieten in Bezug gesetzt werden zur Einwohnerzahl des dazugehörigen Gebäudes. Angaben zur Einwohnerzahl von Wohngebäuden lagen jedoch nicht flächendeckend vor. Daher wurde die Anzahl der Einwohner pro Gebäude aus der Einwohnerzahl der Gemeinde und den zur Verfügung stehenden Wohnflächen innerhalb der Gemeinde abgeschätzt.

Als Grundlage zur Berechnung der zur Verfügung stehenden Wohnfläche dienten die für ganz NRW vorliegenden ALK-Grundrissdaten. In den Grundrissdaten ist für jedes Gebäude die Art der Nutzung als Sachattribut hinterlegt. Mithilfe dieser Information konnten alle als Wohngebäude genutzten Gebäude selektiert werden. Alle Gebäudegrundrisse, die nicht der Nutzung „Wohnen“ zugeordnet werden konnten, wurden für den Prozess des Hochrechnens verworfen, da hier kein entsprechender Warmwasserbedarf zu vermuten ist.

In den Daten ist zudem zum Teil die Anzahl der Etagen pro Gebäude als Attribut hinterlegt. Für die Gebäudegrundrisse, die diese Information nicht enthalten, wurde aus der Information der Gebäudehöhe die Anzahl der Etagen abgeleitet. Hierbei wurde angenommen, dass eine durchschnittliche Etage 3 m hoch ist.

Die Wohnfläche jedes Gebäudes berechnet sich dann folgendermaßen:

Wohnfläche = Grundrissfläche x Anzahl Etagen bzw.

Wohnfläche = Grundrissfläche x Gebäudehöhe / 3

Anschließend wurde die Einwohnerzahl der Gemeinde proportional auf die zur Verfügung stehende Wohnfläche der Gemeinde aufgeteilt. Als Ergebnis wurden jedem zum Wohnen genutzten Gebäude innerhalb einer Gemeinde die erwartete Anzahl an Bewohnern und der entsprechende WW-Wärmebedarf zugewiesen.

Anschließend konnte für jedes Gebäude innerhalb der Modellgebiete der Warmwasser-Wärmebedarf dem theoretischen Wärmeertrag durch eine maximal dimensionierte Solarthermieanlage gegenübergestellt werden. Für den Fall einer Unterdeckung wurde der mit Hilfe der strahlungskorrigierten (vgl. Kapitel 4.1.8) solarthermischen Eignungsflächen berechnete maximale Warmwasser-Wärmeertrag aufsummiert, im Fall einer Überdeckung wurde der modellierte Warmwasser-Wärmebedarf aufsummiert.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass lediglich 50 % der Haushalte in NRW eine zentrale Warmwasserbereitung besitzen. Daher wurden die berechneten WW-Wärmeerträge abschließend mit dem Faktor 0,5 multipliziert.

Als Maßstab zur Abschätzung des Potenzials der Solarthermie in NRW wird der landesweite Energieverbrauch der Privathaushalte für Raumwärme und Warmwasser (WW) herangezogen. Dieser betrug im Jahr 2010 insgesamt 128,8 TWh (463,4 PJ). Hiervon entfielen nach [MKULNV 2011] 111,2 TWh (400,2 PJ) bzw. ca. 86 % auf die Raumheizung und lediglich 17,6 TWh (63,2 PJ) bzw. 14 % auf die WW-Bereitung.

Hieraus resultiert für NRW pro Person ein mittlerer WW-Wärmebedarf von ca. 980 kWh/a. Ausgehend von diesem mittleren WW-Wärmebedarf kann für jede Gemeinde NRWs mit Hilfe der Einwohnerzahl der WW-Wärmebedarf ermittelt werden. Diesem WW-Wärmebedarf kann nun der berechnete technische WW-Wärmeertrag gegenüber gestellt werden und die Deckungsrate gemeindeweise bestimmt werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt das so berechnete solarthermische Potenzial der Gemeinden Bestwig und Titz.

Tabelle 7.1: Berechnetes theoretisches und technisches Wärmepotenzial am Beispiel der Gemeinden Bestwig und Titz

Gemeinde	WW-Wärmebedarf (GWh/a)	WW-Wärmeertrag theoretisch (GWh/a)	WW-Wärmeertrag technisch ¹⁾ (GWh/a)	WW-Wärmeertrag technisch ²⁾ (GWh/a)	Deckungsrate technisch ²⁾ (%)
Bestwig	11,1	139,9	5,12	2,56	23,1
Titz	8,1	51,1	4,81	2,40	30,0

¹⁾Unter der Annahme, dass 100 % der Wohngebäude für eine zentrale WW-Bereitung geeignet sind

²⁾Unter der Annahme, dass 50 % der Wohngebäude für eine zentrale WW-Bereitung geeignet sind

Es wird deutlich, dass durch die Berücksichtigung des Faktors „Wärmebedarf“ deutliche Unterschiede zwischen dem theoretischen und dem technisch machbaren solarthermischen Potenzial ausgewiesen werden. Die Unterdeckung des Wärmebedarfs trotz eines über dem Bedarf liegenden theoretischen Wärmepotenzials resultiert aus den folgenden Gründen:

- Nur 50 % aller Haushalte NRWs sind mit einer zentralen WW-Bereitung ausgestattet
- Aus wirtschaftlichen Gründen werden ST-Anlagen zur WW-Bereitung so dimensioniert, dass 60 % des WW-Wärmebedarfs gedeckt werden können
- Für Gebäude ohne geeignete Dachflächen bzw. mit zu wenig geeigneten Dachflächen kann der Wärmebedarf des Gebäudes nicht gedeckt werden bzw. nicht vollständig gedeckt werden. Dieser Effekt verstärkt sich innerhalb NRWs mit abnehmender jährlicher Einstrahlung. So werden Dachflächen in Bestwig mit einer Ost- bzw. Westausrichtung anders als in Titz als nicht mehr geeignet eingestuft. Für Wohngebäude, die nur Ost- bzw. Westdächer besitzen, werden daher keine Eignungsflächen ausgewiesen. Dementsprechend erzielen diese Gebäude keine Wärmeerträge.

Innerhalb der Modellgebiete wurde zudem überprüft, ob die durchschnittliche Einwohnerzahl pro Gebäude einen Einfluss auf die Deckungsrate des Warmwasser-Wärmeenergiebedarfs hat. Hierzu wurden insbesondere die Deckungsraten der ländlichen Modellgebiete mit durchschnittlichen Einwohnerzahlen von 3-4 Personen pro Gebäude mit den Deckungsraten der Stadtzentren / City – Modellgebiete mit durchschnittlichen Einwohnerzahlen von 8-12 Personen pro Gebäude verglichen. Die Überprüfung ergab, dass die Einwohnerzahl pro Gebäude keinen signifikanten Einfluss auf die Deckungsrate hat, da aufgrund des geringen Flächenbedarfs der Solarkollektoren auch Gebäude mit hoher Einwohnerzahl ausreichend versorgt werden können. Bei der Hochrechnung auf Gemeindeebene wurde die durchschnittliche Einwohnerzahl pro Gebäude daher nicht berücksichtigt.

7.3 Ergebnisse

Die Tabellen A 11 und A 12 sowie die Abbildungen B 25 und B 26 im Anhang weisen die berechneten Potenziale zur Warmwasserbereitung gemeinde- und kreisfein aus. Bei der Berechnung des solarthermischen Potenzials wurde davon ausgegangen, dass pro Person 60 % des Warmwasser-Wärmeenergiebedarfs durch Solarkollektoren gedeckt werden sollen und dass lediglich 50 % aller Haushalte mit einer zentralen WW-Bereitung ausgerüstet sind. Das solarthermische Potenzial zur Heizungsunterstützung wurde nicht betrachtet.

Analog zur Vorgehensweise bei der Photovoltaik wurde auch für Solarthermie die mögliche jährliche CO₂-Einsparung berechnet. Hierfür wird ein NRW-spezifischer CO₂-Emissionsfaktor entsprechend der regionstypischen Zusammensetzung der einzelnen Energieträger benötigt. Dieser Emissionsfaktor wurde auf der Grundlage der in [MKULNV 2011] angegebenen Energieträgerbilanz für die Warmwassererzeugung in Privathaushalten sowie den offiziell von UBA und EU verwendeten Emissionsfaktoren ermittelt (vgl. Tab. 7.2). Für den Energieträger Strom wurde analog zur Vorgehensweise bei der Potenzialberechnung Photovoltaik ein CO₂-Emissionsfaktor von 560 g/kWh angesetzt. Für den Energieträger „Sonstige“, unter den vor

allen die Erneuerbaren Energien fallen, wurde in Ermangelung von belastbaren Zahlen ein Emissionsfaktor von 0 g/kWh zu Grunde gelegt.

Durch die gewichtete Mittelung der Emissionsfaktoren entsprechend des Anteils der jeweiligen Energieträger am gesamten Energieverbrauch zur Warmwassererzeugung in Privathaushalten kann nun der NRW-spezifische CO₂-Emissionsfaktor F_{CO_2} bestimmt werden. Er beträgt 274 g/kWh. Die jährliche CO₂-Einsparung durch die Warmwassererzeugung mit Solarthermie berechnet sich demnach entsprechend der nachfolgend aufgeführten Formel:

CO₂-Einsparung [kg/a]: $CO_{2J} = F_{CO_2} \cdot W_J$.

Tabelle 7.2: Eingangsgrößen zur Bestimmung des CO₂-Emissionsfaktors für die Warmwasseraufbereitung in Privathaushalten [MKULNV 2011, UBA 2011]

Energieträger	Energieverbrauch Warmwasser Privathaushalte (PJ)	Energieverbrauch Anteil an der Summe (%)	CO ₂ - Emissionsfaktor (g/kWh)
Heizöl	13	20,6	267
Gas	32,8	51,9	202
Strom	11,8	18,7	560
Fernwärme	2,9	4,6	213
Sonstige (inkl. Erneuerbare Energien)	2,7	4,3	0
Summe	63,2	100	-

7.3.1 Gemeinden

Die Tabelle A 11 sowie die Abbildung B 25 im Anhang weisen die berechneten Potenziale zur Warmwasserbereitung auf Gemeindeebene aus. Das absolute technische Solarthermie-Potenzial der Gemeinden korreliert mit der Anzahl der Einwohner sowie den jährlichen Einstrahlungswerten (vgl. Abbildung 4.9). Den höchsten Wärmeertrag zur Trinkwarmwasserbereitung könnte demnach die Stadt Köln mit 288,9 GWh erzielen. Hierzu wäre die Installation von Solarkollektoren mit einer Fläche von ca. 0,57 km² nötig. Mit dem berechneten Ertragswert könnte der jährliche WW-Wärmebedarf der privaten Haushalte von 987 GWh zu 29,3 % gedeckt werden.

Die höchsten relativen Deckungsraten beim Warmwasserbedarf werden aufgrund der im Landesvergleich überdurchschnittlich hohen Einstrahlungswerte für die Gemeinden des Niederrheins ausgewiesen. Hier wären bei Vollbelegung aller benötigten und geeigneten Dachflächen Deckungsraten von bis zu 29,7 % zu realisieren.

Infolge der im Landesvergleich unterdurchschnittlichen jährlichen Einstrahlung werden die niedrigsten Deckungsraten in den Gemeinden des Sauerlandes und des Bergischen Landes

erreicht. Das Schlusslicht bildet hierbei die Gemeinde Bestwig mit einer WW-Deckungsrate von 23,2 %.

7.3.2 Kreise

Die Tabelle A 12 sowie die Abbildung B 26 im Anhang weisen die berechneten Potenziale zur Warmwasserbereitung auf der Ebene der Kreise aus. Den höchsten jährlichen WW-Wärmeertrag auf Kreisebene könnte die kreisfreie Stadt Köln mit 289 GWh gefolgt vom Rhein-Sieg-Kreis mit 170 GWh erreichen. Die Deckungsrate beträgt in Köln 29,3 %, im Rhein-Sieg-Kreis 29,0 %. Die höchste Deckungsrate aller Kreise wird aufgrund positiver Einstrahlungswerte für den Kreis Heinsberg mit 29,7 % ausgewiesen. Aufgrund der im Landesvergleich niedrigen Einstrahlung können im Hochsauerlandkreis lediglich 24,3 % des Energiebedarfs zur Warmwasserbereitung mit Solarkollektoren erzeugt werden.

7.3.3 Land NRW

Die nachfolgende Tabelle zeigt das berechnete solarthermische Potenzial zur WW-Wärmegewinnung auf Wohnhäusern für das Land NRW.

Tabelle 7.3: Solarthermisches Dachflächenpotenzial auf Wohngebäuden für das Land NRW

	WW- Wärmebedarf (TWh/a)	Möglicher WW- Wärmeertrag (TWh/a)	Deckungsgrad (%)	CO₂- Einsparung (kt)
Technisches Potenzial	17,6	4,9	27,8	1.344

Unter der Voraussetzung, dass alle geeigneten und benötigten Dachflächen der Haushalte mit zentraler Warmwasserbereitung mit Solarkollektoren zur Warmwasserbereitung belegt werden würden, könnte ein jährlicher WW-Wärmertrag von 4,9 TWh realisiert werden.

Nach [MKULNV 2011] betrug der Energieverbrauch zur Warmwassergewinnung aller privaten Haushalte NRWs im Jahr 2010 etwa 17,6 TWh. Der gesamte Wärmebedarf der Privathaushalte betrug demnach 128,8 TWh. Also könnten 27,8 % der für die Warmwasseraufbereitung im privaten Sektor benötigten Energie mit Hilfe von solarthermischen Aufdachanlagen produziert werden. Hierzu wäre die Installation von Solarkollektoren mit einer Fläche von 9,8 km² erforderlich. Bezogen auf den gesamten Wärmebedarf der Privathaushalte von 128,8 TWh würde das errechnete Potenzial etwa 4 % entsprechen.

Bedeutendere Beiträge der Solarthermie könnten erschlossen werden, wenn bei der Errichtung neuer Gebäude und der Sanierung von Bestandsgebäuden vermehrt die Solarthermie in die Raumheizung –und -kühlung (Solar-Wärmepumpe, Absorptions- und Adsorptionstechnik, u.a.) integriert würde. Aufgrund des starken Wettbewerbsdrucks durch andere Techniken z.B. Mikro-BHKW erscheint eine deutliche Zunahme von solar unterstützten Heizungs- und Kälte-Anlagen aber eher fraglich.

8 Literatur und Datenquellen

- [BDH 2004] Bundesindustrieverband Deutschland Haus- Energie- und Umwelt-technik e.V. (Hg.): Informationsblatt 17 - Solarthermische Anlagen, Teil 1. Anlagenkonfigurationen und Informationen zur Kundenberatung.
- [BEZREG 2012] Bezirksregierung Arnsberg: Rekultivierung im Braunkohlebergbau.
http://www.bezreg-arnsberg.nrw.de/themen/r/rekultivierung_braunkohle/index.php
[27.04.2012]
- [BEZREG D 2011] Bezirksregierung Düsseldorf: Konversionsstandorte in der Planungsregion Düsseldorf. Sachstandbericht.
http://www.brd.nrw.de/regionalrat/sitzungen/2011/44PA_TOP10.pdf
[27.04.2012]
- [BMU 2011a] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit (Hg.): Erneuerbare Energien in Zahlen. Internet Update ausgewählter Daten.
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_deutschland_graf_tab.pdf [28.02.2012]
- [BMU 2011b] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.): Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2010. Grafiken und Tabellen.
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_deutschland_graf_tab.pdf [23.02.2012]
- [BMU 2011c] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit (Hg.): Innovation durch Forschung. Jahresbericht 2010 zur Forschungsförderung im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland.
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_innovation_forschung_2010_bf.pdf [27.02.2012]
- [BMU 2012] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit (Hg.): Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2011. Grafiken und Tabellen.
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ee_in_deutschland_graf_tab.pdf [01.08.2012]
- [BMU / BMWi 2012a] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit, Bundesministerium für Wirtschaft u. Technologie: Ergebnisrapport EU-Effizienzrichtlinie und Erneuerbare-Energien-Gesetz.
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/ergebnisrapport_eu-effizienzrichtlinie.pdf [28.02.2012]

- [BMU / BMWi 2012b] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz u. Reaktorsicherheit, Bundesministerium für Wirtschaft u. Technologie (Hg.): Energiewende auf gutem Weg. Zwischenbilanz und Ausblick.
http://www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/broschuere_energie_wende.pdf [27.02.2012]
- [BOHL 2011] Bohl, Johannes: Freiflächenakquise und Planung von PV-Freiflächenanlagen. Paper zum Vortrag am 13.01.2011
- [BSW 2012] Bundesverband Solarwirtschaft (BSW-Solar); Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hg.) (o.J.): Solaratlas – Der Vertriebskompass für die Solarbranche (inkl. Unterseiten)
<http://www.solaratlas.de/index.php?id=startseite> [23.02.2012]
- [CS EEG 2010] Clearingstelle-EEG: Empfehlung zum Verfahren 2010/2 – Solarstromauf Konversionsflächen aus wirtschaftlicher oder militärischer Nutzung im Sinne des § 32 Abs. 3 Nr 2 EEG 2009. 2010.
- [EEG 2011] Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG). Konsolidierte (unverbindliche) Fassung des Gesetzestextes in der ab dem 1. Januar 2012 geltenden Fassung. (Grundlage: Entwurf der Bundesregierung vom 06. Juni 2011 und Beschluss des Deutschen Bundestages vom 30. Juni 2011).
- [EEWÄRMEG 2011] Gesetz zur Förderung erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Wärme-Gesetz – EEWärmeG). Gesetz vom 7. August 2008 (BGBl. I, S. 1568), letzte Änderungen vom 11. Dezember 2011 (BGBl. I, S. 3044).
- [ENERGYMAP 2012] <http://www.energymap.info/energieregionen/DE/105.html> [29.02.2012]
- [LANUV 2012] Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 2010.
http://www.lanuv.nrw.de/klima/pdf/Treibhausgas_Emissionsinventar.pdf.
- [MN 2012] Meteonorm (Software). <http://meteonorm.com/products/meteonorm-software/> [23.05.2012]
- [MKULNV 2011] Energiedaten NRW 2011. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.
http://www.umwelt.nrw.de/klima/pdf/broschuere_energiedaten_nrw_2011.pdf
- [NABU 2012] Kriterien für naturverträgliche Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Basierend auf einer Vereinbarung zwischen der Unternehmensvereinigung Solarwirtschaft e.V. (heute: BSW-Solar) und Naturschutzbund Deutschland – NABU. Berlin 2012.

- [PEREZ 1990] Perez R., et al.: Modelling daylight availability and irradiance components from direct and global irradiance. In: Solar Energy, 44, S. 271 – 289. 1990.
- [UBA 2011] Entwicklung der spezifischen Kohlendioxid-Emissionen des deutschen Strommix. UBA Fachgebiet I 2.5, Stand März 2011.
- [WUSCHANSKY 2008] Wuschansky, Bernd: Kasernen, Truppenübungsplätze, Munitionsdepots, Raketenstellungen – was ist daraus geworden? Dortmund, 2008.
- [WUSCHANSKY 2009] Wuschansky, Bernd: Neue Nutzungen auf militärischen Konversionsflächen – Ein Blick auf erfolgreich abgeschlossene Projekte in NRW. In: Raumplanung 144/145, Informationskreis für Raumplanung (ifR) Hrsg., 2009.
- [ZAPFE 2001] Zapfe, Cedrik: Solarcarportsysteme als neue Projektkategorie für Großanlagen. Kirchdorf / Haag i. Ob, 2011.

TABELLEN

ANHANG A

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A1: Bestandsaufnahme der PV-Anlagen auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km ²	EW-Dichte EW / km ²	Anlagen- zahl	Gesamt- leistung kW _p	Mittlere Leistung kW _p	Spez. Leistung kW _p pro EW	Deckungs- rate PSV %
Aachen	258.664	160,91	1.607	885	12.764	14,4	0,05	2,5
Ahaus	38.952	151,22	258	1.347	34.029	25,3	0,87	45,0
Ahlen	53.414	123,01	434	677	13.426	19,8	0,25	12,9
Aldenhoven	13.922	44,09	316	137	2.061	15,0	0,15	7,6
Alfter	22.820	34,77	656	167	1.435	8,6	0,06	3,2
Alpen	12.772	59,61	214	309	6.262	20,3	0,49	25,2
Alsdorf	45.522	31,68	1.437	215	2.477	11,5	0,05	2,8
Altena	18.277	44,39	412	77	699	9,1	0,04	2,0
Altenbeken	9.269	76,16	122	318	5.901	18,6	0,64	32,8
Altenberge	10.248	62,96	163	273	7.993	29,3	0,78	40,1
Anröchte	10.456	73,72	142	415	8.446	20,4	0,81	41,6
Arnsberg	74.227	193,56	383	747	13.233	17,7	0,18	9,2
Ascheberg	14.956	106,26	141	441	10.214	23,2	0,68	35,1
Attendorf	24.693	97,90	252	139	1.735	12,5	0,07	3,6
Augustdorf	9.583	42,21	227	91	1.839	20,2	0,19	9,9
Bad Berleburg	19.814	275,32	72	282	3.328	11,8	0,17	8,6
Bad Driburg	18.959	115,22	165	457	11.208	24,5	0,59	30,4
Bad Honnef	25.213	48,17	523	123	1.234	10,0	0,05	2,5
Bad Laasphe	14.344	135,84	106	130	1.454	11,2	0,10	5,2
Bad Lippspringe	15.200	50,95	298	220	4.369	19,9	0,29	14,8
Bad Münstereifel	18.449	150,80	122	365	3.744	10,3	0,20	10,4
Bad Oeynhausen	48.300	64,77	746	374	5.966	16,0	0,12	6,4
Bad Salzuflen	53.893	99,97	539	390	5.112	13,1	0,09	4,9
Bad Sassendorf	11.700	63,41	185	320	5.402	16,9	0,46	23,8
Bad Wünnenberg	12.256	161,17	76	677	13.930	20,6	1,14	58,5
Baesweiler	27.898	27,77	1.005	203	3.518	17,3	0,13	6,5
Balve	11.955	74,77	160	201	3.183	15,8	0,27	13,7
Barntrup	8.910	59,41	150	157	2.908	18,5	0,33	16,8
Beckum	36.736	111,35	330	409	7.129	17,4	0,19	10,0
Bedburg	24.647	80,30	307	203	2.958	14,6	0,12	6,2
Bedburg-Hau	13.212	61,33	215	309	6.141	19,9	0,46	23,9
Beelen	6.287	31,34	201	252	6.253	24,8	0,99	51,2
Bergheim	62.129	96,37	645	377	4.949	13,1	0,08	4,1
Bergisch Gladbach	105.723	83,06	1.273	581	4.822	8,3	0,05	2,3
Bergkamen	50.587	44,85	1.128	393	5.364	13,6	0,11	5,5
Bergneustadt	19.584	37,88	517	147	1.605	10,9	0,08	4,2
Bestwig	11.285	69,44	163	97	1.943	20,0	0,17	8,9
Beverungen	14.147	98,03	144	460	9.294	20,2	0,66	33,8
Bielefeld	323.270	258,61	1.250	1.941	22.189	11,4	0,07	3,5
Billerbeck	11.522	91,30	126	487	12.410	25,5	1,08	55,4
Blankenheim	8.294	148,60	56	252	4.788	19,0	0,58	29,7
Blomberg	16.171	99,02	163	247	6.512	26,4	0,40	20,7
Bocholt	73.170	119,40	613	1.646	43.327	26,3	0,59	30,5
Bochum	374.737	145,62	2.573	1.021	12.739	12,5	0,03	1,7
Bönen	18.533	38,03	487	201	3.274	16,3	0,18	9,1
Bonn	324.899	141,01	2.304	987	8.933	9,1	0,03	1,4
Borchen	13.488	77,24	175	627	10.303	16,4	0,76	39,3
Borgentreich	9.092	138,82	65	982	17.679	18,0	1,94	100,1
Borgholzhausen	8.620	55,93	154	171	2.845	16,6	0,33	17,0
Borken	41.245	153,00	270	1.295	33.846	26,1	0,82	42,2
Bornheim	48.531	82,66	587	415	6.314	15,2	0,13	6,7
Bottrop	116.771	100,61	1.161	770	17.477	22,7	0,15	7,7
Brakel	16.886	173,77	97	658	12.646	19,2	0,75	38,5
Breckerfeld	9.265	59,06	157	57	650	11,4	0,07	3,6
Brilon	26.335	228,96	115	728	12.640	17,4	0,48	24,7
Brüggen	15.871	61,20	259	217	6.151	28,3	0,39	19,9
Brühl	44.260	36,11	1.226	169	1.887	11,2	0,04	2,2

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 1: **Bestandsaufnahme der PV-Anlagen auf Gemeindeebene im Jahr 2011**

Gemeindename	EW	Fläche km²	EW-Dichte EW / km²	Anlagen- zahl	Gesamt- leistung kW _p	Mittlere Leistung kW _p	Spez. Leistung kW _p pro EW	Deckungs- rate PSV %
Bünde	44.786	59,26	756	457	5.396	11,8	0,12	6,2
Burbach	14.443	79,66	181	153	1.642	10,7	0,11	5,8
Büren	21.500	170,85	126	782	15.739	20,1	0,73	37,7
Burscheid	18.603	27,30	681	90	1.115	12,4	0,06	3,1
Castrop-Rauxel	75.408	51,70	1.459	416	7.585	18,2	0,10	5,2
Coesfeld	36.345	141,29	257	648	13.798	21,3	0,38	19,5
Dahlem	4.116	95,18	43	120	5.038	42,0	1,22	63,0
Datteln	35.513	66,07	538	193	3.273	17,0	0,09	4,7
Delbrück	30.047	157,15	191	1.087	20.016	18,4	0,67	34,3
Detmold	72.758	129,31	563	629	9.096	14,5	0,13	6,4
Dinslaken	69.472	47,66	1.458	385	4.106	10,7	0,06	3,0
Dörentrup	8.219	49,76	165	126	7.529	59,8	0,92	47,1
Dormagen	62.961	85,45	737	360	6.009	16,7	0,10	4,9
Dorsten	76.775	171,18	449	961	19.848	20,7	0,26	13,3
Dortmund	580.444	280,51	2.069	2.311	22.451	9,7	0,04	2,0
Drensteinfurt	15.395	106,54	145	391	7.843	20,1	0,51	26,2
Drolshagen	12.041	67,07	180	160	2.052	12,8	0,17	8,8
Duisburg	489.559	232,75	2.103	772	10.631	13,8	0,02	1,1
Dülmen	46.762	184,73	253	863	16.160	18,7	0,35	17,8
Düren	92.820	85,01	1.092	353	4.709	13,3	0,05	2,6
Düsseldorf	588.735	217,41	2.708	904	16.860	18,7	0,03	1,5
Eitorf	19.386	69,83	278	166	1.489	9,0	0,08	4,0
Elsdorf	21.193	66,20	320	180	2.919	16,2	0,14	7,1
Emmerich am Rhein	29.571	80,48	367	327	9.174	28,1	0,31	16,0
Emsdetten	35.523	71,99	493	559	13.216	23,6	0,37	19,1
Engelskirchen	19.988	62,93	318	195	2.143	11,0	0,11	5,5
Enger	20.010	41,21	486	249	2.817	11,3	0,14	7,2
Ennepetal	30.486	57,71	528	122	988	8,1	0,03	1,7
Ennigerloh	19.701	125,82	157	613	11.799	19,2	0,60	30,8
Ense	12.656	51,08	248	509	7.887	15,5	0,62	32,1
Erfstadt	50.553	119,90	422	680	8.176	12,0	0,16	8,3
Erkelenz	44.457	117,35	379	626	11.496	18,4	0,26	13,3
Erkrath	45.963	26,88	1.710	195	2.555	13,1	0,06	2,9
Erndtebrück	7.205	70,94	102	93	1.289	13,9	0,18	9,2
Erwitte	15.710	89,34	176	472	7.679	16,3	0,49	25,2
Eschweiler	55.505	75,92	731	253	5.289	20,9	0,10	4,9
Eslohe (Sauerland)	9.149	113,30	81	322	5.228	16,2	0,57	29,4
Espelkamp	25.236	84,14	300	350	6.061	17,3	0,24	12,4
Essen	574.635	210,27	2.733	1.124	13.169	11,7	0,02	1,2
Euskirchen	55.620	139,45	399	831	12.129	14,6	0,22	11,2
Everswinkel	9.447	69,09	137	281	5.289	18,8	0,56	28,8
Extertal	12.081	92,43	131	228	2.964	13,0	0,25	12,6
Finnentrop	17.551	104,40	168	180	2.551	14,2	0,15	7,5
Frechen	49.939	45,10	1.107	196	4.990	25,5	0,10	5,1
Freudenberg	18.392	54,56	337	128	2.057	16,1	0,11	5,8
Fröndenberg/Ruhr	21.915	56,18	390	368	5.985	16,3	0,27	14,1
Gangelt	11.634	48,73	239	415	7.464	18,0	0,64	33,0
Geilenkirchen	28.253	83,23	339	604	11.294	18,7	0,40	20,6
Geldern	33.575	96,98	346	638	18.808	29,5	0,56	28,8
Gelsenkirchen	257.981	104,93	2.459	569	9.128	16,0	0,04	1,8
Gescher	17.185	80,88	212	578	12.275	21,2	0,71	36,8
Geseke	20.755	97,79	212	507	8.389	16,5	0,40	20,8
Gevelsberg	31.518	26,33	1.197	131	1.221	9,3	0,04	2,0
Gladbeck	75.253	35,92	2.095	265	4.252	16,0	0,06	2,9
Goch	34.106	115,46	295	583	14.768	25,3	0,43	22,3
Grefrath	15.564	30,98	502	292	6.396	21,9	0,41	21,1
Greven	36.044	140,16	257	679	13.785	20,3	0,38	19,7
Grevenbroich	63.891	102,49	623	336	6.941	20,7	0,11	5,6

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 1: Bestandsaufnahme der PV-Anlagen auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km ²	EW-Dichte EW / km ²	Anlagen- zahl	Gesamt- leistung kW _p	Mittlere Leistung kW _p	Spez. Leistung kW _p pro EW	Deckungs- rate PSV %
Gronau (Westf.)	46.553	78,80	591	949	16.124	17,0	0,35	17,8
Gummersbach	51.309	95,46	537	277	3.041	11,0	0,06	3,0
Gütersloh	96.404	111,95	861	1.118	15.625	14,0	0,16	8,3
Haan	29.149	24,20	1.204	110	1.319	12,0	0,05	2,3
Hagen	188.529	160,40	1.175	539	8.318	15,4	0,04	2,3
Halle (Westf.)	21.081	69,64	303	412	6.030	14,6	0,29	14,7
Hallenberg	4.391	65,34	67	159	2.485	15,6	0,57	29,1
Haltern am See	37.763	159,01	237	682	10.245	15,0	0,27	14,0
Halver	16.717	77,18	217	145	1.903	13,1	0,11	5,9
Hamm	181.783	226,29	803	1.234	20.758	16,8	0,11	5,9
Hamminkeln	27.711	164,49	168	928	24.763	26,7	0,89	46,0
Harsewinkel	24.072	100,27	240	580	10.223	17,6	0,42	21,9
Hattingen	55.510	71,62	775	225	2.441	10,8	0,04	2,3
Havixbeck	11.801	53,19	222	240	4.031	16,8	0,34	17,6
Heek	8.341	69,40	120	474	7.852	16,6	0,94	48,4
Heiden	8.080	53,39	151	357	12.207	34,2	1,51	77,7
Heiligenhaus	26.659	27,52	969	97	1.276	13,2	0,05	2,5
Heimbach	4.440	64,95	68	126	1.773	14,1	0,40	20,5
Heinsberg	40.760	92,22	442	850	15.896	18,7	0,39	20,1
Hellenthal	8.235	137,83	60	264	3.782	14,3	0,46	23,6
Hemer	37.735	67,60	558	127	1.453	11,4	0,04	2,0
Hennef (Sieg)	46.114	105,85	436	427	5.544	13,0	0,12	6,2
Herdecke	24.428	22,39	1.091	123	781	6,3	0,03	1,6
Herford	64.088	79,11	810	344	4.932	14,3	0,08	4,0
Herne	164.762	51,40	3.206	312	4.925	15,8	0,03	1,5
Herscheid	7.216	59,39	121	75	1.209	16,1	0,17	8,6
Herten	62.235	37,31	1.668	225	3.413	15,2	0,05	2,8
Herzebrock-Clarholz	16.013	79,24	202	513	8.359	16,3	0,52	26,9
Herzogenrath	46.708	33,39	1.399	320	3.080	9,6	0,07	3,4
Hiddenhausen	19.846	23,85	832	145	1.464	10,1	0,07	3,8
Hilchenbach	15.520	81,06	191	114	1.183	10,4	0,08	3,9
Hilden	55.441	25,94	2.137	255	2.373	9,3	0,04	2,2
Hille	16.167	102,90	157	366	5.743	15,7	0,36	18,3
Holzwickede	17.180	22,35	769	119	1.766	14,8	0,10	5,3
Hopsten	7.585	99,78	76	379	8.665	22,9	1,14	58,8
Horn-Bad Meinberg	17.704	90,09	197	251	3.727	14,8	0,21	10,8
Hörstel	19.883	107,46	185	770	13.189	17,1	0,66	34,1
Horstmar	6.515	44,73	146	200	4.293	21,5	0,66	33,9
Hövelhof	15.980	70,70	226	452	8.223	18,2	0,51	26,5
Höxter	31.089	157,92	197	573	8.759	15,3	0,28	14,5
Hückelhoven	39.215	61,27	640	424	7.723	18,2	0,20	10,1
Hückeswagen	15.643	50,51	310	154	2.549	16,6	0,16	8,4
Hüllhorst	13.351	44,69	299	271	5.850	21,6	0,44	22,5
Hünxe	13.591	106,82	127	179	4.478	25,0	0,33	17,0
Hürtgenwald	8.668	88,04	98	201	2.875	14,3	0,33	17,1
Hürth	57.922	51,20	1.131	211	3.157	15,0	0,05	2,8
Ibbenbüren	51.522	108,81	473	1.209	23.046	19,1	0,45	23,0
Inden	6.853	35,94	191	74	4.637	62,7	0,68	34,8
Iserlohn	94.966	125,43	757	501	6.613	13,2	0,07	3,6
Isselburg	11.196	42,79	262	245	4.277	17,5	0,38	19,7
Issum	11.931	54,74	218	293	7.489	25,6	0,63	32,3
Jüchen	22.648	71,85	315	218	2.831	13,0	0,13	6,4
Jülich	33.060	90,33	366	307	7.423	24,2	0,22	11,6
Kaarst	42.001	37,40	1.123	219	3.903	17,8	0,09	4,8
Kalkar	13.829	88,21	157	345	8.826	25,6	0,64	32,8
Kall	11.817	66,01	179	291	4.558	15,7	0,39	19,9
Kalletal	14.514	112,34	129	217	2.996	13,8	0,21	10,6
Kamen	44.398	40,93	1.085	418	4.581	11,0	0,10	5,3

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 1: Bestandsaufnahme der PV-Anlagen auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km ²	EW-Dichte EW / km ²	Anlagen- zahl	Gesamt- leistung kW _p	Mittlere Leistung kW _p	Spez. Leistung kW _p pro EW	Deckungs- rate PSV %
Kamp-Lintfort	38.394	63,16	608	201	5.004	24,9	0,13	6,7
Kempen	35.890	68,78	522	497	12.690	25,5	0,35	18,2
Kerken	12.650	58,17	217	331	7.113	21,5	0,56	28,9
Kerpen	64.602	113,90	567	401	9.706	24,2	0,15	7,7
Kevelaer	28.328	100,68	281	591	18.284	30,9	0,65	33,2
Kierspe	17.270	71,87	240	120	2.335	19,5	0,14	7,0
Kirchhundem	12.247	148,52	82	122	2.004	16,4	0,16	8,4
Kirchlengern	16.100	33,74	477	166	2.876	17,3	0,18	9,2
Kleve	49.477	97,76	506	397	10.134	25,5	0,20	10,5
Köln	1.007.119	404,91	2.487	1.621	27.427	16,9	0,03	1,4
Königswinter	40.771	76,09	536	313	2.685	8,6	0,07	3,4
Korschenbroich	33.078	55,22	599	260	6.308	24,3	0,19	9,8
Kranenburg	9.963	76,91	130	250	5.848	23,4	0,59	30,2
Krefeld	235.076	137,76	1.706	979	16.699	17,1	0,07	3,7
Kreuzau	17.717	41,75	424	245	2.454	10,0	0,14	7,1
Kreuztal	30.995	71,04	436	175	1.995	11,4	0,06	3,3
Kürten	19.639	67,29	292	280	3.000	10,7	0,15	7,9
Ladbergen	6.383	52,29	122	181	4.036	22,3	0,63	32,5
Laer	6.289	35,25	178	188	5.622	29,9	0,89	46,0
Lage	35.169	75,94	463	419	6.216	14,8	0,18	9,1
Langenberg	8.048	38,28	210	243	4.165	17,1	0,52	26,6
Langenfeld (Rhld.)	59.160	41,12	1.439	321	6.828	21,3	0,12	5,9
Langerwehe	14.095	41,46	340	215	2.241	10,4	0,16	8,2
Legden	6.846	56,26	122	287	6.502	22,7	0,95	48,9
Leichlingen (Rhld.)	27.481	37,29	737	159	1.762	11,1	0,06	3,3
Lemgo	41.424	100,76	411	465	7.660	16,5	0,18	9,5
Lengerich	22.234	90,72	245	340	5.215	15,3	0,23	12,1
Lennestadt	27.115	135,47	200	324	4.393	13,6	0,16	8,3
Leopoldshöhe	16.113	36,91	437	205	2.912	14,2	0,18	9,3
Leverkusen	160.772	78,84	2.039	566	7.303	12,9	0,05	2,3
Lichtenau	10.925	192,43	57	757	13.622	18,0	1,25	64,2
Lienen	8.578	73,35	117	238	4.012	16,9	0,47	24,1
Lindlar	22.074	85,72	258	284	5.080	17,9	0,23	11,8
Linnich	13.468	65,51	206	213	4.823	22,6	0,36	18,4
Lippetal	12.289	126,52	97	432	7.712	17,9	0,63	32,3
Lippstadt	66.976	113,58	590	977	19.209	19,7	0,29	14,8
Lohmar	31.129	65,61	474	364	3.895	10,7	0,13	6,4
Löhne	40.199	59,47	676	360	4.373	12,1	0,11	5,6
Lotte	13.912	37,62	370	151	3.817	25,3	0,27	14,1
Lübbecke	25.796	64,98	397	390	6.436	16,5	0,25	12,8
Lüdenscheid	75.463	86,96	868	189	2.654	14,0	0,04	1,8
Lüdinghausen	24.195	140,46	172	562	13.228	23,5	0,55	28,1
Lügde	10.400	88,56	117	207	3.511	17,0	0,34	17,4
Lünen	87.530	59,39	1.474	621	7.388	11,9	0,08	4,3
Marienheide	13.758	54,95	250	124	1.393	11,2	0,10	5,2
Marienmünster	5.289	64,36	82	210	5.336	25,4	1,01	51,9
Marl	87.557	87,66	999	338	5.399	16,0	0,06	3,2
Marsberg	20.800	182,08	114	767	11.916	15,5	0,57	29,5
Mechernich	27.154	136,51	199	716	16.715	23,3	0,62	31,7
Meckenheim	24.241	34,90	695	267	3.820	14,3	0,16	8,1
Medebach	7.912	125,94	63	335	5.443	16,2	0,69	35,4
Meerbusch	54.318	64,38	844	266	2.736	10,3	0,05	2,6
Meinerzhagen	20.838	115,60	180	129	1.681	13,0	0,08	4,2
Menden (Sauerland)	55.496	86,05	645	277	5.061	18,3	0,09	4,7
Merzenich	9.769	37,90	258	71	671	9,4	0,07	3,5
Meschede	30.823	218,30	141	515	8.677	16,8	0,28	14,5
Metelen	6.329	40,26	157	210	4.326	20,6	0,68	35,2
Mettingen	12.105	40,58	298	321	8.604	26,8	0,71	36,6

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 1: Bestandsaufnahme der PV-Anlagen auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km²	EW-Dichte EW / km²	Anlagen- zahl	Gesamt- leistung kW _p	Mittlere Leistung kW _p	Spez. Leistung kW _p pro EW	Deckungs- rate PSV %
Mettmann	39.300	42,51	924	152	2.062	13,6	0,05	2,7
Minden	82.114	101,03	813	601	8.754	14,6	0,11	5,5
Moers	105.506	67,69	1.559	443	6.157	13,9	0,06	3,0
Möhnesee	11.393	123,45	92	357	8.094	22,7	0,71	36,6
Mönchengladbach	257.993	170,49	1.513	914	21.773	23,8	0,08	4,3
Monheim am Rhein	43.063	23,03	1.870	142	4.204	29,6	0,10	5,0
Monschau	12.443	94,64	131	216	2.047	9,5	0,16	8,5
Morsbach	11.042	55,93	197	86	1.412	16,4	0,13	6,6
Much	14.893	78,05	191	193	2.706	14,0	0,18	9,4
Mülheim an der Ruhr	167.344	91,24	1.834	454	6.069	13,4	0,04	1,9
Münster	279.803	303,17	923	1.688	30.267	17,9	0,11	5,6
Nachrodt-Wiblingwerde	6.724	29,00	232	33	807	24,4	0,12	6,2
Netphen	24.101	137,25	176	255	3.116	12,2	0,13	6,7
Nettersheim	7.687	94,36	81	263	3.815	14,5	0,50	25,5
Nettetal	41.736	83,87	498	722	15.448	21,4	0,37	19,0
Neuenkirchen	13.774	48,42	284	461	10.695	23,2	0,78	40,0
Neuenrade	12.146	54,06	225	151	2.039	13,5	0,17	8,6
Neukirchen-Vluyn	27.579	43,48	634	233	2.452	10,5	0,09	4,6
Neunkirchen	13.691	39,79	344	70	524	7,5	0,04	2,0
Neunkirchen-Seelscheid	20.634	50,55	408	290	2.524	8,7	0,12	6,3
Neuss	151.388	99,52	1.521	438	6.161	14,1	0,04	2,1
Nideggen	10.625	65,04	163	276	3.021	10,9	0,28	14,6
Niederkassel	37.552	35,77	1.050	353	2.878	8,2	0,08	3,9
Niederkrüchten	15.336	67,08	229	164	4.378	26,7	0,29	14,7
Niederzier	14.003	63,41	221	175	2.035	11,6	0,15	7,5
Nieheim	6.557	79,64	82	273	4.815	17,6	0,73	37,8
Nordkirchen	10.434	52,40	199	387	6.459	16,7	0,62	31,9
Nordwalde	9.373	51,56	182	299	6.899	23,1	0,74	37,9
Nörvenich	11.045	66,18	167	189	3.660	19,4	0,33	17,1
Nottuln	19.871	85,63	232	489	9.205	18,8	0,46	23,8
Nümbrecht	17.226	71,76	240	251	2.690	10,7	0,16	8,0
Oberhausen	212.945	77,08	2.763	420	5.192	12,4	0,02	1,3
Ochtrup	19.430	105,60	184	619	13.556	21,9	0,70	35,9
Odenthal	15.766	39,87	395	146	1.316	9,0	0,08	4,3
Oelde	29.276	102,35	286	535	10.180	19,0	0,35	17,9
Oer-Erkenschwick	30.312	38,65	784	151	2.097	13,9	0,07	3,6
Oerlinghausen	16.670	32,67	510	122	1.151	9,4	0,07	3,6
Olfen	12.215	52,40	233	261	4.150	15,9	0,34	17,5
Olpe	25.409	85,81	296	212	2.774	13,1	0,11	5,6
Olsberg	15.102	117,89	128	221	2.639	11,9	0,17	9,0
Ostbevern	10.569	89,58	118	404	7.679	19,0	0,73	37,4
Overath	26.990	68,84	392	269	3.413	12,7	0,13	6,5
Paderborn	146.283	179,47	815	1.803	31.599	17,5	0,22	11,1
Petershagen	25.750	211,75	122	706	11.272	16,0	0,44	22,5
Plettenberg	26.321	96,68	272	138	2.212	16,0	0,08	4,3
Porta Westfalica	35.122	105,12	334	390	5.663	14,5	0,16	8,3
Preußisch Oldendorf	12.862	68,69	187	308	6.205	20,1	0,48	24,8
Pulheim	53.769	72,14	745	346	3.876	11,2	0,07	3,7
Radevormwald	22.526	53,82	419	124	2.661	21,5	0,12	6,1
Raesfeld	11.016	57,94	190	397	10.206	25,7	0,93	47,7
Rahden	15.636	137,39	114	665	15.856	23,8	1,01	52,2
Ratingen	91.088	88,70	1.027	451	3.889	8,6	0,04	2,2
Recke	11.578	53,62	216	628	11.176	17,8	0,97	49,7
Recklinghausen	118.365	66,45	1.781	372	6.889	18,5	0,06	3,0
Rees	22.267	109,81	203	608	13.270	21,8	0,60	30,7
Reichshof	19.526	114,61	170	174	1.619	9,3	0,08	4,3
Reken	14.094	78,72	179	595	12.695	21,3	0,90	46,4
Remscheid	110.563	74,52	1.484	299	3.156	10,6	0,03	1,5

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 1: Bestandsaufnahme der PV-Anlagen auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km²	EW-Dichte EW / km²	Anlagen- zahl	Gesamt- leistung kW _p	Mittlere Leistung kW _p	Spez. Leistung kW _p pro EW	Deckungs- rate PSV %
Rheda-Wiedenbrück	47.316	86,66	546	707	12.231	17,3	0,26	13,3
Rhede	19.388	78,81	246	663	14.800	22,3	0,76	39,3
Rheinbach	27.392	69,69	393	345	5.347	15,5	0,20	10,0
Rheinberg	31.587	75,20	420	376	6.501	17,3	0,21	10,6
Rheine	76.530	144,92	528	1.194	23.923	20,0	0,31	16,1
Rheurdt	6.736	30,02	224	107	2.615	24,4	0,39	20,0
Rietberg	28.868	110,20	262	1.151	23.748	20,6	0,82	42,3
Rödinghausen	9.862	36,25	272	171	2.150	12,6	0,22	11,2
Roetgen	8.250	39,04	211	118	1.002	8,5	0,12	6,2
Rommerskirchen	13.001	60,09	216	139	3.710	26,7	0,29	14,7
Rosendahl	10.905	94,46	115	471	9.480	20,1	0,87	44,7
Rösrath	27.288	38,82	703	225	1.752	7,8	0,06	3,3
Ruppichterorth	10.631	61,94	172	141	1.336	9,5	0,13	6,5
Rüthen	10.510	158,07	66	388	8.166	21,0	0,78	40,0
Saerbeck	7.302	59,05	124	368	7.267	19,7	1,00	51,2
Salzkotten	24.868	109,69	227	875	16.055	18,3	0,65	33,2
Sankt Augustin	55.442	34,21	1.621	293	4.094	14,0	0,07	3,8
Sassenberg	14.240	78,02	183	636	13.250	20,8	0,93	47,9
Schalksmühle	11.135	38,07	292	65	791	12,2	0,07	3,7
Schermbach	13.683	110,70	124	305	6.622	21,7	0,48	24,9
Schieder-Schwalenberg	8.779	60,03	146	148	3.663	24,7	0,42	21,5
Schlangen	8.770	75,88	116	190	2.453	12,9	0,28	14,4
Schleiden	13.287	121,67	109	367	6.565	17,9	0,49	25,4
Schloß Holte-Stukenbrock	26.156	67,46	388	397	6.182	15,6	0,24	12,2
Schmallenberg	25.281	302,86	83	657	11.449	17,4	0,45	23,3
Schöppingen	8.398	68,76	122	272	7.569	27,8	0,90	46,4
Schwalmtal	19.012	48,12	395	234	5.906	25,2	0,31	16,0
Schwelm	28.614	20,46	1.398	80	608	7,6	0,02	1,1
Schwerte	48.259	56,19	859	448	3.480	7,8	0,07	3,7
Selfkant	10.245	42,09	243	215	4.501	20,9	0,44	22,6
Selm	27.001	60,37	447	415	6.994	16,9	0,26	13,3
Senden	20.778	109,36	190	425	9.275	21,8	0,45	23,0
Sendenhorst	13.236	96,91	137	351	8.881	25,3	0,67	34,5
Siegburg	39.746	23,65	1.681	158	1.679	10,6	0,04	2,2
Siegen	103.424	114,64	902	368	4.172	11,3	0,04	2,1
Simmerath	15.557	110,89	140	280	2.819	10,1	0,18	9,3
Soest	48.579	85,75	566	590	9.816	16,6	0,20	10,4
Solingen	159.927	89,51	1.787	428	5.221	12,2	0,03	1,7
Sonsbeck	8.596	55,41	155	265	7.237	27,3	0,84	43,3
Spence	14.847	40,32	368	233	2.280	9,8	0,15	7,9
Sprockhövel	25.408	47,94	530	172	1.909	11,1	0,08	3,9
Stadtlohn	20.631	79,15	261	1.109	23.821	21,5	1,15	59,4
Steinfurt	33.901	111,62	304	684	12.379	18,1	0,37	18,8
Steinhagen	19.766	56,37	351	291	4.758	16,4	0,24	12,4
Steinheim	13.169	75,62	174	319	4.582	14,4	0,35	17,9
Stemwede	13.819	166,00	83	662	13.679	20,7	0,99	50,9
Stolberg (Rhld.)	57.474	98,51	583	319	6.447	20,2	0,11	5,8
Straelen	15.374	74,04	208	537	14.700	27,4	0,96	49,2
Südlohn	9.009	45,51	198	508	13.720	27,0	1,52	78,4
Sundern (Sauerland)	28.730	193,09	149	450	7.528	16,7	0,26	13,5
Swisttal	18.215	62,21	293	360	4.571	12,7	0,25	12,9
Tecklenburg	9.159	70,44	130	211	3.251	15,4	0,35	18,3
Telgte	19.114	90,78	211	418	8.506	20,3	0,45	22,9
Titz	8.252	68,51	120	166	3.517	21,2	0,43	21,9
Tönisvorst	29.699	44,33	670	367	7.147	19,5	0,24	12,4
Troisdorf	75.369	61,94	1.217	495	9.855	19,9	0,13	6,7
Übach-Palenberg	24.779	26,12	949	189	3.999	21,2	0,16	8,3
Uedem	8.218	60,87	135	383	11.244	29,4	1,37	70,4

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 1: Bestandsaufnahme der PV-Anlagen auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km ²	EW-Dichte EW / km ²	Anlagen- zahl	Gesamt- leistung kW _p	Mittlere Leistung kW _p	Spez. Leistung kW _p pro EW	Deckungs- rate PSV %
Unna	66.502	88,52	751	522	7.770	14,9	0,12	6,0
Velbert	84.033	74,88	1.122	255	3.023	11,9	0,04	1,9
Velen	12.978	70,74	183	509	11.812	23,2	0,91	46,8
Verl	24.984	71,32	350	518	8.910	17,2	0,36	18,4
Versmold	20.985	85,75	245	384	9.836	25,6	0,47	24,1
Vettweiß	8.975	83,13	108	330	5.467	16,6	0,61	31,3
Viersen	75.360	91,11	827	521	11.826	22,7	0,16	8,1
Vlotho	19.282	76,86	251	233	3.678	15,8	0,19	9,8
Voerde (Niederrhein)	37.406	53,47	700	231	3.204	13,9	0,09	4,4
Vreden	22.551	135,81	166	1.396	29.612	21,2	1,31	67,6
Wachtberg	20.202	49,60	407	194	3.191	16,4	0,16	8,1
Wachtendonk	7.888	48,15	164	436	10.213	23,4	1,29	66,6
Wadersloh	12.596	116,97	108	402	6.926	17,2	0,55	28,3
Waldbröl	19.333	63,27	306	120	1.192	9,9	0,06	3,2
Waldfeucht	9.196	30,29	304	243	4.423	18,2	0,48	24,7
Waltrip	29.636	47,06	630	252	4.542	18,0	0,15	7,9
Warburg	23.436	168,69	139	1.144	20.464	17,9	0,87	44,9
Warendorf	38.134	176,79	216	1.115	24.519	22,0	0,64	33,1
Warstein	27.170	157,95	172	551	8.845	16,1	0,33	16,8
Wassenberg	17.297	42,44	408	258	3.002	11,6	0,17	8,9
Weeze	10.682	79,49	134	208	21.046	101,2	1,97	101,4
Wegberg	29.100	84,34	345	363	6.616	18,2	0,23	11,7
Weilerswist	16.298	57,16	285	262	4.782	18,3	0,29	15,1
Welper	12.419	85,56	145	386	5.280	13,7	0,43	21,9
Wenden	19.905	72,52	274	311	5.496	17,7	0,28	14,2
Werdohl	18.706	33,36	561	65	529	8,1	0,03	1,5
Werl	31.655	76,33	415	679	15.045	22,2	0,48	24,5
Wermelskirchen	35.437	74,74	474	255	3.051	12,0	0,09	4,4
Werne	29.901	76,12	393	642	11.627	18,1	0,39	20,0
Werther (Westf.)	11.453	35,38	324	184	2.610	14,2	0,23	11,7
Wesel	60.750	122,56	496	556	11.366	20,4	0,19	9,6
Wesseling	35.116	23,37	1.502	163	2.209	13,6	0,06	3,2
Westerkappeln	11.190	85,81	130	259	4.670	18,0	0,42	21,5
Wetter (Ruhr)	28.113	31,52	892	154	1.182	7,7	0,04	2,2
Wettringen	7.970	57,68	138	458	9.976	21,8	1,25	64,4
Wickede (Ruhr)	11.899	25,16	473	178	3.073	17,3	0,26	13,3
Wiehl	25.645	53,18	482	250	1.830	7,3	0,07	3,7
Willebadessen	8.516	128,31	66	484	9.004	18,6	1,06	54,4
Willich	51.949	67,81	766	632	15.394	24,4	0,30	15,2
Wilnsdorf	20.752	71,99	288	195	2.084	10,7	0,10	5,2
Windeck	20.455	107,20	191	308	3.547	11,5	0,17	8,9
Winterberg	13.566	147,86	92	184	2.503	13,6	0,18	9,5
Wipperfurth	23.186	118,31	196	330	5.371	16,3	0,23	11,9
Witten	98.233	72,37	1.357	487	6.555	13,5	0,07	3,4
Wülfrath	21.299	32,24	661	69	1.267	18,4	0,06	3,1
Wuppertal	349.721	168,29	2.078	880	6.623	7,5	0,02	1,0
Würselen	37.693	34,39	1.096	201	3.124	15,5	0,08	4,3
Xanten	21.572	72,44	298	259	5.525	21,3	0,26	13,2
Zülpich	20.005	100,99	198	496	7.618	15,4	0,38	19,6

Daten: Amprion GmbH & Tennet Holding B.V., IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 2: Bestandsaufnahme der PV-Anlagen auf Kreisebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km²	EW-Dichte EW / km²	Anlagen- zahl	Gesamt- leistung kW _p	Mittlere Leistung kW _p	Spez. Leistung kW _p pro EW	Deckungs- rate PSV %
Bielefeld	323.270	258,6	1.250	1.941	22.189	11,4	0,07	3,5
Bochum	374.737	145,6	2.573	1.021	12.739	12,5	0,03	1,7
Bonn	324.899	141,0	2.304	987	8.933	9,1	0,03	1,4
Borken	369.633	1.420,6	260	12.627	294.675	23,3	0,80	41,0
Bottrop	116.771	100,6	1.161	770	17.477	22,7	0,15	7,7
Coesfeld	219.784	1.111,5	198	5.274	108.410	20,6	0,49	25,4
Dortmund	580.444	280,5	2.069	2.311	22.451	9,7	0,04	2,0
Duisburg	489.559	232,8	2.103	772	10.631	13,8	0,02	1,1
Düren	267.712	941,3	284	3.078	51.366	16,7	0,19	9,9
Düsseldorf	588.735	217,4	2.708	904	16.860	18,7	0,03	1,5
Ennepe-Ruhr-Kreis	331.575	409,4	810	1.551	16.334	10,5	0,05	2,5
Essen	574.635	210,3	2.733	1.124	13.169	11,7	0,02	1,2
Euskirchen	190.962	1.248,6	153	4.227	73.534	17,4	0,39	19,8
Gelsenkirchen	257.981	104,9	2.459	569	9.128	16,0	0,04	1,8
Gütersloh	353.766	968,5	365	6.669	115.523	17,3	0,33	16,8
Hagen	188.529	160,4	1.175	539	8.318	15,4	0,04	2,3
Hamm	181.783	226,3	803	1.234	20.758	16,8	0,11	5,9
Heinsberg	254.936	628,1	406	4.187	76.413	18,3	0,30	15,4
Herford	249.020	450,1	553	2.358	29.964	12,7	0,12	6,2
Herne	164.762	51,4	3.206	312	4.925	15,8	0,03	1,5
Hochsauerlandkreis	267.601	1.958,6	137	5.182	85.684	16,5	0,32	16,5
Höxter	147.140	1.200,4	123	5.560	103.785	18,7	0,71	36,3
Kleve	307.807	1.233,1	250	6.343	179.674	28,3	0,58	30,0
Köln	1.007.119	404,9	2.487	1.621	27.427	16,9	0,03	1,4
Krefeld	235.076	137,8	1.706	979	16.699	17,1	0,07	3,7
Leverkusen	160.772	78,8	2.039	566	7.303	12,9	0,05	2,3
Lippe	351.158	1.245,3	282	4.092	70.249	17,2	0,20	10,3
Märkischer Kreis	430.965	1.060,4	406	2.293	33.167	14,5	0,08	4,0
Mettmann	495.155	407,0	1.217	2.047	28.796	14,1	0,06	3,0
Minden-Lübbecke	314.153	1.151,5	273	5.083	91.485	18,0	0,29	15,0
Mönchengladbach	257.993	170,5	1.513	914	21.773	23,8	0,08	4,3
Mülheim a.d. Ruhr	167.344	91,2	1.834	454	6.069	13,4	0,04	1,9
Münster	279.803	303,2	923	1.688	30.267	17,9	0,11	5,6
Oberbergischer Kreis	280.840	918,3	306	2.516	32.586	13,0	0,12	6,0
Oberhausen	212.945	77,1	2.763	420	5.192	12,4	0,02	1,3
Olpe	138.961	711,7	195	1.448	21.004	14,5	0,15	7,8
Paderborn	299.816	1.245,8	241	7.598	139.757	18,4	0,47	24,0
Recklinghausen	628.817	761,0	826	3.855	67.543	17,5	0,11	5,5
Remscheid	110.563	74,5	1.484	299	3.156	10,6	0,03	1,5
Rhein-Erft-Kreis	464.130	704,6	659	2.926	44.827	15,3	0,10	5,0
Rheinisch-Bergischer Kreis	276.927	437,2	633	2.005	20.231	10,1	0,07	3,8
Rhein-Kreis Neuss	443.286	576,4	769	2.236	38.600	17,3	0,09	4,5
Rhein-Sieg-Kreis	598.736	1.152,7	519	5.372	68.145	12,7	0,11	5,9
Siegen-Wittgenstein	282.681	1.132,1	250	1.963	22.843	11,6	0,08	4,2
Soest	304.167	1.327,8	229	6.761	123.044	18,2	0,40	20,8
Solingen	159.927	89,5	1.787	428	5.221	12,2	0,03	1,7
Städteregion Aachen	565.714	707,1	800	3.010	42.567	14,1	0,08	3,9
Steinfurt	443.357	1.794,7	247	10.879	223.612	20,6	0,50	26,0
Unna	411.806	542,9	758	4.147	58.230	14,0	0,14	7,3
Viersen	300.417	563,3	533	3.646	85.335	23,4	0,28	14,6
Warendorf	278.145	1.318,5	211	6.484	131.681	20,3	0,47	24,4
Wesel	468.619	1.042,7	449	4.670	93.679	20,1	0,20	10,3
Wuppertal	349.721	168,3	2.078	880	6.623	7,5	0,02	1,0

Daten: Amprion GmbH & TenneT Holding B.V., IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 3: Wärmeezeugung durch Solarthermie auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km²	EW pro km²	Wärme- ertrag MWh/a	W-Ertrag pro EW kWh/(EW·a)	Deckungs- rate WW %
Aachen	258.664	160,91	1.607	3.870	14,96	1,5
Ahaus	38.952	151,22	258	1.868	47,96	4,9
Ahlen	53.414	123,01	434	2.101	39,34	4,0
Aldenhoven	13.922	44,09	316	551	39,56	4,0
Alfter	22.820	34,77	656	932	40,86	4,2
Alpen	12.772	59,61	214	658	51,51	5,3
Alsdorf	45.522	31,68	1.437	1.307	28,71	2,9
Altena	18.277	44,39	412	622	34,01	3,5
Altenbeken	9.269	76,16	122	1.028	110,93	11,3
Altenberge	10.248	62,96	163	733	71,52	7,3
Anröchte	10.456	73,72	142	915	87,51	8,9
Arnsberg	74.227	193,56	383	2.152	28,99	3,0
Ascheberg	14.956	106,26	141	661	44,23	4,5
Attendorf	24.693	97,90	252	1.243	50,32	5,1
Augustdorf	9.583	42,21	227	564	58,84	6,0
Bad Berleburg	19.814	275,32	72	1.385	69,91	7,1
Bad Driburg	18.959	115,22	165	836	44,10	4,5
Bad Honnef	25.213	48,17	523	723	28,68	2,9
Bad Laasphe	14.344	135,84	106	721	50,24	5,1
Bad Lippspringe	15.200	50,95	298	406	26,74	2,7
Bad Münstereifel	18.449	150,80	122	1.109	60,10	6,1
Bad Oeynhausen	48.300	64,77	746	1.789	37,04	3,8
Bad Salzuflen	53.893	99,97	539	2.300	42,68	4,4
Bad Sassendorf	11.700	63,41	185	584	49,91	5,1
Bad Wünnenberg	12.256	161,17	76	1.294	105,55	10,8
Baesweiler	27.898	27,77	1.005	990	35,48	3,6
Balve	11.955	74,77	160	716	59,92	6,1
Barntrop	8.910	59,41	150	630	70,67	7,2
Beckum	36.736	111,35	330	1.331	36,24	3,7
Bedburg	24.647	80,30	307	679	27,56	2,8
Bedburg-Hau	13.212	61,33	215	297	22,44	2,3
Beelen	6.287	31,34	201	719	114,29	11,7
Bergheim	62.129	96,37	645	904	14,55	1,5
Bergisch Gladbach	105.723	83,06	1.273	3.064	28,98	3,0
Bergkamen	50.587	44,85	1.128	865	17,10	1,7
Bergneustadt	19.584	37,88	517	679	34,65	3,5
Bestwig	11.285	69,44	163	562	49,77	5,1
Beverungen	14.147	98,03	144	1.093	77,24	7,9
Bielefeld	323.270	258,61	1.250	7.810	24,16	2,5
Billerbeck	11.522	91,30	126	744	64,54	6,6
Blankenheim	8.294	148,60	56	726	87,47	8,9
Blomberg	16.171	99,02	163	1.283	79,35	8,1
Bocholt	73.170	119,40	613	1.315	17,97	1,8
Bochum	374.737	145,62	2.573	3.194	8,52	0,9
Bönen	18.533	38,03	487	754	40,69	4,2
Bonn	324.899	141,01	2.304	5.154	15,86	1,6
Borchen	13.488	77,24	175	1.158	85,88	8,8
Borgentreich	9.092	138,82	65	834	91,71	9,4
Borgholzhausen	8.620	55,93	154	724	84,00	8,6
Borken	41.245	153,00	270	1.212	29,38	3,0
Bornheim	48.531	82,66	587	1.159	23,88	2,4
Bottrop	116.771	100,61	1.161	1.495	12,80	1,3
Brakel	16.886	173,77	97	982	58,18	5,9
Breckerfeld	9.265	59,06	157	577	62,32	6,4
Brilon	26.335	228,96	115	1.686	64,02	6,5
Brüggen	15.871	61,20	259	585	36,87	3,8
Brühl	44.260	36,11	1.226	973	21,98	2,2

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 3: Wärmeezeugung durch Solarthermie auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km ²	EW pro km ²	Wärme- ertrag MWh/a	W-Ertrag pro EW kWh/(EW·a)	Deckungs- rate WW %
Bünde	44.786	59,26	756	1.645	36,74	3,7
Burbach	14.443	79,66	181	883	61,11	6,2
Büren	21.500	170,85	126	1.626	75,62	7,7
Burscheid	18.603	27,30	681	494	26,53	2,7
Castrop-Rauxel	75.408	51,70	1.459	1.057	14,01	1,4
Coesfeld	36.345	141,29	257	1.674	46,05	4,7
Dahlem	4.116	95,18	43	428	103,99	10,6
Datteln	35.513	66,07	538	811	22,85	2,3
Delbrück	30.047	157,15	191	1.976	65,76	6,7
Detmold	72.758	129,31	563	3.405	46,79	4,8
Dinslaken	69.472	47,66	1.458	671	9,66	1,0
Dörentrup	8.219	49,76	165	849	103,25	10,5
Dormagen	62.961	85,45	737	2.031	32,26	3,3
Dorsten	76.775	171,18	449	1.812	23,60	2,4
Dortmund	580.444	280,51	2.069	6.842	11,79	1,2
Drensteinfurt	15.395	106,54	145	1.044	67,84	6,9
Drolshagen	12.041	67,07	180	855	71,01	7,2
Duisburg	489.559	232,75	2.103	5.550	11,34	1,2
Dülmen	46.762	184,73	253	2.013	43,05	4,4
Düren	92.820	85,01	1.092	1.633	17,60	1,8
Düsseldorf	588.735	217,41	2.708	3.335	5,67	0,6
Eitorf	19.386	69,83	278	587	30,27	3,1
Elsdorf	21.193	66,20	320	534	25,21	2,6
Emmerich am Rhein	29.571	80,48	367	443	14,97	1,5
Emsdetten	35.523	71,99	493	1.946	54,80	5,6
Engelskirchen	19.988	62,93	318	672	33,62	3,4
Enger	20.010	41,21	486	1.043	52,11	5,3
Ennepetal	30.486	57,71	528	895	29,36	3,0
Ennigerloh	19.701	125,82	157	1.081	54,88	5,6
Ense	12.656	51,08	248	888	70,13	7,2
Erfstadt	50.553	119,90	422	1.516	29,99	3,1
Erkelenz	44.457	117,35	379	1.453	32,69	3,3
Erkrath	45.963	26,88	1.710	458	9,96	1,0
Erndtebrück	7.205	70,94	102	532	73,89	7,5
Erwitte	15.710	89,34	176	895	56,95	5,8
Eschweiler	55.505	75,92	731	1.203	21,67	2,2
Eslohe (Sauerland)	9.149	113,30	81	696	76,06	7,8
Espelkamp	25.236	84,14	300	1.631	64,64	6,6
Essen	574.635	210,27	2.733	4.376	7,62	0,8
Euskirchen	55.620	139,45	399	1.626	29,23	3,0
Everswinkel	9.447	69,09	137	693	73,34	7,5
Extertal	12.081	92,43	131	1.013	83,82	8,6
Finnentrop	17.551	104,40	168	1.070	60,94	6,2
Frechen	49.939	45,10	1.107	938	18,78	1,9
Freudenberg	18.392	54,56	337	1.210	65,77	6,7
Fröndenberg/Ruhr	21.915	56,18	390	851	38,83	4,0
Gangelt	11.634	48,73	239	790	67,93	6,9
Geilenkirchen	28.253	83,23	339	1.063	37,64	3,8
Geldern	33.575	96,98	346	1.004	29,90	3,1
Gelsenkirchen	257.981	104,93	2.459	2.491	9,65	1,0
Gescher	17.185	80,88	212	1.166	67,86	6,9
Geseke	20.755	97,79	212	1.239	59,68	6,1
Gevelsberg	31.518	26,33	1.197	604	19,15	2,0
Gladbeck	75.253	35,92	2.095	1.280	17,01	1,7
Goch	34.106	115,46	295	908	26,62	2,7
Grefrath	15.564	30,98	502	671	43,14	4,4
Greven	36.044	140,16	257	1.447	40,16	4,1
Grevenbroich	63.891	102,49	623	1.234	19,31	2,0
Gronau (Westf.)	46.553	78,80	591	1.234	26,52	2,7

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 3: Wärmeerzeugung durch Solarthermie auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindenname	EW	Fläche km²	EW pro km²	Wärme- ertrag MWh/a	W-Ertrag pro EW kWh/(EW·a)	Deckungs- rate WW %
Gummersbach	51.309	95,46	537	1.558	30,36	3,1
Gütersloh	96.404	111,95	861	2.976	30,87	3,2
Haan	29.149	24,20	1.204	897	30,77	3,1
Hagen	188.529	160,40	1.175	2.785	14,77	1,5
Halle (Westf.)	21.081	69,64	303	1.016	48,19	4,9
Hallenberg	4.391	65,34	67	475	108,18	11,0
Haltern am See	37.763	159,01	237	1.118	29,59	3,0
Halver	16.717	77,18	217	1.050	62,84	6,4
Hamm	181.783	226,29	803	4.382	24,11	2,5
Hamminkeln	27.711	164,49	168	973	35,12	3,6
Harsewinkel	24.072	100,27	240	1.270	52,77	5,4
Hattingen	55.510	71,62	775	948	17,08	1,7
Havixbeck	11.801	53,19	222	1.126	95,37	9,7
Heek	8.341	69,40	120	625	74,89	7,6
Heiden	8.080	53,39	151	499	61,75	6,3
Heiligenhaus	26.659	27,52	969	498	18,70	1,9
Heimbach	4.440	64,95	68	536	120,65	12,3
Heinsberg	40.760	92,22	442	1.697	41,64	4,2
Hellenthal	8.235	137,83	60	718	87,15	8,9
Hemer	37.735	67,60	558	1.093	28,97	3,0
Hennef (Sieg)	46.114	105,85	436	1.347	29,22	3,0
Herdecke	24.428	22,39	1.091	625	25,58	2,6
Herford	64.088	79,11	810	1.803	28,14	2,9
Herne	164.762	51,40	3.206	928	5,63	0,6
Herscheid	7.216	59,39	121	485	67,18	6,9
Herten	62.235	37,31	1.668	831	13,35	1,4
Herzebrock-Clarholz	16.013	79,24	202	873	54,52	5,6
Herzogenrath	46.708	33,39	1.399	1.348	28,87	2,9
Hiddenhausen	19.846	23,85	832	852	42,93	4,4
Hilchenbach	15.520	81,06	191	767	49,40	5,0
Hilden	55.441	25,94	2.137	573	10,33	1,1
Hille	16.167	102,90	157	1.195	73,92	7,5
Holzwickede	17.180	22,35	769	450	26,18	2,7
Hopsten	7.585	99,78	76	768	101,21	10,3
Horn-Bad Meinberg	17.704	90,09	197	1.173	66,27	6,8
Hörstel	19.883	107,46	185	1.011	50,85	5,2
Horstmar	6.515	44,73	146	584	89,61	9,1
Hövelhof	15.980	70,70	226	1.075	67,30	6,9
Höxter	31.089	157,92	197	1.079	34,69	3,5
Hückelhoven	39.215	61,27	640	994	25,35	2,6
Hückeswagen	15.643	50,51	310	430	27,48	2,8
Hüllhorst	13.351	44,69	299	928	69,48	7,1
Hünxe	13.591	106,82	127	471	34,67	3,5
Hürtgenwald	8.668	88,04	98	598	69,00	7,0
Hürth	57.922	51,20	1.131	612	10,57	1,1
Ibbenbüren	51.522	108,81	473	2.352	45,64	4,7
Inden	6.853	35,94	191	348	50,81	5,2
Iserlohn	94.966	125,43	757	2.090	22,01	2,2
Isselburg	11.196	42,79	262	202	18,03	1,8
Issum	11.931	54,74	218	476	39,87	4,1
Jüchen	22.648	71,85	315	662	29,24	3,0
Jülich	33.060	90,33	366	1.081	32,69	3,3
Kaarst	42.001	37,40	1.123	536	12,77	1,3
Kalkar	13.829	88,21	157	418	30,21	3,1
Kall	11.817	66,01	179	697	58,96	6,0
Kalletal	14.514	112,34	129	981	67,58	6,9
Kamen	44.398	40,93	1.085	886	19,96	2,0
Kamp-Lintfort	38.394	63,16	608	742	19,32	2,0

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 3: Wärmeerzeugung durch Solarthermie auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindenname	EW	Fläche km²	EW pro km²	Wärme- ertrag MWh/a	W-Ertrag pro EW kWh/(EW·a)	Deckungs- rate WW %
Kempen	35.890	68,78	522	867	24,15	2,5
Kerken	12.650	58,17	217	565	44,66	4,6
Kerpen	64.602	113,90	567	1.081	16,73	1,7
Kevelaer	28.328	100,68	281	1.256	44,32	4,5
Kierspe	17.270	71,87	240	732	42,37	4,3
Kirchhundem	12.247	148,52	82	655	53,51	5,5
Kirchlengern	16.100	33,74	477	623	38,71	4,0
Kleve	49.477	97,76	506	1.348	27,25	2,8
Köln	1.007.119	404,91	2.487	8.590	8,53	0,9
Königswinter	40.771	76,09	536	1.399	34,32	3,5
Korschenbroich	33.078	55,22	599	871	26,33	2,7
Kranenburg	9.963	76,91	130	657	65,92	6,7
Krefeld	235.076	137,76	1.706	4.642	19,75	2,0
Kreuzau	17.717	41,75	424	724	40,86	4,2
Kreuztal	30.995	71,04	436	1.106	35,69	3,6
Kürten	19.639	67,29	292	820	41,73	4,3
Ladbergen	6.383	52,29	122	419	65,61	6,7
Laer	6.289	35,25	178	714	113,48	11,6
Lage	35.169	75,94	463	1.906	54,19	5,5
Langenberg	8.048	38,28	210	586	72,77	7,4
Langenfeld (Rhld.)	59.160	41,12	1.439	1.016	17,17	1,8
Langerwehe	14.095	41,46	340	731	51,88	5,3
Legden	6.846	56,26	122	516	75,31	7,7
Leichlingen (Rhld.)	27.481	37,29	737	1.063	38,68	3,9
Lemgo	41.424	100,76	411	1.972	47,61	4,9
Lengerich	22.234	90,72	245	836	37,61	3,8
Lennestadt	27.115	135,47	200	1.407	51,88	5,3
Leopoldshöhe	16.113	36,91	437	1.037	64,36	6,6
Leverkusen	160.772	78,84	2.039	2.069	12,87	1,3
Lichtenau	10.925	192,43	57	885	81,00	8,3
Lienen	8.578	73,35	117	539	62,80	6,4
Lindlar	22.074	85,72	258	1.043	47,24	4,8
Linnich	13.468	65,51	206	636	47,22	4,8
Lippetal	12.289	126,52	97	714	58,14	5,9
Lippstadt	66.976	113,58	590	2.007	29,97	3,1
Lohmar	31.129	65,61	474	1.116	35,86	3,7
Löhne	40.199	59,47	676	1.406	34,96	3,6
Lotte	13.912	37,62	370	629	45,19	4,6
Lübbecke	25.796	64,98	397	1.282	49,70	5,1
Lüdenscheid	75.463	86,96	868	1.744	23,11	2,4
Lüdinghausen	24.195	140,46	172	952	39,36	4,0
Lügde	10.400	88,56	117	656	63,09	6,4
Lünen	87.530	59,39	1.474	1.700	19,42	2,0
Marienheide	13.758	54,95	250	699	50,82	5,2
Marienmünster	5.289	64,36	82	378	71,40	7,3
Marl	87.557	87,66	999	1.270	14,51	1,5
Marsberg	20.800	182,08	114	1.253	60,24	6,1
Mechernich	27.154	136,51	199	332	12,23	1,2
Meckenheim	24.241	34,90	695	718	29,60	3,0
Medebach	7.912	125,94	63	893	112,85	11,5
Meerbusch	54.318	64,38	844	1.395	25,68	2,6
Meinerzhagen	20.838	115,60	180	1.106	53,07	5,4
Menden (Sauerland)	55.496	86,05	645	1.602	28,87	2,9
Merzenich	9.769	37,90	258	352	36,07	3,7
Meschede	30.823	218,30	141	1.467	47,60	4,9
Metelen	6.329	40,26	157	596	94,13	9,6
Mettingen	12.105	40,58	298	808	66,72	6,8
Mettmann	39.300	42,51	924	1.171	29,80	3,0

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 3: Wärmeerzeugung durch Solarthermie auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km²	EW pro km²	Wärme- ertrag MWh/a	W-Ertrag pro EW kWh/(EW·a)	Deckungs- rate WW %
Minden	82.114	101,03	813	2.768	33,71	3,4
Moers	105.506	67,69	1.559	1.673	15,86	1,6
Möhnesee	11.393	123,45	92	741	65,08	6,6
Mönchengladbach	257.993	170,49	1.513	3.503	13,58	1,4
Monheim am Rhein	43.063	23,03	1.870	386	8,97	0,9
Monschau	12.443	94,64	131	824	66,22	6,8
Morsbach	11.042	55,93	197	652	59,03	6,0
Much	14.893	78,05	191	759	50,93	5,2
Mülheim an der Ruhr	167.344	91,24	1.834	2.720	16,26	1,7
Münster	279.803	303,17	923	6.768	24,19	2,5
Nachrodt-Wiblingwerde	6.724	29,00	232	533	79,24	8,1
Netphen	24.101	137,25	176	1.136	47,14	4,8
Nettersheim	7.687	94,36	81	736	95,73	9,8
Nettetal	41.736	83,87	498	1.301	31,18	3,2
Neuenkirchen	13.774	48,42	284	898	65,17	6,7
Neuenrade	12.146	54,06	225	809	66,63	6,8
Neukirchen-Vluyn	27.579	43,48	634	978	35,47	3,6
Neunkirchen	13.691	39,79	344	806	58,90	6,0
Neunkirchen-Seelscheid	20.634	50,55	408	969	46,96	4,8
Neuss	151.388	99,52	1.521	1.403	9,26	0,9
Nideggen	10.625	65,04	163	641	60,33	6,2
Niederkassel	37.552	35,77	1.050	705	18,78	1,9
Niederkrüchten	15.336	67,08	229	551	35,92	3,7
Niederzier	14.003	63,41	221	468	33,44	3,4
Nieheim	6.557	79,64	82	560	85,37	8,7
Nordkirchen	10.434	52,40	199	423	40,56	4,1
Nordwalde	9.373	51,56	182	725	77,32	7,9
Nörvenich	11.045	66,18	167	464	41,98	4,3
Nottuln	19.871	85,63	232	1.302	65,51	6,7
Nümbrecht	17.226	71,76	240	713	41,41	4,2
Oberhausen	212.945	77,08	2.763	2.153	10,11	1,0
Ochtrup	19.430	105,60	184	1.138	58,58	6,0
Odenthal	15.766	39,87	395	758	48,08	4,9
Oelde	29.276	102,35	286	1.418	48,44	4,9
Oer-Erkenschwick	30.312	38,65	784	535	17,64	1,8
Oerlinghausen	16.670	32,67	510	709	42,52	4,3
Offen	12.215	52,40	233	585	47,90	4,9
Olpe	25.409	85,81	296	850	33,47	3,4
Olsberg	15.102	117,89	128	690	45,71	4,7
Ostbevern	10.569	89,58	118	520	49,17	5,0
Overath	26.990	68,84	392	1.060	39,28	4,0
Paderborn	146.283	179,47	815	5.053	34,54	3,5
Petershagen	25.750	211,75	122	1.867	72,51	7,4
Plettenberg	26.321	96,68	272	1.408	53,47	5,5
Porta Westfalica	35.122	105,12	334	1.930	54,96	5,6
Preußisch Oldendorf	12.862	68,69	187	970	75,39	7,7
Pulheim	53.769	72,14	745	1.036	19,26	2,0
Radevormwald	22.526	53,82	419	488	21,68	2,2
Raesfeld	11.016	57,94	190	481	43,70	4,5
Rahden	15.636	137,39	114	1.400	89,51	9,1
Ratingen	91.088	88,70	1.027	1.137	12,48	1,3
Recke	11.578	53,62	216	861	74,34	7,6
Recklinghausen	118.365	66,45	1.781	1.180	9,97	1,0
Rees	22.267	109,81	203	808	36,29	3,7
Reichshof	19.526	114,61	170	1.087	55,68	5,7
Reken	14.094	78,72	179	673	47,74	4,9
Remscheid	110.563	74,52	1.484	1.746	15,79	1,6
Rheda-Wiedenbrück	47.316	86,66	546	1.477	31,22	3,2

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 3: Wärmeerzeugung durch Solarthermie auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km²	EW pro km²	Wärme- ertrag MWh/a	W-Ertrag pro EW kWh/(EW·a)	Deckungs- rate WW %
Rhede	19.388	78,81	246	547	28,20	2,9
Rheinbach	27.392	69,69	393	290	10,59	1,1
Rheinberg	31.587	75,20	420	1.186	37,54	3,8
Rheine	76.530	144,92	528	1.914	25,01	2,6
Rheurdt	6.736	30,02	224	593	87,99	9,0
Rietberg	28.868	110,20	262	2.178	75,46	7,7
Rödinghausen	9.862	36,25	272	648	65,74	6,7
Roetgen	8.250	39,04	211	495	60,03	6,1
Rommerskirchen	13.001	60,09	216	379	29,18	3,0
Rosendahl	10.905	94,46	115	960	88,03	9,0
Rösrath	27.288	38,82	703	843	30,88	3,2
Ruppichteroth	10.631	61,94	172	572	53,80	5,5
Rüthen	10.510	158,07	66	1.006	95,70	9,8
Saerbeck	7.302	59,05	124	625	85,58	8,7
Salzkotten	24.868	109,69	227	1.526	61,35	6,3
Sankt Augustin	55.442	34,21	1.621	1.246	22,47	2,3
Sassenberg	14.240	78,02	183	1.038	72,91	7,4
Schalksmühle	11.135	38,07	292	591	53,09	5,4
Schermbach	13.683	110,70	124	366	26,74	2,7
Schieder-Schwalenberg	8.779	60,03	146	640	72,87	7,4
Schlangen	8.770	75,88	116	772	87,99	9,0
Schleiden	13.287	121,67	109	776	58,40	6,0
Schloß Holte-Stukenbrock	26.156	67,46	388	1.472	56,27	5,7
Schmallenberg	25.281	302,86	83	1.779	70,39	7,2
Schöppingen	8.398	68,76	122	611	72,78	7,4
Schwalmtal	19.012	48,12	395	555	29,21	3,0
Schwelm	28.614	20,46	1.398	605	21,13	2,2
Schwerte	48.259	56,19	859	1.626	33,69	3,4
Selfkant	10.245	42,09	243	58	5,64	0,6
Selm	27.001	60,37	447	633	23,46	2,4
Senden	20.778	109,36	190	1.029	49,54	5,1
Sendenhorst	13.236	96,91	137	787	59,50	6,1
Siegburg	39.746	23,65	1.681	680	17,10	1,7
Siegen	103.424	114,64	902	2.459	23,78	2,4
Simmerath	15.557	110,89	140	942	60,57	6,2
Soest	48.579	85,75	566	1.279	26,34	2,7
Solingen	159.927	89,51	1.787	2.121	13,26	1,4
Sonsbeck	8.596	55,41	155	433	50,40	5,1
Spence	14.847	40,32	368	925	62,29	6,4
Sprockhövel	25.408	47,94	530	931	36,66	3,7
Stadtlohn	20.631	79,15	261	914	44,33	4,5
Steinfurt	33.901	111,62	304	1.584	46,72	4,8
Steinhagen	19.766	56,37	351	1.034	52,34	5,3
Steinheim	13.169	75,62	174	775	58,84	6,0
Stemwede	13.819	166,00	83	1.304	94,35	9,6
Stolberg (Rhld.)	57.474	98,51	583	1.495	26,02	2,7
Straelen	15.374	74,04	208	378	24,59	2,5
Südlohn	9.009	45,51	198	631	70,09	7,2
Sundern (Sauerland)	28.730	193,09	149	1.283	44,64	4,6
Swisttal	18.215	62,21	293	643	35,28	3,6
Tecklenburg	9.159	70,44	130	753	82,18	8,4
Telgte	19.114	90,78	211	887	46,40	4,7
Titz	8.252	68,51	120	360	43,60	4,4
Tönisvorst	29.699	44,33	670	708	23,84	2,4
Troisdorf	75.369	61,94	1.217	1.021	13,54	1,4
Übach-Palenberg	24.779	26,12	949	602	24,30	2,5
Uedem	8.218	60,87	135	312	38,00	3,9
Unna	66.502	88,52	751	1.082	16,27	1,7

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 3: Wärmeerzeugung durch Solarthermie auf Gemeindeebene im Jahr 2011

Gemeindename	EW	Fläche km²	EW pro km²	Wärme- ertrag MWh/a	W-Ertrag pro EW kWh/(EW·a)	Deckungs- rate WW %
Velbert	84.033	74,88	1.122	1.106	13,17	1,3
Velen	12.978	70,74	183	809	62,37	6,4
Verl	24.984	71,32	350	1.456	58,27	5,9
Versmold	20.985	85,75	245	1.301	61,99	6,3
Vettweiß	8.975	83,13	108	601	66,94	6,8
Viersen	75.360	91,11	827	1.526	20,25	2,1
Vlotho	19.282	76,86	251	1.438	74,60	7,6
Voerde (Niederrhein)	37.406	53,47	700	888	23,74	2,4
Vreden	22.551	135,81	166	1.569	69,58	7,1
Wachtberg	20.202	49,60	407	732	36,25	3,7
Wachtendonk	7.888	48,15	164	267	33,85	3,5
Wadersloh	12.596	116,97	108	856	67,96	6,9
Waldbröl	19.333	63,27	306	648	33,51	3,4
Waldfeucht	9.196	30,29	304	82	8,87	0,9
Waltrop	29.636	47,06	630	802	27,07	2,8
Warburg	23.436	168,69	139	1.549	66,10	6,7
Warendorf	38.134	176,79	216	2.586	67,82	6,9
Warstein	27.170	157,95	172	1.729	63,64	6,5
Wassenberg	17.297	42,44	408	645	37,30	3,8
Weeze	10.682	79,49	134	378	35,42	3,6
Wegberg	29.100	84,34	345	980	33,67	3,4
Weilerswist	16.298	57,16	285	462	28,36	2,9
Welper	12.419	85,56	145	763	61,42	6,3
Wenden	19.905	72,52	274	874	43,93	4,5
Werdohl	18.706	33,36	561	459	24,53	2,5
Werl	31.655	76,33	415	677	21,39	2,2
Wermelskirchen	35.437	74,74	474	1.007	28,42	2,9
Werne	29.901	76,12	393	658	22,02	2,2
Werther (Westf.)	11.453	35,38	324	810	70,69	7,2
Wesel	60.750	122,56	496	946	15,57	1,6
Wesseling	35.116	23,37	1.502	708	20,16	2,1
Westerkappeln	11.190	85,81	130	808	72,21	7,4
Wetter (Ruhr)	28.113	31,52	892	738	26,24	2,7
Wettringen	7.970	57,68	138	937	117,53	12,0
Wickede (Ruhr)	11.899	25,16	473	609	51,19	5,2
Wiehl	25.645	53,18	482	905	35,29	3,6
Willebadessen	8.516	128,31	66	673	79,01	8,1
Willich	51.949	67,81	766	1.337	25,74	2,6
Wilnsdorf	20.752	71,99	288	1.148	55,31	5,6
Windeck	20.455	107,20	191	971	47,49	4,8
Winterberg	13.566	147,86	92	1.020	75,17	7,7
Wipperfurth	23.186	118,31	196	878	37,85	3,9
Witten	98.233	72,37	1.357	1.693	17,23	1,8
Wülfrath	21.299	32,24	661	568	26,68	2,7
Wuppertal	349.721	168,29	2.078	3.747	10,71	1,1
Würselen	37.693	34,39	1.096	951	25,23	2,6
Xanten	21.572	72,44	298	656	30,41	3,1
Zülpich	20.005	100,99	198	1.346	67,28	6,9

Daten: EnergieAgentur.NRW, IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 4: Wärmeerzeugung durch Solarthermie auf Kreisebene im Jahr 2011

Kreisname	EW	Fläche km²	EW pro km²	Wärme- ertrag MWh/a	W-Ertrag pro EW kWh/ EW / a	Deckungs- rate WW %
Bielefeld	323.270	258,6	1.250	7.810	24,16	2,5
Bochum	374.737	145,6	2.573	3.194	8,52	0,9
Bonn	324.899	141,0	2.304	5.154	15,86	1,6
Borken	369.633	1.420,6	260	14.873	40,24	4,1
Bottrop	116.771	100,6	1.161	1.495	12,80	1,3
Coesfeld	219.784	1.111,5	198	11.469	52,18	5,3
Dortmund	580.444	280,5	2.069	6.842	11,79	1,2
Duisburg	489.559	232,8	2.103	5.550	11,34	1,2
Düren	267.712	941,3	284	9.724	36,32	3,7
Düsseldorf	588.735	217,4	2.708	3.335	5,67	0,6
Ennepe-Ruhr-Kreis	331.575	409,4	810	7.615	22,97	2,3
Essen	574.635	210,3	2.733	4.376	7,62	0,8
Euskirchen	190.962	1.248,6	153	8.954	46,89	4,8
Gelsenkirchen	257.981	104,9	2.459	2.491	9,65	1,0
Gütersloh	353.766	968,5	365	17.173	48,54	5,0
Hagen	188.529	160,4	1.175	2.785	14,77	1,5
Hamm	181.783	226,3	803	4.382	24,11	2,5
Heinsberg	254.936	628,1	406	8.364	32,81	3,3
Herford	249.020	450,1	553	10.384	41,70	4,3
Herne	164.762	51,4	3.206	928	5,63	0,6
Hochsauerlandkreis	267.601	1.958,6	137	13.956	52,15	5,3
Höxter	147.140	1.200,4	123	8.758	59,52	6,1
Kleve	307.807	1.233,1	250	10.107	32,83	3,4
Köln	1.007.119	404,9	2.487	8.590	8,53	0,9
Krefeld	235.076	137,8	1.706	4.642	19,75	2,0
Leverkusen	160.772	78,8	2.039	2.069	12,87	1,3
Lippe	351.158	1.245,3	282	19.888	56,64	5,8
Märkischer Kreis	430.965	1.060,4	406	15.039	34,90	3,6
Mettmann	495.155	407,0	1.217	7.811	15,77	1,6
Minden-Lübbecke	314.153	1.151,5	273	17.064	54,32	5,5
Mönchengladbach	257.993	170,5	1.513	3.503	13,58	1,4
Mülheim an der Ruhr	167.344	91,2	1.834	2.720	16,26	1,7
Münster	279.803	303,2	923	6.768	24,19	2,5
Oberbergischer Kreis	280.840	918,3	306	10.451	37,21	3,8
Oberhausen	212.945	77,1	2.763	2.153	10,11	1,0
Olpe	138.961	711,7	195	6.954	50,05	5,1
Paderborn	299.816	1.245,8	241	16.027	53,46	5,5
Recklinghausen	628.817	761,0	826	10.696	17,01	1,7
Remscheid	110.563	74,5	1.484	1.746	15,79	1,6
Rhein-Erft-Kreis	464.130	704,6	659	8.982	19,35	2,0
Rheinisch-Bergischer Kreis	276.927	437,2	633	9.108	32,89	3,4
Rhein-Kreis Neuss	443.286	576,4	769	8.511	19,20	2,0
Rhein-Sieg-Kreis	598.736	1.152,7	519	16.568	27,67	2,8
Siegen-Wittgenstein	282.681	1.132,1	250	12.153	42,99	4,4
Soest	304.167	1.327,8	229	14.046	46,18	4,7
Solingen	159.927	89,5	1.787	2.121	13,26	1,4
Städteregion Aachen	565.714	707,1	800	13.427	23,73	2,4
Steinfurt	443.357	1.794,7	247	23.622	53,28	5,4
Unna	411.806	542,9	758	9.505	23,08	2,4
Viersen	300.417	563,3	533	8.103	26,97	2,8
Warendorf	278.145	1.318,5	211	15.062	54,15	5,5
Wesel	468.619	1.042,7	449	10.642	22,71	2,3
Wuppertal	349.721	168,3	2.078	3.747	10,71	1,1

Daten: EnergieAgentur.NRW, IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 5: PV-Solarpotenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km²	Grundriss- fläche km²	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Aachen	258.664	160,91	10,67	2,7	401,90	225,08	477,00
Ahaus	38.952	151,22	3,69	1,0	148,60	83,22	178,80
Ahlen	53.414	123,01	3,52	0,9	135,20	75,69	163,00
Aldenhoven	13.922	44,09	0,82	0,2	30,80	17,26	36,30
Alfter	22.820	34,77	1,27	0,3	48,30	27,07	57,40
Alpen	12.772	59,61	1,19	0,3	48,20	27,01	57,70
Alsdorf	45.522	31,68	2,22	0,6	84,70	47,43	99,60
Altena	18.277	44,39	1,22	0,3	42,70	23,91	52,60
Altenbeken	9.269	76,16	0,63	0,1	21,60	12,08	26,40
Altenberge	10.248	62,96	0,88	0,2	36,00	20,18	43,30
Anröchte	10.456	73,72	1,07	0,3	38,00	21,26	46,40
Arnsberg	74.227	193,56	4,90	1,2	171,10	95,79	210,50
Ascheberg	14.956	106,26	1,38	0,4	54,50	30,52	66,20
Attendorn	24.693	97,90	1,74	0,4	61,30	34,34	75,60
Augustdorf	9.583	42,21	0,69	0,2	24,70	13,86	30,20
Bad Berleburg	19.814	275,32	1,62	0,4	55,00	30,82	68,00
Bad Driburg	18.959	115,22	1,48	0,3	50,60	28,33	62,10
Bad Honnef	25.213	48,17	1,35	0,3	48,60	27,21	58,30
Bad Laasphe	14.344	135,84	1,06	0,3	38,00	21,26	46,40
Bad Lippspringe	15.200	50,95	0,94	0,2	32,00	17,90	39,20
Bad Münstereifel	18.449	150,80	1,40	0,3	51,10	28,62	60,70
Bad Oeynhausen	48.300	64,77	3,72	0,9	134,70	75,45	163,40
Bad Salzuflen	53.893	99,97	3,73	0,9	134,60	75,38	164,30
Bad Sassendorf	11.700	63,41	0,99	0,2	34,70	19,42	42,40
Bad Wünnenberg	12.256	161,17	1,32	0,3	46,60	26,11	57,20
Baesweiler	27.898	27,77	1,24	0,3	45,50	25,49	53,60
Balve	11.955	74,77	0,84	0,2	27,80	15,56	34,40
Barntrup	8.910	59,41	0,75	0,2	27,40	15,32	33,50
Beckum	36.736	111,35	2,80	0,7	110,80	62,03	133,00
Bedburg	24.647	80,30	1,54	0,4	57,60	32,26	67,60
Bedburg-Hau	13.212	61,33	1,15	0,3	46,00	25,74	55,00
Beelen	6.287	31,34	0,73	0,2	30,20	16,93	36,50
Bergheim	62.129	96,37	3,57	0,9	139,80	78,32	163,60
Bergisch Gladbach	105.723	83,06	5,32	1,3	187,50	104,99	227,50
Bergkamen	50.587	44,85	2,49	0,6	88,30	49,47	107,50
Bergneustadt	19.584	37,88	1,11	0,3	39,20	21,94	47,90
Bestwig	11.285	69,44	0,77	0,2	24,60	13,79	30,60
Beverungen	14.147	98,03	1,29	0,3	47,10	26,36	57,00
Bielefeld	323.270	258,61	17,18	4,2	627,60	351,48	761,30
Billerbeck	11.522	91,30	1,28	0,4	53,10	29,71	64,00
Blankenheim	8.294	148,60	0,87	0,2	32,40	18,14	38,60
Blomberg	16.171	99,02	1,37	0,3	47,40	26,57	58,40
Bocholt	73.170	119,40	5,42	1,6	238,30	133,45	284,20
Bochum	374.737	145,62	16,23	3,8	564,80	316,30	691,40
Bönen	18.533	38,03	1,33	0,4	52,60	29,44	63,60
Bonn	324.899	141,01	12,73	3,0	452,60	253,47	543,10
Borchen	13.488	77,24	1,03	0,2	35,40	19,83	43,30
Borgentreich	9.092	138,82	1,25	0,3	46,50	26,06	56,30
Borgholzhausen	8.620	55,93	0,91	0,3	37,80	21,17	45,80
Borken	41.245	153,00	3,74	1,0	152,10	85,20	183,10
Bornheim	48.531	82,66	2,82	0,7	107,40	60,14	126,80
Bottrop	116.771	100,61	5,92	1,4	214,50	120,15	260,90
Brakel	16.886	173,77	1,62	0,4	57,50	32,22	70,30
Breckerfeld	9.265	59,06	0,59	0,1	20,90	11,70	25,80
Brilon	26.335	228,96	2,54	0,6	87,90	49,25	108,70
Brüggen	15.871	61,20	1,39	0,4	55,10	30,87	65,30

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 5: **PV-Solarpotenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene**

Gemeindename	EW	Fläche km ²	Grundriss- fläche km ²	Potenzial Modulflächen km ²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Brühl	44.260	36,11	2,09	0,5	79,50	44,53	93,50
Bünde	44.786	59,26	3,30	0,8	122,40	68,56	148,50
Burbach	14.443	79,66	1,15	0,3	45,30	25,36	54,10
Büren	21.500	170,85	2,06	0,5	74,80	41,90	91,60
Burscheid	18.603	27,30	1,07	0,3	38,70	21,70	47,00
Castrop-Rauxel	75.408	51,70	3,33	0,8	113,50	63,55	139,00
Coesfeld	36.345	141,29	3,11	0,8	122,20	68,44	147,60
Dahlem	4.116	95,18	0,44	0,1	16,20	9,04	19,40
Datteln	35.513	66,07	1,95	0,5	70,50	39,48	86,10
Delbrück	30.047	157,15	3,28	0,9	132,10	73,96	160,40
Detmold	72.758	129,31	4,57	1,0	153,00	85,66	188,10
Dinslaken	69.472	47,66	3,33	0,8	122,20	68,45	147,20
Dörentrup	8.219	49,76	0,66	0,2	23,40	13,10	28,70
Dormagen	62.961	85,45	3,40	0,9	134,30	75,22	159,50
Dorsten	76.775	171,18	4,67	1,2	174,80	97,86	211,80
Dortmund	580.444	280,51	24,07	5,7	845,40	473,43	1032,80
Drensteinfurt	15.395	106,54	1,33	0,4	52,20	29,23	63,40
Drolshagen	12.041	67,07	0,87	0,2	31,20	17,47	38,20
Duisburg	489.559	232,75	21,99	5,6	842,40	471,72	1007,60
Dülmen	46.762	184,73	3,64	0,9	137,90	77,22	167,80
Düren	92.820	85,01	5,20	1,3	205,30	114,96	242,20
Düsseldorfer	588.735	217,41	23,84	6,0	900,50	504,27	1077,20
Eitorf	19.386	69,83	1,25	0,3	45,40	25,40	54,90
Elsdorf	21.193	66,20	1,39	0,3	51,50	28,86	60,50
Emmerich am Rhein	29.571	80,48	2,41	0,6	97,10	54,37	115,00
Emsdetten	35.523	71,99	2,93	0,8	116,60	65,32	139,80
Engelskirchen	19.988	62,93	1,24	0,3	43,30	24,25	52,90
Enger	20.010	41,21	1,45	0,4	53,50	29,99	65,10
Ennepetal	30.486	57,71	2,04	0,5	75,70	42,40	92,70
Ennigerloh	19.701	125,82	1,92	0,5	77,70	43,50	93,70
Ense	12.656	51,08	0,98	0,2	35,50	19,90	43,40
Erftstadt	50.553	119,90	2,97	0,7	110,40	61,84	129,60
Erkelenz	44.457	117,35	3,32	0,8	126,20	70,69	148,10
Erkrath	45.963	26,88	1,88	0,5	68,30	38,23	82,60
Erndtebrück	7.205	70,94	0,66	0,2	24,40	13,66	29,90
Erwitte	15.710	89,34	1,59	0,4	59,30	33,19	71,90
Eschweiler	55.505	75,92	3,21	0,8	126,00	70,56	148,80
Eslohe (Sauerland)	9.149	113,30	0,82	0,2	27,00	15,14	33,60
Espelkamp	25.236	84,14	2,08	0,6	82,50	46,21	99,90
Essen	574.635	210,27	21,42	5,0	740,80	414,84	904,90
Euskirchen	55.620	139,45	3,77	0,9	144,20	80,77	169,00
Everswinkel	9.447	69,09	0,92	0,2	36,90	20,67	44,00
Extertal	12.081	92,43	1,18	0,3	43,50	24,37	53,00
Finnentrop	17.551	104,40	1,33	0,3	45,80	25,63	56,60
Frechen	49.939	45,10	2,94	0,8	120,50	67,50	140,70
Freudenberg	18.392	54,56	1,16	0,3	41,20	23,08	50,20
Fröndenberg/Ruhr	21.915	56,18	1,46	0,3	51,00	28,57	62,40
Gangelt	11.634	48,73	0,91	0,2	33,60	18,79	39,60
Geilenkirchen	28.253	83,23	2,00	0,5	76,00	42,55	89,30
Geldern	33.575	96,98	3,68	1,1	160,30	89,80	189,10
Gelsenkirchen	257.981	104,93	10,88	2,6	385,10	215,64	469,80
Gescher	17.185	80,88	1,55	0,4	62,50	35,01	75,50
Geseke	20.755	97,79	1,66	0,4	60,60	33,94	73,70
Gevensberg	31.518	26,33	1,74	0,4	62,10	34,76	76,20
Gladbeck	75.253	35,92	3,06	0,7	106,90	59,88	130,30
Goch	34.106	115,46	2,87	0,8	118,20	66,22	140,90
Grefrath	15.564	30,98	1,30	0,3	52,50	29,42	62,40

Potenzial Ertrag
GWh/a

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 5: PV-Solarpotenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km ²	Grundriss- fläche km ²	Potenzial Modulflächen km ²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Greven	36.044	140,16	2,83	0,8	114,40	64,08	137,50
Grevenbroich	63.891	102,49	3,82	1,0	151,40	84,81	177,60
Gronau (Westf.)	46.553	78,80	3,66	0,9	142,00	79,54	170,90
Gummersbach	51.309	95,46	3,00	0,7	102,30	57,27	125,30
Gütersloh	96.404	111,95	6,64	1,7	253,90	142,17	306,30
Haan	29.149	24,20	1,71	0,4	64,20	35,95	77,60
Hagen	188.529	160,40	9,33	2,3	330,00	184,79	405,30
Halle (Westf.)	21.081	69,64	1,75	0,5	68,30	38,27	82,60
Hallenberg	4.391	65,34	0,46	0,1	16,40	9,18	20,10
Haltern am See	37.763	159,01	2,16	0,5	77,00	43,12	93,90
Halver	16.717	77,18	1,18	0,3	42,80	23,98	52,70
Hamm	181.783	226,29	10,68	2,7	400,20	224,14	483,90
Hamminkeln	27.711	164,49	2,81	0,8	117,30	65,67	140,50
Harsewinkel	24.072	100,27	2,24	0,6	90,30	50,54	108,80
Hattingen	55.510	71,62	2,65	0,6	94,50	52,90	115,80
Havixbeck	11.801	53,19	0,88	0,2	33,30	18,67	40,40
Heek	8.341	69,40	0,94	0,3	37,90	21,24	45,90
Heiden	8.080	53,39	0,79	0,2	31,70	17,73	38,30
Heiligenhaus	26.659	27,52	1,41	0,4	53,30	29,83	64,50
Heimbach	4.440	64,95	0,35	0,1	12,10	6,80	14,70
Heinsberg	40.760	92,22	3,46	0,9	132,90	74,45	156,30
Hellenthal	8.235	137,83	0,82	0,2	30,80	17,23	37,10
Hemer	37.735	67,60	1,98	0,5	69,40	38,84	85,20
Hennef (Sieg)	46.114	105,85	2,82	0,7	102,50	57,38	123,90
Herdecke	24.428	22,39	1,09	0,3	36,60	20,50	45,10
Herford	64.088	79,11	4,46	1,1	165,80	92,85	201,40
Herne	164.762	51,40	6,28	1,5	213,60	119,63	261,70
Herscheid	7.216	59,39	0,52	0,1	18,10	10,11	22,30
Herten	62.235	37,31	2,88	0,7	100,80	56,46	123,10
Herzebrock-Clarholz	16.013	79,24	1,77	0,5	73,80	41,31	88,90
Herzogenrath	46.708	33,39	2,14	0,5	78,80	44,13	93,00
Hiddenhausen	19.846	23,85	1,41	0,3	51,00	28,57	62,00
Hilchenbach	15.520	81,06	0,98	0,2	33,80	18,90	41,40
Hilden	55.441	25,94	2,97	0,8	114,40	64,07	137,60
Hille	16.167	102,90	1,80	0,5	67,00	37,54	81,50
Holzwickede	17.180	22,35	1,04	0,3	37,30	20,87	45,50
Hopsten	7.585	99,78	0,99	0,3	39,60	22,15	48,20
Horn-Bad Meinberg	17.704	90,09	1,40	0,3	48,20	26,98	59,30
Hörstel	19.883	107,46	1,93	0,5	77,50	43,40	93,40
Horstmar	6.515	44,73	0,57	0,2	22,80	12,76	27,60
Hövelhof	15.980	70,70	1,46	0,4	57,00	31,89	69,30
Höxter	31.089	157,92	2,33	0,5	80,60	45,16	98,50
Hückelhoven	39.215	61,27	2,33	0,6	89,10	49,89	104,70
Hückeswagen	15.643	50,51	1,01	0,3	37,30	20,90	45,80
Hüllhorst	13.351	44,69	1,21	0,3	46,10	25,81	55,80
Hünxe	13.591	106,82	1,30	0,4	53,20	29,81	64,20
Hürtgenwald	8.668	88,04	0,65	0,2	23,70	13,30	28,60
Hürth	57.922	51,20	3,09	0,8	124,30	69,61	145,70
Ibbenbüren	51.522	108,81	3,61	0,9	136,30	76,31	164,60
Inden	6.853	35,94	0,54	0,1	20,30	11,37	24,00
Iserlohn	94.966	125,43	5,02	1,2	176,80	99,03	217,10
Isselburg	11.196	42,79	1,09	0,3	46,10	25,84	54,70
Issum	11.931	54,74	1,05	0,3	42,10	23,56	50,20
Jüchen	22.648	71,85	1,43	0,3	53,10	29,74	62,60
Jülich	33.060	90,33	2,43	0,6	95,80	53,67	112,50
Kaarst	42.001	37,40	2,03	0,5	75,70	42,38	90,00
Kalkar	13.829	88,21	1,31	0,4	53,40	29,92	63,90

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 5: PV-Solarpotenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km ²	Grundriss- fläche km ²	Potenzial Modulflächen km ²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Kall	11.817	66,01	0,99	0,2	37,50	21,01	44,80
Kalletal	14.514	112,34	1,27	0,3	45,00	25,18	54,90
Kamen	44.398	40,93	2,46	0,6	87,40	48,97	106,50
Kamp-Lintfort	38.394	63,16	2,17	0,6	84,00	47,04	100,10
Kempen	35.890	68,78	2,72	0,7	112,10	62,77	133,00
Kerken	12.650	58,17	1,06	0,3	41,00	22,94	48,90
Kerpen	64.602	113,90	3,75	1,0	148,90	83,37	173,80
Kevelaer	28.328	100,68	2,63	0,7	109,00	61,05	129,50
Kierspe	17.270	71,87	1,02	0,2	35,80	20,07	44,10
Kirchhundem	12.247	148,52	0,84	0,2	27,90	15,61	34,40
Kirchlengern	16.100	33,74	1,34	0,3	50,70	28,39	61,40
Kleve	49.477	97,76	3,13	0,8	121,50	68,04	144,30
Köln	1.007.119	404,91	39,76	10,1	1.521,80	852,23	1814,90
Königswinter	40.771	76,09	2,46	0,6	88,50	49,54	106,60
Korschenbroich	33.078	55,22	2,10	0,5	80,40	45,04	95,10
Kranenburg	9.963	76,91	0,96	0,3	38,60	21,60	45,90
Krefeld	235.076	137,76	12,66	3,3	500,10	280,05	591,90
Kreuzau	17.717	41,75	1,15	0,3	42,40	23,73	50,50
Kreuztal	30.995	71,04	2,22	0,6	81,70	45,74	99,70
Kürten	19.639	67,29	1,18	0,3	41,10	23,03	50,50
Ladbergen	6.383	52,29	0,67	0,2	26,80	15,01	32,50
Laer	6.289	35,25	0,57	0,1	22,30	12,51	27,00
Lage	35.169	75,94	2,36	0,6	82,60	46,25	101,20
Langenberg	8.048	38,28	0,80	0,2	33,10	18,55	39,90
Langenfeld (Rhld.)	59.160	41,12	3,54	0,9	137,10	76,79	164,60
Langerwehe	14.095	41,46	0,80	0,2	28,70	16,05	34,30
Legden	6.846	56,26	0,86	0,2	35,40	19,81	42,70
Leichlingen (Rhld.)	27.481	37,29	1,49	0,4	52,10	29,20	63,40
Lemgo	41.424	100,76	2,90	0,7	102,50	57,41	125,50
Lengerich	22.234	90,72	1,85	0,5	74,00	41,44	89,30
Lennestadt	27.115	135,47	1,69	0,4	56,70	31,73	70,10
Leopoldshöhe	16.113	36,91	1,21	0,3	45,50	25,48	55,50
Leverkusen	160.772	78,84	7,02	1,7	258,30	144,67	311,50
Lichtenau	10.925	192,43	1,20	0,3	42,90	24,03	52,40
Lienen	8.578	73,35	0,87	0,2	35,20	19,72	42,90
Lindlar	22.074	85,72	1,54	0,4	55,70	31,19	68,10
Linnich	13.468	65,51	1,12	0,3	42,00	23,52	49,30
Lippetal	12.289	126,52	1,23	0,3	48,00	26,90	58,50
Lippstadt	66.976	113,58	4,50	1,1	168,50	94,34	203,30
Lohmar	31.129	65,61	1,80	0,4	63,00	35,30	76,60
Löhne	40.199	59,47	3,33	0,9	127,40	71,37	154,00
Lotte	13.912	37,62	0,96	0,2	36,90	20,68	44,70
Lübbecke	25.796	64,98	2,19	0,6	82,80	46,37	99,90
Lüdenscheid	75.463	86,96	3,74	0,9	130,40	73,00	160,20
Lüdinghausen	24.195	140,46	2,17	0,6	84,50	47,33	103,00
Lügde	10.400	88,56	0,92	0,2	32,70	18,29	40,00
Lünen	87.530	59,39	4,20	1,0	150,30	84,16	183,00
Marienheide	13.758	54,95	0,86	0,2	29,80	16,70	36,60
Marienmünster	5.289	64,36	0,56	0,1	19,30	10,83	23,70
Marl	87.557	87,66	4,31	1,1	157,60	88,27	191,60
Marsberg	20.800	182,08	1,89	0,4	65,80	36,85	80,80
Mechemich	27.154	136,51	2,04	0,5	76,00	42,54	90,50
Meckenheim	24.241	34,90	1,55	0,4	60,40	33,84	71,80
Medebach	7.912	125,94	0,86	0,2	28,90	16,18	35,60
Meerbusch	54.318	64,38	2,75	0,7	100,10	56,04	119,70
Meinerzhagen	20.838	115,60	1,45	0,4	52,70	29,52	64,70
Menden(Sauerland)	55.496	86,05	3,15	0,8	110,90	62,10	136,10

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 5: PV-Solarpotenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km ²	Grundriss- fläche km ²	Potenzial Modulflächen km ²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Merzenich	9.769	37,90	0,64	0,2	24,40	13,66	28,60
Meschede	30.823	218,30	2,38	0,5	79,50	44,53	98,70
Metelen	6.329	40,26	0,59	0,2	23,00	12,88	27,90
Mettingen	12.105	40,58	0,96	0,2	36,80	20,62	44,70
Mettmann	39.300	42,51	1,96	0,5	72,80	40,75	88,20
Minden	82.114	101,03	5,82	1,4	210,50	117,88	254,70
Moers	105.506	67,69	5,25	1,3	194,80	109,10	232,60
Möhnesee	11.393	123,45	0,97	0,2	32,90	18,42	40,50
Mönchengladbach	257.993	170,49	13,32	3,4	514,70	288,25	607,10
Monheim am Rhein	43.063	23,03	1,73	0,4	65,60	36,76	78,60
Monschau	12.443	94,64	1,08	0,3	38,20	21,38	46,50
Morsbach	11.042	55,93	0,82	0,2	29,90	16,73	36,30
Much	14.893	78,05	1,08	0,3	37,60	21,08	46,00
Mülheim a. d. Ruhr	167.344	91,24	7,88	2,0	293,50	164,39	355,00
Münster	279.803	303,17	14,29	3,5	530,00	296,82	637,50
Nachrodt-Wiblingw.	6.724	29,00	0,38	0,1	12,80	7,19	15,90
Netphen	24.101	137,25	1,60	0,4	57,70	32,31	70,40
Nettersheim	7.687	94,36	0,68	0,2	24,80	13,87	29,50
Nettetal	41.736	83,87	3,42	0,9	136,60	76,51	162,10
Neuenkirchen	13.774	48,42	1,14	0,3	44,50	24,90	53,50
Neuenrade	12.146	54,06	0,80	0,2	27,20	15,26	33,70
Neukirchen-Vluyn	27.579	43,48	1,61	0,4	61,50	34,45	73,50
Neunkirchen	13.691	39,79	1,03	0,3	40,10	22,43	48,30
Neunk.-Seelscheid	20.634	50,55	1,30	0,3	43,80	24,51	53,30
Neuss	151.388	99,52	7,51	2,0	301,70	168,95	356,30
Nideggen	10.625	65,04	0,71	0,2	24,70	13,82	29,70
Niederkassel	37.552	35,77	1,75	0,4	63,60	35,60	76,20
Niederkrüchten	15.336	67,08	1,39	0,4	53,90	30,17	64,10
Niederzier	14.003	63,41	1,00	0,3	39,10	21,90	45,80
Nieheim	6.557	79,64	0,71	0,2	24,40	13,65	30,00
Nordkirchen	10.434	52,40	0,89	0,2	34,60	19,35	42,00
Nordwalde	9.373	51,56	0,84	0,2	34,10	19,10	41,00
Nörvenich	11.045	66,18	0,78	0,2	29,40	16,46	34,70
Nottuln	19.871	85,63	1,60	0,4	61,40	34,40	74,40
Nümbrecht	17.226	71,76	1,16	0,3	40,10	22,46	48,90
Oberhausen	212.945	77,08	8,69	2,1	308,50	172,77	373,90
Ochtrup	19.430	105,60	1,88	0,5	75,30	42,20	91,20
Odenthal	15.766	39,87	0,83	0,2	27,20	15,26	33,40
Oelde	29.276	102,35	2,40	0,6	96,00	53,74	115,30
Oer-Erkenschwick	30.312	38,65	1,45	0,4	52,00	29,12	63,40
Oerlinghausen	16.670	32,67	0,98	0,2	34,40	19,28	42,00
Olfen	12.215	52,40	0,93	0,2	35,30	19,75	43,20
Olpe	25.409	85,81	1,59	0,4	55,70	31,20	68,30
Olsberg	15.102	117,89	1,16	0,3	37,40	20,92	46,40
Ostbevern	10.569	89,58	1,06	0,3	43,10	24,15	52,40
Overath	26.990	68,84	1,70	0,4	62,00	34,72	75,40
Paderborn	146.283	179,47	9,02	2,2	329,00	184,21	400,20
Petershagen	25.750	211,75	2,97	0,7	110,80	62,05	134,90
Plettenberg	26.321	96,68	1,94	0,5	68,70	38,49	84,70
Porta Westfalica	35.122	105,12	3,05	0,8	111,50	62,43	135,50
Pr. Oldendorf	12.862	68,69	1,31	0,3	49,70	27,81	60,30
Pulheim	53.769	72,14	2,99	0,7	112,10	62,77	132,90
Radevormwald	22.526	53,82	1,44	0,4	53,20	29,81	65,20
Raesfeld	11.016	57,94	1,01	0,3	40,70	22,80	49,10
Rahden	15.636	137,39	2,02	0,6	81,40	45,59	99,30
Ratingen	91.088	88,70	4,55	1,2	172,20	96,46	207,70
Recke	11.578	53,62	0,98	0,3	37,70	21,12	45,80

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 5: PV-Solarpotenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km ²	Grundriss- fläche km ²	Potenzial Modulflächen km ²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Recklinghausen	118.365	66,45	5,04	1,2	171,20	95,86	209,50
Rees	22.267	109,81	1,79	0,5	72,40	40,54	86,50
Reichshof	19.526	114,61	1,46	0,4	51,70	28,93	63,00
Reken	14.094	78,72	1,35	0,4	53,70	30,06	65,00
Remscheid	110.563	74,52	5,69	1,4	207,60	116,25	252,80
Rheda-Wiedenbrück	47.316	86,66	3,50	0,9	139,70	78,22	167,70
Rhede	19.388	78,81	1,64	0,4	66,80	37,43	80,20
Rheinbach	27.392	69,69	1,67	0,4	61,70	34,54	73,30
Rheinberg	31.587	75,20	2,19	0,6	86,60	48,51	103,20
Rheine	76.530	144,92	5,13	1,3	195,20	109,31	234,80
Rheurdt	6.736	30,02	0,52	0,1	20,30	11,34	24,20
Rietberg	28.868	110,20	3,24	0,9	134,40	75,27	162,10
Rödinghausen	9.862	36,25	1,00	0,3	40,40	22,63	48,90
Roetgen	8.250	39,04	0,54	0,1	19,10	10,68	23,00
Rommerskirchen	13.001	60,09	0,93	0,2	34,60	19,40	41,10
Rosendahl	10.905	94,46	1,24	0,3	50,10	28,03	60,50
Rösrath	27.288	38,82	1,42	0,3	48,90	27,38	59,40
Ruppichterath	10.631	61,94	0,72	0,2	25,40	14,20	30,80
Rüthen	10.510	158,07	1,37	0,3	48,70	27,27	59,80
Saerbeck	7.302	59,05	0,69	0,2	27,90	15,64	33,80
Salzkotten	24.868	109,69	2,14	0,5	79,70	44,64	96,90
Sankt Augustin	55.442	34,21	2,67	0,6	95,20	53,30	114,80
Sassenberg	14.240	78,02	1,43	0,4	57,80	32,34	69,90
Schalksmühle	11.135	38,07	0,73	0,2	25,50	14,27	31,40
Schermbach	13.683	110,70	1,41	0,4	57,60	32,28	69,60
Schieder-Schwalenb.	8.779	60,03	0,70	0,2	24,00	13,45	29,50
Schlangen	8.770	75,88	0,61	0,1	20,50	11,49	25,20
Schleiden	13.287	121,67	1,16	0,3	42,20	23,63	51,00
Schloß Holte-Stuken.	26.156	67,46	2,09	0,5	78,80	44,12	95,90
Schmallenberg	25.281	302,86	2,10	0,5	68,00	38,05	84,40
Schöppingen	8.398	68,76	0,94	0,3	39,70	22,22	48,00
Schwalmtal	19.012	48,12	1,44	0,4	55,00	30,79	65,40
Schwelm	28.614	20,46	1,56	0,4	57,10	31,95	69,90
Schwerte	48.259	56,19	2,65	0,6	93,50	52,37	114,80
Selfkant	10.245	42,09	0,87	0,2	30,90	17,30	36,60
Selm	27.001	60,37	1,72	0,4	62,40	34,95	76,20
Senden	20.778	109,36	1,75	0,5	69,50	38,94	84,30
Sendenhorst	13.236	96,91	1,22	0,3	49,00	27,45	59,30
Siegburg	39.746	23,65	1,94	0,5	69,40	38,87	83,90
Siegen	103.424	114,64	5,65	1,4	200,70	112,41	244,90
Simmerath	15.557	110,89	1,27	0,3	44,70	25,05	54,30
Soest	48.579	85,75	3,25	0,8	120,10	67,25	145,90
Solingen	159.927	89,51	7,31	1,8	261,20	146,25	316,50
Sonsbeck	8.596	55,41	0,98	0,3	42,00	23,50	50,10
Spence	14.847	40,32	1,13	0,3	42,30	23,67	51,40
Sprockhövel	25.408	47,94	1,58	0,4	56,00	31,35	68,70
Stadtlohn	20.631	79,15	1,90	0,5	76,30	42,71	91,60
Steinfurt	33.901	111,62	2,56	0,7	98,20	55,01	118,50
Steinhagen	19.766	56,37	1,48	0,4	57,20	32,03	69,20
Steinheim	13.169	75,62	1,28	0,3	46,60	26,12	57,30
Stemwede	13.819	166,00	2,21	0,6	88,40	49,49	107,80
Stolberg (Rhld.)	57.474	98,51	3,11	0,8	117,90	66,02	140,70
Straelen	15.374	74,04	3,16	1,0	148,40	83,13	174,30
Südlohn	9.009	45,51	1,10	0,3	46,10	25,84	55,30
Sundern (Sauerland)	28.730	193,09	2,40	0,6	83,90	46,96	103,50
Swisttal	18.215	62,21	1,19	0,3	43,00	24,10	51,20
Tecklenburg	9.159	70,44	0,81	0,2	31,40	17,57	38,20

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 5: PV-Solarpotenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km ²	Grundriss- fläche km ²	Potenzial Modulflächen km ²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Telgte	19.114	90,78	1,63	0,4	64,60	36,18	78,10
Titz	8.252	68,51	0,77	0,2	28,30	15,83	33,30
Tönisvorst	29.699	44,33	2,00	0,5	80,70	45,20	95,80
Troisdorf	75.369	61,94	3,89	1,0	150,30	84,17	180,10
Übach-Palenberg	24.779	26,12	1,34	0,3	50,50	28,29	59,30
Uedem	8.218	60,87	0,87	0,2	36,20	20,28	43,40
Unna	66.502	88,52	4,06	1,0	152,00	85,10	184,50
Velbert	84.033	74,88	4,40	1,1	164,30	92,01	199,70
Velen	12.978	70,74	1,19	0,3	48,10	26,94	58,10
Verl	24.984	71,32	2,41	0,7	97,00	54,30	117,50
Versmold	20.985	85,75	2,09	0,6	84,50	47,31	102,30
Vettweiß	8.975	83,13	0,66	0,2	23,70	13,28	28,10
Viersen	75.360	91,11	4,95	1,3	193,40	108,32	229,60
Vlotho	19.282	76,86	1,71	0,4	65,80	36,83	80,00
Voerde	37.406	53,47	2,32	0,6	89,70	50,25	107,10
Vreden	22.551	135,81	2,37	0,7	97,80	54,77	117,80
Wachtberg	20.202	49,60	1,19	0,3	41,50	23,25	50,00
Wachtendonk	7.888	48,15	0,85	0,2	36,30	20,35	43,30
Wadersloh	12.596	116,97	1,43	0,4	59,10	33,09	71,50
Waldröhl	19.333	63,27	1,33	0,3	47,80	26,77	58,00
Waldfrecht	9.196	30,29	0,80	0,2	29,10	16,27	34,30
Waltrop	29.636	47,06	1,41	0,3	49,20	27,57	60,30
Warburg	23.436	168,69	2,29	0,6	85,00	47,58	103,10
Warendorf	38.134	176,79	3,47	0,9	136,60	76,52	165,10
Warstein	27.170	157,95	2,12	0,5	71,80	40,23	88,60
Wassenberg	17.297	42,44	1,10	0,3	40,40	22,60	47,80
Weeze	10.682	79,49	1,13	0,3	47,90	26,84	57,10
Wegberg	29.100	84,34	2,20	0,5	82,30	46,10	97,50
Weilerswist	16.298	57,16	1,13	0,3	43,00	24,08	50,60
Welper	12.419	85,56	1,06	0,3	38,00	21,27	46,40
Wenden	19.905	72,52	1,33	0,3	48,50	27,18	59,10
Werdohl	18.706	33,36	1,13	0,3	40,40	22,62	49,80
Werl	31.655	76,33	2,38	0,6	89,00	49,86	107,90
Wermelskirchen	35.437	74,74	2,09	0,5	74,20	41,54	90,50
Werne	29.901	76,12	2,24	0,6	87,50	48,98	105,90
Werther (Westf.)	11.453	35,38	0,94	0,3	37,30	20,90	45,30
Wesel	60.750	122,56	4,11	1,1	161,00	90,16	191,60
Wesseling	35.116	23,37	2,07	0,6	85,20	47,73	100,50
Westerkappeln	11.190	85,81	1,14	0,3	46,20	25,88	56,20
Wetter (Ruhr)	28.113	31,52	1,58	0,4	55,60	31,14	68,30
Wettringen	7.970	57,68	0,86	0,2	34,10	19,07	41,30
Wickede (Ruhr)	11.899	25,16	0,88	0,2	33,80	18,95	41,20
Wiehl	25.645	53,18	1,85	0,5	67,10	37,60	81,60
Willebadessen	8.516	128,31	0,90	0,2	31,70	17,76	38,80
Willich	51.949	67,81	3,46	0,9	137,90	77,23	163,40
Wilnsdorf	20.752	71,99	1,41	0,3	50,80	28,46	61,80
Windeck	20.455	107,20	1,44	0,3	50,10	28,06	60,90
Winterberg	13.566	147,86	1,17	0,3	37,50	21,02	46,50
Wipperfurth	23.186	118,31	1,65	0,4	60,20	33,72	74,00
Witten	98.233	72,37	4,88	1,2	174,80	97,90	214,00
Wülfrath	21.299	32,24	1,24	0,3	47,90	26,82	58,00
Wuppertal	349.721	168,29	14,27	3,4	503,80	282,12	614,60
Würselen	37.693	34,39	2,03	0,5	79,40	44,49	93,70
Xanten	21.572	72,44	1,58	0,4	62,10	34,76	74,10
Zülpich	20.005	100,99	1,62	0,4	60,30	33,76	71,40

Datengrundlage: IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 6: PV-Solarpotenzial auf Dachflächen auf Kreisebene

Kreisname	EW	Fläche km²	Grundriss- fläche km²	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Bielefeld	323.270	258,60	17,18	4,23	627,6	351,48	761,30
Bochum	374.737	145,62	16,23	3,84	564,8	316,30	691,40
Bonn	324.899	141,01	12,73	3,02	452,6	253,47	543,10
Borken	369.633	1420,55	33,25	9,11	1363,9	763,80	1639,00
Bottrop	116.771	100,61	5,92	1,45	214,5	120,15	260,90
Coesfeld	219.784	1111,47	18,89	4,96	736,3	412,35	893,30
Dortmund	580.444	280,51	24,07	5,74	845,4	473,43	1032,80
Duisburg	489.559	232,75	21,99	5,60	842,4	471,72	1007,60
Düren	267.712	941,25	17,60	4,40	670,7	375,60	792,60
Düsseldorf	588.735	217,41	23,84	5,98	900,5	504,27	1077,20
Ennepe-Ruhr-Kreis	331.575	409,40	17,71	4,31	633,2	354,59	776,50
Essen	574.635	210,27	21,42	5,03	740,8	414,84	904,90
Euskirchen	190.962	1248,56	14,91	3,69	558,4	312,70	663,40
Gelsenkirchen	257.981	104,93	10,88	2,61	385,1	215,64	469,80
Gütersloh	353.766	968,46	29,87	7,96	1186,0	664,16	1432,20
Hagen	188.529	160,40	9,33	2,25	330,0	184,79	405,30
Hamm	181.783	226,29	10,68	2,69	400,2	224,14	483,90
Heinsberg	254.936	628,08	18,35	4,52	690,9	386,92	813,60
Herford	249.020	450,10	19,12	4,85	719,4	402,85	872,70
Herne	164.762	51,40	6,28	1,45	213,6	119,63	261,70
Hochsauerlandkreis	267.601	1958,58	21,45	5,00	728,0	407,66	899,50
Höxter	147.140	1200,38	13,72	3,32	489,4	274,07	597,20
Kleve	307.807	1233,08	28,56	7,84	1188,8	665,71	1411,50
Köln	1.007.119	404,91	39,76	10,08	1521,8	852,23	1814,90
Krefeld	235.076	137,76	12,66	3,29	500,1	280,05	591,90
Leverkusen	160.772	78,84	7,02	1,73	258,3	144,67	311,50
Lippe	351.158	1245,28	25,30	6,05	889,4	498,05	1089,50
Märkischer Kreis	430.965	1060,41	25,10	6,03	882,0	493,94	1084,60
Mettmann	495.155	407,03	25,38	6,44	960,1	537,66	1159,20
Minden-Lübbecke	314.153	1151,45	28,37	7,18	1065,4	596,63	1293,10
Mönchengladbach	257.993	170,49	13,32	3,37	514,7	288,25	607,10
Mülheim a.d. Ruhr	167.344	91,24	7,88	1,97	293,5	164,39	355,00
Münster	279.803	303,17	14,29	3,54	530,0	296,82	637,50
Oberbergischer Kreis	280.840	918,34	18,47	4,46	657,6	368,26	803,70
Oberhausen	212.945	77,08	8,69	2,08	308,5	172,77	373,90
Olpe	138.961	711,69	9,39	2,23	327,1	183,16	402,10
Paderborn	299.816	1245,82	23,07	5,76	851,0	476,56	1037,00
Recklinghausen	628.817	761,01	30,26	7,27	1073,5	601,17	1309,00
Remscheid	110.563	74,52	5,69	1,40	207,6	116,25	252,80
Rhein-Erft-Kreis	464.130	704,59	26,41	6,71	1030,0	576,78	1208,40
Rheinisch-Bergischer Kreis	276.927	437,21	15,11	3,60	531,8	297,81	647,20
Rhein-Kreis Neuss	443.286	576,40	23,97	6,12	931,4	521,57	1101,80
Rhein-Sieg-Kreis	598.736	1152,70	34,15	8,31	1245,6	697,54	1496,50
Siegen-Wittgenstein	282.681	1132,10	18,54	4,53	668,6	374,43	814,90
Soest	304.167	1327,76	24,05	5,94	878,9	492,20	1070,00
Solingen	159.927	89,51	7,31	1,76	261,2	146,25	316,50
Städteregion Aachen	565.714	707,13	27,52	6,83	1036,2	580,30	1230,20
Steinfurt	443.357	1794,68	36,23	9,54	1423,0	796,86	1717,50
Unna	411.806	542,93	23,65	5,83	862,3	482,87	1049,80
Viersen	300.417	563,28	22,07	5,78	877,3	491,28	1041,20
Warendorf	278.145	1318,54	23,87	6,37	949,1	531,52	1145,80
Wesel	468.619	1042,69	30,24	7,84	1180,3	660,97	1411,50
Wuppertal	349.721	168,29	14,27	3,41	503,8	282,12	614,60

Datengrundlage: IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 7: PV-Solarpotenzial auf Freiflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km²	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Aachen	258.664	160,91	1,67	263,0	147,81	299,85
Ahaus	38.952	151,22	0,64	102,3	57,49	114,89
Ahlen	53.414	123,01	0,59	94,1	52,88	106,74
Aldenhoven	13.922	44,09	0,60	99,4	55,86	107,74
Alfter	22.820	34,77	0,29	47,9	26,92	52,87
Alpen	12.772	59,61	0,67	110,5	62,10	121,05
Alsdorf	45.522	31,68	0,35	57,2	32,15	63,09
Altena	18.277	44,39	0,11	16,0	8,99	19,03
Altenbeken	9.269	76,16	0,20	31,4	17,65	35,89
Altenberge	10.248	62,96	0,43	70,5	39,62	77,52
Anröchte	10.456	73,72	0,64	102,6	57,66	116,08
Arnsberg	74.227	193,56	0,70	107,0	60,13	125,70
Ascheberg	14.956	106,26	0,82	133,5	75,03	148,44
Attendorn	24.693	97,90	0,18	27,7	15,57	33,23
Augustdorf	9.583	42,21	0,05	7,3	4,10	8,80
Bad Berleburg	19.814	275,32	0,22	33,7	18,94	39,62
Bad Driburg	18.959	115,22	0,51	80,8	45,41	92,58
Bad Honnef	25.213	48,17	0,22	35,3	19,84	39,55
Bad Laasphe	14.344	135,84	0,60	94,7	53,22	108,32
Bad Lippspringe	15.200	50,95	0,06	9,7	5,45	11,61
Bad Münstereifel	18.449	150,80	0,19	30,9	17,37	34,32
Bad Oeynhausen	48.300	64,77	0,40	61,6	34,62	71,49
Bad Salzuflen	53.893	99,97	0,71	111,6	62,72	127,71
Bad Sassendorf	11.700	63,41	0,10	14,9	8,37	17,36
Bad Wünnenberg	12.256	161,17	0,57	88,8	49,91	101,81
Baesweiler	27.898	27,77	0,11	17,3	9,72	19,43
Balve	11.955	74,77	0,33	51,2	28,77	59,79
Barntrup	8.910	59,41	0,36	56,1	31,53	64,24
Beckum	36.736	111,35	1,36	219,9	123,58	245,52
Bedburg	24.647	80,30	0,92	152,1	85,48	165,41
Bedburg-Hau	13.212	61,33	0,22	35,2	19,78	38,82
Beelen	6.287	31,34	0,31	49,8	27,99	55,38
Bergheim	62.129	96,37	1,17	193,8	108,92	210,27
Bergisch Gladbach	105.723	83,06	0,30	45,2	25,40	53,51
Bergkamen	50.587	44,85	0,77	122,0	68,56	139,04
Bergneustadt	19.584	37,88	0,08	12,6	7,08	15,01
Bestwig	11.285	69,44	0,19	29,4	16,52	34,70
Beverungen	14.147	98,03	0,44	70,1	39,40	80,02
Bielefeld	323.270	258,61	1,91	300,6	168,94	344,58
Billerbeck	11.522	91,30	0,42	69,1	38,83	76,06
Blankenheim	8.294	148,60	0,08	13,2	7,42	15,10
Blomberg	16.171	99,02	0,10	15,1	8,49	18,17
Bocholt	73.170	119,40	0,58	93,8	52,72	105,06
Bochum	374.737	145,62	1,87	285,4	160,39	336,72
Bönen	18.533	38,03	0,63	99,2	55,75	112,66
Bonn	324.899	141,01	1,16	184,2	103,52	208,64
Borchen	13.488	77,24	0,37	58,3	32,76	66,12
Borgentreich	9.092	138,82	0,08	12,6	7,08	14,69
Borgholzhausen	8.620	55,93	0,50	81,0	45,52	90,58
Borken	41.245	153,00	0,54	87,2	49,01	98,09
Bornheim	48.531	82,66	1,24	204,9	115,15	222,48
Bottrop	116.771	100,61	1,18	186,3	104,70	212,65
Brakel	16.886	173,77	0,50	78,3	44,00	89,57
Breckerfeld	9.265	59,06	0,01	1,8	1,01	2,20
Brilon	26.335	228,96	0,57	87,2	49,01	102,69
Brüggen	15.871	61,20	0,15	23,9	13,43	26,88

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 7: PV-Solarpotenzial auf Freiflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km ²	Potenzial Modulflächen km ²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Brühl	44.260	36,11	0,66	109,9	61,76	119,60
Bünde	44.786	59,26	0,80	127,3	71,54	143,44
Burbach	14.443	79,66	0,29	46,1	25,91	52,19
Büren	21.500	170,85	0,51	80,0	44,96	91,93
Burscheid	18.603	27,30	0,19	30,0	16,86	34,20
Castrop-Rauxel	75.408	51,70	0,67	105,7	59,40	121,39
Coesfeld	36.345	141,29	1,13	181,7	102,12	203,60
Dahlem	4.116	95,18	0,16	26,7	15,01	29,34
Datteln	35.513	66,07	0,29	45,2	25,40	51,96
Delbrück	30.047	157,15	0,15	23,8	13,38	27,67
Detmold	72.758	129,31	0,58	89,4	50,24	104,72
Dinslaken	69.472	47,66	0,60	95,2	53,50	107,61
Dörentrup	8.219	49,76	0,29	46,2	25,96	53,04
Dormagen	62.961	85,45	1,23	198,1	111,33	220,77
Dorsten	76.775	171,18	1,73	276,0	155,11	312,03
Dortmund	580.444	280,51	4,17	643,5	361,65	750,03
Drensteinfurt	15.395	106,54	0,68	108,7	61,09	121,63
Drolshagen	12.041	67,07	0,17	27,0	15,17	31,27
Duisburg	489.559	232,75	3,71	586,3	329,50	667,53
Dülmen	46.762	184,73	1,44	231,4	130,05	259,95
Düren	92.820	85,01	1,57	257,1	144,49	283,22
Düsseldorf	588.735	217,41	2,36	372,7	209,46	425,06
Eitorf	19.386	69,83	0,17	26,3	14,78	29,98
Elsdorf	21.193	66,20	0,39	64,1	36,02	69,60
Emmerich am Rhein	29.571	80,48	1,00	163,8	92,06	179,45
Emsdetten	35.523	71,99	0,33	53,3	29,95	60,19
Engelskirchen	19.988	62,93	0,18	27,1	15,23	31,56
Enger	20.010	41,21	0,08	13,0	7,31	15,22
Ennepetal	30.486	57,71	0,09	12,8	7,19	15,52
Ennigerloh	19.701	125,82	0,76	122,4	68,79	136,21
Ense	12.656	51,08	0,10	14,9	8,37	17,43
Erftstadt	50.553	119,90	1,08	180,3	101,33	195,22
Erkelenz	44.457	117,35	1,16	191,2	107,45	208,73
Erkrath	45.963	26,88	0,30	48,3	27,14	54,89
Erndtebrück	7.205	70,94	0,30	47,4	26,64	54,46
Erwitte	15.710	89,34	0,48	75,5	42,43	85,55
Eschweiler	55.505	75,92	1,50	245,0	137,69	269,13
Eslohe (Sauerland)	9.149	113,30	0,07	9,7	5,45	11,85
Espelkamp	25.236	84,14	0,33	52,5	29,51	59,29
Essen	574.635	210,27	2,17	333,3	187,31	391,34
Euskirchen	55.620	139,45	1,80	296,5	166,63	323,10
Everswinkel	9.447	69,09	0,07	11,5	6,46	13,08
Extertal	12.081	92,43	0,13	19,4	10,90	22,55
Finnentrop	17.551	104,40	0,27	41,3	23,21	49,05
Frechen	49.939	45,10	0,93	153,6	86,32	167,36
Freudenberg	18.392	54,56	0,14	20,7	11,63	24,45
Fröndenberg/Ruhr	21.915	56,18	0,68	107,6	60,47	122,78
Gangelt	11.634	48,73	0,10	16,7	9,39	18,63
Geilenkirchen	28.253	83,23	0,69	113,8	63,96	123,32
Geldern	33.575	96,98	0,54	87,6	49,23	97,23
Gelsenkirchen	257.981	104,93	1,91	294,4	165,45	343,42
Gescher	17.185	80,88	0,73	117,6	66,09	131,25
Geseke	20.755	97,79	0,38	59,6	33,50	67,67
Gevensberg	31.518	26,33	0,19	28,4	15,96	33,47
Gladbeck	75.253	35,92	0,63	98,0	55,08	112,85
Goch	34.106	115,46	0,86	141,0	79,24	155,46
Grefrath	15.564	30,98	0,07	11,3	6,35	13,01

Potenzial Ertrag in
GWh/a

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 7: PV-Solarpotenzial auf Freiflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km²	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _P
Greven	36.044	140,16	0,75	121,2	68,11	134,46
Grevenbroich	63.891	102,49	1,58	259,3	145,73	284,69
Gronau (Westf.)	46.553	78,80	0,61	97,2	54,63	109,84
Gummersbach	51.309	95,46	0,31	46,7	26,25	55,42
Gütersloh	96.404	111,95	1,09	172,6	97,00	195,58
Haan	29.149	24,20	0,41	65,6	36,87	73,84
Hagen	188.529	160,40	1,03	156,4	87,90	185,08
Halle (Westf.)	21.081	69,64	0,18	27,8	15,62	31,96
Hallenberg	4.391	65,34	0,05	8,2	4,61	9,64
Haltern am See	37.763	159,01	0,88	139,8	78,57	158,18
Halver	16.717	77,18	0,11	17,1	9,61	20,06
Hamm	181.783	226,29	3,32	527,2	296,29	597,48
Hamminkeln	27.711	164,49	1,18	193,1	108,52	212,64
Harsewinkel	24.072	100,27	0,74	118,9	66,82	132,93
Hattingen	55.510	71,62	0,39	60,7	34,11	70,44
Havixbeck	11.801	53,19	0,54	88,1	49,51	96,82
Heek	8.341	69,40	0,56	90,8	51,03	100,73
Heiden	8.080	53,39	0,22	35,2	19,78	39,34
Heiligenhaus	26.659	27,52	0,12	18,5	10,40	21,50
Heimbach	4.440	64,95	0,04	5,5	3,09	6,31
Heinsberg	40.760	92,22	0,72	118,7	66,71	129,79
Hellenthal	8.235	137,83	0,09	14,8	8,32	16,87
Hemer	37.735	67,60	0,28	43,5	24,45	50,47
Hennef (Sieg)	46.114	105,85	0,26	41,3	23,21	47,35
Herdecke	24.428	22,39	0,09	14,0	7,87	16,68
Herford	64.088	79,11	0,65	101,7	57,16	116,58
Herne	164.762	51,40	0,71	108,1	60,75	127,26
Herscheid	7.216	59,39	0,04	5,6	3,15	6,75
Herten	62.235	37,31	0,59	92,8	52,15	106,75
Herzebrock-Clarholz	16.013	79,24	0,39	62,3	35,01	69,68
Herzogenrath	46.708	33,39	0,22	34,6	19,45	38,74
Hiddenhausen	19.846	23,85	0,16	25,6	14,39	29,33
Hilchenbach	15.520	81,06	0,21	32,3	18,15	37,52
Hilden	55.441	25,94	0,31	49,4	27,76	56,51
Hille	16.167	102,90	0,53	84,9	47,71	95,68
Holzwickede	17.180	22,35	0,30	47,4	26,64	54,30
Hopsten	7.585	99,78	0,04	5,9	3,32	6,92
Horn-Bad Meinberg	17.704	90,09	0,31	48,3	27,14	56,10
Hörstel	19.883	107,46	0,78	126,8	71,26	141,01
Horstmar	6.515	44,73	0,03	4,4	2,47	5,03
Hövelhof	15.980	70,70	0,48	76,2	42,82	85,97
Höxter	31.089	157,92	0,50	77,9	43,78	89,53
Hückelhoven	39.215	61,27	0,78	129,7	72,89	141,15
Hückeswagen	15.643	50,51	0,07	10,2	5,73	12,04
Hüllhorst	13.351	44,69	0,07	10,9	6,13	12,75
Hünxe	13.591	106,82	0,61	100,0	56,20	110,31
Hürtgenwald	8.668	88,04	0,12	19,9	11,18	22,40
Hürth	57.922	51,20	0,97	159,2	89,47	173,76
Ibbenbüren	51.522	108,81	1,42	228,9	128,64	256,12
Inden	6.853	35,94	0,19	31,3	17,59	34,51
Iserlohn	94.966	125,43	0,69	107,1	60,19	124,63
Isselburg	11.196	42,79	0,18	28,7	16,13	31,89
Issum	11.931	54,74	0,16	26,5	14,89	29,46
Jüchen	22.648	71,85	0,56	92,7	52,10	101,10
Jülich	33.060	90,33	1,08	179,6	100,94	194,81
Kaarst	42.001	37,40	0,64	105,0	59,01	115,76
Kalkar	13.829	88,21	0,09	14,1	7,92	16,16

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 7: PV-Solarpotenzial auf Freiflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km²	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Kall	11.817	66,01	0,20	31,3	17,59	35,11
Kalletal	14.514	112,34	0,09	13,4	7,53	15,84
Kamen	44.398	40,93	0,83	131,6	73,96	150,22
Kamp-Lintfort	38.394	63,16	0,61	98,4	55,30	109,55
Kempen	35.890	68,78	0,70	114,6	64,41	126,54
Kerken	12.650	58,17	0,72	117,3	65,92	128,74
Kerpen	64.602	113,90	1,49	247,3	138,98	267,31
Kevelaer	28.328	100,68	0,47	77,3	43,44	85,36
Kierspe	17.270	71,87	0,13	20,1	11,30	23,42
Kirchhundem	12.247	148,52	0,15	23,4	13,15	27,51
Kirchlengern	16.100	33,74	0,37	58,9	33,10	66,00
Kleve	49.477	97,76	0,27	43,4	24,39	48,98
Köln	1.007.119	404,91	5,68	905,8	509,06	1022,51
Königswinter	40.771	76,09	0,50	80,7	45,35	89,22
Korschenbroich	33.078	55,22	0,36	58,5	32,88	64,89
Kranenburg	9.963	76,91	0,06	8,8	4,95	10,09
Krefeld	235.076	137,76	1,88	302,1	169,78	338,65
Kreuzau	17.717	41,75	0,11	17,5	9,84	19,86
Kreuztal	30.995	71,04	0,33	50,9	28,61	59,70
Kürten	19.639	67,29	0,06	8,8	4,95	10,50
Ladbergen	6.383	52,29	0,20	33,1	18,60	36,81
Laer	6.289	35,25	0,04	6,4	3,60	7,30
Lage	35.169	75,94	0,67	105,2	59,12	120,17
Langenberg	8.048	38,28	0,04	6,5	3,65	7,46
Langenfeld (Rhld.)	59.160	41,12	0,83	133,0	74,75	149,91
Langerwehe	14.095	41,46	0,47	77,5	43,56	84,75
Legden	6.846	56,26	0,30	48,3	27,14	53,66
Leichlingen (Rhld.)	27.481	37,29	0,15	24,1	13,54	27,71
Lemgo	41.424	100,76	0,42	64,4	36,19	74,87
Lengerich	22.234	90,72	0,71	113,6	63,84	127,20
Lennestadt	27.115	135,47	0,19	28,8	16,19	34,70
Leopoldshöhe	16.113	36,91	0,17	26,7	15,01	30,78
Leverkusen	160.772	78,84	0,85	132,5	74,47	152,49
Lichtenau	10.925	192,43	0,09	13,7	7,70	16,14
Lienen	8.578	73,35	0,50	80,7	45,35	89,92
Lindlar	22.074	85,72	0,12	17,6	9,89	21,01
Linnich	13.468	65,51	0,36	59,6	33,50	64,72
Lippetal	12.289	126,52	0,17	26,5	14,89	30,00
Lippstadt	66.976	113,58	0,64	100,8	56,65	114,80
Lohmar	31.129	65,61	0,15	22,7	12,76	26,35
Löhne	40.199	59,47	0,48	76,0	42,71	86,69
Lotte	13.912	37,62	0,84	136,5	76,71	151,98
Lübbecke	25.796	64,98	0,43	68,1	38,27	76,59
Lüdenscheid	75.463	86,96	0,38	57,5	32,32	68,44
Lüdinghausen	24.195	140,46	0,39	62,4	35,07	70,46
Lügde	10.400	88,56	0,14	20,9	11,75	24,54
Lünen	87.530	59,39	0,74	115,5	64,91	132,71
Marienheide	13.758	54,95	0,11	16,6	9,33	19,58
Marienmünster	5.289	64,36	0,05	8,0	4,50	9,45
Marl	87.557	87,66	1,52	240,7	135,27	274,34
Marsberg	20.800	182,08	0,56	86,8	48,78	100,38
Mechemich	27.154	136,51	0,73	119,7	67,27	131,60
Meckenheim	24.241	34,90	0,25	40,3	22,65	44,95
Medebach	7.912	125,94	0,06	8,9	5,00	10,78
Meerbusch	54.318	64,38	0,62	100,6	56,54	112,15
Meinerzhagen	20.838	115,60	0,23	35,4	19,89	41,25
Menden(Sauerland)	55.496	86,05	0,52	80,4	45,18	93,87

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 7: PV-Solarpotenzial auf Freiflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km ²	Potenzial Modulflächen km ²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Merzenich	9.769	37,90	0,18	29,6	16,64	32,27
Meschede	30.823	218,30	0,77	118,1	66,37	138,84
Metelen	6.329	40,26	0,16	26,5	14,89	29,61
Mettingen	12.105	40,58	0,25	40,2	22,59	44,81
Mettmann	39.300	42,51	0,26	40,3	22,65	45,90
Minden	82.114	101,03	1,10	173,6	97,56	197,73
Moers	105.506	67,69	1,45	234,2	131,62	261,10
Möhnesee	11.393	123,45	0,09	14,0	7,87	16,71
Mönchengladbach	257.993	170,49	2,79	453,7	254,98	502,28
Monheim am Rhein	43.063	23,03	0,39	62,6	35,18	69,94
Monschau	12.443	94,64	0,09	13,7	7,70	16,06
Morsbach	11.042	55,93	0,07	10,3	5,79	12,07
Much	14.893	78,05	0,08	13,0	7,31	15,26
Mülheim a. d. Ruhr	167.344	91,24	1,24	193,7	108,86	222,69
Münster	279.803	303,17	3,03	487,7	274,09	545,48
Nachrodt-Wiblingwerde	6.724	29,00	0,02	3,5	1,97	4,12
Netphen	24.101	137,25	0,18	26,8	15,06	31,55
Nettersheim	7.687	94,36	0,18	28,9	16,24	31,85
Nettetal	41.736	83,87	0,89	145,3	81,66	159,84
Neuenkirchen	13.774	48,42	0,09	14,2	7,98	16,31
Neuenrade	12.146	54,06	0,14	21,0	11,80	24,78
Neukirchen-Vluyn	27.579	43,48	0,51	83,7	47,04	92,51
Neunkirchen	13.691	39,79	0,21	32,7	18,38	37,50
Neunk.-Seelscheid	20.634	50,55	0,07	10,4	5,84	12,55
Neuss	151.388	99,52	2,17	352,9	198,33	391,15
Nideggen	10.625	65,04	0,09	14,0	7,87	16,00
Niederkassel	37.552	35,77	0,24	38,8	21,81	43,48
Niederkrüchten	15.336	67,08	0,27	44,5	25,01	48,82
Niederzier	14.003	63,41	0,64	105,1	59,07	114,91
Nieheim	6.557	79,64	0,19	29,2	16,41	33,71
Nordkirchen	10.434	52,40	0,16	25,0	14,05	28,11
Nordwalde	9.373	51,56	0,22	35,3	19,84	38,90
Nörvenich	11.045	66,18	0,43	72,3	40,63	78,16
Nottuln	19.871	85,63	0,59	95,1	53,45	105,78
Nümbrecht	17.226	71,76	0,10	14,8	8,32	17,50
Oberhausen	212.945	77,08	0,88	135,0	75,87	157,67
Ochtrup	19.430	105,60	1,05	170,1	95,60	188,90
Odenthal	15.766	39,87	0,04	5,4	3,03	6,48
Oelde	29.276	102,35	0,46	74,5	41,87	83,53
Oer-Erkenschwick	30.312	38,65	0,13	20,1	11,30	23,65
Oerlinghausen	16.670	32,67	0,18	28,8	16,19	32,80
Olfen	12.215	52,40	0,14	21,0	11,80	24,48
Olpe	25.409	85,81	0,22	34,0	19,11	39,74
Olsberg	15.102	117,89	0,18	27,5	15,46	32,81
Ostbevern	10.569	89,58	0,27	44,3	24,90	49,39
Overath	26.990	68,84	0,29	45,9	25,80	52,69
Paderborn	146.283	179,47	1,57	246,5	138,53	282,83
Petershagen	25.750	211,75	1,14	183,3	103,01	205,99
Plettenberg	26.321	96,68	0,33	50,5	28,38	59,67
Porta Westfalica	35.122	105,12	1,22	194,4	109,25	220,15
Pr. Oldendorf	12.862	68,69	0,49	78,8	44,29	87,88
Pulheim	53.769	72,14	0,75	123,9	69,63	135,60
Radevormwald	22.526	53,82	0,10	15,3	8,60	18,21
Raesfeld	11.016	57,94	0,05	7,8	4,38	9,07
Rahden	15.636	137,39	0,50	81,6	45,86	90,65
Ratingen	91.088	88,70	0,72	114,1	64,12	129,47
Recke	11.578	53,62	0,45	73,3	41,19	80,93

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 7: PV-Solarpotenzial auf Freiflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km²	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _P
Recklinghausen	118.365	66,45	0,87	134,5	75,59	156,11
Rees	22.267	109,81	0,74	121,0	68,00	132,35
Reichshof	19.526	114,61	0,24	38,0	21,36	44,00
Reken	14.094	78,72	0,49	78,1	43,89	87,58
Remscheid	110.563	74,52	0,56	86,7	48,73	100,95
Rheda-Wiedenbrück	47.316	86,66	0,74	118,3	66,48	133,13
Rhede	19.388	78,81	0,09	14,1	7,92	16,13
Rheinbach	27.392	69,69	0,68	111,7	62,78	122,04
Rheinberg	31.587	75,20	1,21	196,9	110,66	217,73
Rheine	76.530	144,92	1,27	205,2	115,32	229,39
Rheurdt	6.736	30,02	0,08	12,2	6,86	13,62
Rietberg	28.868	110,20	0,19	29,7	16,69	34,40
Rödinghausen	9.862	36,25	0,23	36,9	20,74	41,51
Roetgen	8.250	39,04	0,04	6,0	3,37	7,04
Rommerskirchen	13.001	60,09	0,94	156,1	87,73	169,87
Rosendahl	10.905	94,46	0,34	55,7	31,30	62,08
Rösrath	27.288	38,82	0,31	49,2	27,65	56,02
Ruppichteroth	10.631	61,94	0,05	7,5	4,22	8,88
Rüthen	10.510	158,07	0,19	28,3	15,90	33,31
Saerbeck	7.302	59,05	0,04	6,6	3,71	7,58
Salzkotten	24.868	109,69	0,38	60,2	33,83	68,71
Sankt Augustin	55.442	34,21	0,44	69,6	39,12	78,35
Sassenberg	14.240	78,02	0,07	11,6	6,52	13,44
Schalksmühle	11.135	38,07	0,14	21,4	12,03	24,87
Schermbach	13.683	110,70	0,05	7,4	4,16	8,62
Schieder-Schwal.	8.779	60,03	0,14	21,9	12,31	25,63
Schlangen	8.770	75,88	0,04	5,6	3,15	6,70
Schleiden	13.287	121,67	0,17	27,4	15,40	30,95
Schloß Holte-Stuk.	26.156	67,46	0,29	45,7	25,68	52,21
Schmallenberg	25.281	302,86	0,18	26,1	14,67	31,87
Schöppingen	8.398	68,76	0,04	6,6	3,71	7,54
Schwalmtal	19.012	48,12	0,34	55,8	31,36	61,82
Schwelm	28.614	20,46	0,14	21,4	12,03	25,28
Schwerte	48.259	56,19	0,67	104,6	58,79	120,37
Selfkant	10.245	42,09	0,05	8,2	4,61	9,36
Selm	27.001	60,37	0,39	62,0	34,84	70,04
Senden	20.778	109,36	0,46	73,6	41,36	82,20
Sendenhorst	13.236	96,91	0,66	106,8	60,02	118,93
Siegburg	39.746	23,65	0,11	17,4	9,78	20,40
Siegen	103.424	114,64	0,49	74,7	41,98	88,58
Simmerath	15.557	110,89	0,10	15,4	8,65	18,06
Soest	48.579	85,75	0,94	148,6	83,51	168,73
Solingen	159.927	89,51	0,61	93,8	52,72	109,20
Sonsbeck	8.596	55,41	0,17	28,3	15,90	31,19
Spence	14.847	40,32	0,11	17,2	9,67	19,79
Sprockhövel	25.408	47,94	0,14	22,0	12,36	25,39
Stadtlohn	20.631	79,15	0,11	17,4	9,78	20,03
Steinfurt	33.901	111,62	0,43	69,3	38,95	77,52
Steinhagen	19.766	56,37	0,19	30,0	16,86	34,24
Steinheim	13.169	75,62	0,51	79,7	44,79	92,23
Stemwede	13.819	166,00	0,39	62,9	35,35	70,59
Stolberg (Rhld.)	57.474	98,51	0,48	76,7	43,11	86,03
Straelen	15.374	74,04	0,39	62,9	35,35	69,76
Südlohn	9.009	45,51	0,06	9,5	5,34	11,00
Sundern (Sauerld.)	28.730	193,09	0,26	39,6	22,26	46,79
Swisttal	18.215	62,21	0,60	99,3	55,81	107,88
Tecklenburg	9.159	70,44	0,34	54,8	30,80	61,14

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 7: PV-Solarpotenzial auf Freiflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Fläche km²	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Telgte	19.114	90,78	0,63	102,8	57,77	114,03
Titz	8.252	68,51	0,70	116,0	65,19	125,70
Tönisvorst	29.699	44,33	0,34	54,4	30,57	60,32
Troisdorf	75.369	61,94	0,53	83,9	47,15	95,67
Übach-Palenberg	24.779	26,12	0,25	41,8	23,49	45,85
Uedem	8.218	60,87	0,05	8,5	4,78	9,69
Unna	66.502	88,52	1,37	216,0	121,39	245,92
Velbert	84.033	74,88	0,65	102,4	57,55	117,68
Velen	12.978	70,74	0,07	11,1	6,24	12,81
Verl	24.984	71,32	0,66	105,7	59,40	118,99
Versmold	20.985	85,75	0,32	51,1	28,72	57,69
Vettweiß	8.975	83,13	0,53	88,1	49,51	95,58
Viersen	75.360	91,11	1,33	217,0	121,95	240,00
Vlotho	19.282	76,86	0,43	68,7	38,61	78,20
Voerde	37.406	53,47	0,73	118,9	66,82	131,97
Vreden	22.551	135,81	0,13	20,5	11,52	23,61
Wachtberg	20.202	49,60	0,08	12,9	7,25	14,83
Wachtendonk	7.888	48,15	0,36	59,8	33,61	65,49
Wadersloh	12.596	116,97	0,86	139,8	78,57	155,19
Waldbröl	19.333	63,27	0,12	17,8	10,00	21,02
Waldfeucht	9.196	30,29	0,06	10,0	5,62	11,34
Waltrop	29.636	47,06	0,38	60,1	33,78	68,23
Warburg	23.436	168,69	1,15	182,6	102,62	206,94
Warendorf	38.134	176,79	0,62	99,6	55,98	111,70
Warstein	27.170	157,95	0,58	88,9	49,96	103,53
Wassenberg	17.297	42,44	0,12	19,6	11,02	21,91
Weeze	10.682	79,49	0,48	79,2	44,51	86,35
Wegberg	29.100	84,34	0,44	71,5	40,18	79,33
Weilerswist	16.298	57,16	1,02	171,4	96,33	184,20
Welver	12.419	85,56	0,37	59,3	33,33	66,87
Wenden	19.905	72,52	0,19	28,8	16,19	33,61
Werdohl	18.706	33,36	0,12	17,6	9,89	20,98
Werl	31.655	76,33	0,73	114,3	64,24	130,52
Wermelskirchen	35.437	74,74	0,15	22,9	12,87	27,15
Werne	29.901	76,12	0,68	107,6	60,47	122,37
Werther (Westf.)	11.453	35,38	0,05	7,7	4,33	8,95
Wesel	60.750	122,56	0,47	74,4	41,81	84,13
Wesseling	35.116	23,37	0,46	74,4	41,81	83,15
Westerkappeln	11.190	85,81	0,72	116,7	65,59	130,00
Wetter (Ruhr)	28.113	31,52	0,24	37,4	21,02	43,46
Wettringen	7.970	57,68	0,06	9,8	5,51	11,15
Wickede (Ruhr)	11.899	25,16	0,18	27,9	15,68	32,25
Wiehl	25.645	53,18	0,26	40,8	22,93	47,37
Willebadessen	8.516	128,31	0,29	46,7	26,25	52,76
Willich	51.949	67,81	0,66	107,2	60,25	119,11
Wilnsdorf	20.752	71,99	0,28	43,5	24,45	50,24
Windeck	20.455	107,20	0,21	32,6	18,32	37,40
Winterberg	13.566	147,86	0,13	19,7	11,07	23,36
Wipperfurth	23.186	118,31	0,10	15,0	8,43	17,82
Witten	98.233	72,37	0,51	78,2	43,95	92,24
Wülfrath	21.299	32,24	0,23	35,9	20,18	41,20
Wuppertal	349.721	168,29	1,73	269,7	151,57	311,24
Würselen	37.693	34,39	0,83	136,1	76,49	148,81
Xanten	21.572	72,44	0,31	50,2	28,21	55,55
Zülpich	20.005	100,99	0,75	125,3	70,42	135,64

Daten: IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 8: PV-Solarpotenzial auf Freiflächen auf Kreisebene

Kreisname	EW	Fläche km²	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p
Bielefeld	323.270	258,60	1,91	300,6	168,94	344,58
Bochum	374.737	145,62	1,87	285,4	160,39	336,72
Bonn	324.899	141,01	1,16	184,2	103,52	208,64
Borken	369.633	1420,55	5,40	866,2	486,80	972,51
Bottrop	116.771	100,61	1,18	186,3	104,70	212,65
Coesfeld	219.784	1111,47	6,43	1036,6	582,57	1.157,98
Dortmund	580.444	280,51	4,17	643,5	361,65	750,03
Duisburg	489.559	232,75	3,71	586,3	329,50	667,53
Düren	267.712	941,25	7,12	1172,5	658,95	1.280,95
Düsseldorf	588.735	217,41	2,36	372,7	209,46	425,06
Ennepe-Ruhr-Kreis	331.575	409,40	1,80	276,7	155,51	324,67
Essen	574.635	210,27	2,17	333,3	187,31	391,34
Euskirchen	190.962	1248,56	5,38	886,1	497,99	968,09
Gelsenkirchen	257.981	104,93	1,91	294,4	165,45	343,42
Gütersloh	353.766	968,46	5,38	857,3	481,80	967,81
Hagen	188.529	160,40	1,03	156,4	87,90	185,08
Hamm	181.783	226,29	3,32	527,2	296,29	597,48
Heinsberg	254.936	628,08	4,39	721,2	405,31	789,40
Herford	249.020	450,10	3,32	525,3	295,22	596,77
Herne	164.762	51,40	0,71	108,1	60,75	127,26
Hochsauerlandkreis	267.601	1958,58	3,72	568,2	319,33	669,40
Höxter	147.140	1200,38	4,23	665,9	374,24	761,49
Kleve	307.807	1233,08	6,48	1058,6	594,93	1.167,01
Köln	1.007.119	404,91	5,68	905,8	509,06	1.022,51
Krefeld	235.076	137,76	1,88	302,1	169,78	338,65
Leverkusen	160.772	78,84	0,85	132,5	74,47	152,49
Lippe	351.158	1245,28	4,37	680,3	382,33	786,64
Märkischer Kreis	430.965	1060,41	3,57	547,9	307,92	642,14
Mettmann	495.155	407,03	4,23	670,1	376,60	760,84
Minden-Lübbecke	314.153	1151,45	6,60	1052,6	591,56	1188,78
Mönchengladbach	257.993	170,49	2,79	453,7	254,98	502,28
Mülheim a.d. Ruhr	167.344	91,24	1,24	193,7	108,86	222,69
Münster	279.803	303,17	3,03	487,7	274,09	545,48
Oberbergischer Kreis	280.840	918,34	1,85	282,8	158,93	332,62
Oberhausen	212.945	77,08	0,88	135,0	75,87	157,67
Olpe	138.961	711,69	1,38	211,0	118,58	249,10
Paderborn	299.816	1245,82	4,38	688,6	386,99	788,68
Recklinghausen	628.817	761,01	7,70	1212,9	681,65	1.385,50
Remscheid	110.563	74,52	0,56	86,7	48,73	100,95
Rhein-Erft-Kreis	464.130	704,59	8,82	1458,6	819,73	1.587,28
Rheinisch-Bergischer Kreis	276.927	437,21	1,49	231,5	130,10	268,26
Rhein-Kreis Neuss	443.286	576,40	8,11	1323,2	743,64	1.460,39
Rhein-Sieg-Kreis	598.736	1152,70	6,16	996,5	560,03	1.109,47
Siegen-Wittgenstein	282.681	1132,10	3,25	503,5	282,97	584,15
Soest	304.167	1327,76	5,56	876,1	492,37	1.000,82
Solingen	159.927	89,51	0,61	93,8	52,72	109,20
Städteregion Aachen	565.714	707,13	5,37	865,0	486,13	966,23
Steinfurt	443.357	1794,68	11,17	1803,3	1013,45	2010,71
Unna	411.806	542,93	7,06	1113,5	625,79	1.270,40
Viersen	300.417	563,28	4,76	774,0	434,99	856,34
Warendorf	278.145	1318,54	7,36	1185,8	666,42	1.324,77
Wesel	468.619	1042,69	8,58	1391,2	781,85	1.543,95
Wuppertal	349.721	168,29	1,73	269,7	151,57	311,24

Daten: IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 9: Gesamtes PV-Potenzial (Dach- und Freiflächen) auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p	Bereits rea- liert %
Aachen	258.664	4,32	664,9	372,89	776,89	1,6
Ahaus	38.952	1,63	250,9	140,69	293,70	11,6
Ahlen	53.414	1,5	229,4	128,62	269,76	5,0
Aldenhoven	13.922	0,8	130,1	73,07	144,07	1,4
Alfter	22.820	0,61	96,3	54,03	110,24	1,3
Alpen	12.772	0,99	158,7	89,10	178,72	3,5
Alsdorf	45.522	0,9	141,9	79,58	162,69	1,5
Altena	18.277	0,4	58,7	32,90	71,62	1,0
Altenbeken	9.269	0,35	53,0	29,77	62,32	9,5
Altenberge	10.248	0,67	106,6	59,84	120,86	6,6
Anröchte	10.456	0,9	140,5	78,88	162,50	5,2
Arnsberg	74.227	1,87	278,0	155,87	336,25	3,9
Ascheberg	14.956	1,19	188,0	105,54	214,65	4,8
Attendorn	24.693	0,6	89,0	49,91	108,79	1,6
Augustdorf	9.583	0,22	32,1	17,99	39,00	4,7
Bad Berleburg	19.814	0,6	88,7	49,75	107,57	3,1
Bad Driburg	18.959	0,86	131,4	73,76	154,66	7,2
Bad Honnef	25.213	0,54	83,9	47,06	97,81	1,3
Bad Laasphe	14.344	0,86	132,7	74,48	154,72	0,9
Bad Lippspringe	15.200	0,28	41,7	23,39	50,81	8,6
Bad Münstereifel	18.449	0,53	82,0	46,00	95,01	3,9
Bad Oeynhausen	48.300	1,31	196,4	110,10	234,90	2,5
Bad Salzuflen	53.893	1,62	246,4	138,18	292,03	1,8
Bad Sassendorf	11.700	0,33	49,6	27,79	59,78	9,0
Bad Wünnenberg	12.256	0,88	135,5	76,03	159,02	8,8
Baesweiler	27.898	0,41	62,8	35,22	73,02	4,8
Balve	11.955	0,52	79,0	44,35	94,18	3,4
Barntrup	8.910	0,54	83,5	46,87	97,72	3,0
Beckum	36.736	2,1	330,7	185,66	378,54	1,9
Bedburg	24.647	1,29	209,7	117,74	233,04	1,3
Bedburg-Hau	13.212	0,52	81,1	45,51	93,84	6,5
Beelen	6.287	0,51	80,0	44,92	91,89	6,8
Bergheim	62.129	2,08	333,6	187,22	373,92	1,3
Bergisch Gladbach	105.723	1,56	232,6	130,36	281,03	1,7
Bergkamen	50.587	1,37	210,3	117,98	246,51	2,2
Bergneustadt	19.584	0,35	51,7	28,99	62,95	2,5
Bestwig	11.285	0,36	54,0	30,32	65,32	3,0
Beverungen	14.147	0,76	117,1	65,71	137,07	6,8
Bielefeld	323.270	6,14	928,4	520,48	1105,87	2,0
Billerbeck	11.522	0,78	122,2	68,56	140,06	8,9
Blankenheim	8.294	0,3	45,7	25,60	53,68	8,9
Blomberg	16.171	0,43	62,6	35,06	76,55	8,5
Bocholt	73.170	2,16	332,0	186,12	389,24	11,1
Bochum	374.737	5,71	850,2	476,69	1028,10	1,2
Bönen	18.533	0,98	151,8	85,22	176,30	1,9
Bonn	324.899	4,18	636,9	357,04	751,69	1,2
Borchen	13.488	0,61	93,8	52,62	109,44	9,4
Borgentreich	9.092	0,39	59,1	33,14	71,04	24,9
Borgholzhausen	8.620	0,76	118,9	66,72	136,40	2,1
Borken	41.245	1,56	239,4	134,24	281,16	12,0
Bornheim	48.531	1,94	312,3	175,31	349,27	1,8
Bottrop	116.771	2,63	400,8	224,83	473,57	3,7
Brakel	16.886	0,89	135,9	76,27	159,90	7,9
Breckerfeld	9.265	0,16	22,7	12,72	27,95	2,3
Brilon	26.335	1,17	175,1	98,24	211,44	6,0
Brüggen	15.871	0,51	79,1	44,34	92,19	6,7

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 9: **Gesamtes PV-Potenzial (Dach- und Freiflächen) auf Gemeindeebene**

Gemeindename	EW	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p	Bereits rea- liert %
Brühl	44.260	1,18	189,4	106,31	213,09	0,9
Bünde	44.786	1,62	249,8	140,15	291,97	1,8
Burbach	14.443	0,59	91,5	51,31	106,28	14,8
Büren	21.500	1,02	154,9	86,91	183,58	0,9
Burscheid	18.603	0,45	68,7	38,56	81,21	1,4
Castrop-Rauxel	75.408	1,45	219,1	122,93	260,38	2,9
Coesfeld	36.345	1,95	304,0	170,58	351,18	3,9
Dahlem	4.116	0,27	42,8	24,05	48,76	10,3
Datteln	35.513	0,77	115,8	64,93	138,05	2,4
Delbrück	30.047	1,04	155,9	87,35	188,06	10,6
Detmold	72.758	1,63	242,4	135,93	292,79	3,1
Dinslaken	69.472	1,42	217,4	121,92	254,79	1,6
Dörentrup	8.219	0,45	69,7	39,09	81,76	9,2
Dormagen	62.961	2,11	332,5	186,57	380,31	1,6
Dorsten	76.775	2,91	450,7	252,91	523,85	3,8
Dortmund	580.444	9,9	1488,8	835,00	1782,80	1,3
Drensteinfurt	15.395	1,03	161,0	90,36	184,98	4,2
Drolshagen	12.041	0,39	58,2	32,65	69,44	3,0
Duisburg	489.559	9,31	1428,5	801,15	1675,09	1,0
Dülmen	46.762	2,38	369,3	207,29	427,73	1,1
Düren	92.820	2,92	462,4	259,48	525,43	3,2
Düsseldorf	588.735	8,35	1273,3	713,77	1502,27	0,7
Eitorf	19.386	0,47	71,5	40,11	84,84	1,8
Elsdorf	21.193	0,72	115,6	64,89	130,12	2,2
Emmerich am Rhein	29.571	1,64	260,9	146,43	294,43	3,1
Emsdetten	35.523	1,11	170,0	95,32	199,99	6,6
Engelskirchen	19.988	0,47	70,5	39,51	84,44	2,5
Enger	20.010	0,45	66,5	37,27	80,36	3,5
Ennepetal	30.486	0,6	88,5	49,59	108,23	0,9
Ennigerloh	19.701	1,28	200,1	112,31	229,94	5,1
Ense	12.656	0,34	50,4	28,23	60,83	13,0
Ertststadt	50.553	1,8	290,8	163,18	324,81	2,5
Erkelenz	44.457	1,98	317,5	178,16	356,87	3,2
Erkrath	45.963	0,76	116,6	65,38	137,45	1,9
Erndtebrück	7.205	0,47	71,8	40,28	84,32	1,5
Erwitte	15.710	0,87	134,8	75,66	157,48	4,9
Eschweiler	55.505	2,32	371,0	208,25	417,88	1,3
Eslohe (Sauerland)	9.149	0,25	36,7	20,59	45,50	11,5
Espelkamp	25.236	0,88	135,1	75,74	159,23	3,8
Essen	574.635	7,2	1074,1	602,15	1296,20	1,0
Euskirchen	55.620	2,74	440,6	247,34	493,04	2,5
Everswinkel	9.447	0,32	48,5	27,16	57,70	9,2
Extertal	12.081	0,42	63,0	35,29	75,85	3,9
Finnentrop	17.551	0,59	87,1	48,85	105,65	2,4
Frechen	49.939	1,71	274,3	153,89	308,09	1,6
Freudenberg	18.392	0,41	62,0	34,76	74,64	2,8
Fröndenberg/Ruhr	21.915	1,03	158,6	89,01	185,21	3,2
Gangelt	11.634	0,32	50,3	28,20	58,21	12,8
Geilenkirchen	28.253	1,18	189,8	106,50	212,64	5,3
Geldern	33.575	1,59	248,0	139,06	286,36	6,6
Gelsenkirchen	257.981	4,52	679,5	381,13	813,20	1,1
Gescher	17.185	1,15	180,1	101,07	206,74	5,9
Geseke	20.755	0,79	120,2	67,43	141,35	5,9
Gevelsberg	31.518	0,61	90,5	50,76	109,64	1,1
Gladbeck	75.253	1,35	204,9	114,96	243,14	1,7
Goch	34.106	1,65	259,2	145,43	296,35	5,0
Grefrath	15.564	0,42	63,9	35,79	75,39	8,5

PV-Potential
gesamt

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 9: Gesamtes PV-Potenzial (Dach- und Freiflächen) auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _P	Bereits rea- liert %
Greven	36.044	1,51	235,6	132,18	271,92	5,1
Grevenbroich	63.891	2,57	410,8	230,54	462,26	1,5
Gronau (Westf.)	46.553	1,56	239,2	134,17	280,72	5,7
Gummersbach	51.309	1	149,0	83,54	180,77	8,6
Gütersloh	96.404	2,79	426,5	239,19	501,84	0,6
Haan	29.149	0,84	129,8	72,81	151,43	0,9
Hagen	188.529	3,28	486,4	272,68	590,40	1,4
Halle (Westf.)	21.081	0,64	96,2	53,93	114,52	5,3
Hallenberg	4.391	0,17	24,5	13,76	29,70	8,4
Haltern am See	37.763	1,4	216,8	121,70	252,06	4,1
Halver	16.717	0,4	59,9	33,56	72,72	2,6
Hamm	181.783	6,01	927,5	520,44	1081,43	1,9
Hamminkeln	27.711	1,96	310,4	174,19	353,18	7,0
Harsewinkel	24.072	1,34	209,1	117,32	241,73	4,2
Hattingen	55.510	1,03	155,2	87,04	186,28	1,3
Havixbeck	11.801	0,76	121,4	68,15	137,18	2,9
Heek	8.341	0,81	128,8	72,30	146,61	5,4
Heiden	8.080	0,43	66,8	37,46	77,65	15,7
Heiligenhaus	26.659	0,48	71,8	40,22	86,03	1,5
Heimbach	4.440	0,12	17,7	9,92	20,98	8,5
Heinsberg	40.760	1,59	251,7	141,19	286,13	5,6
Hellenthal	8.235	0,3	45,6	25,54	53,92	7,0
Hemer	37.735	0,75	112,9	63,32	135,62	1,1
Hennef (Sieg)	46.114	0,95	143,8	80,60	171,22	3,2
Herdecke	24.428	0,34	50,6	28,39	61,73	1,3
Herford	64.088	1,77	267,5	150,00	317,99	1,6
Herne	164.762	2,16	321,6	180,30	388,94	1,3
Herscheid	7.216	0,16	23,7	13,27	29,02	4,2
Herten	62.235	1,28	193,5	108,57	229,85	1,5
Herzebrock-Clarholz	16.013	0,88	136,1	76,34	158,61	5,3
Herzogenrath	46.708	0,73	113,4	63,57	131,78	2,3
Hiddenhausen	19.846	0,51	76,6	42,94	91,29	1,6
Hilchenbach	15.520	0,44	66,1	37,05	78,91	1,5
Hilden	55.441	1,08	163,8	91,83	194,13	1,2
Hille	16.167	0,98	151,9	85,22	177,17	3,2
Holzwickede	17.180	0,55	84,7	47,50	99,84	13,2
Hopsten	7.585	0,31	45,5	25,50	55,11	14,9
Horn-Bad Meinberg	17.704	0,64	96,5	54,14	115,36	7,6
Hörstel	19.883	1,3	204,3	114,65	234,43	0,8
Horstmar	6.515	0,18	27,2	15,22	32,61	26,6
Hövelhof	15.980	0,86	133,1	74,69	155,24	2,4
Höxter	31.089	1,04	158,6	88,96	188,05	2,3
Hückelhoven	39.215	1,37	218,8	122,77	245,82	3,1
Hückeswagen	15.643	0,32	47,5	26,63	57,82	4,4
Hüllhorst	13.351	0,38	56,9	31,91	68,59	8,5
Hünxe	13.591	0,97	153,2	86,02	174,50	2,6
Hürtgenwald	8.668	0,28	43,7	24,51	50,99	5,6
Hürth	57.922	1,77	283,5	159,10	319,48	1,0
Ibbenbüren	51.522	2,34	365,2	204,97	420,67	5,5
Inden	6.853	0,32	51,7	29,01	58,50	7,9
Iserlohn	94.966	1,9	283,9	159,20	341,73	1,9
Isselburg	11.196	0,48	74,9	41,99	86,56	4,9
Issum	11.931	0,44	68,6	38,44	79,63	9,4
Jüchen	22.648	0,91	145,8	81,84	163,69	1,7
Jülich	33.060	1,71	275,5	154,61	307,32	2,4
Kaarst	42.001	1,14	180,7	101,38	205,77	1,9
Kalkar	13.829	0,44	67,6	37,88	80,08	11,0

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 9: Gesamtes PV-Potenzial (Dach- und Freiflächen) auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p	Bereits rea- liert %
Kall	11.817	0,44	68,8	38,59	79,93	5,7
Kalletal	14.514	0,39	58,3	32,67	70,73	4,2
Kamen	44.398	1,43	219,0	122,90	256,73	1,8
Kamp-Lintfort	38.394	1,16	182,4	102,35	209,64	2,4
Kempen	35.890	1,44	226,7	127,19	259,58	4,9
Kerken	12.650	0,99	158,2	88,81	177,60	4,0
Kerpen	64.602	2,45	396,2	222,37	441,06	2,2
Kevelaer	28.328	1,19	186,3	104,48	214,89	8,5
Kierspe	17.270	0,38	55,9	31,35	67,50	3,5
Kirchhundem	12.247	0,34	51,3	28,78	61,86	3,2
Kirchlengern	16.100	0,71	109,5	61,44	127,38	2,3
Kleve	49.477	1,07	164,8	92,40	193,31	5,2
Köln	1.007.119	15,76	2427,6	1361,26	2837,42	1,0
Königswinter	40.771	1,09	169,2	94,90	195,81	1,4
Korschenbroich	33.078	0,89	138,8	77,86	160,01	3,9
Kranenburg	9.963	0,31	47,4	26,56	56,03	10,4
Krefeld	235.076	5,17	802,2	449,84	930,55	1,8
Kreuzau	17.717	0,39	59,9	33,57	70,36	3,5
Kreuztal	30.995	0,89	132,6	74,37	159,43	1,3
Kürten	19.639	0,34	49,9	27,96	60,98	4,9
Ladbergen	6.383	0,39	59,9	33,61	69,31	5,8
Laer	6.289	0,19	28,7	16,09	34,26	16,4
Lage	35.169	1,23	187,7	105,32	221,38	2,8
Langenberg	8.048	0,26	39,6	22,17	47,38	8,8
Langenfeld (Rhld.)	59.160	1,75	270,1	151,52	314,55	2,2
Langerwehe	14.095	0,66	106,2	59,62	119,03	1,9
Legden	6.846	0,54	83,7	46,96	96,35	6,7
Leichlingen (Rhld.)	27.481	0,51	76,3	42,76	91,14	1,9
Lemgo	41.424	1,11	166,9	93,59	200,38	3,8
Lengerich	22.234	1,2	187,6	105,26	216,54	2,4
Lennestadt	27.115	0,58	85,5	47,94	104,76	4,2
Leopoldshöhe	16.113	0,48	72,3	40,52	86,23	3,4
Leverkusen	160.772	2,58	390,9	219,15	463,97	1,6
Lichtenau	10.925	0,38	56,6	31,74	68,58	19,9
Lienen	8.578	0,74	115,9	65,07	132,78	3,0
Lindlar	22.074	0,5	73,4	41,11	89,14	5,7
Linnich	13.468	0,63	101,6	57,01	114,05	4,2
Lippetal	12.289	0,49	74,5	41,79	88,49	8,7
Lippstadt	66.976	1,77	269,2	150,96	318,14	6,0
Lohmar	31.129	0,57	85,8	48,07	102,96	4,2
Löhne	40.199	1,34	203,5	114,10	240,66	1,6
Lotte	13.912	1,09	173,4	97,38	196,72	1,9
Lübbecke	25.796	0,98	151,0	84,68	176,50	3,6
Lüdenscheid	75.463	1,27	187,9	105,34	228,63	1,2
Lüdinghausen	24.195	0,96	146,8	82,35	173,50	7,6
Lügde	10.400	0,36	53,6	30,07	64,52	5,4
Lünen	87.530	1,75	265,8	149,07	315,66	2,3
Marienheide	13.758	0,31	46,4	26,03	56,15	2,5
Marienmünster	5.289	0,18	27,3	15,30	33,16	16,1
Marl	87.557	2,59	398,3	223,53	465,97	1,2
Marsberg	20.800	1,01	152,6	85,61	181,16	6,6
Mechemich	27.154	1,23	195,7	109,80	222,06	7,5
Meckenheim	24.241	0,65	100,7	56,49	116,71	3,3
Medebach	7.912	0,26	37,8	21,20	46,42	11,7
Meerbusch	54.318	1,29	200,7	112,61	231,81	1,2
Meinerzhagen	20.838	0,59	88,1	49,40	105,91	1,6
Menden(Sauerland)	55.496	1,28	191,4	107,32	229,96	2,2

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 9: Gesamtes PV-Potenzial (Dach- und Freiflächen) auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p	Bereits rea- liert %
Merzenich	9.769	0,34	54,0	30,31	60,88	1,1
Meschede	30.823	1,32	197,6	110,89	237,50	3,7
Metelen	6.329	0,32	49,6	27,82	57,47	7,5
Mettingen	12.105	0,5	77,0	43,20	89,48	9,6
Mettmann	39.300	0,75	113,1	63,43	134,13	1,5
Minden	82.114	2,51	384,2	215,49	452,44	1,9
Moers	105.506	2,74	429,0	240,72	493,71	1,6
Möhnesee	11.393	0,32	46,9	26,26	57,21	38,1
Mönchengladbach	257.993	6,16	968,5	543,24	1109,42	0,6
Monheim am Rhein	43.063	0,83	128,3	71,95	148,51	2,8
Monschau	12.443	0,35	51,9	29,08	62,52	3,3
Morsbach	11.042	0,27	40,1	22,47	48,33	2,9
Much	14.893	0,34	50,6	28,38	61,24	4,4
Mülheim a. d. Ruhr	167.344	3,21	487,4	273,31	577,72	1,1
Münster	279.803	6,57	1017,8	570,96	1182,96	2,6
Nachrodt-Wiblingw.	6.724	0,11	16,3	9,12	19,97	4,0
Netphen	24.101	0,57	84,5	47,38	101,94	3,1
Nettersheim	7.687	0,34	53,7	30,10	61,35	6,2
Nettetal	41.736	1,79	281,9	158,14	321,95	4,8
Neuenkirchen	13.774	0,39	58,7	32,87	69,86	15,3
Neuenrade	12.146	0,32	48,2	27,06	58,45	3,5
Neukirchen-Vluyn	27.579	0,92	145,3	81,52	165,99	1,5
Neunkirchen	13.691	0,48	72,8	40,82	85,79	0,6
Neunk.-Seelscheid	20.634	0,37	54,2	30,38	65,82	3,8
Neuss	151.388	4,15	654,5	367,20	747,43	0,8
Nideggen	10.625	0,25	38,6	21,65	45,72	6,6
Niederkassel	37.552	0,66	102,3	57,39	119,64	2,4
Niederkrüchten	15.336	0,63	98,4	55,19	112,90	3,9
Niederzier	14.003	0,89	144,1	80,92	160,70	1,3
Nieheim	6.557	0,35	53,7	30,12	63,72	7,6
Nordkirchen	10.434	0,39	59,5	33,39	70,06	5,2
Nordwalde	9.373	0,44	69,3	38,88	79,90	8,1
Nörvenich	11.045	0,63	101,6	57,04	112,83	6,1
Nottuln	19.871	1	156,5	87,85	180,20	5,1
Nümbrecht	17.226	0,37	54,9	30,79	66,44	4,0
Oberhausen	212.945	2,95	443,5	248,64	531,55	1,0
Ochtrup	19.430	1,56	245,4	137,76	280,07	4,8
Odenthal	15.766	0,22	32,6	18,27	39,84	3,3
Oelde	29.276	1,1	170,5	95,61	198,84	5,1
Oer-Erkenschwick	30.312	0,48	72,1	40,42	87,05	2,4
Oerlinghausen	16.670	0,42	63,2	35,46	74,82	1,5
Olfen	12.215	0,38	56,2	31,53	67,65	6,1
Olpe	25.409	0,6	89,8	50,33	108,01	2,6
Olsberg	15.102	0,44	64,9	36,37	79,25	3,3
Ostbevern	10.569	0,57	87,4	49,05	101,77	7,5
Overath	26.990	0,71	107,9	60,52	128,13	2,7
Paderborn	146.283	3,79	575,4	322,74	683,00	4,6
Petershagen	25.750	1,89	294,1	165,06	340,87	3,3
Plettenberg	26.321	0,8	119,2	66,86	144,38	1,5
Porta Westfalica	35.122	1,98	305,9	171,70	355,63	1,6
Pr. Oldendorf	12.862	0,82	128,5	72,11	148,14	4,2
Pulheim	53.769	1,49	236,0	132,42	268,45	1,4
Radevormwald	22.526	0,46	68,5	38,41	83,40	3,2
Raesfeld	11.016	0,32	48,6	27,20	58,22	17,5
Rahden	15.636	1,06	163,0	91,42	189,95	8,3
Ratingen	91.088	1,87	286,2	160,52	337,17	1,2
Recke	11.578	0,7	110,9	62,27	126,71	8,8

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 9: Gesamtes PV-Potenzial (Dach- und Freiflächen) auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p	Bereits rea- liert %
Recklinghausen	118.365	2,03	305,7	171,44	365,58	1,9
Rees	22.267	1,22	193,3	108,50	218,81	6,1
Reichshof	19.526	0,59	89,7	50,33	107,02	1,5
Reken	14.094	0,85	131,7	73,93	152,56	8,3
Remscheid	110.563	1,97	294,3	164,98	353,76	0,9
Rheda-Wiedenbrück	47.316	1,67	258,0	144,70	300,86	4,1
Rhede	19.388	0,53	80,9	45,33	96,29	15,4
Rheinbach	27.392	1,09	173,5	97,39	195,34	2,7
Rheinberg	31.587	1,78	283,5	159,16	320,98	2,0
Rheine	76.530	2,58	400,4	224,63	464,17	5,2
Rheurdt	6.736	0,21	32,5	18,24	37,86	6,9
Rietberg	28.868	1,09	164,2	91,99	196,47	12,1
Rödinghausen	9.862	0,5	77,3	43,38	90,44	2,4
Roetgen	8.250	0,17	25,1	14,06	30,09	5,8
Rommerskirchen	13.001	1,17	190,7	107,11	210,94	0,5
Rosendahl	10.905	0,68	105,7	59,30	122,61	3,0
Rösrath	27.288	0,64	98,1	55,02	115,40	8,2
Ruppichteroth	10.631	0,22	32,9	18,42	39,71	20,6
Rüthen	10.510	0,52	77,0	43,17	93,13	1,4
Saerbeck	7.302	0,23	34,5	19,33	41,33	17,6
Salzkotten	24.868	0,92	139,9	78,48	165,64	9,7
Sankt Augustin	55.442	1,07	164,8	92,41	193,14	2,1
Sassenberg	14.240	0,46	69,3	38,85	83,34	15,9
Schalksmühle	11.135	0,31	46,8	26,26	56,24	1,4
Schermbach	13.683	0,43	65,1	36,47	78,17	8,5
Schieder-Schwal.	8.779	0,31	45,9	25,74	55,14	6,6
Schlangen	8.770	0,18	26,1	14,62	31,91	7,7
Schleiden	13.287	0,46	69,6	39,05	81,90	8,0
Schloß Holte-Stuk.	26.156	0,82	124,4	69,77	148,15	4,2
Schmallenberg	25.281	0,65	94,1	52,73	116,22	9,9
Schöppingen	8.398	0,31	46,2	25,90	55,51	13,6
Schwalmtal	19.012	0,71	110,8	62,16	127,25	4,6
Schwelm	28.614	0,53	78,5	44,00	95,14	0,6
Schwerte	48.259	1,31	198,1	111,15	235,14	1,5
Selfkant	10.245	0,26	39,1	21,90	45,96	9,8
Selm	27.001	0,81	124,4	69,79	146,19	4,8
Senden	20.778	0,92	143,0	80,25	166,49	5,6
Sendenhorst	13.236	0,99	155,8	87,47	178,20	5,0
Siegburg	39.746	0,58	86,8	48,66	104,32	1,6
Siegen	103.424	1,85	275,5	154,41	333,44	1,3
Simmerath	15.557	0,4	60,2	33,72	72,33	3,9
Soest	48.579	1,75	268,7	150,75	314,60	3,1
Solingen	159.927	2,37	354,9	198,94	425,73	1,2
Sonsbeck	8.596	0,45	70,3	39,41	81,31	8,9
Spence	14.847	0,4	59,6	33,38	71,19	3,2
Sprockhövel	25.408	0,52	77,9	43,68	94,13	2,0
Stadtlohn	20.631	0,62	93,6	52,45	111,64	21,3
Steinfurt	33.901	1,09	167,5	93,94	196,07	6,3
Steinhagen	19.766	0,57	87,2	48,88	103,47	4,6
Steinheim	13.169	0,83	126,3	70,87	149,52	3,1
Stemwede	13.819	0,99	151,3	84,86	178,43	7,7
Stolberg (Rhld.)	57.474	1,26	194,5	109,09	226,73	2,8
Straelen	15.374	1,36	211,3	118,45	244,02	6,0
Südlohn	9.009	0,37	55,7	31,21	66,29	20,7
Sundern (Sauerld.)	28.730	0,83	123,3	69,13	150,29	5,0
Swisttal	18.215	0,88	142,3	79,89	159,07	2,9
Tecklenburg	9.159	0,55	86,3	48,41	99,37	3,3

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 9: Gesamtes PV-Potenzial (Dach- und Freiflächen) auf Gemeindeebene

Gemeindename	EW	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Einsparung Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p	Bereits rea- liert %
Telgte	19.114	1,07	167,4	93,96	192,11	4,4
Titz	8.252	0,88	144,3	81,04	158,97	2,2
Tönisvorst	29.699	0,87	135,0	75,73	156,15	4,6
Troisdorf	75.369	1,53	234,3	131,38	275,76	3,6
Übach-Palenberg	24.779	0,58	92,4	51,81	105,17	3,8
Uedem	8.218	0,29	44,8	25,10	53,06	21,2
Unna	66.502	2,39	367,9	206,46	430,42	1,8
Velbert	84.033	1,76	266,6	149,52	317,39	1,0
Velen	12.978	0,39	59,2	33,18	70,89	16,7
Verl	24.984	1,31	202,7	113,71	236,44	3,8
Versmold	20.985	0,89	135,7	76,07	159,97	6,1
Vettweiß	8.975	0,69	111,9	62,81	123,71	4,4
Viersen	75.360	2,61	410,4	230,23	469,64	2,5
Vlotho	19.282	0,88	134,5	75,47	158,18	2,3
Voerde	37.406	1,33	208,6	117,05	239,07	1,3
Vreden	22.551	0,79	118,3	66,31	141,38	20,9
Wachtberg	20.202	0,36	54,4	30,51	64,79	4,9
Wachtendonk	7.888	0,6	96,2	53,98	108,76	9,4
Wadersloh	12.596	1,26	198,9	111,64	226,71	3,1
Waldbröl	19.333	0,44	65,6	36,79	79,01	1,5
Waldfeucht	9.196	0,25	39,0	21,87	45,67	9,7
Waltrip	29.636	0,71	109,3	61,33	128,56	3,5
Warburg	23.436	1,72	267,5	150,17	310,01	6,6
Warendorf	38.134	1,54	236,3	132,52	276,78	8,9
Warstein	27.170	1,07	160,7	90,18	192,18	4,6
Wassenberg	17.297	0,39	60,0	33,61	69,74	4,3
Weeze	10.682	0,8	127,0	71,30	143,44	14,7
Wegberg	29.100	0,98	153,8	86,28	176,83	3,7
Weilerswist	16.298	1,3	214,4	120,42	234,76	2,0
Welper	12.419	0,63	97,3	54,62	113,26	4,7
Wenden	19.905	0,52	77,4	43,37	92,72	5,9
Werdohl	18.706	0,39	58,0	32,54	70,82	0,7
Werl	31.655	1,32	203,3	114,10	238,43	6,3
Wermelskirchen	35.437	0,65	97,1	54,44	117,69	2,6
Werne	29.901	1,27	195,1	109,48	228,25	5,1
Werther (Westf.)	11.453	0,3	45,0	25,22	54,20	4,8
Wesel	60.750	1,53	235,4	131,96	275,77	4,1
Wesseling	35.116	1,02	159,6	89,54	183,63	1,2
Westerkappeln	11.190	1,03	163,0	91,48	186,17	2,5
Wetter (Ruhr)	28.113	0,62	93,1	52,23	111,79	1,1
Wettringen	7.970	0,29	43,8	24,56	52,43	19,0
Wickede (Ruhr)	11.899	0,41	61,7	34,61	73,41	4,2
Wiehl	25.645	0,72	107,9	60,51	129,00	1,4
Willebadessen	8.516	0,51	78,4	43,99	91,51	9,8
Willich	51.949	1,57	245,2	137,50	282,49	5,4
Wilnsdorf	20.752	0,62	94,4	52,95	112,02	1,9
Windeck	20.455	0,55	82,7	46,38	98,33	3,6
Winterberg	13.566	0,39	57,2	32,07	69,83	3,6
Wipperfurth	23.186	0,51	75,2	42,14	91,84	5,8
Witten	98.233	1,7	253,1	141,86	306,27	2,1
Wülfrath	21.299	0,55	83,8	47,01	99,24	1,3
Wuppertal	349.721	5,14	773,5	433,72	925,84	0,3
Würselen	37.693	1,35	215,6	121,01	242,49	2,7
Xanten	21.572	0,72	112,3	63,00	129,63	4,3
Zülpich	20.005	1,15	185,6	104,17	207,03	3,7

Datengrundlage: IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 10: Gesamtes PV-Potenzial (Dach- und Freiflächen) auf Kreisebene

Kreisname	EW	Potenzial Modulflächen km²	Potenzial Stromertrag GWh/a	Potenzial CO ₂ - Kt/a	Potenzial inst. Leistung MW _p	Bereits rea- liert %
Bielefeld	323.270	6,14	928,4	520,48	1105,87	2,01
Bochum	374.737	5,71	850,2	476,69	1028,10	1,24
Bonn	324.899	4,18	636,9	357,04	751,69	1,19
Borken	369.633	14,51	2230,0	1250,52	2611,52	11,28
Bottrop	116.771	2,63	400,8	224,83	473,57	3,69
Coesfeld	219.784	11,40	1772,7	994,80	2051,32	5,28
Dortmund	580.444	9,90	1488,8	835,00	1782,80	1,26
Duisburg	489.559	9,31	1428,5	801,15	1675,09	0,63
Düren	267.712	11,52	1843,3	1034,58	2073,55	2,48
Düsseldorf	588.735	8,35	1273,3	713,77	1502,27	1,12
Ennepe-Ruhr-Kreis	331.575	6,12	910,2	510,27	1101,17	1,48
Essen	574.635	7,20	1074,1	602,15	1296,20	1,02
Euskirchen	190.962	9,06	1444,4	810,66	1631,44	4,51
Gelsenkirchen	257.981	4,52	679,5	381,13	813,20	1,12
Gütersloh	353.766	13,33	2043,4	1146,02	2400,03	4,81
Hagen	188.529	3,28	486,4	272,68	590,40	1,41
Hamm	181.783	6,01	927,5	520,44	1081,43	1,92
Heinsberg	254.936	8,91	1412,2	792,29	1603,04	4,77
Herford	249.020	8,16	1244,8	698,13	1469,47	2,04
Herne	164.762	2,16	321,6	180,30	388,94	1,27
Hochsauerlandkreis	267.601	8,72	1295,8	726,78	1568,87	5,46
Höxter	147.140	7,55	1155,3	648,29	1358,66	7,64
Kleve	307.807	14,33	2247,3	1260,58	2578,49	6,97
Köln	1.007.119	15,76	2427,6	1361,26	2837,42	0,97
Krefeld	235.076	5,17	802,2	449,84	930,55	1,79
Leverkusen	160.772	2,58	390,9	219,15	463,97	1,57
Lippe	351.158	10,42	1570,0	880,54	1876,18	3,74
Märkischer Kreis	430.965	9,59	1429,9	801,86	1726,76	1,92
Mettmann	495.155	10,67	1630,1	914,19	1920,03	1,50
Minden-Lübbecke	314.153	13,79	2118,2	1188,29	2481,85	3,69
Mönchengladbach	257.993	6,16	968,5	543,24	1109,42	1,96
Mülheim a.d. Ruhr	167.344	3,21	487,4	273,31	577,72	1,05
Münster	279.803	6,57	1017,8	570,96	1182,96	2,56
Oberbergischer Kreis	280.840	6,31	940,5	527,24	1136,31	2,87
Oberhausen	212.945	2,95	443,5	248,64	531,55	0,98
Olpe	138.961	3,62	538,2	301,83	651,24	3,23
Paderborn	299.816	10,14	1539,9	863,70	1825,69	7,66
Recklinghausen	628.817	14,97	2286,3	1282,72	2694,48	2,51
Remscheid	110.563	1,97	294,3	164,98	353,76	0,89
Rhein-Erft-Kreis	464.130	15,53	2488,8	1396,65	2795,70	1,60
Rheinisch-Bergischer Kreis	276.927	5,09	763,3	427,89	915,41	2,21
Rhein-Kreis Neuss	443.286	14,23	2254,4	1265,10	2562,21	1,51
Rhein-Sieg-Kreis	598.736	14,48	2242,4	1257,76	2606,01	2,61
Siegen-Wittgenstein	282.681	7,77	1172,4	657,56	1399,06	1,63
Soest	304.167	11,50	1754,8	984,43	2070,80	5,94
Solingen	159.927	2,37	354,9	198,94	425,73	1,23
Städteregion Aachen	565.714	12,20	1901,3	1066,47	2196,41	1,94
Steinfurt	443.357	20,71	3226,1	1809,86	3728,25	6,00
Unna	411.806	12,89	1975,6	1108,56	2320,25	2,51
Viersen	300.417	10,54	1651,3	926,26	1897,54	4,50
Warendorf	278.145	13,73	2135,3	1198,13	2470,56	5,33
Wesel	468.619	16,42	2571,6	1442,85	2955,47	3,17
Wuppertal	349.721	5,14	773,5	433,72	925,84	0,72

Datengrundlage: IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 11: Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	WW-Wärmebedarf (GWh/a)	WW-Wärmeertrag theoretisch (GWh/a)	WW-Wärmeertrag technisch ¹⁾ (GWh/a)	Deckungsrate technisch ¹⁾ (%)	CO ₂ – Einsparung (kt/a)
Aachen	253,5	2309,5	75,0	29,6	20,56
Ahaus	38,2	830,2	11,1	29,0	3,03
Ahlen	52,3	776,8	15,1	28,8	4,14
Aldenhoven	13,6	178,9	4,1	29,7	1,11
Alfter	22,4	277,7	6,6	29,6	1,81
Alpen	12,5	280,0	3,7	29,6	1,01
Alsdorf	44,6	481,8	13,2	29,7	3,63
Altena	17,9	233,2	4,4	24,6	1,20
Altenbeken	9,1	129,8	2,5	27,0	0,67
Altenberge	10,0	204,8	2,9	29,2	0,80
Anröchte	10,2	219,3	2,7	26,6	0,75
Arnsberg	72,7	943,5	18,0	24,8	4,94
Ascheberg	14,7	319,4	4,2	28,6	1,15
Attendorn	24,2	333,3	5,9	24,4	1,62
Augustdorf	9,4	140,4	2,5	26,7	0,69
Bad Berleburg	19,4	319,6	4,9	25,0	1,33
Bad Driburg	18,6	300,8	4,9	26,5	1,35
Bad Honnef	24,7	292,8	7,3	29,4	1,99
Bad Laasphe	14,1	216,8	3,7	26,6	1,03
Bad Lippspringe	14,9	189,2	3,9	26,3	1,08
Bad Münstereifel	18,1	309,8	5,4	29,7	1,47
Bad Oeynhausen	47,3	786,6	13,3	28,1	3,65
Bad Salzuflen	52,8	770,3	14,2	26,9	3,89
Bad Sassendorf	11,5	210,8	3,2	27,5	0,86
Bad Wünnenberg	12,0	268,2	3,1	26,1	0,86
Baesweiler	27,3	270,3	8,1	29,7	2,23
Balve	11,7	160,6	2,9	24,4	0,78
Barntrup	8,7	154,8	2,3	26,4	0,63
Beckum	36,0	621,2	10,5	29,1	2,87
Bedburg	24,2	337,7	7,2	29,7	1,97
Bedburg-Hau	12,9	268,4	3,8	29,5	1,05
Beelen	6,2	169,1	1,8	28,8	0,49
Bergheim	60,9	775,1	18,1	29,7	4,96
Bergisch Gladbach	103,6	1119,9	29,2	28,2	8,01
Bergkamen	49,6	518,0	13,7	27,6	3,75
Bergneustadt	19,2	221,9	5,0	26,2	1,38
Bestwig	11,1	140,0	2,6	23,2	0,70
Beverungen	13,9	272,5	3,9	28,1	1,07
Bielefeld	316,8	3574,4	88,0	27,8	24,11
Billerbeck	11,3	302,3	3,3	29,1	0,90
Blankenheim	8,1	194,1	2,4	29,6	0,66
Blomberg	15,8	271,3	4,0	25,4	1,10
Bocholt	71,7	1294,3	21,2	29,5	5,80
Bochum	367,2	3204,8	95,7	26,0	26,21
Bönen	18,2	284,5	5,0	27,7	1,38
Bonn	318,4	2727,7	93,3	29,3	25,56
Borchen	13,2	213,8	3,6	27,2	0,99
Borgentreich	8,9	272,3	2,5	28,5	0,70
Borgholzhausen	8,4	213,0	2,4	28,6	0,66
Borken	40,4	865,2	11,8	29,2	3,23
Bornheim	47,6	613,6	14,1	29,7	3,87
Bottrop	114,4	1249,8	31,8	27,7	8,70
Brakel	16,5	337,4	4,5	27,0	1,23
Breckerfeld	9,1	121,0	2,3	25,6	0,64
Bilon	25,8	480,6	6,2	23,9	1,69

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 11: Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindenname	WW-Wärmebedarf (GWh/a)	WW-Wärmeertrag theoretisch (GWh/a)	WW-Wärmeertrag technisch ¹⁾ (GWh/a)	Deckungsrate technisch ¹⁾ (%)	CO ₂ – Einsparung (kt/a)
Brüggen	15,6	305,5	4,6	29,6	1,26
Brühl	43,4	453,6	12,9	29,7	3,53
Bünde	43,9	702,7	12,3	28,0	3,37
Burbach	14,2	245,7	4,1	29,1	1,13
Büren	21,1	421,7	5,5	26,2	1,51
Burscheid	18,2	224,9	5,1	28,0	1,40
Castrop-Rauxel	73,9	670,3	19,6	26,5	5,37
Coesfeld	35,6	697,6	10,3	28,8	2,81
Dahlem	4,0	98,6	1,2	29,5	0,33
Datteln	34,8	405,2	9,4	26,9	2,57
Delbrück	29,4	748,6	8,4	28,4	2,29
Detmold	71,3	898,3	18,4	25,8	5,03
Dinslaken	68,1	714,6	19,7	28,9	5,39
Dörentrup	8,1	136,8	2,1	26,3	0,58
Dormagen	61,7	738,2	18,2	29,5	4,98
Dorsten	75,2	1009,0	21,3	28,3	5,83
Dortmund	568,8	4821,0	150,7	26,5	41,29
Drensteinfurt	15,1	308,5	4,3	28,8	1,19
Drolshagen	11,8	177,3	3,1	26,4	0,85
Duisburg	479,8	4679,4	139,5	29,1	38,24
Dülmen	45,8	807,2	12,9	28,2	3,54
Düren	91,0	1120,3	27,0	29,6	7,38
Düsseldorf	577,0	5037,7	167,9	29,1	46,01
Eitorf	19,0	267,8	5,4	28,6	1,49
Elsdorf	20,8	304,8	6,2	29,7	1,69
Emmerich am Rhein	29,0	529,0	8,6	29,6	2,35
Emsdetten	34,8	640,5	10,1	29,0	2,77
Engelskirchen	19,6	255,1	5,3	27,0	1,45
Enger	19,6	310,5	5,5	27,8	1,49
Ennepetal	29,9	406,0	7,6	25,5	2,09
Ennigerloh	19,3	443,1	5,6	29,0	1,53
Ense	12,4	201,9	3,3	26,7	0,91
Erfstadt	49,5	651,3	14,7	29,7	4,03
Erkelenz	43,6	725,1	12,9	29,7	3,55
Erkrath	45,0	399,2	12,8	28,5	3,51
Erndtebrück	7,1	132,5	1,8	25,8	0,50
Erwitte	15,4	340,0	4,3	27,9	1,18
Eschweiler	54,4	698,5	16,1	29,6	4,42
Eslohe (Sauerland)	9,0	154,4	2,1	23,3	0,57
Espelkamp	24,7	465,3	7,0	28,4	1,93
Essen	563,1	4317,3	150,9	26,8	41,36
Euskirchen	54,5	814,0	16,2	29,7	4,43
Everswinkel	9,3	212,8	2,7	29,0	0,74
Extertal	11,8	254,6	3,2	27,1	0,88
Finnentrop	17,2	249,3	4,1	23,8	1,12
Frechen	48,9	637,8	14,5	29,7	3,98
Freudenberg	18,0	237,4	4,9	27,2	1,35
Fröndenberg/Ruhr	21,5	297,4	5,7	26,6	1,57
Gangelt	11,4	200,6	3,4	29,7	0,93
Geilenkirchen	27,7	440,1	8,2	29,7	2,25
Geldern	32,9	818,9	9,7	29,6	2,67
Gelsenkirchen	252,8	2179,7	67,3	26,6	18,44
Gescher	16,8	358,1	4,9	29,0	1,34
Geseke	20,3	352,5	5,7	27,8	1,55
Gevelsberg	30,9	342,4	7,8	25,4	2,15
Gladbeck	73,7	627,1	20,1	27,3	5,51
Goch	33,4	659,6	9,9	29,5	2,71
Grefrath	15,3	289,2	4,5	29,5	1,23

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 11: Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	WW-Wärmebedarf (GWh/a)	WW-Wärmeertrag theoretisch (GWh/a)	WW-Wärmeertrag technisch ¹⁾ (GWh/a)	Deckungsrate technisch ¹⁾ (%)	CO ₂ - Einsparung (kt/a)
Greven	35,3	641,5	10,3	29,1	2,82
Grevenbroich	62,6	829,8	18,6	29,7	5,09
Gronau (Westf.)	45,6	796,2	13,1	28,8	3,60
Gummersbach	50,3	599,7	13,2	26,3	3,62
Gütersloh	94,5	1426,3	26,9	28,5	7,37
Haan	28,6	360,4	8,0	28,2	2,20
Hagen	184,8	1794,8	46,1	25,0	12,64
Halle (Westf.)	20,7	384,5	5,9	28,5	1,61
Hallenberg	4,3	91,5	1,1	26,0	0,31
Haltern am See	37,0	458,7	10,3	27,7	2,81
Halver	16,4	242,5	4,2	25,7	1,15
Hamm	178,1	2275,8	50,4	28,3	13,82
Hamminkeln	27,2	670,7	8,0	29,5	2,20
Harsewinkel	23,6	498,6	6,8	28,7	1,85
Hattingen	54,4	541,5	14,3	26,2	3,90
Havixbeck	11,6	202,1	3,4	29,1	0,92
Heek	8,2	217,3	2,4	28,8	0,65
Heiden	7,9	184,2	2,3	28,9	0,63
Heiligenhaus	26,1	301,1	7,3	28,0	2,01
Heimbach	4,4	76,4	1,3	29,2	0,35
Heinsberg	39,9	758,5	11,9	29,7	3,25
Hellenthal	8,1	182,1	2,3	29,1	0,64
Hemer	37,0	389,7	9,4	25,5	2,58
Hennef (Sieg)	45,2	609,0	13,0	28,7	3,56
Herdecke	23,9	212,6	6,1	25,4	1,67
Herford	62,8	929,0	17,2	27,5	4,72
Herne	161,5	1248,2	42,4	26,3	11,62
Herscheid	7,1	102,9	1,8	25,1	0,49
Herten	61,0	584,8	16,4	26,9	4,49
Herzebrock-Clarholz	15,7	404,5	4,5	28,8	1,24
Herzogenrath	45,8	465,9	13,6	29,7	3,72
Hiddenhausen	19,4	294,5	5,4	27,7	1,48
Hilchenbach	15,2	194,9	4,0	26,0	1,08
Hilden	54,3	625,3	15,5	28,5	4,24
Hille	15,8	399,8	4,5	28,4	1,23
Holzwickede	16,8	209,3	4,4	26,4	1,22
Hopsten	7,4	236,8	2,1	28,8	0,59
Horn-Bad Meinberg	17,3	276,5	4,4	25,4	1,21
Hörstel	19,5	434,4	5,6	28,9	1,54
Horstmar	6,4	134,2	1,9	29,1	0,51
Hövelhof	15,7	313,8	4,3	27,4	1,18
Höxter	30,5	477,4	8,2	27,1	2,26
Hückelhoven	38,4	508,7	11,4	29,7	3,13
Hückeswagen	15,3	210,2	4,0	26,2	1,10
Hüllhorst	13,1	266,9	3,7	28,5	1,02
Hünxe	13,3	304,6	3,9	29,1	1,06
Hürtgenwald	8,5	145,4	2,5	29,4	0,68
Hürth	56,8	671,1	16,9	29,7	4,62
Ibbenbüren	50,5	794,5	14,6	28,8	3,99
Inden	6,7	117,3	2,0	29,7	0,55
Iserlohn	93,1	980,7	23,6	25,3	6,46
Isselburg	11,0	247,8	3,2	29,6	0,89
Issum	11,7	241,7	3,5	29,6	0,95
Jüchen	22,2	313,3	6,6	29,7	1,81
Jülich	32,4	538,9	9,6	29,7	2,64
Kaarst	41,2	445,9	12,2	29,6	3,34
Kalkar	13,6	309,0	4,0	29,6	1,10

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 11: Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	WW-Wärmebedarf (GWh/a)	WW-Wärmeertrag theoretisch (GWh/a)	WW-Wärmeertrag technisch ¹⁾ (GWh/a)	Deckungsrate technisch ¹⁾ (%)	CO ₂ - Einsparung (kt/a)
Kall	11,6	215,1	3,4	29,4	0,93
Kalletal	14,2	268,5	3,9	27,5	1,07
Kamen	43,5	508,5	11,9	27,3	3,26
Kamp-Lintfort	37,6	487,6	11,1	29,6	3,05
Kempen	35,2	614,8	10,4	29,6	2,85
Kerken	12,4	239,8	3,7	29,6	1,01
Kerpen	63,3	816,5	18,8	29,7	5,16
Kevelaer	27,8	599,0	8,2	29,6	2,25
Kierspe	16,9	206,1	4,4	25,7	1,19
Kirchhundem	12,0	164,2	3,0	25,3	0,83
Kirchlengern	15,8	286,4	4,4	28,2	1,22
Kleve	48,5	689,8	14,3	29,6	3,93
Köln	987,0	8461,9	288,9	29,3	79,15
Königswinter	40,0	539,2	11,7	29,2	3,20
Korschenbroich	32,4	457,7	9,6	29,6	2,63
Kranenburg	9,8	219,2	2,9	29,6	0,79
Krefeld	230,4	2728,4	68,1	29,6	18,66
Kreuzau	17,4	249,3	5,1	29,5	1,41
Kreuztal	30,4	442,0	7,9	25,9	2,16
Kürten	19,2	252,0	5,2	27,2	1,43
Ladbergen	6,3	157,8	1,8	29,0	0,50
Laer	6,2	130,8	1,8	29,1	0,49
Lage	34,5	477,6	9,1	26,3	2,48
Langenberg	7,9	184,9	2,3	29,0	0,63
Langenfeld (Rhld.)	58,0	750,1	16,6	28,7	4,55
Langerwehe	13,8	176,6	4,1	29,6	1,12
Legden	6,7	199,8	1,9	29,0	0,53
Leichlingen (Rhld.)	26,9	317,4	7,6	28,2	2,08
Lemgo	40,6	583,1	10,7	26,2	2,92
Lengerich	21,8	418,5	6,3	28,8	1,72
Lennestadt	26,6	319,8	6,4	24,2	1,76
Leopoldshöhe	15,8	250,7	4,2	26,8	1,16
Leverkusen	157,6	1486,1	45,0	28,6	12,34
Lichtenau	10,7	254,1	2,9	27,3	0,80
Lienen	8,4	207,8	2,4	28,7	0,66
Lindlar	21,6	321,7	5,8	26,8	1,59
Linnich	13,2	244,4	3,9	29,7	1,07
Lippetal	12,0	289,3	3,5	28,7	0,95
Lippstadt	65,6	966,6	18,8	28,6	5,14
Lohmar	30,5	385,6	8,7	28,4	2,37
Löhne	39,4	701,4	11,0	28,0	3,03
Lotte	13,6	209,7	3,8	28,2	1,05
Lübbecke	25,3	473,0	7,2	28,6	1,98
Lüdenscheid	74,0	717,1	18,5	25,0	5,07
Lüdinghausen	23,7	486,4	6,6	27,8	1,81
Lügde	10,2	188,9	2,7	26,6	0,74
Lünen	85,8	861,3	23,3	27,2	6,40
Marienheide	13,5	174,3	3,6	26,3	0,97
Marienmünster	5,2	115,7	1,4	26,7	0,38
Marl	85,8	895,5	23,5	27,4	6,45
Marsberg	20,4	381,1	5,3	26,0	1,45
Mechemich	26,6	450,4	7,9	29,6	2,16
Meckenheim	23,8	335,1	7,0	29,5	1,92
Medebach	7,8	169,7	2,0	25,3	0,54
Meerbusch	53,2	600,5	15,7	29,5	4,30
Meinerzhagen	20,4	291,1	5,2	25,6	1,43
Menden(Sauerland)	54,4	623,0	13,9	25,6	3,81

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 11: Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	WW-Wärmebedarf (GWh/a)	WW-Wärmeertrag theoretisch (GWh/a)	WW-Wärmeertrag technisch ¹⁾ (GWh/a)	Deckungsrate technisch ¹⁾ (%)	CO ₂ - Einsparung (kt/a)
Merzenich	9,6	139,5	2,8	29,7	0,78
Meschede	30,2	440,2	7,0	23,3	1,93
Metelen	6,2	134,7	1,8	28,8	0,49
Mettingen	11,9	217,7	3,4	28,7	0,93
Mettmann	38,5	420,3	10,9	28,2	2,97
Minden	80,5	1214,3	22,7	28,2	6,22
Moers	103,4	1147,3	30,5	29,5	8,36
Möhnesee	11,2	194,4	2,9	25,8	0,79
Mönchengladbach	252,8	2867,9	75,0	29,7	20,54
Monheim am Rhein	42,2	369,8	12,3	29,1	3,37
Monschau	12,2	230,3	3,4	28,1	0,94
Morsbach	10,8	172,9	3,0	28,0	0,83
Much	14,6	233,3	4,1	28,0	1,12
Mülheim a. d. Ruhr	164,0	1644,1	45,9	28,0	12,57
Münster	274,2	3099,9	79,8	29,1	21,85
Nachrodt-Wiblingw.	6,6	75,5	1,7	25,3	0,46
Netphen	23,6	323,3	6,3	26,6	1,72
Nettersheim	7,5	150,6	2,2	29,6	0,61
Nettetal	40,9	758,3	12,1	29,6	3,31
Neuenkirchen	13,5	253,4	3,9	29,0	1,07
Neuenrade	11,9	153,0	2,9	24,3	0,79
Neukirchen-Vluyn	27,0	363,9	8,0	29,6	2,19
Neunkirchen	13,4	213,8	3,7	27,9	1,03
Neunk.-Seelscheid	20,2	274,6	5,7	28,4	1,57
Neuss	148,4	1606,4	43,9	29,6	12,02
Nideggen	10,4	155,2	3,1	29,4	0,84
Niederkassel	36,8	379,1	10,8	29,4	2,96
Niederkrüchten	15,0	313,5	4,5	29,6	1,22
Niederzier	13,7	217,4	4,1	29,7	1,12
Nieheim	6,4	142,0	1,6	25,7	0,45
Nordkirchen	10,2	197,0	2,9	28,2	0,79
Nordwalde	9,2	192,7	2,7	29,2	0,73
Nörvenich	10,8	175,7	3,2	29,7	0,88
Nottuln	19,5	362,6	5,6	28,8	1,54
Nümbrecht	16,9	245,3	4,7	27,8	1,29
Oberhausen	208,7	1807,3	58,7	28,1	16,08
Ochtrup	19,0	434,4	5,5	28,9	1,51
Odenthal	15,5	176,0	4,3	28,0	1,18
Oelde	28,7	537,8	8,3	29,1	2,29
Oer-Erkenschwick	29,7	299,5	8,1	27,1	2,21
Oerlinghausen	16,3	203,8	4,5	27,3	1,22
Offen	12,0	204,3	3,3	27,2	0,89
Olpe	24,9	315,4	6,5	25,9	1,77
Olsberg	14,8	212,5	3,4	23,2	0,94
Ostbevern	10,4	254,3	3,0	28,9	0,82
Overath	26,5	362,5	7,3	27,8	2,01
Paderborn	143,4	1855,4	39,0	27,2	10,69
Petershagen	25,2	663,9	7,2	28,4	1,96
Plettenberg	25,8	364,4	6,2	24,0	1,70
Porta Westfalica	34,4	642,8	9,5	27,7	2,62
Pr. Oldendorf	12,6	287,8	3,6	28,4	0,98
Pulheim	52,7	652,3	15,6	29,6	4,28
Radevormwald	22,1	294,3	5,7	26,0	1,57
Raesfeld	10,8	236,3	3,1	29,1	0,86
Rahden	15,3	476,8	4,4	28,4	1,19
Ratingen	89,3	974,7	25,5	28,5	6,98
Recke	11,3	224,5	3,3	28,8	0,89

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie

Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 11: Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	WW-Wärmebedarf (GWh/a)	WW-Wärmeertrag theoretisch (GWh/a)	WW-Wärmeertrag technisch ¹⁾ (GWh/a)	Deckungsrate technisch ¹⁾ (%)	CO ₂ - Einsparung (kt/a)
Recklinghausen	116,0	1013,4	31,0	26,7	8,49
Rees	21,8	417,7	6,5	29,6	1,77
Reichshof	19,1	303,8	5,2	27,3	1,43
Reken	13,8	306,4	4,0	28,6	1,08
Remscheid	108,4	1155,1	29,0	26,8	7,95
Rheda-Wiedenbrück	46,4	767,6	13,4	28,9	3,67
Rhede	19,0	383,6	5,6	29,5	1,53
Rheinbach	26,8	364,7	8,0	29,6	2,18
Rheinberg	31,0	488,0	9,1	29,5	2,50
Rheine	75,0	1117,9	21,7	29,0	5,96
Rheurdt	6,6	121,0	2,0	29,6	0,54
Rietberg	28,3	736,3	8,1	28,7	2,23
Rödinghausen	9,7	222,2	2,7	28,2	0,75
Roetgen	8,1	117,5	2,3	29,0	0,64
Rommerskirchen	12,7	207,2	3,8	29,7	1,04
Rosendahl	10,7	292,2	3,1	29,1	0,85
Rösrath	26,7	301,5	7,6	28,4	2,08
Ruppichterath	10,4	155,1	3,0	28,4	0,81
Rüthen	10,3	270,9	2,6	25,4	0,72
Saerbeck	7,2	160,9	2,1	29,0	0,57
Salzkotten	24,4	457,8	6,8	27,8	1,85
Sankt Augustin	54,3	568,8	15,7	28,9	4,30
Sassenberg	14,0	329,6	4,0	28,8	1,10
Schalksmühle	10,9	143,2	2,7	25,2	0,75
Schermbach	13,4	325,6	3,9	29,0	1,06
Schieder-Schwalenb.	8,6	138,2	2,2	25,6	0,60
Schlangen	8,6	121,9	2,2	26,1	0,61
Schleiden	13,0	251,8	3,8	28,9	1,03
Schloß Holte-Stuken.	25,6	442,3	7,0	27,3	1,92
Schmallenberg	24,8	393,3	5,9	23,9	1,62
Schöppingen	8,2	224,0	2,4	29,0	0,65
Schwalmtal	18,6	318,8	5,5	29,6	1,51
Schwelm	28,0	309,9	7,2	25,6	1,97
Schwerte	47,3	522,6	12,1	25,5	3,31
Selfkant	10,0	190,4	3,0	29,7	0,82
Selm	26,5	369,7	7,3	27,7	2,01
Senden	20,4	400,1	5,8	28,6	1,60
Sendenhorst	13,0	283,1	3,8	29,0	1,03
Siegburg	39,0	410,5	11,1	28,5	3,05
Siegen	101,4	1131,8	27,0	26,6	7,39
Simmerath	15,2	273,0	4,3	28,5	1,19
Soest	47,6	678,1	13,1	27,5	3,59
Solingen	156,7	1510,3	43,8	28,0	12,01
Sonsbeck	8,4	236,2	2,5	29,6	0,68
Spence	14,6	246,7	4,1	28,1	1,12
Sprockhövel	24,9	322,8	6,5	26,0	1,78
Stadtlohn	20,2	426,5	5,9	29,1	1,61
Steinfurt	33,2	573,6	9,6	29,0	2,64
Steinhagen	19,4	324,3	5,5	28,4	1,51
Steinheim	12,9	252,1	3,2	25,0	0,89
Stemwede	13,5	514,5	3,8	28,2	1,05
Stolberg (Rhld.)	56,3	673,8	16,6	29,4	4,54
Straelen	15,1	704,6	4,5	29,6	1,22
Südlohn	8,8	251,2	2,6	29,2	0,71
Sundern (Sauerland)	28,2	459,9	6,8	24,3	1,87
Swisttal	17,9	263,1	5,3	29,7	1,45
Tecklenburg	9,0	190,9	2,6	28,8	0,71

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Fortsetzung Tab. A 11: Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen auf Gemeindeebene

Gemeindename	WW-Wärmebedarf (GWh/a)	WW-Wärmeertrag theoretisch (GWh/a)	WW-Wärmeertrag technisch ¹⁾ (GWh/a)	Deckungsrate technisch ¹⁾ (%)	CO ₂ - Einsparung (kt/a)
Telgte	18,7	374,1	5,4	29,0	1,49
Titz	8,1	170,9	2,4	29,7	0,66
Tönisvorst	29,1	448,5	8,6	29,6	2,36
Troisdorf	73,9	830,1	21,4	28,9	5,86
Übach-Palenberg	24,3	291,5	7,2	29,7	1,98
Uedem	8,1	209,3	2,4	29,6	0,65
Unna	65,2	839,0	17,8	27,3	4,87
Velbert	82,4	910,6	22,4	27,2	6,13
Velen	12,7	274,9	3,7	29,0	1,01
Verl	24,5	533,5	6,9	28,1	1,89
Versmold	20,6	478,1	5,9	28,6	1,61
Vettweiß	8,8	146,0	2,6	29,7	0,72
Viersen	73,9	1089,5	21,8	29,6	5,98
Vlotho	18,9	372,9	5,3	27,8	1,44
Voerde	36,7	509,9	10,8	29,4	2,96
Vreden	22,1	553,3	6,4	29,2	1,77
Wachtberg	19,8	261,7	5,8	29,4	1,60
Wachtendonk	7,7	199,4	2,3	29,6	0,63
Wadersloh	12,3	340,5	3,6	29,0	0,98
Waldbröl	18,9	282,1	5,3	28,2	1,46
Waldfeucht	9,0	174,8	2,7	29,7	0,73
Waltrop	29,0	294,5	7,8	26,9	2,14
Warburg	23,0	485,0	6,4	27,9	1,75
Warendorf	37,4	785,5	10,8	28,9	2,96
Warstein	26,6	408,2	6,6	24,7	1,81
Wassenberg	17,0	243,1	5,0	29,7	1,38
Weeze	10,5	265,1	3,1	29,6	0,85
Wegberg	28,5	483,3	8,5	29,7	2,32
Weilerswist	16,0	249,1	4,7	29,7	1,30
Welper	12,2	234,1	3,4	28,2	0,94
Wenden	19,5	272,9	5,3	27,0	1,44
Werdohl	18,3	213,0	4,4	23,8	1,20
Werl	31,0	491,3	8,5	27,5	2,34
Wermelskirchen	34,7	430,4	9,4	27,0	2,57
Werne	29,3	485,1	8,2	28,1	2,25
Werther (Westf.)	11,2	211,9	3,2	28,4	0,87
Wesel	59,5	907,0	17,6	29,5	4,81
Wesseling	34,4	446,0	10,2	29,6	2,79
Westerkappeln	11,0	262,5	3,1	28,4	0,85
Wetter (Ruhr)	27,6	310,7	7,0	25,3	1,91
Wettringen	7,8	200,6	2,3	29,0	0,62
Wickede (Ruhr)	11,7	181,4	3,1	26,7	0,85
Wiehl	25,1	380,6	6,9	27,3	1,88
Willebadessen	8,3	192,0	2,3	27,6	0,63
Willich	50,9	764,1	15,1	29,6	4,13
Wilnsdorf	20,3	290,9	5,6	27,5	1,53
Windeck	20,0	308,4	5,7	28,4	1,56
Winterberg	13,3	223,9	3,3	24,7	0,90
Wipperfurth	22,7	348,0	6,0	26,2	1,63
Witten	96,3	974,9	24,9	25,9	6,83
Wülfrath	20,9	261,9	5,8	27,6	1,58
Wuppertal	342,7	2879,3	91,8	26,8	25,14
Würselen	36,9	443,1	11,0	29,7	3,00
Xanten	21,1	361,1	6,3	29,6	1,71
Zülpich	19,6	356,1	5,8	29,7	1,59

¹⁾Unter der Annahme, dass 50% der Wohngebäude für eine zentrale WW-Bereitung geeignet sind

Datengrundlage: IT.NRW, eigene Berechnungen

Potenzialstudie Erneuerbare Energien NRW, Teil 2 - Solarenergie
Tabellen ANHANG A

Tabelle A 12: Solarthermie-Potenzial auf Dachflächen auf Kreisebene

Kreisname	WW-Wärmebedarf (GWh/a)	WW-Wärmeertrag theoretisch (GWh/a)	WW-Wärmeertrag technisch ¹⁾ (GWh/a)	Deckungsrate technisch ¹⁾ (%)	CO ₂ - Einsparung (kt/a)
Bielefeld	316,8	3574,4	88,0	27,8	24,11
Bochum	367,2	3204,8	95,7	26,0	26,21
Bonn	318,4	2727,7	93,3	29,3	25,56
Borken	362,2	7649,1	105,6	29,1	28,93
Bottrop	114,4	1249,8	31,8	27,7	8,70
Coesfeld	215,4	4271,3	61,3	28,5	16,80
Dortmund	568,8	4821,0	150,7	26,5	41,29
Duisburg	479,8	4679,4	139,5	29,1	38,24
Düren	262,4	3852,2	77,7	29,6	21,30
Düsseldorf	577,0	5037,7	167,9	29,1	46,01
Ennepe-Ruhr-Kreis	324,9	3541,9	83,7	25,8	22,94
Essen	563,1	4317,3	150,9	26,8	41,36
Euskirchen	187,1	3271,7	55,3	29,6	15,16
Gelsenkirchen	252,8	2179,7	67,3	26,6	18,44
Gütersloh	346,7	6605,9	98,8	28,5	27,06
Hagen	184,8	1794,8	46,1	25,0	12,64
Hamm	178,1	2275,8	50,4	28,3	13,82
Heinsberg	249,8	4016,2	74,2	29,7	20,33
Herford	244,0	4066,3	67,9	27,8	18,61
Herne	161,5	1248,2	42,4	26,3	11,62
Hochsauerlandkreis	262,2	4090,6	63,7	24,3	17,47
Höxter	144,2	2847,2	39,1	27,1	10,70
Kleve	301,7	6491,6	89,2	29,6	24,45
Köln	987,0	8461,9	288,9	29,3	79,15
Krefeld	230,4	2728,4	68,1	29,6	18,66
Leverkusen	157,6	1486,1	45,0	28,6	12,34
Lippe	344,1	5135,8	90,6	26,3	24,83
Märkischer Kreis	422,3	4896,0	106,1	25,1	29,07
Mettmann	485,3	5373,4	137,0	28,2	37,54
Minden-Lübbecke	307,9	6191,6	87,0	28,2	23,83
Mönchengladbach	252,8	2867,9	75,0	29,7	20,54
Mülheim a.d. Ruhr	164,0	1644,1	45,9	28,0	12,57
Münster	274,2	3099,9	79,8	29,1	21,85
Oberbergischer Kreis	275,2	3809,8	73,7	26,8	20,21
Oberhausen	208,7	1807,3	58,7	28,1	16,08
Olpe	136,2	1832,2	34,3	25,2	9,40
Paderborn	293,8	4852,4	80,0	27,2	21,91
Recklinghausen	616,2	6258,1	167,4	27,2	45,86
Remscheid	108,4	1155,1	29,0	26,8	7,95
Rhein-Erft-Kreis	454,8	5746,2	135,0	29,7	37,00
Rheinisch-Bergischer Kreis	271,4	3184,6	75,8	27,9	20,77
Rhein-Kreis Neuss	434,4	5199,1	128,5	29,6	35,21
Rhein-Sieg-Kreis	586,8	7370,1	170,3	29,0	46,65
Siegen-Wittgenstein	277,0	3748,7	73,8	26,7	20,23
Soest	298,1	5039,0	81,7	27,4	22,37
Solingen	156,7	1510,3	43,8	28,0	12,01
Städteregion Aachen	554,4	5963,6	163,8	29,5	44,87
Steinfurt	434,5	8175,0	125,6	28,9	34,41
Unna	403,6	4895,4	109,5	27,1	30,01
Viersen	294,4	4902,1	87,1	29,6	23,86
Warendorf	272,6	5436,2	78,9	28,9	21,61
Wesel	459,2	6796,4	135,0	29,4	37,00
Wuppertal	342,7	2879,3	91,8	26,8	25,14

¹⁾Unter der Annahme, dass 50% der Wohngebäude für eine zentrale WW-Bereitung geeignet sind
Datengrundlage: IT.NRW, eigene Berechnungen

ABBILDUNGEN

ANHANG B

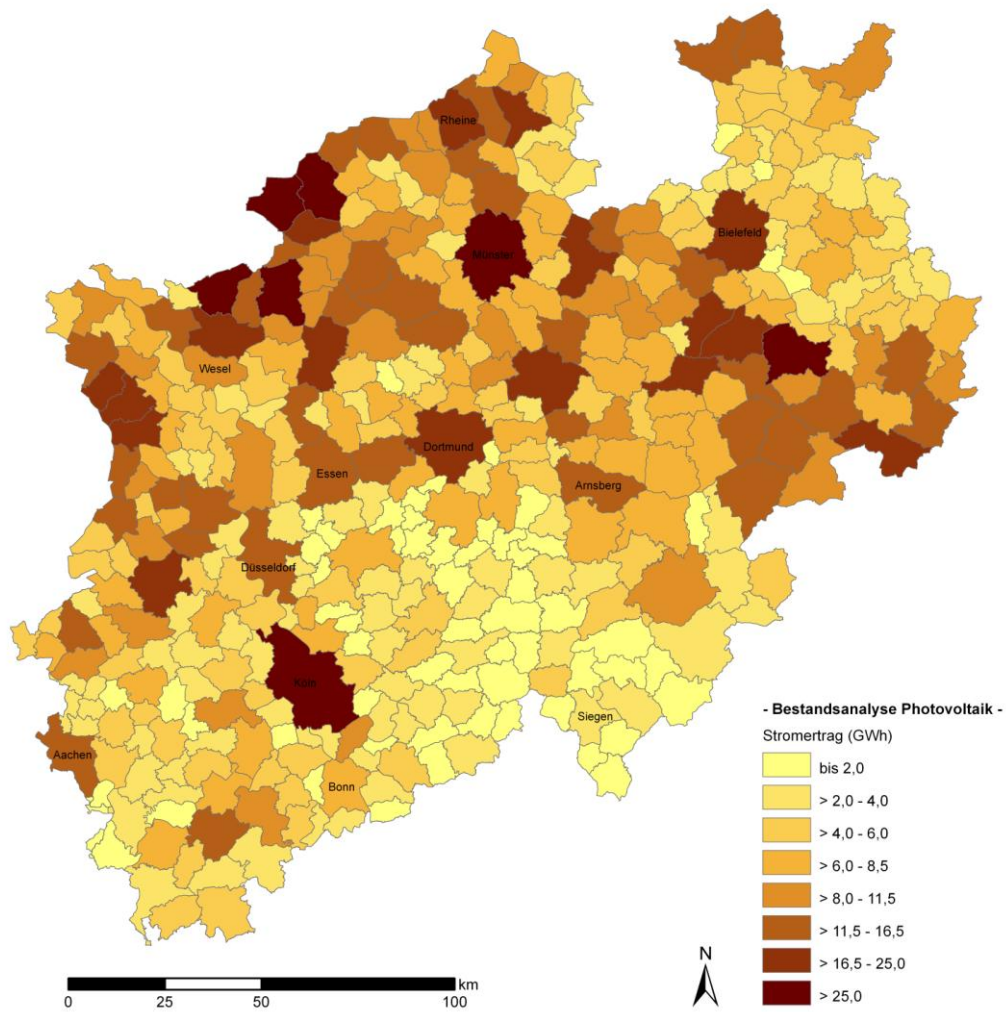


Abbildung B 1: Solare Stromerträge auf Gemeindeebene im Jahr 2011 in GWh

Datengrundlage: Amprion GmbH, Tennet B.V., Geobasis.NRW, eigene Berechnungen

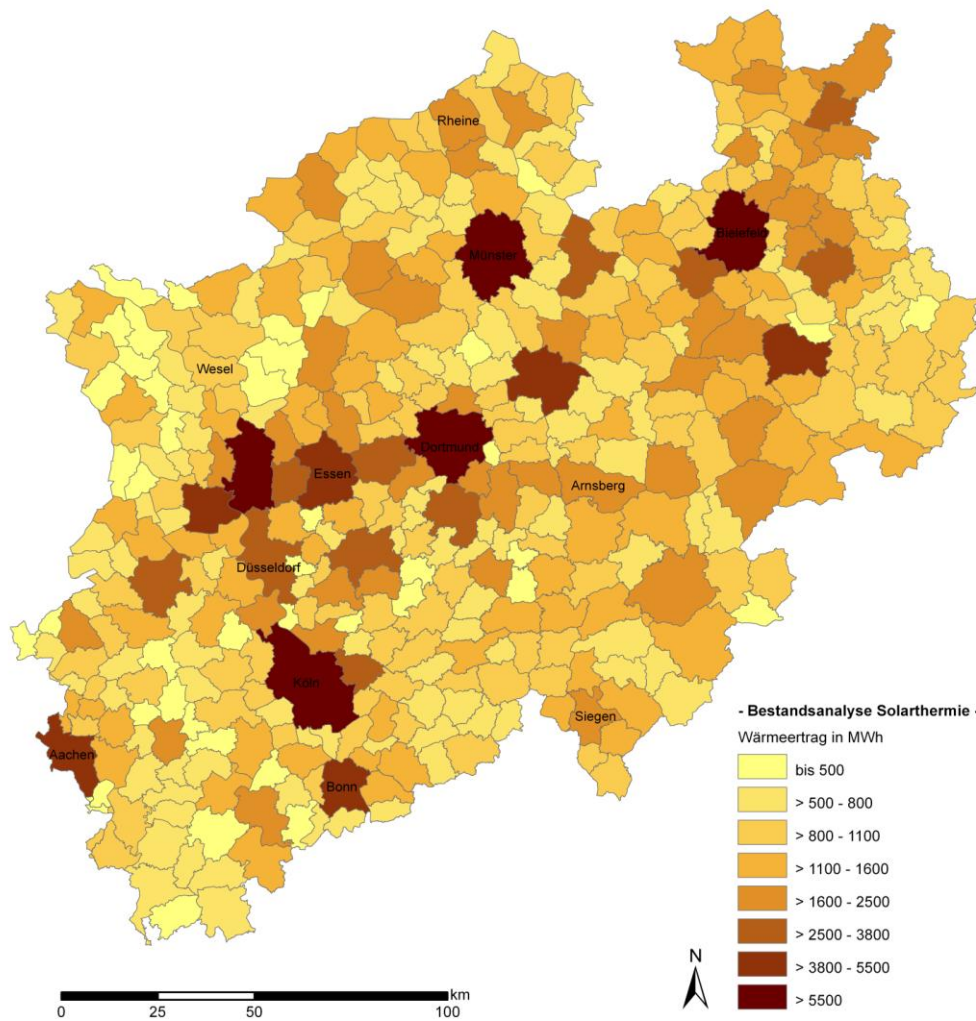
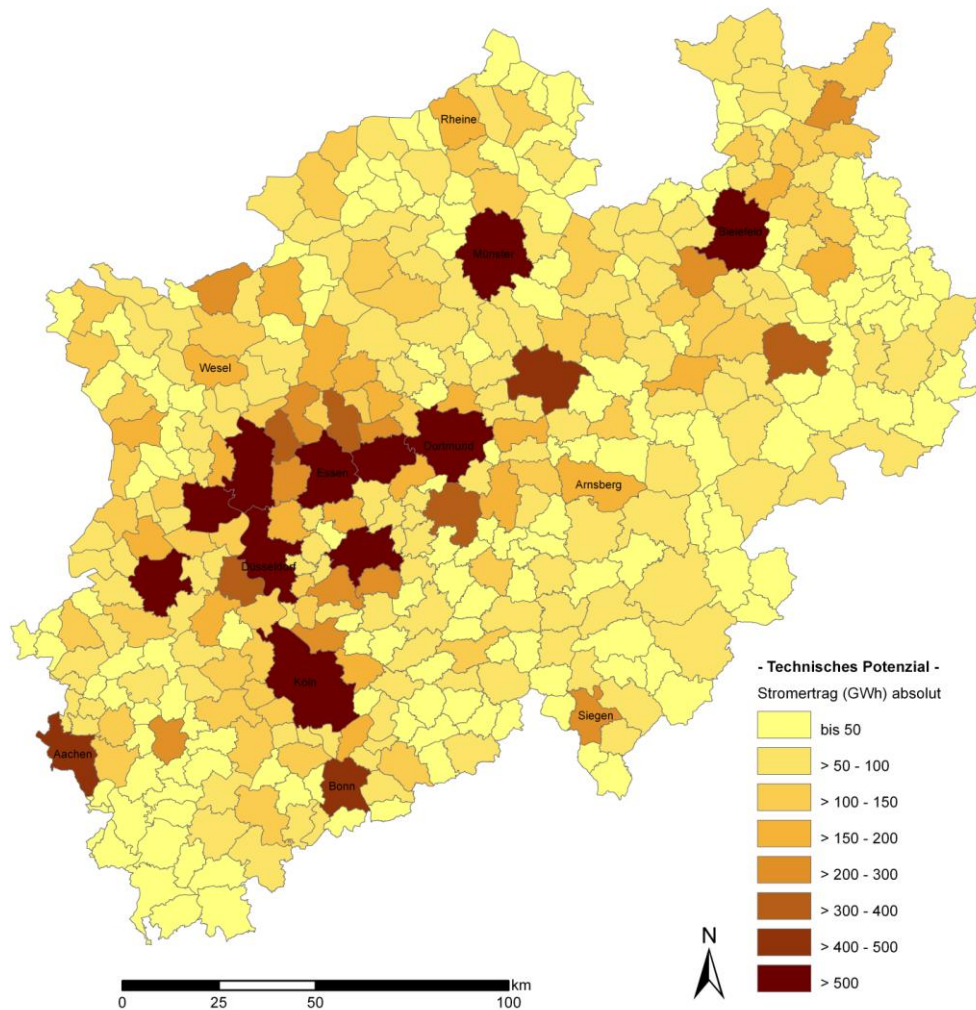


Abbildung B 2: Solare Wärmeerträge auf Gemeindeebene im Jahr 2011 in MWh
Datengrundlage: EnergieAgentur.NRW, IT.NRW, Geobasis.NRW, eigene Berechnungen



**Abbildung B 3: Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen bei Komplettbelegung
aller geeigneten Dachflächen auf Gemeindeebene**

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

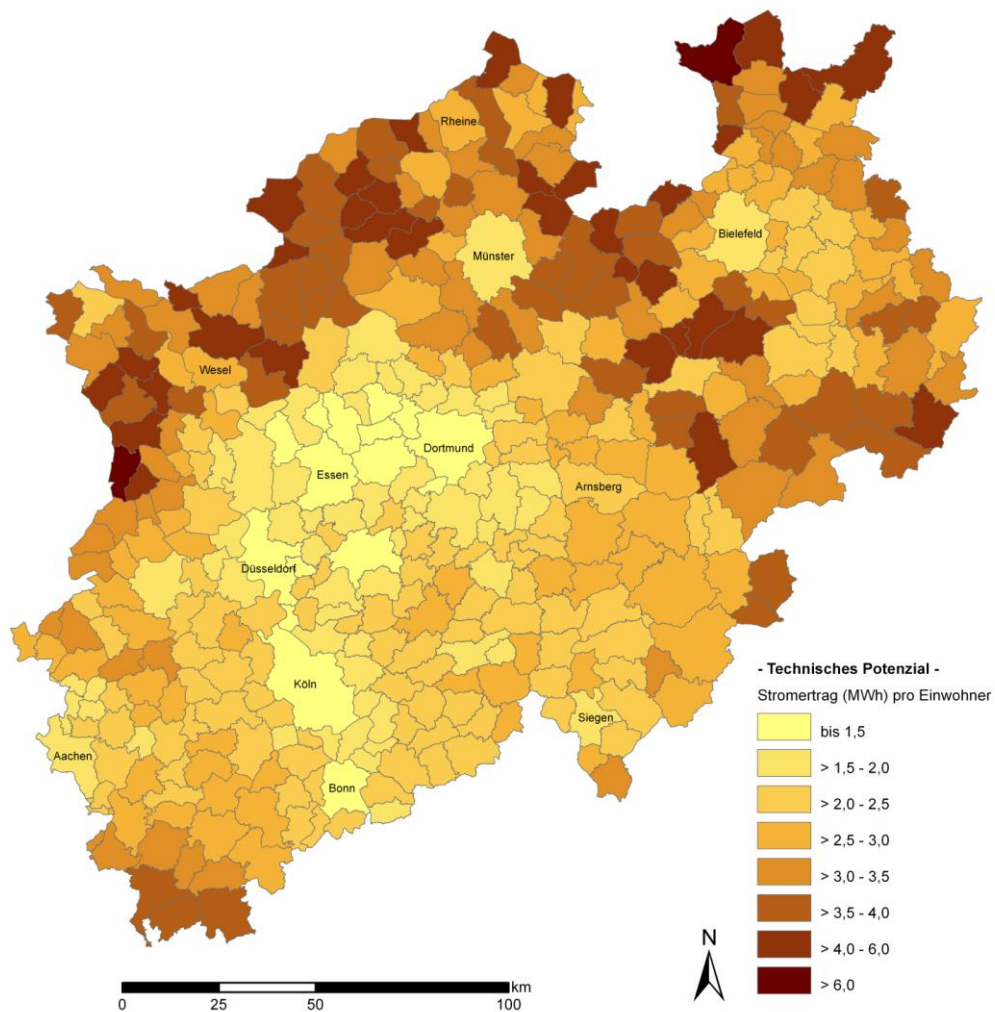


Abbildung B 4: **Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen pro Einwohner bei
Komplettbelegung aller geeigneten Dachflächen auf Gemeindeebene**
Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

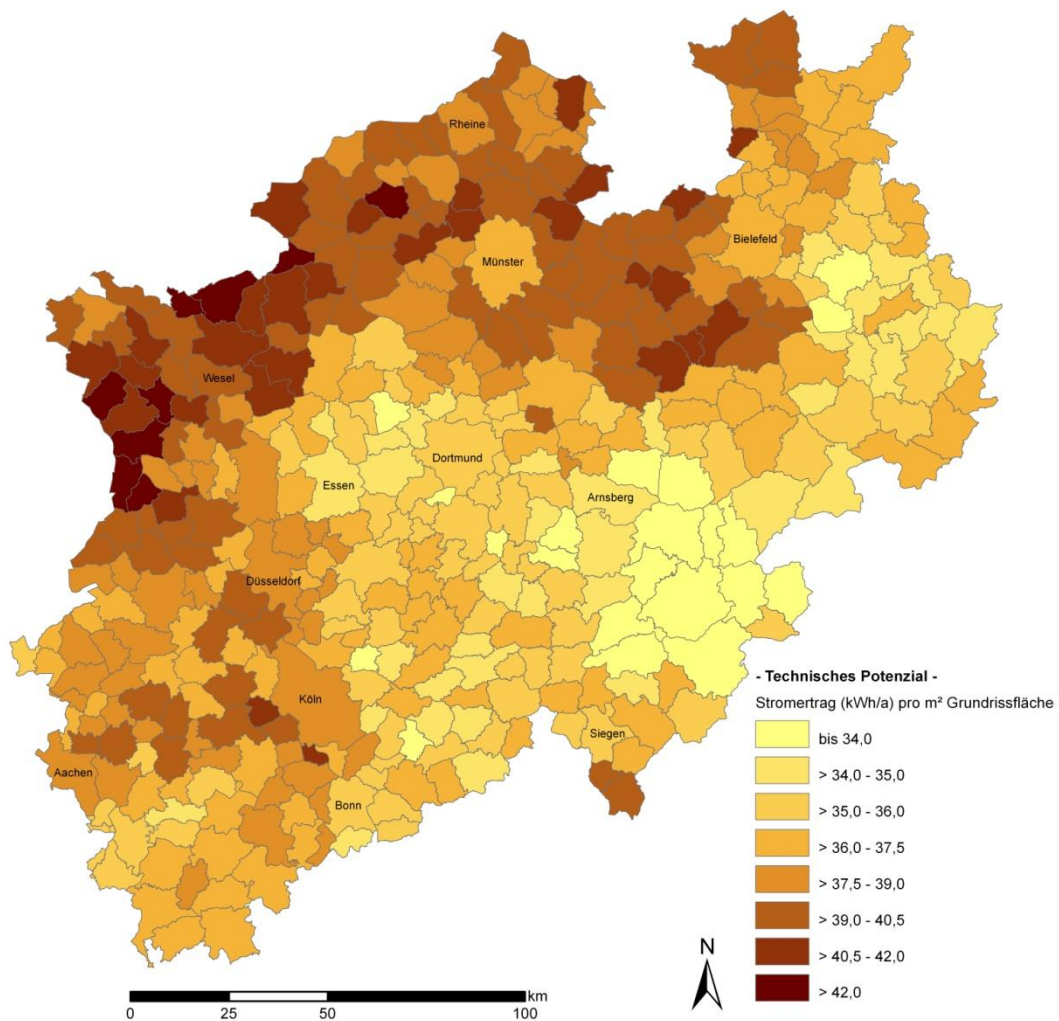


Abbildung B 5: **Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen pro m² Grundrissfläche bei Komplettbelegung aller geeigneten Dachflächen auf Gemeindeebene**

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

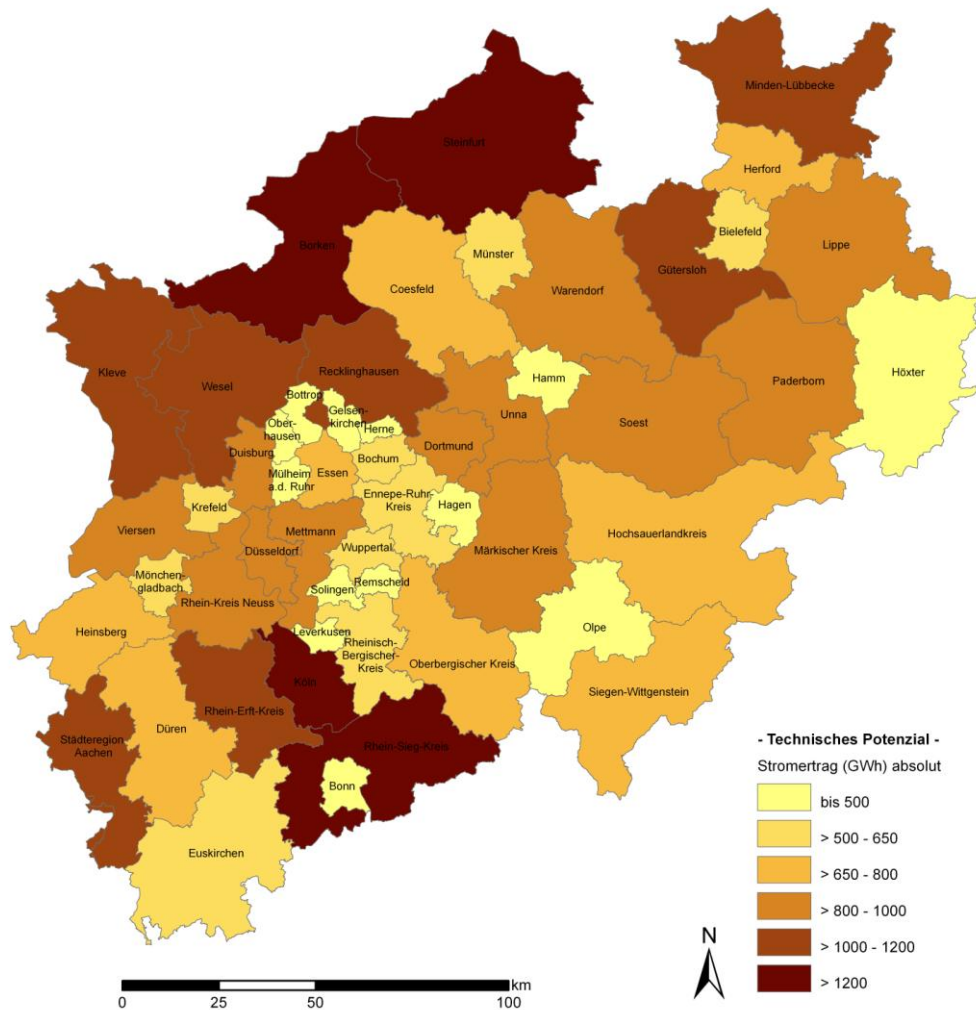


Abbildung B 6: Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen bei Komplettbelegung aller geeigneten Dachflächen auf Kreisebene

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

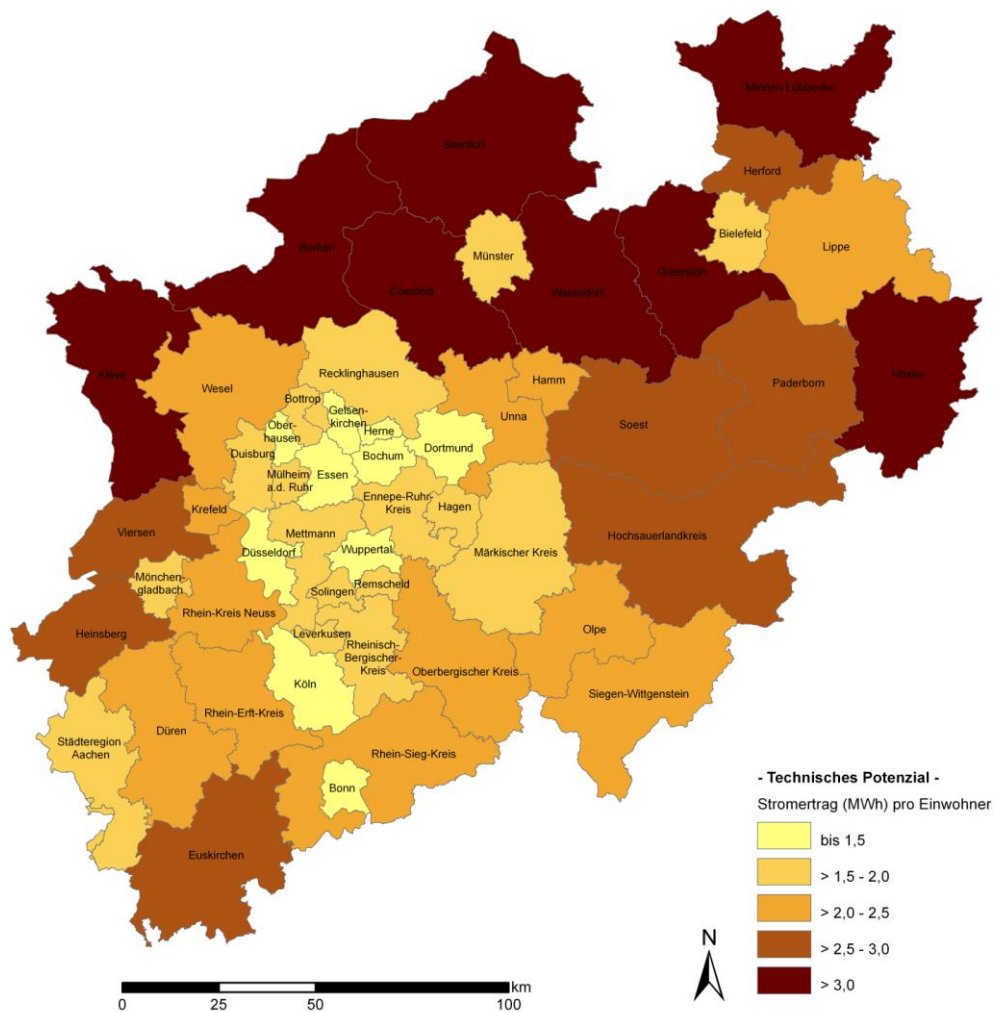


Abbildung B 7: Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen pro Einwohner bei Kompletต์belegung aller geeigneten Dachflächen auf Kreisebene
Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

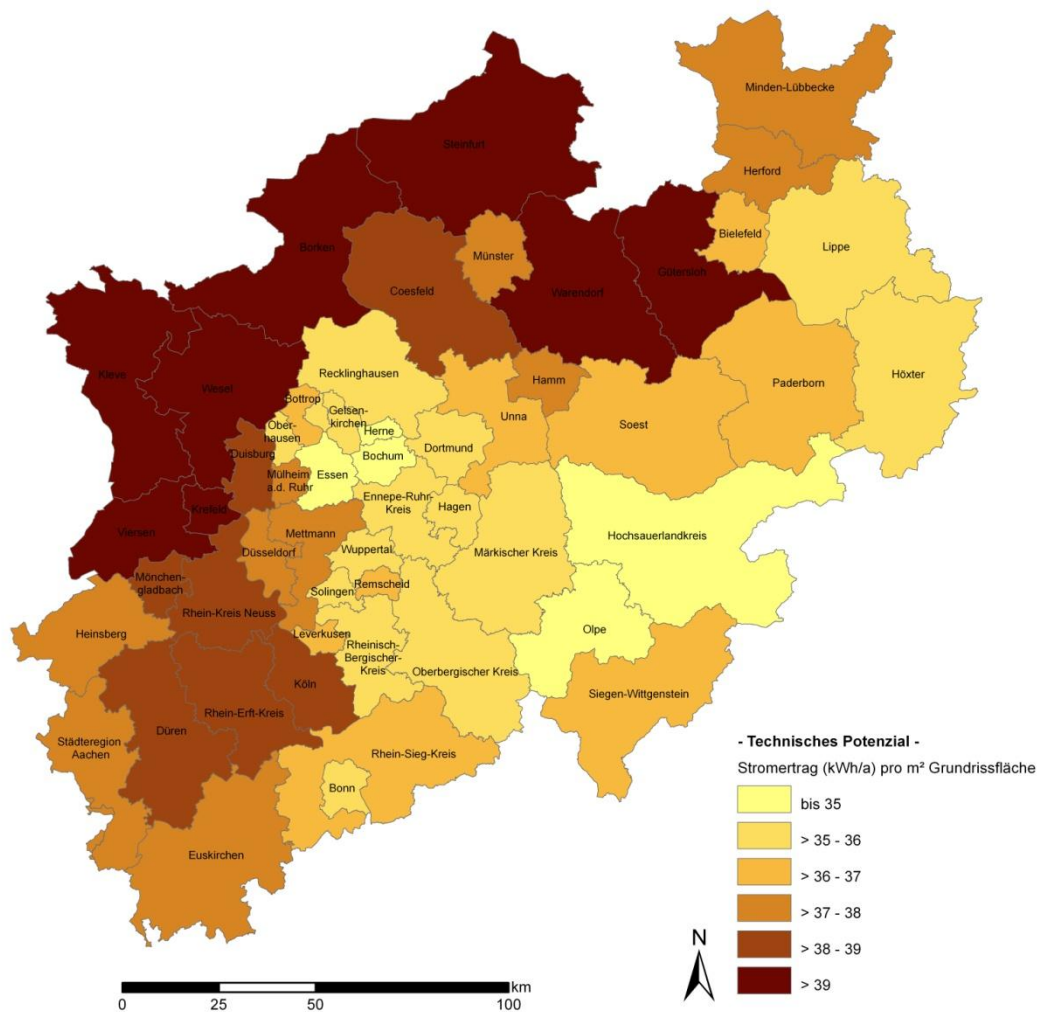


Abbildung B 8: Potenzieller jährlicher Stromertrag aus PV-Dachanlagen pro m² Grundrissfläche bei Komplettbelegung aller geeigneten Dachflächen auf Kreisebene

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

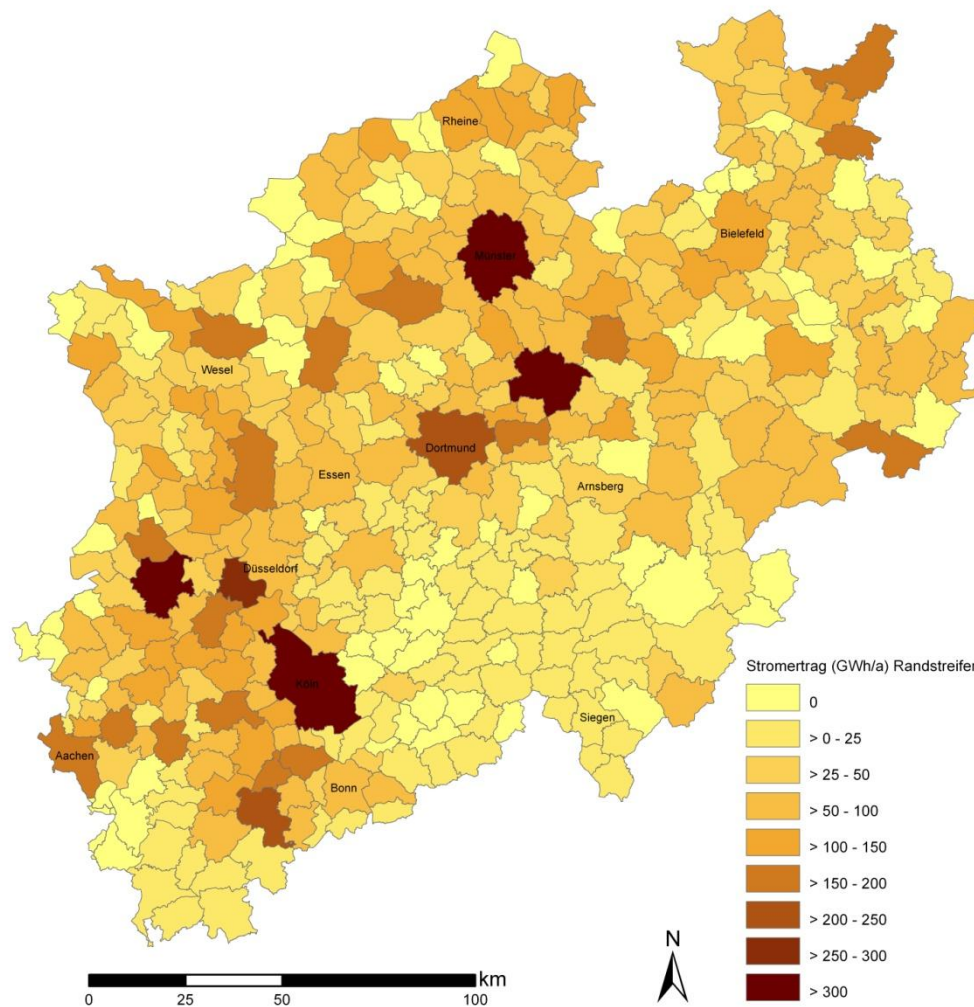


Abbildung B 9: Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen im 110 Meter Randstreifen
Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

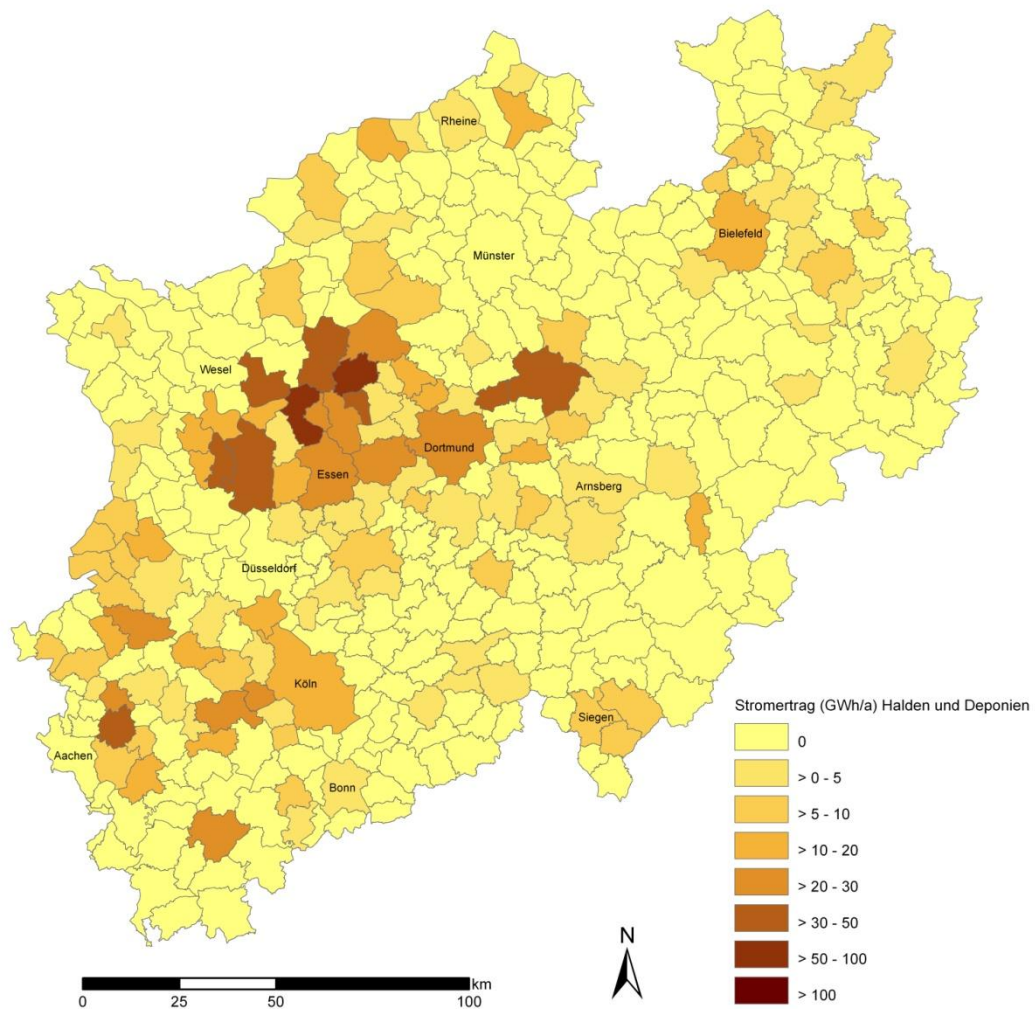


Abbildung B 10: Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Deponien und Halden
Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

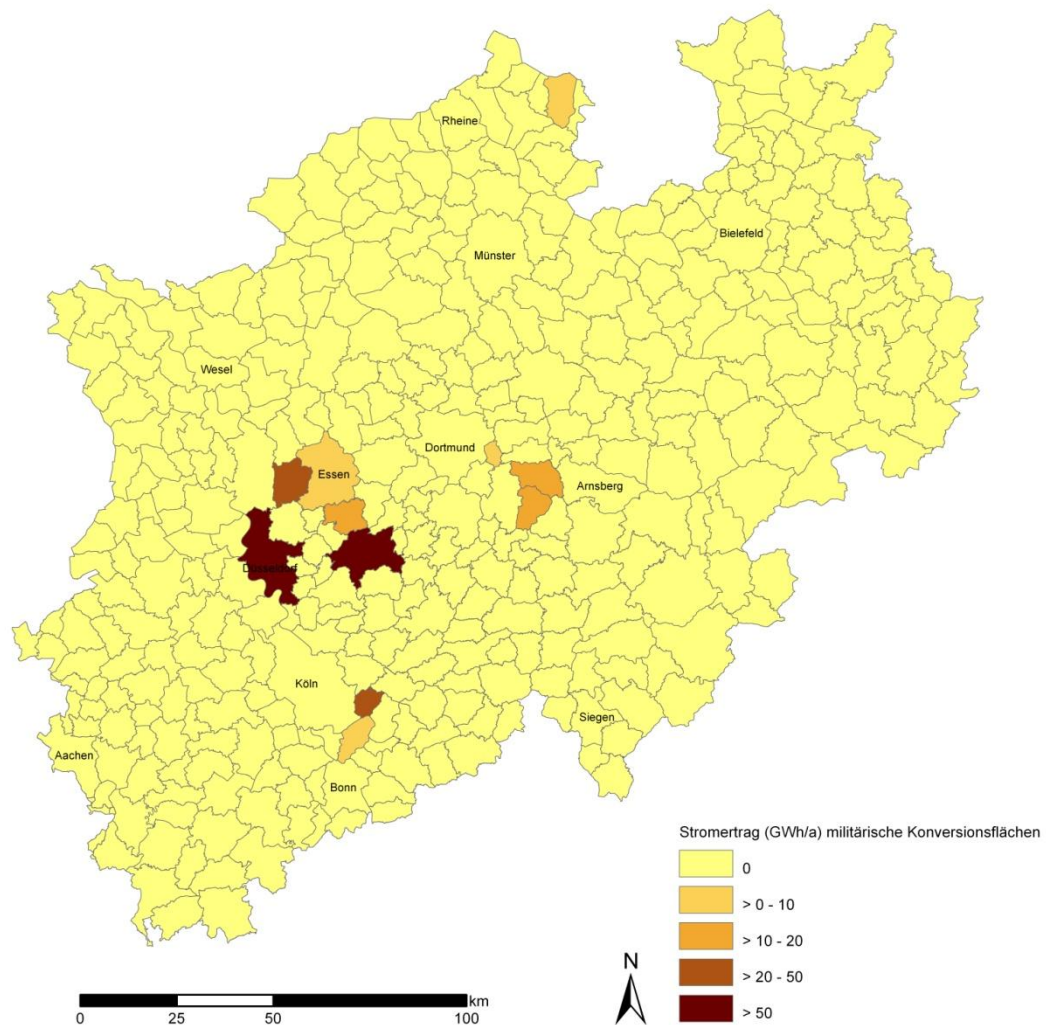


Abbildung B 11: Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf militärischen Konversionsflächen

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

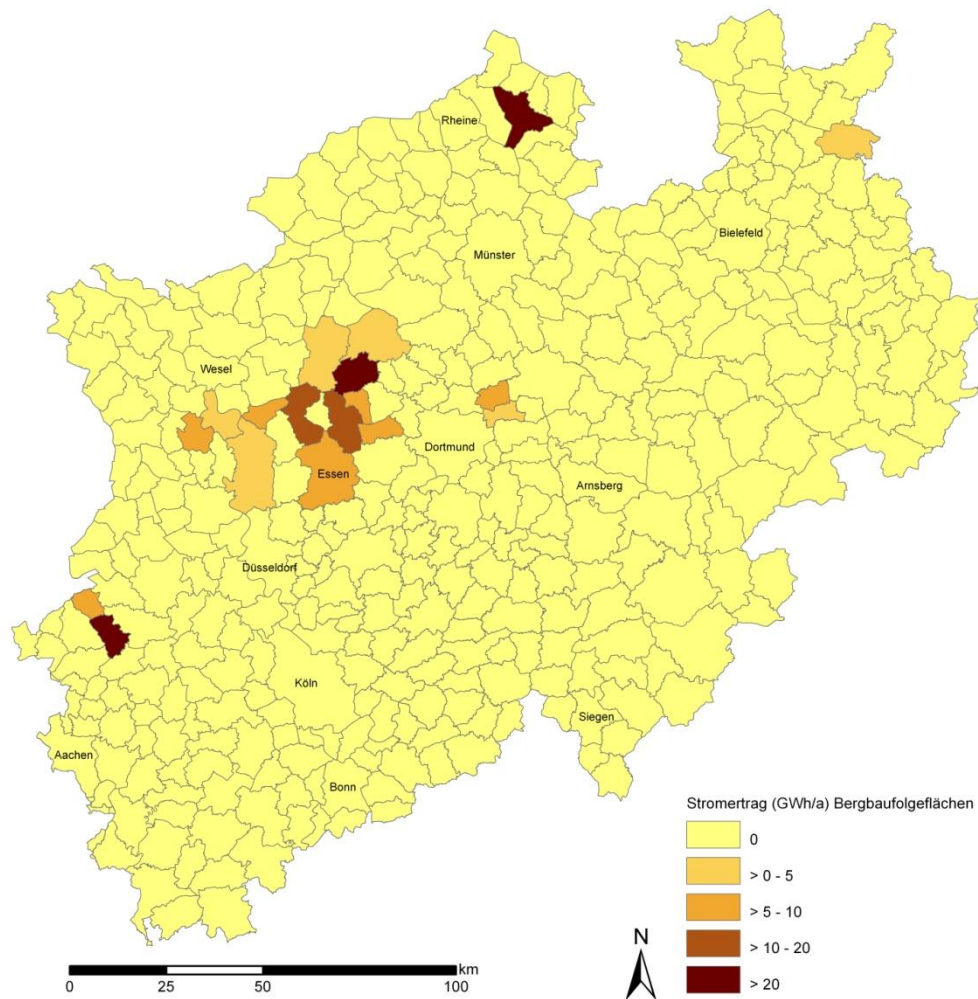


Abbildung B 12: Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Bergbaufolgeflächen
Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

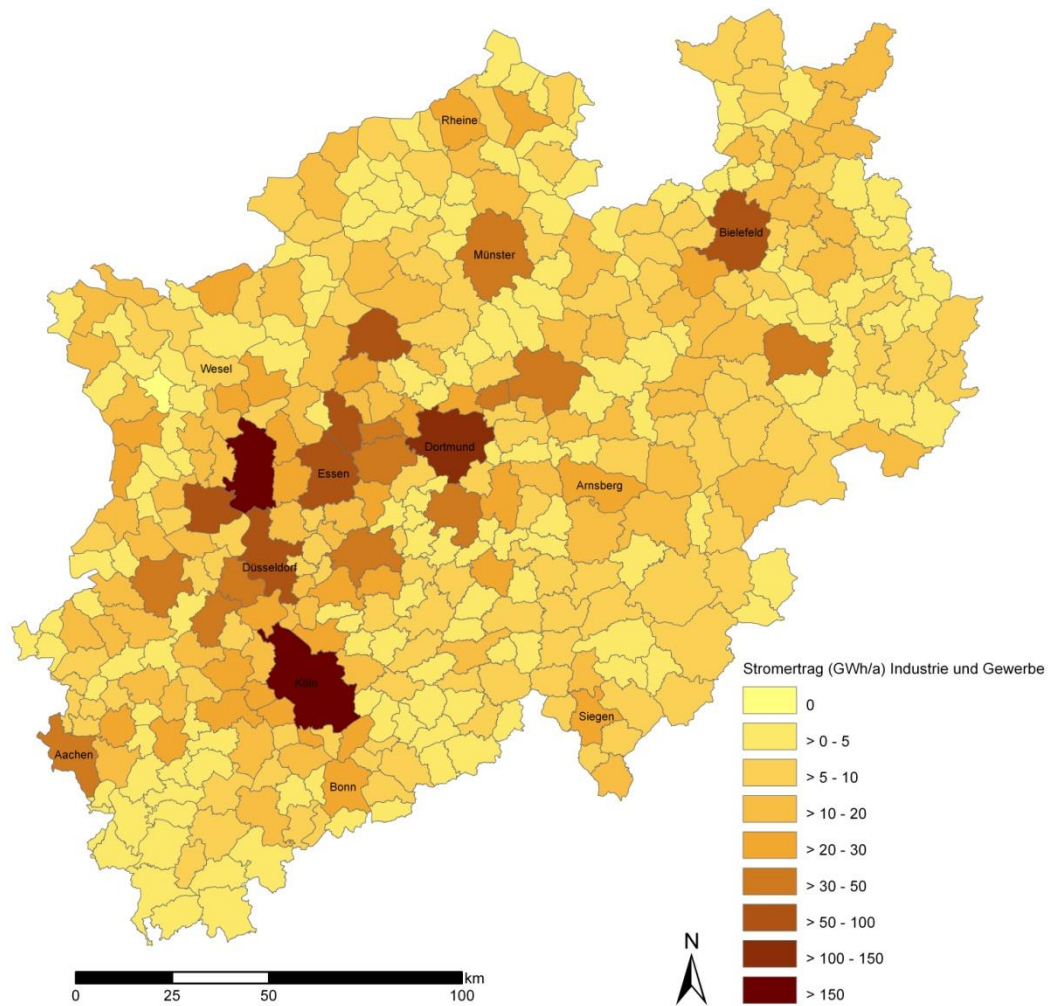


Abbildung B 13: Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Brach- und Freiflächen in Industrie- und Gewerbegebieten

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

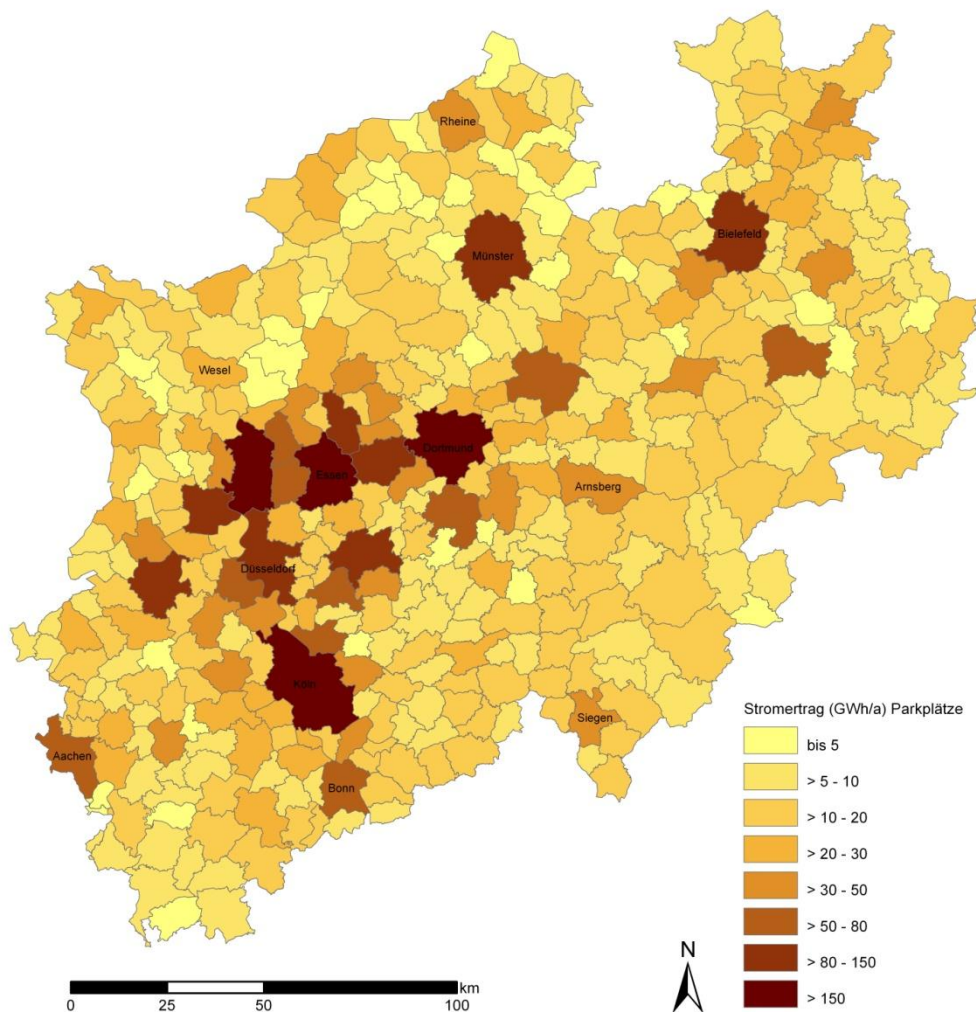


Abbildung B 14: Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Parkplätzen
Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

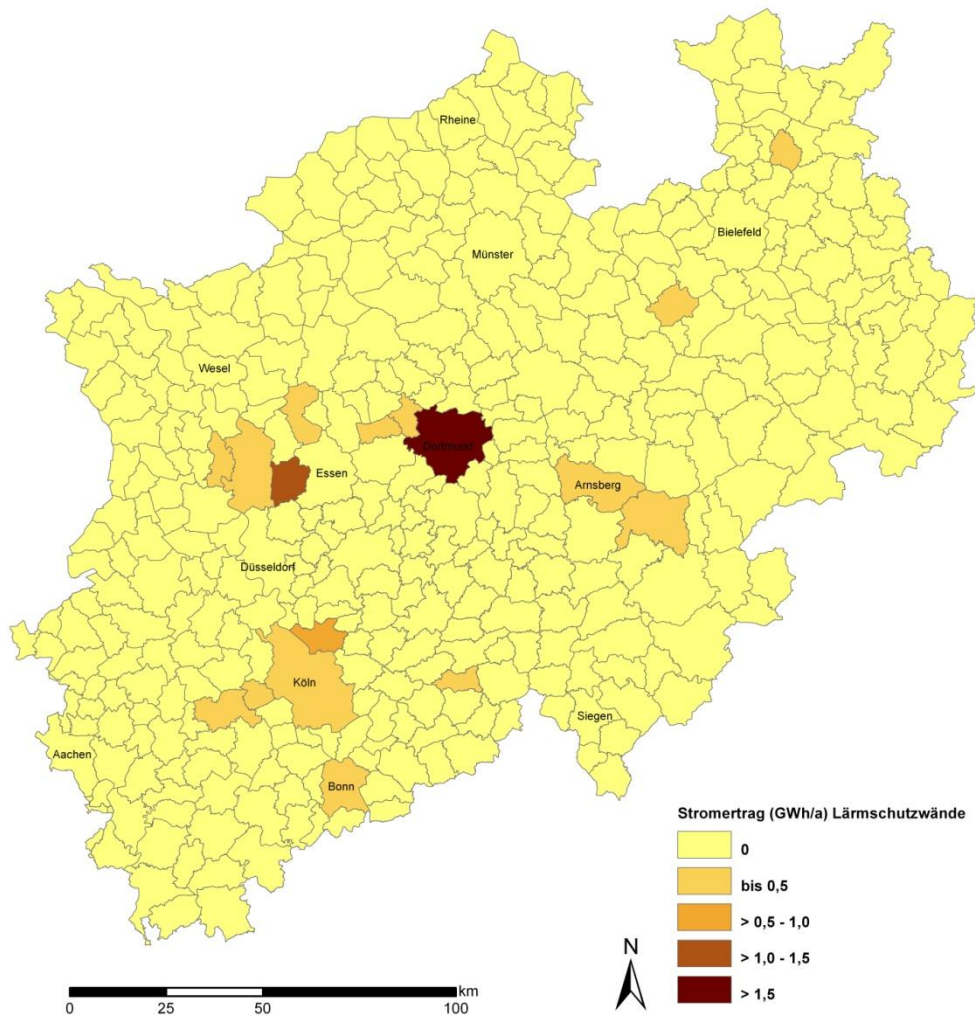


Abbildung B 15: Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Lärmschutzwänden
Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

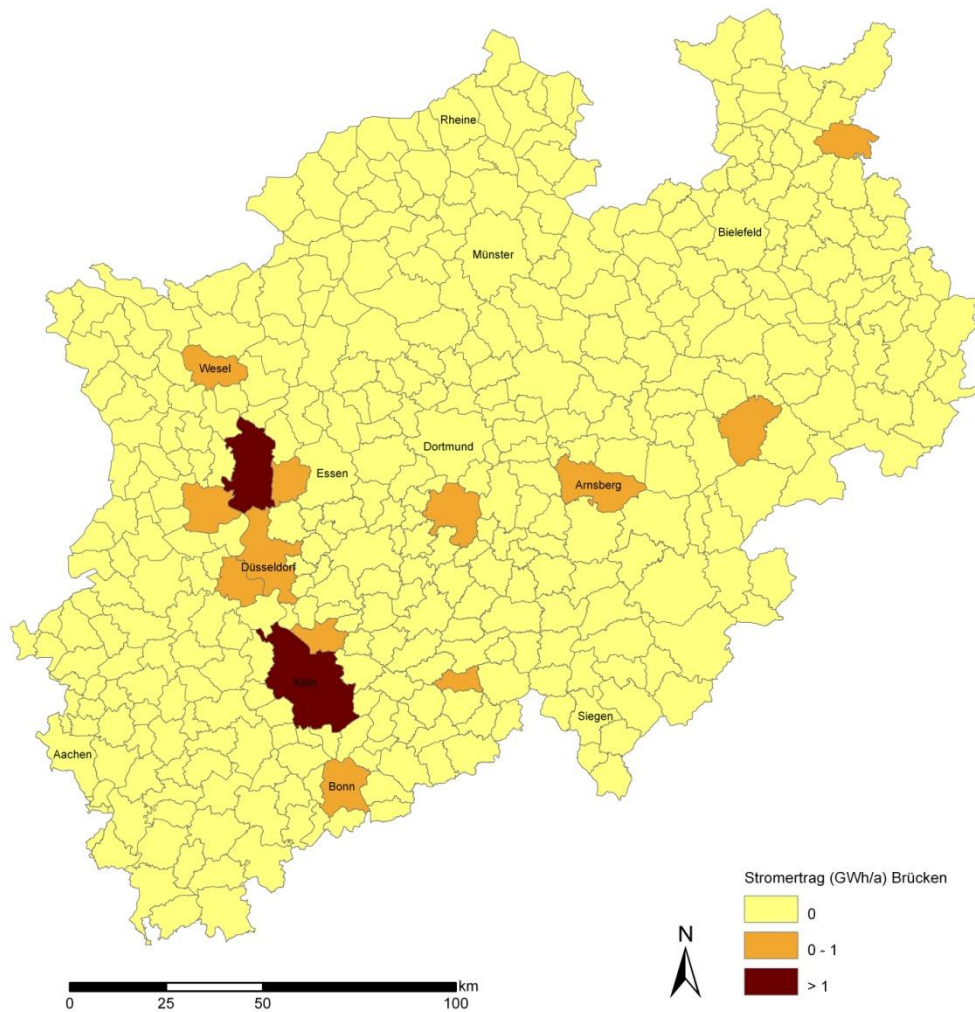


Abbildung B 16: Potenzieller Stromertrag aus PV-Freiflächenanlagen auf Brücken
Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

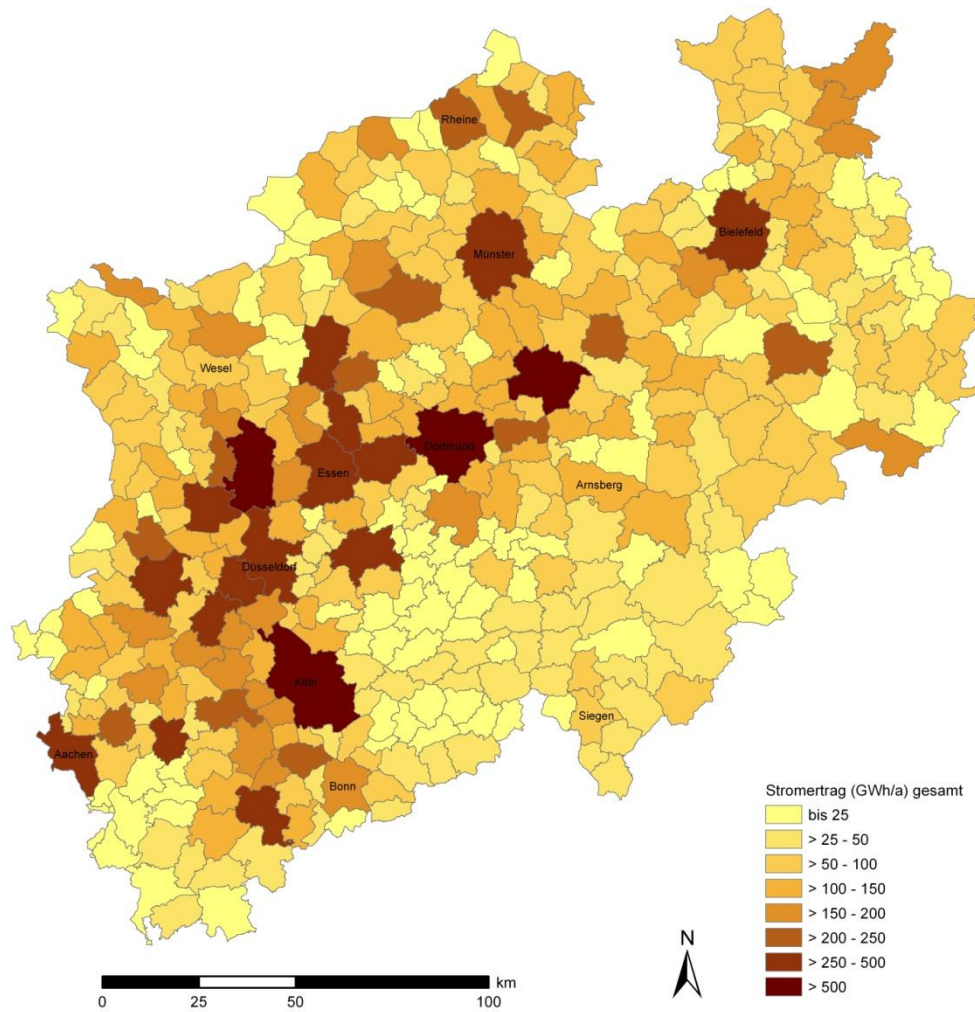


Abbildung B 17: Potenzieller Stromertrag auf allen Freiflächenstandorten auf Gemeindeebene

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

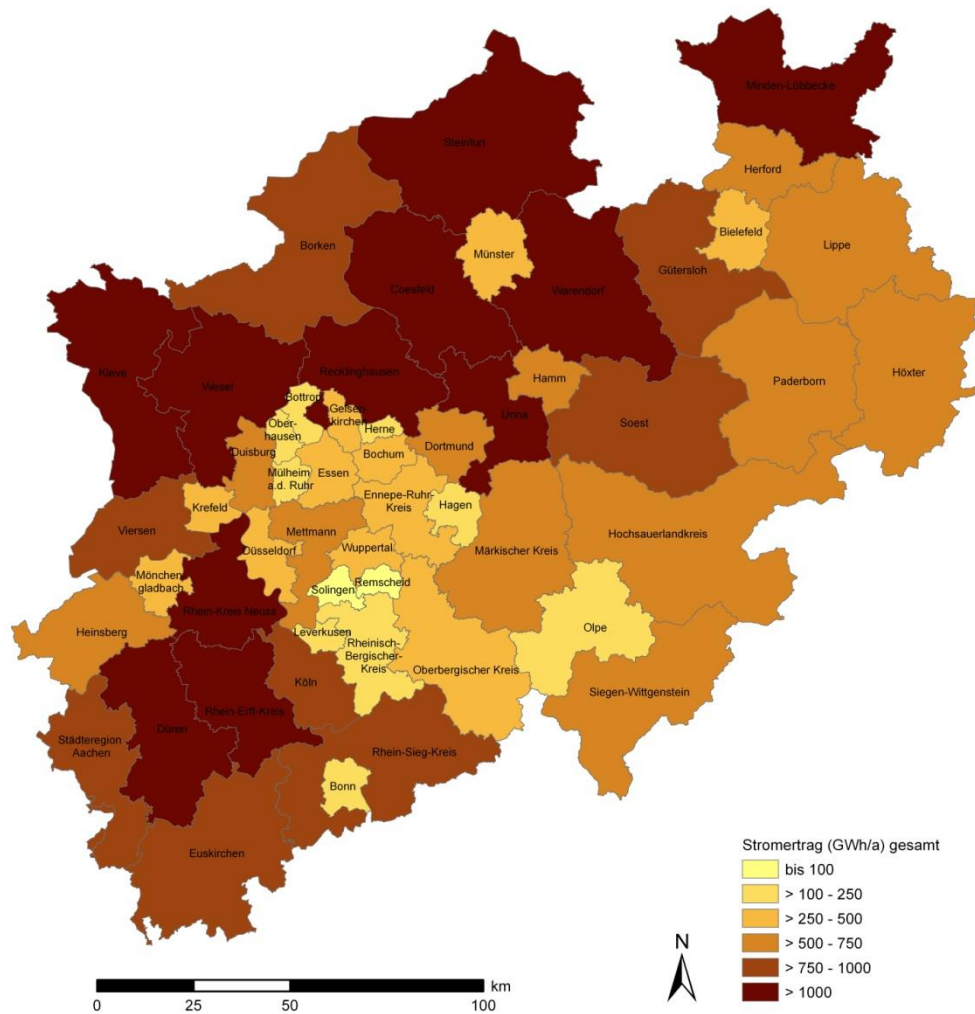


Abbildung B 18: Potenzieller Stromertrag auf allen Freiflächenstandorten auf Kreisebene
Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

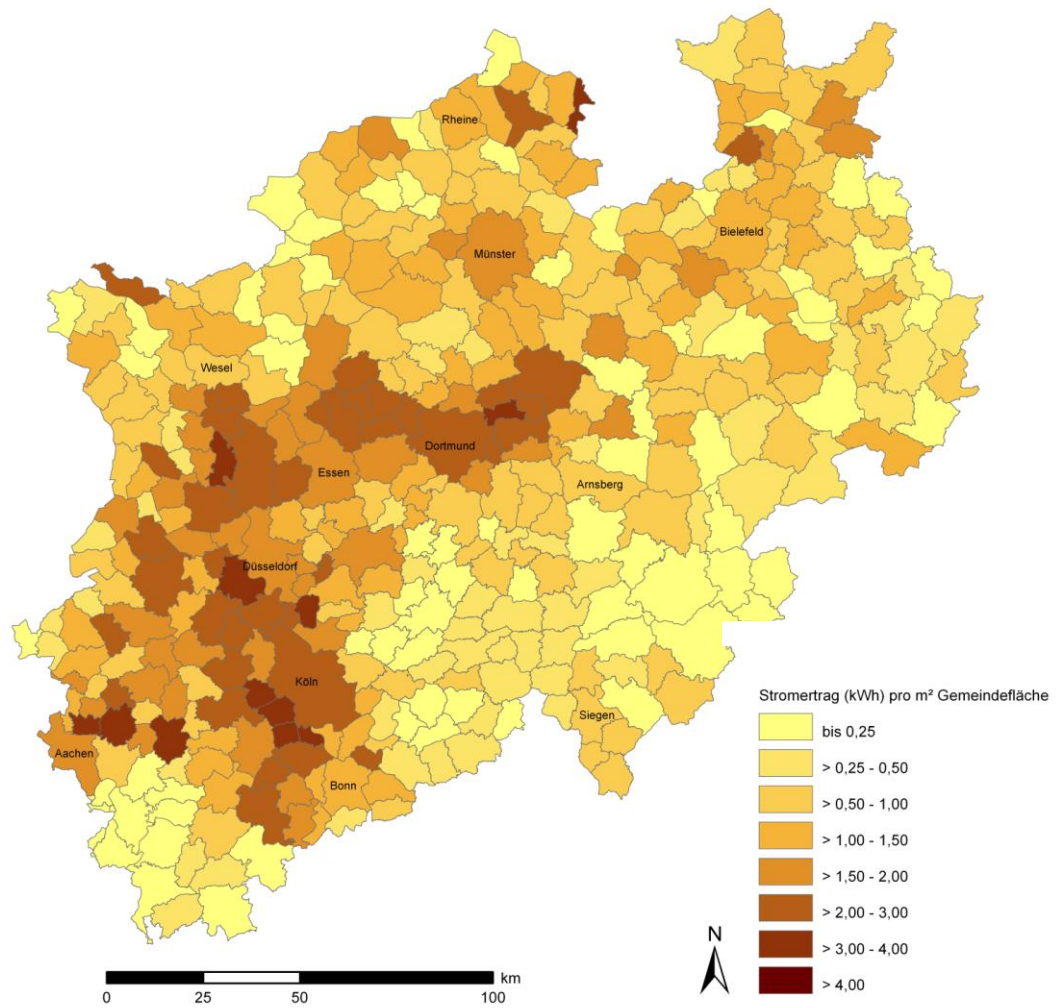


Abbildung B 19: Potenzieller Stromertrag auf allen Freiflächenstandorten pro m² Grundfläche auf Gemeindeebene

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

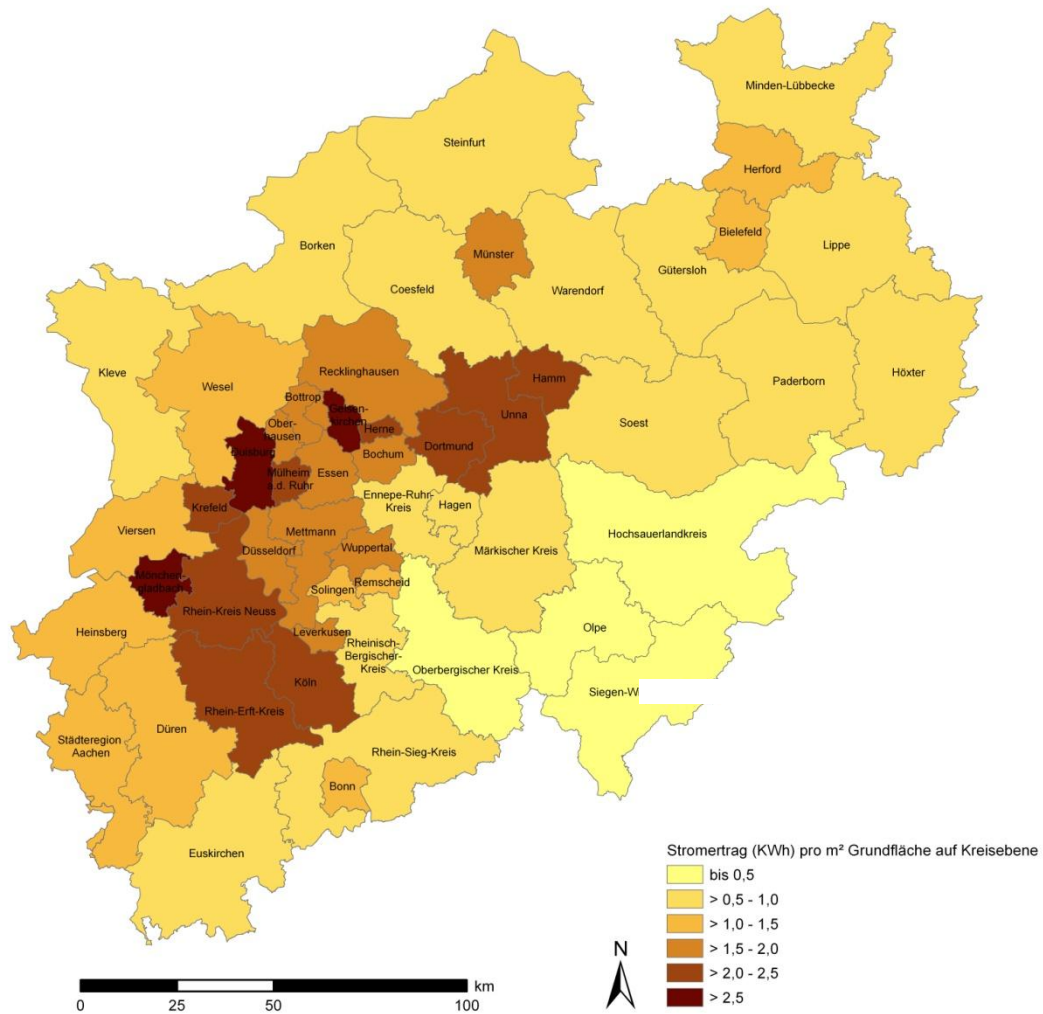


Abbildung B 20: Potenzieller Stromertrag auf allen Freiflächenstandorten pro m² Grundfläche auf Kreisebene

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnung

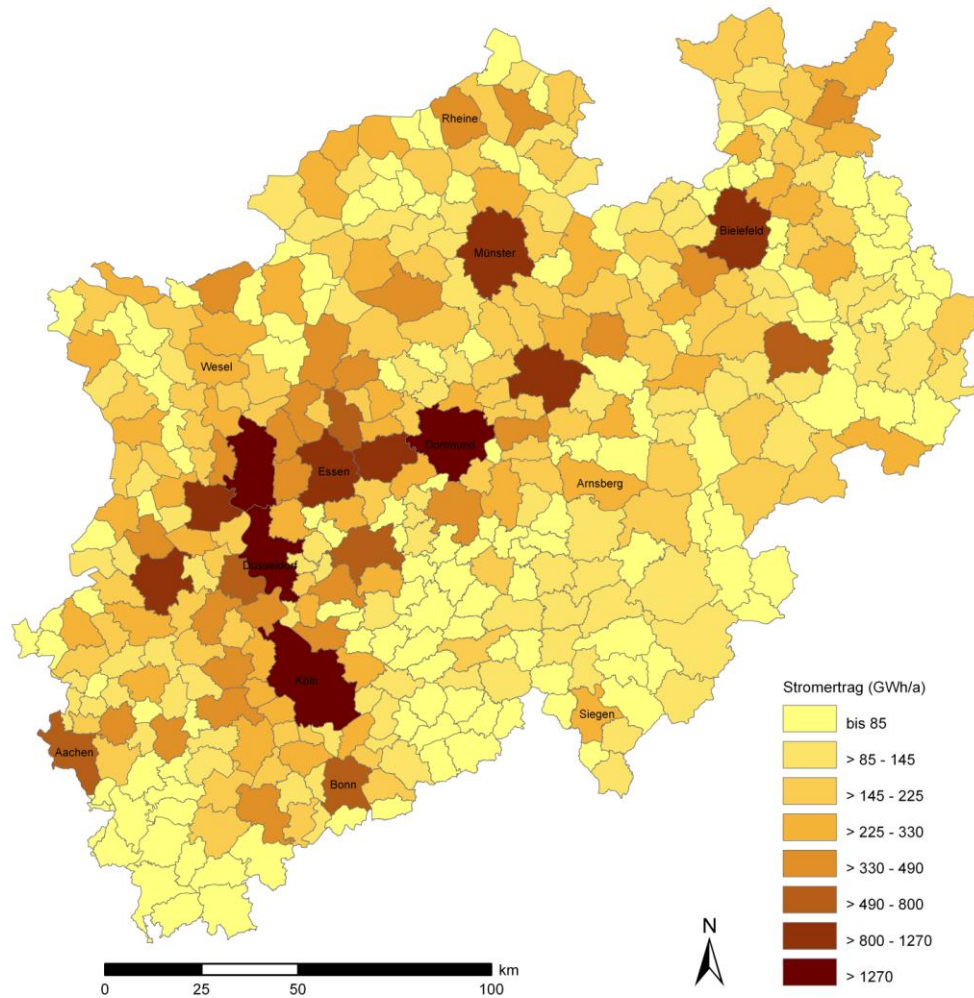


Abbildung B 21: Potenzieller Stromertrag durch Dach- und Freiflächenanlagen auf Gemeindeebene

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

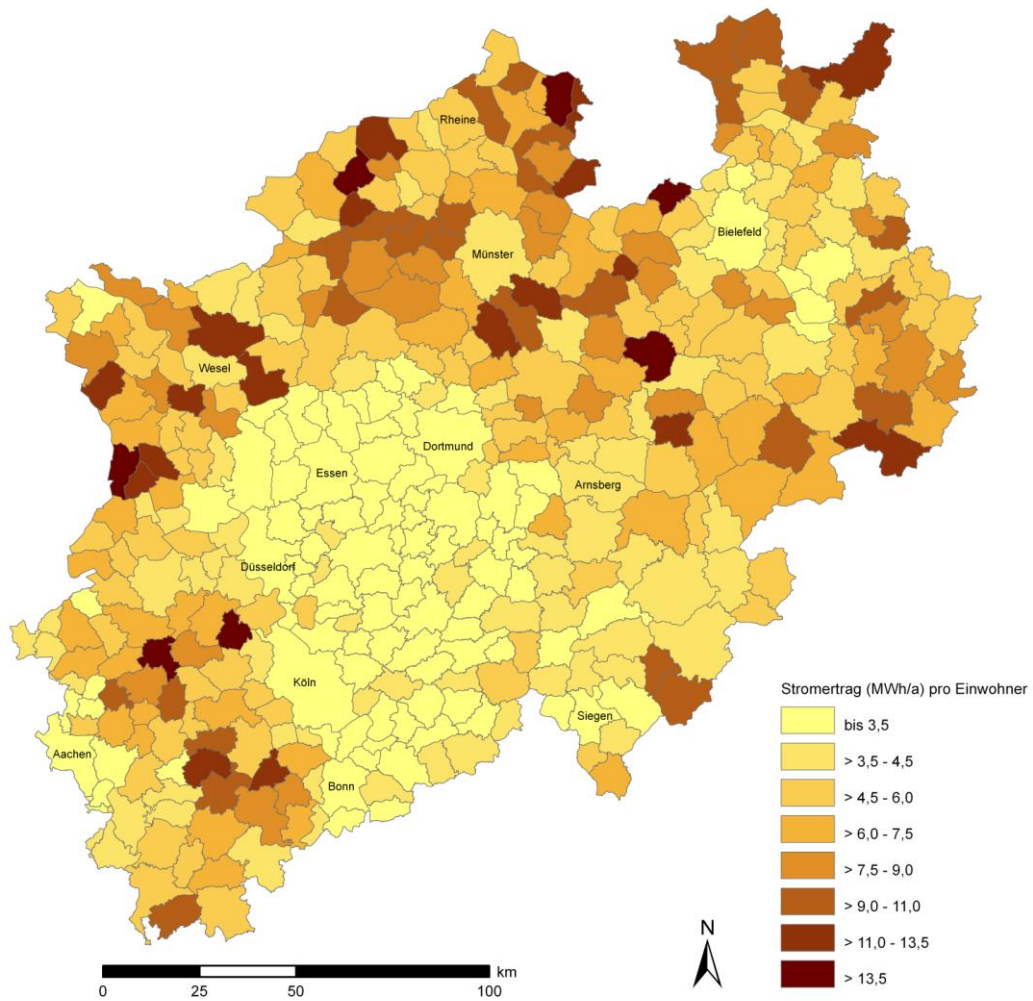


Abbildung B 22: Potenzieller Stromertrag pro Einwohner durch Dach- und Freiflächenanlagen auf Gemeindeebene

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

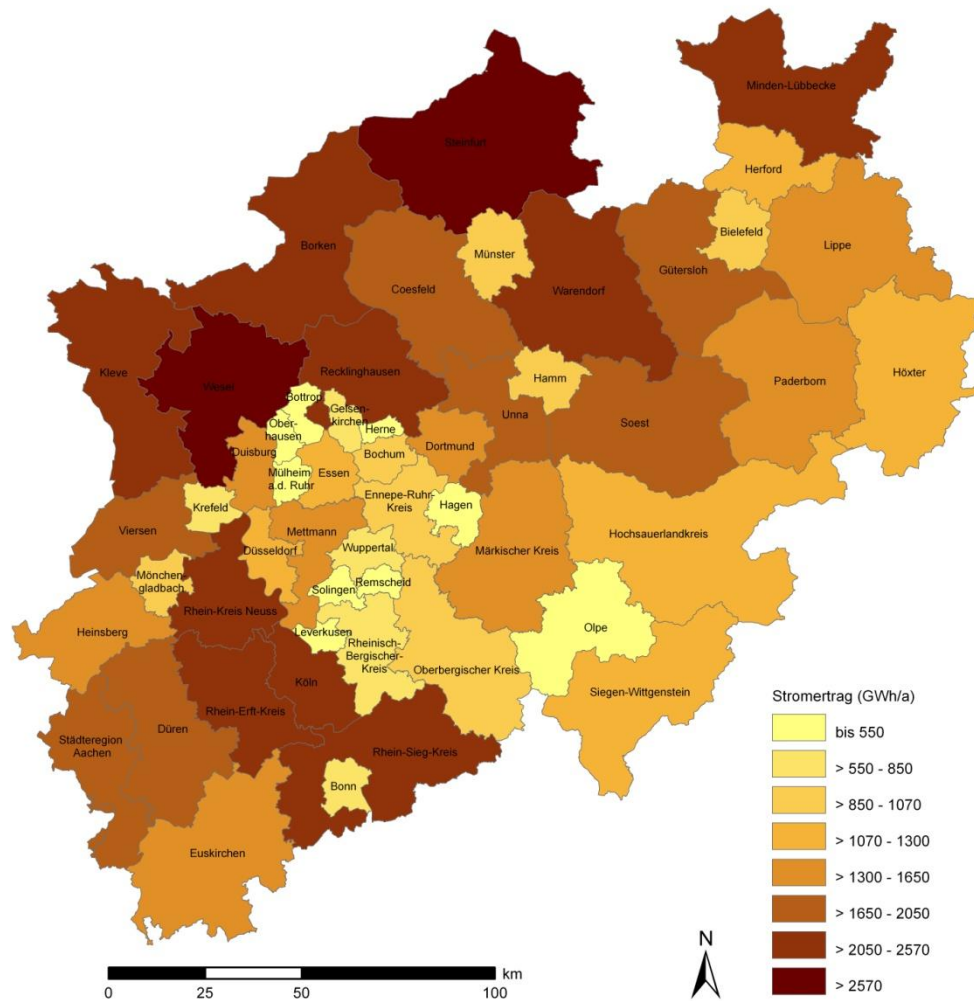


Abbildung B 23: Potenzieller Stromertrag durch Dach- und Freiflächenanlagen auf Kreisebene
Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

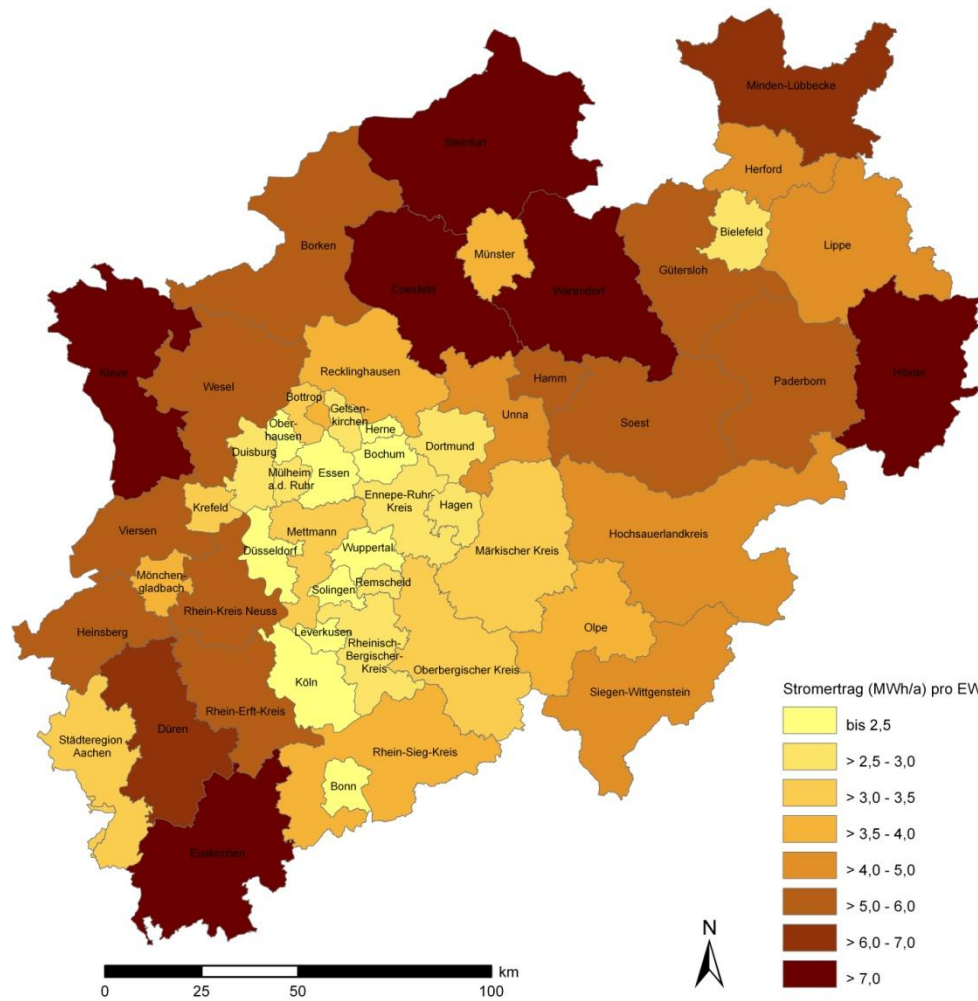


Abbildung B 24: Potenzieller Stromertrag pro Einwohner durch Dach- und Freiflächenanlagen auf Kreisebene

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

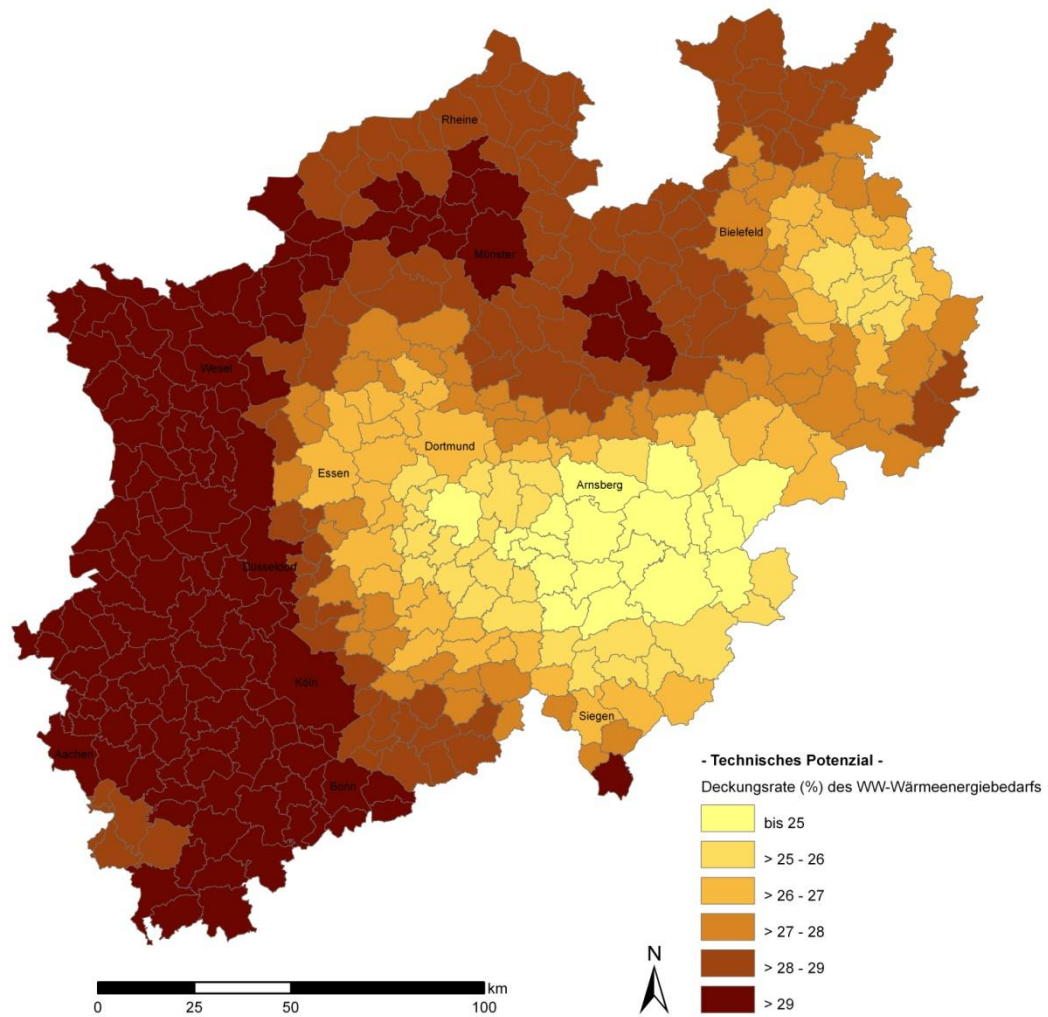


Abbildung B 25: Potenzielle Deckungsrate des Warmwasser-Wärmeenergiebedarfs auf Gemeindeebene

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, EnergieAgentur.NRW, eigene Berechnungen

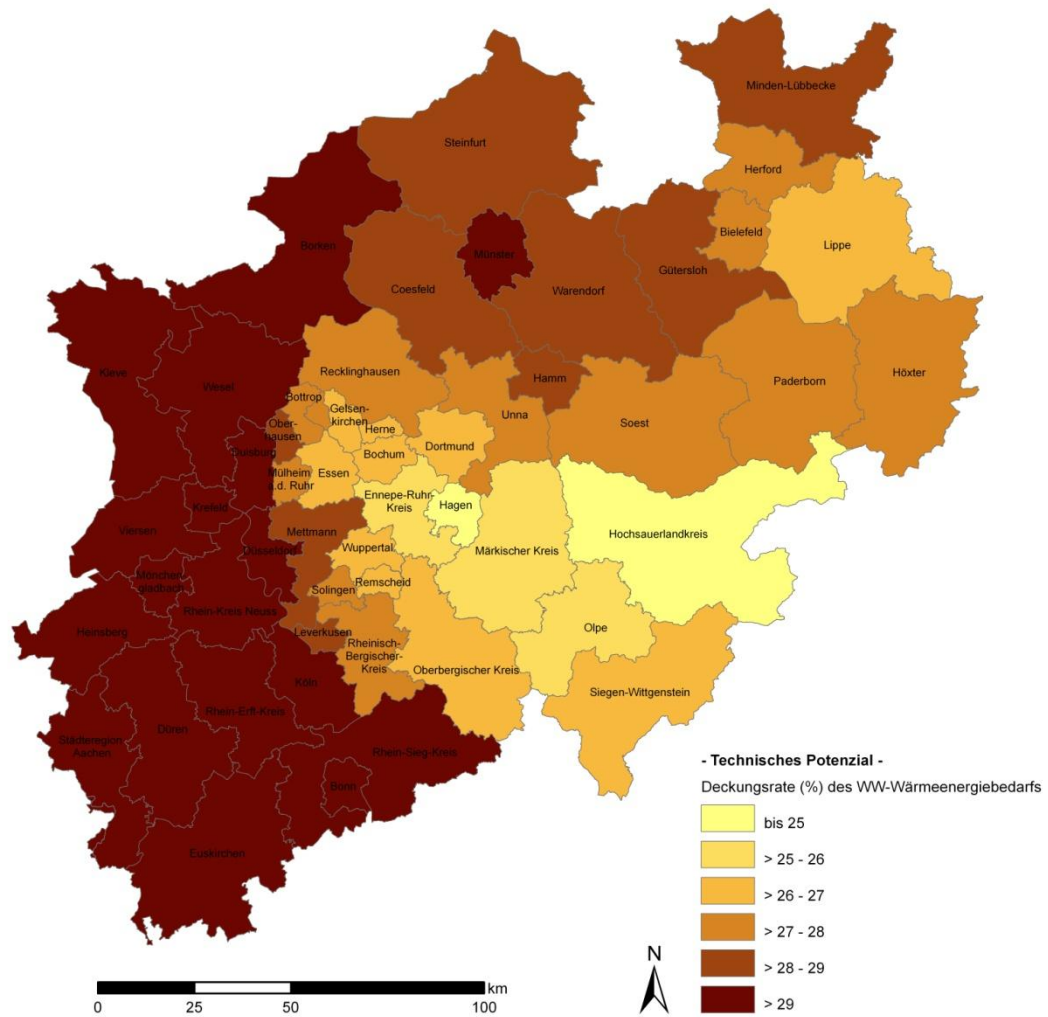


Abbildung B 26: Potenzielle Deckungsrate des Warmwasser-Wärmeenergiebedarfs auf Kreisebene

Datengrundlage: IT.NRW, Geobasis.NRW, DWD, eigene Berechnungen

Landesamt für Natur, Umwelt
und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen
Leibnizstraße 10
45659 Recklinghausen
Telefon 02361 305-0
poststelle@lanuv.nrw.de

www.lanuv.nrw.de

