

Klimaschutzteilkonzept:

„ERSCHLIEßUNG DER VERFÜGBAREN ERNEUERBARE-ENERGIEN-  
POTENZIALE IN DER REGION BERGISCHES STÄDTEDREIECK  
REMSCHIED-SOLINGEN-WUPPERTAL“

---

ENDBERICHT

JANUAR 2013



Bearbeitung durch:

Gertec GmbH Ingenieurgesellschaft  
Martin-Kremmer-Str. 12  
45327 Essen  
Telefon: +49 [0] 201 24564-0  
E-Mail: klaus.kottsieper@gertec.de

Auftraggeber:

Stadt Remscheid  
Die Oberbürgermeisterin  
Fachdienst Umwelt  
42853 Remscheid  
Telefon: +49 [0] 2191 16-3313  
E-Mail: monika.meves@remscheid.de

stellvertretend für die Städte Remscheid, Solingen und Wuppertal

Koordination / Moderation:

Bergische Entwicklungsagentur GmbH  
Regionalentwicklung und –management  
Kölner Straße 8  
42651 Solingen  
Telefon: +49 [0] 212 881606-68  
E-Mail: zimmermann@bergische-agentur.de

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit



Das Klimaschutzteilkonzept zur Erschließung der verfügbaren Erneuerbare-Energien-Potenziale in der Region Bergisches Städtedreieck Remscheid-Solingen-Wuppertal wurde im Rahmen der nationalen Klimaschutzinitiative der Bundesregierung gefördert mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unter dem Förderkennzeichen **FKZ 03 KS 2183**.

Dieser Bericht darf nur unverkürzt vervielfältigt werden. Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der Genehmigung durch die Verfasserin und den Auftraggeber.

Im Sinne einer besseren Lesbarkeit wird im weiteren Verlauf auf die Unterscheidung in weibliche und männliche Schreibweise verzichtet und jeweils die männliche Form verwendet. Das betreffende Wort bezieht sich jeweils selbstverständlich auf beide Geschlechter.

## Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	7
Aufbau des Klimaschutzteilkonzeptes	10
1 Ausgangssituation und Zielsetzung	11
1.1 Inhalt und Zielsetzung	11
1.2 Rahmenbedingungen auf EU-, Bundes- und Landesebene	12
2 Regionale Energie- und CO <sub>2</sub> -Bilanzierung	15
2.1 CO <sub>2</sub> -Bilanz im Bereich Energie	16
2.2 Sektorale Betrachtung bei Wirtschaft und Haushalten	21
2.3 Betrachtung des Verkehrsbereichs	22
2.4 Detailbetrachtung kommunaler Liegenschaften	26
2.5 Stromproduktion aus erneuerbaren Energien	27
2.6 Energieeffizienzsteigerung bis 2020	28
3 Potenzialanalyse erneuerbare Energien	29
3.1 Biomasse	30
3.1.1 Festbrennstoffe	30
3.1.1.1 Theoretisches Potenzial	32
3.1.1.2 Technisches Potenzial	33
3.1.2 Biogas	36
3.1.2.1 Theoretisches Potenzial	37
3.1.2.2 Technisches Potenzial	38
3.1.3 CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial	41
3.1.4 Wirtschaftlichkeit	42
3.2 Solarenergie	44
3.2.1 Theoretisches Solarpotenzial	44
3.2.2 Technisches Solarpotenzial	46
3.2.3 Solarthermie	47
3.2.4 Photovoltaik	50
3.2.5 Gesamtpotenzial	51
3.2.6 CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial	52
3.2.7 Wirtschaftlichkeit	52
3.3 Windenergie	55
3.3.1 Potenzial „Bestehende Vorrangzonen“	56
3.3.2 Theoretische Potenzialflächen	56
3.3.3 Technisch-wirtschaftliche Potenzialflächen	58

3.3.4	Windenergiepotenzial	60
3.3.5	CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial	62
3.3.6	Wirtschaftlichkeit	62
3.4	Geothermie	64
3.4.1	Theoretisches Potenzial - Angebotspotenzial	65
3.4.1.1	Einsatz von Erdwärmesonden	65
3.4.1.2	Einsatz von Erdkollektoren	66
3.4.2	Technisches Potenzial - Nachfragepotenzial	66
3.4.3	CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale	67
3.4.4	Wirtschaftlichkeit	68
3.5	Wasserkraft	69
3.5.1	Theoretisches Potenzial	70
3.5.2	Technisches Potenzial	71
3.5.2.1	Repowering	71
3.5.2.2	Reaktivierung:	73
3.5.3	CO <sub>2</sub> -Einsparpotenzial	75
3.5.4	Wirtschaftlichkeit	75
3.6	Abwasserwärmenutzung	76
3.6.1	Theoretisches Potenzial	76
3.6.2	Technisches Potenzial	76
3.6.3	Wirtschaftlichkeit und Beitrag zum Klimaschutz	78
3.7	Regionale Wertschöpfungseffekte	79
3.7.1	Wertschöpfungseffekte von Biomasse	82
3.7.2	Wertschöpfungseffekte von Biogas	83
3.7.3	Wertschöpfungseffekte von Photovoltaik (Dachflächen)	84
3.7.4	Wertschöpfungseffekte von Photovoltaik (Freiflächen)	86
3.7.5	Wertschöpfungseffekte von Solarthermie	87
3.7.6	Wertschöpfungseffekte von Windenergieanlagen	88
3.7.7	Wertschöpfungseffekte von Erdwärmepumpen	89
3.8	Transport, Einspeisung und Speicherung	90
3.9	Zusammenfassung	93
4	Akteursbeteiligung	98
4.1	Bisherige Klimaschutzaktivitäten des Bergischen Städtedreiecks	101
4.2	Auftaktveranstaltung	102
4.3	Arbeitskreis, Einzelgespräche und Telefoninterviews	103
4.4	Kongress „hundertprozentig.ERNEUERBAR“	104
4.5	Workshops	104
5	Realisierungskonzept 2020	110



5.1	Maßnahmenprogramm	111
5.1.1	Darstellung der Kriterien	111
5.1.2	Maßnahmenübersicht	113
5.1.3	Handlungsfeld „Übergreifende Maßnahmen“	115
5.1.4	Handlungsfeld „Solarenergie“	128
5.1.5	Handlungsfeld „Biomasse“	134
5.1.6	Handlungsfeld „Geothermie“	143
5.1.7	Handlungsfeld „Windenergie“	145
5.1.8	Handlungsfeld „Wasserkraft“	148
5.2	Netzwerkmanagement und Öffentlichkeitsarbeit	152
5.2.1	Klimaschutzmanagement und Netzwerke	152
5.2.2	Ausbau neuer Netzwerkverantwortungen	153
5.2.3	Weiterführung erfolgreicher Netzwerkstrukturen	154
5.2.4	Klimaschutzmanagement und Öffentlichkeitsarbeit	154
5.2.5	Zielgruppenspezifische Informationen	156
5.2.6	Informationsgerechte Instrumente	156
5.3	Controlling-Konzept	158
6	Chancen der Zielerreichung	161
6.1	Emissionsminderungsziele und -effekte	161
6.2	Strategie „100 Prozent erneuerbar“	162
7	Zusammenfassende Bewertung	165
8	Quellenverzeichnis	167
9	Abbildungsverzeichnis	169
10	Tabellenverzeichnis	172
11	Anhang	174
11.1	Anhang I: Energie und CO <sub>2</sub> -Bilanzen	174
11.1.1	Bilanzergebnisse der Stadt Remscheid	174
11.1.1.1	CO <sub>2</sub> -Bilanz im Bereich Energie	175
11.1.1.2	Sektorale Betrachtung bei Wirtschaft und Haushalten	178
11.1.1.3	Betrachtung des Verkehrsbereichs	180
11.1.1.4	Detailbetrachtung kommunaler Liegenschaften	184
11.1.2	Bilanzergebnisse der Stadt Solingen	186
11.1.3	Bilanzergebnisse der Stadt Wuppertal	195
11.1.3.1	CO <sub>2</sub> -Bilanz im Bereich Energie	195
11.1.3.2	Sektorale Betrachtung bei Wirtschaft und Haushalten	200
11.1.3.3	Betrachtung des Verkehrsbereichs	201

11.1.3.4	Detailbetrachtung kommunaler Liegenschaften	205
11.2	Anhang II: Solare Freiflächenpotenziale	207
11.3	Anhang III: Tabellarische Übersicht der definierten Tabuflächen und Abstände für die Windkraftnutzung	213
11.4	Anhang IV: Windpotenzialflächen der Stadt Remscheid, Solingen und Wuppertal	215

## Abkürzungsverzeichnis

A	Unbehandeltes Holz
A IV	Mit Holzschutzmitteln behandeltes Material
AG	Arbeitsgemeinschaft
ALK	Amtliches Liegenschaftskataster
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
BauGB	Baugesetzbuch
BEA	Bergische Entwicklungsagentur
BENWM	Bioenergienetzwerkmanagement
BHKW	Blockheizkraftwerk
BImSchV	Bundesimmissionsschutzverordnung
BRD	Bundesrepublik Deutschland
bspw.	Beispielsweise
bzw.	Beziehungsweise
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
COP	Coefficient Of Performance, Wirkungsgrad von Wärmepumpen
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DNR	Deutscher Naturschutzring
DWD	Deutscher Wetterdienst
EE	Erneuerbare Energien
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EEWärmeG	Erneuerbare Energien Wärmegesetz
EFA	Effizienz-Agentur
EFRE	Europäischer Fond für regionale Entwicklung
EG-Wasserrahmenrichtlinie	Europäische Gemeinschaft-Wasserrahmenrichtlinie
ELWAS	Elektronisches Wasserinformationssystem
EnEV	Energieeinsparverordnung
FBG	Forstbetriebsgemeinschaft
FFH	Flora-Fauna-Habitat
FH Düsseldorf	Fachhochschule Düsseldorf
FNP	Flächennutzungsplan
GESA	Gesellschaft für Entsorgung, Sanierung und Ausbildung mbH
GIB	Gewerbe- und Industrieansiedlungsbereiche
GMW	Gebäudemanagement Wuppertal
GWh	Gigawattstunde
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
GV	Großvieheinheit
H	Stunden
Ha	Hektar
Heizöl EL	Heizöl - Extra Leicht
Hi	Heizwert
Ifeu	Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg
IöW	Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

IT.NRW	Information-Technik Nordrhein Westfalen
jhrl.	jährlich
K	Kelvin
k.A.	Keine Angaben
Kfz	Kraftfahrzeug
kg	Kilogramm
Kg/EW	
kW	Kilowatt
KWEA	Kleinwindenergieanlagen
kW <sub>el</sub>	Kilowatt (elektrisch)
kWh/m <sup>3</sup>	Kilowattstunde pro Kubikmeter
KWK	Kraft-Wärmekopplung
KWK-Anlagen	Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
KWKG	Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz
kW <sub>p</sub>	Kilowatt-Peak
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
LCA-Endenergie	Life-Cycle-Endenergie
LCA-Faktoren	Life-Cycle-Assessment -Faktoren
LKW	Lastkraftwagen
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde
m <sup>3</sup>	Kubikmeter
MHKW	Müllheizkraftwerk
Mio.	Millionen
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW
MQ	Mittlere Wassermenge
MW	Megawatt
MW <sub>el</sub>	Megawatt (elektrisch)
MWh	Megawattstunde
MWh/a	Megawattstunde pro Jahr
MWh/Fm	Megawattstunden pro Festmeter – Maßeinheit für Brennholz
MWh/GV	Megawattstunden pro Großvieheinheit
NABU	Naturschutzbund Deutschland e.V.
NaWaRo	Nachwachsende Rohstoffe
NSG	Naturschutzgebiet
NLE	Nicht leistungsgebundene Energieträger
ÖV	Öffentlicher Verkehr
P <sub>el</sub>	Leistung elektrisch
P <sub>feu</sub>	Feuerungsleistung
PKW	Personenkraftwagen
progres.NRW	Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen
P <sub>th</sub>	Thermische Leistung
PV	Photovoltaik
PV-Anlagen	Photovoltaik-Anlagen
QUIS	Querbauwerke-Informationssystem
REN	Rationale Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequel-

	len
RSW	Regionalagentur Remscheid Solingen Wuppertal
ST	Solarthermie
SWS	Stadtwerke Solingen
T	Tonnen
t/a	Tonnen pro Jahr
t/ha	Tonnen pro Hektar
t/MWh	Tonnen pro Megawattstunde
THEE	Thüga Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG
Tsd.	Tausend
VDI	VDI Richtlinien – Verein Deutscher Ingenieure
WEA	Windenergieanlagen
WEE	Windenergieerlass NRW
$W_{el}$	Watt (elektrisch)
WSW	Wuppertaler Stadtwerke
$W_{th}$	Watt (thermisch)

## Aufbau des Klimaschutzteilkonzeptes

Die sichere Energieversorgung der Bevölkerung zählt nach wie vor zu den essentiellen Aufgabenbereichen der gesellschaftlichen Daseinsvorsorge. Neben der bloßen Bereitstellung von Energie gewinnt vor diesem Hintergrund der Ausbau der erneuerbaren Energien im Rahmen der viel diskutierten Energiewende zunehmend an Bedeutung.

Im Hinblick auf die nationale Klimaschutz- und Energiepolitik zeichnen sich hier vielfältige und dynamische Entwicklungen ab.

Auf kommunaler und regionaler Ebene besteht dabei ein zunehmendes Interesse, den Ausbau der erneuerbaren Energien vor Ort voranzubringen, einerseits um klimaschutzrelevante Ziele zu realisieren und andererseits, um möglichen wirtschaftlichen Nutzen für die eigene Region zu generieren.

Ein Ausbau der erneuerbaren Energien auf kommunaler und regionaler Ebene erfordert heutzutage eine strategische Ausrichtung und Steuerung des Prozesses. Dazu ist in einem ersten Schritt eine Grundlagenermittlung zu den örtlichen Potenzialen und Handlungsmöglichkeiten vorzunehmen.

Mit dem vorliegenden Bericht folgt das Bergische Städtedreieck dieser Vorgehensweise. Der Bericht dient als konzeptionell strategische Grundlage für die regionale und kommunale Energiepolitik zum Ausbau der erneuerbaren Energien und zur Realisierung der politischen Zielsetzungen.

Die Kernfrage dieser Arbeit befasst sich mit der Frage, wie viel erneuerbares Energiepotenzial und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial im Bergischen Städtedreieck vorhanden ist und inwieweit diese Potenziale erschlossen werden können. Der Zeithorizont ist dabei zunächst bis zum Jahr 2020 ausgerichtet.

Bausteine dieses Konzeptes sind neben einer detaillierten Ist-Analyse, die u. a. eine Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz beinhaltet, auch eine Detailbetrachtung der verschiedenen erneuerbaren Energieformen wie Biomasse, Windkraft und Solarenergie.

Zur Ergänzung wurden in einem breiten Beteiligungsprozess Akteure vor Ort eingebunden. Im Rahmen von Workshops und Gesprächen beispielsweise wurden Expertenmeinungen zum Ausbau der erneuerbaren Energien abgefragt, um Handlungsempfehlungen für die Region in einem Diskurs zu formulieren.

Der Kernbestandteil dieser Arbeit liegt in der Entwicklung eines Maßnahmenprogramms zur Realisierung der vorhandenen erneuerbaren Energiepotenziale.

Welche Handlungsmöglichkeiten dem Bergischen Städtedreieck unter praktikablen Rahmenbedingungen zur Verfügung stehen und inwieweit die politische Zielsetzung erreichbar ist, wird am Ende dieses Berichtes beantwortet .

# 1 Ausgangssituation und Zielsetzung

Die drei Städte Remscheid, Solingen und Wuppertal sind bereits seit vielen Jahren im Klimaschutz und insbesondere im Ausbau erneuerbarer Energien sowohl auf lokaler, als auch gemeinsam auf regionaler Ebene aktiv. Im Rahmen der bisherigen Klimaschutzaktivitäten haben sich die drei Städte mit dem Beitritt zum Klima-Bündnis e.V. seit Mitte der 1990er auch zu konkreten Einsparzielen verpflichtet. Diese besagen gemäß Klima-Bündnis eine gesamtstädtische CO<sub>2</sub>-Emissionsreduktion alle 5 Jahre um 10% und langfristig ein Niveau von 2,5 Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent pro Einwohner und Jahr.

Es wurden zudem bereits vielfältige konzeptionelle Grundlagen und Strukturen geschaffen sowie Projekte initiiert und umgesetzt. Damit leisten die Kommunen ihren Beitrag zur Erreichung der bundesweiten und europaweiten Klimaziele. Darüber hinaus betreiben sie eine nachhaltige Stadt- und Regionalentwicklung, die indirekt auch zur regionalen Wertschöpfung, zu Arbeitsplatzeffekten und zur Infrastruktursicherung beiträgt.

Gleichzeitig machen die allgemeinen Rahmenbedingungen wie der bundesweite Atomausstieg bis zum Jahr 2022 eine Abkehr von der zentralen Energieversorgung hin zu einer dezentraleren erneuerbaren Energieversorgung notwendig. Die konzeptionelle Betrachtung des Ziels „100% erneuerbar“ soll daher nicht nur theoretischer Natur sein, sondern ist strategisch als auch technisch-wirtschaftlich auf seine Umsetzungschancen hin zu überprüfen.

## 1.1 Inhalt und Zielsetzung

Das vorliegende Klimaschutzteilkonzept beinhaltet folgende Arbeitsbausteine:

- Erstellung einer Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz
- Ermittlung der theoretischen, technischen und wirtschaftlichen Potenziale erneuerbarer Energieformen im Bergischen Städtedreieck
- Akteursbeteiligung zur Absicherung von Analyseergebnissen und Entwicklung neuer Handlungsoptionen
- Erstellung eines Maßnahmenprogramms zum Ausbau der erneuerbaren Energien
- Formulierung eines Controlling-Konzepts zur Bilanzierung der Effekte des Klimaschutzteilkonzepts
- Konzept für Öffentlichkeitsarbeit und Netzwerkbildung

Im Kern soll durch dieses Konzept eine strategische Grundlage zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Bergischen Städtedreieck erarbeitet werden. Die damit verbundenen Ziele lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Schaffung einer konzeptionell strategischen Grundlage für die regionale und kommunale Energiepolitik zur Erreichung des Klima-Bündnisziels, dem sich alle drei Kommunen verpflichtet haben und ggf. der Erreichung des Ziels „100% erneuerbar“,

- Darstellung von Handlungsmöglichkeiten in einem Maßnahmenprogramm, erarbeitet in einem partizipativen Prozess mit den relevanten Akteuren der Region,
- Auflistung und – soweit möglich – Quantifizierung der positiven Regional- und Stadtentwicklungseffekte, u. a. durch eine Betrachtung der regionalen Wertschöpfung durch die Umsetzung von Maßnahmen des Klimaschutzes,
- Verdeutlichung der raum-, flächen- und infrastrukturwirksamen Konsequenzen erneuerbarer Energien auch hinsichtlich der Regional- und Flächennutzungsplanung.

Methodisch gilt es dazu, die bereits vorhandenen konzeptionellen Informationen wie auch die breite Erfahrung in der Zusammenarbeit mit Akteuren zu nutzen, um einen entsprechend regional und lokal angepassten – aber auch fachlich wie finanziell umsetzbaren - Handlungskatalog zu entwickeln.

## 1.2 Rahmenbedingungen auf EU-, Bundes- und Landesebene

Lokaler und regionaler Klimaschutz ist durch eine Vielzahl von Rahmenbedingungen geprägt. Insbesondere der Beschluss der Bundesregierung zum Atomausstieg bis zum Jahr 2022 führt zu neuen und höheren Anforderungen an die Energieerzeugung, -versorgung und -nutzung auf lokaler und regionaler Ebene.

Daraus ergibt sich ein Handlungsrahmen, der auch neue Chancen für den lokalen und regionalen Klimaschutz bietet. Durch die hohe Dynamik in der Klimaschutzpolitik und der strategischen Entwicklung der Energieversorgung auf europäischer und bundesweiter Ebene müssen Konzepte auch für neue, bisher nicht absehbare Entwicklungen offen sein.

Die Bundesregierung hat beschlossen, dass der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Stromverbrauch bis spätestens zum Jahr 2020 auf mindestens 35 Prozent gesteigert werden soll. Bis spätestens zum Jahr 2050 soll dieser Anteil mindestens 80 Prozent betragen. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Wärmeversorgung soll im Jahr 2020 14 Prozent betragen.

Derzeit sind gesetzliche Grundlagen für den Ausbau der erneuerbaren Energien von wesentlicher Bedeutung. Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie des Europäischen Parlaments von 2009 zur Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen hat ehrgeizige verbindliche Ziele für die EU gesetzt. Bis 2020 sollen 20 % des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien sowie ein Mindestanteil von 10 % erneuerbarer Energien im Verkehrssektor erreicht werden. Dabei variieren die verbindlichen nationalen Gesamtziele der Mitgliedstaaten stark. Das deutsche Ziel liegt bei 18 % am gesamten Endenergieverbrauch.

Durch die am 25. Oktober 2012 erlassene EU-Energieeffizienzrichtlinie soll die Energieeffizienz in der EU bis zum Jahr 2020 um 20 % gegenüber der prognostizierten Entwicklung gesteigert werden. Diese Richtlinie verpflichtet den Bund, jährlich 3 % der in seinem Eigentum stehenden Gebäude energetisch zu sanieren. Darüber hinaus sollen die Mitgliedstaaten eine Energieeinsparquote für Energieversorgungsunternehmen in Höhe von jährlich 1,5 % ihres durchschnittlichen Jahresabsatzvolumens der Jahre 2010 bis 2012 einführen oder Einsparungen in gleicher Höhe durch staatliche Maßnahmen nachweisen. Nach dem Inkrafttreten verbleiben der Bundesregierung 18 Monate zur Umsetzung in nationales Recht.



Besondere Dynamik im Ausbau erneuerbarer Energien entsteht seit dem Jahr 2000 durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Hierdurch werden Netzbetreiber verpflichtet, Strom aus erneuerbaren Energien vorrangig abzunehmen und zu vergüten. Den Erzeugern werden feste Einspeisevergütungen garantiert. Der Ausbau der Stromerzeugung aus Photovoltaik-Anlagen in den vergangenen Jahren konnte durch die EEG-Förderung bereits deutlich gesteigert werden. Die Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes zielt daher auf eine stärkere Förderung des Eigenverbrauchs von Solarstrom. Dadurch soll der Strombezug aus dem Netz reduziert werden und die Netze entlastet werden, gleichzeitig soll dies die Integration der erneuerbaren Energien in das Stromnetz beschleunigen.

Dominiert wird die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien jedoch von der Windkraft. Diese bietet gleichzeitig noch großes Potenzial sowohl im Offshore-Bereich als auch an Land, auch durch Repowering. Auch die Wasserkraft soll durch Ersatz, Modernisierung und Reaktivierung vorhandener Anlagen sowie den Neubau von Kleinwasserkraftanlagen an bestehenden Querbauwerken weiterhin einen Beitrag zur regenerativen Stromversorgung leisten. Dazu wurde das Wasserhaushaltsgesetz vom 1. März 2010 hinsichtlich der ökologischen Anforderungen an Wasserkraftanlagen konkretisiert.

Die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Strom- und Wärmeerzeugung, wie beispielsweise Holz, pflanzliche und tierische Abfälle als Biomasse, Biogas, Deponie- und Klärgas konnte sich ebenso in den vergangenen Jahren deutlich steigern. Auch die Nutzung von Tiefengeothermie zur Stromerzeugung kann durch das EEG gefördert werden.

Durch das Erneuerbare-Energien-WärmeGesetz (EEWärmeG) vom 1. Januar 2009 soll auch verstärkt Wärme aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt werden. Eigentümer neuer Gebäude sollen einen Teil ihres Wärmebedarfs (und Kältebedarfs) aus erneuerbaren Energien decken. Das gilt für Wohn- und Nichtwohngebäude, deren Bauantrag bzw. -anzeige nach dem 1. Januar 2009 eingereicht wurde. Die Auswahl der erneuerbaren Energien obliegt dem Eigentümer. Es muss ein bestimmter Prozentsatz der Wärme und/oder Kälte aus erneuerbaren Energien stammen, dieser ist von der jeweiligen Energieform abhängig. Alternativ sind jedoch auch Ersatzmaßnahmen möglich. Mit der Novellierung des EEWärmeG zum 1. Mai 2011 gilt die Nutzungspflicht nicht nur für Neubauten, sondern auch bei umfassenden Sanierungen bestehender öffentlicher Gebäude, da sie eine besondere Vorbildfunktion einnehmen.

Mit dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) verfolgt die Bundesregierung das Ziel in der BRD bis zum Jahr 2020 den Anteil der Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung auf 25 Prozent zu erhöhen. Das gleiche Ziel verfolgt das Land NRW. Dazu wird die Modernisierung und der Neubau von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen (KWK-Anlagen), die Unterstützung der Markteinführung der Brennstoffzelle und die Förderung des Neu- und Ausbaus von Wärme- und Kältenetzen sowie des Neu- und Ausbaus von Wärme- und Kältespeichern, in die Wärme oder Kälte aus KWK-Anlagen eingespeist wird, gefördert. Die KWKG-Novelle im Jahr 2012 unterstützt die KWK bei der Systemintegration fluktuierender erneuerbarer Energien durch Förderung von Wärme- und Kältespeichern.

Neben den Rahmenbedingungen auf Ebene der Europäischen Union (EU) und der Bundesrepublik Deutschland werden auch auf Landesebene deutliche Impulse für den Klimaschutz gegeben.

Hier wurde vom NRW-Landtag am 23. Januar 2013 das „Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen“ beschlossen. Verbindliche Ziele des Gesetzes sind, die Treibhausgasemissionen in NRW bis zum Jahr 2020 um mindestens 25% und bis zum Jahr 2050 um mindestens 80% im Vergleich zu den Gesamtemissionen des Jahres 1990 zu verringern. Konkretisiert werden die Ziele durch einen Klimaschutzplan und die Instrumente der Raumordnung. Zur Umsetzung werden durch das Gesetz der Steigerung des Ressourcenschutzes, der Ressourcen- und Energieeffizienz, der Energieeinsparung sowie dem Ausbau Erneuerbarer Energien Vorrang eingeräumt. Durch das Inkrafttreten des Gesetzes wird die Grundlage für Klimaschutz als kommunale Pflichtaufgabe gelegt.

Besondere Relevanz für die Umsetzung der Windkraft auf regionaler Ebene haben die Novellierung des Windenergieerlasses NRW aus dem Jahr 2011 und der Leitfaden „Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen“ des MKULNV aus dem Jahr 2012.

## 2 Regionale Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierung

Das Klima-Bündnis europäischer Städte hat zusammen mit der europaweit agierenden Firma Ecospeed ein Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungswerkzeug für Kommunen entwickelt (ECORegion smart DE), welches die vergleichsweise einfache Erarbeitung standardisierter Energiebilanzen ermöglicht. Das Programm erlaubt die Erstellung gesamtstädtischer primär<sup>1</sup> und endenergiebezogener<sup>2</sup> Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen. Die Aussagegenauigkeit hängt davon ab, in welchem Umfang spezifische Daten zur lokalen Energiesituation (Verbrauchsdaten von z. B. kommunalen Gebäuden, privaten Haushalten, Wirtschaft, Verkehr, etc.) zur Verfügung stehen. Das Tool bietet den Vorteil, dass durch jährliche Ergänzungen eine umfangreiche, kontinuierliche CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellt werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch die Nutzung eines einheitlichen Tools ein interkommunaler Vergleich möglich ist. Die Bilanzierung der Städte Remscheid und Wuppertal erfolgte in Anlehnung an die bereits vorliegende Bilanzierung der Stadt Solingen, die den Datenstand des Jahres 2009 wiedergibt. Insofern wird für Remscheid und Wuppertal im Rahmen der Erstellung des „Klimaschutzteilkonzeptes Erneuerbare Energien im Bergischen Städtedreieck“ ebenfalls das Jahr 2009 zugrunde gelegt. In Solingen wurde im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzeptes der Stadt bereits separat eine CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Jahr 2009 angefertigt. Auf die Betrachtung der Einzelbilanzen der Städte des Bergischen Städtedreiecks wird an dieser Stelle verzichtet. Die kommunenspezifischen CO<sub>2</sub>-Bilanzen der Städte Remscheid und Wuppertal können im Anhang dieses Konzeptes eingesehen werden. Auch die Ergebnisse der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt Solingen, die nachrichtlich aus dem Solinger Klimaschutzkonzept übernommen wurden, sind hier vorzufinden. Nachfolgend werden die CO<sub>2</sub>-Bilanzen der Städte Remscheid, Solingen und Wuppertal zur Gesamtbilanz des Bergischen Städtedreiecks zusammengezogen und ausgewertet.

Es wurde in der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Bilanz nach Vorgabe des Klima-Bündnisses auf der Emissionsseite über lokal angepasste Life-Cycle-Assessment-Faktoren (LCA-Faktoren) aus dem Ländermodell der Firma Ecospeed bilanziert. Das heißt, dass die zur Produktion und Verteilung eines Energieträgers notwendige fossile Energie diesem Energieträger auf Basis des Endkonsums zugeschlagen wird. Den im Endenergieverbrauch emissionsfreien Energieträgern Strom und Fernwärme werden somit „graue“ Emissionen aus ihren Produktionsvorstufen zugeschlagen. Den fossilen Energieträgern werden die fossilen Aufwendungen der Vorkette (z. B. aus Transport und Raffineriebetrieb) ebenfalls dem Endenergieverbrauch zugerechnet. Die Emissionen von Großemittenten, die laut nationalem Allokationsplan am Emissionszertifikatehandel teilnehmen, werden - nach Vorgabe des Klima-Bündnisses - nicht mitbilanziert. Diese sind bereits über das Emissionszertifikathandelssystem erfasst und reglementiert. Zudem ist der kommunale Einfluss auf betriebsbedingte Emissionen bzw. Prozessenergien eher gering einzuschätzen.

---

<sup>1</sup> Primärenergieträger sind Energieträger, die keiner vom Menschen verursachten Energieumwandlung unterworfen wurden. Dies sind z. B. Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Holz, Stauseewasser etc.

<sup>2</sup> Endenergie-träger sind die Energieträger, die von den Verbrauchern vor der letzten Umwandlung eingesetzt werden. Dies können sowohl Primärenergieträger (z. B. Steinkohle, Erdgas) als auch Sekundärenergieträger (z. B. Strom) sein.

## 2.1 CO<sub>2</sub>-Bilanz im Bereich Energie

Zunächst wird in ECORegion über ein Mengengerüst von jahresbezogenen Einwohnerzahlen und Beschäftigtenzahlen nach Wirtschaftsabteilungen mit Hilfe bundesdeutscher Verbrauchswerte, der lokale Endenergiebedarf nach Energieträgern für Haushalte und Wirtschaftssektoren für die Einzelkommunen berechnet und für das Bergische Städtedreieck aggregiert. Im Ergebnis steht eine erste Grobbilanz, die sog. „Startbilanz“. Datengrundlage sind hier diejenigen Werte, die zentral von der Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW) aus der Landesdatenbank in der in ECORegion benötigten Form zur Verfügung gestellt werden.

Auf Grundlage der von den lokalen Netzbetreibern und den Städten zur Verfügung gestellten Stromverbrauchs- und Einspeisedaten, Erdgasverbrauchsdaten sowie Fernwärmeverbrauchsdaten können die leitungsgebundenen Energieträger über mehrere Jahre erfasst werden. Zusätzlich kann auf Daten des Statusberichtes Erneuerbare Energien der Städte Remscheid, Solingen, Wuppertal und des Kreises Mettmann zu den Jahren 2000 bis 2009 sowie auf Haushaltsverbrauchsdaten aus dem regionalen CO<sub>2</sub>-Minderungskonzept für das Bergische Städtedreieck des Jahres 1991 zurückgegriffen werden. Mittels der Angaben der Netzbetreiber kann ein lokalspezifischer Fernwärmemix errechnet werden. Mit diesen Daten wird der Emissionsfaktor „LCA-Endenergie“ für Fernwärme lokal an die Energieversorgungssituation der Städte angepasst. Erdgas wird nach dem unterem Heizwert (Hi)<sup>3</sup> bilanziert.

Verbräuche fossiler nicht-leitungsgebundener Energieträger (NLE) wurden im Rahmen der Bilanzierung mittels Daten der Bezirksschornsteinfeger zu Anzahl, Art und Leistung der Heizungsanlagen in ihren Kehrbezirken berechnet. Die fossilen Energieträger Heizöl, Flüssiggas, Braunkohle, Steinkohle sowie die regenerativen Energieträger Holz, Umweltwärme, Sonnenkollektoren, Biogase und Abfall werden unter dem Begriff der nicht-leitungsgebundenen Energieträger zusammengefasst.

Innerhalb der Erfassung von Daten regenerativer Energieträger stehen Förderdaten seitens des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und Informationen über Landesfördermittel im Rahmen der Programme „Rationale Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen“ (REN) bzw. „Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen“ (progres.NRW) zentral in ECORegion zur Verfügung.

Von den Stadtverwaltungen wurden für die Kommunalbilanzen Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften bereitgestellt werden. Darüber hinaus konnte auf aktuelle Daten zum Stromverbrauch der öffentlichen Straßenbeleuchtung zurückgegriffen werden.

In Jahren, in denen keine lokal erhobenen Verbrauchsdaten vorliegen, wird die Startbilanz lokalen Daten prozentual und anteilig angepasst.

---

<sup>3</sup> Der Heizwert (Hi) ist diejenige Wärmemenge, die bei der Verbrennung eines Brennstoffes frei wird, reduziert um die Kondensationswärme des in den Rauchgasen enthaltenen Wassers. In üblichen Heizungsanlagen wird lediglich der Heizwert von Brennstoffen ausgenutzt. Früher wurde dieser Wert als "unterer Heizwert Hu" bezeichnet.

Die Daten der nachfolgenden Grafiken werden mit den Gradtagszahlen<sup>4</sup> der Wetterstation Düsseldorf witterungsbereinigt. In die Werte geht ein lokaler Strom-Importmix bzw. gehen auch lokale Emissionsfaktoren im Bereich der Fernwärmeversorgung ein.

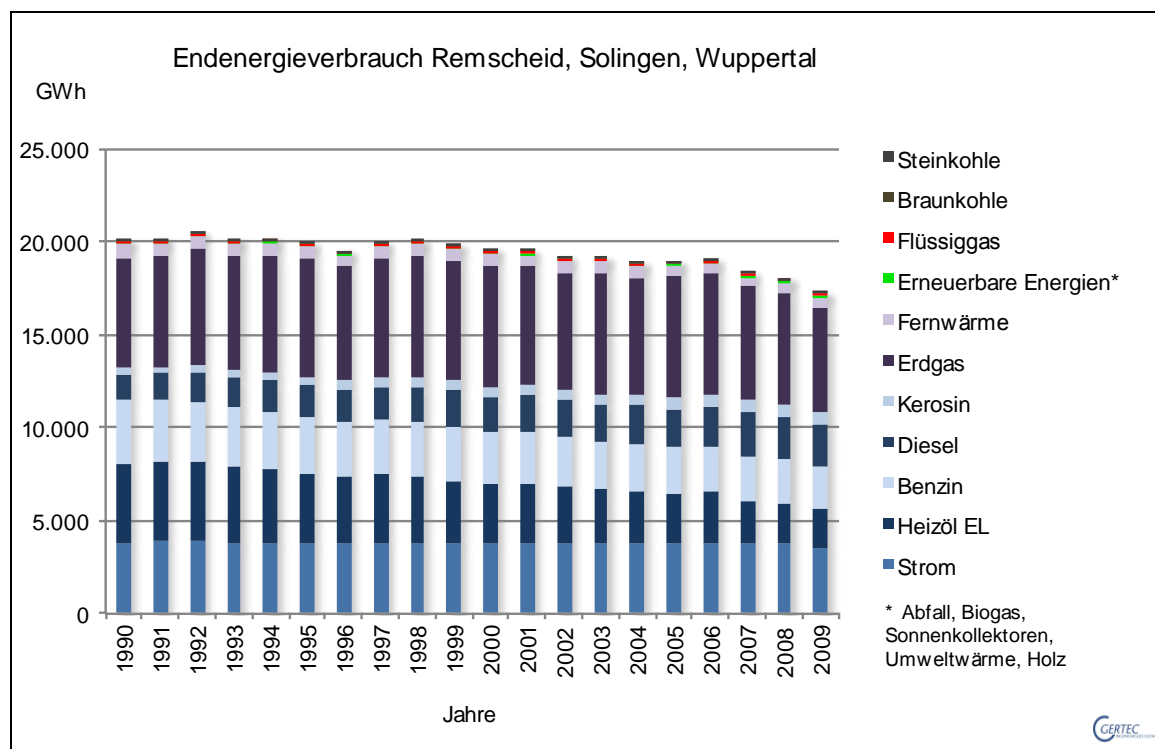


Abbildung 1: Regionaler Endenergieverbrauch von 1990 bis 2009

Der regionale Endenergieverbrauch lag im Jahr 2009 bei rund 17.200 GWh. Im Vergleich zu 1990 ist er damit um rund 3.000 GWh (14,7%) gesunken. Seit Beginn der 1990er Jahre ist der Verbrauch an Heizöl trotz konjunkturbedingter Verbrauchsschwankungen in den Einzelkommunen deutlich zurückgegangen. Die Anwendung von erneuerbaren Energien ist mit knapp 0,6% Anteil am Gesamtendenergieverbrauch (ohne Anteil des extern bezogenen Strommixes) steigerungsfähig. Die Gesamtendenergieverbräuche, die einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen und energieverbrauchsbezogenen CO<sub>2</sub>-Äquivalente<sup>5</sup> im Bergischen Städtedreieck teilen sich nach Tabelle 1 im Jahr 2009 wie folgt auf:

<sup>4</sup> Um Aussagen über den Energieverbrauch von Gebäuden zu machen, die nicht von den zufälligen, von Jahr zu Jahr unterschiedlichen klimatischen Bedingungen abhängig sind, ist eine Normierung auf einen im Durchschnitt zu erwartenden Verbrauch notwendig (Witterungsbereinigung). Zu diesem Zweck wird das lokale langjährige Mittel der Jahres-Gradtagszahl herangezogen. Die Gradtagszahl eines Tages ist die Differenz zwischen der mittleren Außentemperatur und der angestrebten Innentemperatur von 20°C. Die Gradtagszahl eines Jahres ist die Summe der Gradtagszahlen aller Tage eines Jahres, an denen die mittlere Außentemperatur unter 15°C liegt.

<sup>5</sup> Das (relative) Treibhauspotenzial oder CO<sub>2</sub>-Äquivalent gibt an, wie viel eine festgelegte Menge eines Treibhausgases zum Treibhauseffekt beiträgt. Als Vergleichswert dient Kohlendioxid.

Energieträger	GWh	%	Tonnen CO <sub>2</sub>	%	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	%
Steinkohle	0,39	0,00	144	0,00	177	0,00
Braunkohle	0,07	0,00	29	0,00	36	0,00
Flüssiggas	50,99	0,30	12.299	0,22	13.181	0,23
Abfall	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00
Biogas	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00
Sonnenkollektoren	6,36	0,04	161	0,00	184	0,00
Umweltwärme	6,92	0,04	0	0,00	0	0,00
Holz	88,52	0,52	2.116	0,04	2.381	0,04
Fernwärme	525,13	3,06	103.611	1,87	106.218	1,84
Erdgas	5.699,65	33,20	1.297.916	23,38	1.346.349	23,33
Kerosin	627,37	3,65	178.424	3,21	187.307	3,25
Diesel	2.266,33	13,20	660.861	11,90	693.763	12,02
Benzin	2.278,52	13,27	689.026	12,41	717.650	12,43
Heizöl EL	2.058,03	11,99	659.036	11,87	665.642	11,53
Strom	3.560,40	20,74	1.948.416	35,09	2.038.945	35,33
Summe	17.168,68	100	5.552.039	100	5.771.831	100

Tabelle 1: Regionaler Endenergieverbrauch im Jahr 2009 und einhergehende CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die leitungsgebundenen Energieträger Strom, Erdgas und Fernwärme machen mit etwa 9.800 GWh rund 57% der Endenergieverbräuche aus. Bei den nicht-leitungsgebundenen Energieträgern haben die erneuerbaren Energieträger Holz, Umweltwärme, Biogas, Abfall<sup>6</sup> und Sonnenkollektoren einen Verbrauchsanteil von rund 100 GWh an den gesamtstädtischen Endenergieverbräuchen (0,6% des Endenergieverbrauchs). Strom aus erneuerbaren Energieträgern, wie zum Beispiel PV-Anlagen, fließt in die Gesamtstrommenge (mit einem Anteil von rund 0,4% am Stromverbrauch) mit ein. Zusätzlich kommen Heizöl, Flüssiggas, Braunkohle und Steinkohle mit ca. 2.100 GWh auf 12,3%. Auf die Kraftstoffe fallen rund 30,2% der Endenergieverbräuche.

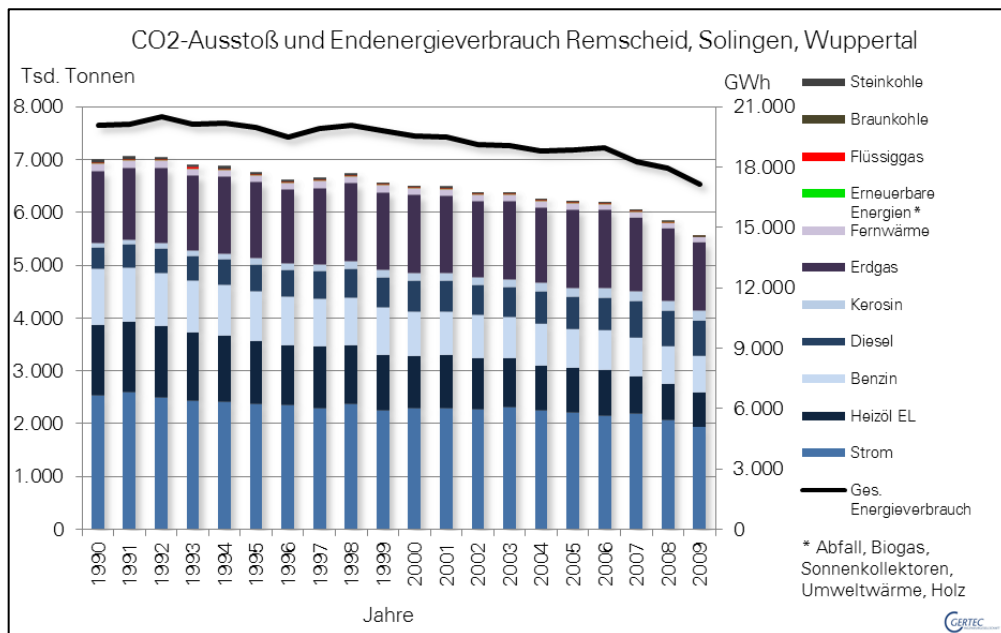


Abbildung 2: Regionaler CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Endenergieverbrauch von 1990 bis 2009

<sup>6</sup> Abfall wird in den Kommunen energetisch in örtlichen MKW (Wuppertal und Solingen) verwertet und dient damit der Bereitstellung von Strom und Fernwärme.

Der regionale CO<sub>2</sub>-Ausstoß, bilanziert über lokale LCA-Faktoren, lag im Bergischen Städtedreieck im Jahr 2009 bei ca. 5,6 Mio. Tonnen. Daraus ergibt sich eine Reduktion der Emission um etwa 1,5 Mio. Tonnen (20,7%) seit 1990. Minderungen sind insbesondere beim Heizöl zu erkennen. Durch die emissionsärmere Gestaltung des Strom-Mixes werden inzwischen pro verbrauchter Kilowattstunde Strom weniger Emissionen als im Jahr 1990 freigesetzt.

Den größten Anteil am CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Bergischen Städtedreieck hat der Energieträger Strom mit rund 1,9 Mio. Tonnen (35%). Über den LCA-Faktor Strom wird die zur Produktion und Verteilung dieses Endenergieträgers notwendige fossile Energie mit ihren Emissionen auf Basis des Endkonsums bilanziert.

Den zweitgrößten Emissionsanteil bildet der Erdgasverbrauch mit rund 23,4% bzw. 1,3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> gefolgt von Benzin mit rund 13,1% bzw. 718 Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub>.

Nachfolgend werden in Tabelle 2 die absoluten Anteile der Städte im Bergischen Städtedreieck an den Endenergieverbräuchen dargestellt. Einhergehend verdeutlicht Abbildung 3 die Emissionsanteile prozentual.

	Remscheid	Solingen	Wuppertal
	GWh	GWh	GWh
Strom	595,23	798,84	2.166,33
Heizöl EL	483,86	560,95	1.013,22
Benzin	452,24	554,94	1.271,34
Diesel	479,49	665,12	1.121,72
Kerosin	112,12	162,00	353,25
Erdgas	911,49	1.219,26	3.568,90
Fernwärme	22,36	46,22	456,55
Holz	20,53	25,41	42,58
Umweltwärme	1,14	2,23	3,55
Sonnenkollektoren	1,93	1,41	3,02
Flüssiggas	10,25	11,41	29,33
Braunkohle	0,07	0,00	0,00
Steinkohle	0,13	0,11	0,15
Summen	3.091	4.048	10.030

Tabelle 2: Regionaler Endenergieverbrauch im Bergischen Städtedreieck in GWh im Jahr 2009 mit Anteil der Energieträger

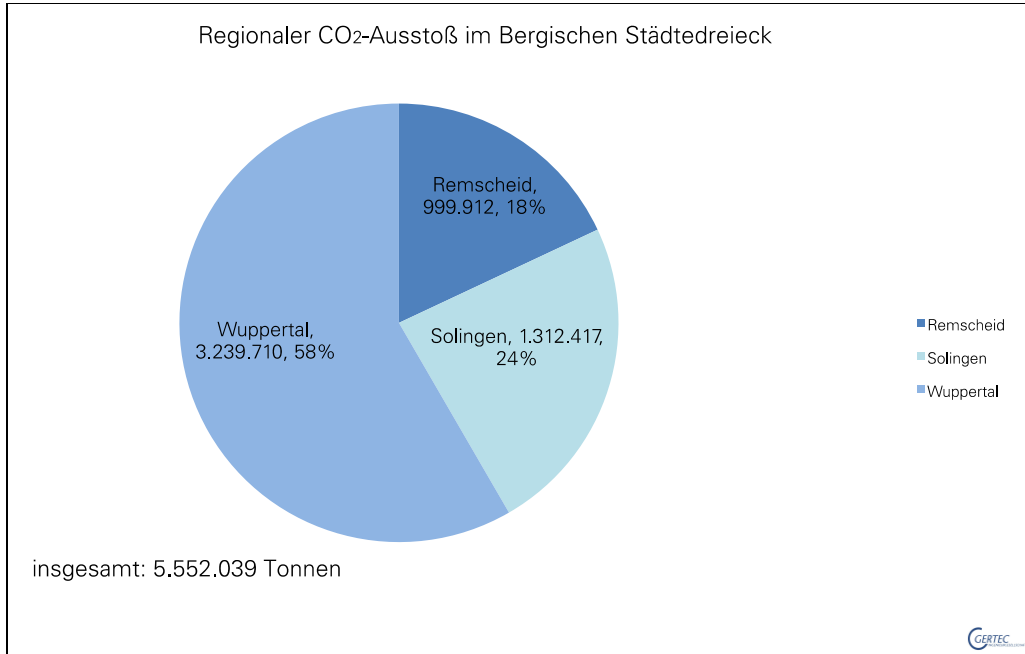


Abbildung 3: Regionaler CO<sub>2</sub>-Ausstoß aufgeteilt nach Kommunen im Jahr 2009

Deutlich wird hier vor allem der hohe Verbrauchsanteil der Stadt Wuppertal und der entsprechend hohe Anteil an den Gesamtemissionen im Bergischen Städtedreieck. Dies ist gegenüber den Städten Remscheid und Solingen vor allem auf die höhere Einwohnerzahl Wuppertals zurückzuführen.

Die Endenergieverbrauchsreduktion hat im Bergischen Städtedreieck nicht in allen Sektoren gleichermaßen stattgefunden. Exemplarisch werden in den beiden nachfolgenden Abbildungen die Endenergieverbrauchsentwicklung aus der Wirtschaft und die Endenergieverbrauchsentwicklung der privaten Haushalte grafisch verglichen.



## 2.2 Sektorale Betrachtung bei Wirtschaft und Haushalten

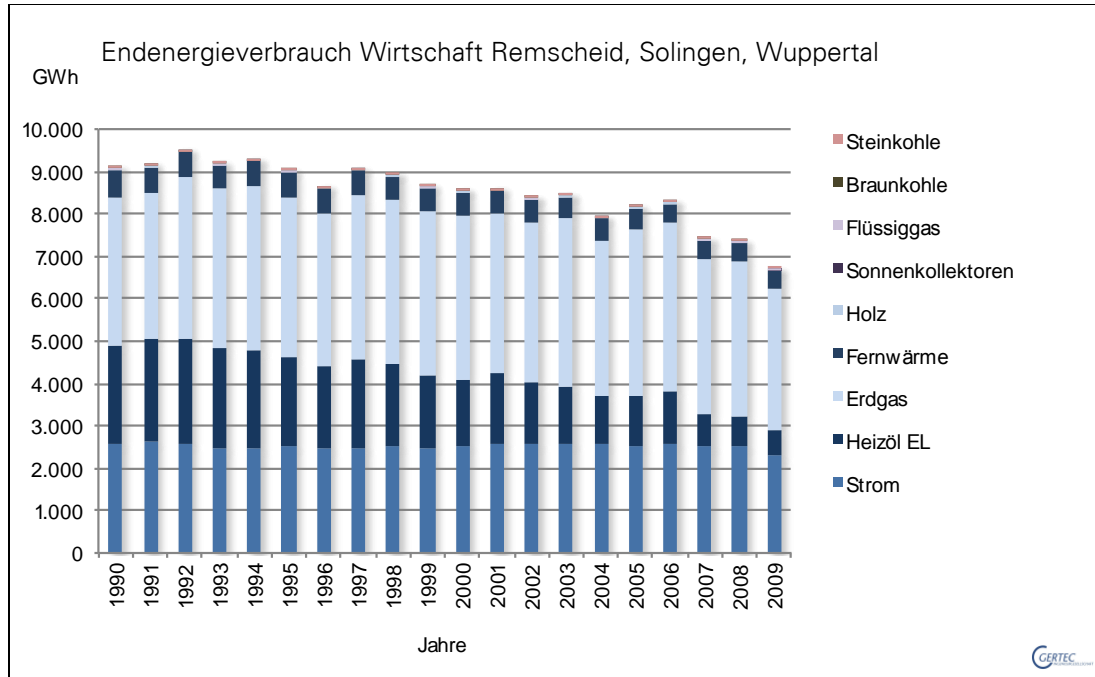


Abbildung 4: Regionale Endenergieverbrauchsentwicklung der Wirtschaft von 1990 bis 2009

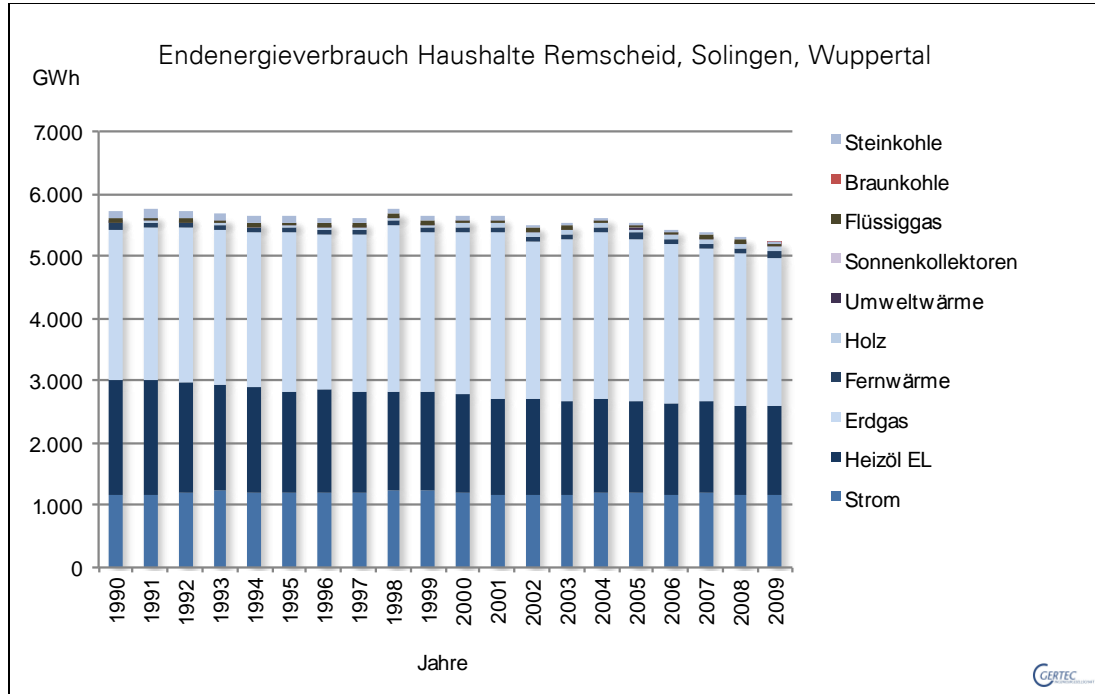


Abbildung 5: Regionale Endenergieverbrauchsentwicklung der privaten Haushalte von 1990 bis 2009

Die Gesamtentwicklung im Bereich der privaten Haushalte ist leicht rückgängig, dahingegen geht insbesondere der Heizölverbrauch in den drei Wirtschaftssektoren seit 1990 deutlich zurück, wohingegen die Strom und Erdgasverbräuche als annähernd gleichbleibend zu bezeichnen sind.

Zur besseren Verdeutlichung der regionalen Situation werden die Emissions- und Energiewerte zusätzlich pro Einwohner angegeben (Bild 5).

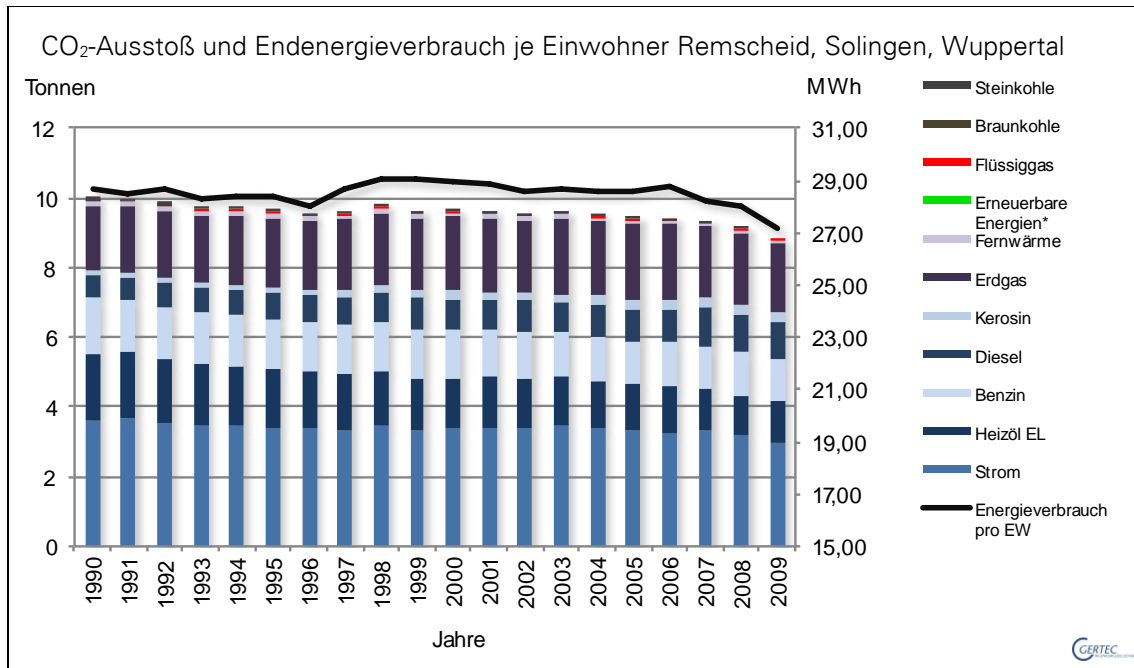


Abbildung 6: Regionaler CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Endenergieverbrauch je Einwohner von 1990 bis 2009

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Einwohner im Bergischen Städtedreieck, bilanziert über lokale LCA-Faktoren, lag im Jahr 2009 bei 8,78 Tonnen. Die Minderung um 1,22 t CO<sub>2</sub> pro Kopf seit 1990 ist maßgeblich auf verminderte Emissionen in den Wirtschaftssektoren zurückzuführen.

### 2.3 Betrachtung des Verkehrsbereichs

Der Verkehrsbereich wird im Rahmen der weiteren Konzeptbearbeitung nicht explizit bearbeitet, jedoch ist eine Betrachtung dieses Sektors zur Erstellung und Komplettierung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz an dieser Stelle unerlässlich.

Zur Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz im Bereich Verkehr ist es zunächst notwendig, eine räumliche oder verursacherbezogene Abgrenzung der zu erfassenden CO<sub>2</sub>-Emissionen vorzunehmen. Die Abgrenzung wird durch die Wahl des Bilanzierungsprinzips vorgegeben:

Bei Anwendung des „territorialen Bilanzierungsprinzip“ werden alle innerhalb des Bergischen Städtedreiecks entstehenden, verkehrsbezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz berücksichtigt. Emissionen, die durch Einwohner und Beschäftigte des Bergischen Städtedreiecks außerhalb der Region verursacht werden, werden hierbei nicht berücksichtigt. Hingegen werden bei Anwendung des „verursacherbezogenen Bilanzierungsprinzips“ alle durch Einwohner und Beschäftigte des Bergischen Städtedreiecks verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen bilanziert.

Dies gilt auch für außerhalb der Region verursachte CO<sub>2</sub>-Emissionen, sofern es sich hierbei um Pendlerverkehr handelt. Im Gegensatz zur „territorialen Bilanzierung“ werden Emissionen des Durchgangsverkehrs<sup>7</sup> von PKW und LKW, die innerhalb der Grenzen des Bergischen Städtedreiecks entstehen, nicht berücksichtigt.

Im Rahmen der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz für das Bergische Städtedreieck wurde das „verursacherbezogene Bilanzierungsprinzip“ angewendet. Dieses bietet gegenüber dem „territorialen Bilanzierungsprinzip“ zwei wesentliche Vorteile:

Einwohner und Beschäftigte des Bergischen Städtedreiecks liegen im direkten Wirkungsbereich von Maßnahmenprogrammen, auswärtige Verkehrsteilnehmer (Stichwort: „Durchgangsverkehr“) können hingegen durch Maßnahmenprogramme kaum in ihrem Mobilitätsverhalten beeinflusst werden.

Die Datenverfügbarkeit und -qualität zur Erstellung der verkehrlichen CO<sub>2</sub>-Bilanz ist bei Anwendung des „verursacherbezogenen Bilanzierungsprinzips“ gewährleistet.

Eine bilanzierungstechnische Besonderheit besteht grundsätzlich bei der Erfassung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Personenfernverkehrs. Emissionen des Flugverkehrs und Schienenfernverkehrs wurden geschlüsselt nach der Einwohnerzahl des Bergischen Städtedreiecks, unter Verwendung bundesweit vorliegender Daten, bei der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz einbezogen. Die Verwendung bundesweiter Daten war erforderlich, da eine lokale und regionale Abgrenzung der durch Flug- und Schienenfernverkehr verursachten Emissionen mangels regionaler Daten nicht möglich ist.

Die Bilanzierungssoftware „ECOREGION“ beinhaltet voreingestellte Verkehrsdaten, die sich aus der Bevölkerungs- und Beschäftigungsstruktur des Bergischen Städtedreiecks ergeben. In Fällen, bei denen keine oder nur lückenhafte lokalspezifische Daten verfügbar waren, wurden die im Bilanzierungstool voreingestellten Verkehrsdaten verwendet.

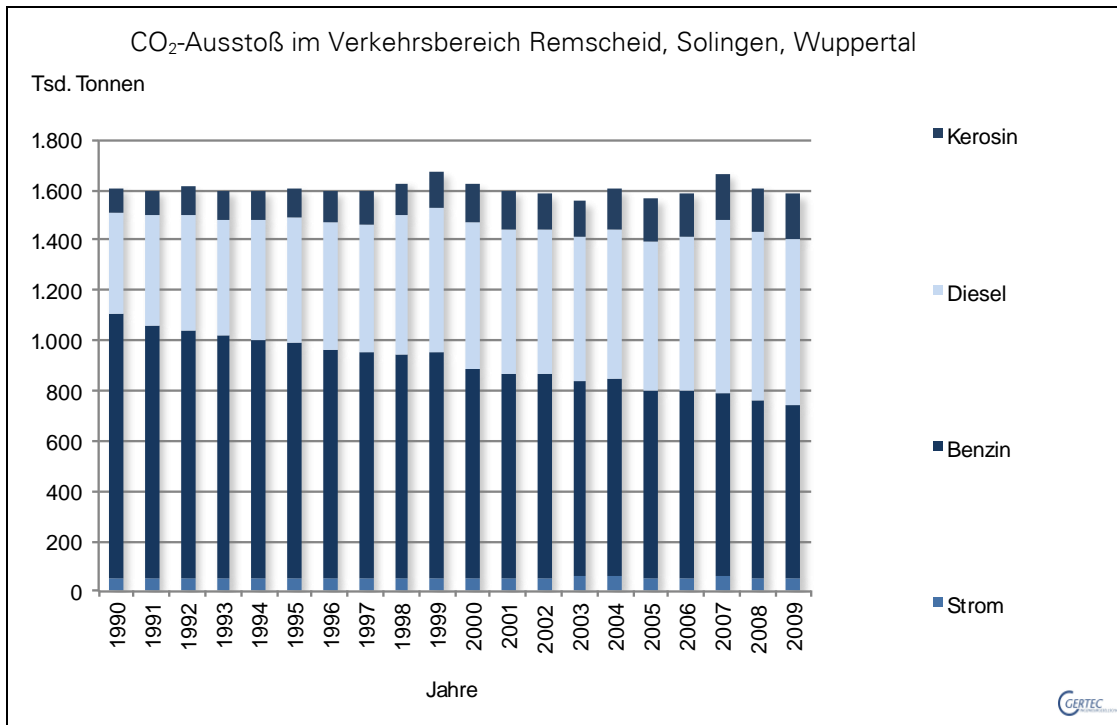
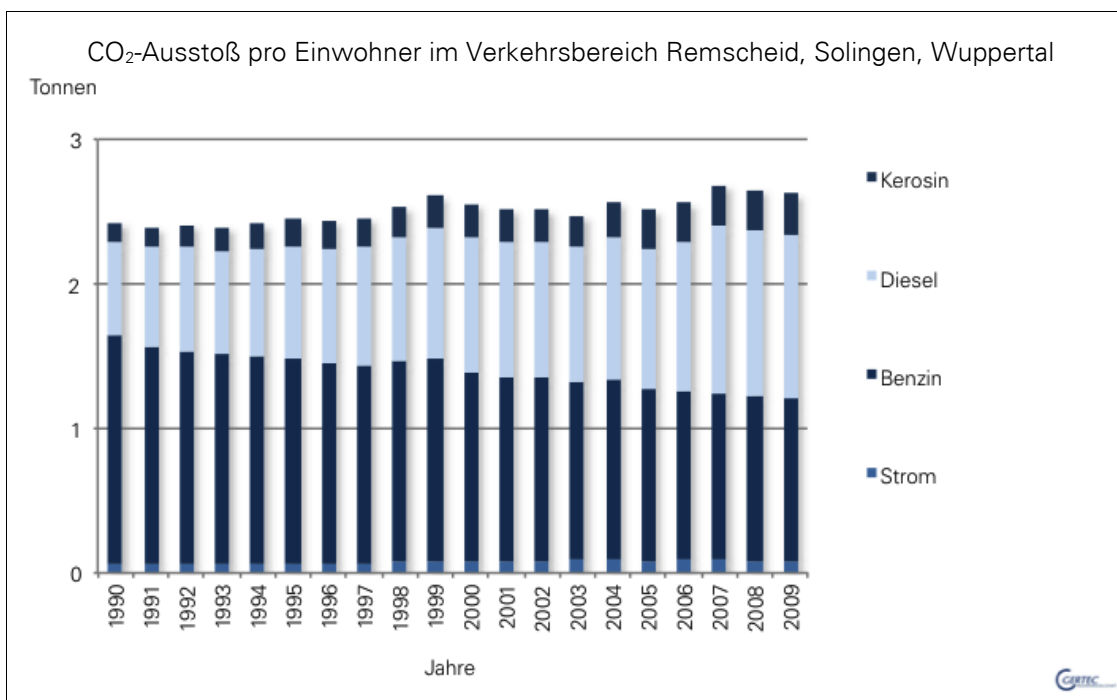
Die Grundlage für die Berechnungen der Bilanzierungssoftware „ECOREGION“ im Bereich Personennahverkehr bilden die für die verschiedenen Verkehrsmittel im Betrachtungszeitraum ermittelten Personenkilometer pro Jahr sowie die lokal vorhandenen Einwohner- und Beschäftigtenzahlen und die Fahrzeugbestände.

Für den Personenfernverkehr und den Güterverkehr lagen keine verlässlichen lokalspezifischen Zahlen vor, daher wurden für die Berechnungen die im Bilanzierungstool voreingestellten Verkehrsdaten verwendet, welche auf Basis der Kfz-Bestände (Zugelassene PKW/LKW) und der Beschäftigtenzahlen ermittelt wurden.

Für das Jahr 2009 summierten sich die kommunalen Emissionen des Bergischen Städtedreiecks im Bereich Verkehr auf etwa 1,6 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>. Dies entspricht einem jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 2,6 Tonnen pro Einwohner des Bergischen Städtedreiecks. Das Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) hat für einen einzelnen Bürger für die verkehrlich verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen einen bundesweiten Durchschnittswert von ca. 2,5 t/Jahr ermittelt, der somit nur leicht unter dem Wert des Bergischen Städtedreiecks für 2009 liegt.

---

<sup>7</sup> Weder Quelle noch Ziel des Verkehrsaufkommens liegen innerhalb der Grenzen des Bergischen Städtedreiecks. Das Regionsgebiet wird also lediglich durchfahren.


 Abbildung 7: Regionale CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors von 1990 bis 2009

 Abbildung 8: Regionale CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors pro Einwohner von 1990 bis 2009

Werden die Energieträger der genutzten motorisierten Verkehrsmittel betrachtet, so verteilen sich diese im Jahr 2009 auf Kerosin mit einem Anteil von 11,3%, auf Diesel mit 41,8%, auf Benzin mit 43,5% und auf Strom mit 3,4%. Im betrachteten Zeitraum ist die Nutzung der Energieträger Kerosin und Diesel deutlich angestiegen.

Ursachen hierfür sind einerseits der bundesweit stetig zunehmende Flugverkehr und andererseits ein zunehmender Anteil von Dieselfahrzeugen im Bereich des motorisierten Individualverkehrs und des Straßengüterverkehrs. Analog zum Vorgehen im Bereich Energie wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors über LCA-Faktoren bilanziert, so dass sich die Vorkette der Energiebereitstellung („graue Emissionen“) ebenfalls in der Bilanz niederschlägt.

Mit einem Anteil von 56,5% der insgesamt durch Verkehr verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind PKW mit weitem Abstand der größte CO<sub>2</sub>-Emittent (s. Abbildung 9). Motorräder, als ein weiterer Bestandteil des motorisierten Individualverkehrs, verursachen 0,5% der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Verkehr.

Der öffentliche Verkehr (ÖV) gliedert sich in die Bereiche Schienenpersonennahverkehr, Schwebelbahn, Oberleitungsbus, Schienenpersonenfernverkehr und Linienbusse. Die Emissionsanteile dieser öffentlichen Verkehrsmittel liegen jeweils unter 2,0% der Gesamtemissionen des Verkehrssektors. Insgesamt entfallen lediglich 4,1% der verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen des Bergischen Städtedreiecks auf den Bereich der öffentlichen Verkehrsmittel.

Neben motorisiertem Individualverkehr und öffentlichem Personenverkehr bildet der Flugverkehr den dritten emissionsrelevanten personenbezogenen Verkehrsbereich. Auf den Flugverkehr entfallen 11,3% der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors. Dieser Wert ergibt sich durch Umlage der bundesweiten Flugverkehrsemissionen auf die Einwohner- und Beschäftigtenanzahl des Bergischen Städtedreiecks.

Neben den personenbezogenen Verkehrsbereichen zeigt sich der Güterverkehr verantwortlich für 27,6% der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Bergischen Städtedreiecks.

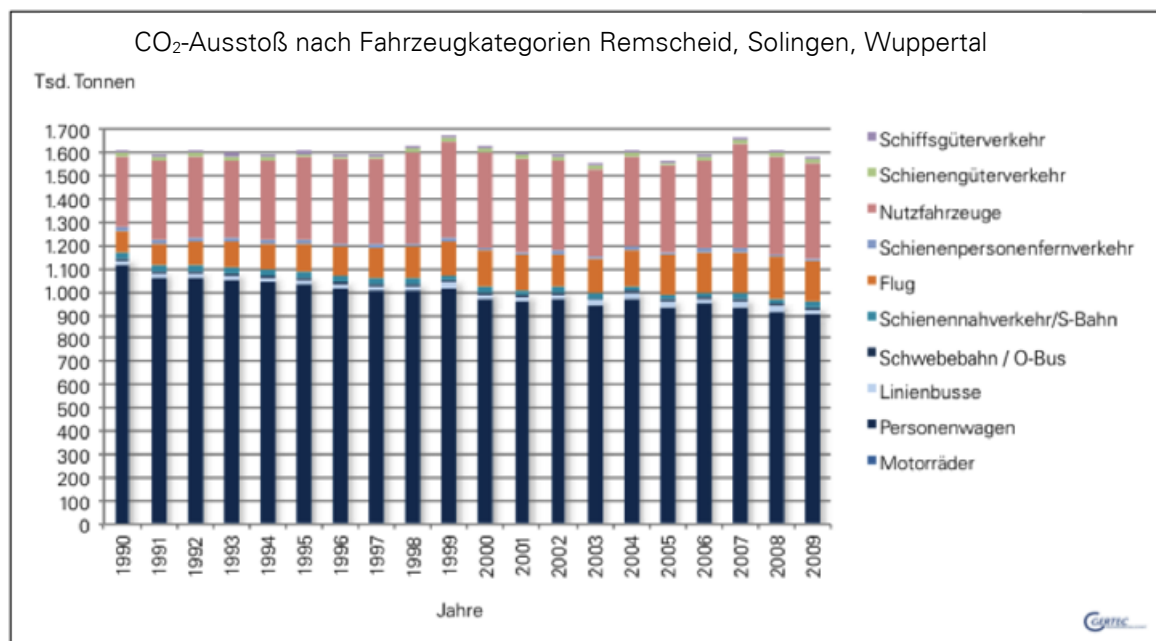


Abbildung 9: Regionale Verteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verkehrsmittelarten von 1990 bis 2009

## 2.4 Detailbetrachtung kommunaler Liegenschaften

Der aggregierte Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften aller drei Städte im Bergischen Städtedreieck ist seit dem Jahr 2000 von rund 340 Tsd. MWh auf 280 Tsd. MWh zurückgegangen (-18%). Hauptenergieträger ist im Jahr 2009 Erdgas mit 162 Tsd. MWh, gefolgt von Fernwärme mit 57 Tsd. MWh. Strom wird mit 50 Tsd. MWh verbraucht und Heizöl mit 7 Tsd. MWh. Holz spielt mit 2,7 Tsd. MWh noch eine geringe Rolle. Flüssiggas und Sonnenkollektoren haben einen Anteil von etwa 1 Tsd. MWh bzw. 600 MWh. Abbildung 10 verdeutlicht die Verbrauchsentwicklung seit dem Jahr 2000 bis 2009.

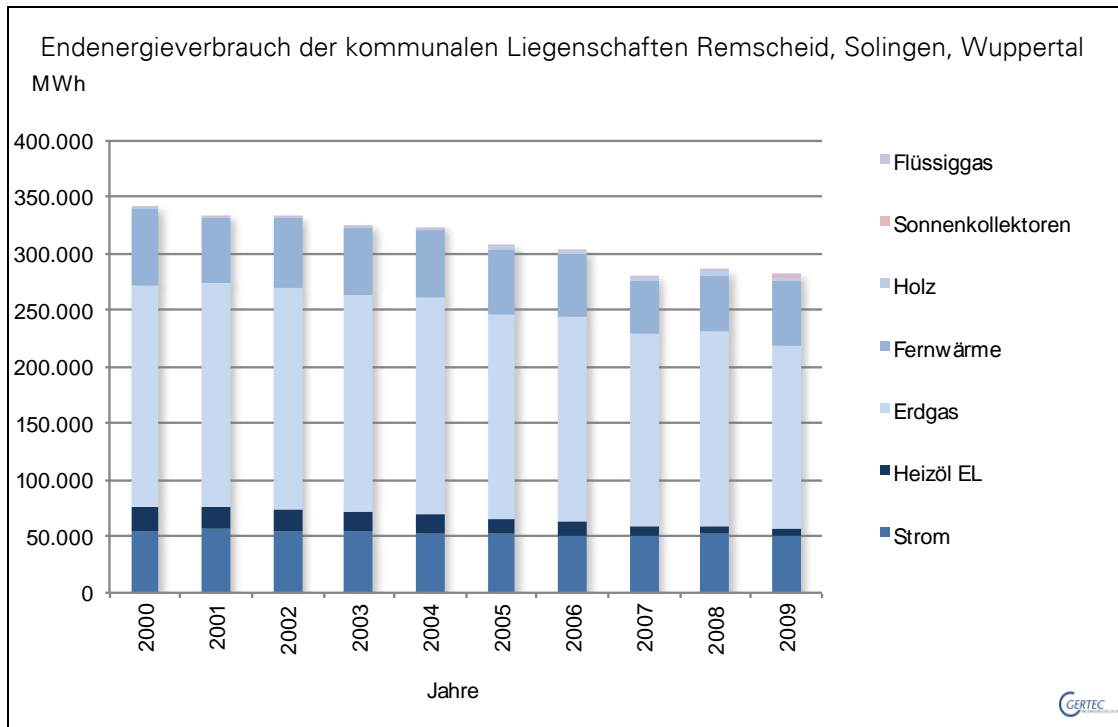


Abbildung 10: Regionaler Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften –von 2000 bis 2009

Analog erfolgt die Darstellung der CO<sub>2</sub>-Emissionen in Abbildung 11. Diese haben sich im Zeitraum von 2000 bis 2009 um 21% reduziert.

Die aufgeschlüsselten Endenergieverbräuche der kommunalen Liegenschaften in den einzelnen Städten und deren CO<sub>2</sub>-Emissionen können den sich im Anhang befindenden Texten zu den kommunalen CO<sub>2</sub>-Bilanzen der Städte Remscheid und Wuppertal entnommen werden. Die CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt Solingen wurde nachrichtlich aus dem Endbericht zum integrierten Klimaschutzkonzept entnommen und im Anhang beigefügt.

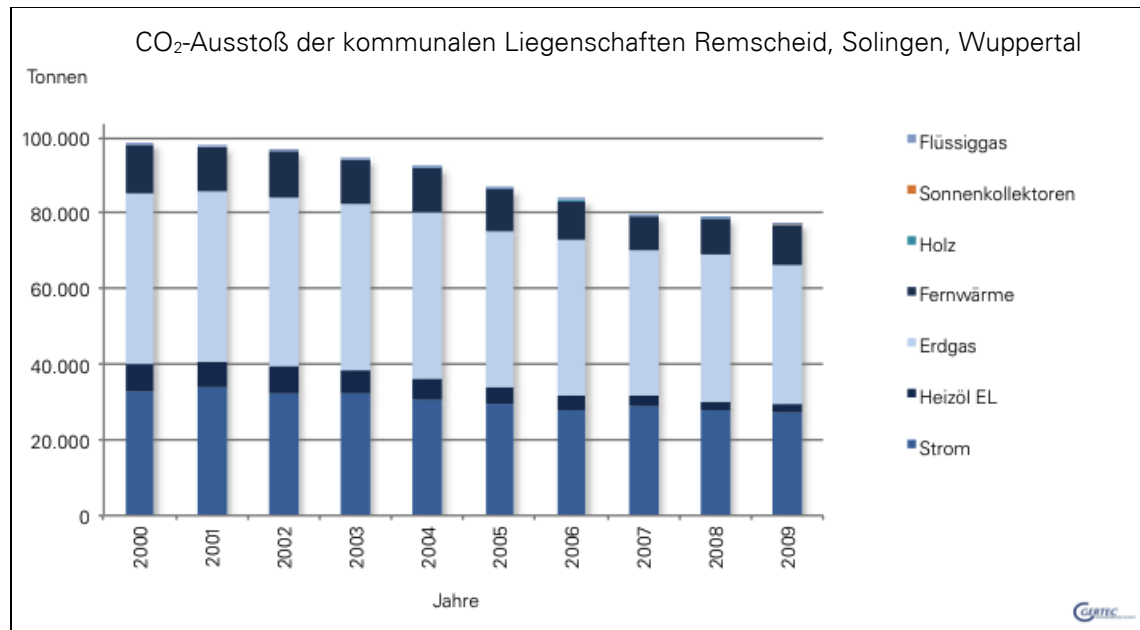


Abbildung 11: Regionale CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften von 2000 bis 2009

## 2.5 Stromproduktion aus erneuerbaren Energien

Wie bereits beschrieben, fließt aus erneuerbaren Energieträgern, wie z. B. Photovoltaik, produzierter Strom emissionsseitig in den bundesdeutschen Strom-Mix mit ein und ist darüber auch innerhalb der lokalen CO<sub>2</sub>-Bilanzen abgebildet.

Tabelle 3 zeigt die Stromproduktion aus erneuerbaren Energieträgern im Bergischen Städtedreieck im Jahr 2009.

	Remscheid	Solingen	Wuppertal	Städtedreieck
Stromprodukte	GWh	GWh	GWh	GWh
Wasser	0,00	3,53	1,76	5,29
Sonne	0,67	0,57	2,00	3,24
Biogas	0,00	0,04	0,16	0,19
Wind	2,23	0,00	0,42	2,65
Holz	0,00	0,00	2,20	2,20
Summe	2,90	4,14	6,54	13,58

Tabelle 3: Regionale Stromeinspeisung in GWh im Jahr 2009

Mit insgesamt 13,58 GWh haben die erneuerbaren Energieträger, welche im Bergischen Städtedreieck ins Stromnetz einspeisen, im Jahr 2009 einen Anteil von rund 0,4% an den Gesamtstromverbräuchen aller drei Städte.

## 2.6 Energieeffizienzsteigerung bis 2020

Der Europäische Rat hat sich im Jahr 2007 u. a. zum Ziel gesetzt, die Energieeffizienz bis zum Jahr 2020 um 20% gegenüber dem Jahr 2005 zu verbessern. Dies bedeutet eine jährliche Endenergieeinsparung von 0,75% bis zum Jahr 2020. Von 2005 bis 2009 haben sich die Endenergieverbräuche im Bergischen Städtedreieck um rund 9% reduziert. Somit zeigen sich bereits lokale Energieeffizienzeffekte, die für sich genommen zwar momentan noch über dem notwendigen Zielerfüllungsgrad liegen, aber zielbezogen nicht als Trend herangezogen werden. Vielmehr soll sich, bezogen auf die regionale Energieeffizienzsteigerungsrate, dem Ziel des Europäischen Rates angepasst werden. Diese wird als Maßstab genommen.

Bezogen auf das Basisjahr 2009 bedeutet dies, dass sich die Endenergieverbräuche im Bergischen Städtedreieck bis zum Jahr 2020 um rund 11% durch Energieeffizienzentwicklungen reduzieren werden müssen. Für den Gebäudebereich im Bergischen Städtedreieck würde das beispielsweise bedeuten, dass der Endenergiebedarf von etwa 12.000 GWh im Jahr 2009 auf rund 10.700 zurückgehen wird. Zusätzlich sind auch Energieeffizienzentwicklungen im Bereich Verkehr zu erwarten, die jedoch nicht Teil dieser Untersuchung sind und daher nicht explizit betrachtet werden.

Die Energieeffizienzsteigerungen vollziehen sich nicht bei jedem Endenergieträger in gleichem Maße. Wie sich die Trends bei welchem Endenergieträger bis zum Jahr 2020 entwickeln, hängt in starkem Maße auch von bis dahin ergriffenen Maßnahmen ab.

In Folge dessen werden, bezogen auf den im Jahr 2020 zu deckenden Endenergiebedarf, auf Basis der Endenergieverbräuche des Jahres 2009 bei allen Endenergieträgern (ausgenommen sind die verkehrsbezogenen Treibstoffe) in gleichem Maße 11% Energieeffizienzeffekte angesetzt.



### 3 Potenzialanalyse erneuerbare Energien

Hinsichtlich der Zielsetzung für das Bergische Städtedreieck und den politischen Rahmenbedingungen zum Ausbau der erneuerbaren Energien, ist es notwendig die vorhandenen Energiepotenziale zu ermitteln, um daraus regionspezifische Strategien abzuleiten.

In den folgenden Kapiteln werden daher für die regenerativen Energiequellen die Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale aufgezeigt und daraus die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten abgeleitet.

Durch einen strategischen Ausbau der erneuerbaren Energien wird nicht nur die Umsetzung der klimaschutzbezogenen Zielsetzung vorangetrieben, sondern vielmehr wird durch die lokal ausgelösten Investitionen durch regionale Wertschöpfung mit positiven Arbeitsplatzeffekten, Stärkung der Kaufkraft, zusätzliche Gewerbesteuererträge, Wertsteigerung bei den Gebäuden und positive Imageeffekte auch ein wichtiger Beitrag zur Wirtschaftsförderung und zur nachhaltigen Stadtentwicklung im Bergischen Städtedreieck geleistet. Daher wird in diesem Kapitel auch eine Betrachtung von Wertschöpfungseffekten vorgenommen.

Diese Potenzialanalyse versteht sich als Momentaufnahme zur Nutzung erneuerbarer Energieträger unter sich ständig verändernden Rahmenbedingungen. Die weiterschreitenden politischen und technischen Entwicklungen schränken die langfristige Aussagekraft einer Potenzialbetrachtung ein. Diese Potenzialanalyse kann in den dynamischen Prozessen jedoch als strategische und politische Orientierungshilfe fungieren und weitergehende Handlungsschritte aufzeigen.

Im Rahmen der Potenzialbetrachtung werden folgende Energiequellen betrachtet:

- Biomasse,
- Solarenergie,
- Windenergie,
- Geothermie
- Wasserkraft und
- Abwärme aus Abwasser.

Bei der weiteren Potenzialbetrachtung werden die theoretischen und technischen Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale auf Basis von vorhandenen Studien und Konzepten, Gesprächen mit Experten der verschiedenen Energiebereiche und gutachterliche Berechnungen und Analysen, ermittelt.

Am Ende eines jeden Kapitels erfolgt eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der jeweiligen Erneuerbaren Energietechnik. Dazu werden typische Beispielanlagen dimensioniert und anhand spezifischer Investitionskosten bewertet. Den jährlichen Erträgen aus dem Verkauf der erzeugten Energie bzw. der eingesparten Energiekosten werden die jährlichen Aufwendungen für den Betrieb der Anlage gegenübergestellt. Dabei werden die Kosten für Brennstoffe und Hilfsenergie, die Betriebskosten (Wartung, Versicherung, etc.) sowie die Zinskosten ermittelt. Vereinfachend werden die Zinskosten lediglich über die halbe Investitionssumme kalkuliert, um der sinkenden Zinslast im Verlauf des Nutzungszeitraumes gerecht zu werden.

Die laufenden Kosten werden von den Erträgen in Abzug gebracht und die Investitionssumme durch den jährlichen Überschuss geteilt. Unterschreitet die auf diese Weise vereinfacht ermittelte Amortisationszeit (in Jahren) die Lebensdauer der Anlage, wird von einem wirtschaftlichen Betrieb ausgegangen.

### 3.1 Biomasse

Die folgende Grafik gibt einen Überblick über die Vielfältigkeit des Energieträgers Biomasse hinsichtlich der Herkunft sowie der Möglichkeiten zur Umwandlung und Verarbeitung mit dem Ziel der energetischen Nutzung.

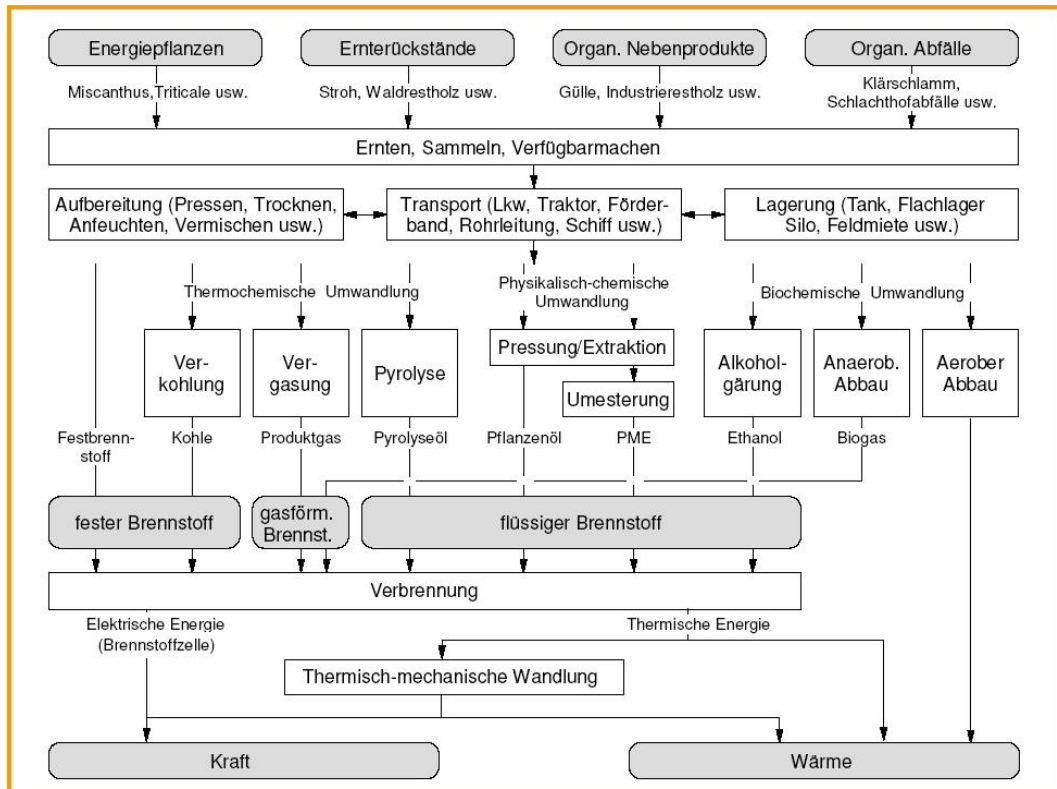


Abbildung 12: Bereitstellungsketten Biomasse (Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.)

Im weiteren Verlauf der Ausarbeitung werden die beiden wichtigsten Anwendungsformen zur Nutzung der Biomasse in Form von Holz (Festbrennstoff) und Biogas näher betrachtet und die energetischen Potenziale dargestellt.

#### 3.1.1 Festbrennstoffe

Als wichtiger Rohstoff für die Bau-, Möbel- und Papierindustrie steht die stoffliche Nutzung von Holz im Vordergrund (Industrieholz). Erst danach steht er als Energieträger in Form von Altholz zur Verfügung. Unter dem Begriff Altholz fallen Reste der Holzbe- und verarbeitenden Industrie (Industrierestholz) und gebrauchte Erzeugnisse aus Holz (Gebrauchtholz). Altholz wird in vier Klassen eingeteilt; von A I (unbehandeltes Holz) bis A IV (mit Holzschutzmitteln behandeltes Material).

Eine Ausnahme davon bildet Holz, welches aufgrund seiner Beschaffenheit nicht oder nur begrenzt für eine stoffliche Nutzung in Frage kommt. Dazu zählt Landschaftspflegeholz, Durchforstungs- und Waldrestholz. Für eine energetische Verwendung kommen diese Holzbestände besonders in Frage, da eine stoffliche Verwertung durch die Beschaffenheit nicht oder nur eingeschränkt möglich ist.

Neben den Erträgen aus dem bewirtschafteten Holzanbau stehen noch andere Festbrennstoffe für eine energetische Nutzung zur Verfügung. Einen ersten Überblick verschafft die folgende Grafik:

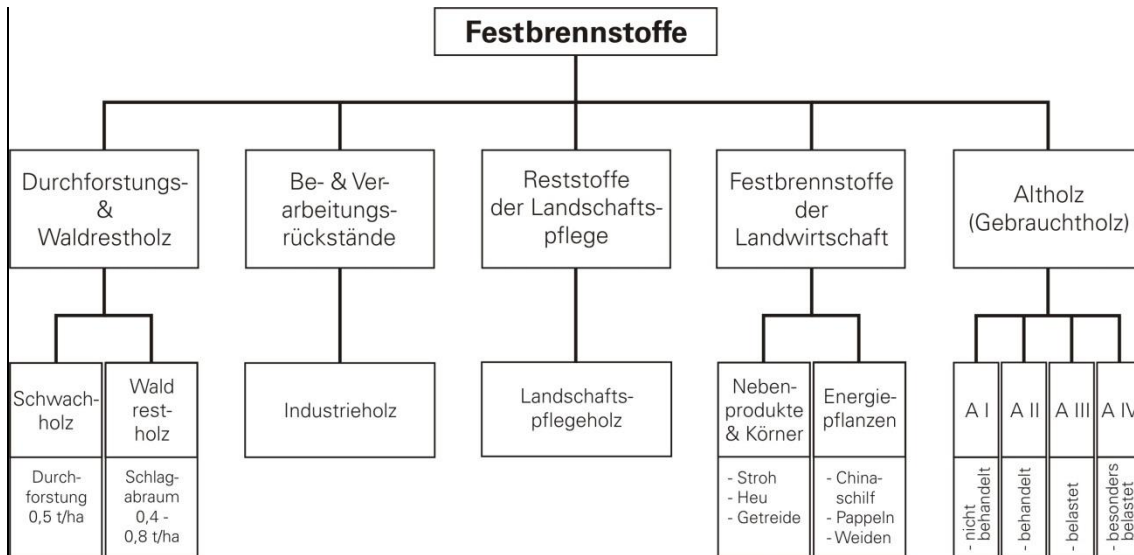


Abbildung 13: Aufteilung Festbrennstoffe (eigene Darstellung)

Vor dem Hintergrund einer kommerziellen Nutzung von Festbrennstoffen zur Energieerzeugung konzentriert sich die Potenzialermittlung auf die nutzbaren Waldholzanteile, Altholz und Landschaftspflegeholz. Da keine Sägewerke im Untersuchungsgebiet vorliegen, werden entsprechende Sägewerkresthölzer in dieser Analyse nicht explizit betrachtet.

Die Grundlage für eine Potenzialberechnung erfolgt im Wesentlichen auf Basis der vorliegenden Studie „Handlungskonzept zur energetischen Nutzung holzartiger Biomasse in der Region Bergisches Städtedreieck mit den Städten Remscheid, Solingen und Wuppertal“ (im Weiteren kurz „Handlungskonzept Holzenergie“) aus dem Jahre 2003. Darin werden ausführliche Ergebnisse zu den Holzenergiepotenzialen geliefert, die im Rahmen dieser Potenzialanalyse als eine wesentliche Grundlage dienen. Die Ergebnisse wurden durch aktuelle Recherchen und Gespräche mit Experten validiert, ergänzt bzw. aktualisiert.

Die einer energetischen Nutzung theoretisch zur Verfügung stehenden landwirtschaftlichen Flächen werden im weiteren Verlauf einer Nutzung zur Produktion von Biogas in die Potenzialanalyse einfließen.

Holzbrennstoffe können sowohl zur rein thermischen Energieerzeugung verwandt werden, als auch in Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung zum Einsatz kommen. In großen Holzheizkraftwerken wird durch Verbrennung von Holzhackschnitzeln Dampf erzeugt, der wiederum über Dampfturbinen einen Teil der thermischen Energie in elektrischen Strom umwandelt. Die Abwärme wird anschließend zur Nah- bzw. Fernwärmelieferung ins Leitungsnetz eingespeist. In der vorliegenden Untersuchung wird das Energiepotenzial für eine thermische Nutzung ausgewiesen.

### 3.1.1.1 Theoretisches Potenzial

#### Bewirtschafteter Waldholzanbau:

In der Studie „Handlungskonzept Holzenergie“ wurden für das Bergische Städtedreieck auf Basis der stadtspezifischen Waldflächen die maximalen Hiebsätze bei nachhaltiger Forstwirtschaft ermittelt. Bei einem Heizwert von 2,33 MWh/Fm für Laubholz und 1,65 MWh/Fm für Nadelholz ergibt sich folgende Darstellung:

<b>Potenzial bewirtschafteter Waldholzanbau</b>			
	Waldfläche	Hiebsatz	theor. Potential
	[ha]	[Fm/a]	[MWh/a]
Wuppertal	4.717	26.175	54.919
Remscheid	2.315	12.260	24.744
Solingen	2.281	12.100	24.657
<b>Insgesamt</b>	<b>9.313</b>	<b>50.535</b>	<b>104.320</b>

Tabelle 4: Theoretisches Potenzial Waldholzanbau

Demnach liegen – in absoluten Zahlen gesehen - die größten Energiepotenziale in der Stadt Wuppertal. Auf die Stadt Wuppertal entfallen mit einem theoretischen Energieholzpotenzial von etwa 55.000 MWh/a mehr als die Hälfte der Energiepotenziale.

#### Altholz:

Die Grundlage für eine Potenzialberechnung des Altholzes liefern die Abfallberichte der Entsorgungsbetriebe im Bergischen Städtedreieck, Angaben zu Aufbereitungsanlagen und Gespräche mit Anlagenbetreibern.

In Wuppertal können anhand der aktuell vorliegenden kommunalen Abfallbilanz 2010 keine separat erfassten Altholzmengen festgestellt werden, so dass eine Mengenangabe hier nicht erfolgt. Die Altholz- und Sperrmüllmengen in Remscheid wurden anhand der Abfallbilanz 2010 und in Solingen anhand der Abfallbilanz 2009 ermittelt.

Bei den Sperrmüllangaben ist aufgrund der Beschaffenheit davon auszugehen, dass der Altholzanteil deutlich geringer ausfällt. Bezugnehmend auf das „Handlungskonzept Holzenergie“ wird beim Sperrmüll ein durchschnittlicher Altholzanteil von 35% angenommen. Bei den Altholzmengen aus Aufbereitungsanlagen wurden mit Hilfe der Tabelle 4.8.2 „Liste der Altholzaufbereitungsanlagen in NRW“ aus der Informationsplattform Abfall in NRW (Stand 2007) und in Rücksprache mit den Anlagenbetreibern die Altholzmengen ermittelt. Trotz der abweichenden Bezugsjahre der vorliegenden Unterlagen wird davon ausgegangen, dass die Ergebnisse dadurch nicht wesentlich beeinflusst werden. Die Ergebnisse stellen sich demnach wie folgt dar:

	Holz aus kom. Abfall	Sperrmüll (35%-Altholz)	Aufbereitungsanlagen	theor. Potential
	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[MWh/a]
Wuppertal	0	7.858	55.000	251.430
Remscheid	1.562	2.015	0	14.309
Solingen	940	1.592	5.000	30.129
<b>Insgesamt</b>	<b>2.502</b>	<b>11.465</b>	<b>60.000</b>	<b>295.868</b>

Tabelle 5: Theoretisches Potenzial Altholz

Das aus Altholz zur Verfügung stehende theoretische Energiepotenzial summiert sich auf ca. 296.000 MWh/a. Dabei könnte der überwiegende Teil aus Aufbereitungs- und Sortieranlagen, vornehmlich aus Wuppertal, bereitgestellt werden.

Landschaftspflegeholz:

Das Landschaftspflegeholz beinhaltet Holz aus Pflegearbeiten und Baumschnittaktivitäten aus der Landschafts- und Grünpflege. Die Angaben dazu wurden an dieser Stelle aus dem „Handlungskonzept Holzenergie“ entnommen und stellen sich wie folgt dar:

<b>Potenzial Landschaftspflegeholz</b>		
	Pflegeholz	theor. Potential
	[ha]	[MWh/a]
Wuppertal	1.037	2.593
Remscheid	694	1.735
Solingen	2.477	6.193
<b>Insgesamt</b>	<b>4.208</b>	<b>10.520</b>

Tabelle 6: Theoretisches Potenzial Landschaftspflegeholz

Zusammengefasst ergibt sich für die drei Städte des Bergischen Städtedreiecks ein theoretisches Gesamtenergiepotenzial von rund 411.000 MWh/a. Die größten Potenziale liegen dabei in der Stadt Wuppertal, wie folgende Darstellung zeigt:

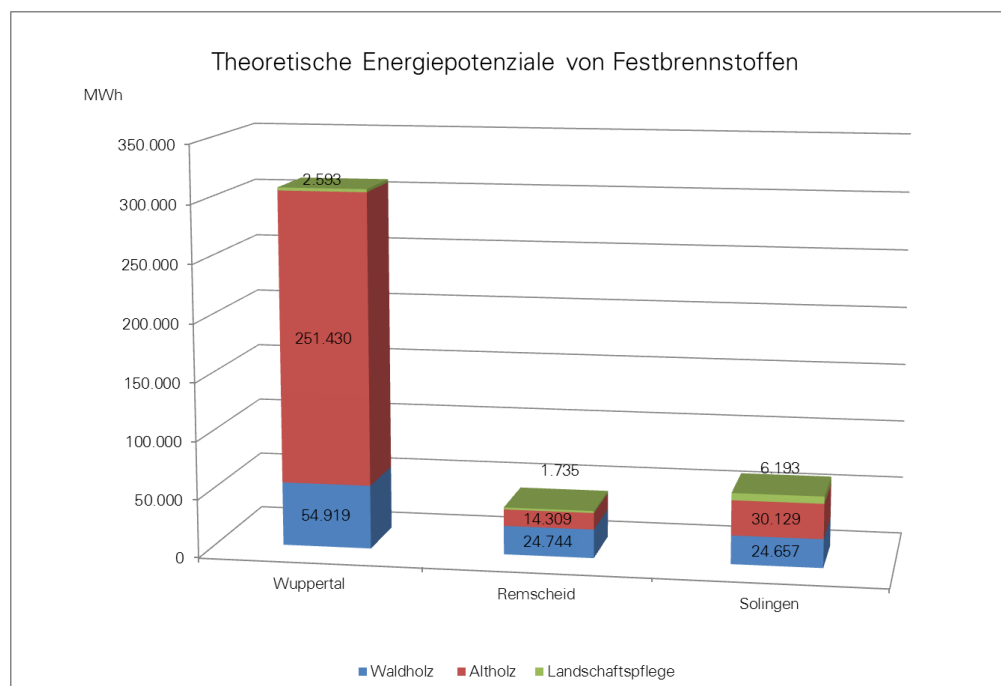


Abbildung 14: Theoretisches Energiepotenzial von Festbrennstoffen

### 3.1.1.2 Technisches Potenzial

Bewirtschafteter Waldholzanbau

Das technische Potenzial berücksichtigt die zu erwartende Verfügbarkeit der Holzbrennstoffe. Der Studie „Handlungskonzept Holzenergie“ können dazu konkrete Aussagen zu den bis dato genutzten und ungenutzten Energieholzanteilen entnommen werden.

Durch aktuelle Gespräche mit Akteuren aus dem Holzgewerbe und der kommunalen Verwaltung wurden diese Ergebnisse auf Aktualität geprüft. Demnach wurde von den Akteuren im Prinzip keine Veränderung der Ergebnisse seit der Veröffentlichung validiert bzw. aktualisiert und der weiteren Untersuchung zu Grunde gelegt:

<b>Potenzial bewirtschafteter Waldholzanbau</b>			
	Hiebsatz	techn. Potential	Anteil theor. Pot.
	[Fm/a]	[MWh/a]	[%]
Wuppertal	12.425	26.081	47%
Remscheid	5.515	11.126	45%
Solingen	5.735	11.700	47%
<b>Insgesamt</b>	<b>23.675</b>	<b>48.907</b>	<b>47%</b>

Tabelle 7: Technisches Potenzial Waldholzanbau

Insgesamt lässt sich danach fast die Hälfte des theoretischen Energieholzpotenzials technisch nutzen. Die größten Potenziale liegen hier in der Stadt Wuppertal mit rund 26.100 MWh/a.

### Altholz

Für das Altholz ergibt sich im Bergischen Städtedreieck folgendes technisches Energiepotenzial:

	Holz aus kom. Abfall (80%)	Holz aus Sperrmüll (80%)	Aufbereitungsanlagen (60%)	techn. Potential	Anteil am theor. Potenzial
	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[MWh/a]	[%]
Wuppertal	0	6.286	33.000	157.144	63 %
Remscheid	1.250	1.612	0	11.447	80%
Solingen	752	1.274	3.000	20.103	67%
<b>Insgesamt</b>	<b>2.002</b>	<b>9.172</b>	<b>36.000</b>	<b>188.694</b>	<b>64%</b>

Tabelle 8: Technisches Potenzial Altholz

Bei der Ermittlung des technischen Altholzpotenzials wurden, wie schon zuvor, die Ergebnisse des „Handlungskonzeptes Holzenergie“ berücksichtigt. Die darin enthaltenen Ergebnisse wurden durch Gespräche mit relevanten Akteuren, wie Anlagenbetreibern und kommunalen Mitarbeitern, validiert bzw. aktualisiert und durch gutachterliche Annahmen ergänzt.

Bei den Altholzmengen aus der kommunalen Erfassung und den Anteilen am Sperrmüll können auf Basis der vorliegenden Daten keine konkreten Angaben zur technischen Eignung abgeleitet werden. Es wird angenommen, dass 80% dieser Althölzer technisch nutzbar sind.

Im Bereich des Altholzes aus Aufbereitungsanlagen wurde Kontakt zu den entsprechenden Anlagenbetreibern aufgenommen, um hier aktuelle Informationen zu den nutzbaren Energiepotenzialen zu bestimmen. Demnach wären hier ca. 60% der Altholzmengen energetisch nutzbar.

Bei den Altholzmengen der Aufbereitungsanlagen ist festzustellen, dass für Wuppertal überproportional große Mengen ausgewiesen sind. Hier ist darauf hinzuweisen, dass die Althölzer zwar Wuppertal zugerechnet werden, der Ursprung jedoch nicht eindeutig räumlich eingegrenzt werden kann. Hier werden nach Ausführungen des Anlagenbetreibers Althölzer aus der Gesamtregion angeliefert, einschließlich Remscheid und Solingen. Da an dieser Stelle keine exakte Abgrenzung des lokalen Potenzials möglich ist, wird von einer Umschlüsselung abgesehen.

Insgesamt lässt sich nach den vorliegenden Ermittlungen rund 64% des theoretischen Altholzes technisch nutzen. Dies entspricht einem technischen Energiepotenzial von etwa 189.000 MWh/a.

Landschaftspflegeholz

Aktuelle Angaben zum technischen Landschaftspflegeholzpotenzial konnten nicht ermittelt werden. Es werden daher die ermittelten Potenziale aus dem „Handlungskonzept Holzenergie“ verwendet. Da eine Trennung der theoretischen und technischen Potenziale darin nicht erfolgt ist, werden die theoretischen mit den technischen Potenzialen gleichgesetzt. Damit ergibt sich folgende Darstellung:

<b>Potenzial Landschaftspflegeholz</b>			
	Pflegeholz	techn. Potential	Anteil am theor. Potential
	[ha]	[MWh/a]	[%]
Wuppertal	1.037	2.593	100%
Remscheid	694	1.735	100%
Solingen	2.477	6.193	100%
<b>Insgesamt</b>	<b>4.208</b>	<b>10.520</b>	<b>100%</b>

Tabelle 9: Technisches Potenzial Landschaftspflegeholz

Zusammengefasst ergibt sich für die drei Städte des Bergischen Städtedreiecks durch den bewirtschafteten Waldholzanbau, Altholz und Landschaftspflegeholz ein technisches Gesamtenergiepotenzial von rund 248.000 MWh/a. Die größten Potenziale liegen dabei in der Stadt Wuppertal, wie folgende Darstellung zeigt:

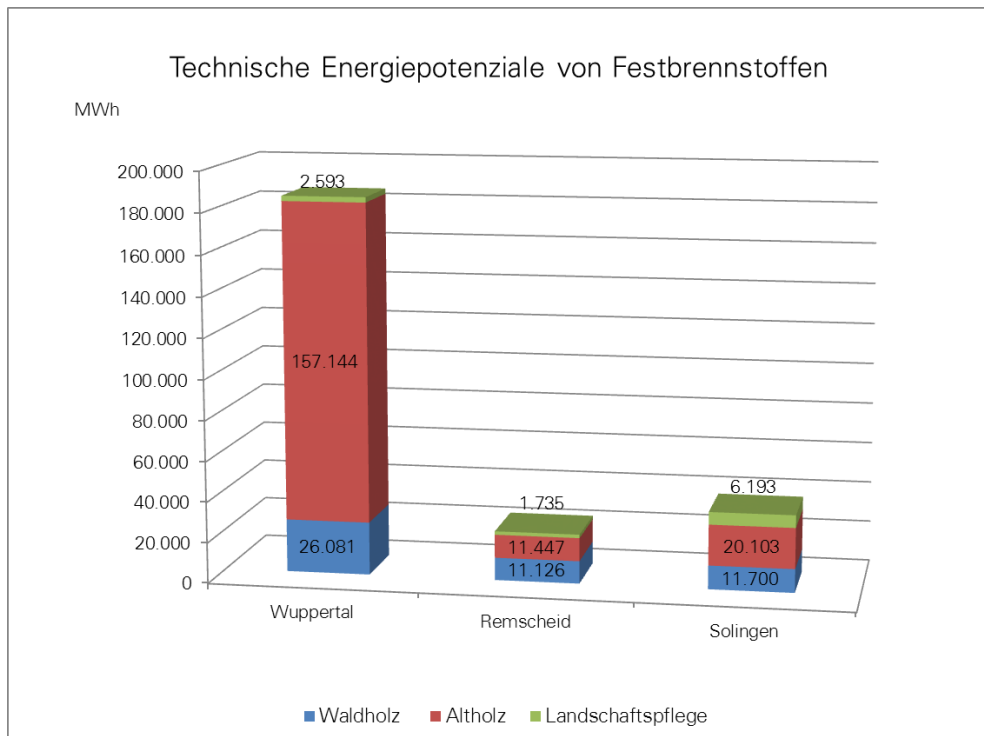


Abbildung 15: Technisches Energiepotenzial von Festbrennstoffen



Das berechnete technische Energiepotenzial berücksichtigt bisher noch nicht die schon genutzten Energiepotenziale vor Ort. Laut CO<sub>2</sub>-Bilanz (s. Kap. 2) wird in den drei Städten bereits ein Teil des Potenzials genutzt. Demnach verbleibt ein zusätzliches Energiepotenzial von rund 160.000 MWh. Die Verteilung auf die drei Städte ist nachfolgend dargestellt.

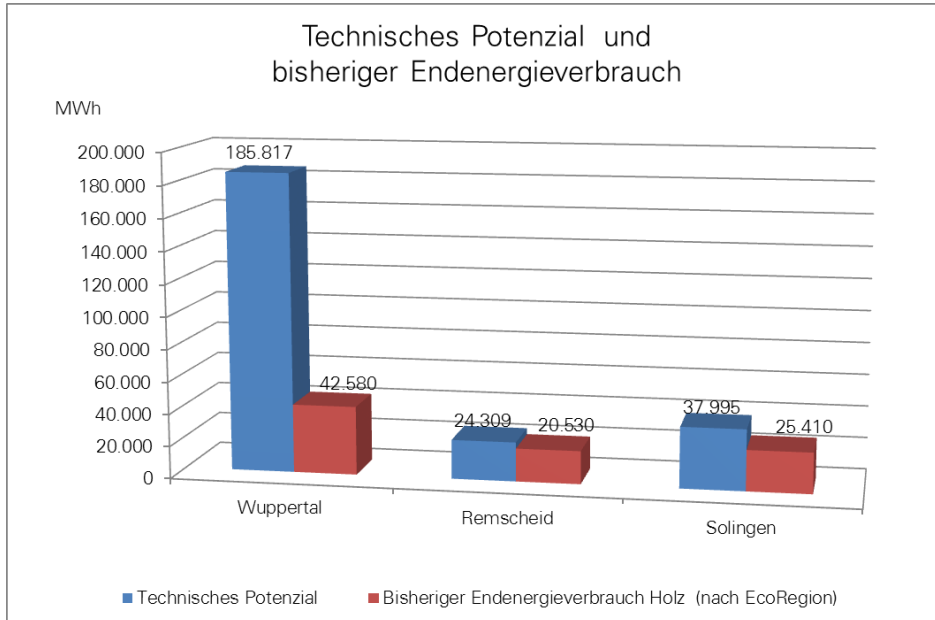


Abbildung 16: Gegenüberstellung technisches Potenzial und bisheriger Endenergieverbrauch von Festbrennstoffen im Jahr 2009

### 3.1.2 Biogas

Biogas entsteht bei der Zersetzung von organischem Material unter Ausschluss von Sauerstoff (anaerobe Vergärung). Mit Ausnahme von holzartigen Materialien sind fast alle organischen Stoffe für diesen Prozess geeignet. In so genannten Nass- und Trockenfermentern entsteht ein Gasgemisch, welches überwiegend aus Methan besteht.

Mittlerweile sind in Deutschland mehr als 5.900 Biogasanlagen mit einer elektrischen Leistung von etwa 2.300 MW in Betrieb. Die durchschnittliche Anlagenleistung einer Biogasanlage lag nach Angaben der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. im Jahr 2010 bei über 380 kW<sub>el</sub>.

Bei der Ermittlung der technischen und wirtschaftlichen Energiepotenziale konzentriert sich die Analyse im weiteren Verlauf auf das Bioabfall- („braune Tonne“) und Grün-schnittaufkommen, das im Verfahren der Trockenfermentation in Biogas umgewandelt wird.

Außerdem wird der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen in Form von Mais- und Grassilage im Landwirtschaftssektor im Verfahren der Nassfermentation betrachtet. Es wird in beiden Fällen davon ausgegangen, dass Blockheizkraftwerke zur energetischen Nutzung des Biogases zum Einsatz kommen.



### 3.1.2.1 Theoretisches Potenzial

#### Biogas aus nachwachsenden Rohstoffen (NaWaRo):

Ein Großteil, der in Deutschland seit 2004 in Betrieb gegangenen Anlagen, nutzt verstärkt Energiepflanzen zur Biogasgewinnung. Es wird dabei vorwiegend Mais als Substrat eingesetzt und zudem Getreide und Gras als Co-Substrate verwendet.

Theoretisch kommen im Bergischen Städtedreieck für den Anbau von Energiepflanzen (NaWaRo) alle vorhandenen Acker- und Grünlandflächen in Frage. In Tabelle 10 werden die Ergebnisse zusammengefasst. Dabei wurden die Ackerflächen zum Anbau von Mais und die Grünflächen zur Erzeugung von Grassilage herangezogen. Beide Produkte gehen entsprechend ihres flächenabhängigen Ertragsverhältnisses in die Biogasberechnung ein. In Bezug auf den Mais wurde von einem jährlichen Ertrag von 45 t/ha und beim Gras ein Ertrag von 26 t/ha<sup>9</sup> ausgegangen. Für den Mais wurde von einer durchschnittlichen Biogasausbeute von 202 m<sup>3</sup>/t und bei Grassilage von 172 m<sup>3</sup>/t ausgegangen<sup>10</sup>.

Der Heizwert des Biogases wurde dabei mit 5,4 kWh/m<sup>3</sup> konservativ angesetzt. Danach ergibt sich folgende Ergebnisdarstellung:

Theoretisches Biogaspotenzial					
	Ernteerträge			Substrat-Mix	
	Mais Ackerland	Grassilage Grünland	Summe	theor. Gasmenge	theor. Potenzial
	[t/a]	[t/a]	[t/a]	[m <sup>3</sup> /a]	[MWh/a]
Wuppertal	41.850	49.426	91.276	16.954.972	91.557
Solingen	27.135	21.086	48.221	9.108.062	49.184
Remscheid	18.270	26.624	44.894	8.269.868	44.657
Insgesamt	87.255	97.136	184.391	34.332.902	185.398

Tabelle 10: Theoretisches Biogaspotenzial NaWaRo

Das theoretische landwirtschaftliche Energiepotenzial liegt bei rund 185.000 MWh/a. Das mit Abstand größte Potenzial liegt dabei in Wuppertal.

Ergänzend zu den Energiepotenzialen aus NaWaRo werden auch landwirtschaftliche Reststoffe in Form von Gülle betrachtet. Das energetische Gesamtpotenzial landwirtschaftlicher Reststoffe wird über den Viehbestand auf Grundlage der Viehzählung 2010 (IT.NRW: Viehhaltungen und Viehbestände in Nordrhein-Westfalen nach kreisangehörigen Städten und Gemeinden) ermittelt. Dabei wird für Schweinegülle ein Energieertrag von 2,53 MWh/GV<sup>11</sup>, für Rindergülle 3,42 MWh/GV und für Geflügelgülle 8,23 MWh/GV angesetzt.

<sup>9</sup> Quelle: Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung, FNR 2006

<sup>10</sup> Quelle: Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung, FNR 2006

<sup>11</sup> GV: Großvieheinheit dient als Umrechnungsschüssel für Nutztiere. Eine GV entspricht 500 kg

Energiepotenzial landwirtschaftliche Reststoffe					
	Gülleerträge			Energieertrag	
	Gülle (Rind)	Gülle (Schwein)	Gülle (Huhn)	theor. Pot.	techn. Pot
	GV	GV	GV	[MWh/a]	[MWh/a]
Wuppertal	2.184	18	92	8.272	5.790
Solingen	828	0	36	3.128	2.190
Remscheid	1.505	140	201	7.156	5.009
Insgesamt	4.517	158	329	18.556	12.989

Tabelle 11: Theoretisches und technisches Gülle-Potenzial

Das theoretische Potenzial von etwa 18.600 MWh/a stellt rechnerisch einen Maximalwert dar, der bspw. aus Gründen wie Weidegang und zu geringer Betriebsgröße nicht vollständig umsetzbar ist. Es wird angenommen, dass 70% des theoretischen Energiepotenzials aus Gülle erschlossen werden können. Das technische Biogas-Potenzial liegt somit bei knapp 13.000 MWh/a.

### 3.1.2.2 Technisches Potenzial

Der Anbau von Energiepflanzen steht in Flächenkonkurrenz zum Anbau von Nahrungs- und Futtermitteln. Das Thema der Lebensmittelverknappung durch eine verstärkte Nutzung von Energiepflanzen auf Acker- und Grünlandflächen, stellt aufgrund der Entwicklungen in den letzten Jahren ein kontrovers diskutiertes Thema dar. Eine uneingeschränkte Nutzung der Acker- und Grünlandflächen für Energiepflanzen ist aufgrund fehlender Akzeptanz bei Bürgern und anderen relevanten gesellschaftlichen Gruppen (z. B. Umweltverbände) daher nicht zu erwarten. Eine Obergrenze kann nicht errechnet werden. Sie ist viel eher in Abwägung der verschiedenen Interessen und Rahmenbedingungen vor Ort zu definieren.

In verschiedenen Klimaschutzkonzepten (z. B. Stadt Münster, Stadt Beckum) wurde eine Fläche von 10 bis 15% für akzeptabel gehalten, ohne Berücksichtigung der schon genutzten Flächen. Im Potenzialatlas Bioenergie 2020 der Agentur für Erneuerbare Energien e.V. wird für das Jahr 2020 ein Flächenanteil von 21,9% der landwirtschaftlichen Fläche genannt. In den Städten des Bergischen Städtedreiecks wird nach vorliegenden Kenntnissen eine landwirtschaftliche Biogasanlage in der Stadt Solingen mit 600 kW<sub>el</sub> betrieben. An dieser Stelle wird von einer zusätzlichen Fläche von 10% ausgegangen, die aus Sicht der Gutachter als geeignete Größenordnung verwendet wird. Es ist hierbei darauf hinzuweisen, dass die betrachteten landwirtschaftlichen Acker- und Grünlandflächen grundsätzlich auch für die Nutzung von Photovoltaikfreiflächenanlagen in Frage kommen (s. Kap. 3.2.4) und hier (hypothetisch) ein Nutzungskonflikt entstehen könnte. Dieser Sachverhalt könnte damit zu einem verringerten Biogas- bzw. Photovoltaik-Freiflächenpotenzial führen. Da dieser Sachverhalt nicht quantifiziert werden kann, bleibt er bei der weiteren Betrachtung zunächst unberücksichtigt. Zusammen mit den technischen Energiepotenzialen aus Gülle ergibt sich hinsichtlich des Biogaspotenzials demnach folgende Aufstellung:

Technisches Biogaspotenzial								
	Techn. Potenzial			max Leistung	BHKW Leistung		BHKW Arbeit	
	Substrat-Mix	Gülle	Summe	8.000	36%	54%		
	[MWh/a]	[MWh/a]	[MWh/a]	[MW <sub>feu</sub> ]	[MW <sub>el</sub> ]	[MW <sub>th</sub> ]	[MWh <sub>el</sub> ]	[MWh <sub>th</sub> ]
Wuppertal	9.156	5.790	14.946	1,87	0,67	1,01	5.381	8.071
Solingen	4.918	2.190	7.108	0,89	0,32	0,48	2.559	3.838
Remscheid	4.466	5.009	9.475	1,18	0,43	0,64	3.411	5.116
Insgesamt	18.540	12.989	31.529	3,94	1,42	2,13	11.350	17.025

Tabelle 12: Technisches Biogaspotenzial NaWaRo

Danach liegt das technische Potenzial bei 31.500 MWh/a. Das Biogas wird gemäß dem angenommenen Handlungsrahmen in einem Kraft-Wärme-Kopplungsprozess in Wärme und in elektrische Energie umgewandelt. Bei einer optimalen Auslastung der zum Einsatz kommenden Blockheizkraftwerke von 8.000 h pro Jahr ergibt sich eine maximale elektrische Leistung von ca. 1,4 MW<sub>el</sub> im Bergischen Städtedreieck.

Im Überblick ergibt sich für die Kommunen des Bergischen Städtedreiecks im Bereich der landwirtschaftlichen Biogasnutzung, einschließlich der Reststoffe, folgendes Ergebnis:

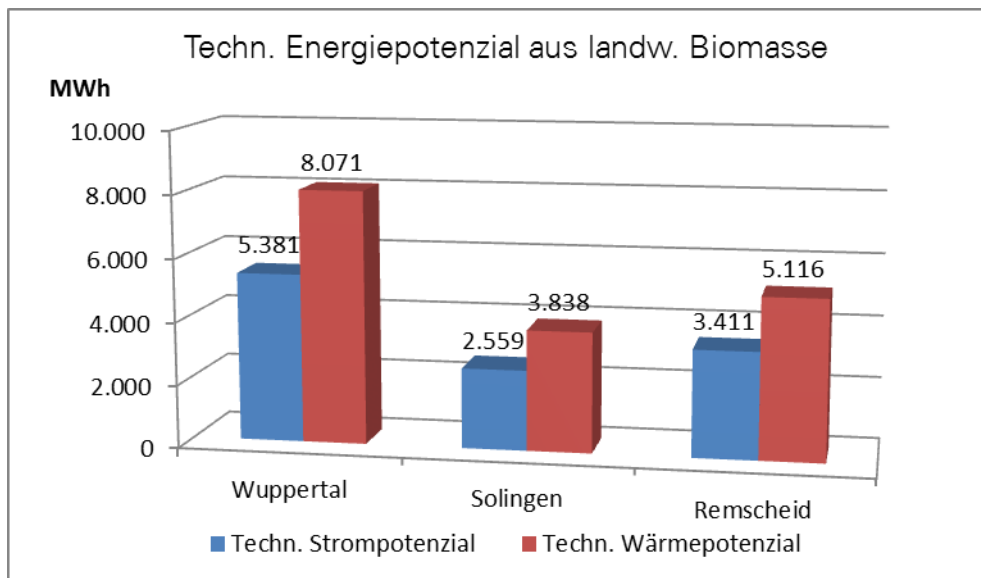


Abbildung 17: Technisches Potenzial NaWaRo und Reststoffe

Biogas aus Bioabfall und Grünabfall:

Das Biogaspotenzial aus Bioabfall und Grünabfall berechnet sich auf Grundlage der Mengen, die durch die Entsorgungsbetriebe erfasst werden. Unter Bioabfall ist vornehmlich die so genannte „braune Tonne“ zu verstehen. Grünabfall setzt sich aus Landschaftspflegegrün, Straßenbegleitgrün und Grasschnitt zusammen.

Die Abfallmengen wurden aus den aktuell verfügbaren Abfallbilanzen entnommen. Für Wuppertal und Remscheid werden hinsichtlich der Bio- und Grünabfallmengen die Abfallbilanzen aus dem Jahr 2010 verwendet. Für die Stadt Solingen wird abweichend davon die Abfallbilanz aus 2009 verwendet. Die Ergebnisse stellen sich danach wie folgt dar:

	Bioabfall (t)	Abfall pro Kopf (kg)	Grünabfall (t)	Abfall pro Kopf (kg)
Wuppertal	6.549	19	5.584	16
Solingen	0	0	12.780	80
Remscheid	2.692	24	3.730	34
<b>Insgesamt</b>	<b>9.241</b>		<b>22.094</b>	

Tabelle 13: Bio- und Grünabfallmengen

(Quelle: Abfallbilanz Wuppertal 2010, Solingen 2009, Remscheid 2010)

In der Stadt Solingen wird zurzeit keine separate Bioabfalltonne angeboten. Die Bioabfälle werden entweder privat kompostiert oder mit dem Restmüll entsorgt. Daher gibt es für Solingen keine Angaben zu den Bioabfallmengen.

Nach bisherigen Angaben erfolgt eine gänzliche Kompostierung der Bio- und Grünabfälle in Wuppertal durch die Abfallentsorgungs-Gesellschaft Ruhrgebiet mbH Velbert und durch die Entsorgungsbetriebe Solingen. Die Grünabfälle in Solingen werden ebenfalls durch die Entsorgungsbetriebe Solingen kompostiert. In Remscheid erfolgt die Erfassung der Bio- und Grünabfälle durch die Remscheider Entsorgungsbetriebe und das Material wird zur Kompostierung abgegeben.

Bei vollständiger Nutzbarkeit der Bio- und Grünabfallmengen für eine Vergärung vor der Kompostierung ergäbe sich demnach folgendes theoretisches Energiepotenzial:

	Bioabfälle "braune Tonne"		Grünabfälle:		theor. Gasmenge	theor. Potenzial
	Masse	Biogas	Masse	Biogas		
	[t/a]	[m³/a]	[t/a]	[m³/a]	[m³/a]	[MWh/a]
Wuppertal	6.549	654.900	5.584	837.600	1.492.500	8.060
Solingen	-	-	12.780	1.917.000	1.917.000	10.352
Remscheid	2.692	269.200	3.730	559.500	828.700	4.475
<b>Insgesamt</b>	<b>9.241</b>	<b>924.100</b>	<b>22.094</b>	<b>3.314.100</b>	<b>4.238.200</b>	<b>22.886</b>

 Tabelle 14: Theoretisches Potenzial Bio- und Grünabfall<sup>12</sup>

Hinsichtlich des technischen Potenzials ist die Verfügbarkeit der Bio- und Grünabfallmengen zu ermitteln. Hierbei ist der bestehende Nutzungspfad von besonderer Bedeutung. Daneben ist auch die Zusammensetzung der Abfälle von Relevanz, da hierdurch der Methangehalt und damit der Heizwert für das entstehende Biogas beeinflusst werden. Bei einer ungünstigen Zusammensetzung der Abfälle sind Fehlgärungsprozesse möglich, die eine technische Nutzung erschweren bzw. verhindern können. Um diesen Unwägbarkeiten Rechnung zu tragen, wird im Weiteren von einer technischen Verfügbarkeit und Eignung von 75% ausgegangen. Das technische Energiepotenzial summierte sich demnach auf ca. 17.000 MWh/a. Diese Biogasmenge wird in einem Kraft-Wärme-Kopplungsprozess in elektrische Energie und Wärme umgewandelt.

<sup>12</sup> Der Heizwert für Biogas wird mit 5,4 kWh/m³ angesetzt.

	Techn. Potenzial	max Leistung	BHKW Leistung		BHKW Arbeit	
	75%	8.000	36%	54%		
	[MWh/a]	[MW <sub>feu</sub> ]	[MW <sub>el</sub> ]	[MW <sub>th</sub> ]	[MWh <sub>el</sub> ]	[MWh <sub>th</sub> ]
Wuppertal	6.045	0,76	0,27	0,41	2.176	3.264
Solingen	7.764	0,97	0,35	0,52	2.795	4.192
Remscheid	3.356	0,42	0,15	0,23	1.208	1.812
Insgesamt	17.165	2,15	0,77	1,16	6.179	9.269

Tabelle 15: Technisches Potenzial Bio- und Grünabfall

Bei einer optimalen Auslastung der zum Einsatz kommenden BHKW von 8.000 Betriebsstunden pro Jahr ergibt sich demnach eine maximale elektrische Leistung von etwa 770 kW<sub>el</sub>. Die thermische Arbeit ist idealerweise zur Versorgung umliegender Wärmesenken zu verwenden (z. B. Gewerbegebiet).

Im Überblick ergibt sich für die Kommunen des Bergischen Städtedreiecks folgendes Ergebnis:

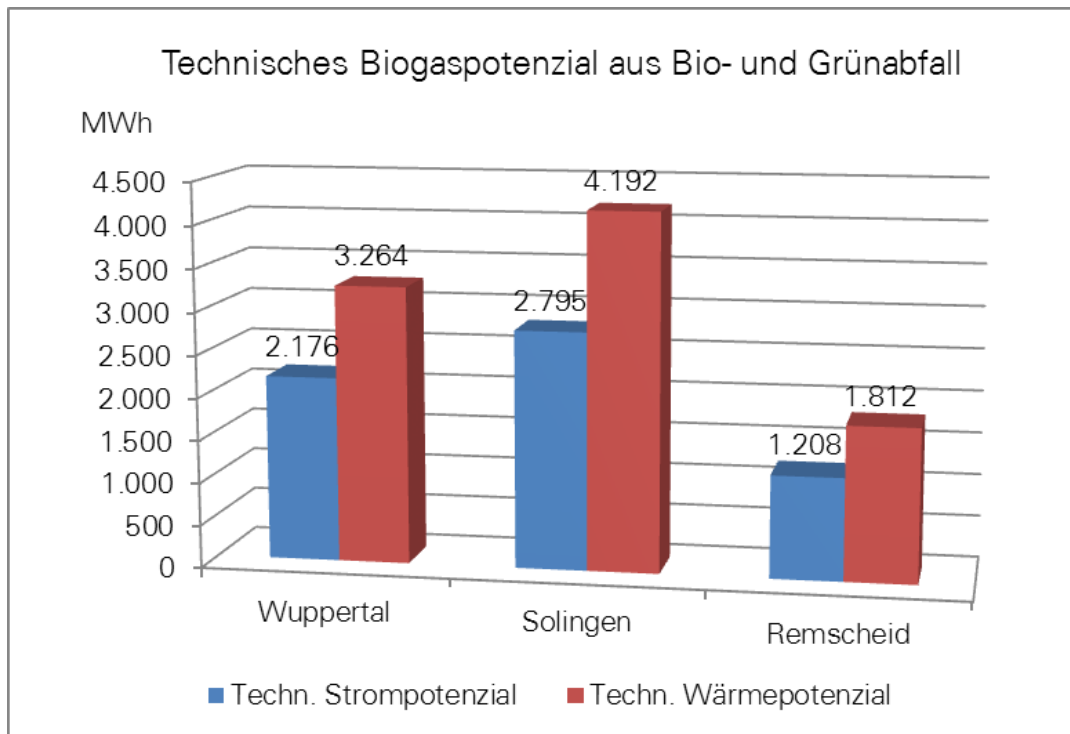


Abbildung 18: Technisches Potenzial aus Bio- und Grünabfall

### 3.1.3 CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

Das zusätzliche thermische Energiepotenzial durch Festbrennstoffe liegt im Bergischen Städtedreieck bei rund 160.000 MWh/a. Ausgehend von einer Verdrängung der Energieträger Öl und Erdgas ergibt sich daraus eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 38.000 Tonnen.

Durch den Einsatz von NaWaRo und Reststoffen (Gülle) kann ein zusätzliches technisches Potenzial von rund 31.500 MWh/a erzielt werden. Bei vollständiger Ausnutzung dieses Potenzials durch Kraft-Wärme-Kopplung lässt sich eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 9.800 Tonnen pro Jahr realisieren.

Durch die Vergärung von Bio- und Grünabfällen lässt sich analog zum landwirtschaftlichen Biogaspotenzial ein zusätzliches Energiepotenzial von rund 17.000 MWh/a erzielen, das durch Kraft-Wärme-Kopplung eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von etwa 5.000 Tonnen pro Jahr bedeutet. Durch den verstärkten Einsatz und Nutzung von Biomasse lässt sich ein Gesamteinsparpotenzial von etwa 53.000 Tonnen CO<sub>2</sub> ableiten.

### 3.1.4 Wirtschaftlichkeit

Es erfolgen Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen für eine Holzfeuerungsanlage und für eine Biogasanlage.

Die zugrunde gelegte Beispielanlage besitzt eine Wärmeleistung von 750 kW und versorgt bspw. ein kleines Nahwärmenetz mit Energie. Es wird vorausgesetzt, dass Hackschnitzel (niedriger Qualität) für 30 €/MWh beschafft werden können und die Wärme für 65 €/MWh an die Endkunden veräußert wird.

Rahmendaten		Holzfeuerung
Anlagenleistung	kW	750
Volllaststunden	h/a	3.000
Energieerzeugung	MWh/a	2.250
Brennstoffeinsatz	MWh/a	2.647
Nah-Wärmepreis	€/MWh	65,00
Nah-Wärmevergütung	€/a	146.250
Investitionskosten (inkl. Planung, Brennstofflager, Infrastruktur, etc.)		510.000
<b>lfd. Kosten</b>		
Zinsen (5% auf halben Invest)	€/a	12.750
Hackschnitzelpreis	€/MWh	30,00
Brennstoffkosten (Hackschnitzel)	€/a	79.412
Betriebskosten (Wartung, Betriebsführung, etc.)	€/a	10.200
jhrl. Kosten	€/a	102.392
Vergütung ./ . Kosten	€/a	43.858
Amortisation (vereinfacht)	a	12

Tabelle 16: Wirtschaftlichkeitsberechnung Holzfeuerung

Unter diesen Voraussetzungen amortisiert sich die Anlage in ca. 12 Jahren. Die technische Lebensdauer der Anlage wird in Anlehnung an die VDI 2067 mit 15 Jahren angesetzt. Demnach ist ein wirtschaftlicher Betrieb grundsätzlich möglich.

Die nachfolgend betrachtete Biogasanlage basiert auf dem Prinzip der Nassfermentation. Es handelt sich um eine landwirtschaftliche Biogasanlage. Die Vergütung der erzeugten elektrischen Energie erfolgt nach EEG zu einem Vergütungssatz von ca. 180 €/MWh. 75% der erzeugten Wärmeenergie kann für 40 €/MWh im direkten Umfeld der Biogasanlage ebenfalls verkauft werden.

Rahmendaten		Biogas-KWK-Anlage
Feuerungsleistung	kW	1.583
elektrische Leistung	kW	570
thermische Leistung	kW	855
Volllaststunden	h	8.000
Brennstoff/Biogas	MWh/a	12.667
elektrische Energie	MWh/a	4.560
thermische Energie	MWh/a	6.840
KWK Anteil (Wärmeanteil, der an Dritte weitergegeben wird)		75%
Prozesswärme (Wärmeanteil, der für den Betrieb der Anlage benötigt wird)		25%
Hilfsenergie (Strom, der für den Betrieb der Anlage benötigt wird)	MWh/a	456
Stromvergütung (180 €/MWh gem. EEG, vereinfacht)	€/a	820.800
Wärmevergütung (40 €/MWh)	€/a	205.200
<b>Gesamtvergütung</b>	€/a	1.026.000
Investitionskosten (inkl. Planung, Genehmigung, Infrastruktur, etc.)	€	1.824.000
<b>lfd.Kosten</b>		
Zinsen (5% auf halben Invest)	€/a	45.600
Substrat-MiX (40 €/MWh)	€/a	506.667
Hilfsenergie (160 €/MWh)	€/a	72.960
Betriebskosten (9% auf Investe für Versicherung, Vollwartung, Betriebsführung, etc.)	€/a	164.160
jhrl. Kosten	€/a	789.387
Vergütung ./.. Kosten	€/a	236.613
Amortisation (vereinfacht)	a	7,7

Tabelle 17: Wirtschaftlichkeitsberechnung Biogasanlage (Nassfermentierung)

Unter den hier dargestellten Voraussetzungen amortisiert sich die Biogasanlage in weniger als 8 Jahren. Bei einer technischen Lebensdauer der Hauptkomponenten von mindestens 10 Jahren kann von einem wirtschaftlichen Betrieb ausgegangen werden.



## 3.2 Solarenergie

Mit dem Begriff Solarenergie werden zwei unterschiedliche Formen der Energiegewinnung und Energieumwandlung aus solarer Strahlung bezeichnet. Diese gilt es jedoch eindeutig voneinander abzugrenzen.

- Solarthermie: Es erfolgt eine Umwandlung der solaren Strahlungsenergie in Wärme. Diese steht üblicherweise in Form von warmem Wasser oder warmer Luft zu Heizzwecken, zur Brauchwassererwärmung oder zur Prozesswärmeerzeugung zur Verfügung. Die Energiegewinnung erfolgt mit sogenannten Solarkollektoren.
- Photovoltaik (Solarstrom): Die solare Strahlungsenergie wird in elektrische Energie umgewandelt. Der erzeugte Strom kann ins öffentliche Stromnetz eingespeist oder in unmittelbarer Nähe selbst verbraucht werden. Die Energiegewinnung erfolgt hierbei durch Solarmodule.

Grundsätzlich werden für die Installation von Solarkollektoren und Solarmodulen nach Süden gerichtete Flächen benötigt. Dies sind vorzugsweise Dachflächen mit einer südlichen Ausrichtung oder Flachdächer. Hierbei kann eine Flächenkonkurrenz entstehen, da dieselbe Fläche nur einmal belegt werden kann. Darüber hinaus kommen für die Installation von Solarmodulen (Solarstrom) auch Freiflächen in Frage.

Ausgangsbasis der Potenzialberechnung ist die Ermittlung geeigneter Dach- und Freiflächen. Zentrale Datengrundlage zur Berechnung der Potenzialflächen sind die Daten der Solardachkataster der Städte Solingen und Wuppertal sowie die Grundflächen aller Gebäude im Bergischen Städtedreieck. Die Stadt Remscheid verfügt zum Zeitpunkt der Berechnung (Sommer 2012) noch über kein eigenes Solardachkataster. Daher werden die Werte für die Stadt Remscheid auf Basis der Gebäudegrundflächen aus den Werten der Stadt Solingen berechnet.

Zur Berechnung der Flächenpotenziale von Freiflächenanlagen in einem nach Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütungsfähigen Puffer von jeweils 110 m um Bahnflächen und Bundesautobahnen, wird zunächst eine Ausschlussflächenkartierung angrenzender Nutzungen vorgenommen, wonach eine Positivflächenkartierung entsteht. Diese umfasst jeweils angrenzende Freiflächen, Grünflächen, Flächen für die Landwirtschaft. Die Naturschutz- und FFH-Gebiete werden als Ausschlussflächen nicht weiter berücksichtigt. Grundlage bilden die zum Zeitpunkt der Bearbeitung vorliegenden Flächennutzungspläne der drei Städte und die dortige Darstellung von Flächen für Bahnanlagen. Die Deponiegrundflächendaten aller drei bergischen Städte liegen ebenfalls vor und können somit für Freiflächenanlagen berücksichtigt werden (s. dazu auch Anhang 11.2). Da die betrachteten Freiflächen auch für landwirtschaftliche Zwecke genutzt werden, könnte sich hier ein möglicher Nutzungskonflikt zur Biogasnutzung ergeben (s. Kap. 3.1.2). Da dieser mögliche (hypothetische) Nutzungskonflikt nicht quantifiziert werden kann, bleibt er im Weiteren unberücksichtigt.

### 3.2.1 Theoretisches Solarpotenzial

Das Solardachkataster der Stadt Solingen unterscheidet bereits in seinen Grunddaten zwischen Flächen, die für Photovoltaik geeignet sind und Flächen, welche für Solarthermie geeignet sind. Dabei handelt es sich überwiegend um dieselben Flächen. Während Photovoltaikanlagen jedoch erst ab einer Mindestgröße von ca. 10 m<sup>2</sup> technisch und wirtschaftlich sinnvoll erscheinen, können Solarthermieanlagen schon ab einer Größe von ca. 3 m<sup>2</sup> für den Eigentümer von Nutzen sein. Daraus ergibt sich eine größere Potenzialfläche für die Solarthermie im Gegensatz zur Photovoltaik.



Das Solardachkataster der Stadt Wuppertal sieht eine solche differenziertere Flächenauswertung bislang nicht vor. Zur besseren Vergleichbarkeit der Daten wird der methodische Ansatz aus Solingen auf die Werte aus Wuppertal übertragen und die Flächenpotenziale im selben Verhältnis erhöht.

Für die Berechnung der Energieerträge aus den Flächenpotenzialen werden im weiteren Verlauf die nachfolgenden Ansätze gewählt. Dabei handelt es sich um Energieerträge, welche bei Standardanlagen nach dem Stand der Technik üblicherweise zu erwarten sind:

- Photovoltaik: 113 kWh/m<sup>2</sup>
- Solarthermie: 400 kWh/m<sup>2</sup>

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die theoretischen Solarpotenziale auf Dachflächen. Es gilt allerdings zu beachten, dass hier die theoretischen Potenziale nicht ausschließlich aufgezeigt werden. Die Energieerträge der Photovoltaik und der Solarthermie dürfen hier nicht summiert werden, da die Frage nach der Flächenkonkurrenz an dieser Stelle noch unbeachtet bleibt.

Stadt	geeignete Dachfläche PV [m <sup>2</sup> ]	geeignete Dachfläche Solarthermie [m <sup>2</sup> ]	PV-Ertrag gesamt [MWh]	ST-Ertrag gesamt [MWh]
Wuppertal	4.057.566	5.392.545	458.505	2.157.018
Solingen	2.066.075	2.745.834	233.466	1.098.333
Remscheid	1.485.145	1.973.772	167.821	789.509
Gesamt	7.608.785	10.112.151	859.793	4.044.860

Tabelle 18: Theoretisches Solarpotenzial auf Dachflächen

Das Flächenpotenzial, welches sich aus den Deponieflächen und den Flächen entlang der Autobahnen und Schienenwege ergibt, ist nachfolgend graphisch dargestellt. An dieser Stelle sei angemerkt, dass teilweise Bahntrassen in die Betrachtung einfließen, die heute als Radwege genutzt werden. Solange diese jedoch genehmigungsrechtlich als Bahntrassen im Flächennutzungsplan ausgewiesen sind, werden sie hier auch als solche dargestellt.

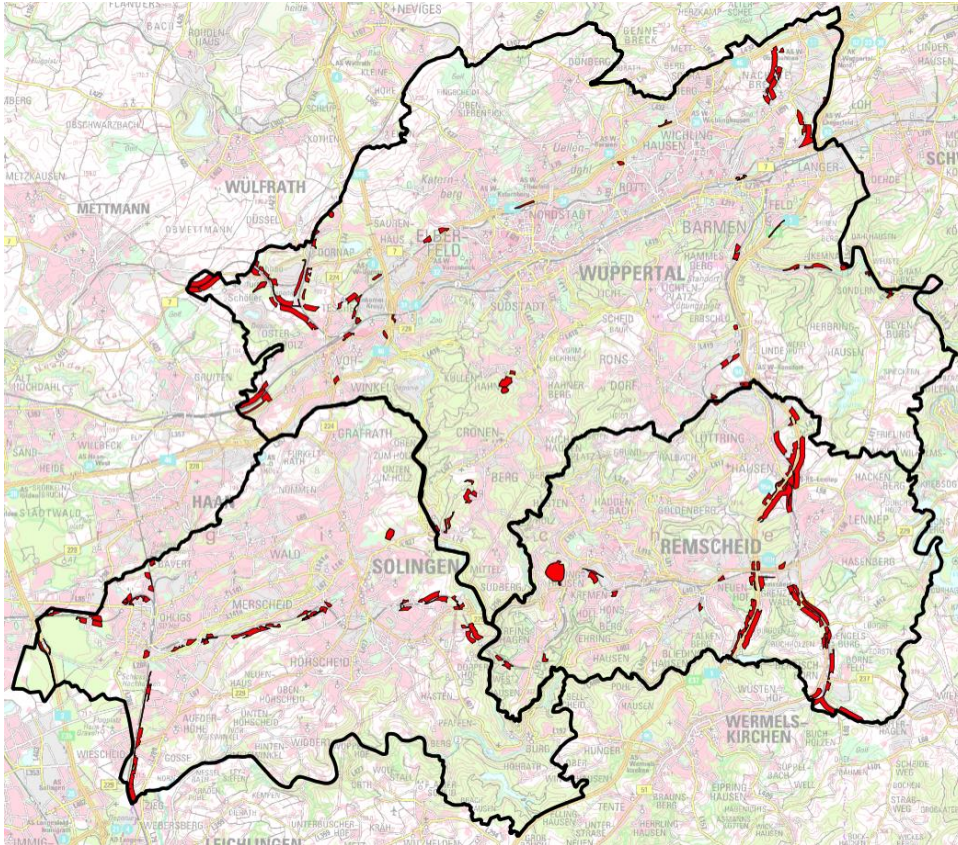


Abbildung 19: Solare Freiflächenpotenziale

Eine detaillierte Darstellung ist als Anlage dem Konzept angefügt (s. Anhang 11.2). Die aus der Installation von Photovoltaikanlagen zu erzielenden Erträge werden als technisches Potenzial im Weiteren ermittelt.

### 3.2.2 Technisches Solarpotenzial

Hinsichtlich des Solarpotenzials auf Dachflächen ist es erforderlich, eine Priorisierung der Nutzung vorzunehmen. Eine Fläche kann nur einmal belegt werden, entweder mit Solarkollektoren oder mit Solarmodulen. Im Weiteren wird davon ausgegangen, dass Dachflächen, die in direkter räumlicher Nähe zu einem Wärmebedarf liegen, bevorzugt mit Solarkollektoren zur Wärmeerzeugung belegt werden. Dabei ist der zu deckende Wärmebedarf die entscheidende Größe. Die danach verbleibenden Flächen werden zur Stromerzeugung mittels Photovoltaikanlagen genutzt.

Diese Bevorzugung der Solarthermie ist nicht zwingend vorgeschrieben, kann aber mit Hilfe der nachfolgenden Argumente begründet werden:

- Die Bemühungen des Gesetzgebers zur nachhaltigen Wärmeerzeugung berücksichtigen insbesondere den Einsatz der Solarthermie. Dies drückt sich z. B. im Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) und in der Ausgestaltung von Förderprogrammen des Bundes aus.
- Solarwärme sollte vorzugsweise in räumlicher Nähe zum Bedarf erzeugt werden. Lange Transportwege sind kostenintensiv und vielfach ineffizient. Im Gegensatz dazu kann Solarstrom (fast) überall ins öffentliche Stromnetz eingespeist und genutzt werden.

### 3.2.3 Solarthermie

Das technische Potenzial der Solarthermie wird bestimmt vom Wärmebedarf. Für die Nutzung solarthermischer Energie wird vereinfacht zwischen folgenden Anwendungsfällen unterschieden:

- Brauchwassererwärmung
- Heizungsunterstützung
- industrielle und gewerbliche Anwendungen Prozesswärme.

Aufgrund der jahreszeitlichen Einflüsse ist es technisch (fast) nicht möglich den Wärmebedarf über ein ganzes Jahr durch Solarthermieanlagen zu decken. Bei der Auslegung dieser Anlagen werden daher sog. Deckungsgrade zu Grunde gelegt, die den Anteil der Solarenergie am Gesamtbedarf beschreiben. Gemäß dem Stand der Technik wird für die Brauchwassererwärmung ein Deckungsgrad von 60 % und zur Heizungsunterstützung von 15 % angesetzt. Aufbauend auf der Studie „Das Potenzial solarer Prozesswärme in Deutschland“ der Universität Kassel aus dem Jahre 2011, wird für die solarthermische Prozesswärme ein prozentualer Anteil von 3,1 % am Prozessenergiebedarf der einzelnen Städte angenommen.

Der gesamte Wärmebedarf des Jahres 2009 im Bergischen Städtedreieck in Höhe von 8.970 GWh teilt sich wie folgt auf die drei Anwendungsbereiche auf.

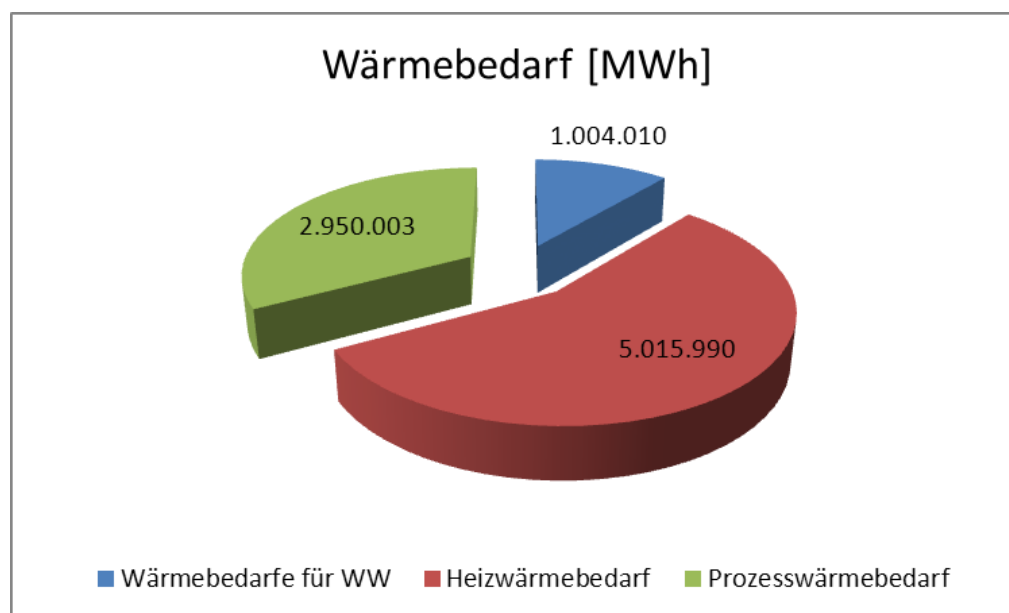


Abbildung 20: Wärmebedarfsaufteilung nach Anwendung im Jahr 2009

Gemäß den zuvor definierten solaren Deckungsgraden errechnet sich ein technisches Solarthermiefpotenzial von insgesamt 1.446 GWh, welches sich auf die jeweiligen Anwendungsbereiche wie folgt aufteilt:

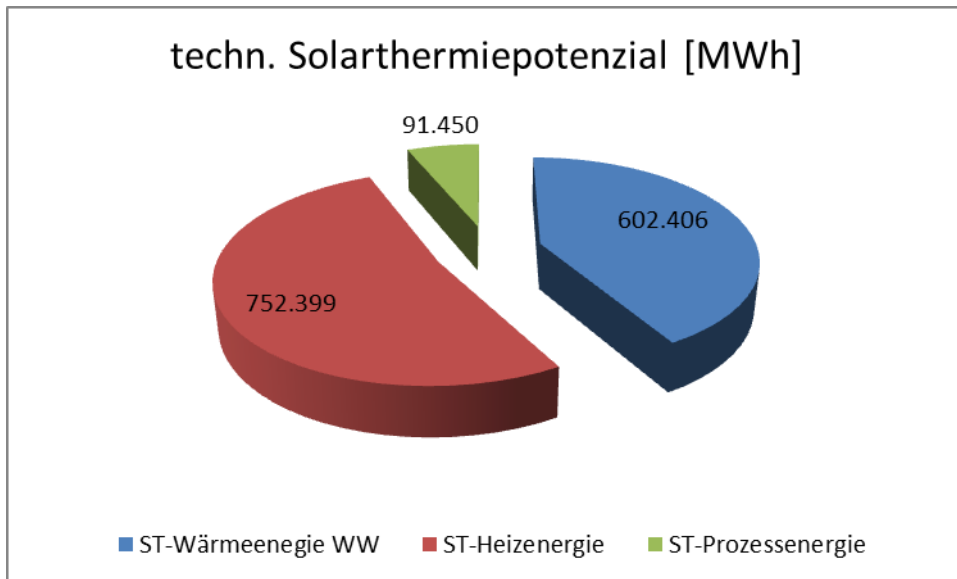


Abbildung 21: Technisches Solarthermiefpotenzial

Um sicherzustellen, dass überall dort geeignete Dachflächen zur Verfügung stehen, wo Wärmebedarfe existieren, werden die Dachflächen auf Grundlage der Daten aus den lokalen Solardachkatastern nach Flächennutzungsarten kategorisiert. Mit Hilfe dieser Flächenkategorisierung lassen sich die ortsgebundenen Wärmebedarfe räumlich den Anwendungen zuordnen. Auf Grundlage von Annahmen zur durchschnittlichen Bevölkerungsverteilung nach Flächennutzungsarten lassen sich die Wärmebedarfe und die zur Bedarfsdeckung erforderlichen solarthermischen Erträge gebietsbezogen berechnen. Dieser Rechengang dient der Plausibilisierung der technischen Solarthermiefpotenziale sowie als Grundlage für das verbleibende Flächenpotenzial für die Photovoltaik und ist in der nachfolgenden Tabelle verkürzt dargestellt. Diese verdeutlicht, dass auch gebietsbezogen in jeder Stadt die geeigneten Dachflächen ausreichen, um das technische Solarthermiefpotenzial zu decken. Darüber hinaus stehen weiterhin ca. 6,4 Mio. m<sup>2</sup> für eine Solarstromnutzung zur Verfügung.

Wuppertal	geeignete Dachfläche ST qm	ST- Warmwasser		ST- Heizenergie HH		ST- Heizenergie Wirt.		ST- Prozesswärme	solarth. Flächenbedarf qm	verbl. PV- Flächen qm
		MWh	qm	MWh	qm	MWh	qm			
Wohngebiete	2.586.144	212.024	530.059	444.237	14.692	36.731	-	-	1.011.027	1.575.117
Kerngebiete	199.960	17.379	43.447	36.413	29.385	73.462	-	-	153.323	46.637
Mischgebiete	1.061.513	104.274	280.685	218.477	36.731	91.828	-	-	570.990	490.523
Gewerbegebiete	337.189	6.952	17.379	14.565	58.770	146.925	144.275	144.275	323.144	14.046
Rest	1.207.738	6.952	17.379	14.565	7.346	18.366	-	-	50.310	1.157.428
Zw. Summe	5.392.545	347.580	888.949	728.257	146.925	367.311	144.275	144.275	2.108.793	3.283.752
Solingen										
Wohngebiete	1.357.165	85.223	213.058	192.179	4.637	11.593	-	-	416.831	940.334
Kerngebiete	91.106	6.986	17.464	15.752	9.275	23.187	-	-	56.403	34.703
Mischgebiete	364.173	41.913	104.783	94.514	11.593	28.984	-	-	228.281	135.892
Gewerbegebiete	130.401	2.794	6.986	6.301	18.549	46.374	20.384	20.384	100.211	30.190
Rest	802.988	2.794	6.986	6.301	2.319	5.797	-	-	19.083	783.905
Zw. Summe	2.745.834	139.710	349.276	315.047	46.374	115.934	50.960	50.960	831.218	1.914.616
Remscheid										
Wohngebiete	950.623	70.221	175.551	177.351	2.548	6.371	-	-	359.273	591.351
Kerngebiete	98.007	5.756	14.389	14.537	5.097	12.741	-	-	41.668	50.339
Mischgebiete	304.084	34.535	86.337	87.222	6.371	15.927	-	-	189.485	114.599
Gewerbegebiete	84.716	2.302	5.756	5.815	10.193	25.483	33.390	33.390	70.444	14.272
Rest	536.341	2.302	5.756	5.815	1.274	3.185	-	-	14.756	521.585
Zw. Summe	1.973.772	115.116	287.789	290.739	25.483	63.707	33.390	33.390	675.626	1.298.146
TOTAL	10.112.150	602.408	1.506.015	533.617	1.334.044	218.781	228.625	228.625	3.615.636	6.496.514

Tabelle 19: Aufteilung der solaren Flächenpotenziale



### 3.2.4 Photovoltaik

Für die Installation von Solarmodulen zur Stromerzeugung stehen neben den Dachflächen auch Freiflächen entlang der Bahnlinien und der Autobahnen sowie Deponieflächen zur Verfügung. Auf Grund eines verhältnismäßig hohen Aufwandes zur Sicherung solcher Freiflächenanlagen (Einzäunung, Überwachung) und zur Netzanbindung werden vereinfachend nur Flächen größer 1 ha betrachtet. Die Anlagen müssen üblicherweise aufgeständert und nach Süden ausgerichtet werden. Dadurch kann maximal die Hälfte der Grundfläche als Maß für die installierbare Modulfläche herangezogen werden. Entsprechend der nachfolgenden Tabelle summiert sich für die drei Städte der jährliche Stromertrag und damit das technische Potenzial auf knapp 320.000 MWh.

	Bahn & BAB, Einzelfl. > 1 ha [m <sup>2</sup> ]	Deponiefläche [m <sup>2</sup> ]	Freiflächen gesamt [m <sup>2</sup> ]	PV-(Modul) Fläche [m <sup>2</sup> ]	PV Ertrag Freiflächen [MWh]
Wuppertal	2.067.000	156.000	2.223.000	1.111.500	125.600
Solingen	1.164.000	48.000	1.212.000	606.000	68.478
Remscheid	1.981.000	213.000	2.194.000	1.097.000	123.961
Gesamt	5.212.000	417.000	5.629.000	2.814.500	318.039

Tabelle 20: Technische PV-Freiflächenpotenziale

Hinweis: Die für Remscheid ausgewiesene Deponiefläche bezieht sich auf die ehemalige Deponie an der Solinger Straße. Bisher ist im Rahmen der Nachfolgenutzung auf der Fläche vor allem eine freizeitbezogene Nutzung vorgesehen. Daneben soll ein "Lehrpfad für regenerative Energien" inklusive Solarfeld entstehen.

Wie im vorangegangenen Kapitel dargestellt, verbleiben nach einer solarthermischen Nutzung der geeigneten Dachflächen noch ca. 6,5 Mio. m<sup>2</sup> zur Installation von Solarmodulen. Gemeinsam mit dem Freiflächenpotenzial beläuft sich das gesamte technische Solarstrompotenzial im Bergischen Städtedreieck auf ca. 1.000 GWh elektrische Energie pro Jahr.

	solarth. Flächenbedarf [m <sup>2</sup> ]	verbl. PV- Flächen [m <sup>2</sup> ]	PV-Ertrag Dachflächen [MWh]	PV Ertrag Freiflächen [MWh]	PV Ertrag [MWh]
Wuppertal	2.108.793	3.283.752	371.064	125.600	496.663
Solingen	831.218	1.914.616	216.352	68.478	284.830
Remscheid	675.626	1.298.146	146.691	123.961	270.652
Summen	3.615.636	6.496.514	734.106	318.039	1.052.145

Tabelle 21: Technisches Photovoltaikpotenzial - gesamt

Die Aufteilung des Potenzials zwischen Dachflächen und Freiflächen ist in nachfolgender Graphik für alle drei Städte dargestellt.

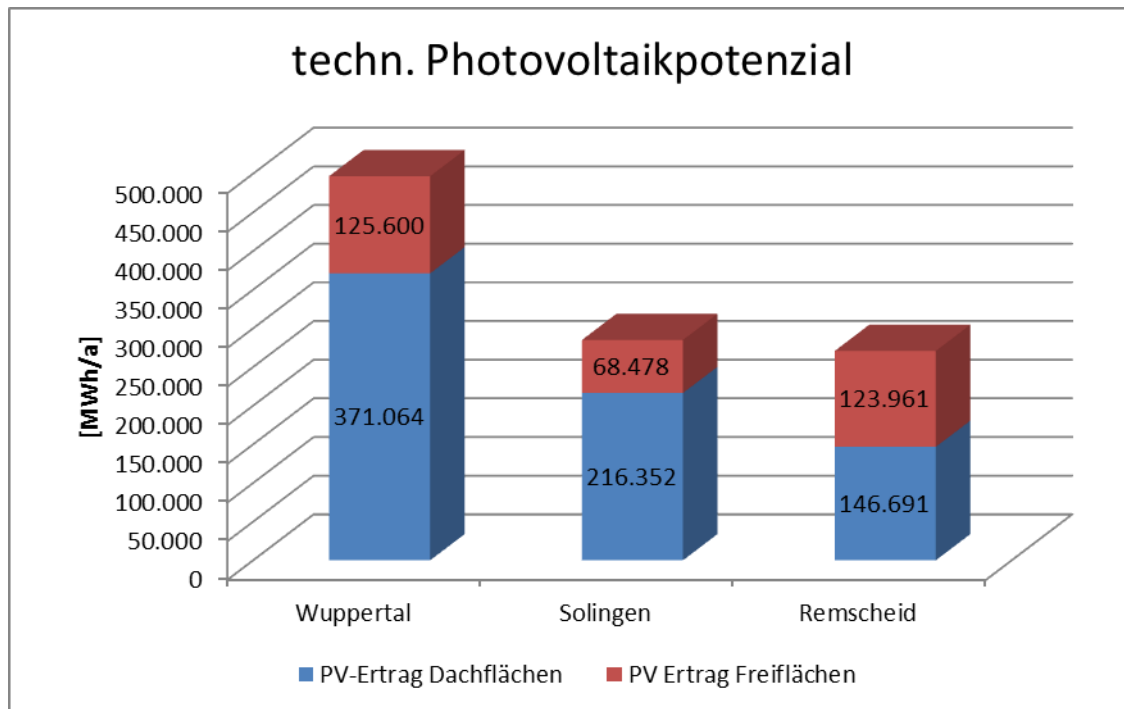


Abbildung 22: Technisches Photovoltaikpotenzial – gesamt

### 3.2.5 Gesamtpotenzial

Werden die solaren Energiepotenziale sowohl für Solarthermie als auch für Photovoltaik den jeweiligen Energiebedarfen des Jahres 2009 gegenübergestellt, ergeben sich die nachfolgend aufgeführten Deckungsgrade.

	ST-Ertrag MWh	Wärmebedarf MWh	ST- Deckungsgrad	PV Ertrag [MWh]	Strombedarf MWh	PV- Deckungsgrad
Wuppertal	843.517	5.362.428	16%	496.663	2.167.430	23%
Solingen	332.487	2.039.683	16%	284.830	798.840	36%
Remscheid	270.250	1.567.893	17%	270.652	595.230	45%
Summen	1.446.255	8.970.003	16%	1.052.145	3.561.500	30%

Tabelle 22: Solarpotenzial und Deckungsgrade

Demnach können im Bergischen Städtedreieck 16 % des Wärmebedarfes durch Solarthermieranlagen gedeckt werden. Darüber hinaus kann der Strombedarf zu 30 % aus Photovoltaikanlagen bereitgestellt werden.

Das technische Potenzial der Solarenergie in den einzelnen Städten ist in nachfolgender Graphik noch einmal zusammenfassend dargestellt.

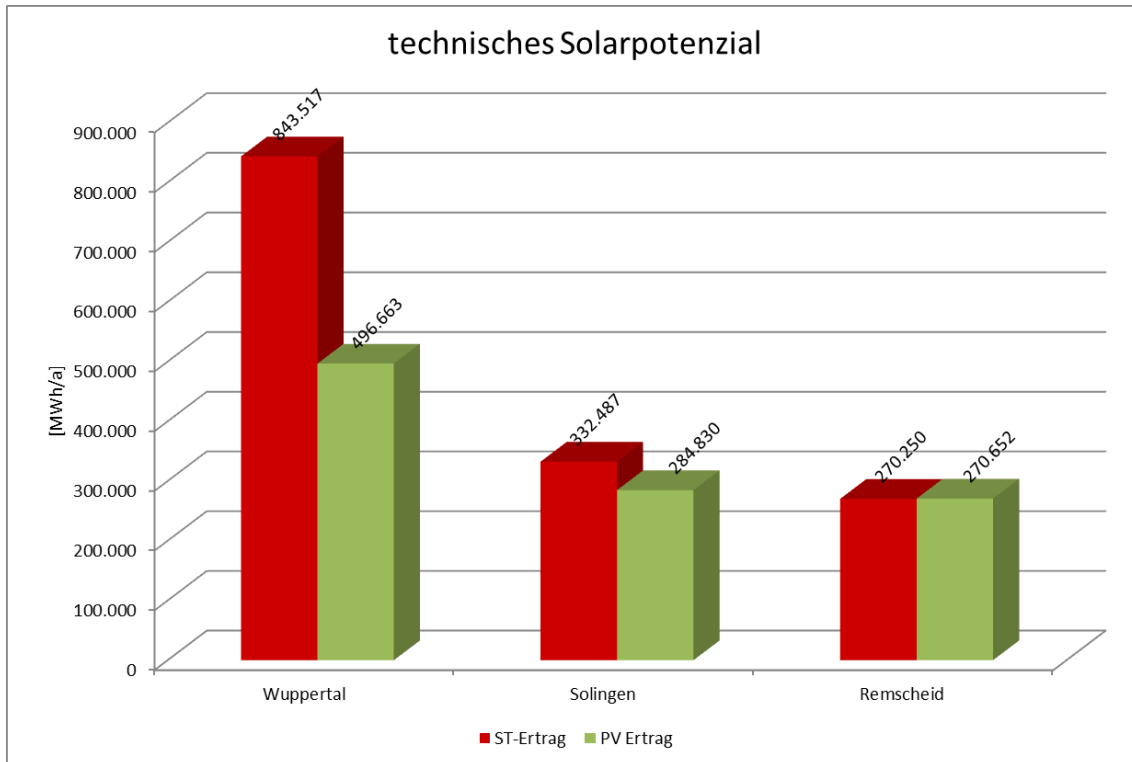


Abbildung 23: Technisches Solarpotenzial

### 3.2.6 CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

Das energetische Solarthermiefpotenzial liegt im Bergischen Städtedreieck bei insgesamt rund 1,45 Mio. MWh/a. Bei einer Verdrängung der Energieträger Öl und Erdgas lässt sich daraus eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 374.000 Tonnen pro Jahr erzielen.

Im Bereich Photovoltaik könnten durch zusätzliche Bereitstellung von rund 1.052.000 MWh/a Solarstrom bei Verdrängung eines fossilen Strom-Mixes (ca. 0,8 t/MWh) bis zu 710.000 Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Das Gesamteinsparpotenzial für den Bereich Solarenergie liegt damit bei etwa 1,1 Mio. Tonnen pro Jahr.

### 3.2.7 Wirtschaftlichkeit

Eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erfolgt sowohl für die Photovoltaik als auch für die Solarthermie für jeweils zwei Varianten.

Es wird eine ca. 10 kWp große Photovoltaikanlage für einen privaten Hauseigentümer und eine ca. 250 kWp große Photovoltaikanlage für ein mittelständisches Unternehmen betrachtet. Dabei kommen polykristalline Standardmodule zum Einsatz. Es werden fiktive Vergütungssätze in Höhe von 20 Cent/kWh bzw. 17 Cent/kWh angenommen. Es wird davon ausgegangen, dass ein Großteil der erzeugten elektrischen Energie selbst verbraucht wird und dadurch Strombezug substituiert wird.



Rahmendaten		Variante 1 priv. HH	Variante 2 KMU
Installierte Leistung	kW <sub>p</sub>	10	250
spez. Ertrag	kWh/kW <sub>p</sub>	950	950
Energieerzeugung	kWh/a	9.500	237.500
Vergütung (vereinfacht)	Cent/kWh	20,0	17,0
jhrl.Einspeisevergütung	€/a	1.900	40.375
Investitionskosten	€	14.000	300.000
<b>lfd.Kosten</b>			
Zinsen (5% auf halben Invest)	€/a	350	7.500
Betriebskosten (2% auf Invest für Versicherung, Wartung, etc.)	€/a	280	6.000
jhrl. Kosten	€/a	630	13.500
Vergütung ./.. Kosten	€/a	1.270	26.875
Amortisation (vereinfacht)	a	11,0	11,2

Tabelle 23: Wirtschaftlichkeitsberechnung Photovoltaik

Die Amortisation der beiden Varianten liegt bei jeweils ca. 11 Jahren. Bei einer technischen Lebensdauer von 20 Jahren können diese Anlagen wirtschaftlich betrieben werden.

Auf eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für Freiflächenanlagen wird an dieser Stelle verzichtet, da die Pauschalierung von Projektparametern mit zu großen Unsicherheiten verbunden ist. Darunter fallen u. a. die Kosten für die Netzanbindung, die Aufwendungen zur Sicherung der Anlagen gegen Diebstahl und Zerstörung sowie die zum Zeitpunkt der Installation gültigen Vergütungssätze gem. EEG. Ein wirtschaftlicher Betrieb von Freiflächenanlagen ist grundsätzlich möglich, bedarf jedoch einer konkreten Einzelfalluntersuchung.

Bei den nachfolgend berechneten Solarthermieanlagen handelt es sich um eine private Anlage zur Brauchwassererwärmung (Variante 1) und eine gewerblich genutzte Prozesswärmeanlage (Variante 2)<sup>13</sup>. Entscheidender Faktor für die Amortisation und damit für die Wirtschaftlichkeit der Anlagen ist die Höhe der vermiedenen (Wärme-) Erzeugungskosten (Vergütung). Diese wird hier für private Haushalte mit 10 Cent/kWh und für Gewerbekunden mit 8 Cent/kWh angenommen.

Rahmendaten		Variante 1 Warmwasser	Variante 2 Prozesswärme
Installierte Fläche	m <sup>2</sup>	6,0	100
spez. Ertrag	kWh/m <sup>2</sup>	400	400
Energieerzeugung	kWh	2.400	40.000
spez. Vergütung (hier: alternativer Preis fossiler Energieträger)	Cent/kWh	10,0	8,0
jhrl. Vergütung (hier: vermiedene Kosten fossiler Energieträger)	€/a	240	3.200
Investitionskosten ./ Förderung	€	3.600	30.000
<b>lfd. Kosten</b>			
Zinsen (5% auf halben Invest)	€/a		750
Betriebskosten (1% auf Invest für Wartung, etc.)	€/a	36	300
jhrl. Kosten	€/a	36	1.050
Vergütung ./ Kosten	€/a	204	2.150
Amortisation (vereinfacht)	a	17,6	14,0

Tabelle 24: Wirtschaftlichkeitsberechnung Solarthermie

Unter den beschriebenen Voraussetzungen errechnet sich für die Brauchwassererwärmung eine Amortisation von ca. 18 Jahren und für die Prozesswärmeanlagen von 14 Jahren. Bei einer technischen Lebensdauer von 20 Jahren ist ein wirtschaftlicher Betrieb beider Anlagenvarianten möglich.

<sup>13</sup> Bei der Variante 1 wird im Vergleich zur Variante 2 aufgrund des geringen Eigenkapitals von einer Verzinsung abgesehen.

### 3.3 Windenergie

Die Windenergie ist mittlerweile die bedeutendste regenerative Energiequelle zur Stromerzeugung. Der Betrieb ist an vielen Binnenstandorten wirtschaftlich. Dazu wurden entsprechende gesetzliche Rahmenbedingungen, wie die Vergütung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), geschaffen. Die Landesregierung verfolgt das Ziel, bis 2020 mindestens 15% des Stroms in NRW aus Windenergie zu erzeugen. Um dieses Ziel erreichen zu können, muss der Ausbau von Windenergieanlagen und das Repowering deutlich vorangetrieben werden. Restriktive Höhenbegrenzungen und Pauschalabstände wurden daher von der Landesregierung im aktuellen Windenergieerlass vom 11.07.2011 angepasst. Die Potenziale der Binnenstandorte sollen so besser ausgenutzt werden.

Zur Unterstützung dieser Bestrebungen hat das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) mit der Erstellung einer Windstudie beauftragt. Diese Studie wurde im Oktober 2012 vorgelegt. Die Methode und die Ergebnisse finden im vorliegenden Konzept keine konkrete Berücksichtigung mehr, da die Potenzialermittlung zu diesem Zeitpunkt bereits abgeschlossen war.

Um den Kommunen einen größeren Handlungsspielraum bei der Auswahl und Genehmigung von Windenergiestandorten bzw. -anlagen zu geben, ermöglicht die Bezirksregierung Düsseldorf, dass im Regionalplan zukünftig Vorranggebiete für Windenergie dargestellt werden, die jedoch nicht zugleich die Wirkung von Eignungsgebieten haben. Somit können auch außerhalb von regionalplanerisch festgelegten Vorranggebieten Konzentrationszonen für die Windenergienutzung in der Bauleitplanung festgesetzt werden.

Aufgrund der bislang geringen Verbreitung hoher Investitionskosten und mangelnder Wirtschaftlichkeit werden hier so genannte Kleinwindanlagen, d. h. Anlagen unter einer Anlagengesamthöhe von 50 m nicht berücksichtigt. Trotzdem werden im Rahmen der Maßnahmenempfehlungen die Kleinwindanlagen berücksichtigt, um zukünftigen Entwicklungen in diesem Bereich Rechnung zu tragen.

Insofern werden hier die Potenziale für große Windenergieanlagen der Multi-Megawatt-Klasse ermittelt.

Die Ermittlung der Flächenpotenziale für neue Windenergiestandorte erfolgte in einem mehrstufigen Verfahren. In einem ersten Schritt wurden die aus genehmigungsrechtlicher Sicht (theoretisch) in Frage kommenden Potenzialflächen ermittelt.

Anschließend wurden diese Flächen von den Kommunen in einem ressortübergreifenden Abstimmungsprozess auf Plausibilität geprüft. Dabei fanden u. a. die Aspekte der Windenergienutzung in Waldgebieten, die räumlichen Restriktionen zu Nachbarkommunen sowie der Landschaftsschutz Berücksichtigung. Weiterreichende Prüfpflichten, wie z. B. die naturschutzfachliche Vereinbarkeit und die artenschutzrechtliche Prüfung, können erst im Zuge konkreter Planverfahren Berücksichtigung finden.

Die verbliebenen Flächen wurden einer ersten Grobplanung unterzogen, wobei durchgehend von Windenergieanlagen mit einer Leistung von ca. 3,2 MW und einer Nabenhöhe von 100 m ausgegangen wurde. Auf Basis der Windenergie Daten des Deutschen Wetterdienstes und typischer Anlagenkennlinien erfolgte die Ertragsprognose sowie die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung je Standort.

### 3.3.1 Potenzial „Bestehende Vorrangzonen“

In den drei Kommunen wurden bisher nur wenige Windenergieanlagen realisiert. Die hohe bauliche Dichte in den drei Kommunen in Verbindung mit den rechtlichen Vorgaben, bedingten nur geringe Ausbaumöglichkeiten für die Windenergienutzung.

In Remscheid-Forsten wurde bislang eine Windenergieanlage mit 1,5 MW realisiert. Diese stammt aus dem Jahr 2004. In Solingen wurde trotz der drei ausgewiesenen Konzentrationszonen noch keine Anlage realisiert. In Wuppertal wurde bislang eine größere Windenergieanlage von 600 kW im Ortsteil Küllenhahn 2002 in Betrieb genommen. Im Februar 2012 wurde innerhalb der gewerblichen Baufläche „Kleine Höhe“ für maximal zwei Einzelstandorte von Windenergieanlagen ein FNP-Änderungsverfahren eingeleitet. In Wuppertal und Solingen wird derzeit geprüft, ob die planerischen Grundlagen für die Windenergienutzung überarbeitet und neu ausgerichtet werden sollen. Hierzu wäre die Änderung der Flächennutzungspläne (FNP) mit deren Darstellung zu Konzentrationszonen für die Windenergienutzung notwendig. In Remscheid ist im geltenden FNP derzeit keine Konzentrationszone dargestellt.

Unter Berücksichtigung der geänderten Erlasslage und dementsprechend veränderter Abstände zu schützenswerten Flächen, liegen einige in den Flächennutzungsplänen bereits ausgewiesene Konzentrationszonen und Einzelanlagenstandorte nicht in den nachfolgend ermittelten Potenzialflächen. Damals wurden geringere Abstände zu Misch-, Gewerbegebiets- und Gemeinbedarfsflächen gewählt, u. a. auch aufgrund der zum damaligen Zeitpunkt deutlich geringeren zulässigen bzw. üblichen Anlagenhöhe. Bei den aktuell und zukünftig in Frage kommenden Anlagenhöhen von circa 150 m wird allgemein davon ausgegangen, dass 500 m Abstand zu Misch- und Gemeinbedarfsflächen nicht unterschritten werden sollen. Zu Gewerbegebieten wird ein baulicher Mindestabstand von 100 m eingehalten. Da die bisher ausgewiesenen Konzentrationszonen und Einzelanlagenstandorte auf der damals bestehenden Erlasslage beruhen, werden diese Flächen nachrichtlich in die Karte übernommen.

### 3.3.2 Theoretische Potenzialflächen

Auf Basis der GIS-basierten Flächennutzungsplandaten der drei Kommunen Remscheid, Solingen und Wuppertal sowie der Daten über die mittleren jährlichen Windgeschwindigkeiten 100 m über Grund des Deutschen Wetterdienstes, werden für die Windenergienutzung geeignete Flächen extrahiert. Als rechtliche Grundlage wird der aktuelle Windenergieerlass NRW vom 11.07.2011 verwendet.

Um den Schutz besonders sensibler Bereiche sicherzustellen, werden bestimmte Abstände eingehalten und Tabuflächen aus der Potenzialuntersuchung ausgeschlossen. Methodisch werden dabei die relevanten Schutzgutkategorien Mensch, Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt, Boden, Wasser, Infrastruktur sowie Kulturgüter und sonstige Sachgüter berücksichtigt.

Tabuflächen, gemäß Windenergieerlass NRW (Juli 2011), sind innerhalb der Analyse alle gemäß geltenden Flächennutzungsplänen bestehenden Nutzungen, außer den Flächen für Wald, Landwirtschaft, Landschaftsschutz und Freiflächen. In den letztgenannten Flächenkategorien wird das Potenzial mittels flächenkategorie-spezifischer Abstandsbildung zu den Tabuflächen identifiziert. Nachdem die Tabuflächen im Bergischen Städtedreieck mit den spezifischen Abstandsflächen umrandet sind, werden diese Flächen (Tabuflächen zusammen mit zugehörigen Abstandsflächen) als sogenannte „Negativ-Flächen“ ausgeschlossen.

Bezogen auf die Grundfläche des Bergischen Städtedreiecks verblieben sogenannte „Positiv-Flächen“, die als (theoretische) Potenzialflächen für neue Windenergiestandorte angesehen werden.

Gewerbe- und Industrieansiedlungsbereiche (GIB) werden zunächst als Tabufläche betrachtet, da gemäß dem aktuellen Windenergieerlass NRW Windenergieanlagen nur dann im GIB genehmigungsfähig sind, wenn diese eine ausreichend große Fläche für die Ansiedlung einer Windenergieanlage aufweisen. Vorliegende Planungen zur Ansiedlung von Windenergieanlagen auf bestehenden Gewerbe- und Industrieflächen werden nachrichtlich in die Karte aufgenommen. Darüber hinaus sind keine ausreichend großen GIB-Flächen bekannt, die für die Nutzung als Windenergiestandorte in Frage kommen. Es ist zu berücksichtigen, dass in Zukunft durch Umwidmungen oder Umnutzungen neue Potenzialflächen, z. B. in GIBs und deren Umfeld entstehen können, die auf Basis der aktuellen Flächennutzung nicht vorhersehbar sind.

Die Tabelle im Anhang gibt einen Überblick über die definierten Tabubereiche sowie die Abstände zu besonders sensiblen Bereichen. Abstände zu den Tabuflächen der Schutzkategorien Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt, Boden, Wasser, Infrastruktur sowie Kulturgüter und sonstige Sachgüter werden gemäß der Angaben im geltenden Windenergieerlass und speziell bei Flora-Fauna-Habitat Gebieten gemäß Empfehlungen des Naturschutzbund Deutschland e.V. (NABU) gewählt.

Um bewusst einen sicherheitsorientierten Ansatz zu wählen, werden bei der Abstandsbildung einer Windenergieanlage (WEA) oder eines Windparks<sup>14</sup> zu Flächen, die vor allem der Schutzkategorie Mensch zuzuordnen sind – so Wohnbauflächen, Gemeinbedarfsflächen, Mischgebiete, Dorfgebiete, Wohnnutzung im Außenbereich, Sonderbauflächen und Grünflächen – die Wirkzonen von Windenergieanlagen nach Angaben des Deutschen Naturschutzbundes (DNR) berücksichtigt. Gewählt wird hierbei ein Abstand von 500 m um die Tabuflächen. Laut Angabe des DNR handelt es sich dabei um einen Abstand, bei dem nachteilige Auswirkungen einer Windenergieanlage allgemein nicht zu erwarten sind.

Mögliche nachteilige Auswirkungen durch	Abstand zur WEA / zum Windpark		
	Nachteilige Auswirkungen		
	zu erwarten	möglich	nicht zu erwarten
Schall	< 500 m	500 - 1.000 m	> 1.000 m
Infraschall	-----	< 100 m	> 100 m
Schatten	< 400 m	400 - 1.300 m	> 1.300 m
Eiswurf	< 180 m	180 - 360 m	> 360 m
sonstiger Unfall	< 180 m	180 - 400 m	> 400 m
Gesamt	< 500 m	500 - 1.300 m	> 1.300 m

Tabelle 25: Wirkzonen der verschiedenen möglichen nachteiligen Auswirkungen auf den Menschen (Quelle: Deutscher Naturschutzbund (DNR))

Eine Unterschreitung der gewählten Abstände zu den Tabuflächen bedarf einer Einzelfallprüfung.

<sup>14</sup> Windpark: drei und mehr Windenergieanlagen in räumlicher Nähe

### 3.3.3 Technisch-wirtschaftliche Potenzialflächen

Die nach der GIS-basierten Analyse verbleibenden Potenzialflächen werden in einem weiteren Schritt hinsichtlich ihrer Windhöffigkeit, d. h. ihres Windvorkommens untersucht. Dabei sind bestimmte Mindestanforderungen an die Windhöffigkeit zu stellen, um einen wirtschaftlichen Betrieb gewährleisten zu können.

Für die Festlegung einer Mindestwindgeschwindigkeit gibt es keine klaren Vorgaben aus dem Windenergieerlass. Das Kriterium der Wirtschaftlichkeit ist ein sehr weiches Abgrenzungskriterium, da die Sichtweise der Investoren mit ihren Renditeerwartungen subjektiv ist. Weiterhin ist auch die zukünftige technische Weiterentwicklung der Windenergieanlagentechnik in die Überlegungen einzubeziehen.

Gerade im Anlagensegment der schwachwindgeeigneten Anlagen sind für die nächsten Jahre Weiterentwicklungen absehbar, die heute noch nicht quantifizierbar sind.

Aus dem EEG 2009 ließe sich über den sogenannten „Referenzertrag“ eine Aussage zu den Mindestanforderungen an die Windhöffigkeit ableiten. Der EEG-Vergütungsanspruch bestand nach EEG 2009 § 29 (3) nur für Anlagen, die mindestens 60% des Referenzertrages erbringen.

#### *EEG 2009 § 29 Windenergie*

*(3) Abweichend von § 16 Abs. 1 und 3 ist der Netzbetreiber nicht verpflichtet, Strom aus Anlagen mit einer installierten Leistung über 50 Kilowatt zu vergüten, für die die Anlagenbetreiberin oder der Anlagenbetreiber gegenüber dem Netzbetreiber nicht vor Inbetriebnahme nachgewiesen hat, dass sie an dem geplanten Standort mindestens 60 Prozent des Referenzertrages erzielen können.*

Im EEG 2012 ist diese Regelung allerdings ersatzlos aufgehoben worden. Im Erfahrungsbericht zum EEG wird der Betrieb von Windenergieanlagen an den sog. „60%-Standorten“ als unwirtschaftlich eingeschätzt.

Der Referenzstandort ist in Anlage 3 zum EEG 2012 wie folgt definiert:

*Der Referenzstandort ist ein Standort, der bestimmt wird durch eine Rayleigh-Verteilung mit einer mittleren Jahreswindgeschwindigkeit von 5,5 Metern je Sekunde in einer Höhe von 30 Metern über dem Grund, einem logarithmischen Höhenprofil und einer Rauigkeitslänge von 0,1 Metern.*

Mit den genannten Parametern entspricht die Geschwindigkeit von 5,5 m/s in 30 m Höhe einer Geschwindigkeit von 6,3 m/s in 100 m Höhe. Hier läge der Referenzertrag bei 100%. Eine Reduzierung auf die 60% des alten EEG ergäbe sich bei einer modellhaften Betrachtung, wenn die mittlere Windgeschwindigkeit in 100 m Höhe nur bei 5,2 m/s läge.

Unter Berücksichtigung der o. g. Unschärfe und Unsicherheiten werden Flächen mit 5,0 m/s und weniger nicht in die weitere Flächenauswahl einbezogen. Ein wirtschaftlicher Betrieb erscheint hierbei auch bei geringen Renditeerwartungen nicht möglich.

Die extrahierten Positiv-Flächen wurden mit der Windkarte überlagert. Dies hat jedoch nicht zu einer weiteren Reduktion der Potenzialflächen geführt.

Die dargestellten Potenzialflächen wurden in einem ressortübergreifenden Abstimmungsprozess innerhalb der jeweiligen Stadtverwaltungen nochmals geprüft und offensichtlich ungeeignete Flächen gestrichen.

Die verbliebenen Flächen werden nachfolgend für jede Stadt graphisch dargestellt. Die Karten sind in größerem Maßstab ebenfalls als Anlage beigefügt.



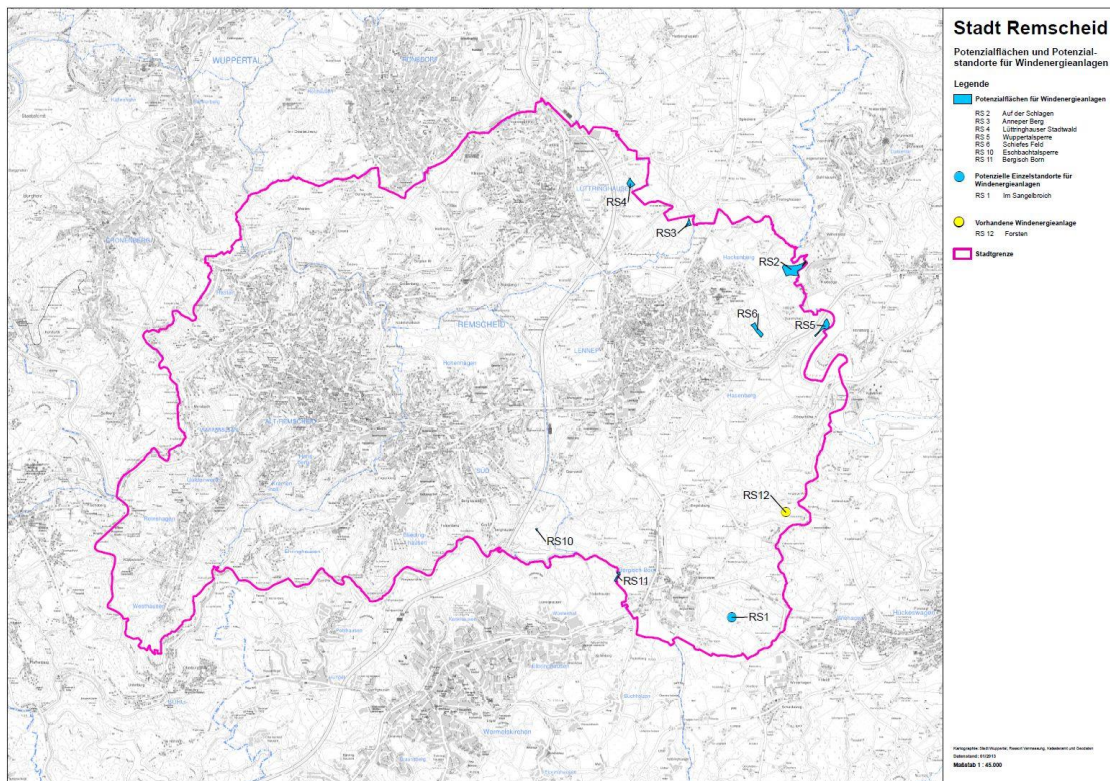


Abbildung 24: Windpotenzialflächen Remscheid

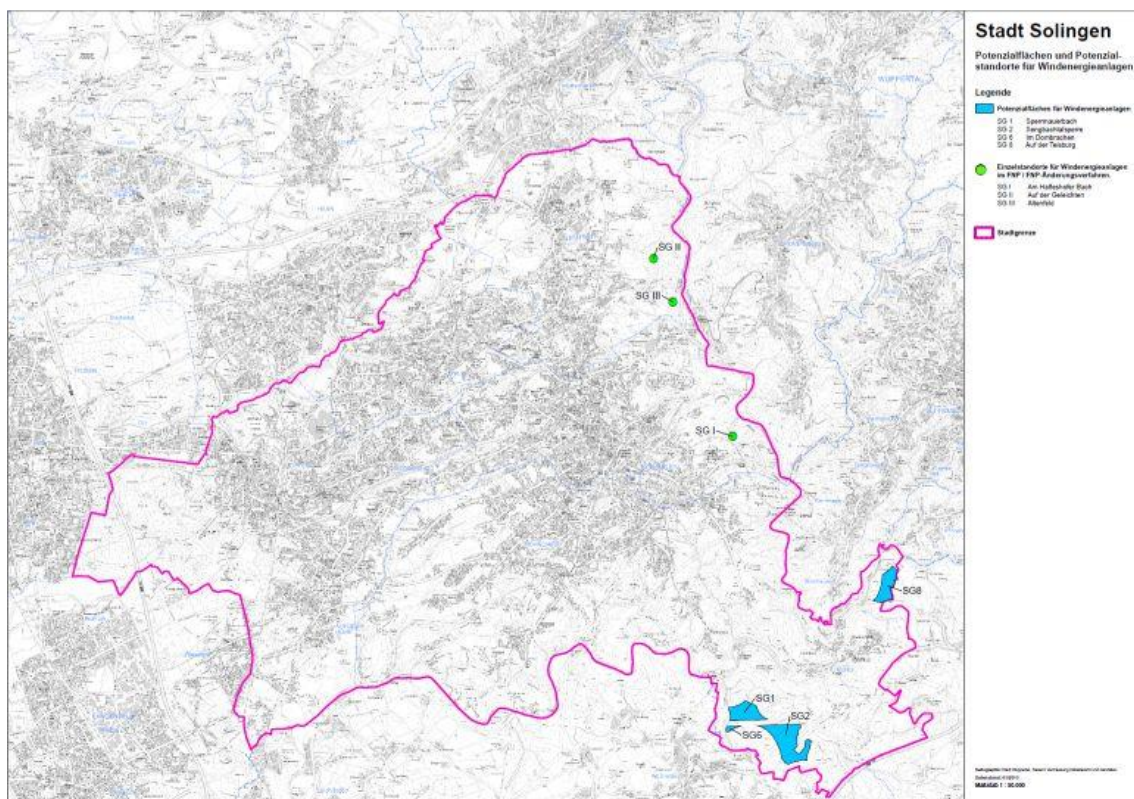


Abbildung 25: Windpotenzialflächen Solingen



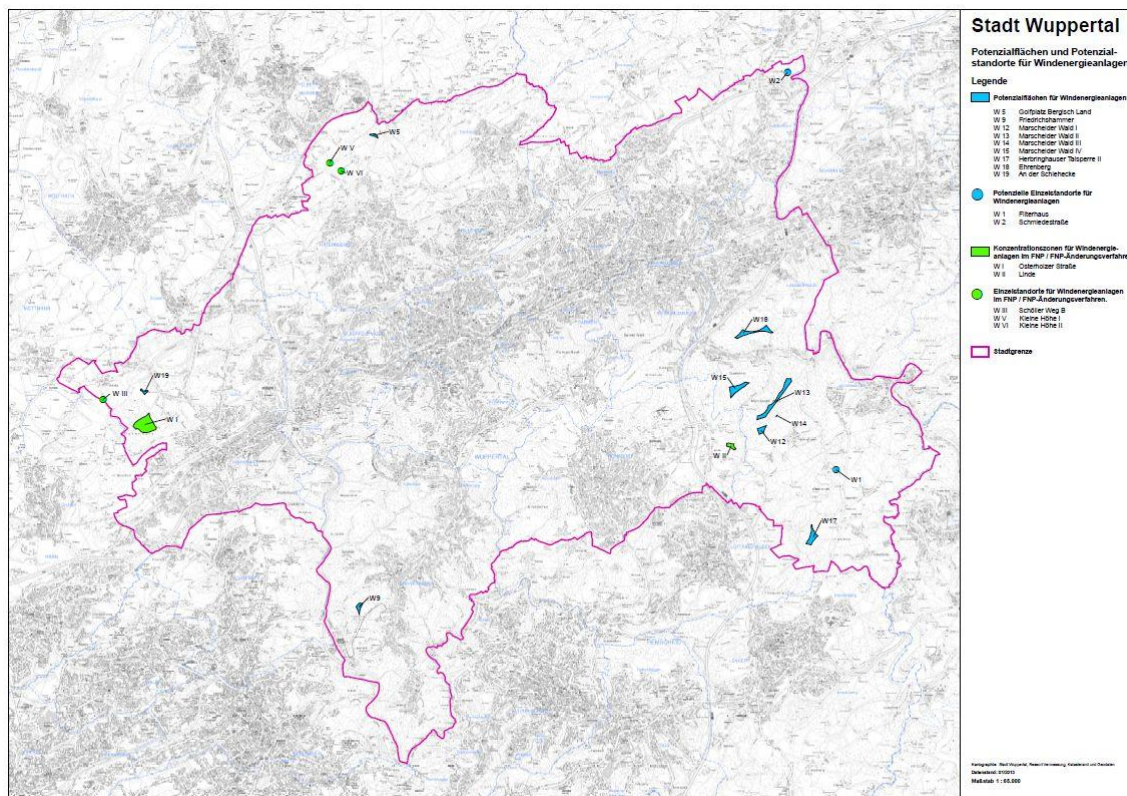


Abbildung 26: Windpotenzialflächen Wuppertal

Die dargestellten Flächen sind im nachfolgenden Kapitel nochmals aufgelistet und dienen als Grundlage zur energetischen Windpotenzialberechnung.

### 3.3.4 Windenergiepotenzial

Um aus den technisch-wirtschaftlichen Potenzialflächen das konkrete Windenergiepotenzial zu ermitteln, werden alle Einzelflächen einer Grobplanung unterzogen. Es wird vereinfachend davon ausgegangen, dass Anlagen mit einer Leistung von ca. 3,2 MW und einer Nabenhöhe von 100 m errichtet werden. Der Großteil der in Frage kommenden Flächen ermöglicht dabei lediglich die Realisierung von Einzelanlagen, da der notwendige Abstand zwischen zwei Anlagen nicht eingehalten werden kann.

Es wird ein Mindestabstand zwischen zwei Anlagen in Hauptwindrichtung (Süd-West) mit dem 8-fachen des Rotordurchmessers (8x100m) und in Nebenwindrichtung mit dem 4-fachen des Rotordurchmessers (4x100m) zu Grunde gelegt.

Demnach ergibt sich die Möglichkeit, im bergischen Städtedreieck insgesamt 41 Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von ca. 130 MW zu errichten. Die Anlagen teilen sich dabei wie folgt auf die drei Städte auf:

- Remscheid: 8
- Solingen: 12
- Wuppertal: 21

Anhand typischer Anlagenkennlinien und den mittleren Windgeschwindigkeiten in Nabenhöhe (100m) errechnet sich der Energieertrag je Anlagen.



In der nachfolgenden Tabelle sind die Flächen potenzieller Windenergiestandorte, die mittleren Windgeschwindigkeiten, die Anlagenanzahl sowie der Energieertrag aufgeführt:

	Bezeichnung	Flächen- größe [ha]	Wind- Mittel [m/s]	Anzahl	Leistung [MW]	Laufzeit [h/a]	jhrl. Energie [MWh/a]
RS 1	Im Sangelbroich	0,83	6,7	1	3,2	2310	7.392
RS 2	Auf der Schlagen	4,63	6,3	1	3,2	2000	6.400
RS 3	Anneper Berg	0,56	6,4	1	3,2	2080	6.656
RS 4	Lüttringhauser Stadtwald	1,10	6,1	1	3,2	1850	5.920
RS 5	Wuppertalsperre	1,69	6,4	1	3,2	2080	6.656
RS 6	Schiefes Feld	1,58	6,4	1	3,2	2080	6.656
RS 10	Eschbachtalsperre	0,07	6,4	1	3,2	2080	6.656
RS 11	Bergisch Born	0,46	6,7	1	3,2	2310	7.392
SG 1	Sperrmauerbach	15,63	5,8	2	6,4	1630	10.432
SG 2	Sengbachtalsperre	32,19	6,0	4	12,8	1780	22.784
SG 6	Im Dombrachen	1,34	6,1	1	3,2	1850	5.920
SG 8	Auf der Teisburg	13,80	5,6	2	6,4	1480	9.472
SG I	Am Halfeshofer Bach	0,80	5,5	1	3,2	1410	4.512
SG II	Auf der Geleichten	0,80	6,0	1	3,2	1780	5.696
SG III	Altenfeld	0,80	5,6	1	3,2	1480	4.736
W1	Filterhaus	0,36	6,4	1	3,2	2080	6.656
W2	Schmiedestraße	0,10	6,7	1	3,2	2310	7.392
W5	Golfplatz Bergisch Land	0,86	6,4	1	3,2	2080	6.656
W9	Friedrichshammer	1,79	6,1	1	3,2	1850	5.920
W12	Marscheider Wald I	2,23	6,4	1	3,2	2080	6.656
W13	Marscheider Wald II	9,23	6,1	2	6,4	1850	11.840
W14	Marscheider Wald III	0,01	6,4	1	3,2	2080	6.656
W15	Marscheider Wald IV	5,71	6,1	2	6,4	1850	11.840
W17	Herbringhauser Talsperre II	4,62	6,4	2	6,4	2080	13.312
W18	Ehrenberg	6,22	6,1	3	9,6	1850	17.760
W19	An der Schlehecke	0,88	6,1	1	3,2	1850	5.920
W I	Osterholzer Straße	0,80	6,4	1	3,2	2080	6.656
W II	Linde	2,00	6,4	1	3,2	2080	6.656
W III	Schölller Weg B	0,80	6,4	1	3,2	2080	6.656
W V	Kleine Höhe I	0,80	6,4	1	3,2	2080	6.656
W VI	Kleine Höhe II	0,80	6,4	1	3,2	2080	6.656
Summe				41	131,2		251.168

Tabelle 26: Windpotenziale je Teilfläche

#### Hinweis:

Der Standort SG III unterliegt derzeit einer Höhenbegrenzung von 100 m Gesamthöhe.

Die Stadt Wuppertal hat neben den oben aufgeführten Flächen auch Reserveflächen benannt, die nicht in die Potenzialermittlung einfließen. Dabei handelt es sich um nachfolgende Gebiete:

- W11 Sieper Hof
- W16 Herbringhauser Talsperre I
- W3 Deponie Kemna
- W4 Scharpenacken

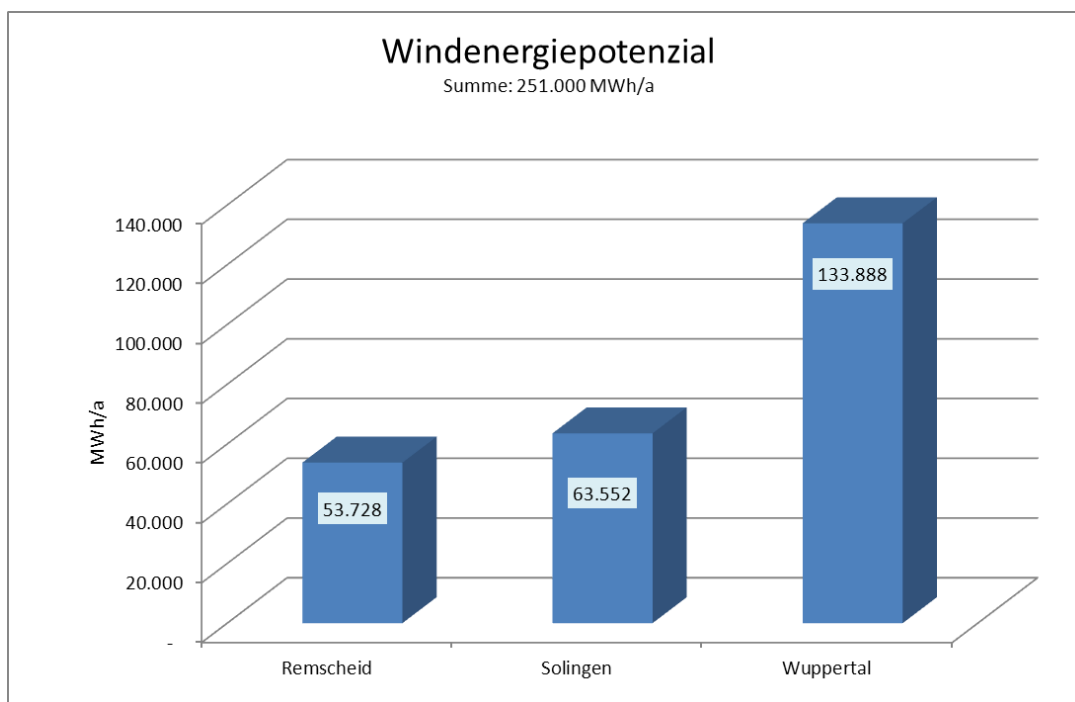


Abbildung 27: Windenergiepotenzial je Stadt

Das energetische Gesamtpotenzial, welches grundsätzlich sowohl technisch als auch wirtschaftlich erschließbar erscheint, summiert sich auf ca. 251.000 MWh/a.

### 3.3.5 CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

Bei Realisierung des technisch-wirtschaftlichen Strompotenzials von 251.000 MWh/a und Verdrängung eines fossilen Strom-Mixes ergäbe sich eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 205.000 Tonnen pro Jahr.

### 3.3.6 Wirtschaftlichkeit

Wie zuvor beschrieben wird davon ausgegangen, dass ab einer mittleren Windgeschwindigkeit von mehr als 5 m/s auf Nabenhöhe ein wirtschaftliches Potenzial vermutet werden kann. Diese Annahme deckt sich voraussichtlich nicht durchgehend mit den derzeitigen Renditeerwartungen potenzieller Investoren.

Nach heutiger Marktlage wird davon ausgegangen, dass ab einer mittleren Windgeschwindigkeit von mehr als 6 m/s ein wirtschaftlicher Betrieb möglich ist und die Mindestrenditeerwartung eines Investors erfüllt wird.

In der nachfolgenden Tabelle sind zwei Wirtschaftlichkeitsberechnungen für unterschiedliche mittlere Windgeschwindigkeiten dargestellt. Dabei wird unterstellt, dass die Windenergieanlagen in Anlehnung an den Vergütungsanspruch gem. EEG von 20 Jahren wirtschaftlich betrieben werden können, sofern sich eine Amortisation innerhalb dieses Zeitraumes einstellt. Dies ist in beiden Varianten gegeben.

Rahmendaten		Variante 1	Variante 2
mittlere Windgeschwindigkeit	m/s	6,7	6,0
Volllaststunden	h/a	2.310	1.780
Leistung	kW	3.200	3.200
Energieerzeugung	kWh/a	7.392.000	5.696.000
Sicherheitsabschlag (15%)	kWh/a	1.108.800	854.400
Energieeinspeisung	kWh/a	6.283.200	4.841.600
EEG-Vergütung (vereinfacht)	Cent/kWh	8,5	8,5
jhrl.Einspeisevergütung	€/a	534.072	411.536
Investitionskosten (inkl. Planung, Genehmigung, Infrastruktur, etc.)	€	3.712.000	3.712.000
<b>lfd.Kosten</b>			
Zinsen (5% auf halben Invest)	€/a	92.800	92.800
Pacht (5% auf jhrl. Einspeisevergütung)	€/a	26.704	20.577
Betriebskosten (2% auf Invest für Versicherung, Vollwartung, Betriebsführung, etc.)	€/a	74.240	74.240
jhrl. Kosten	€/a	193.744	187.617
Vergütung ./.. Kosten	€/a	340.328	223.919
Amortisation (vereinfacht)	a	11	17

Tabelle 27: Wirtschaftlichkeitsrechnung Windenergieanlage

### 3.4 Geothermie

Geothermie bezeichnet die Energie aus der Nutzung der im Boden gespeicherten Wärme. Oberflächennahe Geothermie nutzt Energie in der Regel in Tiefen bis 150 m, nur selten bis 400 m Tiefe. Ab 400 m Tiefe spricht man von Tiefengeothermie. Diese wird bis in Tiefen von 4.500 m genutzt. Üblicherweise spricht man von Tiefengeothermie erst ab 1.000 m Tiefe und mehr als 60°C Bodentemperatur. Darüber hinaus gibt es noch Systeme, welche die Bodenwärme bis in einer Tiefe von bis zu 5.000 m zur Stromerzeugung nutzen. Diese fallen unter den Begriff der „Enhanced Geothermal Systems“.

Die Potenziale von Tiefengeothermie sind in NRW aufgrund der geologischen Rahmenbedingungen deutlich geringer als die der oberflächennahen Geothermie. Daher wird im Folgenden der Schwerpunkt auf der Betrachtung der oberflächennahen Geothermiepotenziale liegen.

Die Nutzung oberflächennaher geothermischer Energie wird über Wärmepumpen ermöglicht, welche die Bodenwärme durch elektrische Arbeit auf ein höheres Temperaturniveau bringen. Dem Boden kann dabei über verschiedene technische Möglichkeiten Wärme entzogen werden. Dazu zählen Erdwärmekollektoren und Erdwärmesonden. Darüber hinaus kann über Grundwasserbohrungen und Energiepfähle Energie gewonnen werden. Energiepfähle können nur beim Neubau eines Gebäudes, das auf Betonpfählen errichtet wird, genutzt werden. Die Betonpfähle erhalten dabei einen Wärmetauscher. Das Potenzial für Energiepfähle ist aufgrund der notwendigen Kopplung an einen Neubau und die Pfahlbauweise gering.

Grundwasserbohrungen erfordern viele technische und genehmigungsrechtliche Prüfungen, so dass an dieser Stelle eine Aussage über das Potenzial für Grundwasserbohrungen auf regionaler Betrachtungsebene nicht möglich ist.

Die Wärmegewinnung aus Grubenwasser spielt für die Region keine Rolle. Die energetische Nutzung des Grubenwassers erfolgt derzeit vereinzelt im vom Bergbau geprägten Ruhrgebiet.

Erdwärmekollektoren, d. h. wärmeübertragende Röhren werden waagrecht und schleifenförmig in einem Abstand von 0,5 bis 1 m Abstand zueinander unterhalb der Frostgrenze verlegt, d. h. sie liegen 1 bis 1,5 m tief im Erdreich. Die Röhren werden dabei von einem Wärmeträgermedium, d. h. einem Wasser-Glycol-Gemisch durchströmt. In dieser Tiefe herrschen im Jahresdurchschnitt Temperaturen von 10 bis 12 Grad Celsius. Diese Wärme wird über den Wärmeträger zur Wärmepumpe transportiert. Um den Wärmebedarf eines Gebäudes zu decken, bedarf es bei heutigem Baustandard für Erdkollektoren des 1,5 bis 2-fachen Flächenbedarfs im Vergleich zur beheizten Fläche. Hier wird ein großer Nachteil deutlich. Der hohe Flächenbedarf grenzt das Potenzial stark ein, da die Grundstücksgrößen im Neubau oftmals relativ gering sind. Aufgrund der geringen Bodentiefe ist die Erschließung jedoch relativ einfach. Der potenzielle Wärmeeintrag wird durch die Bodenbeschaffenheit, d. h. die Feuchtigkeit beeinflusst.

Neben der verhältnismäßig einfach zu erschließenden Erdwärme durch Erdwärmekollektoren gibt es Erdsonden, die einen deutlich geringeren Flächenbedarf aufweisen, jedoch Tiefenbohrungen erfordern. Diese u-förmigen Kunststoffrohre werden mit Sole gefüllt und in Tiefen von in der Regel 40 bis 100 m in das Erdreich gebracht. Hier ist der Wirkungsgrad höher, da mit zunehmender Tiefe auch das Temperaturniveau ansteigt. Pro 100m steigt im Mittel die Temperatur um 3 K an. Gegenüber den Erdwärmekollektoren werden Erdsonden nicht nur zur Wärmeversorgung, sondern auch zu Kühlzwecken eingesetzt.

Um die Wärme aus dem Boden zu gewinnen, wird eine elektrische Wärmepumpe eingesetzt. Ihre Effizienz zeichnet sich durch ihre Arbeitszahl (Verhältnis zwischen abgegebener Heizleistung und zugeführter elektrischer Energie aus). Das EEWärmeG schreibt für Luft/Wasser- und Luft/Luft-Wärmepumpen eine Arbeitszahl von 3,5 und bei allen anderen Wärmepumpen eine Arbeitszahl von 4,0 vor.

### 3.4.1 Theoretisches Potenzial - Angebotspotenzial

Grundsätzlich steht das Angebotspotenzial unbegrenzt zur Verfügung, da ungünstige geothermische Verhältnisse durch tiefere Bohrungen ausgeglichen werden können. Für das Bergische Städtedreieck werden im Folgenden beispielhaft die theoretischen Potenziale für den Einsatz gängiger Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren abgeleitet. Danach werden über den nachfrageseitigen Bedarf die technischen Potenziale ermittelt. Bei der Ermittlung der Potenziale der oberflächennahen Geothermie werden die folgenden Einsatzzwecke betrachtet:

- Neubau: oberflächennahe Geothermie mit Wärmepumpe zu Heizzwecken
- Sanierung: Nutzung in energetisch hochwertig sanierten Bestandsgebäuden.

#### 3.4.1.1 Einsatz von Erdwärmesonden

Im weiteren Verlauf wird das Potenzial zur Nutzung von Erdwärmesonden mit Hilfe des Geothermieatlas NRW ermittelt. Als Sondenlänge werden 100 m angesetzt. Des Weiteren liegt eine Annahme von 1.800 Betriebsstunden der Berechnung zu Grunde. Dieser Wert ist ein typischer Wert für die Jahresbetriebsdauer einer Heizungsanlage.

Mit Hilfe der Professional-Version des Geothermieatlas NRW werden die drei Stadtgebiete jeweils in unterschiedlich ergiebige Flächenanteile aufgeteilt. Nach diesen Anteilen gewichtet, wird für das jeweilige Stadtgebiet eine mittlere Ergiebigkeit bestimmt.

Mit einem Sondenabstand von 12 m kann von einem ausreichenden Nachströmen der Wärme aus dem Erdreich ausgegangen werden. Es ergibt sich ein Flächenbedarf pro Sonde von 144 m<sup>2</sup> und auf die Gesamtfläche der Stadt eine entsprechende Sondenanzahl. Diese Anzahl wird mit der ermittelten mittleren Ergiebigkeit multipliziert und liefert das theoretische Erdsonden-Potenzial für das jeweilige Stadtgebiet.

Das Potenzial wurde um Wasserschutzgebiete reduziert, in denen mit einer erschwerten Nutzung der Geothermie zu rechnen ist. Des Weiteren werden für den Einsatz von Erdsonden nur unbebaute Flächen in Betracht gezogen, auf denen von einer geeigneten Entfernung zwischen Wärmequelle und Wärmesenke ausgegangen werden kann. Hierzu wird die Abschätzung der unbebauten „Gebäude- und Freiflächen“-Anteile herangezogen.

Demnach ergibt sich unter Berücksichtigung der Gesamtfläche und der mittleren Ergiebigkeit pro Stadtgebiet ein theoretisches Potenzial in Höhe von rund 28.000 GWh/a für das gesamte Bergische Städtedreieck. Durch die Nichteinbeziehung von Wasserschutzgebieten und bebauter Flächen, verbleibt ein Angebotspotenzial von rund 4.800 GWh/a. Verkarstete Flächen wurden nicht von der Flächenbetrachtung ausgenommen, müssen jedoch im Einzelfall auf potenzielle Probleme bei der Bohrung geprüft werden.

	Fläche [ha]	Ergiebigkeit [kWh/m*a]	theor. Potenzial [GWh/a]	Angebots- potenzial [GWh/a]
Stadt Wuppertal	16.839	120	14.032	2.245
Stadt Remscheid	7.460	126	6.528	1.107
Stadt Solingen	8.954	121	7.524	1.417
Bergisches Städtedreieck	33.253		28.084	4.769

Tabelle 28: Theoretisches Potenzial Erdsonden

### 3.4.1.2 Einsatz von Erdkollektoren

Für die Ermittlung des Potenzials in Bezug auf den Einsatz von Erdkollektoren wird von einer mittleren Entzugsleistung von  $25 \text{ W/m}^2$  ausgegangen. Die Entzugsleistung schwankt je nach Bodenart zwischen  $10$  und  $40 \text{ W/m}^2$ .

Auf der Gesamtfläche des Bergischen Städtedreiecks ergibt sich für den Einsatz von Erdkollektoren mit einer mittleren Entzugsleistung von  $25 \text{ W/m}^2$  und angenommenen 1.800 Betriebsstunden pro Jahr ein theoretisches Potenzial von rund 15.500 GWh/a. Werden die für den Einsatz von Erdsonden genannten Einschränkungen (Wasserschutzgebiete, bebaute Flächen, etc.) übernommen, verbleibt ein Angebotspotenzial von insgesamt etwa 2.500 GWh/a.

	Fläche [ha]	theor. Potenzial [GWh/a]	Angebotspotenzial [GWh/a]
Stadt Wuppertal	16.839	7.578	1.212
Stadt Remscheid	7.460	3.926	569
Stadt Solingen	8.954	4.029	759
Bergisches Städtedreieck	33.253	15.533	2.541

Tabelle 29: Theoretisches Potenzial Erdkollektor

### 3.4.2 Technisches Potenzial - Nachfragepotenzial

Wie bereits erläutert, ist das nachfrageseitige Potenzial für den Einsatz geothermischer Techniken nur in Kombination mit Wärmepumpen zu Heizzwecken im Neubau und in energetisch hochwertig sanierten Bestandsgebäuden zu sehen. Auf Basis von Angaben zu Baufertigstellungen des Landesbetriebs Information und Technik Nordrhein-Westfalen wurde für die letzten acht Jahre, d. h. von 2003 bis 2010, die durchschnittliche jährlich fertiggestellte Wohnfläche ermittelt. Mit einem Endenergiebedarf für Neubauten von ca.  $51 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  zur Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasserbereitung wird in der Folge ein Potenzial für den Betrachtungszeitraum bis 2020 abgeleitet. Danach lässt sich ein technisches Potenzial im Bereich des Neubaus für die nächsten acht Jahre von etwa 42 GWh/a errechnen.

Im sanierten Gebäudebestand wurden aufbauend auf den Wohnungsbestandsdaten und Sanierungsquoten der Städte, Festlegungen zur Potenzialermittlung getroffen. Für einen Betrachtungszeitraum von acht Jahren ergibt sich bei einem Endenergiebedarf von etwa 73 kWh/m<sup>2</sup>a in Bezug auf die mittlere Wohnfläche der drei Städte (74-77 m<sup>2</sup>/Wohnung) ein nachfrageseitiges Potenzial im Gebäudebestand von ca. 110 GWh/a. Das technische Gesamtpotenzial aus Neubau und Sanierung beträgt somit zusammen für das Bergische Städtedreieck etwa 151 GWh/a.

	techn. Potenzial Neubau [GWh/a]	techn. Potenzial Bestand [GWh/a]	Summe [GWh/a]
Stadt Wuppertal	21,6	62,7	84,3
Stadt Remscheid	8,2	20,4	28,6
Stadt Solingen	11,8	26,5	38,3
Bergisches Städtedreieck	41,6	109,6	151,1

Tabelle 30: Technisches Potenzial Neubau und Bestand – Nachfragepotenzial

### 3.4.3 CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale

Bei Realisierung des technischen Gesamtenergiepotenzials von etwa 151.000 MWh/a ergäbe sich eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von rund 8.000 Tonnen. Durch den Einsatz von Strom für die Nutzung der Wärmepumpe ist das Einsparpotenzial durch Geothermie in Kombination mit Wärmepumpen trotz des relativ hohen technischen Energiepotenzials gering. Je nach Ausgangsgröße (Arbeitszahl der Wärmepumpe, Verdrängungs-Mix) kann der Einsatz sogar zu einer Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Emissionen führen.

### 3.4.4 Wirtschaftlichkeit

Die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung bewertet den Einsatz der Geothermie zur Wärmeversorgung im Einfamilienhausbereich. Die Berechnung wird für die Nutzung durch Erdsonde und Flachkollektor (Erdkollektor) durchgeführt. Die erzeugte Wärme wird mit einem fiktiven Vergütungssatz in Höhe von 14 Cent/kWh bewertet. Da Wärmepumpenanlagen üblicherweise im Zuge der Gebäudeerrichtung mit finanziert werden, ist hier ein verringerter Zinssatz von 3 % zu Grunde gelegt worden.

Rahmendaten		Variante 1 Sonde	Variante 2 Flach
Wärmebedarf	kWh/a	8.800	8.800
COP (Coefficient Of Performance)		4,0	3,9
el. Hilfsenergie (Strombedarf der Wärmepumpe)	kWh/a	2.200	2.256
Vergütung (hier: vermiedene Kosten fossiler Energieträger und Anlagentechnik)	Cent/kWh	14,0	14,0
jhrl. Vergütung (hier: vermiedene Kosten fossiler Energieträger und Anlagentechnik)	€/a	1.232	1.232
<b>Investition</b>			
Wärmequelle	€	4.500	6.800
Anlagentechnik	€	7.260	7.260
./.. Förderung	€	2.800	2.800
Summe	€	8.960	11.260
<b>lfd. Kosten</b>			
Zinsen (3% auf halben Invest)	€/a	134	169
Betriebskosten (2% auf Anlagentechnik für Wartung & Instandsetzung)	€/a	145	145
Stromkosten (zum Betrieb der Wärmepumpe; 22 Cent/kWh)	€/a	484	496
jhrl. Kosten	€/a	764	811
Vergütung ./.. Kosten	€/a	468	421
Amortisation (vereinfacht)	a	19,1	26,7

Tabelle 31: Wirtschaftlichkeitsberechnung Wärmepumpen (Geothermie)

Bei einer technischen Lebensdauer von 20 Jahren ist nur die Variante 1 (Erdsonde) wirtschaftlich darstellbar. Die Variante 2 (Erdkollektor) ist unter den hier gewählten Voraussetzungen nicht wirtschaftlich.



### 3.5 Wasserkraft

Neben der Windenergienutzung ist die Wasserkraftnutzung die älteste Form der regenerativen Energieerzeugung. Zunächst diente sie zur Bereitstellung mechanischer Energie und seit dem 20. Jahrhundert auch zur Stromerzeugung.

Die hohen Niederschlagsmengen und die bewegte Topographie bedingen gute Nutzungsmöglichkeiten für die Wasserkraft im Bergischen Städtedreieck. Sie war daher einst die Basis für die industrielle Entwicklung der Region. Die Nähe zum Wasser war zur mechanischen Energieerzeugung in Mühlen und Hammerwerken notwendig. Die Wassernähe verlor mit der Entwicklung des Stromnetzes an Bedeutung und der Großteil der Wasserkraftanlagen wurde aufgegeben.

Ein Ausbaupotenzial für die Wasserkraftnutzung besteht aus rechtlichen und wirtschaftlichen Gründen in erster Linie an bestehenden Standorten durch eine Optimierung der technischen Anlagen, einen Ausbau der Wasserkraftanlage mit Erhöhung der Wassermenge (soweit dies wasserrechtlich zulässig ist) oder den Einbau weiterer Turbinen, um auf unterschiedliche Wassermengen reagieren zu können. Hierbei handelt es sich sowohl um Wasserkraftanlagen an Talsperren der Region, als auch um die bestehenden Standorte an der Wupper.

Theoretisch bestehen an der Wupper und ihren Nebengewässern auch Reaktivierungspotenziale von nicht mehr genutzten Altstandorten. Der Aufwand zur Reaktivierung ist aber in der Regel sehr hoch. Ein genehmigungsfähiger und wirtschaftlicher Betrieb ist in der Regel nur möglich, wenn noch nutzbare wasserbauliche Anlagen, wie z. B. Stauwehre vorhanden sind. Die Anlagen können sowohl im Inselbetrieb als auch netzgekoppelt eingesetzt werden.

Bei Wasserkraftanlagen ist der dynamische Anteil, d. h. die Nutzung der Strömungsgeschwindigkeit praktisch vernachlässigbar. Die energetische Nutzung beruht fast vollständig auf der Nutzung der potenziellen Energie, d. h. durch die Stauhöhe. Der Anteil der Strömungsenergie liegt i. d. R. deutlich unter 1%. Für übliche Fließgeschwindigkeiten von 1-2m/s, wie sie in Binnengewässern vorherrschen, entspricht die Strömungsenergie des vollständigen Gewässerquerschnitts – selbst wenn sie technisch nutzbar wäre - lediglich der potenziellen Energie am gleichen Standort für eine Stauhöhe deutlich unter 10 cm. Der Einsatz von Strömungsturbinen ist daher nur auf dem Meer bei großen Wassertiefen und somit großen nutzbaren Querschnittsflächen und gleichzeitig hohen Strömungsgeschwindigkeiten wirtschaftlich möglich. Für die weitere Untersuchung werden Strömungsturbinen daher nicht betrachtet.

Zur Nutzung der potenziellen Energie muss die erforderliche Stauhöhe von i. d. R. mindestens 1,5 m an einer natürlichen Gewässerstufe vorhanden sein bzw. durch Aufstau oder über einen Turbinengraben, der Gewässerabschnitte mit der erforderlichen Höhendifferenz verbindet, geschaffen werden.

Bei Wasserkraftanlagen kann zwischen Ausbaumart bzw. Lage am Gewässer und nach Turbinentyp unterschieden werden. Der Turbinentyp ist abhängig von der Wassermenge und der Fallhöhe.

- Francisturbine: Diese hat am weitesten Verbreitung gefunden, da sie einen sehr großen Betriebsbereich aufweist.

- Kaplanturbine: Das Laufrad gleicht einem Schiffspropeller, dessen Flügel verstellbar sind. Durch die doppelte Regulierbarkeit von Leit- und Laufrad-Schaufeln ist eine optimale Anpassung an die jeweilige Wassermenge und Fallhöhe möglich. Die Kaplanturbine eignet sich besonders für Standorte mit großen Wassermengen und eher geringem Gefälle.
- Pelton turbine: Diese Turbine ist eine Freistrahlturbine. Die Pelton turbine ist für Wassermengen ab etwa 20 l/s bis 8 m<sup>3</sup>/s und Fallhöhen von bis zu 2.000 m geeignet.
- Durchströmturbine: Diese hat einen weiten Einsatzbereich und ist sowohl für kleinere Wassermengen ab 50 l/s und niedrige Fallhöhen ab ca. 2 m als auch für größere Leistungen (bis 200 m und 10 m<sup>3</sup>/s) geeignet.
- Wasserrad: Dieses hat auch heute noch an Standorten mit geringer Wassermenge (100 l/s bis 1 m<sup>3</sup>/s, teilweise bis über 5 m<sup>3</sup>/s) und Fallhöhen (0,5 bis 10 m) seine Berechtigung.

Für die Wasserkraftnutzung gelten besondere rechtliche Anforderungen. Basis für die Genehmigung einer Wasserkraftanlage sind das Wasserhaushaltsgesetz und dessen Basis, die EG-Wasserrahmenrichtlinie. Besondere Anforderungen werden auch durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz gestellt, wenn die Anlagen eine Vergütung erhalten sollen.

Insgesamt ergibt sich sowohl aus technischer, als auch aus rechtlicher Sicht ein stark eingegrenzter Handlungsspielraum, so dass der Neubau an einem energetisch bisher nicht genutzten Standort kaum realisierbar ist. Neustandorte sind rechtlich fast ausgeschlossen.

Die Reaktivierung stillgelegter Anlagen mit vorhandenen Wasserrechten bedeutet einen erhöhten und ggf. nicht wirtschaftlichen Aufwand. Der Ausbau und die Optimierung vorhandener wasserbaulicher Einrichtungen bietet daher das größte Potenzial.

In der weiteren Untersuchung wird aus rechtlichen Gründen von der Ermittlung potenzieller Neustandorte abgesehen. Es werden nur vorhandene Wasserkraftwerke hinsichtlich ihres Reaktivierungs- und Ausbaupotenzials untersucht.

### 3.5.1 Theoretisches Potenzial

Zur Bestimmung des an Fließgewässern im Untersuchungsraum theoretisch nutzbaren Potenzials wurden die Einzugsgebiete der Gewässerabschnitte in den Versorgungsgebieten der Region analysiert. Dies betrifft aufgrund der verfügbaren Datenlage nur die Wupper. Die Nebengewässer, wie z. B. der Eschbach wurden aufgrund der fehlenden Angaben über Wassermengen nicht untersucht. Darüber hinaus bieten sie kaum Potenzial, das nennenswerten Einfluss auf die Energieversorgung der Region nehmen könnte.

Aus der Datenbank des LANUV und ELWAS\_IMS des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW wurden Daten über Pegel und mittlere Wassermenge (MQ) für die Wupper-Pegel Kluserbrücke, Buchenhofen, Glüder und Opladen verwendet. Letzterer liegt außerhalb des Untersuchungsgebietes in Nähe zum Rhein, so dass diese Berechnung nur eine geringe Aussagekraft haben kann.

Die mittlere nutzbare Höhendifferenz, d. h. die Höhendifferenz zwischen den Pegeln wurde anhand der Daten der Pegelnullpunkte bestimmt. Über die Formel

$$\text{Elektrische Leistung (kW)} = \text{Fallhöhe (m)} \times \text{Wassermenge (m}^3/\text{s)} \times 8$$

wurde das hydraulische Potenzial berechnet. Das Gesamtpotenzial des Bereichs Kluserbrücke bis Opladen liegt danach bei rund 10.400 kW. Das Gesamtpotenzial des Bereichs Kluserbrücke bis Glüder liegt bei rund 6.000 kW.

Die Wirkungsgrade wurden dabei zu 100% gesetzt. Das hydraulische Potenzial ist nicht vollständig energetisch nutzbar.

### 3.5.2 Technisches Potenzial

Das technisch nutzbare Potenzial ist erheblich kleiner als das theoretische Potenzial, da eine Wasserkraftnutzung nur an bereits vorhandenen Staustufen möglich ist. Teilweise wird das Potenzial bereits genutzt, z. B. am Standort Buchenhofen.

#### 3.5.2.1 Repowering

Zur Ermittlung der technischen Potenziale im Ausbau und Repowering wurden die bestehenden aktiven Wasserkraftstandorte ermittelt.

Derzeit sind im Untersuchungsgebiet mehrere aktive Wasserkraftstandorte bekannt (s. Tabelle 32). In diesen Anlagen wird derzeit Strom produziert bzw. werden die Anlagen in Kürze in Betrieb genommen. In Solingen gibt es fünf Wasserkraftanlagen. In Wuppertal gibt es vier Wasserkraftanlagen. In Remscheid wurde die erste Wasserkraftanlage im Dezember 2012 an der Eschbachtalsperre in Betrieb genommen. Die Wasserkraftanlage der Wuppertalsperre wurde in dieser Untersuchung nicht der Stadt Remscheid, sondern der Stadt Radevormwald zugerechnet, da die Anlage auf Radevormwalder Stadtgebiet steht.

Die Tabelle 32 stellt die Wasserkraftanlagen der Region dar sowie die nach derzeit bestehender Datenlage vorhandenen Angaben zu Leistung, Stromerzeugung und Potenzialausschöpfung:

Kommune	Kraftwerk	Betreiber	Leistung (kW)	Stromerzeugung (MWh/a) (2010)	Optimierungspotenzial	Quelle
Solingen	Auer Kotten	Privat	340	945	Optimierungen erfolgt	energymap.info
Solingen	Odenthaler Weg		2	1,23	k. A.	energymap.info
Solingen	Wasserwerk Glüder	Stadtwerke Solingen	500	1.423	2010 Sanierung mit Leistungssteigerung um 15-20% durchgeführt	Stadtwerke Solingen energymap.info
Solingen	Wasserwerk Strohn / Sengbachtalsperre	Stadtwerke Solingen	65	149	k. A.	energymap.info
Solingen	Schaltkotten (Müngstener Brückenweg)	Privat	160	897	k. A.	energymap.info
Solingen-	gesamt		1.067	3.415		
Wuppertal	Kläranlage Buchenhofen	Wuppertalverband	560	2.500	Umbau in 2006 und 2011 erfolgt	Wuppertalverband
Wuppertal	Beyenburg	Privat	470	1.028	k. A.	WSW energymap.info
Wuppertal	Ronsdorfer Talsperre	Wuppertalverband	1,5	0,93	Demo-Anlage	Wuppertalverband, energymap.info
Wuppertal	Herbringhamser Talsperre	WSW	203	34,5	k. A.	WSW energymap.ino
Wuppertal	gesamt		1.234,5	3.563		
Remscheid	Eschbachtalsperre (neu)	EWR	30 kW	k. A.	Inbetriebnahme Dezember 2012	EWR-Homepage
Summe			2.331	7.098		

Tabelle 32: Wasserkraftanlagen im Bergischen Städtedreieck (Stand: Dezember 2012)

Jährlich kann von einer Mindeststromproduktion aus Wasserkraft in Höhe von rund 7.100 MWh ausgegangen werden.

Aktiv im Bereich der Wasserkraftnutzung der Talsperren sind neben dem Wuppertalverband die drei Stadtwerke des Bergischen Städtedreiecks. Hier werden neben der fortführenden Optimierung auch neue Wasserkraftanlagen errichtet, z. B. durch die Energie und Wasser für Remscheid GmbH an der Eschbachtalsperre.

Eventuell wird im Zuge der Sanierung der Panzertalsperre eine weitere Wasserkraftanlage errichtet. Eine Wirtschaftlichkeitsprüfung erfolgt derzeit.

Mehrere Wasserkraftanlagen sind erst vor kurzem technisch optimiert worden, so dass auch bei der Leistungssteigerung das Potenzial derzeit ausgeschöpft scheint.

### 3.5.2.2 Reaktivierung:

In der Vergangenheit wurden bereits verschiedene Untersuchungen zur Reaktivierung vorhandener Wasserkraftstandorte in der Region durchgeführt. Im Rahmen der Untersuchung zur Erstellung der Projektskizze „Innovative Reaktivierung von alten Wasserkraftstandorten zu Demonstrationszwecken“ für die Regionale 2006 wurden 2002 im Eschbachtal 19 potenzielle Standorte untersucht, von denen fünf aufgrund ihres Potenzials genauer untersucht wurden. Davon liegen jedoch nur zwei Standorte im Untersuchungsgebiet, die bei weiterer Prüfung für eine Reaktivierung jedoch nicht wirtschaftlich darstellbar waren.

Im Rahmen des Energiekonzeptes für Solingen wurden im Jahr 2000 bereits sechs Solinger Standorte geprüft. Von diesen hat sich jedoch auch kein Standort technisch bzw. wirtschaftlich als reaktivierbar erwiesen. Auf eine weitere Untersuchung der Querbauwerke wurde daher verzichtet.

Kommune	Kraftwerk	Potenzialausschöpfung	Quelle
Solingen	Hüttenhammer (Eschbach)	Funktionsuntüchtiges Wehr, beschädigter Obergraben, weitere Teile nicht mehr vorhanden	Energiekonzept Solingen -12. Nutzungsmöglichkeiten der Wasserkraft in Solingen (08/2000)
Solingen	Kellershammer (Eschbach)	In 2006 keine Wirtschaftlichkeit Ggf. Überprüfung der Wasserrechte und der Wirtschaftlichkeitsrechnung notwendig	Energiekonzept Solingen -12. Nutzungsmöglichkeiten der Wasserkraft in Solingen (08/2000); Regionale 2006 – Projektskizze B: Innovative Reaktivierung von alten Wasserkraftstandorten zu Demonstrationszwecken (2002)
Solingen	Neuwerk (Eschbach)	Keine Wirtschaftlichkeit gegeben (Stand 2000)	Energiekonzept Solingen -12. Nutzungsmöglichkeiten der Wasserkraft in Solingen (08/2000)
Solingen	Kirschberger Kotten (Wupper)	Keine reaktivierbaren Reste vorhanden, so dass Neubau notwendig wäre	Energiekonzept Solingen -12. Nutzungsmöglichkeiten der Wasserkraft in Solingen (08/2000)
Solingen	Untenfriedrichstaler Kotten (Wupper)	Keine reaktivierbaren Reste vorhanden, so dass Neubau notwendig wäre	Energiekonzept Solingen -12. Nutzungsmöglichkeiten der Wasserkraft in Solingen (08/2000)
Remscheid	Heintjeshammer (Eschbach)	In 2006 keine Wirtschaftlichkeit. Ggf. Überprüfung der Wasserrechte und der Wirtschaftlichkeitsrechnung notwendig	Regionale 2006 – Projektskizze B: Innovative Reaktivierung von alten Wasserkraftstandorten zu Demonstrationszwecken (2002)

Tabelle 33: Ergebnisse Reaktivierungsüberprüfungen

Folgende Standorte werden derzeit nicht genutzt bzw. sind nicht nutzbar und werden nur der Vollständigkeit halber aufgenommen:

Kommune	Kraftwerk	Betreiber	Leistung (kW)	Stromerzeugung (MWh/a)	Potenzialausschöpfung
Wuppertal	Mollenkotten	privat	Keine, nur Schleifernutzung	Keine	Nur museale Nutzung
Wuppertal	Morsbach	privat	K.A.	k.A..	Nicht wirtschaftlich
Solingen	Wipperkotten	privat	keine, nur Schleifernutzung	keine	Nur museale Nutzung
Solingen	Jagenberg				Wehr wurde zerstört, Standort nicht mehr reaktivierbar

Tabelle 34: Nicht nutzbare Standorte für Wasserkraftanlagen

Auch der Wupperverband hat eine Prüfung der wasserrechtlichen Bewilligungen durchgeführt, da es nach dem WHG keine neuen Querverbauungen geben darf und nur noch die Reaktivierung bzw. Anlagen an genehmigten Standorten in Frage kommen. Die geringe installierbare Leistung ist aber unwirtschaftlich, so dass der Wupperverband als regionaler Hauptakteur in der Wasserkraft zukünftig nur noch Repowering und den Bau von Parallelmotoren bei Talsperren betreiben wird. Durch den Wupperverband wird es in Zukunft keinen weiteren Neubau von Kleinwasserkraftanlagen an Fließgewässern geben.

Es gibt noch einen zweiten Wasserverband in der Region. Der Bergisch-Rheinische Wasserverband, der für das Rheineinzugsgebiet verantwortlich ist, nutzt keine Wasserkraft. In dem Gebiet liegen nur wenige, kleine Gewässer.

Der Bau und Betrieb von Kleinwasserkraftanlagen seitens Privater ist aufgrund des hohen finanziellen, genehmigungsrechtlichen und technischen Aufwandes ebenfalls sehr unwahrscheinlich.

Im Rahmen dieser Untersuchung ist eine komplette Überprüfung der wasserrechtlichen Genehmigungen, als auch der vorhandenen Querbauwerke und Stauwehre, die für eine Wasserkraftnutzung in Frage kommen, aufgrund des Umfangs und Untersuchungsauftrags sowie der mangelnden Datenlage nicht möglich. Eine Möglichkeit zur Sichtung der regional vorhandenen Querbauwerke bieten die Datenbanken des Landes NRW: ELWAS bzw. QUIS.

Darüber hinaus prüft nach Aussage des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) die zuständige Behörde, ob an Staustufen und sonstigen Querverbauungen, die am 1. März 2010 bestehen und deren Rückbau zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach Maßgabe der §§ 27 bis 31 WHG auch langfristig nicht vorgesehen ist, eine Wasserkraftnutzung nach den Standortgegebenheiten möglich ist. Das Ergebnis der Prüfung wird der Öffentlichkeit in geeigneter Weise zugänglich gemacht (s. § 35, Absatz 3 WHG). Eine Übersicht über vorhandene Querbauwerke und deren Nutzungsmöglichkeiten liegt für den Bereich der unteren Wupper vor.

Insgesamt ist das technisch-wirtschaftliche Potenzial sehr gering und nicht eindeutig quantifizierbar.

### 3.5.3 CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial

Das Energiepotenzial ist nicht quantifizierbar, so dass ein CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial an dieser Stelle nicht ausgewiesen werden kann.

### 3.5.4 Wirtschaftlichkeit

Neben dem hohen genehmigungsrechtlichen Aufwand hängt die Errichtung von Anlagen an Altstandorten mit wasserrechtlicher Genehmigung stark von der Wirtschaftlichkeit der Anlage ab. Die Investitionskosten von Wasserkraftanlagen sind stark von den jeweiligen örtlichen Verhältnissen und der Größe abhängig. Dazu gehört die installierte Leistung, die Fallhöhe, die weiteren Standortbedingungen und die notwendigen ökologischen Maßnahmen.

Bei Reaktivierungen kleinerer Anlagen im Leistungsbereich unter 500 kW ist mit ca. 1.500 - 5.000 €/kW zu rechnen (Kleinstanlagen unter 20 kW noch deutlich mehr).

Für neue Kleinwasserkraftanlagen im Leistungsbereich zwischen 100 und 1.000 kW sind die spezifischen Investitionskosten mit 4.000 - 6.000 €/kW (Quelle: [www.erneuerbare-energien.de](http://www.erneuerbare-energien.de)) noch höher, dabei liegt der Anteil baulicher Anlagen in der Regel bei etwa 35 - 60%. Nach Aussage des Bundesministeriums für Naturschutz, Umweltschutz und Reaktorschutz liegen die Stromgestehungskosten bei einer typischen Auslastung von 3.000 bis 5.000 Volllaststunden pro Jahr zwischen 10 und 23 Cent/kWh.

Da die jeweiligen Kosten für die Reaktivierung eines Altstandortes sehr stark von den lokalen Gegebenheiten abhängen, wurde aufgrund der geringen Aussagefähigkeit von einer Beispielberechnung abgesehen.

## 3.6 Abwasserwärmenutzung

### 3.6.1 Theoretisches Potenzial

Das im Abwasser enthaltene Wärmepotenzial wird zum jetzigen Zeitpunkt zum großen Teil ungenutzt an die Umwelt abgegeben, dabei ist das Nutzungspotenzial vergleichsweise groß. Wenn dem Abwasser 1 Kelvin Wärme entzogen wird, kann aus 1m<sup>3</sup> Abwasser theoretisch 1,5 kWh Wärme gewonnen werden. Zum Vergleich: In einer Kläranlage entsteht aus 1m<sup>3</sup> Abwasser etwa 0,5 m<sup>3</sup> Klärgas, was einem Energieinhalt von etwa 0,3 kWh entspricht (DBU 2005).

Die Wärme kann entweder aus dem Ablauf des gereinigten Abwassers einer Kläranlage und/oder direkt aus dem Abwasser der Kanalisation entnommen werden. Im zweiten Fall ist allerdings zu beachten, dass der Einfluss der Abkühlung den Kläranlagenbetrieb negativ beeinflussen kann. Entscheidend für den Ort der Entnahmen ist weiter die Verfügbarkeit von geeigneten Abnehmern in räumlicher Nähe. Dies ist auch ein wesentlicher Faktor, der das theoretisch verfügbare Potenzial limitiert (s. Abbildung 28).



Abbildung 28: Potenziale Abwasserwärme (Eigene Darstellung nach BECKER)

### 3.6.2 Technisches Potenzial

Die Nutzung von Abwasserwärme ist technisch sowohl in bestehenden Kanälen, als auch in neu zu errichtenden Kanälen möglich. Die Entnahme der im Abwasser enthaltenen Wärmeenergie erfolgt über einen Wärmetauscher, der den schmutzigen Abwasserkreislauf vom sauberen Warmwassersystem trennt. In neu zu errichtenden Kanälen kann dieser Wärmetauscher bereits in der Betonhülle der Kanalsegmente integriert sein. Für bestehende Kanalnetze bestehen technische Lösungen, einzelne Wärmetauschersegmente nachträglich in den Kanal einzubringen oder auch Bypasslösungen, die das Abwasser dem System entnehmen und nach erfolgter Wärmeentnahme dem Kanalnetz zurückführen (s. Abbildung 29).



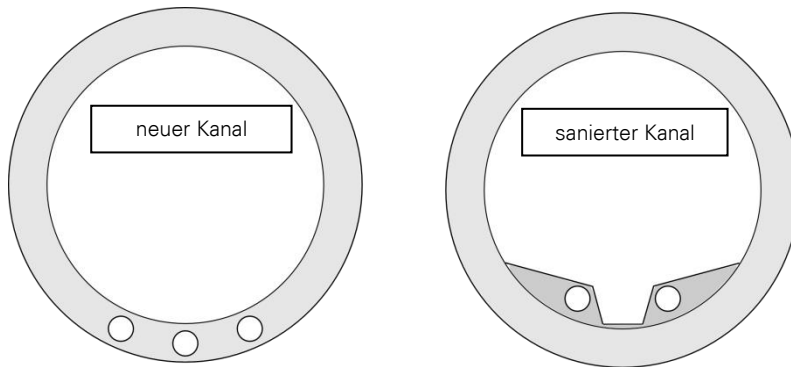


Abbildung 29: Technologienvergleich (Eigene Darstellung)

Die in Abwässern enthaltene Wärmeenergie ist in der Regel nicht für eine direkte Nutzung ausreichend, so dass die Nutzung von Wärme aus Abwässern meist mit Hilfe von Wärmepumpen erfolgt. Eine Wärmepumpe entzieht der Umwelt Wärmeenergie, welche sie durch den Einsatz zusätzlicher Hilfsenergie auf ein höheres Temperaturniveau anhebt. Hierdurch kann Energie sowohl zu Heizzwecken, als auch zur Warmwasserbereitung bereitgestellt werden.

Die Nutzung von Abwasserwärme unterliegt grundlegend drei Bedingungen. Die Voraussetzungen an den Kanal, die erfüllt sein müssen, um Abwasserwärme nutzen zu können, lassen sich wie folgt zusammenfassen. Die minimale Abwassermenge beträgt 15 l/s, der Kanalinnendurchmesser sollte mindestens 600 mm betragen und die Distanz zu potenziellen Wärmeabnehmern sollte möglichst gering sein, unterscheidet sich jedoch je nach verwendeter Technologie. Der Kanal sollte ein Gefälle zwischen 1% und 6% aufweisen und die Fließgeschwindigkeit sollte im Bereich von 0,2 bis 0,8 m/s liegen (Berliner Energieagentur 2007). Bei warmer Fernwärme (ca.  $>80^{\circ}\text{C}$  im Vorlauf) sollten 200-300 m nicht überschritten werden (vgl. DBU, Pop, Treis, Becker). Mit kalten Fernwärmenetzen (ca.  $>15^{\circ}\text{C}$  im Vorlauf) können auch Abnehmer in über einem Kilometer Entfernung erschlossen werden.

Hinsichtlich der Abnehmerseite der Abwasserwärme existieren ebenfalls Anforderungen, die erfüllt werden sollten. Eine entscheidende Rolle spielt der Wärmebedarf, er sollte mindestens 150 kW betragen (vgl. Müller, Becker). Die versorgten Gebäude sollten idealerweise über ein Niedertemperaturheizungssystem verfügen. Konkurrierende Energiearten wie Fernwärme oder Holz sind für die Nutzung von Abwasserwärme eher hinderlich.

Sofern die Wärme aus dem Abwasser im Zulauf der Kläranlage entnommen werden soll, ist eine Abstimmung mit dem Kläranlagenbetreiber zwingend erforderlich, da die Wärmeentnahme und die damit verbundene Temperaturabnahme des Abwassers Einfluss auf die biologischen Prozesse innerhalb der Kläranlage haben. Die Distanz zwischen dem Punkt der Wärmeentnahme und der Kläranlage sowie der Zusammenfluss von Teilströmen aus unbeeinflussten Kanalabschnitten wirken sich aber auch regulierend auf die Abwassertemperatur aus.

Für die Schweiz wurden hierzu Grenzkriterien für die Wärmenutzung aus ungereinigtem Abwasser in der Kanalisation vor der Kläranlage aufgestellt, die auch in Deutschland angewendet werden können. Demnach ist die Wärmeentnahme aus einem Kanalisationsteilstrang ohne detaillierte Untersuchung zulässig, sofern die Temperatur im Kläranlagenzulauf im Durchschnitt der Wintermonate Dezember, Januar und Februar  $10^{\circ}\text{C}$  nicht unterschreitet und die resultierende Abkühlung im Kläranlagenzulauf kleiner gleich 0,5 K ist (DBU 2005).

Für die Entnahme von Wärme aus gereinigtem Abwasser nach der Kläranlage bzw. vor dem Vorfluter gilt: „Die Temperatur im Vorfluter der Kläranlage darf sich durch eine Wärmeentnahme aus dem Kläranlagenablauf nicht um mehr als 1,5 Kelvin ändern. Die Kläranlagenablauftemperatur soll nach Wärmeentnahme bei der Einleitstelle in den Vorfluter 3°C nicht unterschreiten“ (DBU 2005).

Im Bergischen Städtedreieck wurden bislang noch keine konkreten Projekte umgesetzt. In allen drei Städten liegen jedoch bereits erste Konzepte vor, die Nutzung von Abwärme aus Abwasser in Neubau- und Sanierungsprojekte zu integrieren.

### 3.6.3 Wirtschaftlichkeit und Beitrag zum Klimaschutz

Die Wirtschaftlichkeit und der Beitrag zum Klimaschutz der Abwasserwärmenutzung ist von den vorangegangenen Faktoren abhängig und Bedarf somit einer Einzelfallbetrachtung. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass die zur Nutzung erforderlichen Abwasserwärmepumpen umso wirtschaftlicher arbeiten, je höher die Temperatur der Wärmequelle Abwasser und je geringer die Distanz zu potenziellen Wärmeabnehmern ist. Positiven Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit einzelner Anlagen können die Einbringungen von Abwasserwärmetauschern mit sowieso anstehenden Kanalsanierungen und der bivalente Betrieb der Wärmepumpe beispielsweise in Verbindung mit einem Gas-Spitzenlastkessel haben.

### 3.7 Regionale Wertschöpfungseffekte

Die Berechnung der regionalen Wertschöpfung der vorangehend identifizierten technischen Gesamtpotenziale erneuerbarer Energieträger im Bergischen Städtedreieck erfolgt auf der Basis bundesweiter Durchschnittswerte für typische Beispielanlagen als erste Orientierungsstufe. Es werden sowohl Wertschöpfungseffekte, als auch Klimaschutzeffekte und Beschäftigungseffekte der Beispielanlagen berechnet. Methodisch fußt die Berechnung der regionalen Wertschöpfung auf der Methodik des Wertschöpfungsrechners der Agentur für Erneuerbare Energien e.V., welcher wissenschaftlich durch das IÖW (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung) konzeptioniert und durch das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz gefördert wurde.

Nach Maßgabe dieser Berechnungsmethodik werden verschiedene Größen bei der Berechnung der regionalen Wertschöpfung berücksichtigt. Diese sind:

- Kommunale Wertschöpfungseffekte
  - o Kommunale Steuereinnahmen (Gewerbesteuer auf Unternehmensgewinne und Anteile an der Einkommenssteuer)
  - o Unternehmensgewinne
  - o Einkommen aus Beschäftigung
- Klimaschutzeffekte (vermiedene Treibhausgase)
- Beschäftigungseffekte (Vollzeitarbeitsplätze)

Bei der Berechnung wird angenommen, dass eine volle Umsetzung der identifizierten Potenziale erneuerbarer Energieträger im Jahr 2020 vollständig erfolgt ist. Der Grund dafür ist, dass im Vorfeld nicht prognostiziert werden kann, wann bis 2020 welches Maß der Potenzialerschließung erreicht sein wird.

Der Wertschöpfungsrechner greift dabei allgemeine Trends bei der Energiepreisentwicklung zusammen mit Energieeffizienzeffekten auf.

Die Regionale Wertschöpfung umschreibt in diesem Zusammenhang eine Teilmenge der gesamten globalen Wertschöpfung, die durch in der Region errichtete und produzierte Erneuerbare-Energien-Anlagen und durch die dazugehörigen Produktionsanlagen geschaffen wird. Werden von der globalen Wertschöpfung jene Vorleistungen und Rohstoffe abgezogen, die von Außerhalb der Region kommen, verbleibt die Wertschöpfung, welche der Region zuzuordnen ist.

Es werden dabei nur jene Wertschöpfungseffekte betrachtet, welche direkt den Erneuerbare-Energien-Anlagen zurechenbar sind. Indirekte Effekte (z. B. Produktionsanlagen von Erneuerbare-Energien-Anlagen und ihren Komponenten) können keine Berücksichtigung finden. Dennoch ist zu erwarten, dass eine Vielzahl von lokalen und regionalen Herstellern und Produzenten von einem Ausbau der erneuerbaren Energien profitieren. Vorleistungen, welche nicht direkt zugeordnet werden können (wie z. B. Rahmen für Solaranlagen), bleiben bezogen auf ihre jeweiligen Wertschöpfungseffekte und ihre Beschäftigungseffekte ebenfalls außerhalb der Betrachtung.

Die durch Erneuerbare-Energien-Anlagen anfallenden Steuern und Abgaben für Bund und Länder werden hier ebenfalls nicht zu den regionalen Wertschöpfungseffekten gezählt. Jene Wertschöpfungsstufen, welche nicht anteilig den Wertschöpfungsketten der Erneuerbare-Energien-Anlagen zuzurechnen sind, (z. B. Bildung, Forschung) lassen sich mit dem Online-Wertschöpfungsrechner nicht überschlägig erfassen. Darunter fällt auch der Anbau von Energiepflanzen für z. B. Biogasanlagen. So würde ein Landwirt auch durch eine alternative Nutzung seiner Anbauflächen eine vergleichbare Wertschöpfung erzielen. Aufgrund dessen ist die Wertschöpfung aus dem Anbau nicht spezifisch auf die Erneuerbare-Energien-Anlage zurückzuführen.

Es werden keine Wertschöpfungseffekte aus der Produktion von Anlagen ermittelt. Die Berechnung beschränkt sich auf die nachgelagerten Wertschöpfungsstufen.

Die drei Wertschöpfungseffekte Unternehmensgewinne, kommunale Steuereinnahmen und Einkommen aus Beschäftigung werden für bis zu drei Wertschöpfungsstufen mit jeweils untergeordneten Wertschöpfungsschritten berechnet. Es wird unterschieden zwischen nachfolgenden Wertschöpfungsstufen<sup>15</sup>:

- Planung und Installation: Dabei werden zum Großteil Wertschöpfungsschritte erfasst, welche neben der Produktion der Anlagenkomponenten anfallen (Planung, Montage vor Ort vor Ort, Logistik, etc.)
- Anlagenbetrieb und Wartung: Auf diese Wertschöpfungsstufe fallen jährlich wiederkehrende Wertschöpfungsschritte (Wartung und Instandhaltung, Versicherung, Fremdkapitalfinanzierung)
- Betreibergesellschaft: Neben dem technischen Anlagenbetrieb erfolgt die Darstellung der Wertschöpfungseffekte auf der Ebene der Anteilseigner bzw. privaten Anlagenbetreiber.

Zur Berechnung der regionalen Wertschöpfung sind im Online-Wertschöpfungsrechner folgende Eingaben zu tätigen:

Die potenziell installierbare Leistung der Erneuerbare-Energien-Anlagen, für welche die Wertschöpfungs-, Klimaschutz- und Beschäftigungseffekte berechnet werden sollen, wurden zur Berechnung eingegeben. Bei Kraft- und Brennstoffen wurde eine produzierte Menge angegeben.

Das Vorhandensein von Unternehmen bzw. Personen vor Ort in den drei Wertschöpfungsstufen Planung und Installation, Anlagenbetrieb und Wartung sowie Betreibergesellschaft der Erneuerbare-Energien-Anlagen wurde als Anteil an der gesamten installierten Leistung oder am geschätzten Gesamtumsatz definiert. Für die drei Wertschöpfungsstufen wurden Prozentwerte angegeben. Zusätzlich besteht die Option, für die einzelnen Wertschöpfungsstufen innerhalb der Wertschöpfungsketten ebenfalls Prozentwerte anzugeben.

<sup>15</sup> Die Wertschöpfungsstufen Anlagenbetrieb und Wartung sowie Betreibergesellschaft beinhalten jährlich wiederkehrende Wertschöpfungsschritte. Bei Planung und Installation geschieht die lokale Wertschöpfung nur einmalig. Somit werden die beiden erstgenannten Wertschöpfungsstufen mit der einhergehenden jährlich wiederkehrenden Wertschöpfung im Folgenden gesondert als Teilmenge der gesamt möglichen Wertschöpfung im Jahr 2020 dargestellt. Nach dem Bezugsjahr der Anlagenaufstellung – also ab dem Jahr 2021 - wird jeweils jährlich bis zum Rückbau die ausgewiesene wiederkehrende Wertschöpfung erzielt.

Die für das Bergische Städtedreieck definierten Prozentwerte für die Eingaben in den Online-Wertschöpfungsrechner werden anhand der typischen Anlagen, welche in den Kapiteln zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung beschrieben sind, definiert und in der nachfolgenden Tabelle aufgezeigt. Dabei werden die Eingabemöglichkeiten in den Online-Wertschöpfungsrechner übernommen, weshalb einige Felder der Tabelle, je nach Technik, nicht berücksichtigt werden und grau hinterlegt sind.

Faktoren zur Berechnung der regionalen Wertschöpfung von Erneuerbaren-Energien-Anlagen mit dem Online-Wertschöpfungsrechner (www.kommunal-erneuerbar.de)								
		Strom				Wärme		
		Biogasanlagen über 150 kW	PV-Anlagen >30 kW	Freiflächen PV-Anlagen	Windenergieanlagen (Onshore)	Solarthermieanlagen (klein)	Hackschnitzelheizung	Erdwärmepumpen
	Rückgang des Stromverbrauchs (%)	11	11	11	11	11		
	Rückgang des Wärmeverbrauchs (%)	11				11	11	11
	Zubau 2013-2020 (kW)	570	250	1.000	3.200	6 m <sup>2</sup>	750	5
	Rückbau 2013-2020 (kW)	0	0	0	0	0	0	0
1. Wertschöpfungsstufe	Planung und Installation (%)						100	
	Montage vor Ort (%)	60	100	100	20	100		100
	Logistik				20			
	Planung	80	100	100	80			
	Fundament				40			
	Erschließung				90			
	Rückbau	75			50			
2. Wertschöpfungsstufe	Anlagenbetrieb und Wartung							
	Wartung und Instandhaltung	40	100	100	20	100	100	100
	Emissionsmessungen						100	
	Schornsteinfeger						100	
	Eigentümer der verpachteten Grundstücke	10	100	100	100			
	Ansässigkeit kapitalgebender Banken	100	100	100	100			
3. Wertschöpfungsstufe	Betreibergesellschaft - Ansässigkeit (%)	100	100	100	100			
	Anteil der in der Kommune/Region ansässigen Eigenkapitalgeber		100	100	100			
	Anteil der Anlagengrundstücke in kommunaler Hand				20			
	Abgabe von Nutzwärme an Andere	100						
	Anteil gewerblicher Vertrieb Nutzwärme	75						

Tabelle 35: Faktoren zur Berechnung der regionalen Wertschöpfung typischer Anlagen

Nachfolgend wird die regionale Wertschöpfung hinsichtlich der Ausschöpfung der berechneten Potenziale erneuerbarer Energieträger im Bergischen Städtedreieck ausgewiesen<sup>16</sup>. Hierzu wird die Wertschöpfung je Energieträger zunächst mittels des Online-Wertschöpfungsrechners für typische Einzelanlagen dargestellt, die in Hinsicht auf die Ausschöpfung der Potenziale geeignet und wirtschaftlich zu betreiben sind.

<sup>16</sup> Da die Abwärmenutzung aus Abwasser im engeren Sinne keine „klassische“ erneuerbare Energiequelle darstellt und diese Energieform auch im Wertschöpfungsrechner nicht erfasst wird, entfällt dazu eine Betrachtung der potenziellen Wertschöpfungseffekte.

Aufbauend auf den ausgewiesenen Wertschöpfungseffekten der Einzelanlagen wird die Zahl der Anlagen hochgerechnet, die zur Erreichung der technisch möglichen Potenziale erneuerbarer Energieträger im Bergischen Städtedreieck notwendig sind. Aus der Multiplikation der Wertschöpfung einer Einzelanlage mit der Anzahl der zur technischen Potenzialausschöpfung notwendigen Einzelanlagen ergibt sich dann die maximal je Technik im Bergischen Städtedreieck erzielbare regionale Wertschöpfung.

### 3.7.1 Wertschöpfungseffekte von Biomasse

Zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte von Biomasse wird der Zubau einer Hackschnitzelheizung mit einer Feuerungsleistung von 750 kW angenommen. Im Rahmen der Betrachtung der Einzelanlage mit dem Online-Wertschöpfungsrechner ergibt sich, unter Berücksichtigung der zuvor tabellarisch aufgezeigten Prozentwerte, eine gesamte regionale Wertschöpfung im Jahr 2020 von 4.359 €. Davon gehen 322 € als Steuern an die Kommune, 1.252 € sind Unternehmensgewinne und 2.785 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 1.780 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 2.786 €. Die Aufteilung der Wertschöpfungseffekte der Einzelanlage bezüglich der Planung und Installation sowie Anlagenbetrieb und Wartung gibt nachfolgende Tabelle.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	1.005	452	116	<b>1.573</b>	<b>1.573</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	1.780	801	206	<b>2.786</b>	<b>2.786</b>
<b>Summe</b>	<b>2.785</b>	<b>1.252</b>	<b>322</b>	<b>4.359</b>	<b>4.359</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>2.785</b>	<b>1.252</b>	<b>322</b>	<b>4.359</b>	

Tabelle 36: Hackschnitzelheizung – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage in Euro  
(Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die Einzelanlage kann in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 insgesamt 0,1 Vollzeit Arbeitsplätze generieren.

Das zusätzliche thermische Energiepotenzial durch Festbrennstoffe liegt im Bergischen Städtedreieck bei 160.000 MWh/a. Daraus ergibt sich, entsprechend der oben genannten technischen Leistungsauslegung, eine maximale Einzelanlagenanzahl von 59 Anlagen.

Resultierend sind nachfolgende regionale Wertschöpfungseffekte der maximalen technischen Potenzialausschöpfung.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	59.275	26.659	6.848	<b>92.783</b>	<b>92.783</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	105.020	47.233	12.133	<b>164.386</b>	<b>164.386</b>
<b>Summe</b>	<b>164.295</b>	<b>73.892</b>	<b>18.982</b>	<b>257.169</b>	<b>257.169</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>164.295</b>	<b>73.892</b>	<b>18.982</b>	<b>257.169</b>	

Tabelle 37: Hackschnitzelheizung – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die gesamte regionale Wertschöpfung bei Potenzialausschöpfung im Jahr 2020 liegt bei 257.169 €. Davon gehen 18.982 € als Steuern an die Kommune, 73.892 € sind Unternehmensgewinne und 164.295 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 105.020 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 164.386 €.

Die technisch möglichen 59 Anlagen könnten in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 insgesamt 6,4 Vollzeitarbeitsplätze schaffen.

### 3.7.2 Wertschöpfungseffekte von Biogas

Zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte von Biogas wird der Zubau einer Biogasanlage mit einer elektrischen Leistung von 570 kW angenommen. Im Rahmen der Betrachtung der Einzelanlage mit dem Online-Wertschöpfungsrechner ergibt sich, unter Berücksichtigung der zuvor tabellarisch aufgezeigten Prozentwerte, eine gesamte regionale Wertschöpfung im Jahr 2020 von 124.791 €. Davon gehen 15.700 € als Steuern an die Kommune, 91.184 € sind Unternehmensgewinne und 17.907 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 10.599 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung sowie bei der Betreibergesellschaft jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 113.764 €. Die Aufteilung der Wertschöpfungseffekte der Einzelanlage nach Planung und Installation, Anlagenbetrieb und Wartung sowie Betreibergesellschaft gibt nachfolgende Tabelle.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	7.308	2.892	828	<b>11.027</b>	<b>15.940</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	4.309	3.206	640	<b>8.155</b>	<b>17.767</b>
<b>Betreibergesellschaft</b>	6.290	85.086	14.232	<b>105.609</b>	<b>105.609</b>
<b>Summe</b>	<b>17.907</b>	<b>91.184</b>	<b>15.700</b>	<b>124.791</b>	<b>139.315</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>27.382</b>	<b>95.198</b>	<b>16.735</b>	<b>139.315</b>	

Tabelle 38: Biogasanlage – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)



Die Einzelanlage generiert in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 insgesamt 0,7 Vollzeitarbeitsplätze.

Das zusätzliche Energiepotenzial durch von Biogas liegt im Bergischen Städtedreieck bei 48.500 MWh/a. Daraus ergibt sich, entsprechend der oben genannten technischen Leistungsauslegung, eine maximale Einzelanlagenzahl von rund 3 Anlagen.

Resultierend sind nachfolgende regionale Wertschöpfungseffekte der maximalen technischen Potenzialausschöpfung.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	28.077	11.111	3.180	<b>42.368</b>	<b>61.241</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	16.556	12.319	2.458	<b>31.333</b>	<b>68.264</b>
<b>Betreibergesellschaft</b>	24.167	326.910	54.682	<b>405.759</b>	<b>405.759</b>
<b>Summe</b>	<b>68.800</b>	<b>350.340</b>	<b>60.320</b>	<b>479.460</b>	<b>535.264</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>105.205</b>	<b>365.762</b>	<b>64.297</b>	<b>535.264</b>	

Tabelle 39: Biogasanlage – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung  
(Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die gesamte regionale Wertschöpfung bei Potenzialausschöpfung im Jahr 2020 liegt bei 479.460 €. Davon gehen 60.320 € als Steuern an die Kommune, 350.340 € sind Unternehmensgewinne und 68.800 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 40.723 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung sowie durch die Betreibergesellschaft jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 437.092 €.

Die technisch möglichen 3 Anlagen könnten in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 zur Schaffung von insgesamt 2,7 Vollzeitarbeitsplätzen beitragen.

### 3.7.3 Wertschöpfungseffekte von Photovoltaik (Dachflächen)

Zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte von Photovoltaik auf Dachflächen wird der Zubau einer Photovoltaikanlage mit einer elektrischen Leistung von 250 kWp angenommen. Im Rahmen der Betrachtung der Einzelanlage mit dem Online-Wertschöpfungsrechner ergibt sich, unter Berücksichtigung der zuvor tabellarisch aufgezeigten Prozentwerte, eine gesamte regionale Wertschöpfung im Jahr 2020 von 14.599 €. Davon gehen 1.745 € als Steuern an die Kommune, 9.486 € sind Unternehmensgewinne und 3.368 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 1.187 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 11.283 €. Die Aufteilung der Wertschöpfungseffekte der Einzelanlage nach Planung und Installation, Anlagenbetrieb und Wartung sowie Betreibergesellschaft gibt nachfolgende Tabelle.



2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	2.180	885	251	<b>3.316</b>	<b>3.316</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	1.187	874	130	<b>2.191</b>	<b>2.191</b>
<b>Betreibergesellschaft</b>	0	7.727	1.365	<b>9.092</b>	<b>9.092</b>
<b>Summe</b>	<b>3.368</b>	<b>9.486</b>	<b>1.745</b>	<b>14.599</b>	<b>14.599</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>3.368</b>	<b>9.486</b>	<b>1.745</b>	<b>14.599</b>	

Tabelle 40: Dachflächenphotovoltaikanlage – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die Einzelanlage generiert in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 insgesamt 0,1 Vollzeitarbeitsplätze.

Das zusätzliche Energiepotenzial durch den Einsatz von Photovoltaik auf Dachflächen liegt im Bergischen Städtedreieck bei 734.106 MWh/a. Daraus ergibt sich, entsprechend der oben genannten technischen Leistungsauslegung, eine maximale Einzelanlagenzahl von 3.090 Anlagen.

Resultierend sind nachfolgende regionale Wertschöpfungseffekte der maximalen technischen Potenzialausschöpfung.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	6.736.735	2.733.604	774.861	<b>10.245.200</b>	<b>10.245.200</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	3.669.338	2.700.121	401.593	<b>6.771.052</b>	<b>6.771.052</b>
<b>Betreibergesellschaft</b>	0	23.876.649	4.217.087	<b>28.093.737</b>	<b>28.093.737</b>
<b>Summe</b>	<b>10.406.073</b>	<b>29.310.374</b>	<b>5.393.542</b>	<b>45.109.989</b>	<b>45.109.989</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>10.406.073</b>	<b>29.310.374</b>	<b>5.393.542</b>	<b>45.109.989</b>	

Tabelle 41: Dachflächenphotovoltaikanlage – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die gesamte regionale Wertschöpfung bei Potenzialausschöpfung im Jahr 2020 liegt bei 45.109.989 €. Davon gehen 5.393.542 € als Steuern an die Kommune, 29.210.374 € sind Unternehmensgewinne und 10.406.073 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 3.669.338 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 34.864.789 €.

Die technisch möglichen 3.090 Anlagen könnten in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 insgesamt 359,1 Vollzeitarbeitsplätze geschaffen werden.

### 3.7.4 Wertschöpfungseffekte von Photovoltaik (Freiflächen)

Zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte von Photovoltaik auf Freiflächen wird der Zubau einer Photovoltaikanlage mit einer elektrischen Leistung von 1.000 kWp angenommen. Im Rahmen der Betrachtung der Einzelanlage mit dem Online-Wertschöpfungsrechner ergibt sich, unter Berücksichtigung der zuvor tabellarisch aufgezeigten Prozentwerte, eine gesamte regionale Wertschöpfung im Jahr 2020 von 61.960 €. Davon gehen 8.031 € als Steuern an die Kommune, 43.973 € sind Unternehmensgewinne und 9.686 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 3.336 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 52.089 €. Die Aufteilung der Wertschöpfungseffekte der Einzelanlage nach Planung und Installation, Anlagenbetrieb und Wartung sowie Betreibergesellschaft gibt nachfolgende Tabelle.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	6.350	2.522	730	<b>9.601</b>	<b>9.601</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	3.336	2.677	413	<b>6.426</b>	<b>6.426</b>
<b>Betreibergesellschaft</b>	0	38.775	6.888	<b>45.663</b>	<b>45.663</b>
<b>Summe</b>	<b>9.686</b>	<b>43.973</b>	<b>8.031</b>	<b>61.690</b>	<b>61.690</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>9.686</b>	<b>43.973</b>	<b>8.031</b>	<b>61.690</b>	

Tabelle 42: Freiflächenphotovoltaikanlage – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die Einzelanlage generiert in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 insgesamt 0,3 Vollzeitarbeitsplätze.

Das zusätzliche Energiepotenzial durch den Einsatz von Photovoltaik auf Freiflächen liegt im Bergischen Städtedreieck bei 318.039 MWh/a. Daraus ergibt sich, entsprechend der oben genannten technischen Leistungsauslegung, eine maximale Einzelanlagenzahl von ca. 334 Anlagen.

Resultierend sind nachfolgende regionale Wertschöpfungseffekte der maximalen technischen Potenzialausschöpfung.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	2.120.920	842.216	243.736	<b>3.206.873</b>	<b>3.206.873</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	1.114.265	893.976	137.968	<b>2.146.209</b>	<b>2.146.209</b>
<b>Betreibergesellschaft</b>	0	12.950.845	2.300.518	<b>15.251.363</b>	<b>15.251.363</b>
<b>Summe</b>	<b>3.235.185</b>	<b>14.687.037</b>	<b>2.682.222</b>	<b>20.604.445</b>	<b>20.604.445</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>3.235.185</b>	<b>14.687.037</b>	<b>2.682.222</b>	<b>20.604.445</b>	

Tabelle 43: Freiflächenphotovoltaikanlage – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die gesamte regionale Wertschöpfung bei Potenzialausschöpfung im Jahr 2020 liegt bei 20.604.445 €. Davon gehen 2.682.222 € als Steuern an die Kommune, 14.687.037 € sind Unternehmensgewinne und 3.235.185 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 1.114.265 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 17.397.572 €.

Die technisch möglichen 334 Anlagen könnten in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 zur Schaffung von insgesamt 111,5 Vollzeitarbeitsplätze beitragen.

### 3.7.5 Wertschöpfungseffekte von Solarthermie

Zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte von Solarthermie auf Dachflächen wird der Zubau einer Solarthermieanlage mit einer Kollektorfläche von 6 m<sup>2</sup> angenommen. Im Rahmen der Betrachtung der Einzelanlage mit dem Online-Wertschöpfungsrechner ergibt sich, unter Berücksichtigung der zuvor tabellarisch aufgezeigten Prozentwerte, eine gesamte regionale Wertschöpfung im Jahr 2020 von 221 €. Davon gehen 17 € als Steuern an die Kommune, 63 € sind Unternehmensgewinne und 140 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 32 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 50 €. Die Aufteilung der Wertschöpfungseffekte der Einzelanlage nach Planung und Installation, Anlagenbetrieb und Wartung gibt nachfolgende Tabelle.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	109	49	13	171	171
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	32	14	4	50	50
<b>Summe</b>	140	63	17	221	221
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	140	63	17	221	

Tabelle 44: Solarthermieanlage – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die Einzelanlage generiert in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 keine Vollzeitarbeitsplätze.

Das zusätzliche Energiepotenzial durch den Einsatz von Solarthermie auf Dachflächen liegt im Bergischen Städtedreieck bei 1.446.255 MWh/a. Daraus ergibt sich, entsprechend der oben genannten technischen Auslegung, eine maximale Einzelanzahl von 535.650 Anlagen.

Resultierend sind nachfolgende regionale Wertschöpfungseffekte der maximalen technischen Potenzialausschöpfung.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
Planung und Installation	58.151.386	26.181.170	7.183.257	91.515.814	91.515.814
Anlagenbetrieb und Wartung	17.066.168	7.683.604	2.108.130	26.857.902	26.857.902
<b>Summe</b>	<b>75.217.554</b>	<b>33.864.775</b>	<b>9.291.387</b>	<b>118.373.716</b>	<b>118.373.716</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>75.217.554</b>	<b>33.864.775</b>	<b>9.291.387</b>	<b>118.373.716</b>	

Tabelle 45: Solarthermieanlage – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die gesamte regionale Wertschöpfung bei Potenzialausschöpfung im Jahr 2020 liegt bei 118.373.716 €. Davon gehen 9.291.387 € als Steuern an die Kommune, 33.864.775 € sind Unternehmensgewinne und 75.217.554 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 17.066.168 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 26.857.902 €.

Die technisch möglichen 535.650 Anlagen könnten in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 insgesamt 587,7 Vollzeitarbeitsplätze generieren.

### 3.7.6 Wertschöpfungseffekte von Windenergieanlagen

Zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte von Windenergieanlagen im Bergischen Städtedreieck wird der Zubau einer Windenergieanlage mit einer Leistung von 3.200 kW angenommen. Im Rahmen der Betrachtung der Einzelanlage mit dem Online-Wertschöpfungsrechner ergibt sich, unter Berücksichtigung der zuvor tabellarisch aufgezeigten Prozentwerte, eine gesamte regionale Wertschöpfung im Jahr 2020 von 196.477 €. Davon gehen 23.351 € als Steuern an die Kommune, 146.139 € sind Unternehmensgewinne und 26.987 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 9.291 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 172.991 €. Die Aufteilung der Wertschöpfungseffekte der Einzelanlage nach Planung und Installation, Anlagenbetrieb und Wartung sowie Betreibergesellschaft gibt nachfolgende Tabelle.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
Planung und Installation	17.696	4.580	1.210	23.486	42.519
Anlagenbetrieb und Wartung	9.291	21.607	955	31.853	36.370
Betreibergesellschaft	0	119.952	21.186	141.138	141.138
<b>Summe</b>	<b>26.987</b>	<b>146.139</b>	<b>23.351</b>	<b>196.477</b>	<b>220.026</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>43.912</b>	<b>151.329</b>	<b>24.785</b>	<b>220.026</b>	

Tabelle 46: Windenergieanlage – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die Einzelanlage generiert in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 insgesamt 0,7 Vollzeitarbeitsplätze.

Das zusätzliche Energiepotenzial durch den Einsatz von Windenergieanlagen liegt im Bergischen Städtedreieck bei 251.000 MWh/a. Daraus ergibt sich, entsprechend der oben genannten technischen Leistungsauslegung, eine maximale Einzelanzahl von 41 Anlagen.

Resultierend sind nachfolgende regionale Wertschöpfungseffekte der maximalen technischen Potenzialausschöpfung.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	725.533	187.768	49.626	<b>962.927</b>	<b>1.743.261</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	380.916	885.900	39.148	<b>1.305.964</b>	<b>1.491.150</b>
<b>Betreibergesellschaft</b>	0	4.918.039	868.623	<b>5.786.662</b>	<b>5.786.662</b>
<b>Summe</b>	<b>1.106.448</b>	<b>5.991.707</b>	<b>957.398</b>	<b>8.055.553</b>	<b>9.021.072</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>1.800.401</b>	<b>6.204.498</b>	<b>1.016.174</b>	<b>9.021.072</b>	

Tabelle 47: Windenergieanlage – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die gesamte regionale Wertschöpfung bei Potenzialausschöpfung im Jahr 2020 liegt bei 8.055.553 €. Davon gehen 957.398 € als Steuern an die Kommune, 5.991.707 € sind Unternehmensgewinne und 1.106.448 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 380.916 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 7.092.626 €.

Die technisch möglichen 41 Anlagen können in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 zu insgesamt 30,4 Vollzeitarbeitsplätze führen.

### 3.7.7 Wertschöpfungseffekte von Erdwärmepumpen

Zur Berechnung der Wertschöpfungseffekte von Erdwärmepumpen im Bergischen Städtedreieck wird der Zubau einer Erdwärmepumpe mit einer thermischen Leistung von 5 kW angenommen. Im Rahmen der Betrachtung der Einzelanlage mit dem Online-Wertschöpfungsrechner ergibt sich, unter Berücksichtigung der zuvor tabellarisch aufgezeigten Prozentwerte, eine gesamte regionale Wertschöpfung im Jahr 2020 von 41 €. Davon gehen 3 € als Steuern an die Kommune, 11 € sind Unternehmensgewinne und 27 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 18 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 28 €. Die Aufteilung der Wertschöpfungseffekte der Einzelanlage nach Planung und Installation, Anlagenbetrieb und Wartung gibt nachfolgende Tabelle.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	9	3	1	<b>13</b>	<b>13</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	18	8	2	<b>28</b>	<b>28</b>
<b>Summe</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>41</b>	

Tabelle 48: Erdwärmepumpe – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die Einzelanlage generiert in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 keine zusätzlichen Vollzeit Arbeitsplätze.

Das potenzielle Nachfragepotenzial für den Einsatz von Erdwärmepumpen liegt im Bergischen Städtedreieck bei 151.000 MWh/a. Daraus ergibt sich, entsprechend der oben genannten technischen Leistungsauslegung, eine maximale Einzelanlagenzahl von 13.727 Anlagen.

Resultierend sind nachfolgende regionale Wertschöpfungseffekte der maximalen technischen Potenzialausschöpfung.

2020	Einkommen	Unternehmensgewinne	Steuern an die Kommune	Summe	Maximal mögliche Wertschöpfung
<b>Planung und Installation</b>	120.981	40.912	11.919	<b>173.812</b>	<b>173.812</b>
<b>Anlagenbetrieb und Wartung</b>	251.048	111.419	28.592	<b>391.058</b>	<b>391.058</b>
<b>Summe</b>	<b>372.029</b>	<b>152.331</b>	<b>40.511</b>	<b>564.871</b>	<b>564.871</b>
<b>Maximal mögliche Wertschöpfung</b>	<b>372.029</b>	<b>152.331</b>	<b>40.511</b>	<b>564.871</b>	

Tabelle 49: Erdwärmepumpe – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)

Die gesamte regionale Wertschöpfung bei Potenzialausschöpfung im Jahr 2020 liegt bei 564.871 €. Davon gehen 40.511 € als Steuern an die Kommune, 152.331 € sind Unternehmensgewinne und 372.029 € sind Einkommen, welche aus der Anlage resultieren. 251.048 € sind dabei der Einkommensanteil, der durch Anlagenbetrieb und Wartung jährlich wiederkehrend anfällt. Im Betrieb jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte umfassen insgesamt 391.058 €.

Die technisch möglichen 13.727 Anlagen könnten in den relevanten Wertschöpfungsstufen vor Ort im Jahr 2020 insgesamt 14,4 Vollzeit Arbeitsplätze schaffen.

### 3.8 Transport, Einspeisung und Speicherung

Um den Anteil erneuerbarer Energien im Bergischen Städtedreieck zu erhöhen, ist es nicht nur notwendig, die zuvor beschriebenen Potenziale zu erschließen, sondern auch die Infrastruktur für die Verteilung und Nutzung bereitzustellen.



Im Bereich der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien, wie Biomasse, Solarthermie und Geothermie, erfolgt dies vornehmlich durch eine dezentrale, bedarfsorientierte Planung und Errichtung von Anlagen. Daneben kommen aber auch Konzepte zur Neuerrichtung kleiner und mittlerer (Nah-)Wärmenetze sowie die Einbindung in bestehende Fernwärmenetze in Frage.

Eine Speicherung von Wärmeenergie über mehrere Stunden oder Tage ist mit den am Markt verfügbaren Standardsystemen problemlos möglich. Saisonale Speicher, mit denen bspw. Solarwärme aus den Sommermonaten bis in die Wintermonate gespeichert werden kann, sind verfügbar, aber unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten nur schwer zu realisieren. In Verbindung mit der Neuentwicklung von Nahwärmenetzen zur Nutzung erneuerbarer Energien sollte eine saisonale Speicherung jedoch geprüft werden.

Ein weiteres Handlungsfeld liegt in der Integration von Strom aus erneuerbaren Energien in die Stromnetze und hier insbesondere in das regionale Stromnetz der örtlichen Verteilnetzbetreiber. Ziel ist es, den regional erzeugten Strom auch in der Region zu verbrauchen. Dazu müssen jedoch Angebot und Nachfrage zeitgleich auftreten. Zum Zeitpunkt der Konzepterstellung stellt dies nach Aussage der örtlichen Netzbetreiber noch keine Herausforderung dar. Dies liegt am derzeit noch sehr geringen Anteil erneuerbarer Energien im lokalen/regionalen Stromnetz.

Bei fortschreitendem Ausbau der Erzeugungskapazitäten durch Wind-, Solar- und Biogasanlagen werden die Anforderungen an das Verteilnetz der regionalen Netzbetreiber jedoch steigen. Im Kern wird es immer darum gehen, durch intelligente Regelung, Speicherung oder Umwandlung das Angebot und die Nachfrage an erneuerbar erzeugter Energie in Übereinstimmung zu bringen und tages- und jahreszeitliche Schwankungen auszugleichen.

Zu den bekanntesten Speichersystemen großtechnischer Art gehören Pumpspeicher- und Druckluftspeicherkraftwerke. Aufgrund der geografischen und topografischen Notwendigkeiten, des enormen Flächenbedarfs und erheblichen Umwelteingriffe sowie der geologischen Strukturen für die Zwischenspeicherung in z. B. Kavernen kommen diese Speichertypen nicht überall in Frage. Vom Land NRW gefördert wurde eine Untersuchung zur Wuppertalsperre. Dieser Talsperre wurde vom Wuppertalverband aufgrund seiner Topografie das größte Potenzial zugeschrieben und daher für die weitere Prüfung ausgewählt. Im Ergebnis zeigt sich, dass der Bau eines Pumpspeicherkraftwerkes technisch möglich ist, wenn auch schwierig (Unterbecken). Unter den aktuellen Rahmenbedingungen, d. h. den Energiepreisen, ist der Bau allerdings noch nicht wirtschaftlich. Genaue Ergebnisse der Untersuchung liegen noch nicht vor (Stand Sommer 2012).

Um zukünftig die Kontinuität der Stromversorgung jederzeit sicherzustellen, sind umfangreiche Investitionen in Netze erforderlich. Investitionen in intelligente Netze (Smart Grid) sind ein Schlüsselfaktor, der ein CO<sub>2</sub>-armes Stromsystem möglich macht, da sie die nachfrageseitige Effizienz sowie einen größeren Anteil erneuerbarer Energieträger und dezentraler Energieerzeuger fördern und die Elektrifizierung des Verkehrs ermöglichen.

Zur Kompensation von Schwankungen bei der regenerativen Stromerzeugung können „virtuelle Kraftwerke“ eingesetzt werden. Als virtuelles Kraftwerk wird eine Zusammenschaltung von dezentralen Anlagen (z. B. Wind-, Solar-, Biogasanlagen, Blockheizkraftwerke) bezeichnet, die zentral gesteuert werden.



Diese Leitstelle kann die dezentralen Anlagen so steuern, dass bei Strombedarf bestimmte Anlagen (insbesondere KWK) zu einer erhöhten Stromproduktion veranlasst werden. Virtuelle Kraftwerke können neben wirtschaftlichen Vorteilen einen wichtigen Beitrag zur Systemstabilität, zur Spitzenlastdeckung sowie zur CO<sub>2</sub>-Minderung und damit zum Klimaschutz leisten.

Eine weitere Option der Netzunterstützung besteht in einer Kapazitätsverschiebung. Der Bedarf an Regelleistung wird durch Verlagerung von Lastspitzen auf Lasttäler sowie durch eine Beeinflussung des Verbraucherverhaltens verringert. Da die Speicherung elektrischer Energie kostspieliger ist als die Speicherung von thermischer Energie, wird die thermische Speicherung der elektrischen Energie überall dort vorgezogen, wo sich eine Verlagerung der elektrischen Last erreichen lässt. Diese Flexibilisierung von Lasten („demand response“) besteht zum einen darin, anfallende Lasten auf bereits vorhandene, nichtelektrische Speicher zu verteilen (z. B. (Nacht-)Speicherheizungen, Kühlgeräte oder Warmwasserheizungen). Die dezentralen Speicheranlagen werden dann nicht nachts, sondern im Laufe des Tages bei Stromüberschuss aus erneuerbaren Energien beladen. Zum anderen können elektrische Lasten so verschoben werden, dass die elektrische Energie in andere Nutzenergie umgewandelt wird (z. B. Erzeugung von Druckluft, Erzeugung Strom und Wärme in KWK und zeitliche Entkopplung derer Nutzung). Insgesamt stellt die Lastverschiebung eines der wichtigsten Themen im Zusammenhang mit der Speicherung von Energie dar und bietet diesbezüglich zahlreiche Möglichkeiten.

Zur Speicherung von elektrischer Energie und damit zum Fluktuationsausgleich können langfristig auch Elektrofahrzeuge genutzt werden. Der Speicher dieser Fahrzeuge dient primär der mobilen Bereitstellung von elektrischer Energie, kann aber auch als stationärer Speicher im elektrischen Netz genutzt werden (während Lade-/Standzeiten). Die am Netz angeschlossenen Fahrzeugspeicher können als steuerbare Last eingesetzt werden, sodass eine Flotte von Elektrofahrzeugen einen großen Speicher darstellt, der bei erhöhtem Energiebedarf netzseitig genutzt werden kann. Um dieses Potenzial ausschöpfen zu können, sind neben einer breiten Einführung von Elektrofahrzeugen auch entsprechende Infrastrukturmaßnahmen erforderlich.

Als weitere Möglichkeit zur Speicherung kommt sogenanntes EE-Gas (EE = erneuerbare Energien) in Betracht. Mit diesem Begriff wird entweder EE-Wasserstoff oder synthetisches Erdgas (EE-Methan) beschrieben. EE-Gas entsteht unter Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien und wird auch als Wind- oder Solar-Gas bezeichnet. EE-Gas wird oft im Zusammenhang mit „Power-to-Gas“ genannt, was die Speicherung von EE und die Versorgung mit klimafreundlichem Treibstoff beschreibt. Dabei findet EE-Gas in vielerlei Hinsicht Anwendung, z. B. in Brennstoffzellenfahrzeugen (EE-Wasserstoff) bzw. in Gasfahrzeugen, zum Heizen, in Gaskraftwerken oder aber in KWK-Anlagen zur Rückverstromung.

Die Herausforderungen aus der Umstellung der Energieversorgung auf erneuerbare Energien in einer dezentralisierten Struktur sind erkannt. In der Politik und Öffentlichkeit, in Forschung und Industrie werden Lösungen diskutiert und neue Konzepte entwickelt. Die zuvor beschriebenen Ideen und Modelle werden derzeit in Demonstrationsprojekten erprobt, analysiert und weiter entwickelt. Diesen Prozess gilt es auch im Rahmen der Umsetzung des regionalen Klimaschutzteilkonzeptes weiter zu beobachten und – wo dies möglich ist – mit zu gestalten.

### 3.9 Zusammenfassung

Die Potenzialermittlung zeigt, dass im Bereich der erneuerbaren Energien - zusätzlich zu der bisherigen Nutzung - noch deutliche Ausbaupotenziale vorhanden sind.

Die folgenden Darstellungen fassen die zusätzlichen Energiepotenziale für die unterschiedlichen Energietechniken, aufgeteilt nach Wärme und Strom, nochmals zusammen. Die Potenziale werden als Teil des prognostizierten Wärme- und Strombedarfes im Jahre 2020 dargestellt.

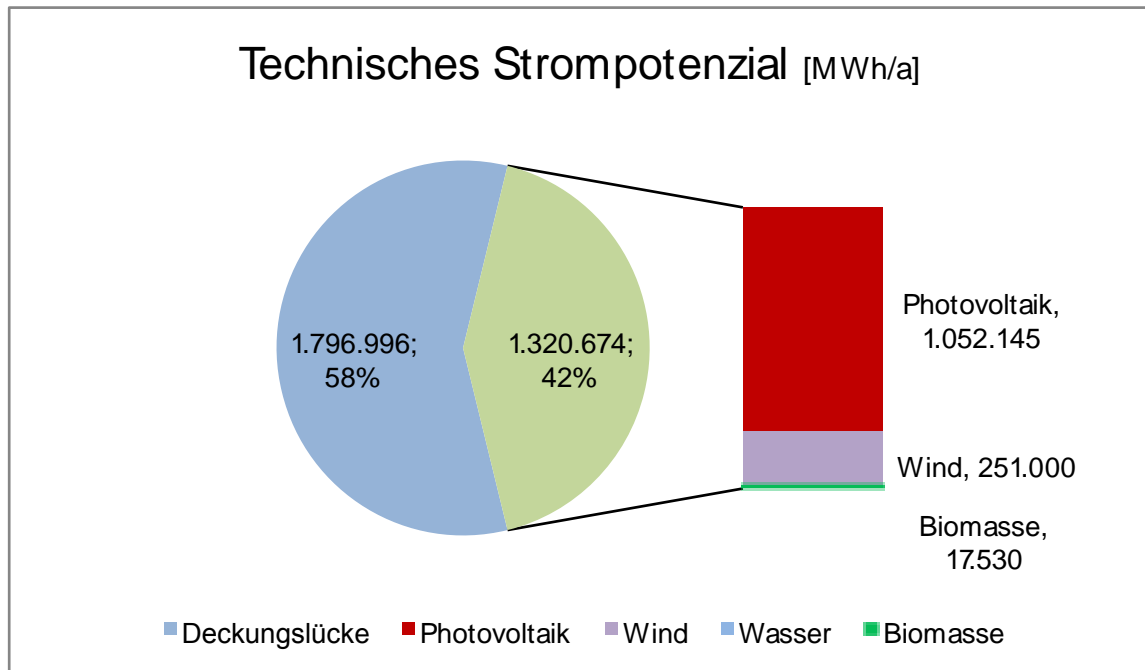


Abbildung 30: Technisches Strompotenzial im Bergischen Städtedreieck im Jahr 2020

Das technische Potenzial der Erneuerbaren Energien im Bergischen Städtedreieck reicht demnach, um 42% des Bedarfes an elektrischer Energie zu decken<sup>17</sup>. Demnach würde im Strombereich eine Deckungslücke von 58% verbleiben. Den überwiegenden Teil steuert dabei die Photovoltaik bei, gefolgt von der Windenergie und der Biomasse (Biogas).

<sup>17</sup> Unter Berücksichtigung des bisher eingespeisten erneuerbaren Stroms würde sich der Gesamtanteil im Strombereich geringfügig um 0,4% erhöhen.

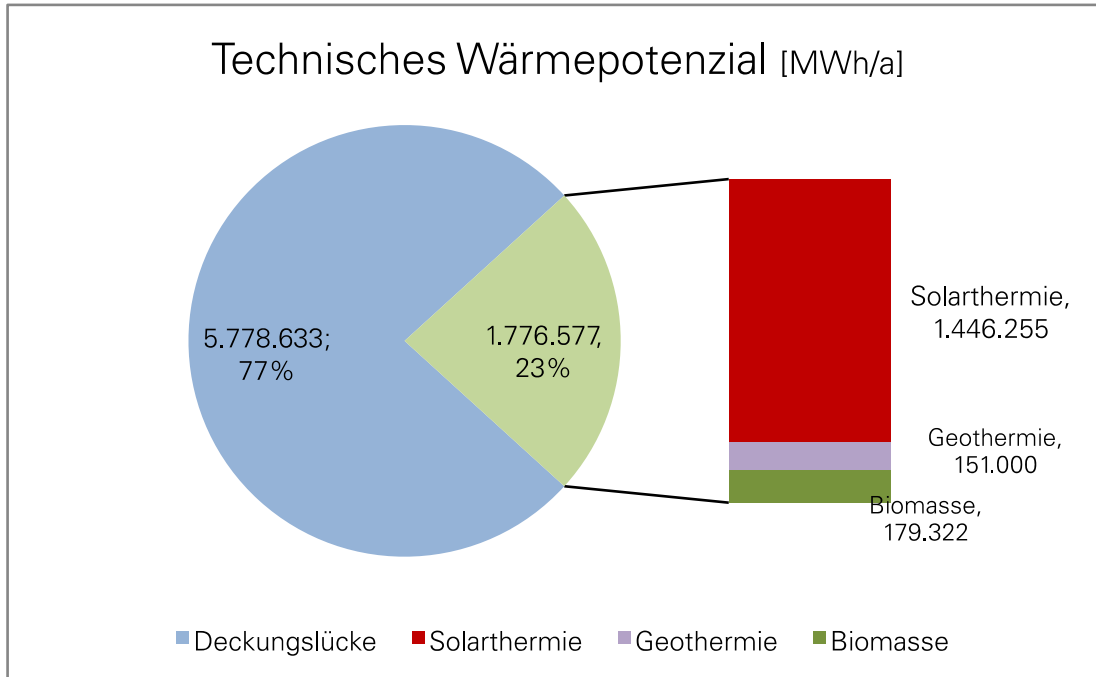


Abbildung 31: Technisches Wärmepotenzial im Bergischen Städtedreieck im Jahr 2020

Bei der Wärmeversorgung reicht das technische Potenzial der Erneuerbaren Energien, um ca. 23 % der benötigten Energie bereit zu stellen<sup>18</sup>. Hierbei liegt das größte Potenzial in der Solarthermie, gefolgt von Biomasse und Geothermie.

Die Bundesregierung hat beschlossen, dass der Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Stromverbrauch bis spätestens zum Jahr 2020 auf mindestens 35 Prozent gesteigert werden soll. Der Anteil der erneuerbaren Energien an der gesamten Wärmeversorgung soll im Jahr 2020 14 Prozent betragen.

Demnach würde im Bergischen Städtedreieck - bei vollständiger Ausschöpfung der technischen Potenziale - die politische Zielsetzung der Bundesregierung im Bereich Strom und Wärme überschritten werden. Bezogen auf den Gesamtenergiebedarf im Gebäudebereich (ohne Verkehr) könnte im Jahr 2020 ein zusätzlicher Anteil von 26 Prozent erzielt werden. Unter Berücksichtigung des bisherigen strom- und wärmeseitigen Erneuerbare-Energien-Anteils könnte damit ein Gesamtpotenzial von knapp 27% erreicht werden.

<sup>18</sup> Unter Berücksichtigung der bisherigen erneuerbaren Wärmebereitstellung würde sich der Gesamtanteil geringfügig um 0,6% im Wärmebereich erhöhen.

Das zusätzliche CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial, das sich durch den Ausbau der erneuerbaren Energien ergibt, lässt sich wie folgt zusammenfassen:

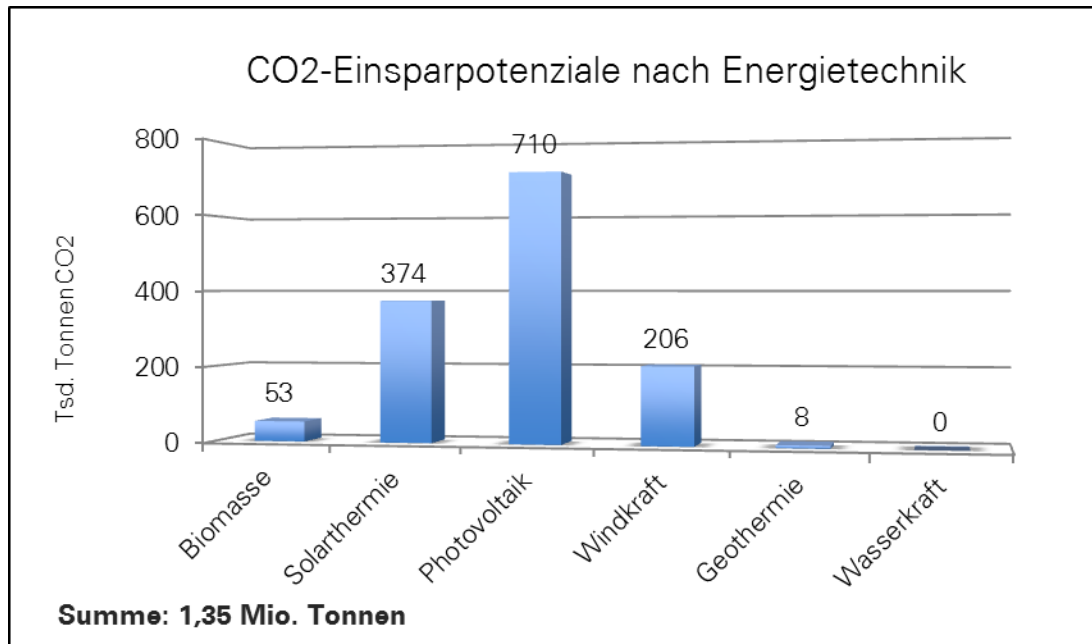


Abbildung 32: Absolute CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale der erneuerbaren Energien bis 2020

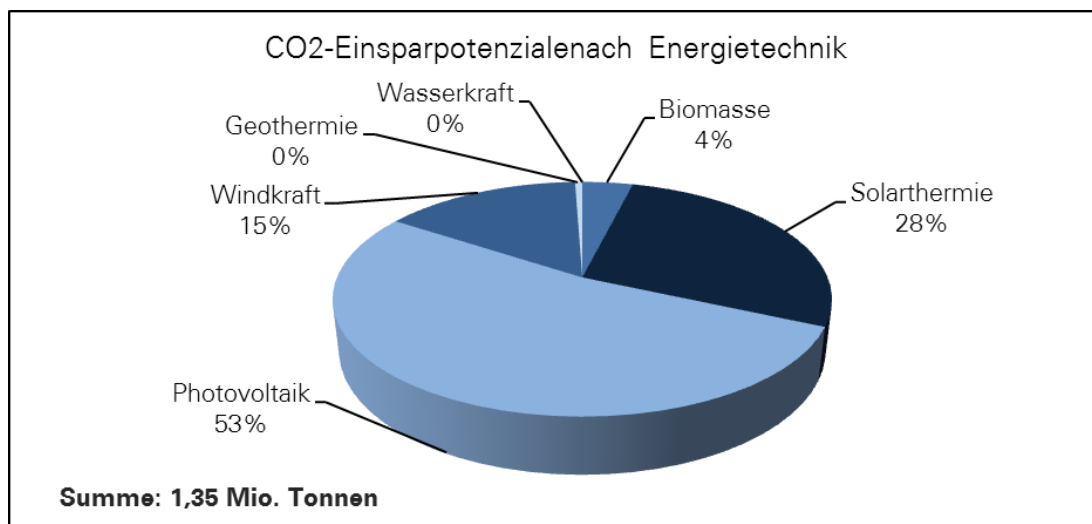


Abbildung 33: Anteilige CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale der erneuerbaren Energien

Die beiden vorangegangenen Graphiken zeigen, dass die größten CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale im Bereich der Solarenergie liegen, vorrangig im Bereich der Photovoltaik, die mit 53 Prozent mehr als die Hälfte aller Einsparungen ausmacht (Solarthermie mit 27 Prozent). Die anderen erneuerbaren Energietechniken machen zusammen nicht einmal ein Viertel des gesamten Einsparpotenzials aus.

Neben den Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzialen ist in Kapitel 3.6 auch deutlich geworden, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien nennenswerte regionale Wertschöpfungseffekte generiert.

Nachfolgend werden die regionalen Wertschöpfungseffekte bei maximaler Potenzialausschöpfung zusammenfassend für die zuvor aufgezeigten Anlagentechniken entsprechend der dargelegten technischen Auslegung für das Jahr 2020 über alle betrachteten Wertschöpfungsstufen aufgezeigt. Die jährlich wiederkehrenden Wertschöpfungseffekte werden zusätzlich dargestellt. Die Aufteilung dieser Wertschöpfungseffekte zeigt die nachfolgende Tabelle.

2020	Biomasse	Biogas	Photovoltaik-Dachflächen	Photovoltaik-Freiflächen	Solarthermie	Windenergie	Erdwärme	Summen
technisches Potenzial	160.000 MWh/a	48500 MWh/a	734.106 MWh/a	318.039 MWh/a	1.466.255 MWh/a	251.000 MWh/a	151.000 MWh/a	3.129.804 MWh/a
Anlagenanzahl	59	3	3.090	334	535.650	41	13.727	552.904
Summe Wertschöpfung	257.169 €	479.460 €	45.109.989 €	20.604.445 €	118.373.716 €	8.055.553 €	564.871 €	193.445.203 €
Jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte	164.386 €	437.092 €	34.864.789 €	17.397.572 €	26.857.902 €	7.092.626 €	391.058 €	87.205.425 €
Vollzeitarbeitsplätze	6,4	2,7	359,1	111,5	587,7	30,4	14,4	1.112,2

Tabelle 50: Zusammenfassung der Wertschöpfungseffekte

Zusammenfassend betrachtet zeigen sich mit 118,3 Mio. € die größten Wertschöpfungseffekte aller betrachteten Wertschöpfungsstufen bei der Solarthermie. In Bezug auf die jährlich wiederkehrenden Wertschöpfungseffekte, welche nicht die Wertschöpfungsstufe „Planung und Installation“ beinhaltet, zeigen sich mit 34,9 Mio. € die größten Effekte bei der Dachflächenphotovoltaik.

Insgesamt ergibt sich bei einer vollen Ausschöpfung der technischen Potenziale erneuerbarer Energieträger eine gesamte regionale Wertschöpfung über alle betrachteten Wertschöpfungsstufen von 193 Mio. €. Jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte belaufen sich in diesem Zusammenhang auf rund 87 Mio. €.

Aus der vollen Potenzialausschöpfung könnten innerhalb des Bergischen Städtedreiecks insgesamt etwa 1.112 Vollzeitarbeitsplätze resultieren.

In der nachfolgenden Abbildung werden die unterschiedlichen Ausprägungen der wiederkehrenden Wertschöpfungseffekte dargestellt.

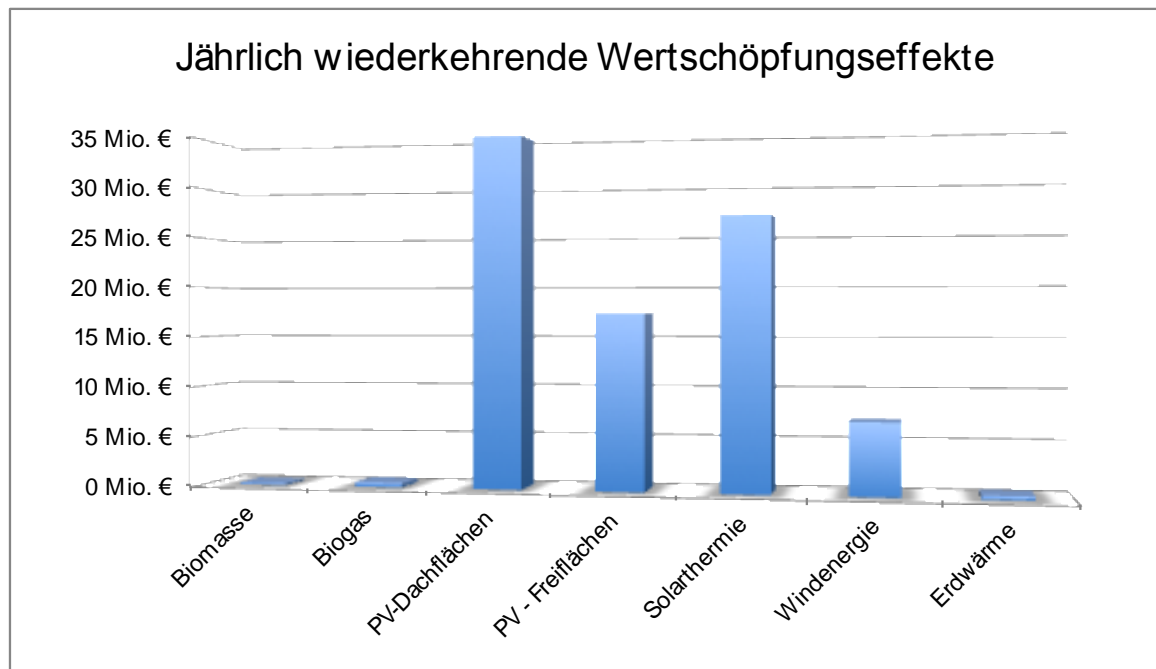


Abbildung 34: Jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte

Grundsätzlich lässt sich somit feststellen, dass im Bergischen Städtedreieck noch große Ausbaupotenziale im Bereich der erneuerbaren Energien vorliegen.

Durch die aktuellen politischen und gesetzlichen Rahmenbedingungen (z. B. Erneuerbare-Energien-Gesetz, Klimaschutzgesetz NRW) wird ein Ausbau der erneuerbaren Energien zwar weiterhin gefördert, jedoch bedarf es noch großer weiterer Anstrengungen auf kommunaler und regionaler Ebene, um die Umsetzung der technischen Potenziale im Bergischen Städtedreieck zu erreichen. Es ist auch deutlich geworden, dass hinsichtlich der enormen quantitativen Ausbaupotenziale eine strategische Ausrichtung im Bergischen Städtedreieck notwendig ist, um diese Potenziale sukzessive zu erschließen. Daher ist ein abgestimmtes Maßnahmenprogramm für das Bergische Städtedreieck erforderlich, das als Grundlage für eine ausgedehnte Ausbaustrategie dient. Die möglichen Maßnahmen im Bergischen Städtedreieck werden in Kapitel 5 vorgestellt. Im folgenden Kapitel wird zuvor der Prozess und die Ergebnisse der Akteursbeteiligung zusammengefasst, die als weitere wichtige Grundlage zur Entwicklung des Maßnahmenprogramms dient.

## 4 Akteursbeteiligung

Die Kommunen als Auftraggeber des Klimaschutzteilkonzeptes können Impulse geben und eine Vorbildfunktion einnehmen, die erfolgreiche Umsetzung dieses Konzeptes bedarf aber einer Vielzahl engagierter Akteure. Es ist bereits eine Vielzahl von Akteuren vorhanden, die es einzubinden und zu aktivieren gilt. Dabei kann zum einen auf bereits bestehenden Aktivitäten regionaler Akteure aufgebaut werden, zum anderen werden durch die Akteursbeteiligung im Erstellungsprozess des Klimaschutzteilkonzeptes neue Kooperationen geschaffen. Neben den Städten des Bergischen Städtedreiecks wird im Folgenden eine Auswahl von Akteuren, die für die Umsetzung der Konzepte bedeutend sind, kurz vorgestellt:

- Stadt Wuppertal

Für den stadtweiten Ausbau der erneuerbaren Energien ist in der Stadtverwaltung der Bereich „Stadtentwicklung, Bauen, Verkehr, Umwelt“ verantwortlich. Weitere Ressorts („Umwelt, Stadtentwicklung und Städtebau“, „Bauen und Wohnen“) können tangiert sein und werden dementsprechend einbezogen. Darüber hinaus ist das „Gebäudemanagement Wuppertal“ (GMW) für den Einsatz erneuerbarer Energien in den kommunalen Gebäuden zuständig.

- Wuppertaler Stadtwerke GmbH (WSW)

Die WSW ist mit seinen Tochterunternehmen der zentrale Dienstleister in Wuppertal für die Versorgung mit Energie und Wasser sowie für den öffentlichen Personennahverkehr. Darüber hinaus entwickeln die WSW Strategien und Energiekonzepte für den Einsatz erneuerbarer Energien. Das Unternehmen ist im Bereich des Umweltmanagements nach DIN EN ISO 14001 für den Bereich Energie & Wasser zertifiziert.

- Stadt Solingen

Das Thema Erneuerbare Energien ist im Stadtdienst „Natur und Umwelt“ direkt im untergeordneten Bereich „Umweltplanung / Lokale Agenda 21“ angesiedelt. Darüber hinaus ist das städtische Immobilienmanagement mit dem Thema befasst. Im Rahmen des integrierten Klimaschutzkonzeptes der Stadt Solingen wird die Einstellung eines Klimaschutzmanagers erwogen.

- Technische Betriebe Solingen

Als eigenbetriebsähnliche Einrichtung gegründet, gehören die Technischen Betriebe Solingen (TBS) zum Konzern Stadt Solingen. Indem sich die TBS in ihren Geschäftsfeldern u. a. auch mit der Abfallentsorgung, Müllverbrennung sowie der daraus gespeisten Fernwärmeversorgung befasst, ist sie auch im Handlungsfeld Klimaschutz ein wertvoller Netzwerkpartner.

- Stadtwerke Solingen GmbH (SWS) und enserva GmbH

Die SWS sind regionaler Energie- und Verkehrsdienstleister für die Bereiche Strom, Erdgas, Trinkwasser und Öffentlicher Personennahverkehr. Als Tochterunternehmen der SWS ist die enserva GmbH regionaler Anbieter von wirtschaftlichen Energiekonzepten. Die enserva GmbH betreibt effiziente Heizungsanlagen und fungiert als Berater im Bereich der Gebäudemodernisierung und Contracting.



- Stadt Remscheid

In der Verwaltung ist das Thema Klimaschutz im Fachdezernat „Finanzen, Bürger und Ordnung“ bzw. im Fachdienst „Umwelt“ angesiedelt. Der Fachdienst „Gebäudemanagement“ und der Zentraldienst „Stadtentwicklung, Wirtschaft und Liegenschaften“ bearbeiten diese Themen nach Bedarf. Die Stadt Remscheid lässt derzeit ein integriertes Klimaschutzkonzept erstellen.

- Stadtwerke Remscheid GmbH und EWR GmbH

Zu den Aufgaben der EWR GmbH gehört die Versorgung mit Strom, Gas, Wasser, Wärme. Seit 2011 beteiligt sich die EWR GmbH an der THEE (Thüga Erneuerbare Energien GmbH & Co. KG), welche die Erzeugung aus regenerativen Energien ausbauen möchte. Seit Februar 2010 beteiligt sich die EWR GmbH mit 28 anderen Stadtwerken und der RWE Innogy an der Green Gecco GmbH & Co. KG. Ziel ist es, gemeinsam im Markt für regenerative Energien europaweit neue Projekte zu identifizieren, zu entwickeln und zu realisieren.

- Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Bergisches Land

Die Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Bergisches Land (vormals AG Biomasse) setzt sich mit ihrer Arbeit für eine nachhaltige Energieversorgung und -verwendung in der Region ein. Die AG ist das Dach und die Plattform für die relevanten Akteure im Bereich der erneuerbaren Energien. Die Arbeitsgemeinschaft bietet z. B. themenspezifische Arbeitsgruppen oder Netzwerke zur Projektentwicklung und zum Erfahrungsaustausch an, aber auch die Möglichkeit, EE-Projekte zu präsentieren.

- Neue Effizienz - Bergische Gesellschaft für Ressourceneffizienz mbH

Mit der Neue Effizienz - Bergische Gesellschaft für Ressourceneffizienz mbH soll die effiziente Verwendung von Ressourcen forciert werden. Als Leitthemen wurden „Effiziente Produktion“ sowie „Effiziente Gebäude und Infrastruktur“ gewählt. Die GmbH soll Servicestelle für Unternehmen und Netzwerkkoordinator sein, Arbeitsgruppen, Workshops und Kongresse organisieren, Projekte initiieren und Förderanträge begleiten sowie als Inkubator internationale Netzwerkbildungen vorantreiben.

- Bergische Entwicklungsagentur GmbH (BEA)

Die BEA wurde gegründet, um Themen und Entwicklungsaufgaben in der Region strategisch zu steuern und ressort- und stadtübergreifend zu koordinieren. Der Aufgabenbereich der Bergischen Entwicklungsagentur bezieht sich auf die Themenfelder Regionalentwicklung, Regionale Strukturpolitik und Regionales Marketing.

- Regionalagentur Remscheid Solingen Wuppertal (RSW)

Die Regionalagentur RSW koordiniert für das Bergische Städtedreieck das Projekt Ökoprotit® und fungiert als Geschäftsstelle für die Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Bergisches Land.

- ARGE Bergwind

Die ARGE – bestehend aus Energieversorgern der Städte Radevormwald, Solingen, Burscheid, Leverkusen, Langenfeld, Leichlingen und Monheim sowie dem Wupperverband und der EWR – hat sich mit dem Ziel zusammengeschlossen, Wirtschaftsstandorte für Windkraftanlagen in den Gebieten der Mitgliedsunternehmen zu erschließen.

- Wupperverband

Als kommunaler Zweckverband agiert der Wupperverband als Flussgebietsmanager der Wupper und betreibt dabei Talsperren, Klärwerke, eine Schlammverbrennungsanlage sowie weitere Anlagen wie Hochwasserrückhalte- und Regenbecken. Diese werden zum Teil für die Erzeugung erneuerbarer Energien verwendet.

- Rheinisch-Bergischer Wasserverband

Der Verband ist ebenfalls ein kommunaler Zweckverband und betreibt Klärwerke, Regenbeckenanlagen, Betriebshöfe, Hochwasser- und Regenrückhaltebecken, Pegelstationen und Niederschlagsmessstationen. Er hat unter anderem die Aufgabe Gewässer zu unterhalten, die Wasserführung auszugleichen, Abwasser zu reinigen und Klärschlämme zu entsorgen.

- EnergieAgentur.NRW

Die EnergieAgentur.NRW arbeitet im Auftrag der Landesregierung von Nordrhein-Westfalen als operative Plattform im Energiebereich. Dabei besteht eine Hauptaufgabe darin, die Entwicklung von innovativen Energietechnologien in NRW zu forcieren und von neutraler Seite Wege aufzuzeigen, wie Unternehmen, Kommunen, Privatleute ökonomischer mit Energie umgehen oder erneuerbare Energien sinnvoll einsetzen können.

- Energieberatung der Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen (VZ)

Die VZ wird finanziell unterstützt vom Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen und den jeweiligen Sitzkommunen. Sie berät in ihren Beratungsstellen unabhängig zu Energieeinsparung und zum Einsatz erneuerbarer Energien bei privaten Wohngebäuden. In Solingen und Wuppertal befinden sich örtliche Beratungsstellen. Remscheid bietet eine stundenweise Energieberatung an.

- Forstbetriebsgemeinschaften (FBG) und Forstverband

Diese Institutionen wurden gegründet, um die Nachteile kleinflächiger Besitzstrukturen zu überwinden und in Zusammenarbeit mit der Gebietskörperschaft die Wälder zu pflegen und zu bewirtschaften. Dabei werden unter anderem Holzernte und -vermarktung betrieben und so erneuerbare Energien zur Verfügung gestellt.

- Gesellschaft für Entsorgung, Sanierung und Ausbildung mbH (GESA)

Die gemeinnützige Gesellschaft für Entsorgung, Sanierung und Ausbildung mbH, betreibt einen Holzenergiehof, auf dem Holz aus heimischen Wäldern gesammelt und weiterverarbeitet werden. In Kooperation mit der Stadt Wuppertal werden Schwach- und Waldresthölzer, die bisher keiner wirtschaftlichen Nutzung zugeführt werden konnten, unter fachlicher Anleitung aus städtischen und privaten Forsten der Umgebung eingesammelt, nach Güte und Größe sortiert und weiterverarbeitet.

So können dem privaten und gewerblichen Verbraucher Holz hackschnitzel und Brennholz aus Eigenproduktion, sowie Holzpellets und Holzbriketts angeboten werden.

- ÖKO+ GmbH

Das Ziel dieser städtischen Gesellschaft (Beteiligungsgesellschaft Stadt Solingen mbH als alleiniger Gesellschafter) ist die Errichtung oder der Ankauf erneuerbarer Energieanlagen (z.B. Solaranlagen, Windkraftanlagen).

- Effizienz-Agentur NRW (EFA)

Die Effizienz-Agentur NRW betreibt im Bergischen Städtedreieck ein Regionalbüro, welches kleine und mittlere Unternehmen im Bereich der Ressourceneffizienz unterstützt. Dabei hilft der Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen zum einen die Ressourceneffizienz in den Betrieben zu steigern. Zum anderen ist deren Einsatz ein wichtiger Schritt hin zur ökologischen Modernisierung, um Wettbewerbsvorteile zu sichern und die Umwelt zu entlasten.

- Bioenergie-Netzwerkmanagement (BENWM)

Mit dem BENWM sollen gemeinsam mit den lokalen und regionalen Akteuren aus den Kommunen und dem Kreis Mettmann die bereits bestehenden Aktivitäten und Potenziale der Biomasse in den Gebietskörperschaften gebündelt sowie Stoffströme erfasst werden. Es sollen Akteure vernetzt, Projekte initiiert werden und Öffentlichkeitsarbeit stattfinden sowie Schulungen angeboten werden. Der Projektzeitraum läuft vom 01.01.2013 – 30.06.2014 und baut auf einem Vorläuferprojekt in den Jahren 2010 und 2011 auf.

- Weitere Akteure

Nicht unerwähnt bleiben dürfen an dieser Stelle Akteure, die auch im Bergischen Städtedreieck tätig sind und deren Aufgabenspektrum sich jedoch nicht ausschließlich im Bereich der Erneuerbaren Energien bewegt. Dies können Unternehmen und Verbände, Arbeitsgruppen und weitere zivilgesellschaftliche Akteure, wie z. B. die Klimaallianzen in Remscheid und Solingen, der Verein für Klimaschutz in Wuppertal, die Bergische Bürgerenergie-Genossenschaft oder andere Zusammenschlüsse sein. Zudem gehören übergeordnete Institutionen wie beispielsweise die Wirtschaftsförderungen der bergischen Städte, die Handwerks- sowie die Industrie- und Handelskammer dazu, die neben der Unterstützung des Einsatzes erneuerbarer Energien auch die Vermittlung von Wissen in Form von Weiterbildungen und Schulungen anbieten.

Im Folgenden erfolgt eine Zusammenfassung der Vorgehensweise bzw. Ergebnisse aus dem Akteursbeteiligungsprozess, die für die weitere Maßnahmenentwicklung (s. Kap. 5) als wichtige Grundlage dient.

#### 4.1 Bisherige Klimaschutzaktivitäten des Bergischen Städtedreiecks

Sowohl auf lokaler, als auch auf regionaler Ebene wurde bereits eine Vielzahl von Maßnahmen initiiert und umgesetzt. Die Maßnahmenvorschläge dieses Konzeptes wurden daher auf Basis der teilkonzeptionellen Grundlagen, den bereits realisierten Projekten und den vorhandenen Arbeitsstrukturen entwickelt.

Besonders relevante Maßnahmen, die für die Region von besonderer Bedeutung sind, werden an dieser Stelle präsentiert. Ziel ist es dabei nicht ein umfassendes Bild aller Aktivitäten zu schaffen, sondern die Ausgangsbasis darzustellen, auf der das regionale Klimaschutzkonzept aufbauen konnte:

- Bereits in den 1990er Jahren wurde ein regionales CO<sub>2</sub>-Minderungskonzept erstellt.
- Im Juni 2003 folgte ein „Handlungskonzept zur energetischen Nutzung holzartiger Biomasse in der Region Bergisches Städtedreieck mit den Städten Remscheid, Solingen und Wuppertal“.

- Für das regionale Strukturförderprogramm Regionale 2006 wurde im Jahr 2000 eine Leitthemenkommission gegründet, die geeignete Regionale-Projekte identifizieren sollte. Dieses wurde als Steuerungsgremium Klimaschutz ab dem Jahr 2003 weitergeführt und arbeitete mit verschiedenen Unterarbeitsgruppen zu den Themen Wasserkraft, Biomasse und anderen Themen. Unter anderem wurden im Jahr 2002 alte Wasserkraftstandorte hinsichtlich ihres Reaktivierungspotenzials untersucht. In der Arbeitsgruppe Biomasse arbeitet ab 2006 auch der Kreis Mettmann mit Sie erstellte 2008 den ersten regionalen Statusbericht Erneuerbare Energien. Dieser Bericht der drei Städte Wuppertal, Remscheid und Solingen sowie des Kreises Mettmann und des Wupperverbandes für die Jahre 2000 bis 2007 bzw. bis 2009 ist eine umfassende Dokumentation des Entwicklungsstandes beim regionalen Ausbau erneuerbarer Energien. Er soll alle zwei Jahre fortgeschrieben werden.
- Das „Branchenverzeichnis Bioenergie in der Region Remscheid, Solingen, Wuppertal und Kreis Mettmann“ stellt die regionalen Anbieter von Bioenergie dar. Ziel ist die Entwicklung neuer Projekte und Kooperationen. Dieses Verzeichnis, das online fortgeführt und ergänzt wird, entstand im Rahmen des Projektes „Regionales Bioenergiemanagement“. Zu den Leistungen gehören ebenso das Kurzkonzept Bioenergiemanagement für die beteiligten Gebietskörperschaften als auch der entsprechende Abschlussbericht. Die drei Städte haben sich für den Ausbau der Solarenergie jeweils ein Solardachkataster erstellen lassen, um Gebäudeeigentümer mögliche Potenziale auf den eigenen Dachflächen aufzuzeigen. Ergänzend dazu wurden zudem auch zusätzliche Informationsveranstaltungen durchgeführt, die eine Vielzahl von Interessierten angesprochen hat.
- Die EWR GmbH hat Ende 2012 an der Eschbachtalsperre eine Wasserkraftanlage in Betrieb genommen, die mit einer Leistung von 30 kW voraussichtlich bis zu 120 MWh Strom pro Jahr erzeugen wird.
- Neben der Schaffung konzeptioneller Grundlagen wurden auch verschiedene Projekte realisiert. Dazu gehören beispielsweise der Holzenergiehof in Wuppertal, die Optimierung und der Ausbau von Wasserkraftanlagen und vereinzelt auch Windkraftanlagen Darüber hinaus sind mittlerweile in allen drei Städten Solarkataster eingerichtet sowie mehrere größerer Biomasseanlagen errichtet worden
- Parallel zum Regionalen Klimaschutzteilkonzept „Potenziale der Erneuerbaren Energien“ erarbeitet die Region [Städte Remscheid und Solingen, Bergische Entwicklungsagentur] derzeit auch ein regionales Klimaschutzteilkonzept „Anpassung an den Klimawandel“. Die Ergebnisse bereits bestehender Planungen der Stadt Wuppertal werden nachrichtlich in das Konzept eingebunden.

## 4.2 Auftaktveranstaltung

Am 13. Dezember 2011 fand in Solingen die offizielle Auftaktveranstaltung zur Erstellung des regionalen Klimaschutzteilkonzeptes statt. Zu dieser Veranstaltung wurden alle relevanten Akteure der Region eingeladen, um einerseits über die Inhalte und Ziele des Konzeptes zu informieren, aber auch Erwartungen und Einschätzungen der Akteure einzusammeln, um von Beginn an ein realistisches und realisierbares Umsetzungskonzept erstellen zu können.

Die Veranstaltung stieß auf große Resonanz bei den Teilnehmern. Die Anregungen, beispielsweise zur Schwerpunktlegung auf die besonders relevanten Themen für die Region, wurden aufgenommen.

#### 4.3 Arbeitskreis, Einzelgespräche und Telefoninterviews

Durch die regionale Ausrichtung des Konzeptes war eine breite Beteiligung aller Kommunen des Bergischen Städtedreiecks erforderlich. Um die Konzepterstellung zu begleiten und zu steuern wurde daher ein regionaler „Arbeitskreis Klimaschutzteilkonzept“ gegründet, dem jeweils zwei Vertreter der Kommunen aus den Fachbereichen Stadtplanung und Klimaschutz sowie ein Vertreter der Bergischen Entwicklungsagentur angehörten. In monatlichen Treffen wurde der Sachstand besprochen und das weitere Vorgehen abgestimmt.

Um detaillierte Informationen über bereits realisierte Projekte, bisherige Erfahrungen über Chancen und Hemmnisse beim Ausbau erneuerbarer Energien sowie bereits in der Planung befindliche Projekte zu erhalten, wurden darüber hinaus mehrere persönliche Einzelgespräche und auch telefonische Interviews durchgeführt. Dazu wurden Akteure aus der Verwaltung, der Wirtschaft, Vereinen und anderen Organisationen ausgewählt. Beispielhaft zu nennen sind der Wupperverband, die drei Stadtwerke, der Verein für Klimaschutz regen e.V. Wuppertal, die Kalkwerke Oetelshofen, die kommunalen Forstverwaltungen und die drei Gebäudemanagements.

Die Meinungen aus den Interviews lassen sich dabei wie folgt zusammenfassen:

- „Der Wupperverband ist der größte Erzeuger regenerativer Energien in der Region.“
- „Aufgrund der EU-WRRL spielt das Thema Neubau von Kleinwasserkraftanlagen keine Rolle mehr. Ausbau der Wasserkraft konzentriert sich aufgrund der gesetzlichen Rahmenbedingungen auf Repowering bei Talsperren und Bau zusätzlicher kleinerer Parallelmotoren, um auch in Trockenzeiten Strom produzieren zu können.“
- „Bürgerenergiegenossenschaften bieten großes Potenzial für den Ausbau erneuerbarer Energien vor Ort.“
- „Gewünscht ist eine stärkere Unterstützung durch die Stadtwerke und die Politik bei der Umsetzung von Projekten.“
- „Der Photovoltaik-Ausbau hat sich in der Region bereits gut entwickelt, Schwerpunkte sollten im Ausbau der Windkraft und der Biomasse liegen.“
- „Die Ergebnisse der Studie „Handlungskonzept zur energetischen Nutzung holzartiger Biomasse in der Region Bergisches Städtedreieck mit den Städten Remscheid, Solingen und Wuppertal“ (2003) sind weiterhin aktuell.“
- „Holzenergiepotenziale sind stark abhängig von den Marktpreisen, insbesondere für die stoffliche Nutzung.“
- „Die Erhöhung des Bio- und Grünabfalls wird durch Kampagnen etc. grundsätzlich nur durch hohen Aufwand möglich sein.“
- „Das Biogaspotenzial wird aufgrund der landwirtschaftlichen Strukturen als eher durchschnittlich bis gering eingeschätzt.“
- „Um in Zukunft mehr Projekte umsetzen zu können, bedarf es einer größeren regionalen Kooperation.“

#### 4.4 Kongress „hundertprozentig.ERNEUERBAR“

Der Kongress „hundertprozentig.ERNEUERBAR“ am 22.06.2012 in der Bergischen Universität Wuppertal fand bereits zum zweiten Mal statt. Circa 300 Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Bürgerschaft nahmen die Gelegenheit zum Wissensaustausch und Vernetzung im Workshop wahr. Dieser Rahmen bot eine gute Gelegenheit die Zwischenergebnisse vorzustellen, Akteure zur Konzeptbearbeitung zu informieren und Verknüpfungsmöglichkeiten regionaler Potenziale, Maßnahmen und Akteure darzustellen und gemeinsam zu diskutieren.

#### 4.5 Workshops

Bei der Auswahl der Themen für die vier Workshops wurden vorrangig zwei Ziele verfolgt. Einerseits sollten wesentliche Akteure durch die Workshops angesprochen und in die Maßnahmenentwicklung eingebunden werden, andererseits sollten vielversprechende technische Potenziale in den Fokus gestellt werden. Es wurde daher folgende Workshops ausgewählt:

1. Ausbau Erneuerbarer Energien vor Ort durch bürgerschaftliches Engagement
2. Erneuerbare Energien in Industrie und Gewerbe
3. Integration Erneuerbarer Energien in die lokalen Stromnetze
4. Einsatzmöglichkeiten Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt

Im Folgenden werden die Ergebnisse der vier Fachworkshops vorgestellt, die im Zeitraum Oktober und November 2012 durchgeführt wurden. Diese bildeten den Kern der Akteursbeteiligung, da sie eine große Bandbreite regionaler Akteure erreichten und eine Fachdiskussion mit einer konkreten Maßnahmendiskussionen ermöglichten. Die Themen der Workshops wurden dabei im Rahmen der Projektsteuerungstreffen mit den beteiligten Personen abgestimmt und als wichtige Bereiche zum Ausbau der erneuerbaren Energien im Bergischen Städtedreieck gesehen.

Zu den einzelnen Workshops werden die Äußerungen der Teilnehmenden zusammengefasst. Die an dieser Stelle dokumentierten Standpunkte einzelner Akteure müssen nicht mit den Einschätzungen der Projektgruppe aus Vertretern der Städte Wuppertal, Solingen und Remscheid, der Bergischen Entwicklungsagentur sowie der Gertec GmbH übereinstimmen und wurden nicht vor dem Hintergrund der rechtlichen Möglichkeiten überprüft.

#### Workshop 1: Ausbau Erneuerbarer Energien vor Ort durch bürgerschaftliches Engagement

Der erste Workshop am 24.10.2012 wurde von 24 Personen besucht. Die Teilnehmer repräsentierten einen Querschnitt aus den angesprochenen Akteursgruppen. So waren neben Vertretern der kommunalen Verwaltung und der Politik ebenfalls Bürger, Mitglieder einer kürzlich gegründeten Energiegenossenschaft, Vertreter der Sparkasse sowie Energieberater und Vertreter des Wuppertal-Instituts anwesend.

Aus der Summe der Aussagen wurde schnell klar, dass eine Umsetzung der „Energiewende“, so wie sie durch die Politik gefordert wird, nur mit breiter Unterstützung der Bürger erfolgen kann. Hier ist von besonderem Interesse, wie dies in einer breiten Bewegung tatsächlich umgesetzt werden kann.



Das Hauptthema des Workshops wurde durch den Impulsvortrag der BürgerEnergieGenossenschaft eG aus Wetter eingeleitet. In der nachfolgenden Zusammenfassung werden die Hinweise, Informationen und Meinungen dokumentiert:

- Umdenken: In allen Bevölkerungsgruppen muss ein Umdenken erfolgen, um die Verbreitung erneuerbarer Energien noch weiter voranzubringen.
- Politischer Rückenwind: Bei der konkreten Umsetzung Erneuerbarer Energieprojekte fehlt leider häufig der politische Wille.
- Transparenz: Die Beteiligungsformen „Genossenschaft“/„Fonds“ und „Sparbrief“ müssen transparent erläutert werden.
- Rechtsform standardisieren: U. U. kann der organisatorische-rechtliche Aufwand zur Gründung einer Bürgergenossenschaft durch Standardisierung verringert werden und so die Bereitschaft zur Gründung einer Genossenschaft erhöht werden.
- Bürgern optional eine aktive und/oder passive Beteiligung ermöglichen.
- Rendite: Eine auskömmliche Verzinsung muss gewährleistet sein.
- Verbindung von Schlüsselakteuren, wie z. B. Bürger, Kreditinstitute, Stadtwerke und „Dachgeber/Dachflächenvermieter“.
- Professionelle Projektsteuerung: Finanzierung, Planung und Ausführung, Stromvermarktung, etc.
- Beteiligung der Gebäudenutzer. Insbesondere in Mietobjekten ist eine Beteiligung der Mieter an einer Solarstromanlage auf dem eigenen Gebäude sinnvoll, um die Akzeptanz zu erhöhen.
- Öffentlichkeitsarbeit: Die Kommunikation mit der Öffentlichkeit ist entscheidend, um die Akzeptanz sowohl der technischen Anlage als auch der Beteiligungsform „Genossenschaft“ zu erhöhen.
- Kooperative Verwaltung: Die relevanten Abteilungen innerhalb der Verwaltung müssen mit personellen Ressourcen ausgestattet sein, um die Gründung und die Entwicklung von Bürgergenossenschaften zu unterstützen.

Im Zuge der Maßnahmenentwicklung zum Klimaschutzteilkonzept werden die Handlungsfelder geprüft, ausgearbeitet und in den Maßnahmenkatalog mit aufgenommen. Die Ergebnisse dieses Workshops flossen dabei inhaltlich in folgende Maßnahmen mit ein (s. Kap. 5):

- ÜM 1 Beantragung eines regionalen „Klimaschutzmanagers“ für erneuerbare Energien
- ÜM 2 Vertiefung von bestehenden Netzwerkstrukturen
- ÜM 5 Ausbau der Bürgerbeteiligungsformen und Energiegenossenschaften

## Workshop 2: Erneuerbare Energien in Industrie und Gewerbe

Am zweiten Workshop am 29.10.2012 nahmen 25 Personen teil. Die Teilnehmer repräsentierten auch in diesem Workshop einen Querschnitt aus den angesprochenen Akteursgruppen. So waren neben Vertretern der kommunalen Verwaltung und der Politik, ebenfalls Vertreter der Stadtwerke und Sparkassen, der Effizienz-Agentur NRW, der IHK, der „Neuen Effizienz“ sowie weitere Interessens- und Verbändevertreter anwesend.



Das Thema des Workshops „Erneuerbare Energie in Industrie und Gewerbe“ wurde durch einen Impulsvortrag von Herrn Schramm (FH Düsseldorf, Fachbereich Erneuerbare Energien und Energieeffizienz) eingeleitet. Dabei wurde eine Vielzahl von Projekten vorgestellt, bei denen die Nutzung solarer Prozesswärme in Industrie und Gewerbe im Mittelpunkt steht. Diese noch wenig verbreitete Technik diene als gutes Beispiel für die Möglichkeiten und Hindernisse bei der Implementierung erneuerbarer Energien in industrielle Prozesse. Im Rahmen der sich anschließenden Diskussion wurde auch auf andere Techniken, wie z. B. Solarstrom und Biomasse, eingegangen.

Als Ergebnis wurden folgende konkrete Handlungsfelder bzw. Maßnahmen für eine stärkere Verbreitung der erneuerbaren Energien in Industrie und Gewerbe festgehalten:

- Initiierung eines Unternehmerstammtisches oder sog. Business Breakfast mit dem Themenschwerpunkt erneuerbare Energien.
- Entwicklung einer konkreten Strategie zur Ansprache von Unternehmen.
- Darstellung der großen technischen Potenziale für erneuerbare Energien in Industrie/Gewerbe und Einbindung der (regionalen) Presse.
- „Erfahrungsaustausch auf Augenhöhe“: Unternehmen berichten über ihre Maßnahmen.
- Bürokratie kenntlich machen & verringern.
- "Geschenketisch" anbieten: Kurz zusammenstellen, wo verlorene Zuschüsse gezahlt werden, wo Fördermöglichkeiten bestehen.
- Durchführung von Multiplikatorenveranstaltungen z. B. für Steuerberater/ Wirtschaftsprüfer.
- Schulung von Beratern für Gewerbe- und Industriekunden.
- Branchen-/ Prozessspezifische Betreuung.
- Bündelung der Beratungskompetenzen durch Netzwerkbildung: "Nadelöhr", nur ein Ansprechpartner.
- Information und Bewusstseinsbildung als Form der "Humusbildung".
- Ganzheitliche Beratung zu Materialeffizienz + Energieprozessen.
- Einbindung der Öffentlichkeitsarbeit in vorhandene Netzwerke.
- Etablierung von Gewerbegebietsmanagern.
- Darstellung unterschiedlicher Modelle zur Finanzierung, wie z. B. Contracting, Genossenschaften.
- Beispielrechnungen/ Wirtschaftlichkeitsrechnungen bereitstellen.
- Pflicht zur Einführung eines Energiemanagementsystems zur Verbreitung der erneuerbaren Energien nutzen.

Im Zuge der Maßnahmenentwicklung zum Klimaschutzteilkonzept wurden die Handlungsfelder geprüft, ausgearbeitet und - soweit sinnvoll - in den Maßnahmenkatalog mit aufgenommen.

Die Ergebnisse dieses Workshops flossen dabei inhaltlich in folgende Maßnahmen mit ein (s. Kap. 5):

- ÜM 2            Vertiefung von bestehenden Netzwerkstrukturen
- ÜM 3            Beratungsangebot für erneuerbare Energien
- ÜM 6            Leuchtturmprojekte im Bereich erneuerbare Energien
- ÜM 10          Qualifizierungsinitiative zur Weiterbildung von Handwerkern
- Solar 4          Kampagne zur Nutzung solarer Prozesswärme und solarer Kühlung
- Solar 5          Ausbau PV-Anlagen auf Unternehmensdächern

### Workshop 3: Integration Erneuerbarer Energien in die lokalen Stromnetze

Am 31.10.2012 fand der dritte Workshop mit 17 Personen im Rahmen der Akteursbeteiligung und Maßnahmenentwicklung statt. Neben Vertretern der kommunalen Verwaltung und der Politik waren ebenfalls Vertreter der Stadtwerke, der Sparkasse, der Netzbetreiber und des Wupperverbandes, Anlagenbetreiber sowie weitere Interessens- und Verbändevertreter anwesend.

Es wurde in den Diskussionen deutlich, dass das Thema von allen als bedeutsam erachtet wird, vielfach aber sehr wenig Wissen bei den Beteiligten vorliegt. Als relevante Aspekte wurden u. a. genannt: Eigenstromnutzung, Smart Grid, optimierte Verteilnetze.

Nach einem Impulsvortrag von Herrn Prof. Dr. Zdrallek der Bergischen Universität Wuppertal über die technischen und strukturellen Herausforderungen, um einem steigenden Angebot an dezentral erzeugter Energie gerecht zu werden, wurde im Verlaufe des Vortrages und der sich anschließenden Diskussion deutlich, dass städtisch geprägte Regionen, wie das Bergische Städtedreieck, bislang deutlich weniger Probleme mit der Integration erneuerbarer Energien in ihre Stromnetze haben, wie ländlich geprägte Regionen. Die Vertreter der lokalen Netzbetreiber und Stadtwerke sehen einen Handlungsbedarf bei einem Anteil von ca. 12 – 15 % dezentral erzeugten Stromes im Verteilnetz. Derzeit liegt dieser Anteil im Bergischen Städtedreieck bei unter 1%. Dennoch haben sich alle Netzbetreiber und Stadtwerke dieses Themas angenommen und bereiten sich mit entsprechenden Konzepten und Planungen auf die zukünftigen Herausforderungen vor. Von Seiten aller anwesenden Fachleute wurde bestätigt, dass derzeit kein akutes Problem auf Ebene des Verteilnetze besteht oder kurzfristig erwartet wird. Um sich aber auf die zukünftigen Herausforderungen angemessen vorbereiten zu können, erscheint die Entwicklung von Leuchtturmprojekten in der Region als sinnvolle Maßnahme. Dabei kommen insbesondere Projekte zur Erprobung intelligenter Netze (Smart Grids) in Neubaugebieten, Sanierungsquartieren und Gewerbegebieten in Frage. Aber auch Projekte zur Energiespeicherung in Verbindung mit Elektromobilität erscheinen als sinnvolle Demonstrationsprojekte.

Die Ergebnisse dieses Workshops flossen dabei inhaltlich in folgende Maßnahmen mit ein (s. Kap. 5):

- ÜM 12            Sicherstellung des Transports, Verteilung und Speicherung der erneuerbaren Energien

## Workshop 4: Einsatzmöglichkeiten Erneuerbarer Energien im Wärmemarkt

Der vierte Workshop im Rahmen der Akteursbeteiligung und Maßnahmenentwicklung am 8.11.2012 war mit 21 Personen besucht. Neben Vertretern der kommunalen Verwaltung und der Politik waren ebenfalls Vertreter von Wohnungsbaugesellschaften, eines Mietervereins, Vertreter der Sparkasse, von Stadtwerken, der Verbraucherzentrale, der EnergieAgentur.NRW sowie Energieberater und Vertreter des Wuppertal-Instituts anwesend.

Das Hauptthema des Workshops wurde durch den Impulsvortrag von Herrn Andreas Seber, Vaillant Deutschland GmbH & Co. KG, eingeleitet. Es wurde vornehmlich über eigene Erfahrungen im Bereich Energieeffizienz, Erneuerbare Energien und Heizungstechnik bei Sanierungs- und Neubauprojekten in der Wohnungswirtschaft berichtet.

Aus dem Vortrag und der anschließenden Diskussion wurde deutlich, dass Maßnahmen immer spezifisch für einzelne Gebäudekategorien entwickelt werden müssen. Dabei wurden die nachfolgenden Erfolgsfaktoren gemeinsam mit den Teilnehmern erarbeitet.

- Es müssen Maßnahmenpakete erarbeitet werden, die eine gestaffelte und passende Staffelung von aufeinander abgestimmten Einzelmaßnahmen enthalten.
- Es sollen Mustergebäudetypen lokal identifiziert werden. Hieran soll beispielhaft aufgezeigt werden, welche Energieeffizienz- und Sanierungsmaßnahmen technisch und wirtschaftlich sinnvoll sind.
- Kapitalmangel und Personalmangel für gezielte Energieberatungen stellen bei Wohnungsbaugesellschaften ein Problemfeld dar. Die Rolle der Verbandsarbeit wird als möglicher Lösungsweg erachtet, zentral Kapazitäten zur Verfügung zu stellen.
- Energieberatungen müssen immer zielgruppenspezifisch (Wohnungsbaugesellschaften, Einzeleigentümer und Eigentümergemeinschaften) und möglichst für den Eigentümer kostenneutral erfolgen, da Kostenübernahmen Hemmnisse darstellen, eine Energieberatung durchführen zu lassen.
- Energieberatungen sollten möglichst neutral durchgeführt werden, um Ressentiments gegenüber dem Handwerk nicht entstehen zu lassen.
- In Wuppertal existiert eine Arbeitsgruppe, in welcher für die Stadt Wuppertal typische Gebäudetypen gesucht werden. Diese sollen nach Sanierung als Multiplikatoren und Kristallisationspunkte für die Nachbarschaften dienen. Die Siedlung Arrenberg dient als Beispiel früherer Sanierungen.
- Es sollten kommunale Arbeitskreise mit der Industrie geschaffen werden, welche Bestandteile von Kompetenznetzwerken sein können. Volksbanken und Sparkassen sollten als Multiplikatoren ebenfalls an Arbeitskreisen partizipieren. Hier stellt vor allem die Möglichkeit der gezielten Kundenansprache und Beratung in Informationsforen ein Potenzial dar.
- Eigentümergemeinschaften bedürfen zusätzlicher Informationen über das Instrument des Contractings.
- Generell werden Förderprogramme nur unzureichend genutzt. Es bedarf einer zielgruppenspezifischen Ansprache und Informationen mit geeigneten Kooperationspartnern, wie z. B. der Verbraucherzentrale.

- Ein Ansatz könnte ein regionales Sanierungskataster darstellen, welches die strategische Ausrichtung der Erneuerbaren Energieträger steuern könnte.
- Auf Seiten der öffentlichen Verwaltung wird ein Personalbedarf zur Umsetzung des regionalen Klimaschutzteilkonzeptes auch im Bereich der Koordinierung des Einsatzes Erneuerbarer Energieträger gesehen.
- Derzeit werden in Solingen nur Eigentümer hinsichtlich der möglichen Nutzung von Photovoltaik auf den betreffenden Dächern angesprochen. Es sollte ein Konzept entwickelt werden, die Eigentümer auch gezielt auf die mögliche Nutzung von Solarthermie anzusprechen.
- Die Baugenehmigungsbehörden sollten schon im Baugenehmigungsverfahren Hinweise auf Energieberatungsmöglichkeiten geben.
- Quartiersmanager sollten eingestellt werden, da dann auch die Möglichkeit bestünde, die Effizienz von gesetzlich verpflichtenden Dachsanierungen zu überprüfen.
- Bei der energetischen Sanierung sollen die sanierten Gebäude nicht von evtl. bestehenden Fernwärmenetzen abgekoppelt werden. Ein Ausbau der Fernwärmenetze erscheint notwendig.

Im Zuge der Maßnahmenentwicklung zum Klimaschutzteilkonzept werden die Handlungsfelder geprüft, ausgearbeitet und in den Maßnahmenkatalog mit aufgenommen. Die Ergebnisse dieses Workshops flossen dabei inhaltlich in folgende Maßnahmen mit ein (s. Kap. 5):

- ÜM 1 Beantragung eines regionalen „Klimaschutzmanagers“ für erneuerbare Energien
- ÜM 2 Vertiefung von bestehenden Netzwerkstrukturen
- ÜM 3 Beratungsangebot für erneuerbare Energien
- ÜM 6 Leuchtturmprojekte im Bereich erneuerbare Energien
- ÜM 7 Erstellung eines regionalen Sanierungskatasters
- Solar 1 Marketingkampagne Solarthermie
- Bio 1 Dauerhafte Sicherstellung des Bioenergienetzwerkmanagements
- Bio 3 Kampagne zur Nutzung von Biomasse bei Wohnungsbaugesellschaften und privaten Haushalten

## 5 Realisierungskonzept 2020

Nachdem die energetische Ausgangsbasis der drei Städte beschrieben, die theoretischen und technischen Potenziale aufgezeigt sowie die maßgeblichen Akteure der Region in die Konzeptentwicklung eingebunden sind, ist es erforderlich, all diese Informationen auf ein Ziel hin auszurichten.

Vergleicht man die technischen Potenziale der erneuerbaren Energien mit dem prognostizierten Energiebedarf des Jahres 2020, ergeben sich nachfolgende Darstellungen.

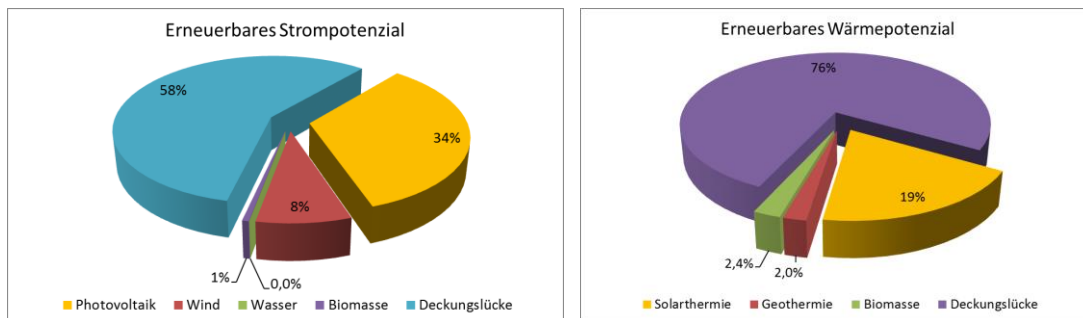


Abbildung 35: Deckungsanteil erneuerbarer Energien

Demnach können im Strommarkt zusätzlich bis zu 43 % und im Wärmemarkt bis zu 23 % und durch erneuerbare Energien aus der Region gedeckt werden. Die politischen Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien könnten somit technisch erreicht werden. Auch unter wirtschaftlichen Aspekten ist eine Erschließung dieses Potenzials möglich, wie die Beispielrechnungen in Kapitel 3 zeigen.

Dennoch ist das Erreichen dieses Ausbauziels mit Blick auf die tatsächliche Umsetzung bis zum Jahr 2020 eher unwahrscheinlich. Die Berechnung der Wertschöpfung zeigt, dass beispielsweise für die Erschließung des Solarthermiefpotenzials 535.000 Anlagen mit einer durchschnittlichen Größe von 6 m<sup>2</sup> installiert werden müssen. Technisch und wirtschaftlich ist dies sicherlich realisierbar, mit einem Zeithorizont von ca. 7 Jahren jedoch in dieser Größenordnung unwahrscheinlich. Auch die übrigen Techniken können technisch und wirtschaftlich umgesetzt werden, was bis zum Jahr 2020 jedoch nur in Teilen erreichbar sein wird. Wie hoch dieser Anteil im Jahre 2020 tatsächlich ist, kann nicht seriös ermittelt werden.

Die Erschließung der Potenziale hängt in den meisten Fällen von der Investitionsentscheidung eines Einzelnen oder einer Organisation ab. Diese wiederum wird beeinflusst von ökonomischen, strukturellen und gesetzlichen Rahmenparametern. Ziel und Aufgabe des Realisierungskonzeptes muss es daher sein, diese Rahmenparameter dahingehend zu beeinflussen, dass Investitionen durch Einzelpersonen, Unternehmen und Einrichtungen der öffentlichen Hand im Bereich erneuerbarer Energien ausgelöst werden.

Kern des Realisierungskonzeptes bildet dabei das Maßnahmenprogramm, das vornehmlich die Aufgabe hat, relevante Akteure zu informieren und zu vernetzen, strukturelle Rahmenbedingungen zu verbessern, Bewusstsein zu bilden und zu stärken, sowie konkrete Projekte zu initiieren. Eine besondere Rolle kommt dabei dem regionalen Klimaschutzmanager für erneuerbare Energien und dem Bioenergienetzwerkmanager zu.

Als Ergänzung zum Maßnahmenprogramm ist im Rahmen dieses Realisierungskonzeptes ein vertiefender Baustein zum Öffentlichkeits- und Netzwerkmanagement erarbeitet worden. Die Information relevanter Akteure ist eine wichtige Grundlage zur Mobilisierung ungenutzter Potenziale.

Mit dem Controlling-Konzept soll dem Bergischen Städtedreieck ein Hilfsmittel an die Hand gegeben werden, das diesen bei der Überprüfung und Bewertung des Erfolges seiner klima- und energiepolitischen Anstrengungen unterstützt. Die Bilanzierung der bisherigen Anstrengungen ist für eine erfolgreiche Fortschreibung des Klimaschutzteilkonzeptes unumgänglich.

### 5.1 Maßnahmenprogramm

Im Weiteren wird ein Maßnahmenprogramm mit einem Zeithorizont bis 2020 vorgeschlagen, das Maßnahmenvorschläge zu den Handlungsfeldern

- „Übergreifende Maßnahmen“ (ÜM),
- „Solarenergie“ (Solar),
- „Biomasse“ (Bio),
- „Geothermie“ (Geo),
- „Windkraft“ (Wind) und
- „Wasserkraft“ (Wasser)

umfasst.

Die Bewertung der einzelnen Maßnahmen des Handlungsprogramms im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes erfolgt nach folgendem Muster:

Wirkung (CO <sub>2</sub> )		Kostenaufwand		Personalaufwand		Regionale Wertschöpfung		Priorität	
○	gering	○	gering	○	gering	○	gering	○	gering
< 1.000 to		< 10.000 €/a		< 20 Tage/a					
○○○	mittel	○○○	mittel	○○○	mittel	○○○	mittel	○○○	mittel
< 5.000 to		< 50.000 €/a		< 50 Tage/a					
○○○○○	hoch	○○○○○	hoch	○○○○○	hoch	○○○○○	hoch	○○○○○	hoch
> 5.000 to		> 50.000 €/a		> 50 Tage/a					

Tabelle 51: Übersicht der Maßnahmenkriterien

#### 5.1.1 Darstellung der Kriterien

- CO<sub>2</sub>-Reduktion

Die Energie- und darauf aufbauend die CO<sub>2</sub>-Minderungspotenziale werden auf Basis der vorgeschlagenen Maßnahme abgeschätzt. Viele der Maßnahmen bieten dabei einzeln kein großes Wirkungspotenzial, jedoch bilden sie den Ausgangspunkt für entsprechend wirkungsvollere Folgemaßnahmen und -investitionen. Die Bewertung des CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzials einer Maßnahme erfolgt nach Kenntnisstand der Gutachter sowie bestehenden Rahmenfaktoren.

Wo es möglich erscheint, wird das CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzial in Anlehnung an die ermittelten technischen Energiepotenziale ausgewiesen. Falls keine CO<sub>2</sub>-Wirkung einer Maßnahme zuzuordnen ist, wird eine qualitative Bewertung vergeben.

- **Kostenaufwand**

Unter diesem Kriterium werden die Sachkosten der Maßnahme (ohne Personalkosten) in Euro abgeschätzt. Die Kostenangaben beziehen sich dabei auf die aufzubringenden Investitionen, die durch die drei Kommunen gemeinsam getragen werden (alternativ auch durch Dritte). Die Bewertungseinteilung erfolgt auch hier über die angesetzten Kostenaufwände über die Gesamtlaufzeit einer Maßnahme, die auf Basis von Erfahrungswerten beziffert wurde.

- **Personalaufwand**

Mit dem Kriterium des Personalaufwandes wird der Zeitaufwand einer Maßnahme in Personenarbeitstagen abgebildet. Analog zum Kostenkriterium beziehen sich hierbei die Zeitangaben auf die von den Kommunen aufzubringende Arbeitszeit von Verwaltungsmitarbeitern und nicht auf die Gesamtarbeitszeit etwaiger weiterer Akteure, sofern deren Mitarbeit Voraussetzung für die Umsetzung der Maßnahme ist. Die Annahmen basieren auf Erfahrungswerten. Die Bewertungseinteilung erfolgt auch hier über die angesetzten Personentage bzw. Personalstellen über die Gesamtlaufzeit einer Maßnahme.

- **Regionale Wertschöpfung**

Unter diesem Punkt wird die potenzielle Wirkung auf die Wertschöpfung in der Region betrachtet. Dieses Kriterium ist insbesondere aussagekräftig in Bezug auf regional erzeugte Geldströme, welche den ortsansässigen Akteuren zugutekommen. Investitionen im Klimaschutzbereich sind hierbei besonders ergiebig, wenn die Umsetzung der Maßnahme mit lokalen Akteuren (z. B. Handwerksunternehmen) durchgeführt wird und die Mittel so in der Region gehalten werden<sup>19</sup>. Da eine maßnahmenbezogene Bewertung quantitativ nicht möglich ist, erfolgt für dieses Kriterium eine qualitative Einschätzung.

Entsprechend erhalten Maßnahmen mit hohem Potenzial lokal erzeugter Geldströme bzw. der Beteiligung lokaler Akteure eine entsprechend hohe Bewertung.

- **Priorität**

Dieses Kriterium betrachtet die Bedeutung der Maßnahme hinsichtlich der Zeitschiene bis 2020. Maßnahmen mit hoher Bedeutung zum Ausbau erneuerbarer Energien erhalten eine hohe Bewertung, da diese Maßnahmen aus Sicht der Gutachter möglichst früh umgesetzt werden sollten.

---

<sup>19</sup> Eine genauere Betrachtung des Themas „Regionale Wertschöpfung“ erfolgt im Kap. 3.7



## 5.1.2 Maßnahmenübersicht

Maßnahmenprogramm Bergisches Städtedreieck		
Übergreifende Maßnahmen		Priorität
ÜM 1	Beantragung eines „Regionalen Klimaschutzmanagers“ für erneuerbare Energien	hoch
ÜM 2	Vertiefung bestehender Netzwerkstrukturen	hoch
ÜM 3	Beratungsangebot für erneuerbare Energien	hoch
ÜM 4	Energiekonzepte für Neubaugebiete unter Berücksichtigung des Einsatzes erneuerbarer Energien	mittel
ÜM 5	Ausbau von Bürgerbeteiligungsformen und Energiegenossenschaften	hoch
ÜM 6	Leuchtturmprojekte im Bereich erneuerbare Energien	mittel
ÜM 7	Erstellung eines regionalen Gebäude-Sanierungskatasters	mittel
ÜM 8	Einsatz erneuerbarer Energien in städtischen Liegenschaften	hoch
ÜM 9	Ökostrom in kommunalen Liegenschaften	mittel
ÜM 10	Qualifizierungsinitiative zur Weiterbildung von Handwerkern	mittel
ÜM 11	Bildungskampagne für erneuerbare Energien an Schulen und Kitas	mittel
ÜM 12	Sicherstellung des Transports, der Verteilung und Speicherung erneuerbarer Energien	hoch
Solarenergie		Priorität
Solar 1	Marketingkampagne Solarthermie	mittel
Solar 2	PV-Anlagen auf Freiflächen entlang von Autobahnen, Bahnlinien und Konversionsflächen initiieren	mittel
Solar 3	Ausbau PV-Anlagen auf kommunalen Dachflächen zur Eigenstromnutzung	hoch
Solar 4	Kampagne zur Nutzung solarer Prozesswärme und solarer Kühlung	mittel
Solar 5	Ausbau PV-Anlagen auf Unternehmensdächern	mittel
Biomasse		Priorität
Bio 1	Dauerhafte Sicherstellung des Bioenergienetzwerkmanagements	hoch
Bio 2	Mobilisierung der privaten Holzbestände zur energetischen Nutzung	mittel
Bio 3	Kampagne zur Nutzung von Biomasse bei Wohnungsbaugesellschaften und privaten Haushalten	mittel
Bio 4	Wärmeversorgungskonzepte auf Basis von Biomasse für Bestandssiedlungen	mittel
Bio 5	Prüfung der Biogaserzeugung aus Bioabfällen	hoch
Bio 6	Dezentrale Sammelstellen für Grünabfall schaffen	mittel

Bio 7	Prüfung von landwirtschaftlichen Biogasanlagenstandorten	mittel
Bio 8	Prüfung der energetischen Vergärung von Pferdemist	gering
Geothermie		Priorität
Geo 1	Förderung der Geothermienutzung im Neubau	gering
Windenergie		Priorität
Wind 1	Ausbau der Windkraft	hoch
Wind 2	Kontinuierliche Prüfung der Einsatzmöglichkeiten von Kleinwindkraftanlagen	gering
Wasserkraft		Priorität
Wasser 1	Nutzung der Abwärme aus Abwasserkanälen	mittel
Wasser 2	Optimierung und Repowering der Wasserkraftanlagen an Talsperren fortführen	gering
Wasser 3	Prüfung wasserrechtlicher Genehmigungen der bestehenden Querbauwerke und Kampagne zur Reaktivierung	gering

### 5.1.3 Handlungsfeld „Übergreifende Maßnahmen“

Die folgenden Maßnahmen beziehen sich auf übergreifende Strukturen für den Ausbau der erneuerbaren Energien im Bergischen Städtedreieck und wie diese geschaffen bzw. aufgebaut werden können. Zentrales Element ist hierbei der personelle Ausbau des Managements vor Ort, z. B. über die Einführung einer Koordinierungsstelle für erneuerbare Energien mit einem „Regionalen Klimaschutzmanager“ als zentrale Kraft bei der Umsetzung des vorliegenden Konzeptes. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist das Aufgreifen und Weiterführen bereits angestoßener Prozesse und Netzwerke vor Ort.

Die im Handlungsfeld „Übergreifende Maßnahmen“ vorgeschlagenen Maßnahmen dienen dabei vor allem der Einführung von Netzwerk- und Öffentlichkeitsarbeitsmodellen, um den erneuerbaren Energien in der Region eine noch stärkere Breitenwirkung zukommen lassen zu können. Auch regionale Kommunikationskonzepte und spezifische Kampagnen zur Information und Beteiligung von relevanten Akteursgruppen zur Umsetzung von erneuerbaren Energieprojekten werden hier benannt.

Insgesamt werden im Folgenden 12 Maßnahmen zum Handlungsfeld „Übergreifende Maßnahmen“ formuliert.

## ÜM 1 Beantragung eines „Regionalen Klimaschutzmanagers“ für erneuerbare Energien

### Kurzbeschreibung:

Die erfolgreiche Umsetzung kommunalen Klimaschutzes erfordert eine transparente, übergeordnete und unabhängige Koordination, durch welche die regionalen Ziele verfolgt, Strategien und Schwerpunkte formuliert und in Zusammenarbeit mit lokalen Akteuren Projekte angestoßen und begleitet werden. Diese Aufgaben erfordern mindestens eine zusätzliche Personalstelle im Bergischen Städtedreieck.

Empfohlen wird daher ein Förderantrag für eine gemeinsame Stelle über das BMU-Förderprogramm „Klimaschutzmanager“, das ganzjährig ab 1. Januar 2013 wieder angeboten wird.

Der Aufgabenbereich umfasst dabei u. a. die Akteursvernetzung, ein zentrales Informations- und Beratungsmanagement, die Unterstützung bei der Vorbereitung und Konkretisierung von politischen Beschlüssen, die Aktualisierung des Internetangebotes, die Koordination von Förderanträgen und die Kampagnenplanung. Der Klimaschutzmanager kann so den „roten Faden“ der Klimaschutzaktivitäten sicherstellen und kommunizieren, indem er Prioritätensetzungen bei Maßnahmenumsetzungen transparent darstellt und die Aktivitäten im Bereich der erneuerbaren Energien der Region koordiniert bzw. aufeinander abstimmt. Er übernimmt zudem insbesondere auch die Umsetzung der Öffentlichkeitsarbeit und des zentralen Netzwerkmanagements.

### Zielgruppe:

alle relevanten Gruppen (Private Haushalte, Wirtschaft, Energiegenossenschaften etc.)

### Initiator/Akteure:

Städte, Bergische Entwicklungsagentur, Stadtwerke

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○○○	keine eindeutige Quantifizierung möglich, jedoch Initiierung und Umsetzung von EE-Projekten, daher hohe indirekte Wirkung erwartet
Kostenaufwand:	○○○	Sachkosten: (Büro, Veranstaltungen) 10.000 €/a; Personalkosten „Regionaler Klimaschutzmanager“: 10.000 €/a bei einer Förderquote von 80 % und Gesamtpersonalkosten von ca. 70.000 €/a, nach zweijähriger Förderzeit Anschlussförderung von 40% für maximal ein Jahr
Personalaufwand:	○	Ca. 5 Personentage für Antragstellung, Ausschreibung und Auswahl
Wertschöpfung:	○○○○○	Hohe Wertschöpfung durch initiierte EE-Projekte, die durch lokale Handwerksunternehmen, Bürger etc. umgesetzt werden
Priorität:	○○○○○	Zentraler Maßnahmenvorschlag zur Steuerung und Koordination von EE-Projekten in der Region

Einzugsbereich: alle drei Städte

**ÜM 2            Vertiefung bestehender Netzwerkstrukturen**

**Kurzbeschreibung:**

Die Komplexität der EE-Projekte erfordert bei der Umsetzung des Handlungsprogramms im Bergischen Städtedreieck eine Einbindung der zahlreichen Akteure aus der Region (z. B. Energiegenossenschaften, Unternehmen, Energieberater, Handwerksunternehmen). Um eine enge Abstimmung und Koordination der Aktivitäten in der Region zu gewährleisten, ist in einem ersten Schritt die Vertiefung der bisherigen Netzwerkaktivitäten zu empfehlen. Thematisch sollen diese auf bereits bestehende Strukturen aufbauen. Als Bestandteil der Maßnahme wäre die Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Bergisches Land zu integrieren, die das Dach und die Plattform für die relevanten Akteure in der Region darstellen bzw. zusammenführen kann. Die Arbeitsgemeinschaft bietet z. B. themenspezifische Arbeitsgruppen oder Netzwerke zur Projektentwicklung und zum Erfahrungsaustausch an, aber auch die Möglichkeit, EE-Projekte zu präsentieren.

Es sollen als zentraler Bestandteil dieser Maßnahme auch in regelmäßigen Abständen (mindestens 4 mal im Jahr) von Seiten der Kommunen Energieeffizienzstammtische auf Ebene des Bergischen Städtedreiecks stattfinden. Diese können als gemeinsame strategische Kommunikationsplattform für Stadtverwaltungen, Bergische Entwicklungsagentur, Energieberater und Unternehmen dienen. So können gegenseitige Unterstützungsbedarfe identifiziert und im Sinne der Steigerung der regionalen Energieeffizienz sowie der größtmöglichen Generierung regionaler Wertschöpfung strategische Lösungen entwickelt werden - dies vor allen Dingen im Hinblick auf den Einsatz erneuerbarer Energieträger. Denkbar wäre auch die Einbeziehung lokaler Banken, wie z. B. Sparkassen, als Multiplikatoren.

**Zielgruppe:**

Alle relevanten Gruppen (Kreditinstitute, Energiegenossenschaften, Stadtwerke, Handwerksunternehmen, Energieberater, Unternehmen etc.)

**Initiator/Akteure:**

Städte, Bergische Entwicklungsagentur, Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Bergisches Land

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○○○	keine eindeutige Quantifizierung möglich, jedoch Initiierung und Umsetzung von EE-Projekte, daher hohe indirekte Wirkung erwartet
Kostenaufwand:	○○○	Sachkosten: 15.000 €/a (Arbeitsmaterial, externe Referenten, Vorbereitung Treffen etc.)
Personalaufwand:	○○○○○	Ca. 80-100 Personentage pro Jahr, soll durch „Regionalen Klimaschutzmanager“ gedeckt werden
Wertschöpfung:	○○○○○	Hohe Wirkung bei Initiierung regionaler EE-Projekte durch die Zielgruppen
Priorität:	○○○○○	Wichtige Voraussetzung zur strategischen Ausrichtung der EE-Projekte im Bergischen Städtedreieck

**Einzugsbereich: alle drei Städte**

ÜM 3      Beratungsangebot für erneuerbare Energien		
<b>Kurzbeschreibung:</b>		
<p>Die Nutzung erneuerbarer Energien setzt in einem ersten Schritt die Information zu den Einsatzmöglichkeiten, technischen Rahmenbedingungen und Fördermitteln voraus. Hier bestehen für private Haushalte, Wohnungsbaugesellschaften oder Unternehmen in der Regel zahlreiche Medien- und Beratungsangebote.</p> <p>Zurzeit bestehen in Solingen und Wuppertal zudem zeitlich befristete Rahmenverträge mit der Verbraucherzentrale für ein städtisches Energieberatungsangebot. In Remscheid gibt es ein derartiges umfassendes Beratungsangebot noch nicht. Zur Optimierung und Ergänzung der bestehenden Beratungsangebote im Bergischen Städtedreieck wird daher vorgeschlagen, dass alle drei Städte ein aufeinander abgestimmtes, regionales Beratungsangebot rund um die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien als neutrale Plattform fortführen. Perspektivisch ist die Einrichtung einer regionalen Beratungsstelle mit Kundenservice-Center zu überlegen.</p>		
<b>Zielgruppe:</b>		
Gebäudeeigentümer (private Haushalte, Wohnungsbaugesellschaften, Unternehmen etc.)		
<b>Initiator/Akteure:</b>		
Städte, Verbraucherzentrale		
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○○○	Ca. 6.400 Tonnen CO <sub>2</sub> bei Erschließung von 0,5% des technischen Potenzials (im Bereich der Gebäudeeigentümer)
Kostenaufwand:	○○○○○	Ca. 120.000 €/a für Beratungsdienstleistungen; 15.000 €/a (Marketing, Veranstaltungen); beim Aufbau eines Kundenzentrums sind deutlich höhere Kosten zu erwarten
Personalaufwand:	○	20 Personentage pro Jahr für Abstimmungen
Wertschöpfung:	○○○○○	Hohe Wertschöpfung durch initiierte EE-Projekte, die durch lokale Handwerksunternehmen, Bürger etc. umgesetzt werden
Priorität:	○○○○○	Wichtige Grundlage zur Erschließung des technischen EE-Potenzials
<b>Einzugsbereich: alle drei Städte</b>		

**ÜM 4            Energiekonzepte für Baugebiete unter Berücksichtigung des Einsatzes erneuerbarer Energien**

**Kurzbeschreibung:**

Bei der kommunalen Entwicklung von Wohn- und Gewerbegebieten kann bereits in der Entwicklungsphase der Flächen frühzeitig eine strategische Berücksichtigung des Themas erneuerbare Energie erfolgen. Im Rahmen der künftigen Baugebietsentwicklungen ist im Hinblick auf das EEWärmeG die Nutzung von erneuerbaren Energien besonders zu berücksichtigen und entsprechende Versorgungsplanungen rechtzeitig mit dem Energieversorger abzustimmen.

Es wird daher empfohlen, frühzeitig entsprechende Energiekonzepte bzw. energiebezogene Handlungsempfehlungen für größere Baugebiete oder einzelne Bauprojekte zu erarbeiten, die technische Einsatzmöglichkeiten des Einsatzes erneuerbarer Energien unter Berücksichtigung ergänzender Energietechniken beinhalten (z. B. Fernwärme, KWK, Wärme aus Abwasser).

Zur Berücksichtigung von energierelevanten Aspekten in der Bauleitplanung wird die Einführung eines „Klimaschutz-Checks“ vorgeschlagen.

**Zielgruppe:**

Bauträger/-wirtschaft, Unternehmen

**Initiator/Akteure:**

Städte, Stadtwerke bzw. Energieversorger, ggf. externe Gutachter

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Nicht eindeutig quantifizierbar, je nach Umsetzung der konkreten Bauvorhaben ggf. CO <sub>2</sub> -Einsparungen, die über die Vorgaben des EEWärmeG hinausgehen
Kostenaufwand:	○○○	In Abhängigkeit des Baugebietes, Größenordnung von ca. 10.000 – 15.000 € pro Konzept
Personalaufwand:	○	Ca. 5 - 10 Personentage für Konzeptbegleitung und Abstimmungen (in Abhängigkeit des Baugebietes)
Wertschöpfung:	○	nur wenige neue Baugebiete zu erwarten
Priorität:	○○○	abhängig vom Umfang neuer Baugebiete

**Einzugsbereich: alle drei Städte**



## ÜM 5 Ausbau von Bürgerbeteiligungsformen und Energiegenossenschaften

### Kurzbeschreibung:

In verschiedenen Kommunen hat sich gezeigt, dass bei Klimaschutzprojekten grundsätzlich ein Interesse von Bürgern zur Beteiligung vorhanden ist. Auch die verstärkte Gründung von Energiegenossenschaften spiegelt den Bedarf für eine stärkere Umsetzung von Klimaschutzprojekten wieder.

Es wird empfohlen, dass bestehende regionale Energiegenossenschaften durch die Städte in ihrer Arbeit unterstützt und weitere sinnvolle und effiziente EE-Projekte dadurch initiiert werden. Angeboten werden sollen methodische Hilfestellungen, Projektvermittlung und geeignete Ansprechpartner.

Dafür ist die Etablierung einer professionellen Struktur zur Entwicklung von Bürgerbeteiligungsangeboten im Bereich erneuerbare Energien notwendig. Dies betrifft sowohl die Identifikation entsprechend geeigneter lokaler und regionaler Projekte, als auch des Finanzmanagement und möglicher Beteiligungsmodelle. Es wird daher empfohlen, die Organisationsstruktur für entsprechende Bürgerbeteiligungsmöglichkeiten weiter zu entwickeln, aus dem heraus dann in einem zweiten Schritt lokale und regionale Projekte finanziert werden.

Diesbezüglich wird die Umsetzung eines konkreten Bürgerbeteiligungsprojektes vorgeschlagen. Hier können unterschiedliche Instrumente angewendet werden, z. B. ein Bürgerfonds oder Klimaschutzbrief. Diese Beteiligungsformen sollten als Geldanlagemöglichkeiten mit Regionalbezug ausgelegt sein. Bei einem Klimaschutzbrief könnte ein zweckgebundener Kredit für regionale EE-Projekte initiiert werden.

Bei der Entwicklung und Vertiefung der Beteiligungsformen sind die bestehenden Aktivitäten zu berücksichtigen und zu integrieren, um Doppelstrukturen zu vermeiden. So entwickeln die Stadtparkassen Solingen und Wuppertal aktuell jeweils einen Sparbrief für Privatbürger zur Beteiligung an lokalen Energieprojekten.

### Zielgruppe:

Bürger, Projektentwickler

### Initiator/Akteure:

Städte, Kreditinstitute, Energiegenossenschaften, Stadtwerke, sonstige Multiplikatoren

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○○○	Ca. 5.000 Tonnen CO <sub>2</sub> , bei der Annahme, dass 0,5% des technischen EE-Strompotenzials erschlossen wird
Kostenaufwand:	○	5.000 € Konzeptentwicklung; jährlich ca. 2.000 € für Aktualisierung
Personalaufwand:	○	15 Personentage pro Jahr, könnte ggf. durch „Regionalen Klimaschutzmanager“ gedeckt werden
Wertschöpfung:	○○○○○	Hohe Wertschöpfung durch Beteiligung der Bürger und Handwerksunternehmen
Priorität:	○○○○○	Hohe Priorität durch Mobilisierung privater Finanzmittel

Einzugsbereich: alle drei Städte

<b>ÜM 6</b>			<b>Leuchtturmprojekte im Bereich erneuerbare Energien</b>		
<b>Kurzbeschreibung:</b>					
<p>Es wird vorgeschlagen, Leuchtturmprojekte im Bereich des Einsatzes erneuerbarer Energien in unterschiedlichen Bereichen (private Gebäudeeigentümer, Unternehmen etc.) umzusetzen, die Erfahrungen aufzubereiten und anderen Interessierten bereitzustellen.</p> <p>Zur Umsetzung denkbar sind auch Arbeitskreise mit der Industrie, für welche die Objekte als Muster für ihre Produkte dienen können. Zudem wird empfohlen, Fördermittel für Quartiersmanager zu akquirieren, welche gezielt Eigentümer auf die Musterobjekte und die Möglichkeiten zur Energieberatung bei den eigenen Objekten hinweisen können.</p>					
<b>Zielgruppe:</b>					
Gebäudeeigentümer, Wohnungsbaugesellschaften, Unternehmen					
<b>Initiator/Akteure:</b>					
Städte, Wohnungsgesellschaften, Stadtwerke					
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>			
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Nicht eindeutig zu quantifizieren, jedoch insgesamt nur geringe Effekte zu erwarten			
Kostenaufwand:	○	Keine Sachkosten zu erwarten			
Personalaufwand:	○	10 Personentage pro Jahr für Koordination und Betreuung			
Wertschöpfung:	○○○	Umsätze für das regionale Handwerk sind zu erwarten			
Priorität:	○○○	Stärkung der Vorbildfunktion			
<b>Einzugsbereich: alle drei Städte</b>					

## ÜM 7 Erstellung eines regionalen Gebäude-Sanierungskatasters

### Kurzbeschreibung:

Die Nutzung von erneuerbaren Energien kommt beim Gebäudebestand vornehmlich erst dann in Frage, wenn ohnehin notwendige Sanierungsmaßnahmen geplant sind. Dabei können EE-Techniken wie Solarenergienutzung, aber auch Wärmepumpeneinsatz und Nutzung von Biomasse-Heizsystemen, berücksichtigt werden.

Es wird vorgeschlagen, eine Datenbank des regionalen Gebäude-Sanierungskatasters zu erstellen und sie durch eine Karte zu ergänzen. Es soll ein Sanierungskataster entwickelt werden, welches zur strategischen Steuerung des Ausbaus erneuerbarer Energieträger auch im Hinblick auf die Steigerung der Energieeffizienz im Gebäudebestand dient. Dabei sollen der Sanierungszustand und die Energieeffizienzpotenziale durch Sanierung und Einsatz erneuerbarer Energieträger im Bestand über Gebäudetypologien und auch über die Auswertung der Solardachkataster erfasst werden. Dies bildet die Grundlage für gezielte Ansprachen und Beratung von Gebäudeeigentümern zur Nutzung erneuerbarer Energien bei geplanten Sanierungsmaßnahmen.

Besonderes Augenmerk sollte bei der Erstellung eines Sanierungskatasters auf die Identifikation von Gebäudealter, Sanierungszustand und Eigentümerverhältnissen (Stichwort Eigentümergemeinschaften) geworfen werden.

Eine Zusammenarbeit mit den lokalen Stadtwerken um Gebiete zu identifizieren, die mit nicht leitungsgebundenen Energien versorgt werden können, ist notwendig. Aufbauend auf den Ergebnissen müssen zielgruppenspezifische Ansprachen zusammen mit geeigneten Kooperationspartnern, wie z. B. Energieberatern, Stadtwerken als Contractoren oder der Verbraucherzentrale, unter Identifikation und Abstimmung geeigneter Fördermittel, entwickelt werden.

### Zielgruppe:

Gebäudeeigentümer

### Initiator/Akteure:

Städte, Stadtwerke, Energieberater, Verbraucherzentrale

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○	Keine quantifizierbare Wirkung möglich, jedoch indirekte Wirkung zu erwarten
Kostenaufwand:	○○○○○	Ca. 100.000 € für externe Konzeptentwicklung; 10.000 €/a für Öffentlichkeitsarbeit (Infomaterial, Veranstaltungen)
Personalaufwand:	○○○○○	Ca. 50 Personentage für Konzeptbegleitung und ca. 20 Personentage pro Jahr für Abstimmungen und Veranstaltungsmanagement
Wertschöpfung:	○○○	Mögliche Initiierung von Sanierungsvorhaben mit regionalen Handwerksunternehmen
Priorität:	○○○	Ausgangsbasis zur Ermittlung des potenziellen Beratungsbedarfes

Einzugsbereich: alle drei Städte

**ÜM 8            Einsatz erneuerbarer Energien in städtischen Liegenschaften**

**Kurzbeschreibung:**

Mit dem Ziel, die Wärmeversorgung öffentlicher Liegenschaften im Bergischen Städtedreieck langfristig auf eine ökologische und nachhaltige Basis zu stellen, ist es notwendig, dass die Städte Solingen, Remscheid und Wuppertal verstärkt den Einsatz erneuerbarer Energien in den eigenen Liegenschaften unterstützen und entsprechende Projekte umsetzen.

Dabei sollen insbesondere die technische Realisierbarkeit und die ökonomischen Rahmenbedingungen erarbeitet werden, um eine Basis für weitere Entscheidungen zu erarbeiten. Gemeinsames Ziel ist es, Produkte aus der hiesigen Region zu verwenden (z. B. Holzhackschnitzel) und dessen ökologische und ökonomische Vorteile nutzbar zu machen.

**Zielgruppe:**

Städte

**Initiator/Akteure:**

Städte

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	●●●●●	Ca. 8.500 Tonnen CO <sub>2</sub> , bei der Annahme, dass zusätzlich 20% Wärmeenergie (Öl- und Erdgasverbrauch) durch EE gedeckt wird .
Kostenaufwand:	○	Kosten nicht eindeutig quantifizierbar, bei Wirtschaftlichkeit des Projektes ggf. jedoch kostenneutral
Personalaufwand:	○	Kein Zusatzaufwand im Rahmen des turnusmäßigen Erneuerungsprozesses
Wertschöpfung:	○	Die regionale Vergabe von Leistungen kann auf Grund des Vergaberechts nicht sichergestellt werden.
Priorität:	●●●●●	Stärkung der Vorbildfunktion

**Einzugsbereich: alle drei Städte**

## ÜM 9 Ökostrom in kommunalen Liegenschaften

## Kurzbeschreibung:

Da der Stromverbrauch aufgrund des hohen spezifischen Emissionsfaktors besonders klimarelevant ist, wird empfohlen, den Ökostrombezug für die städtischen Liegenschaften in Remscheid und Wuppertal fortlaufend zu steigern. Dabei sollen nur Ökostrom-Zertifikate mit hohem Qualitätsstandard (mindestens „ok-power-Label“- oder „Grüner Strom Label Gold“-Standard) akzeptiert werden, die den Ausbau neuer Energieanlagen fördern.

Es wird vorgeschlagen, im Rahmen der Ausschreibungen eine sukzessive Steigerung des Ökostromanteils um mindestens 20 % vorzunehmen. Bis 2020 soll ein Ökostromanteil von 100 % in den Städten Remscheid und Wuppertal erreicht werden. Beim Bezug von Ökostrom mit hohem Qualitätsstandard sind unter Umständen höhere Kosten zu erwarten.

Die Stadt Solingen kann durch die überwiegende Verwendung von Strom aus der Müllverbrennungsanlage und die Deckung des restlichen Bedarfs durch ein Ökostromprodukt der Stadtwerke bereits einen ökologischen Strombezug gewährleisten, so dass der Bezug von Ökostrom hier nicht notwendig ist.

Alternativ zu einem Ökostrombezug in Remscheid und Wuppertal ist es auch sinnvoll, weiterhin herkömmlichen Strom zu verwenden und die eingesparten jährlichen Mehrkosten für Ökostrom zur direkten Investition in regionale erneuerbare Energieanlagen zu verwenden. Darüber hinaus ist auch die Ökostrom-Eigenerzeugung in Betracht zu ziehen (s. dazu auch Maßnahme Solar 3).

## Zielgruppe:

Städte

## Initiator/Akteure:

Städte

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	●●●●●	Ca. 20.000 Tonnen CO <sub>2</sub> bei Annahme, dass die Zielzahlen erreicht werden.
Kostenaufwand:	●●●	Nicht eindeutig quantifizierbar, jedoch Zusatzkosten in Abhängigkeit der Stromqualität zu erwarten
Personalaufwand:	●	Ggf. geringfügig mehr Personalaufwand im Rahmen der Ausschreibungen (für Qualitätsprüfung)
Wertschöpfung:	●●●	bei der Umsetzung von Eigenstromprojekten in der Region
Priorität:	●●●	Stärkung der Vorbildfunktion

Einzugsbereich: Remscheid, Wuppertal

**ÜM 10**      **Qualifizierungsinitiative zur Weiterbildung von Handwerkern, Energieberatern, Architekten, Ingenieuren**

**Kurzbeschreibung:**

Das Thema Bildung und Qualifizierung von Fachkräften stellt im Hinblick auf die wirtschaftliche Entwicklung einer Region ein wichtiges Thema dar. Im Bereich der Ausbildung und Qualifizierung bietet sich ein wichtiger Ansatzpunkt, um einen kommunalen Bezug zwischen Klimaschutz bzw. erneuerbaren Energien und Beschäftigung herzustellen.

Aufgrund der vielfältigen technischen Fachkenntnisse im Bereich der erneuerbaren Energien ergeben sich für Handwerker, Energieberater, Architekten und Ingenieure hohe fachliche Anforderungen bei der Planung, Beratung und Installation von Solar- und PV-Anlagen, kleinen Windenergieanlagen und Wärmepumpen.

Es wird daher die Einrichtung einer Qualifizierungsinitiative für das Bergische Städtedreieck zur Schulung der oben genannten Gruppen zu Technik und Beratungskompetenz vorgeschlagen. Hierzu wird ein Schulungskonzept entwickelt und die Zielgruppe angesprochen. In einem ersten Schritt soll hierzu eine Abstimmung mit der Handwerkskammer, den Kreishandwerkerschaften und sonstigen relevanten Bildungseinrichtungen erfolgen, um Synergien zu erzielen.

**Zielgruppe:**

Handwerker, Planer, Energieberater; Architekten, Ingenieure

**Initiator/Akteure:**

Städte, Handwerkskammer, Kreishandwerkerschaften, Bildungseinrichtungen, EnergieAgentur.NRW

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Nicht eindeutig quantifizierbar, jedoch mittelfristig insgesamt geringe Effekte zu erwarten
Kostenaufwand:	○	Honorare werden durch Teilnahmeentgelte finanziert
Personalaufwand:	○	15 Personentage für Abstimmungsprozesse
Wertschöpfung:	○○○	Stärkung der Kompetenzen von Handwerkern etc. und Förderung von Folgeaufträgen
Priorität:	○○○	Stärkung der regionalen Wirtschaft

**Einzugsbereich: alle drei Städte**

ÜM 11      Bildungskampagne für erneuerbare Energien an Schulen und Kitas		
<b>Kurzbeschreibung:</b>		
Umweltbildung ist ein Ansatz, der einen verantwortungsbewussten Umgang mit der Umwelt und den natürlichen Ressourcen vermitteln soll. Das Thema erneuerbare Energien soll an Schulen und Kitas berücksichtigt werden. Hier wurden in der Vergangenheit bereits einzelne Projekte durchgeführt. Diese Aktivitäten sind hiermit auszudehnen bzw. zu vertiefen im Rahmen der bereits durchgeführten Energie-spareinsparprojekte mit den Schulen und Kindertageseinrichtungen.		
Es wird vorgeschlagen, dabei auf vorhandene Infomaterialien zurückzugreifen (z. B. BMU-Bildungsmaterialien Grundschule) und diese gezielt an Schulen durch Lehrkräfte anzuwenden.		
<b>Zielgruppe:</b>		
Schulen, Kitas		
<b>Initiator/Akteure:</b>		
Städte		
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Nicht eindeutig quantifizierbar, jedoch geringe indirekte Wirkung zu erwarten
Kostenaufwand:	○	Bei Verwendung vorhandener Infomaterialien ggf. kostenneutral
Personalaufwand:	○	15 Personentage für die Umsetzungsbegleitung
Wertschöpfung:	○	Wertschöpfungseffekte werden nur auf lange Sicht erwartet
Priorität:	○○○	Bewusstseinsbildung im Kindesalter
<b>Einzugsbereich: alle drei Städte</b>		



**ÜM 12            Sicherstellung des Transports, Verteilung und Speicherung erneuerbarer Energien**

**Kurzbeschreibung:**

Das Thema Transport, Verteilung und Speicherung erneuerbarer Energien stellt hinsichtlich eines weiteren Ausbaus eine wichtige Herausforderung dar. In Rücksprache mit den Stadtwerken bzw. Netzbetreibern ist im Bergischen Städtedreieck aktuell kein Engpass hinsichtlich der Netzintegration von EE-Strom zu sehen. Bei einem stärkeren Ausbau und EE-Anteil von ca.15 % sind hier jedoch entsprechende technische und organisatorische Strategien zu entwickeln, um mögliche Konflikte frühzeitig auszuräumen.

Hier wird vorgeschlagen, eine enge Abstimmung zwischen den Städten, Energieversorgern, Netzbetreibern und Betreibern von größeren systemrelevanten EE-Anlagen vorzunehmen. Zudem könnten gemeinsame Pilotprojekte umgesetzt werden, wie z. B. zum Bereich Speicherung von erneuerbaren Energien. Es existieren bereits erste Überlegungen und Analysen zum Bau eines Pumpspeicherkraftwerks an der Panzertalsperre in Remscheid. Die Möglichkeiten der Speicherung sind hier weiter zu verfolgen.

Auch im Bereich „Smart Grids“ sind mögliche Pilotprojekte zu prüfen und umzusetzen. Hierbei könnten entsprechende Projekte in Neubau- und Sanierungsgebieten in Erwägung gezogen werden.

**Zielgruppe:**

Netzbetreiber, Energieversorger

**Initiator/Akteure:**

Stadtwerke

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	●●●●●	Nicht eindeutig quantifizierbar, jedoch hohe indirekte Wirkung durch Sicherstellung der Integration EE
Kostenaufwand:	●	Keine zusätzlichen Sachkosten für Städte zu erwarten
Personalaufwand:	●	20 Personentage für Abstimmungen über mehrere Jahre
Wertschöpfung:	●●●●●	Bei Umsetzung von Ausbaumaßnahmen unter Beteiligung der regionalen Energieversorger, Handwerksunternehmen etc.
Priorität:	●●●●●	notwendige Voraussetzung für den langfristigen Ausbau EE

**Einzugsbereich: alle drei Städte**

#### 5.1.4 Handlungsfeld „Solarenergie“

In diesem Handlungsfeld werden Maßnahmen zum Ausbau der Solarthermie und Photovoltaik vorgeschlagen.

In den vorangegangenen Kapiteln wurde bereits deutlich, dass die Solarenergie aufgrund der geeigneten Dachflächen und Freiflächen im Bergischen Städtedreieck praktisch gesehen regionalweit anwendbar ist. Dadurch unterscheidet sich die Solarenergie von Großanlagen wie Biogasanlagen oder Windkraftanlagen, die als Kleinanlagen auch im privaten Haushaltsbereich einsetzbar sind. Das Potenzial ist hier entsprechend groß (s. Kap. 3.2) und auch im Vergleich zu den anderen erneuerbaren Energieformen überproportional stark vertreten. Auch hinsichtlich der regionalen Wertschöpfungseffekte hat sich gezeigt, dass hier ein enormer wirtschaftlicher Effekt für das Bergische Städtedreieck erzielt werden kann.

Trotz der quantitativen Bedeutung der Solarenergie werden auf Basis des Abwägungsprozesses zur Entwicklung des Maßnahmenprogramms, das unter realistischen und realisierbaren Rahmenbedingungen umgesetzt werden soll, im Folgenden nur insgesamt 5 Maßnahmen vorgeschlagen.

Solar 1		Marketingkampagne Solarthermie
<b>Kurzbeschreibung:</b>		
<p>Im Bereich der Solarenergienutzung bestehen durch die kommunalen Solardachkataster im Bergischen Städtedreieck bereits öffentlichkeitswirksame Instrumente zur Förderung der Solarenergienutzung. Bürger, Unternehmen etc. können sich durch den webbasierten Zugang Informationen über die Eignung der eigenen Dachflächen verschaffen. Das Interesse und die Nutzungszahlen der Bürger zeigen, dass ein Bedarf vorhanden ist.</p> <p>Bei der Vermarktung und der gegenwärtigen Öffentlichkeitsarbeit ist die Photovoltaik insbesondere durch die EEG-Vergütung stärker medial vertreten als die Solarthermie. Es wird daher vorgeschlagen, im Bereich der Solarthermienutzung eine regionale Kampagne zu initiieren, die eine stärkere Nutzung unterstützen soll. Die Kampagne ist in Kooperation mit weiteren Akteuren durchzuführen wie Kreishandwerkerschaften, Kreditinstituten, Stadtwerken etc.</p> <p>Als Bestandteil der Marketingkampagne sollen zudem die Handwerksunternehmen stärker eingebunden werden. Im Rahmen von Energieberatungen durch lokale Handwerksunternehmen sollen private Kunden verstärkt auf die Möglichkeiten der Solarthermienutzung hingewiesen werden. Bei sowieso anstehenden Gebäudesanierungen kann durch eine gezielte Beratung die Nutzung von Solarthermie bei Abwägungsentscheidungen der Gebäudeeigentümer eine größere Rolle spielen.</p>		
<b>Zielgruppe:</b>		
Private Haushalte		
<b>Initiator/Akteure:</b>		
Städte, Energieberater, Handwerker, Stadtwerke		
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○○○	Ca. 7.500 Tonnen CO <sub>2</sub> bei der Annahme, dass durch die Kampagne zusätzlich (zu bestehender Entwicklung) 2 % des Solarthermiefpotenzials realisiert wird
Kostenaufwand:	○○○	20.000 €/a für Kampagnenplanung und -umsetzung
Personalaufwand:	○○○	Ca. 45 Personentage pro Jahr (ggf. Deckung durch regionalen Klimaschutzmanager)
Wertschöpfung:	○○○○○	Umsetzung durch regionales Handwerk
Priorität:	○○○	gute Ausgangsbasis durch bestehendes Solardachkataster in den Städten
<b>Einzugsbereich: alle drei Städte</b>		

Solar 2		
PV-Anlagen auf Freiflächen entlang von Autobahnen, Bahnlinien und Konversionsflächen initiieren		
<b>Kurzbeschreibung:</b>		
<p>Nach EEG sind PV-Anlagen auf Freiflächen entlang von Autobahnen und Bahnlinien in einem Korridor von 110 m und Konversionsflächen (z. B. Deponien, nicht mehr genutzte Sportflächen) weiterhin vergütungsfähig und damit wirtschaftlich betreibbar. Laut vorliegender Potenzialanalyse kommen diesbezüglich verschiedene Flächen in Frage (s. Kap. 3.2).</p> <p>Es wird vorgeschlagen, dass durch weitergehende Validierung bzw. Eignungsprüfung der ermittelten Flächen die Eigentumsverhältnisse geklärt werden und konkrete Gespräche mit den jeweiligen Akteuren sowie möglichen Investoren geführt werden, um eine Umsetzung zu unterstützen.</p>		
<b>Zielgruppe:</b>		
Flächeneigentümer (Landwirte etc.)		
<b>Initiator/Akteure:</b>		
Städte, Landesbetrieb Straßen, Deutsche Bahn, Abfallwirtschaftsbetriebe		
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	●●●●●	Ca. 17.500 Tonnen CO <sub>2</sub> , bei 10% Erschließung des technischen Potenzials
Kostenaufwand:	●	Keine zusätzlichen Sachkosten durch Abstimmungsprozesse erwartet
Personalaufwand:	●●●	Ca. 45 Personentage für Initiierung und Begleitung der Abstimmungsprozesse, ggf. Deckung durch regionalen Klimaschutzmanager
Wertschöpfung:	●●●	Errichtung durch regionale Unternehmen möglich, Pachteinahmen
Priorität:	●●●	wertschöpfende Nutzung brach liegender Flächen
<b>Einzugsbereich: alle drei Städte</b>		

Solar 3		Ausbau PV-Anlagen auf kommunalen Dachflächen zur Eigenstromnutzung	
<b>Kurzbeschreibung:</b>			
<p>Im Sinne der Vorbildfunktion wird vorgeschlagen, dass die Städte des Bergischen Städtedreiecks das Potenzial zur Errichtung von PV-Anlagen auf kommunalen Dachflächen soweit möglich realisieren. Dafür ist eine weitere Prüfung der Dachflächen notwendig. Alternativ oder zusätzlich zu einer Verpachtung der Dachflächen und der Errichtung von Bürgersolaranlagen ist die Eigenstromnutzung anzustreben.</p> <p>Durch die degressive Senkung der PV-Vergütungssätze nach dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und steigenden Strompreisen wird eine Eigenstromnutzung nicht nur unter Klimaschutzaspekten, sondern auch unter wirtschaftlichen Aspekten eine sinnvolle Alternative zur Nutzung erneuerbarer Energien.</p>			
<b>Zielgruppe:</b>			
Städte			
<b>Initiator/Akteure:</b>			
Städte, ggf. externe Dienstleister, Energiegenossenschaften			
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>	
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Einspareffekte nicht eindeutig quantifizierbar, da Einzelfallprüfung erforderlich	
Kostenaufwand:	○	Ggf. Zusatzkosten für Prüfung der Dachflächenprüfung, Refinanzierung durch Energiekosteneinsparungen	
Personalaufwand:	○	Ca. 20 Personentage insgesamt	
Wertschöpfung:	○○○	Energiekosteneinsparungen für Kommunen und Umsetzung durch regionales Handwerk	
Priorität:	○○○○○	Stärkung der Vorbildfunktion	
<b>Einzugsbereich:</b> alle drei Städte			

Solar 4			Kampagne zur Nutzung solarer Prozesswärme und solarer Kühlung		
<b>Kurzbeschreibung:</b>					
<p>Gerade in Industrieunternehmen und mittelständigen Unternehmen gibt es eine Reihe von wärmebezogenen Produktionsprozessen, die auch im Bergischen Land mittels solarer Prozesswärme gedeckt werden können. Es gilt zunächst Unternehmen anzusprechen, geeignete Prozesse zu identifizieren und maßnahmenbezogene Beratung zu Technik und Fördermitteln zu geben.</p> <p>Hierbei kann auch auf die "Planungshilfe für die solarthermische Prozesswärmeerzeugung" (s. <a href="http://www.solar-process-heat.eu">http://www.solar-process-heat.eu</a>) zurückgegriffen werden. In der Stadt Solingen wurde zu diesem Thema bereits eine gewerbegebietsbezogene Informationsveranstaltung durchgeführt. Es wird vorgeschlagen, diese Aktivitäten in Kombination mit laufenden Aktionen (z. B. ÖKOPROFIT®) im Bergischen Städtedreieck stärker zu fokussieren und auszuweiten.</p> <p>Neben der Prozesswärme ist auch das Thema Solare Kühlung zu berücksichtigen. Durch solarthermisch unterstütztes Kühlen und Klimatisieren kann Primärenergie für Strom eingespart und das Netz hinsichtlich der Spitzenlasten und der Energie entlastet und stabilisiert werden. Durch kombinierte Nutzung der Wärme für Heizung, Warmwasser und Kühlung kann das Solarsystem ganzjährig besser genutzt werden.</p>					
<b>Zielgruppe:</b>					
Unternehmen (mit Prozesswärmebedarf)					
<b>Initiator/Akteure:</b>					
Städte, IHK, Wirtschaftsförderungen, Stadtwerke					
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>			
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Nicht eindeutig quantifizierbar da Einzelfallprüfung erforderlich			
Kostenaufwand:	○	Ca. 10.000 € zur Prüfung konkreter Anwendungen; darüber hinaus Kosten für Kampagnenplanung und -umsetzung (Veranstaltungen, externe Referenten, Beratungsleistungen etc.)			
Personalaufwand:	○	Ca. 10 Personentage pro Jahr für Begleitung und Koordination			
Wertschöpfung:	○○○	Stärkung der regionalen Unternehmen durch Energiekosteneinsparungen und Einbindung regionaler Handwerksunternehmen			
Priorität:	○○○	hohe Vorbildfunktion			
<b>Einzugsbereich: alle drei Städte</b>					

Solar 5      Ausbau PV-Anlagen auf Unternehmensdächern		
<b>Kurzbeschreibung:</b>		
<p>Größere Unternehmen bieten aufgrund ihrer verfügbaren Dachflächen oft gute Voraussetzungen zur Installation von PV-Anlagen. Es sollen nach Selektion aus den So-larkatastern gezielt Unternehmen mit großen Dachflächen angesprochen und zu den Möglichkeiten der PV-Nutzung beraten werden. Ziel ist es, möglichst viele bisher ungenutzte größere Dachflächen mit PV zu versehen. Dabei können, je nach Interes-senslage der Unternehmen, unterschiedliche Nutzungsformen in Betracht gezogen werden. Unternehmen, die kein Interesse daran haben, selbst als Betreiber von PV-Anlagen auf dem eigenen Dach aufzutreten, können die entsprechenden Dachflächen verpachten. Alternativ ist die Eigenstromnutzung zu fördern.</p> <p>Zur Nutzung von großen PV-Dachflächen bei Industrie, Gewerbe und Wohnungsun-ternehmen wird eine „Tauschbörse“ für Investoren, Anbietern von Dachflächen und privaten Initiativen bzw. Akteuren vorgeschlagen. Die Städte könnten dieses Vorha-ben als übergeordneter Koordinator organisatorisch begleiten und vermarkten. Durch die zentrale Betreuung und die einheitliche Darstellung erhöht sich die Nutzerfreund-lichkeit der Kontaktbörse.</p>		
<b>Zielgruppe:</b>		
Unternehmen		
<b>Initiator/Akteure:</b>		
Städte, Energiegenossenschaften, Wirtschaftsförderungen, private Akteure und Investoren		
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○	Ca. 3.700 Tonnen CO <sub>2</sub> bei der Annahme, dass ein Großteil des PV-Potenzials auf Unternehmensdächern umgesetzt wird.
Kostenaufwand:	○○○	Ca. 10.000 € für Konzeptentwicklung; 10.000 €/a für Betreuung und Öffentlichkeitsarbeit der „Tauschbörse“
Personalaufwand:	○○○	Ca. 25 Personentage pro Jahr
Wertschöpfung:	○○○	Kostensparnisse und Einnahmen durch Pacht sowie Beauftra-gung von Handwerk
Priorität:	○○○	Stärkung der heimischen Wirtschaft
<b>Einzugsbereich:</b> alle drei Städte		



### 5.1.5 Handlungsfeld „Biomasse“

In diesem Handlungsfeld werden Maßnahmen zum Ausbau der energetischen Nutzung von Biomasse vorgeschlagen und berücksichtigt den Festbrennstoff Holz, Energiepflanzen sowie Grün- und Bioabfälle im Bergischen Städtedreieck.

Im Vergleich zu erneuerbaren Energieformen wie Solarenergie und Windkraft sind die quantitativen Effekte hinsichtlich des Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzials als eher gering einzuschätzen, jedoch ist die Bioenergie als grundlastfähige Energieform den anderen benannten Energieformen im Vorteil. Hier kann die Bioenergie einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Energiewende leisten.

Im Folgenden werden insgesamt acht Maßnahmen zum Handlungsfeld „Biomasse“ benannt.

**Bio 1**                      Dauerhafte Sicherstellung des Bioenergienetzwerkmanagements

**Kurzbeschreibung:**

Die Nutzung der Bioenergiepotenziale ist im Bergischen Städtedreieck nach vorliegenden Analyseergebnissen noch nicht voll ausgeschöpft. In Kooperation mit dem Kreis Mettmann haben die Städte des Bergischen Städtedreiecks daher das Regionale Bioenergiemanagement von Anfang 2010 bis Ende 2011 realisiert. Das Projektbudget betrug für zwei Jahre 100.000 €. Die Kostenverteilung lag zu 70% beim Land, 15 beim Kreis Mettmann und zu 15% bei den Städten des Städtedreiecks.

Seit dem 1. Januar 2013 wird das Projekt als Bioenergienetzwerkmanagement für zwei weitere Jahre fortgeführt. Es wird vorgeschlagen, dass auch nach der aktuellen Projektlaufzeit eine weitere Fortführung sichergestellt wird, um die Potenziale im Bereich Bioenergie weiter zu erschließen. Der Bioenergienetzwerkmanager (BENWM) kann als wichtiger Kooperationspartner für den Klimaschutzmanager im Bereich der erneuerbaren Energien gesehen werden. Daher ist die Entwicklung eines Modells zur dauerhaften Sicherung dieser „Stelle“ erforderlich.

**Zielgruppe:**

Unternehmen, Land-/Forstwirte, private Haushalte

**Initiator/Akteure:**

Städte

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○	Nicht eindeutig quantifizierbar, jedoch Wirkung durch Umsetzung von Holzenergieprojekten (s. auch nachfolgende Maßnahmen)
Kostenaufwand:	○○○	Kostenverteilung nach vorliegendem Kenntnisstand: ca. 120.000 € für 2 Jahre bei 80% Landesförderung, Kosten für Städte bei einem 10 %-Anteil ca. 12.000 €/a; bei eigenständiger Fortführung weitere Kosten zu erwarten
Personalaufwand:	○	Ca. 15 Personentage pro Jahr zur Abstimmung mit BENWM
Wertschöpfung:	○○○○○	Kostenersparnisse und Einnahmen für Zielgruppen (Sicherung von Arbeitsplätzen)
Priorität:	○○○○○	Dauerhafte Verankerung des Themas „Biomassenutzung“ in der Region

**Einzugsbereich:** alle drei Städte

Bio 2 Mobilisierung der privaten Holzbestände zur energetischen Nutzung

Kurzbeschreibung:

Die vorliegende Studie „Handlungskonzept zur energetischen Nutzung holzartiger Biomasse in der Region Bergisches Städtedreieck mit den Städten Remscheid, Solingen und Wuppertal“ hat gezeigt, dass im Vergleich zum kommunalen und staatlichen Wald gerade im Privatwald noch erhebliche Mengen des jährlichen (nachhaltigen) Holzzuwachses ungenutzt bleiben. Nach den vorliegenden Schätzungen werden demnach nur etwa 30% des Holzzuwachses genutzt, während beim Kommunal- und Staatswald die Nutzungsquote bei etwa 80 bzw. 100 % liegt. Aber auch im kommunalen Wald gibt es noch hohes Nutzungspotenzial im Bereich der Restholznutzung.

Die Bewirtschaftung der privaten Wälder erfolgt entweder in Eigenregie, durch Waldgenossenschaften oder in Teilen erfahrungsgemäß auch gar nicht.

Nach vorliegenden Informationen ist im Bergischen Städtedreieck weniger als die Hälfte der Waldflächenbesitzer in den ansässigen Forstbetriebsgemeinschaften organisiert, obgleich die vorhandenen Organisationsstrukturen hier bereits gut ausgebaut sind.

Es wird vorgeschlagen, private Waldflächenbesitzer, die bisher nicht bzw. unzureichend organisiert sind, gezielt anzusprechen und die Vorteile einer nachhaltigen Bewirtschaftung des Waldes näher zu bringen. Um die finanziellen und organisatorischen Möglichkeiten der privaten Waldbewirtschaftung einzelnen privaten Waldbauern näher zu bringen, wird eine entsprechende Kampagne bzw. ein Forum vorgeschlagen. Durch stärkere Vernetzung und Information der Waldbauern sollen insbesondere die privaten Holzbestände für eine nachhaltige energetische oder stoffliche Nutzung mobilisiert werden.

Zielgruppe:

Eigentümergeuppen Privatwald

Initiator/Akteure:

Bioenergienetzwerkmanager, Städte, Holzverbände, Forstbetriebsgemeinschaften, Waldgenossenschaften, Forstunternehmer

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○	Ca. 2.000 Tonnen CO <sub>2</sub> bei der Annahme, dass zusätzlich 20% des privaten Waldbestandes (S+R-Holz) energetisch genutzt werden kann.
Kostenaufwand:	○	5.000 €/a für zusätzliche Veranstaltungen
Personalaufwand:	○○○	Ca. 25 Personentage pro Jahr für die Initiierung des Prozesses
Wertschöpfung:	○○○	zusätzliche Einnahmen für private Waldeigentümer und Substitution von Energieimporten in die Region
Priorität:	○○○	Stärkung der regionalen (Forst-)Wirtschaft

Einzugsbereich: alle drei Städte

**Bio 3**      **Kampagne zur Nutzung von Biomasse bei Wohnungsbaugesellschaften und privaten Haushalten**

**Kurzbeschreibung:**

Die Umstellung von fossilen Heizungen auf Biomasseheizungen (Holz) kann bei ohnehin stattfindenden Modernisierungsmaßnahmen langfristig auch eine wirtschaftliche Alternative gegenüber fossilen Heizsystemen darstellen.

Insbesondere die Gruppe der Wohnungsbaugesellschaften verfügt über eine Vielzahl von Wohnungen und Gebäuden, die für eine Umrüstung prinzipiell in Frage kommen. Daher wird vorgeschlagen, eine zielgruppenspezifische Kampagne für Wohnungsbaugesellschaften durchzuführen.

Durch eine aktive Ansprache von Wohnungsgesellschaften (beispielsweise über das Forum „Wohnstandort Wuppertal“ als Netzwerk kommunaler Wohnungsmarktakteure) kann die Strategie einer Umstellung auf Biomasseheizungen gegenüber den Wohnungsunternehmen kommuniziert und in beispielhaften Projekten umgesetzt werden. Hier sollten bestehende Best-Practice-Beispiele aufgegriffen und die Erfahrungen der entsprechenden Wohnungsgesellschaften, Planer, Handwerker etc. aufbereitet und zur Verfügung gestellt werden. Durch „Tage der offenen Tür“ könnten Interessierte sich vor Ort einen Einblick in die Umsetzung entsprechender Realisierungsvorhaben verschaffen und ggf. Informationen für eigene geplante Projekte nutzen.

Neben größeren Wohnungsbaugesellschaften sind auch private Gebäudeeigentümer anzusprechen. Insbesondere hinsichtlich der Umstellung von Nachtstromspeicherheizungen, die rechtlich zurzeit noch durch die EnEV §10a vorgesehen ist, kann dies eine unterstützende Maßnahme darstellen. Im Rahmen der Kampagne sollen die technischen Einsatzmöglichkeiten, die aktuellen Fördermöglichkeiten (Marktanreizprogramm etc.) und beispielhafte Wirtschaftlichkeitsberechnungen aufbereitet werden.

Bei der Kampagne sollte grundsätzlich die sinnvolle Verknüpfung mit anderen Techniken berücksichtigt werden - wie bspw. Solarthermie oder Kraft-Wärme-Kopplung.

**Zielgruppe:**

Wohnungsbaugesellschaften, private Gebäudeeigentümer

**Initiator/Akteure:**

Bioenergienetzwerkmanager, Städte

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Ca. 425 Tonnen CO <sub>2</sub> bei der Annahme, dass Gebäude mit insgesamt 20.000 m <sup>2</sup> Bruttogrundfläche und einem Wärmebedarf von 120 kWh/m <sup>2</sup> 80% durch Biomasse gedeckt wird.
Kostenaufwand:	○○○	15.000 €/a für Kampagne
Personalaufwand:	○	Ca. 15 Personentage pro Jahr für Abstimmungsprozesse und gezielte Ansprachen
Wertschöpfung:	○○○	Kostensparnisse und Umsätze für Unternehmen und Haushalte bzw. Handwerk
Priorität:	○○○	Stärkung der regionalen Wohnungswirtschaft, Forstwirtschaft und des Handwerks

**Einzugsbereich:** alle drei Städte

**Bio 4**      **Wärmeversorgungskonzepte auf Basis von Biomasse für Bestandssiedlungen**

**Kurzbeschreibung:**

In Bestandssiedlungen, die über keine leitungsgebundene (Heiz-) Energieversorgung verfügen, kann die Umstellung auf eine Wärmeversorgung auf Basis von Biomasse (Holz) eine wirtschaftliche Alternative gegenüber fossilen Heizsystemen darstellen. Dabei kann es sich sowohl um Einzelfeuerungsanlagen als auch um eine zentrale Wärmerzeugung in Verbindung mit einem Nahwärmenetz handeln.

Um die Einsatzmöglichkeiten in Bestandssiedlungen zu ermitteln, wird die Erstellung von Energiekonzepten gefördert, sofern diese eine 100%- nachhaltige Versorgung – vorzugsweise aus Biomasse – zum Ziel haben.

Je nach Resonanz wird die Förderung nach einer Erprobungsphase von 2 Jahren langfristig fortgeführt.

Die im Zuge dieser Förderung erstellten Wärmeversorgungskonzepte werden im Rahmen der Kampagne für Biomasse (s. Bio 3) veröffentlicht.

**Zielgruppe:**

Wohnungsbaugesellschaften, private Gebäudeeigentümer

**Initiator/Akteure:**

Bioenergienetzwerkmanager, Städte

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	●	Ca. 140 Tonnen CO <sub>2</sub> bei der Annahme, dass Gebäude mit insgesamt 5.000 m <sup>2</sup> Bruttogrundfläche und einem Wärmebedarf von 120 kWh/m <sup>2</sup> 100% durch Biomasse gedeckt werden.
Kostenaufwand:	●	5 - 10.000 € pro Konzept (in Abhängigkeit der Siedlung)
Personalaufwand:	●	Ca. 5 Personentage pro Konzept für Abstimmungsprozesse
Wertschöpfung:	●●●	Kostensparnisse und Umsätze für Unternehmen und Haushalte bzw. Handwerk
Priorität:	●●●	Im Falle der Umsetzung hohe Vorbildfunktion

**Einzugsbereich: alle drei Städte**

**Bio 5                      Prüfung der Biogaserzeugung aus Bioabfällen**

**Kurzbeschreibung:**

In den Städten Wuppertal und Remscheid gibt es bereits Biotonnen. In der Stadt Solingen wird es aufgrund der Biotonnenpflicht spätestens ab 2015 ebenfalls eine Biotonne geben. Die vorliegende Potenzialanalyse hat gezeigt, dass grundsätzlich ausreichende Mengen vorhanden sind und daher eine Vergärung vor der Kompostierung grundsätzlich in Betracht zu ziehen ist. Es wird vorgeschlagen, die Möglichkeiten einer gemeinsamen Vergärungsanlage im Bergischen Städtedreieck zu prüfen.

Die Bioabfallmengen, die in den bisherigen Abfallbilanzen erfasst wurden, liegen in Wuppertal und Remscheid bisher weit unter den Zielzahlen (ca. 103 kg/EW Bioabfall), die durch das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (MKULNV) vorgegeben werden. Ein weiterer Bestandteil dieser Maßnahme ist die Errichtung einer gemeinsamen Vergärungsanlage im Bergischen Städtedreieck.

Es wird dazu vorgeschlagen, Informationskampagnen durchzuführen, um Bürger für das Thema der Biotonne und deren Nutzen stärker zu sensibilisieren. Durch die Vergärung vor der Kompostierung können zusätzliche Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale realisiert werden, daher ist eine entsprechende Vergärung aus Sicht des Klimaschutzes besonders förderlich.

Als Bestandteil dieser Maßnahme sind Standorte für eine Biogasanlage zu ermitteln.

**Zielgruppe:**

Private Bürger, Unternehmen

**Initiator/Akteure:**

Städte, Abfallwirtschaftsbetriebe, Bioenergienetzwerkmanager

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○○○	Ca. 5.000 Tonnen CO <sub>2</sub> , bei Realisierung des technischen Potenzials
Kostenaufwand:	○○○	Ca. 20.000 € für Konzeptentwicklung (ohne Investitionskosten etc.); 10.000 €/a für Informationskampagne; Kosten ggf. refinanzierbar durch Abfallgebühren
Personalaufwand:	○	10 Personentage für Konzeptbegleitung
Wertschöpfung:	○○○○○	Nutzung vorhandener Potenziale und Substitution von Energieimporten
Priorität:	○○○○○	Großes, bislang ungenutztes Potenzial

**Einzugsbereich: alle drei Städte**

Bio 6      Dezentrale Sammelstellen für Grünabfall schaffen		
<b>Kurzbeschreibung:</b>		
<p>Nichtholzartige Grünabfälle sind neben Abfällen aus der Biotonne ebenfalls für eine energetische Nutzung vor der Kompostierung in Betracht zu ziehen. Daher wird bei Umsetzung einer regionalen Biogasanlage empfohlen, die geeigneten Grünabfälle verstärkt zu verwerten.</p> <p>Zur Erhöhung des Grünabfallaufkommens wird ergänzend zu bestehenden Sammelstellen (Stadt Remscheid) die Einrichtung weiterer dezentraler Sammelstellen vorgeschlagen. Dazu sind neue Standorte zu ermitteln. Erste Ansätze für Verwertungskonzepte wurden im Rahmen des Projekts Bioenergiemanagement erarbeitet. Darauf aufbauend können weitere Handlungsschritte erarbeitet werden.</p>		
<b>Zielgruppe:</b>		
Private Bürger, Unternehmen, Garten- und Landschaftsbauer		
<b>Initiator/Akteure:</b>		
Städte, Abfallwirtschaftsbetriebe, Bioenergienetzwerkmanager		
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○	Nicht eindeutig quantifizierbar, jedoch nennenswerte Wirkung bei Erreichung der Zielzahlen des MKUNLV (ca. 45 kg/EW)
Kostenaufwand:	○	Kosten nicht eindeutig quantifizierbar
Personalaufwand:	○	Ca. 10 Personentage für Abstimmungsprozesse
Wertschöpfung:	○○○	Nutzung des vorhandenen EE-Potenzials und Substitution von Energieimporten
Priorität:	○○○	Optimierte Nutzung regionaler Stoffströme
<b>Einzugsbereich:</b> alle drei Städte		



## Bio 7 Prüfung von landwirtschaftlichen Biogasanlagenstandorten

### Kurzbeschreibung:

Die Potenzialermittlung für landwirtschaftliche Biogasanlagen (s. Kap. 3.1.2) hat gezeigt, dass technisch gesehen noch weiteres Ausbaupotenzial besteht. Bei Realisierung des Potenzials bedarf es jedoch weitergehender Standortanalysen (z. B. Wärmesenken, Gasaufbereitung, Gaseinspeisung, etc.).

Neben Gesprächen und Abstimmungen mit Landwirten als potenzielle Biogasanlagenbetreiber wird bei einem weiteren Umsetzungsprozess zudem empfohlen, durch eine frühzeitige Information und Partizipation von „Betroffenen“ (z. B. Anwohner) mögliche Konflikte zu Beginn zu identifizieren und diese, soweit möglich, auszuräumen. Durch einen breiten Partizipationsprozess kann die Akzeptanz zur Umsetzung und zum langfristigen Betrieb einer Biogasanlage erhöht werden. Insbesondere durch finanzielle Beteiligungsmodelle für Bürger kann die Akzeptanz weiter gesteigert werden. Hier sollten bei der Umsetzung einer Biogasanlage entsprechende Beteiligungsmodelle entwickelt und angeboten werden.

### Zielgruppe:

Landwirte

### Initiator/Akteure:

BENWM, Städte, externer Dienstleister

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	●●●●●	Ca. 10.000 Tonnen CO <sub>2</sub> , bei Umsetzung des technischen Potenzials
Kostenaufwand:	●●●	Ca. 50.000 € für Konzeptentwicklung
Personalaufwand:	●	Ca. 15 Personentage für Konzeptbegleitung und Abstimmungsprozesse
Wertschöpfung:	●●●	Zusätzliche Einkommen für Landwirte und Möglichkeit zur Bürgerbeteiligung
Priorität:	●●●	Hohes Konfliktpotenzial, hoher Informationsbedarf

Einzugsbereich: alle drei Städte

**Bio 8      Prüfung der energetischen Vergärung von Pferdemist**
**Kurzbeschreibung:**

Die Vergärung von Pferdemist in Biogasanlagen befindet sich in Deutschland bisher noch in der Erprobungsphase. Erste Versuche und Praxisbeispiele haben jedoch gezeigt, dass die Vergärung des faserreichen Pferdemistes in Kombination mit Co-Substraten möglich ist. Hier besteht auf deutschen Reiterhöfen ein bisher ungenutztes energetisches Potenzial. Auch im Bergischen Städtedreieck ist ein größeres Bioenergiepotenzial aus Pferdemist zu vermuten.

Neben positiven Effekten für die Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz ist die Vergärung von Pferdemist auch mit weiteren Vorteilen für die Reiterhöfe etc. verbunden. So ist die Lagerung und Entsorgung von Pferdemist mit hohen Auflagen und Kosten verbunden. Bei einer energetischen Nutzung können diese Kosten unter Umständen gesenkt und damit positive wirtschaftliche Effekte erzielt werden, die als Anreiz dienen.

Es wird vorgeschlagen, dass die Potenziale in Abstimmung mit den Reiterhöfen etc. ermittelt und mögliche Verwertungsmöglichkeiten geprüft werden. Als Ansatzpunkt ist darüber hinaus eine gemeinsame energetische Nutzung mit den vergärungsfähigen Abfällen des Wuppertaler Zoos in Betracht zu ziehen.

**Zielgruppe:**

Reiterhöfe, Landwirte, Zoo

**Initiator/Akteure:**

BENWM, Städte

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Nicht eindeutig quantifizierbar, jedoch geringe Wirkung zu erwarten
Kostenaufwand:	○	Keine Zusatzkosten zu erwarten bei interner Prüfung und Ansprache der Reiterhöfe
Personalaufwand:	○	10 Personentage für Abstimmungsprozesse
Wertschöpfung:	○	Kosteneinsparungen für Reiterhöfe und Substitution von Energieimporten
Priorität:	○	Bislang wenig Erfahrungen bei der Umsetzung

**Einzugsbereich: alle drei Städte**

### 5.1.6 Handlungsfeld „Geothermie“

Im Rahmen der Potenzialermittlung wurde das Hauptaugenmerk auf die oberflächennahe Geothermie gelegt. Die Nutzung oberflächennaher geothermischer Energie wird über Wärmepumpen ermöglicht, welche die Bodenwärme durch elektrische Arbeit auf ein höheres Temperaturniveau bringt. Die auf diesem Wege bereitgestellte Energie kann z. B. in Flächenheizsystemen (Fußbodenheizung) eingesetzt werden. Hohe Temperaturen ( $> 50\text{ °C}$ ) sind derzeit wirtschaftlich nicht erreichbar. Daher konzentriert sich der Einsatz von Geothermie im Bergischen Städtedreieck auf Neubauten und – eingeschränkt – auf Sanierungsobjekte. Im Folgenden wird eine Maßnahme zu diesem Handlungsfeld benannt, die sich auf den Neubau bezieht.

Geo 1 Förderung der Geothermienutzung im Neubau		
<b>Kurzbeschreibung:</b>		
<p>Um den Ausbau der Geothermienutzung im Neubau weiter zu fördern, wird eine Informationskampagne für Bauherren vorgeschlagen. Ausgenommen davon sind Flächen, die über Fernwärme versorgt werden könnten.</p> <p>Da der Trend zur Nutzung von Erdwärmepumpen zurückgegangen ist und vielfach weniger effiziente Luft-Wärmepumpen eingebaut werden, die keine Bohrung erforderlich machen, sollte die Kampagne die Bauherren gezielt über die Möglichkeiten erdgebundener Wärmepumpen informieren.</p>		
<b>Zielgruppe:</b>		
Bauherren, Investoren, Verbraucher-Zentrale,		
<b>Initiator/Akteure:</b>		
Städte, Stadtwerke		
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○○○	Ca. 4.000 Tonnen CO <sub>2</sub> , bei Realisierung des technischen Potentials im Neubau
Kostenaufwand:	○	5.000 € pro Kampagne zur gezielten Information von Bauherren
Personalaufwand:	○	5 Personentage pro Kampagne
Wertschöpfung:	○	Ggf. Kosteneinsparungen für Bauherren und zusätzliche Umsätze für regionales Handwerk
Priorität:	○	Abhängig von der Entwicklung neuer Baugebiete
<b>Einzugsbereich: alle drei Städte</b>		

### 5.1.7 Handlungsfeld „Windenergie“

Die Windenergie ist bundesweit die bedeutendste regenerative Energiequelle zur Stromerzeugung. Der Betrieb ist auch an vielen Binnenstandorten wirtschaftlich. Dazu wurden entsprechende gesetzliche Rahmenbedingungen, wie die Vergütung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), geschaffen. Die Landesregierung verfolgt das Ziel, bis 2020 mindestens 15 % des Stroms in NRW aus Windenergie zu erzeugen. Um dieses Ziel erreichen zu können, muss der Ausbau von Windenergieanlagen und das Repowering deutlich vorangetrieben werden.

Im Bergischen Städtedreieck ist durch die Potenzialermittlung deutlich geworden (s. Kap. 3.3), dass nach der Solarenergie enorme Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparpotenziale sowie Wertschöpfungseffekte mit der Windenergienutzung verbunden sind.

Im Folgenden werden insgesamt zwei Maßnahmen zum Ausbau der Windkraft benannt.

Wind 1      Ausbau der Windkraft		
<b>Kurzbeschreibung:</b>		
<p>Die Landesregierung NRW will den Anteil der Windenergienutzung an der Stromerzeugung bis zum Jahre 2020 von derzeit etwa 3 auf 15 Prozent steigern. Durch die Novellierung des Windenergie-Erlasses in NRW und die BauGB Novelle 2011 wurden die Ausbaubedingungen verbessert bzw. erleichtert.</p> <p>Die Potenzialanalyse in Kapitel 3.3 zeigt, dass die Windkraft quantitativ gesehen einen Anteil von 8 % am Stromverbrauch decken könnte.</p> <p>Soweit dies möglich ist, soll die weitergehende Entwicklung von Bürger-Beteiligungsmodellen fortgesetzt werden (s. Energiegenossenschaften), um dadurch höhere regionale Wertschöpfungseffekte zu erzielen. Eine Entwicklung entsprechender Beteiligungsformen erfordert eine frühzeitige Einbindung von Flächeneigentümern. Auch durch Aufklärungsarbeit von Bürgern in Form von organisierten Forumdiskussionen kann eine Akzeptanz des Windkraftausbaus unterstützt werden.</p> <p>Es wird vorgeschlagen, die Standorte planungsrechtlich zu sichern und je nach Eigentümerstruktur die notwendigen Rahmenbedingungen zur Realisierung von Anlagenstandorten zu schaffen.</p>		
<b>Zielgruppe:</b>		
Flächeneigentümer (Landwirte etc.), Bürger, Investoren		
<b>Initiator/Akteure:</b>		
Städte, Stadtwerke, Arge Bergwind		
<b>Kriterien:</b>	<b>Bewertung:</b>	<b>Anmerkung:</b>
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	●●●●●	Ca. 10.000 Tonnen CO <sub>2</sub> bei einer 3,2 MW je Stadt
Kostenaufwand:	●	10.000 €/a für Öffentlichkeitsarbeit und Veranstaltungsmanagement
Personalaufwand:	●●●	25 Personentage pro Jahr für Abstimmungsprozesse
Wertschöpfung:	●●●●●	(Gewerbsteuer-)Einnahmen für Kommunen, Bürger, Investoren, Flächeneigentümer
Priorität:	●●●●●	Wichtige Maßnahme zum EE-Ausbau im Bergischen Städtedreieck, hohes Konfliktpotenzial
<b>Einzugsbereich:</b> alle drei Städte		

Wind 2                      Kontinuierliche Prüfung der Einsatzmöglichkeiten von Kleinwindkraftanlagen

**Kurzbeschreibung:**

Kleinwindenergieanlagen (KWEA) sind Windenergieanlagen mit einer Gesamthöhe weniger als 50 m, die nicht unter die immissionsschutzrechtliche Genehmigungspflicht (entsprechend den Regelungen der 4. BImSchV) fallen.

Im Gegensatz zu großen WEA und im Vergleich zu anderen Energieerzeugern sind KWEA zurzeit noch nicht wirtschaftlich. Große Gewinne und Renditen können nicht erzielt werden. Die hohen Anschaffungskosten könnten in den nächsten 10 Jahren erheblich sinken, da zu erwarten ist, dass KWEA in Massenproduktion hergestellt werden.

Durch Informationen an potenzielle Investoren zu einer verbesserten Anlagen- und Standortplanung können begünstigende Rahmenfaktoren geschaffen werden.

Selbst wenn KWEA zukünftig wirtschaftlich sein werden, kann darin langfristig nur ein untergeordneter Beitrag zur Energiewende liegen. Sie können jedoch als Energietechnik bei dezentralen Versorgungsstrukturen angewendet werden.

Es wird daher vorgeschlagen, die Entwicklung von KWEA weiter zu verfolgen und - Leuchtturm-Projekte anzustoßen, z. B. gemeinsam mit den Stadtwerken.

**Zielgruppe:**

Unternehmen, private Gebäudeeigentümer

**Initiator/Akteure:**

Städte, Hersteller, Stadtwerke, Wirtschaftsförderung

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Nicht eindeutig quantifizierbar, jedoch geringe Wirkung zu erwarten (bei einer 3 kW-Anlage mit 3.500 kWh/a ca. 2,8 t/a)
Kostenaufwand:	○	Zunächst keine Zusatzkosten zu erwarten
Personalaufwand:	○	2 Personentage pro Jahr
Wertschöpfung:	○	Entwicklungspotenzial ist derzeit nicht abzusehen
Priorität:	○	Entwicklungspotenzial ist derzeit nicht abzusehen

**Einzugsbereich:** alle drei Städte

### 5.1.8 Handlungsfeld „Wasserkraft“

Ein Ausbaupotenzial für die Wasserkraftnutzung besteht aus rechtlichen und wirtschaftlichen Gründen in erster Linie an bestehenden Standorten durch eine Optimierung der technischen Anlagen, einen Ausbau der Wasserkraftanlage mit Erhöhung der Wassermenge (soweit dies wasserrechtlich zulässig ist) oder den Einbau weiterer Turbinen, um auf unterschiedliche Wassermengen reagieren zu können. Hierbei handelt es sich sowohl um Wasserkraftanlagen an Talsperren der Region, als auch um die bestehenden Standorte an der Wupper.

Neben der „klassischen“ Wasserkraftnutzung wird im Folgenden auch das Thema Abwärme aus Abwasser zu diesem Handlungsfeld gefasst, so dass insgesamt drei Maßnahmen dazu vorgeschlagen werden.



Wasser 1 Nutzung der Abwärme aus Abwasserkanälen

**Kurzbeschreibung:**

Die Nutzung von Abwärme aus Abwasser mittels Wärmepumpen zur Deckung des Raumwärmebedarfs ist technisch möglich. In einigen Projektbeispielen in Deutschland und der Schweiz wurden diesbezüglich erste Projekte realisiert. Auch in Remscheid und Solingen gibt es erste Überlegungen zur Abwärmenutzung

Es wird vorgeschlagen, eine weitere Prüfung möglicher Pilotprojekte im Bergischen Städtedreieck vorzunehmen. Hier ist in Abstimmung mit den Entsorgungsbetrieben eine Potenzialermittlung mit Standortkartierung zu erstellen.

Die Nutzung von Abwärme ist auch im Rahmen der Erstellung von Energiekonzepten für Baugebiete (s. Maßnahme ÜM 4) und bei der Überplanung von Bestandsgebieten mit gewerblichen oder wohnbaulichen Gebäudekomplexen als Energietechnik in Betracht zu ziehen.

**Zielgruppe:**

Private Haushalte, Unternehmen

**Initiator/Akteure:**

Städte, Entsorgungsbetriebe, ggf. externe Gutachter

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Nicht eindeutig quantifizierbar
Kostenaufwand:	○○○	50.000 € für Konzeptentwicklung
Personalaufwand:	○	Ca. 10 Personentage für Begleitung Konzeptentwicklung
Wertschöpfung:	○○○	Energiekosteneinsparungen für Zielgruppen (s. o.) und Substitution von Energieimporten
Priorität:	○○○	Hohe Vorbildfunktion

**Einzugsbereich:** alle drei Städte

## Wasser 2      Optimierung und Repowering der Wasserkraftanlagen an Tal- sperrern fortführen

### Kurzbeschreibung:

Da Kleinwasserkraftanlagen aufgrund der engen rechtlichen Rahmenbedingungen und der geringen Wirtschaftlichkeit nur noch ein sehr geringes Ausbaupotenzial aufweisen, sollte der Schwerpunkt des Wasserkraftausbaus in der fortlaufenden Optimierung der bestehenden Wasserkraftanlagen an den verschiedenen regionalen Talsperrern liegen.

Durch Repowering und den ergänzenden Einbau von Turbinen für unterschiedliche Wasserstände kann zusätzliche Energie erzeugt bzw. die Energieeffizienz gesteigert werden. Die Energie und Wasser für Remscheid GmbH (EWR) hat Anfang Dezember 2012 beispielsweise an der Eschbachtalsperre eine moderne Wasserturbine eingesetzt.

### Zielgruppe:

Wupperverband, Stadtwerke, private Betreiber

### Initiator/Akteure:

Stadtwerke

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Nicht eindeutig quantifizierbar, jedoch nur geringe, zusätzliche Effekte zu erwarten
Kostenaufwand:	○	Investitionskosten nicht eindeutig quantifizierbar, Kosten liegen bei Anlagenbetreiber
Personalaufwand:	○	Kein Personalaufwand für Stadt zu erwarten
Wertschöpfung:	○	höhere Anlagenauslastung und somit höhere Einnahmen für Anlagenbetreiber
Priorität:	○	Entwicklungspotenzial ist derzeit nicht abzusehen

Einzugsbereich: alle drei Städte

**Wasser 3      Prüfung wasserrechtlicher Genehmigungen der bestehenden Querbauwerke und Kampagne zur Reaktivierung**

**Kurzbeschreibung:**

Kleinwasserkraftanlagen bieten nur sehr begrenztes Ausbaupotenzial. Durch die Vorgaben des Wasserhaushaltsgesetzes und des EEG sind die Anforderungen sehr hoch, so dass es nur in Einzelfällen zu einem Ausbau von Anlagen kommen wird. Gemäß Wasserhaushaltsgesetz sind von der zuständigen Behörde die Standortgegebenheiten aller vorhandenen Querbauwerke hinsichtlich der Wasserkraftnutzung zu überprüfen und zu veröffentlichen. Für die Wupper ist die Bezirksregierung als obere Wasserbehörde zuständig, für die Nebengewässer sind die Städte als untere Wasserbehörde zuständig.

Im Rahmen einer Überprüfung werden eine Ansprache der Eigentümer der Wasserrechte und eine Abfrage hinsichtlich der weiteren Nutzungsabsichten und Information der Eigentümer und Betreiber zur Aktivierung empfohlen. Durch Informationsmaterial mit regionalen Beispielen erfolgreicher Revitalisierungen und Anforderungen können ggf. Interessenten zur Investition in Kleinwasserkraftanlagen motiviert werden.

**Zielgruppe:**

Eigentümer und Betreiber

**Initiator/Akteure:**

Städte, Untere Wasserbehörden

Kriterien:	Bewertung:	Anmerkung:
CO <sub>2</sub> -Reduktion:	○	Nicht eindeutig quantifizierbar, jedoch nur geringe Wirkung zu erwarten
Kostenaufwand:	○	5.000 € für Veranstaltungs- und Infomaterial
Personalaufwand:	○	Ca. 10 Personentage
Wertschöpfung:	○	Entwicklungspotenzial ist derzeit nicht abzusehen
Priorität:	○	Entwicklungspotenzial ist derzeit nicht abzusehen

**Einzugsbereich: alle drei Städte**

## 5.2 Netzwerkmanagement und Öffentlichkeitsarbeit

Als Gebietskörperschaften haben die Städte Remscheid, Solingen und Wuppertal in ihrer Gemeinsamkeit als Bergisches Städtedreieck bereits weitreichende Gestaltungsmöglichkeiten, die den Ausbau erneuerbarer Energien begünstigen bzw. vorantreiben können (z. B. durch die Ausweisung von Konzentrationszonen für Windkraftanlagen, die Erstellung von Solarkatastern und nicht zuletzt die Installation von erneuerbaren Energieanlagen in den eigenen Liegenschaften). Dennoch ist es für die erfolgreiche Umsetzung der im Maßnahmenprogramm entwickelten Empfehlungen sowie die Übertragung der positiven Wirkungseffekte und somit Initiierung weiterer Energieanlagen (Multiplikatoreffekt) unabdingbar, Akteure und Akteursgruppen außerhalb des direkten Einflussbereiches der Stadtverwaltung anzusprechen, zu motivieren und zu überzeugen.

Hierbei haben sich der Aufbau und die Pflege themen- oder branchenspezifischer Netzwerke mit der Einbindung wesentlicher Akteure als wirkungsvoll erwiesen. Diese Netzwerke dienen dabei auch dem Wissenstransfer, dem Erfahrungsaustausch sowie der Motivation ihrer Mitglieder und sind mittel- bis langfristig angelegt. Das Netzwerkmanagement bedarf dabei einer umfassenden und zugleich effektiven Öffentlichkeitsarbeit auf lokaler und regionaler Ebene, um sein Anliegen im Bereich der erneuerbaren Energien eindrücklich zu verdeutlichen und den Ausbau der erneuerbaren Energien mit gezielten Aktivitäten weiter voranzutreiben.

Daher wird als zusätzlicher Baustein des Realisierungskonzeptes im Weiteren ein Konzept zukünftiger gemeinsamer Netzwerkmanagement- und Öffentlichkeitsarbeit skizziert.

### 5.2.1 Klimaschutzmanagement und Netzwerke

In den Städten Remscheid, Solingen und Wuppertal ist bereits ein erhebliches Engagement der beteiligten Akteure zu verzeichnen, das Bergische Städtedreieck verbindet sie nicht nur räumlich, sondern auch im Hinblick auf vorhandene Strukturen und gemeinsame Projekte. So bestehen bereits gemeinsame regionale Verbindungen, wie die Bergische Entwicklungsagentur oder die Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Bergisches Land.

Um die bestehenden Akteursgruppen, bereits laufende Projekte sowie die Projektplanungen auf Basis des vorliegenden Maßnahmenprogramms und ihr Zusammenspiel in einen effektiven Klimaschutz- und Netzwerkmanagementprozess zu führen, wird den Städten Remscheid, Solingen und Wuppertal empfohlen, ein Leitbild im Bereich der erneuerbaren Energien zu verankern, welches konkrete qualitative und vor allem quantitative Emissionsreduktions- und Ausbauziele formuliert. Auf Basis dieser von politischer Ebene getragenen Entscheidung können strategische Schwerpunkte mit Teilzielen formuliert werden, so dass der „rote Faden“ in den Netzwerk- und Projektstrukturen deutlich herausgestellt werden kann. Dabei ist es von großer Bedeutung, dass die Politik dieses Ziel aktiv unterstützt, kommuniziert und damit vorantreibt – nach dem Motto „Tue Gutes und rede darüber“. Ebenso ist es für jede der drei Städte essentiell, das Leitbild für die erneuerbaren Energien sowie die verbundene strategische Schwerpunktsetzung in ihrer Wirkung oder Zielkonformität mit den jeweiligen bestehenden kommunalen Strategien z. B. im Rahmen einer integrierten Stadtentwicklungsplanung abzustimmen.

## 5.2.2 Ausbau neuer Netzwerkverantwortungen

Die quantitativen Zielsetzungen für den Ausbau der erneuerbaren Energien bieten zusammen mit dem Maßnahmenprogramm die Grundlage für die Formulierung einer Umsetzungsstrategie. Von besonderer Bedeutung, sowohl im Hinblick auf Netzwerkmanagement als auch Öffentlichkeitsarbeit, ist die Betrachtung der personellen und zeitlichen Ressourcen. Da diese auch in Zukunft nur in begrenztem Maße zur Verfügung stehen, muss auf einen effektiven Einsatz geachtet und alle zur Verfügung stehenden Medien und Informationskanäle genutzt werden.

Die Schaffung von Personalkapazitäten ist wünschenswert und kann durch die Förderung eines Klimaschutzmanagers (s. Maßnahme Ü1) im Rahmen des Klimaschutzteilkonzeptes für das Bergische Städtedreieck unterstützt werden.

Das Klimaschutzmanagement hat zum einen zur Aufgabe, strategische Schwerpunkte in die operative Projektebene zu überführen, zum anderen den Nutzen der umgesetzten Projekte zur übergeordneten Zielerreichung zu evaluieren und den Gemeinnutzen aufzubereiten. In einem kontinuierlichen Kreislaufprozess des Projektmanagements erstellt das Klimaschutzmanagement jährlich ein Maßnahmenprogramm, welches auf den formulierten Zielen und Strategien basiert. Es kommuniziert, welche Ressourcen für die Maßnahmenumsetzung bereitgestellt werden müssen, hält nach, ob jede Maßnahme einen verantwortlichen Ansprechpartner hat, überprüft und dokumentiert den Umsetzungsstand der Maßnahmen und spiegelt die Ergebnisse der Lenkungs- und Koordinationsgruppe wider.

Das Klimaschutzmanagement begleitet die Umsetzung und Fortschreibung des Maßnahmenprogramms. Dies beinhaltet auch die Fortschreibung der CO<sub>2</sub>-Bilanzierung, die Offenlegung von CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzialen und das Wahrnehmen der Rolle als fachlicher Berater in Fragen der erneuerbaren Energien. Das Klimaschutzmanagement fungiert als zentraler Ansprechpartner und Berater vor Ort. Die unterschiedlichen Akteure im Bergischen Städtedreieck oder übergreifende Institutionen können sich bei der Umsetzung von Klimaschutzaktivitäten gezielt an das Klimaschutzmanagement wenden. Es behält den Überblick über relevante Aktivitäten der unterschiedlichen lokalen und regionalen Akteure und sorgt zudem für einen kontinuierlichen Erfahrungsaustausch unter den Akteuren, wodurch diese von den unterschiedlichen Erfahrungen wechselseitig profitieren können. Zudem können Hemmnisse frühzeitig erkannt und gegebenenfalls gemeinsame Lösungsvorschläge und Strategien im Bereich der erneuerbaren Energien erarbeitet werden. Das Klimaschutzmanagement kann diesen Prozess begleiten und bei Bedarf regelmäßige Treffen bzw. Veranstaltungen für einen Erfahrungsaustausch zwischen den unterschiedlichen Akteuren organisieren und koordinieren.

Netzwerke gezielt zu fokussieren und gewachsene Strukturen regelmäßig zu optimieren, ist eine wesentliche Aufgabe, um Klimaschutzaktivitäten zu bündeln und Synergieeffekte zu nutzen. Von daher ist es wichtig, eine intensive Partnerschaft unter den Akteuren zu erreichen. Diese Aufgabe erfordert zunächst u. a. eine Übersicht der vorhandenen Netzwerkstrukturen und -aktivitäten einzelner Akteursgruppen, eine Gliederung nach Themenschwerpunkten und der Beteiligung bzw. Teilnahme an Arbeitskreisen. Dies kann sowohl dienlich sein in Bezug auf übergreifende Akteure im Bergischen Städtedreieck (u. a. der BEA oder der Neue Effizienz – Bergische Gesellschaft für Ressourceneffizienz mbH), als auch in Bezug auf Personen und Arbeitsgruppen in den drei Kommunen.

Gemeinsam mit dem Klimaschutzmanagement als zentrale vernetzende Kraft (bildlich gesprochen als „Spinne im Netz“) kann es so gelingen, die bestehenden Strukturen zu einem systematischen Netzwerk unter breiter Beteiligung der lokalen Akteure zu optimieren, die alle relevanten Themenfelder des Klimaschutzes sowie vor allem die standortspezifischen Aspekte berücksichtigen. Das gesamte Klimanetzwerk findet so in seiner über die Zeit durchaus dynamischen Zusammensetzung als beständigen Akteur das Klimaschutzmanagement vor Ort, bei dem für den konkreten lokalen Ausbau der erneuerbaren Energien die entsprechenden Fäden zusammenlaufen.

In diesem Zusammenhang ist es jedoch wichtig, dass jede der drei Gebietskörperschaften ihre Eigenständigkeit sicherstellt. Die regionale Verbindung („Klammer“) sollte jedoch im Hinblick auf gemeinsame Projekte weiterhin genutzt werden wie beispielsweise bei der Akquise von Fördermitteln (z. B. Europäischer Fonds für regionale Entwicklung im Rahmen der Ziel 2-Förderperiode 2014-2020). Gemeinsam sollten sie so den Einsatz erneuerbarer Energien forcieren und damit eine Vorbildfunktion gegenüber Bürgern und Unternehmen einnehmen. Nur durch das konsequente Umsetzen eigener Maßnahmen vor Ort kann Authentizität geschaffen und so Akteure zum eigenen Handeln motiviert werden.

### 5.2.3 Weiterführung erfolgreicher Netzwerkstrukturen

Die Städte Remscheid, Solingen und Wuppertal konnten bereits erfolgreiche Netzwerkstrukturen im Bereich der erneuerbaren Energien ausbilden. Es ist daher nicht erforderlich, dass weitere Netzwerke aufgebaut und so Parallelstrukturen geschaffen werden. Im Hinblick auf gewerbebezogene Netzwerke können beispielsweise die vorhandenen Aktivitäten der EnergieAgentur.NRW genutzt werden, die Arbeitsgemeinschaft (AG) „Erneuerbare Energien Bergisches Land“ könnte so weitergeführt und auf das gesamte Bergische Land ausgeweitet werden. Die Steuerung und Koordination der AG sollte dabei durch die Städte des Bergischen Städtedreiecks erfolgen.

Darüber hinaus ist es notwendig, das Thema Klimaschutz incl. Erneuerbare Energien auch auf regionaler Ebene abzustimmen. Dazu kann eine Lenkungs- oder Koordinationsgruppe z. B. auf Beigeordnetenebene eingerichtet werden. Hier besteht die Möglichkeit, bereits vorhandene Strukturen bei der BEA zu nutzen. So kann ein abgestimmtes Vorgehen in der Region erreicht werden. Dabei ist abzustimmen, wie das Zusammenspiel zwischen der regionalen Informations- und Koordinierungsebene und der kommunalen Umsetzungsebene ausgestaltet wird.

Auch die Fortführung des Bioenergienetzwerkmanagements ist an dieser Stelle als wichtige Maßnahme zur Stärkung der personellen Ressourcen zu sehen (s. Maßnahme Bio1).

### 5.2.4 Klimaschutzmanagement und Öffentlichkeitsarbeit

Die Kommunen nehmen gegenüber den Bürgern und Unternehmen des Bergischen Städtedreiecks eine besondere Vorbildfunktion ein und sollten im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit daher regelmäßig auch über die eigenen Aktivitäten informieren. So ist es wichtig, kontinuierlich über die eigenen Klimaschutzziele zu berichten und Prozesse zu Entscheidungsfindungen transparent darzustellen. Dies wirkt überzogenen Erwartungshaltungen an kommunale Aktivitäten und Vorwurfshaltungen (der Bürger) entgegen.

Im Rahmen einer umfassenden Öffentlichkeitsarbeit hat es sich dabei bewährt, Informationen zielgruppengerecht bereitzustellen und für die Informationen spezifische Kommunikationsinstrumente einzusetzen.

In Remscheid und Solingen ist insbesondere eine Abstimmung mit der Öffentlichkeitsarbeit aus der Umsetzung der integrierten Klimaschutzkonzepte notwendig. Einen entsprechenden Informationskanal stellen Intranet, E-Mail-Verteiler etc. dar. Durch die Nutzung dieser Kanäle wird zusätzlich eine Basis für regionalen Wissensaustausch geschaffen. Auch die meisten der bereits im Klimaschutz tätigen Akteure oder Institutionen verfügen über eine aktive eigene Öffentlichkeitsarbeit, mit der sie über Projekte, Erfolge oder weitere Beratungsmöglichkeiten informieren. Hierbei ist für das Bergische Städtedreieck sinnvoll, die bestehenden Informationskanäle für ein regionales Kommunikationsgeflecht der erneuerbaren Energien zu optimieren und effektiv zu nutzen. Unabhängig davon sind die Internetauftritte der drei Kommunen für die Berichterstattung zum Ausbau der erneuerbaren Energien weiter zu nutzen.



Abbildung 36: Beispielhaftes Instrumentenzusammenspiel in der Öffentlichkeitsarbeit

### 5.2.5 Zielgruppenspezifische Informationen

Für einen fokussierten Ausbau der erneuerbaren Energien in der Region müssen vor allem die Haupt-Zielgruppen angesprochen und motiviert werden. Hierzu zählen neben Privatpersonen auch die Wirtschafts- und Wohnungsunternehmen. Sie bedürfen einer unterschiedlichen Ansprache – aber auch differenzierter Informationen.

Im Hinblick auf die Privatpersonen muss ein stärkeres Bewusstsein für den Einsatz der erneuerbaren Energien sowie derer Vorteile geschaffen werden. Nur durch das private Engagement kann der Ausbau der erneuerbaren Energien im gewünschten Maße gelingen. Es bedarf daher einfach zu erreichender Informationen für den Bürger. Hier sollten umfangreiche Informationen zu möglichen Beteiligungsoptionen im Bereich der erneuerbaren Energien nicht fehlen. Während Immobilieneigentümer mit dem Solardachkataster bereits über hinreichende Investitionsmöglichkeiten in Photovoltaikanlagen verfügen, sollten auch Mietern entsprechende Teilhabemöglichkeiten offeriert werden. Informationen zu Genossenschaftsgründungen und -entwicklungen im Bereich von Bürgersolaranlagen können entsprechende Investitionen hervorrufen (s. Maßnahme ÜM5).

Im Unternehmensbereich machte der Workshop „Erneuerbare Energien in Industrie und Gewerbe“ (s. Kap. 4.5.2) beispielsweise deutlich, dass verschiedene Unterstützungsangebote gewünscht werden. Die folgenden Angebote sollten daher im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit zur Umsetzung des Klimaschutzteilkonzeptes realisiert werden:

- Einsatz eines zentralen Ansprechpartners, um den Aufbau weiterer Strukturen zu vermeiden und Übersichtlichkeit zu wahren. Ein entsprechendes „Beraterkataster“ könnte dies gewährleisten.
- Direkte Ansprache der Unternehmen hinsichtlich Information über erneuerbare Energien in Unternehmen sowie mögliche Beratungs- und Fördermittelangebote gewährleisten.
- Erfahrungsaustausch im Rahmen eines Unternehmerstammtisches oder Business-Breakfast zum Thema erneuerbare Energien etablieren.
- Unternehmen sollten über eigene erfolgreiche Maßnahmen und etwaige Probleme berichten können – im Sinne eines Erfahrungsaustauschs von Betrieben für Betriebe. Denkbar wäre dabei die Kooperation mit der IHK.
- Durchführung von Multiplikatorenveranstaltungen, z. B. für Steuerberater oder Gewerbekundenbetreuer, um die Finanzierungsmöglichkeiten besser zu vermitteln. Diese könnten z. B. bei Stadtwerken oder Banken stattfinden.
- Schaffung einer Kooperationsplattform auf regionaler Ebene.
- Darstellung von Beispielrechnungen für Investitionen.

### 5.2.6 Informationsgerechte Instrumente

Eine zentrale Aufgabe der lokalen Öffentlichkeitsarbeit stellt die Zusammentragung und Veröffentlichung aller relevanten Informationen über laufende und geplante Aktivitäten in der jeweiligen Kommune dar. So wird gewährleistet, dass alle internen Akteure (z. B. Verwaltungsmitarbeiter) über die Vielfalt derzeitiger und geplanter Maßnahmen informiert sind. Nur so können Informationen lokal und regional weiter gegeben und eine parallele Bearbeitung des entsprechenden Themengebietes vermieden werden.



Ist diese Grundlage der Öffentlichkeitsarbeit geschaffen, können auch die hinzukommenden Maßnahmenempfehlungen des vorliegenden Konzeptes, die auf die Information von relevanten Zielgruppen durch Kampagnen und Öffentlichkeitsarbeit ausgerichtet sind (s. beispielsweise ÜM11, Solar1 und Solar4), effektiv eingebunden werden.

Derzeit werden verschiedene Informationsmaterialien wie der „Statusbericht Erneuerbare Energien“, regionale Projekte (z. B. Solardachkataster) sowie die Erfolge beim Ausbau erneuerbarer Energien bspw. über die Internetseite der Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energien Bergisches Land ([www.eebl.de](http://www.eebl.de)) bekannt gemacht. In Zukunft sollte dies durch regelmäßige Aktualisierungen und Fortschreibungen weitergeführt werden. Hierbei könnte der Statusbericht ggfs. inhaltlich erweitert werden, so dass auch geplante lokale und regionale Projekte berücksichtigt und nicht nur die Umsetzungsergebnisse des Klimaschutzteilkonzeptes bekannt gemacht werden.

Der Einsatz neuer Anlagen bedeutet in erster Linie erst einmal die Tötigung einer Investition. Damit diese sinnvoll eingesetzt wird, bedarf es einer umfassenden Detailinformation und Beratung. Daher müssen für alle Zielgruppen entsprechende Informationsmaterialien und Beratungsangebote bereitgestellt werden. Die Solardachkataster der Städte des Bergischen Städtedreiecks bieten für den Bereich Photovoltaik eine solide Informationsbasis.

In anderen Projekten hat sich insbesondere die Darstellung von Best-Practice-Beispielen erfolgreich durchgesetzt. Durch die Kommunikation dieser guten Beispiele (im privaten und gewerblichen Bereich) erhält der Internetnutzer Anregungen für den eigenen Einsatz erneuerbarer Energien (s. Maßnahme ÜM6). Die Best-Practice-Beispiele sollten gleichzeitig um regional bedeutsame Projekte ergänzt werden. So könnten beispielsweise Projekte der Stadtwerke, des Wupperverbandes sowie regionaler Unternehmen berücksichtigt werden.

Eine weitere Möglichkeit stellt die kontinuierliche Teilnahme an öffentlichkeitswirksamen Veranstaltungen wie dem Kongress „100% Erneuerbare-Energie-Regionen“ dar. Der Kongress kann zur Information und zum Austausch der drei Städte genutzt werden. Gleichzeitig können bei einem Angebot von Workshops entsprechende Fachgruppen gebildet werden, die zu den einzelnen Themen detailliert informieren.

Unter Berücksichtigung der spezifischen Zielgruppenansprache und des effektiven Instrumenteneinsatzes kann die erfolgreiche Integration der Öffentlichkeitsarbeit in das Netzwerkmanagement bzw. das gesamte Klimaschutzmanagement gelingen.

### 5.3 Controlling-Konzept

Eine Evaluation der Klimaschutzaktivitäten dient als zentrales Element des Projektmanagements, der Maßnahmenoptimierung sowie der Anpassung des gesamten Klimaschutzprozesses, indem diese Informationen über ihre Wirkung bzw. ihren Nutzen, ihre Effektivität sowie über interne Arbeitsabläufe im Allgemeinen liefern. Die Evaluation soll Entwicklungen über längere Zeiträume aufzeigen, Fehlentwicklungen frühzeitig begegnen und Möglichkeiten aufzeigen, diesen entgegen zu wirken. Hierzu gehört die individuelle Betrachtung und Bewertung jeder einzelnen Maßnahme des Maßnahmenprogramms.

Im Rahmen des Controlling-Konzepts wurde mit den Mitgliedern der Projektsteuerungsgruppe einerseits eine Schulung zur Anwendung des Bilanzierungstools EcoRegion zur Fortschreibung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanz durchgeführt und andererseits ein Indikatorensystem entwickelt. Dazu wird für jede Maßnahme des Klimaschutz-Aktionsplanes der jeweilige Erfolgsmaßstab - das Ziel - formuliert. Dies kann z. B. die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen oder die Erhöhung der Teilnehmerzahl bei Veranstaltungen und Kampagnen sein. Individuelle Zielformulierungen für die einzelnen Maßnahmen sind deshalb notwendig, da sie von ihrem Grundcharakter und ihrer Wirkungsweise große Unterschiede aufweisen und es deshalb keinen einheitlichen Maßstab gibt, der für das gesamte Maßnahmenprogramm gelten könnte.

<b>Handlungsfeld „Übergreifende Maßnahmen“</b>		
Kürzel	Titel Maßnahme	Erfolgsindikator
<b>ÜM 1</b>	Beantragung eines regionalen „Klimaschutzmanagers“ für erneuerbare Energien	Besetzung der Stelle, Dokumentation durchgeführter Projekte und Maßnahmen
<b>ÜM 2</b>	Vertiefung von bestehenden Netzwerkstrukturen	Abstimmung über die regionale Netzwerksstruktur, Anzahl der Netzwerkteilnehmer und ggf. gemeinsam umgesetzten bzw. entwickelten Maßnahmen
<b>ÜM 3</b>	Beratungsangebot für erneuerbare Energien	Zahl der Beratungsempfänger pro Jahr
<b>ÜM 4</b>	Energiekonzepte für Neubaugebiete unter Berücksichtigung des Einsatzes erneuerbarer Energien	Eingesparte Energie und CO <sub>2</sub> -Emissionen in Bezug auf die Größe des Neubaugebietes
<b>ÜM 5</b>	Ausbau der Bürgerbeteiligungsformen und Energiegenossenschaften	Summe der privaten Investitionen
<b>ÜM 6</b>	Leuchtturmprojekte im Bereich erneuerbare Energien	Anzahl der Leuchtturmprojekte und Zahl der Interessierten
<b>ÜM 7</b>	Erstellung eines regionalen Sanierungskatasters	Anzahl erfasster Gebäude mit Handlungsbedarf und Anzahl erfolgreicher Beratungen
<b>ÜM 8</b>	Einsatz erneuerbarer Energien in städtischen Liegenschaften	Anzahl und Leistung der Anlagen, Eingesparte Energie und CO <sub>2</sub> -Emissionen

<b>ÜM 9</b>	Ökostrom in kommunalen Liegenschaften	Anteil des Ökostroms am Gesamtstromverbrauch der kommunalen Liegenschaften
<b>ÜM 10</b>	Qualifizierungsinitiative zur Weiterbildung von Handwerkern	Anzahl der erfolgreich qualifizierten Handwerker pro Jahr
<b>ÜM 11</b>	Bildungskampagne für erneuerbare Energien an Schulen und Kitas	Dokumentation und Umfrage zur Resonanz
<b>ÜM 12</b>	Sicherstellung des Transports, Verteilung und Speicherung der erneuerbaren Energien	Identifikation und Lösung von Kapazitätsengpässen

### Handlungsfeld „Solarenergie“

Kürzel	Titel Maßnahme	Erfolgsindikator
<b>Solar 1</b>	Marketingkampagne Solarthermie	Umfrage zur Anzahl der zugebauten Solarthermieflächen (in m <sup>2</sup> )
<b>Solar 2</b>	PV-Anlagen auf Freiflächen entlang von Autobahnen, Bahnlinien und Konversionsflächen initiieren	Anzahl der zugebauten PV-Flächen und Einspeisemengen
<b>Solar 3</b>	Ausbau PV-Anlagen auf kommunalen Dachflächen zur Eigenstromnutzung	Anzahl der zugebauten PV-Flächen und Einspeisemengen
<b>Solar 4</b>	Kampagne zur Nutzung solarer Prozesswärme und solarer Kühlung	Anzahl der interessierten Unternehmen und umgesetzter Projekte
<b>Solar 5</b>	Ausbau PV-Anlagen auf Unternehmensdächern	Anzahl der zugebauten PV-Flächen und Einspeisemengen

### Handlungsfeld „Biomasse“

Kürzel	Titel Maßnahme	Erfolgsindikator
<b>Bio 1</b>	Dauerhafte Sicherstellung des Bioenergienetzwerkmanagements	Fortführung der Stelle
<b>Bio 2</b>	Mobilisierung der privaten Holzbestände zur energetischen Nutzung	Zusätzlich mobilisierte Waldflächen und Holzvorräte
<b>Bio 3</b>	Kampagne zur Nutzung von Biomasse bei Wohnungsbaugesellschaften und privaten Haushalten	Anzahl der umgesetzten Projekte und Substitution von fossilen Brennstoffen durch Biomasse (in MWh/a)
<b>Bio 4</b>	Energiekonzepte für Bestandssiedlungen mit dem Ziel 100 %-Wärmeversorgung durch Biomasse	Anzahl der umgesetzten Energiekonzepte und Menge der Substitution von fossilen Brennstoffen durch Biomasse
<b>Bio 5</b>	Prüfung der Biogaserzeugung aus Bioabfällen	Anteil der nutzbaren Abfallmengen und Energiepotenzial
<b>Bio 6</b>	Dezentrale Sammelstellen für Grünabfall schaffen	Menge der zusätzlich eingesammelten Grünabfälle pro Jahr

<b>Bio 7</b>	Prüfung von landwirtschaftlichen Biogasanlagenstandorten	Errichtung von Anlagen an ermittelten Standorten
<b>Bio 8</b>	Prüfung der energetischen Vergärung von Pferdemist	Anteil der nutzbaren Mengen und Energiepotenzial
<b>Handlungsfeld „Geothermie“</b>		
<b>Geo 1</b>	Förderung der Geothermienutzung im Neubau	Anzahl umgesetzter Anlagen
<b>Handlungsfeld „Windkraft“</b>		
Kürzel	Titel Maßnahme	Erfolgsindikator
<b>Wind 1</b>	Ausbau der Windkraft	Anzahl der zugebauten Anlagen und Einspeisemengen bzw. eingesparte CO <sub>2</sub> -Emissionen
<b>Wind 2</b>	Kontinuierliche Prüfung der Einsatzmöglichkeiten von Kleinwindkraftanlagen	Anzahl umgesetzter Anlagen
<b>Handlungsfeld „Wasserkraft“</b>		
Kürzel	Titel Maßnahme	Erfolgsindikator
<b>Wasser 1</b>	Nutzung der Abwärme aus Abwasserkanälen	Anzahl umgesetzter Projekte
<b>Wasser 2</b>	Optimierung und Repowering der Wasserkraftanlagen an Talsperren fortführen	Zusätzliche Einspeisemengen
<b>Wasser 3</b>	Prüfung wasserrechtlicher Genehmigungen der bestehenden Querbauwerke und Kampagne zur Reaktivierung	Zusätzliche Einspeisemengen

## 6 Chancen der Zielerreichung

In den vorangegangenen Kapiteln wurden ausführliche Informationen zu den derzeitigen Rahmenbedingungen der erneuerbaren Energien im Bergischen Städtedreieck gegeben sowie Möglichkeiten und Vorschläge zur Erschließung der ermittelten Potenziale vorgestellt. In diesem Kapitel erfolgt eine Zusammenfassung und Gegenüberstellung der bisherigen Ergebnisse, um Rückschlüsse zu den möglichen Zielerreichungsgraden im Bergischen Städtedreieck zu ziehen.

### 6.1 Emissionsminderungsziele und -effekte

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass mit dem Maßnahmenprogramm des Realisierungskonzeptes 2020 unterschiedliche Effekte erwartet werden. Hinsichtlich der CO<sub>2</sub>-Wirkung wurden, soweit möglich, entsprechende Effekte anhand von Berechnungen und Abschätzungen quantifiziert. Danach ließen sich durch die quantifizierbaren Maßnahmen bis 2020 rund 104 Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub> einsparen. Unter Berücksichtigung der nicht eindeutig quantifizierbaren Maßnahmen würde sich das CO<sub>2</sub>-Einsparpotenzial noch erhöhen. Obwohl diesen Maßnahmen bisher keine eindeutige CO<sub>2</sub>-Einsparung zugewiesen wurde, erfolgt an dieser Stelle auf Basis der jeweiligen Bewertungseinstufung eine Annäherung an die möglichen CO<sub>2</sub>-Einsparungen. Ausgehend von der qualitativen Bewertung und den damit verbundenen Minderungsbereichen würde sich demnach eine zusätzliche CO<sub>2</sub>-Einsparung in der Größenordnung von etwa 30 Tsd. Tonnen ergeben, so dass der Gesamteffekt des Maßnahmenprogramms bei 134 Tsd. Tonnen liegt. Im Gesamtüberblick ergibt sich im Bergischen Städtedreieck folgende Darstellung:

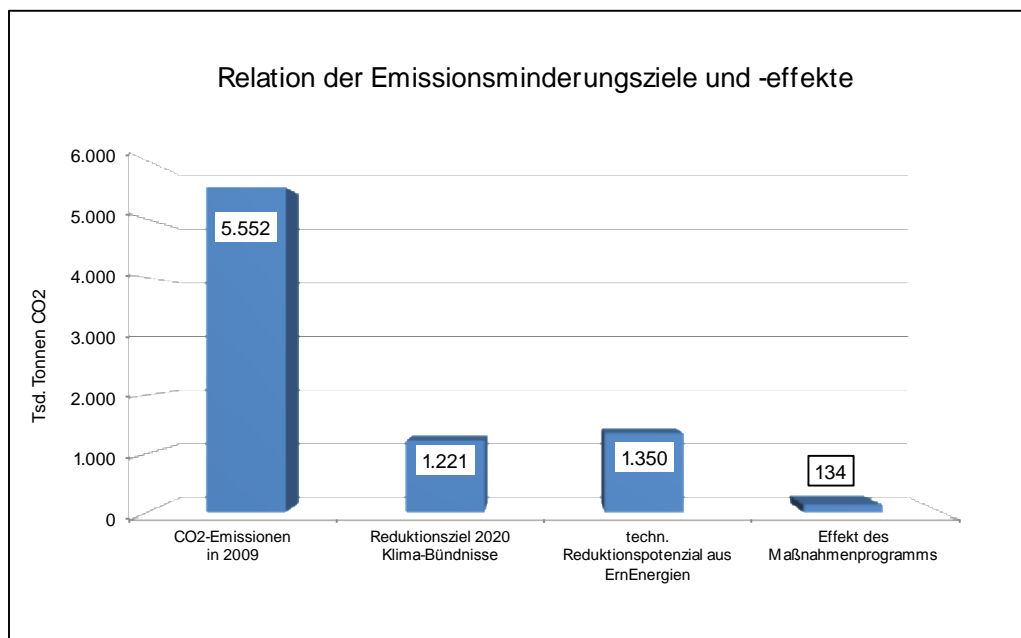


Abbildung 37: Wirkung des Maßnahmenprogramms

Im Bilanzierungsjahr 2009 summierte sich die CO<sub>2</sub>-Emission im Bergischen Städtedreieck auf ca. 5.500 Tsd. Tonnen. Gemäß den Zielen des Klima-Bündnisses soll dieser Ausstoß um ca. 1.221 Tsd. Tonnen (ca. 22%) bis zum Jahre 2020 reduziert werden.

Durch den vollständigen Ausbau der technischen Potenziale Erneuerbarer Energien können 1.350 Tsd. Tonnen eingespart werden. Das Ziel des Klima-Bündnisses könnte demnach um rund 10 % übertroffen werden.

Diese direkte Gegenüberstellung des technischen CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzials aus Erneuerbaren Energien und den CO<sub>2</sub>-Minderungseffekten aus dem Maßnahmenprogramm verdeutlicht anschaulich das Dilemma eines solchen Klimaschutzteilkonzeptes. Während die technischen Potenziale auf Basis nachvollziehbarer Daten berechnet werden können, ist der Einfluss der Maßnahmenvorschläge nur schwer zu bewerten. Wie in Kapitel 5 bereits ausgeführt, können die Maßnahmen lediglich die Rahmenbedingungen dahingehend verbessern, dass Investitionen durch Dritte getätigt werden. Eine unmittelbare Wirkung zwischen den hier erarbeiteten Maßnahmenvorschlägen und einer durch Investitionen ausgelösten CO<sub>2</sub>-Minderung ist kaum darzustellen. Es wurde daher ein sehr konservativer Ansatz bei der CO<sub>2</sub>-mindernden Wirkung der Maßnahmen gewählt. Dies verdeutlicht, dass große Anstrengungen über das Maßnahmenprogramm hinaus notwendig sind, um die technischen Potenziale zu erschließen.

## 6.2 Strategie „100 Prozent erneuerbar“

Das Ziel einer zu 100 % auf erneuerbare Energien basierender Energieversorgung ist als Ziel auf politischer Ebene für das Bergische Städtedreieck formuliert. Mit Blick auf die Ergebnisse der Potenzialermittlung in Kapitel 3 ist eine vollständige Versorgung der drei Städte aus erneuerbaren Energien der Region derzeit technisch nicht möglich. Nach jetzigem Kenntnisstand kann bis zum Jahr 2020 im Bereich Strom ca. 42 % und im Bereich Wärme ein Anteil von ca. 23 % erreicht werden.

Um nun eine Strategie für eine Vollversorgung aus erneuerbaren Energien zu entwickeln ist es erforderlich, die getroffenen Einschränkungen bei der Potenzialausweisung zu hinterfragen. Diese sind

- der absolute Energiebedarf,
- der regionale Bezug der Potenzialermittlung und
- die technischen Einschränkungen bei der Potenzialermittlung.

Das ausgewiesene Potenzial erneuerbarer Energien bezieht sich auf den prognostizierten Energieverbrauch des Jahres 2020. Darin enthalten ist bereits eine erwartete Energieeinsparung von 11% gegenüber dem Referenzjahr 2009 (vgl. Kap. 2.6). Die Reduzierung des Energieverbrauchs ist auf allen politischen Ebenen (EU, BRD, NRW, Kommune) als strategisches Ziel formuliert. Zur vollständigen Versorgung aus erneuerbaren Energien ist eine weitere Reduzierung des Energieverbrauches dringend erforderlich. Der Anteil der Erneuerbaren würde somit auch ohne die Erschließung neuer Potenziale steigen. Die hier zu Grunde gelegte Methode der Potenzialermittlung berücksichtigt ausschließlich Flächen und Rohstoffe aus den drei Städten. In einem hoch verdichteten Siedlungsgebiet, wie dem Bergischen Städtedreieck, sind somit bspw. Energiepotenziale aus holzartiger Biomasse und Biogas deutlich eingeschränkt. Hier ist eine strategische Partnerschaft mit den umliegenden Kreisen, wie bereits mit dem Kreis Mettmann eingegangen, notwendig. Somit führt eine Ausweitung des räumlichen Bezuges voraussichtlich zu einem Anstieg der erneuerbaren Energiepotenziale.

Die technischen, organisatorischen und genehmigungsrechtlichen Einschränkungen der Potenzialermittlung sind die entscheidenden Hebel zur Erreichung des strategischen Ziels der Vollversorgung aus erneuerbaren Energien. Nachfolgend werden für die einzelnen Energieformen die Potenzialreserven kurz dargestellt:

- **Solarenergie:** Bei der Solarstromnutzung (Photovoltaik) sind die flächenbezogenen Potenzialreserven als gering einzuschätzen, da die Photovoltaik heute schon das größte technische Potenzial darstellt. Lediglich in der Ausweitung von Freiflächenanlagen scheint eine nennenswerte flächenbezogene Potenzialreserve zu liegen. Dazu ist jedoch eine Anpassung der Bauleitplanung - über die derzeitigen gesetzlichen Rahmenbedingungen hinaus - erforderlich.

Bei der Solarthermie sind ebenfalls nur geringe Potenzialreserven zu erwarten, da das technische Potenzial heute schon sehr groß ist. Eine flächendeckend hohe Sanierungsquote im Gebäudebestand und eine technische Weiterentwicklung bei saisonalen Speichern kann hier in Zukunft die Erschließung weiterer Potenziale ermöglichen.

- **Biomasse:** Holzartige Biomasse steht vielfach in Konkurrenz zur stofflichen Nutzung. Bei steigenden Energiekosten könnten weitere Potenziale erschlossen werden, dann jedoch zu Lasten der stofflichen Nutzung.

Das technische Energiepotenzial aus landwirtschaftlichen Biogasanlagen ist durch den notwendigen Vorrang der Nahrungsmittelproduktion auf den in Frage kommenden Flächen beschränkt. Eine Potenzialreserve ist hier nicht zu erkennen, ohne die Versorgungssicherheit mit Nahrungsmitteln in Frage zu stellen.

- **Windenergie:** Die Ermittlung des theoretischen Potenzials geeigneter Flächen für Windenergieanlagen erfolgt auf Grundlage des aktuellen Planungsrechts. Bei Veränderung der planungsrechtlichen Grundlagen ist das zu erwartende Energiepotenzial um ein Vielfaches größer, als das hier ausgewiesene technische Potenzial.
- **Wasserkraft:** Die Ausbaumöglichkeiten der Wasserkraft sind auf Grundlage geltender Gesetzes- und Verordnungslage minimal. Bei einer Anpassung der genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen ist ein deutlicher Anstieg des Energiepotenzials zu erwarten.
- **Geothermie:** Das technische Potenzial der oberflächennahen Geothermie orientiert sich am Energiebedarf. Dieser Energiebedarf wiederum leitet sich von einer technischen Anwendung ab (Wärmepumpe), die sich derzeit vorwiegend im Neubau oder im sanierten Gebäudebestand wiederfindet. Die Potenzialreserven sind jedoch so groß, dass ca. 50 % des gesamten Wärmebedarfs gedeckt werden können. Bei einer flächendeckenden Sanierung des Gebäudebestandes können große Teile dieser Potenzialreserve erschlossen werden.

Das strategische Ziel einer vollständigen Energieversorgung aus erneuerbaren Energien ist durchaus erreichbar. Dazu ist es mittel- bis langfristig notwendig

- a. den Energieverbrauch deutlich zu reduzieren,
- b. den regionalen Raumbezug zu erweitern und
- c. die technischen und genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen ständig zu überprüfen und bei Bedarf anzupassen



## 7 Zusammenfassende Bewertung

Im vorliegenden Klimaschutzteilkonzept Erneuerbare Energien-Potenziale im Bergischen Städtedreieck werden die aktuellen Rahmenbedingungen und Möglichkeiten zum weiteren Ausbau einer nachhaltigen Energieerzeugung und Energieversorgung in der Region erarbeitet.

Die Erstellung der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen wird dabei mittels des Bilanzierungstools EcoRegion durchgeführt. Aufgrund der verfügbaren Daten wird im Rahmen des Konzeptes das Bilanzierungsjahr 2009 als Ausgangsjahr betrachtet. Insbesondere im Hinblick auf die politische Zielsetzung der Städte gemäß dem Klima-Bündnis-Ziel und einer zukünftigen Vollversorgung durch erneuerbare Energien sind auf Basis der Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen Aussagen zu den möglichen Zielerreichungsgraden möglich. Der Anteil der Erneuerbaren Energien im Bilanzierungsjahr belief sich auf ca. 0,4% bei der Bereitstellung elektrischer Energie und 0,6 % bei Wärmeenergie.

Für die nachfolgend aufgelisteten Energieformen wurde das theoretische und technische Energiepotenzial ermittelt:

- Biomasse,
- Solarenergie (Photovoltaik und Solarthermie),
- Windenergie,
- Geothermie,
- Wasserkraft und
- Abwärmenutzung aus Abwasser

Im Ergebnis zeigt sich, dass die theoretischen Energiepotenziale unter technischen, rechtlichen und organisatorischen Gesichtspunkten nur zum Teil nutzbar gemacht werden können. Prinzipiell können demnach bis zu 42 % des elektrischen und 23 % des thermischen Energiebedarfes in Relation zum Gesamtbedarf des Jahres 2020 gedeckt werden. Die Verteilung der erneuerbaren Energieanteile untereinander ist dabei sehr ungleichmäßig. Es zeigt sich, dass die größten technischen Potenziale im Bereich der Solarenergie liegen. Photovoltaikanlagen können demnach ca. 34 % des zukünftigen Strombedarfes, Solarthermieanlagen ca. 19 % des Wärmebedarfes decken. Einen ebenfalls nennenswerten Beitrag kann die Windenergie mit ca. 8 % am Strombedarf beisteuern.

Die zur Erschließung der Energiepotenziale notwendigen Investitionen sind wirtschaftlich darstellbar. Die Umsetzung der Erneuerbaren Energiepotenziale ist jedoch abhängig von der Investitionsbereitschaft einzelner Personen oder Organisationen. Das Realisierungskonzept 2020, in dessen Mittelpunkt ein Plan mit 31 Maßnahmen steht, soll die erforderlichen Rahmenparameter dahingehend beeinflussen, dass Investitionen durch Einzelpersonen, Unternehmen und Einrichtungen der öffentlichen Hand im Bereich erneuerbarer Energien ausgelöst werden. Eine vollständige Umsetzung der technischen Potenziale ist aufgrund des daraus resultierenden, enormen Investitionsbedarfs kurzfristig jedoch nicht zu erwarten.

Das Maßnahmenprogramm formuliert notwendige und realisierbare Arbeitsschritte der nächsten Jahre und gibt konkrete Handlungsempfehlungen für die relevanten Akteure vor Ort.

Als Grundlage für die Entwicklung des Maßnahmenprogramms wurden zahlreiche Akteure im Rahmen von Veranstaltungen, Interviews und Workshops beteiligt. Darauf aufbauend konnten Handlungsschwerpunkte, Maßnahmenideen und Erfolgsfaktoren für den Ausbau der erneuerbaren Energien im Bergischen Städtedreieck konkretisiert und ergänzt werden.

Insgesamt beinhaltet das Maßnahmenprogramm 31 Vorschläge mit unterschiedlichen Wirkungen, Aufwänden und Prioritäten. Das Maßnahmenprogramm setzt sich dabei aus einer Vielzahl von „weichen“ Maßnahmen zusammen, die insbesondere zu einer Verstärkung der Strukturen und Kooperationen vor Ort beitragen sollen. Es ist aus den Gesprächen und Auswertungen deutlich geworden, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien im Bergischen Städtedreieck nur erfolgreich fortgeführt werden kann, wenn die relevanten Akteure und Zielgruppen aktiv angesprochen werden. Hier wird der Bedarf für eine regionale Steuerung der Prozesse gesehen, die beispielsweise durch eine ergänzende Koordinationsstelle für erneuerbare Energien erfolgen sollte. Dazu wird u. a. die personelle Stärkung der Kommunen des Bergischen Städtedreiecks durch die Stelle eines „regionalen Klimaschutzmanagers“ und durch die langfristige Fortführung des „Bioenergienetzwerkmanagements“ als zentrale Maßnahmen vorgeschlagen.

Mit Hilfe eines Controlling-Konzepts wird ein Instrument zur Evaluation und Fortschreibung des Realisierungskonzeptes bereitgestellt. Durch die Entwicklung eines Indikatorensystems wird eine Überprüfung des Umsetzungsprozesses ermöglicht, um Fehlentwicklungen frühzeitig zu erkennen und angepasste Korrekturmaßnahmen zu erarbeiten.

Die vollständige Erschließung der technischen Potenziale ist kurzfristig nicht zu erwarten. Dennoch ist ein breites Handlungsspektrum vorhanden, welches es auszuschöpfen gilt. Durch die Umsetzung des Realisierungskonzeptes werden mittel- bis langfristig Strukturen geschaffen, die wichtige Grundlagen für den stetigen Ausbau der erneuerbaren Energien schaffen. Aus den bestehenden Strukturen heraus und durch die stetige Fortschreibung des Umsetzungsprozesses können Entwicklungen angeregt werden, die zusätzliche Effekte erzeugen und damit zur weiteren Zielerreichung beitragen.

Ogleich die diskutierte Vollversorgung aus erneuerbaren Energien noch nicht zu erwarten ist, so wird davon ausgegangen, dass der Anteil der erneuerbaren Energien im Bergischen Städtedreieck durch die Umsetzung des Realisierungskonzeptes und flankierender Maßnahmen auf nationaler und europäischer Ebene langfristig deutlich zunehmen wird.

Hier ist das Bergische Städtedreieck durch die vorhandenen Strukturen und Aktivitäten bereits solide aufgestellt. Diese Strukturen gilt es mit der Umsetzung dieses vorliegenden Klimaschutzteilkonzeptes für erneuerbare Energien zu vertiefen, um den politischen Zielsetzungen näher zu kommen und möglichst große wirtschaftliche Effekte für die Region zu erzielen.

## 8 Quellenverzeichnis

- Agentur für Erneuerbare Energien, 2009: „Erneuerbare Energien 2020 – Potenzialatlas Deutschland“
- AIDA – Informationsplattform Abfall in NRW, 2007: „Tabelle 4.8.2: Liste der Altholzaufbereitungsanlagen in NRW“
- Becker, Michael o.J., Vortragsfolien 2011: Abwasserwärmenutzung – Potenziale und Wege zur Umsetzung. Online Verfügbar unter: <http://ifat.dwa.de>
- Berliner Energieagentur, 2007: AbwasserWärmeNutzung – Leitfaden zur Projektentwicklung
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt, 2005: Energie aus Kanalabwasser – Leitfaden für Ingenieure und Planer. Online verfügbar unter: <http://www.dbu.de>
- Deutscher Naturschutzring, 2012: „Grundlagenarbeit für eine Informationskampagne „Umwelt- und naturverträgliche Windenergienutzung in Deutschland (onshore)““
- Energieagentur Lippe GmbH, 2003: „Handlungskonzept zur energetischen Nutzung holzartiger Biomasse in der Region Bergisches Städtedreieck mit den Städten Remscheid, Solingen und Wuppertal“
- Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., 2006: „Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung“
- Gertec GmbH, 1999: „Klimaschutzkonzept für die Stadt Remscheid und die Stadtwerke Remscheid GmbH“, Remscheid
- IT.NRW – Information und Technik Nordrhein-Westfalen, 2010: „Baufertigstellungen (Neubau und Baumaßnahmen an bestehenden Gebäuden)“
- IT.NRW – Information und Technik Nordrhein-Westfalen, 2010: „Landwirtschaftliche Betriebe mit Viehhaltung und Viehbestand in Nordrhein-Westfalen am 1. März 2010“
- IT.NRW – Information und Technik Nordrhein-Westfalen, 2010: „Landwirtschaftliche Betriebe mit Viehhaltung und Viehbestand in Nordrhein-Westfalen am 1. März 2010“
- Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, 2012: Leitfaden Rahmenbedingungen für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
- Müller, Ernst A., 2010: Vortragsfolien: Abwasserwärme: „Prinzip und Überblick, Erfahrungen und Wirtschaftlichkeit“. Online Verfügbar unter: <http://www.um.baden-wuerttemberg.de>
- Naturschutzbund Deutschland e.V. -> Wind Klaus s. 51
- Pop, Cristina, 2009: Vortragsfolien: „Energetische Rückgewinnung aus Abwasser – Energieerzeugung im Entwässerungsbetrieb Straubing“. Online verfügbar unter: <http://www.wz-straubing.de>
- Stadt Remscheid, 2011: „Bericht zur Remscheider Abfallwirtschaft 2010“
- Stadt Remscheid, Solingen, Wuppertal, Kreis Mettmann und Regionalbüro Bergisches Städtedreieck, 2009: „Statusbericht Erneuerbare Energien – Remscheid, Solingen, Wuppertal, Kreis Mettmann 2000 -2007“
- Stadt Remscheid, Solingen, Wuppertal, Kreis Mettmann und Regionalbüro Bergisches Städtedreieck, 2010: „Statusbericht Erneuerbare Energien – Remscheid, Solingen, Wuppertal, Kreis Mettmann Fortschreibung 2000 -2009“
- Stadt Solingen, 2010: „Abfallbilanz 2009 der Stadt Solingen“
- Stadt Wuppertal, 2011: „Abfallbilanz der Stadt Wuppertal 2010“

Treis, Adrian o.J., Vortragsfolien 2011: „Nutzung oberflächennaher Geothermie und Abwasserwärme bei Emschergenossenschaft und Lippeverband – eine Projektübersicht“. Online Verfügbar unter: <http://www.geothermie-zentrum.de>

Universität Kassel, 2011: „Das Potenzial solarer Prozesswärme in Deutschland“

Website Agentur für Erneuerbare Energien e.V.:

<http://www.kommunal-erneuerbar.de/de/kommunale-wertschoepfung/rechner.html> (letzter Zugriff am 31.12.2012)

Website Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: <http://www.elwasims.nrw.de/ims/ELWAS-IMS/start.htm> (letzter Zugriff am 02.08.2012)

Website EnergieAgentur.NRW: <http://www.energieagentur.nrw.de/>

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH, 1998: „Regionales CO<sub>2</sub>-Minderungskonzept für das Bergische Städtedreieck“

## 9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Regionaler Endenergieverbrauch von 1990 bis 2009	17
Abbildung 2: Regionaler CO <sub>2</sub> -Ausstoß und Endenergieverbrauch von 1990 bis 2009	18
Abbildung 3: Regionaler CO <sub>2</sub> -Ausstoß aufgeteilt nach Kommunen im Jahr 2009	20
Abbildung 4: Regionale Endenergieverbrauchsentwicklung der Wirtschaft von 1990 bis 2009	21
Abbildung 5: Regionale Endenergieverbrauchsentwicklung der privaten Haushalte von 1990 bis 2009	21
Abbildung 6: Regionaler CO <sub>2</sub> -Ausstoß und Endenergieverbrauch je Einwohner von 1990 bis 2009	22
Abbildung 7: Regionale CO <sub>2</sub> -Emissionen des Verkehrssektors von 1990 bis 2009	24
Abbildung 8: Regionale CO <sub>2</sub> -Emissionen des Verkehrssektors pro Einwohner von 1990 bis 2009	24
Abbildung 9: Regionale Verteilung der CO <sub>2</sub> -Emissionen nach Verkehrsmittelarten von 1990 bis 2009	25
Abbildung 10: Regionaler Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften – von 2000 bis 2009	26
Abbildung 11: Regionale CO <sub>2</sub> -Emissionen der kommunalen Liegenschaften von 2000 bis 2009	27
Abbildung 12: Bereitstellungsketten Biomasse (Quelle: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.)	30
Abbildung 13: Aufteilung Festbrennstoffe (eigene Darstellung)	31
Abbildung 14: Theoretisches Energiepotenzial von Festbrennstoffen	33
Abbildung 15: Technisches Energiepotenzial von Festbrennstoffen	35
Abbildung 16: Gegenüberstellung technisches Potenzial und bisheriger Endenergieverbrauch von Festbrennstoffen im Jahr 2009	36
Abbildung 17: Technisches Potenzial NaWaRo und Reststoffe	39
Abbildung 18: Technisches Potenzial aus Bio- und Grünabfall	41
Abbildung 19: Solare Freiflächenpotenziale	46
Abbildung 20: Wärmebedarfsaufteilung nach Anwendung im Jahr 2009	47
Abbildung 21: Technisches Solarthermiepotenzial	48
Abbildung 22: Technisches Photovoltaikpotenzial – gesamt	51
Abbildung 23: Technisches Solarpotenzial	52
Abbildung 24: Windpotenzialflächen Remscheid	59
Abbildung 25: Windpotenzialflächen Solingen	59
Abbildung 26: Windpotenzialflächen Wuppertal	60
Abbildung 27: Windenergiepotenzial je Stadt	62

Abbildung 28: Potenziale Abwasserwärme (Eigene Darstellung nach BECKER)	76
Abbildung 29: Technologienvergleich (Eigene Darstellung)	77
Abbildung 30: Technisches Strompotenzial im Bergischen Städtedreieck im Jahr 2020	93
Abbildung 32: Absolute CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale der erneuerbaren Energien bis 2020	95
Abbildung 33: Anteilige CO <sub>2</sub> -Einsparpotenziale der erneuerbaren Energien	95
Abbildung 34: Jährlich wiederkehrende Wertschöpfungseffekte	97
Abbildung 35: Deckungsanteil erneuerbarer Energien	110
Abbildung 36: Beispielhaftes Instrumentenzusammenspiel in der Öffentlichkeitsarbeit	155
Abbildung 37: Wirkung des Maßnahmenprogramms	161
Abbildung 38: Kommunaler Endenergieverbrauch Remscheids von 1990 bis 2009	176
Abbildung 39: Kommunaler CO <sub>2</sub> -Ausstoß in Remscheid von 1990 bis 2009	177
Abbildung 40: Endenergieverbrauchsentwicklung der Remscheider Wirtschaft von 1990 bis 2009	178
Abbildung 41: Endenergieverbrauchsentwicklung der privaten Haushalte Remscheids von 1990 bis 2009	179
Abbildung 42: CO <sub>2</sub> -Ausstoß und Endenergieverbrauch je Einwohner der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009	180
Abbildung 43: Absolute CO <sub>2</sub> -Emissionen des Verkehrssektors in der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009	182
Abbildung 44: CO <sub>2</sub> -Emissionen des Verkehrssektors pro Einwohner in der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009	182
Abbildung 46: Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009	184
Abbildung 47: CO <sub>2</sub> -Emissionen der kommunalen Liegenschaften der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009	185
Abbildung 48: CO <sub>2</sub> -Ausstoß und Endenergieverbrauch der Gesamtstadt Solingen (Quelle: Gertec nach ECORegion)	187
Abbildung 49: Anzahl und installierte Leistung erneuerbarer Energieanlagen in Solingen seit 2000 (Quelle: Gertec nach Statusbericht Erneuerbare Energien, Fortschreibung 2000-2009)	188
Abbildung 50: CO <sub>2</sub> -Ausstoß und Endenergieverbrauch je Einwohner der Stadt Solingen von 1990 bis 2009 (Quelle: Gertec nach ECORegion)	189
Abbildung 51: Die Entwicklung der Energieverbräuche 1990-2009 nach Energieträgern in GWh/Jahr; Quelle: Planersocietät nach ECORegion	190
Abbildung 52: Der CO <sub>2</sub> -Ausstoß (in Tonnen) im Verkehrsbereich 2009 nach Fahrzeugkategorien; Quelle: Planersocietät nach ECORegion	191
Abbildung 53: Der CO <sub>2</sub> -Ausstoß (Tonnen / Jahr) im Verkehrsbereich 2009 nach Energieträgern; Quelle: Planersocietät nach ECORegion	191

Abbildung 54: Vergleich des Emissionsausstoßes der Basler Verkehrsbetriebe (Quelle: INFRAS 2006)	193
Abbildung 55: CO <sub>2</sub> -Emissionen der Stadt Solingen nach Verbrauchssektoren im Jahr 2009 (Quelle: Gertec)	194
Abbildung 56: Kommunaler Endenergieverbrauch Wuppertals von 1990 bis 2009	197
Abbildung 57: Kommunaler CO <sub>2</sub> -Ausstoß in Wuppertal von 1990 bis 2009	198
Abbildung 58: Kommunaler CO <sub>2</sub> -Ausstoß in Wuppertal von 1990 bis 2009 unter Berücksichtigung der GuD-Umstellung des HKW Barmen 2004/2005	199
Abbildung 59: Endenergieverbrauchsentwicklung der Wuppertaler Wirtschaft von 1990 bis 2009	200
Abbildung 60: Endenergieverbrauchsentwicklung der privaten Haushalte Wuppertals von 1990 bis 2009	200
Abbildung 61: CO <sub>2</sub> -Ausstoß und Endenergieverbrauch je Einwohner der Stadt Wuppertal von 1990 bis 2009	201
Abbildung 62: Absolute CO <sub>2</sub> -Emissionen des Verkehrssektors in der Stadt Wuppertal von 1990 bis 2009	203
Abbildung 63: CO <sub>2</sub> -Emissionen des Verkehrssektors pro Einwohner in der Stadt Wuppertal von 1990 bis 2009	203
Abbildung 65: Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Stadt Wuppertal von 2000 bis 2009	205
Abbildung 66: CO <sub>2</sub> -Emissionen der kommunalen Liegenschaften der Stadt Wuppertal von 2000 bis 2009	206

## 10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Regionaler Endenergieverbrauch im Jahr 2009 und einhergehende CO <sub>2</sub> -Emissionen	18
Tabelle 2: Regionaler Endenergieverbrauch im Bergischen Städtedreieck in GWh im Jahr 2009 mit Anteil der Energieträger	19
Tabelle 3: Regionale Stromeinspeisung in GWh im Jahr 2009	27
Tabelle 4: Theoretisches Potenzial Waldholzanbau	32
Tabelle 5: Theoretisches Potenzial Altholz	32
Tabelle 6: Theoretisches Potenzial Landschaftspflegeholz	33
Tabelle 7: Technisches Potenzial Waldholzanbau	34
Tabelle 8: Technisches Potenzial Altholz	34
Tabelle 9: Technisches Potenzial Landschaftspflegeholz	35
Tabelle 10: Theoretisches Biogaspotenzial NaWaRo	37
Tabelle 11: Theoretisches und technisches Gülle-Potenzial	38
Tabelle 12: Technisches Biogaspotenzial NaWaRo	39
Tabelle 13: Bio- und Grünabfallmengen (Quelle: Abfallbilanz Wuppertal 2010, Solingen 2009, Remscheid 2010)	40
Tabelle 14: Theoretisches Potenzial Bio- und Grünabfall	40
Tabelle 15: Technisches Potenzial Bio- und Grünabfall	41
Tabelle 16: Wirtschaftlichkeitsberechnung Holzfeuerung	42
Tabelle 17: Wirtschaftlichkeitsberechnung Biogasanlage (Nassfermentierung)	43
Tabelle 18: Theoretisches Solarpotenzial auf Dachflächen	45
Tabelle 19: Aufteilung der solaren Flächenpotenziale	49
Tabelle 20: Technische PV-Freiflächenpotenziale	50
Tabelle 21: Technisches Photovoltaikpotenzial - gesamt	50
Tabelle 22: Solarpotenzial und Deckungsgrade	51
Tabelle 23: Wirtschaftlichkeitsberechnung Photovoltaik	53
Tabelle 24: Wirtschaftlichkeitsberechnung Solarthermie	54
Tabelle 25: Wirkzonen der verschiedenen möglichen nachteiligen Auswirkungen auf den Menschen (Quelle: Deutscher Naturschutzring (DNR))	57
Tabelle 26: Windpotenziale je Teilfläche	61
Tabelle 27: Wirtschaftlichkeitsrechnung Windenergieanlage	63
Tabelle 28: Theoretisches Potenzial Erdsonden	66
Tabelle 29: Theoretisches Potenzial Erdkollektor	66
Tabelle 30: Technisches Potenzial Neubau und Bestand – Nachfragepotenzial	67
Tabelle 31: Wirtschaftlichkeitsberechnung Wärmepumpen (Geothermie)	68



Tabelle 32: Wasserkraftanlagen im Bergischen Städtedreieck (Stand: Dezember 2012)	72
Tabelle 33: Ergebnisse Reaktivierungsüberprüfungen	73
Tabelle 34: Nicht nutzbare Standorte für Wasserkraftanlagen	74
Tabelle 35: Faktoren zur Berechnung der regionalen Wertschöpfung typischer Anlagen	81
Tabelle 36: Hackschnitzelheizung – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage in Euro (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	82
Tabelle 37: Hackschnitzelheizung – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	83
Tabelle 38: Biogasanlage – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	83
Tabelle 39: Biogasanlage – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	84
Tabelle 40: Dachflächenphotovoltaikanlage – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	85
Tabelle 41: Dachflächenphotovoltaikanlage – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	85
Tabelle 42: Freiflächenphotovoltaikanlage – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	86
Tabelle 43: Freiflächenphotovoltaikanlage – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	86
Tabelle 44: Solarthermieanlage – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	87
Tabelle 45: Solarthermieanlage – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	88
Tabelle 46: Windenergieanlage – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	88
Tabelle 47: Windenergieanlage – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	89
Tabelle 48: Erdwärmepumpe – Wertschöpfungseffekte Einzelanlage (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	90
Tabelle 49: Erdwärmepumpe – Wertschöpfungseffekte technische Potenzialausschöpfung (Quelle: Agentur für Erneuerbare Energien)	90
Tabelle 50: Zusammenfassung der Wertschöpfungseffekte	96
Tabelle 51: Übersicht der Maßnahmenkriterien	111
Tabelle 52: Gesamtstädtischer Endenergieverbrauch im Jahr 2009 und einhergehende CO <sub>2</sub> -Emissionen	177
	173

## 11 Anhang

### 11.1 Anhang I: Energie und CO<sub>2</sub>-Bilanzen

#### 11.1.1 Bilanzergebnisse der Stadt Remscheid

Das Klima-Bündnis europäischer Städte hat zusammen mit der europaweit agierenden Firma Ecospeed ([www.ecospeed.ch](http://www.ecospeed.ch)) ein Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungswerkzeug für Kommunen entwickeln lassen (ECORegion smart DE), welches die vergleichsweise einfache Erarbeitung standardisierter Energiebilanzen ermöglicht. Den Kommunen in Nordrhein-Westfalen wird das Computerprogramm mittels Registrierung über die EnergieAgentur.NRW kostenfrei zur Verfügung gestellt. Das Programm erlaubt die Erstellung gesamtstädtischer primär-<sup>20</sup> und endenergiebezogener<sup>21</sup> Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen, bereits ab einer geringen Eingabe von statistisch verfügbaren Daten. Die Aussagegenauigkeit hängt davon ab, in welchem Umfang spezifische Daten zur lokalen Energiesituation (Verbrauchsdaten von z. B. kommunalen Gebäuden, privaten Haushalten, Wirtschaft, Verkehr, etc.) zur Verfügung stehen. Das Programm bietet den Vorteil, dass durch jährliche Ergänzungen eine umfangreiche kontinuierliche CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellt werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch die Nutzung eines einheitlichen Programms ein interkommunaler Vergleich möglich ist. Die Bilanzierung erfolgt, analog zu Solingen und Wuppertal, im Rahmen der Erstellung des „Klimaschutzteilkonzeptes Erneuerbare Energien im Bergischen Städtedreieck“, für das Jahr 2009, die Eingabe der Daten im Bilanzierungstool hat den Stand August 2012.

Es wird in der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Bilanz nach Vorgabe des Klimabündnisses auf der Emissionsseite über lokal angepasste Life-Cycle-Assessment-Faktoren (LCA-Faktoren) aus dem Ländermodell der Firma Ecospeed bilanziert. Das heißt, dass die zur Produktion und Verteilung eines Energieträgers notwendige fossile Energie diesem Energieträger auf Basis des Endkonsums zugeschlagen wird. Den im Endenergieverbrauch emissionsfreien Energieträgern Strom und Fernwärme werden somit „graue“ Emissionen aus ihren Produktionsvorstufen zugeschlagen. Den fossilen Energieträgern werden die fossilen Aufwendungen der Vorkette (z. B. aus Transport und Raffineriebetrieb) ebenfalls dem Endenergieverbrauch zugerechnet. Die Emissionen von Großemittenten, die laut nationalem Allokationsplan am Emissionszertifikatehandel teilnehmen, werden - nach Vorgabe des Klima-Bündnisses - nicht mitbilanziert. Diese sind bereits über das Emissionszertifikathandelssystem erfasst und reglementiert. Zudem ist der kommunale Einfluss auf betriebsbedingte Emissionen bzw. Prozessenergien eher gering einzuschätzen.

Gertec dankt an dieser Stelle allen im Zuge der Datenerfassung vor Ort beteiligten Akteuren.

---

<sup>20</sup> Primärenergieträger sind Energieträger, die keiner vom Menschen verursachten Energieumwandlung unterworfen wurden. Dies sind z. B. Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Holz, Stauseewasser etc.

<sup>21</sup> Endenergie-träger sind die Energieträger, die von den Verbrauchern vor der letzten Umwandlung eingesetzt werden. Dies können sowohl Primärenergieträger (z. B. Steinkohle, Erdgas) als auch Sekundärenergieträger (z. B. Strom) sein.

### 11.1.1.1 CO<sub>2</sub>-Bilanz im Bereich Energie

Zunächst wird in ECORegion über ein Mengengerüst von jahresbezogenen Einwohnerzahlen und Beschäftigtenzahlen nach Wirtschaftsabteilungen mit Hilfe bundesdeutscher Verbrauchswerte der lokale Endenergiebedarf nach Energieträgern für Haushalte und Wirtschaftssektoren in Remscheid berechnet. Im Ergebnis steht eine erste Grobbilanz, die sog. „Startbilanz“. Datengrundlage sind hier diejenigen Werte, die zentral von der Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW) aus der Landesdatenbank in der in ECORegion benötigten Form zur Verfügung gestellt werden.

Auf Grundlage der von der EWR GmbH und der Stadt Remscheid zur Verfügung gestellten Stromverbrauchs- und Einspeisedaten der Jahre 2004 und 2009, Erdgasverbrauchsdaten der Jahre 2004 und 2009 sowie Fernwärmeverbrauchsdaten der Jahre 2004 und 2009 können die leitungsgebundenen Energieträger erfasst werden. Zusätzlich kann auf Daten der des Statusberichtes Erneuerbare Energien der Städte Remscheid, Solingen, Wuppertal und des Kreises Mettmann zu den Jahren 2000 sowie 2005 – 2009 sowie auf Haushaltsverbrauchsdaten aus dem regionalen CO<sub>2</sub>-Minderungskonzept für das Bergische Städtedreieck des Jahres 1991 zurück gegriffen werden. Mittels der Angaben der EWR GmbH kann ein lokalspezifischer Fernwärmemix errechnet werden. Mit diesen Daten wird der Emissionsfaktor „LCA-Endenergie“ für Fernwärme lokal an die Energieversorgungssituation Remscheids angepasst. Erdgas wird nach unterem Heizwert (Hi)<sup>22</sup> bilanziert.

Verbräuche fossiler nicht-leitungsgebundener Energieträger (NLE) können im Rahmen der Bilanzierung mittels Daten der Bezirksschornsteinfeger zu Anzahl, Art und Leistung der Heizungsanlagen in ihren Kehrbezirken berechnet werden. Zusammengefasst unter dem Begriff der nicht-leitungsgebundenen Energieträger werden die fossilen Energieträger Heizöl, Flüssiggas, Braunkohle, Steinkohle sowie die regenerativen Energieträger Holz, Umweltwärme, Sonnenkollektoren, Biogase und Abfall.

Innerhalb der Erfassung von Daten regenerativer Energieträger stehen Förderdaten seitens des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und Informationen über Landesfördermittel im Rahmen der Programme „Rationale Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen“ (REN) bzw. „Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen“ (progres.NRW) zentral in ECORegion zur Verfügung.

Von der Stadtverwaltung werden Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften bereitgestellt. Darüber hinaus kann auf aktuelle Daten zum Stromverbrauch der öffentlichen Straßenbeleuchtung zurückgegriffen werden.

In Jahren, in denen keine lokal erhobenen Verbrauchsdaten vorliegen, wird die Startbilanz lokalen Daten prozentual und anteilig angepasst.

---

<sup>3</sup> Der Heizwert (Hi) ist diejenige Wärmemenge, die bei der Verbrennung eines Brennstoffes frei wird, reduziert um die Kondensationswärme des in den Rauchgasen enthaltenen Wassers. In üblichen Heizungsanlagen wird lediglich der Heizwert von Brennstoffen ausgenutzt. Früher wurde dieser Wert als "unterer Heizwert Hu" bezeichnet.

Die Daten der nachfolgenden Grafiken werden mit den Gradtagszahlen<sup>23</sup> der Wetterstation Düsseldorf witterungsbereinigt. In die Werte geht ein lokaler Strom-Importmix bzw. gehen auch lokale Emissionsfaktoren im Bereich der Fernwärmeversorgung ein. Das letzte Bilanzierungsjahr ist das Jahr 2009.

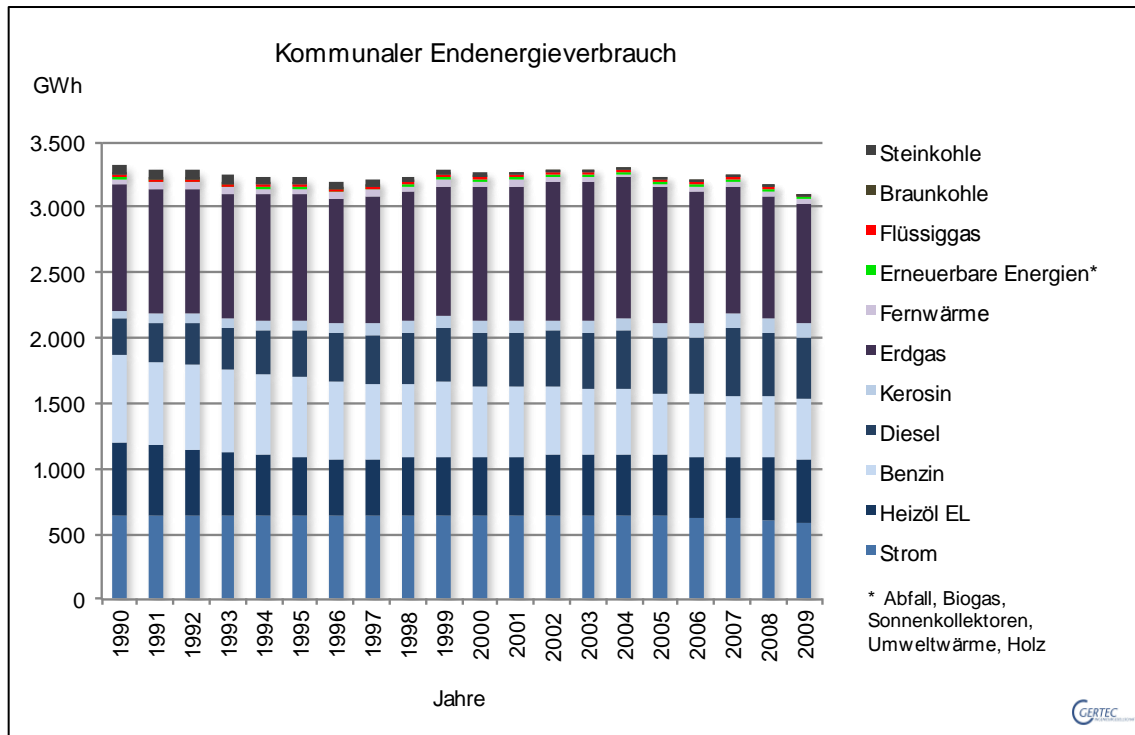


Abbildung 38: Kommunaler Endenergieverbrauch Remscheid von 1990 bis 2009

Der gesamtstädtische Endenergieverbrauch liegt im Jahr 2009 bei rund 3.091 GWh. Im Vergleich zu 1990 ist er damit um rund 228 GWh (6,9%) gesunken. Seit Beginn der 90er Jahre ist der Verbrauch an Heizöl und Erdgas trotz konjunkturentwicklungsbedingter Verbrauchsschwankungen deutlich zurückgegangen. Die Anwendung von erneuerbaren Energien ist mit knapp 0,8% Anteil am Gesamtendenergieverbrauch (ohne Anteil im Strommix) steigerungsfähig. Die Gesamtendenergieverbräuche, die einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen und CO<sub>2</sub>-Äquivalente in Remscheid teilen sich nach Tabelle 1 im Jahr 2009 wie folgt auf:

<sup>23</sup> Um Aussagen über den Energieverbrauch von Gebäuden zu machen, die nicht von den zufälligen, von Jahr zu Jahr unterschiedlichen klimatischen Bedingungen abhängig sind, ist eine Normierung auf einen im Durchschnitt zu erwartenden Verbrauch notwendig (Witterungsbereinigung). Zu diesem Zweck wird das lokale langjährige Mittel der Jahres-Gradtagszahl herangezogen. Die Gradtagszahl eines Tages ist die Differenz zwischen der mittleren Außentemperatur und der angestrebten Innentemperatur von 20°C. Die Gradtagszahl eines Jahres ist die Summe der Gradtagszahlen aller Tage eines Jahres, an denen die mittlere Außentemperatur unter 15°C liegt.

Energieträger	GWh	%	Tonnen CO <sub>2</sub>	%	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	%
Steinkohle	0,13	0,00	48	0,00	59	0,01
Braunkohle	0,07	0,00	29	0,00	36	0,00
Flüssiggas	10,25	0,33	2.472	0,25	2.649	0,26
Abfall	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00
Biogas	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00
Sonnenkollektoren	1,93	0,06	49	0,00	56	0,01
Umweltwärme	1,14	0,04	0	0,00	0	0,00
Holz	20,53	0,66	491	0,05	553	0,05
Fernwärme	22,36	0,72	112	0,01	115	0,01
Erdgas	911,49	29,49	207.563	20,76	215.308	20,73
Kerosin	112,12	3,63	31.887	3,19	33.475	3,22
Diesel	479,49	15,51	139.819	13,98	146.780	14,13
Benzin	452,24	14,63	136.757	13,68	142.438	13,71
Heizöl EL	483,86	15,65	154.946	15,50	156.499	15,06
Strom	595,23	19,26	325.739	32,58	340.874	32,81
Summe	3.090,84	100	999.912	100	1.038.841,0	100

Tabelle 52: Gesamtstädtischer Endenergieverbrauch im Jahr 2009 und einhergehende CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die leitungsgebundenen Energieträger Strom, Erdgas und Fernwärme machen mit 1.529 GWh rund 49,5% der Endenergieverbräuche aus.

Bei den nicht-leitungsgebundenen Energieträgern haben die erneuerbaren Energieträger Holz, Umweltwärme, Biogas, Abfall und Sonnenkollektoren einen Verbrauchsanteil von 23,6 GWh an den gesamtstädtischen Endenergieverbräuchen. Strom aus erneuerbaren Energieträgern, wie zum Beispiel PV-Anlagen, fließt in die Gesamtstrommenge mit ein. Zusätzlich kommen Heizöl, Flüssiggas, Braunkohle und Steinkohle mit 494 GWh auf 16%. Auf die Kraftstoffe fallen rund 33,8% der Endenergieverbräuche.

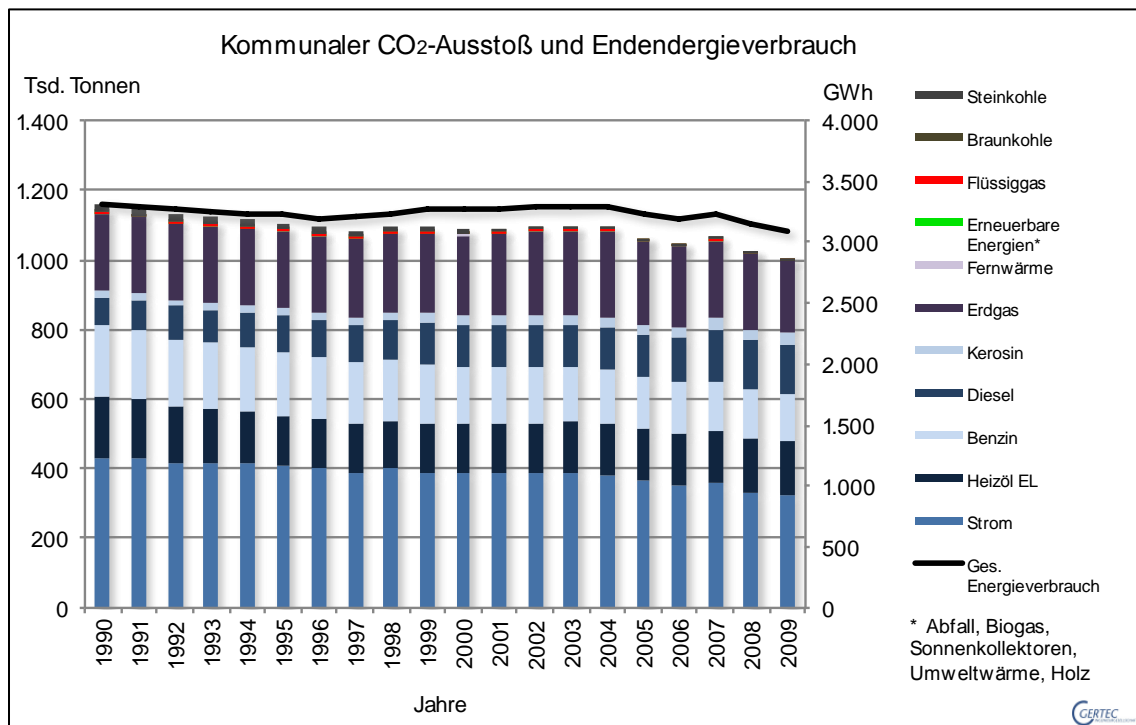


Abbildung 39: Kommunaler CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Remscheid von 1990 bis 2009

Der gesamtstädtische CO<sub>2</sub>-Ausstoß, bilanziert über lokale LCA-Faktoren, liegt in Remscheid im Jahr 2009 bei 999.912 Tonnen. Daraus ergibt sich eine Reduktion der Emission um 162.035 Tonnen (13,9%) seit 1990. Minderungen sind insbesondere beim Heizöl zu erkennen. Durch die emissionsärmere Gestaltung des Strom-Mixes werden inzwischen pro verbrauchter Kilowattstunde Strom weniger Emissionen als im Jahr 1990 freigesetzt.

Den größten Anteil am CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Remscheid hat der Energieträger Strom mit rund 325.739 Tonnen (32,6%). Über den LCA-Faktor Strom wird die zur Produktion und Verteilung dieses Endenergieträgers notwendige fossile Energie mit ihren Emissionen auf Basis des Endkonsums bilanziert.

Den zweitgrößten Emissionsanteil bildet das Erdgas mit rund 20,8% bzw. 207.563 Tonnen CO<sub>2</sub> gefolgt von Heizöl mit rund 15,5% bzw. 154.946 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Die Endenergieverbrauchsreduktion hat in Remscheid nicht in allen Sektoren gleichermaßen stattgefunden. Exemplarisch wird in den nachfolgenden Abbildungen die Endenergieverbrauchsentwicklung aus der Wirtschaft und die Endenergieverbrauchsentwicklung der privaten Haushalte grafisch verglichen.

### 11.1.1.2 Sektorale Betrachtung bei Wirtschaft und Haushalten

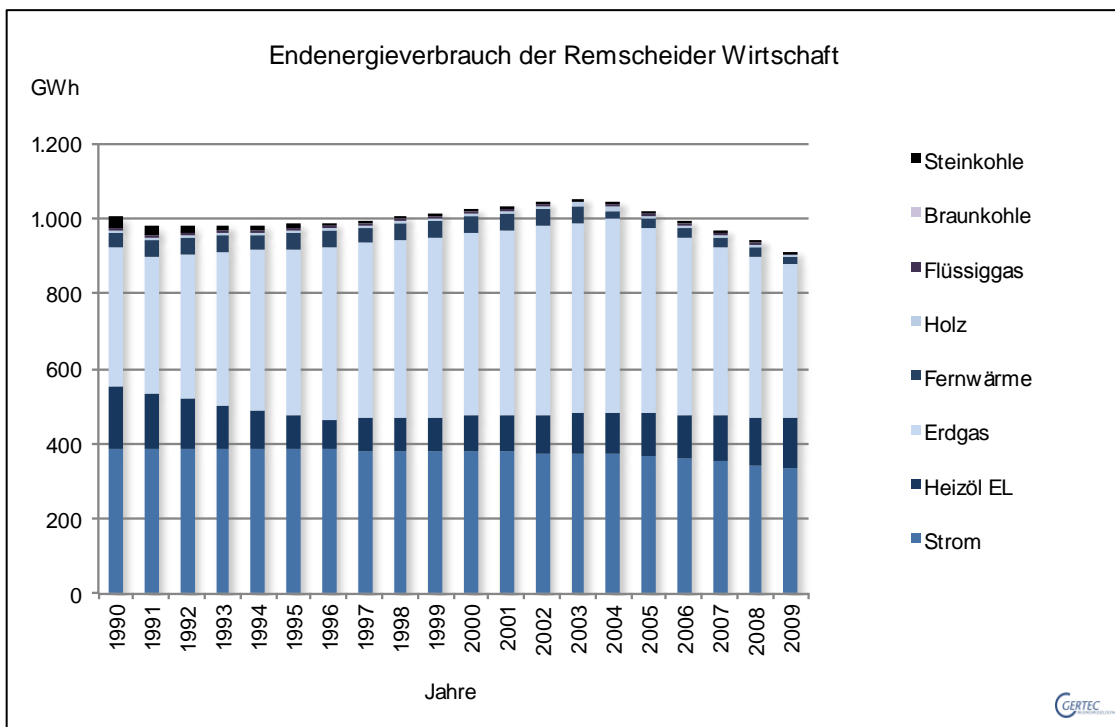


Abbildung 40: Endenergieverbrauchsentwicklung der Remscheider Wirtschaft von 1990 bis 2009

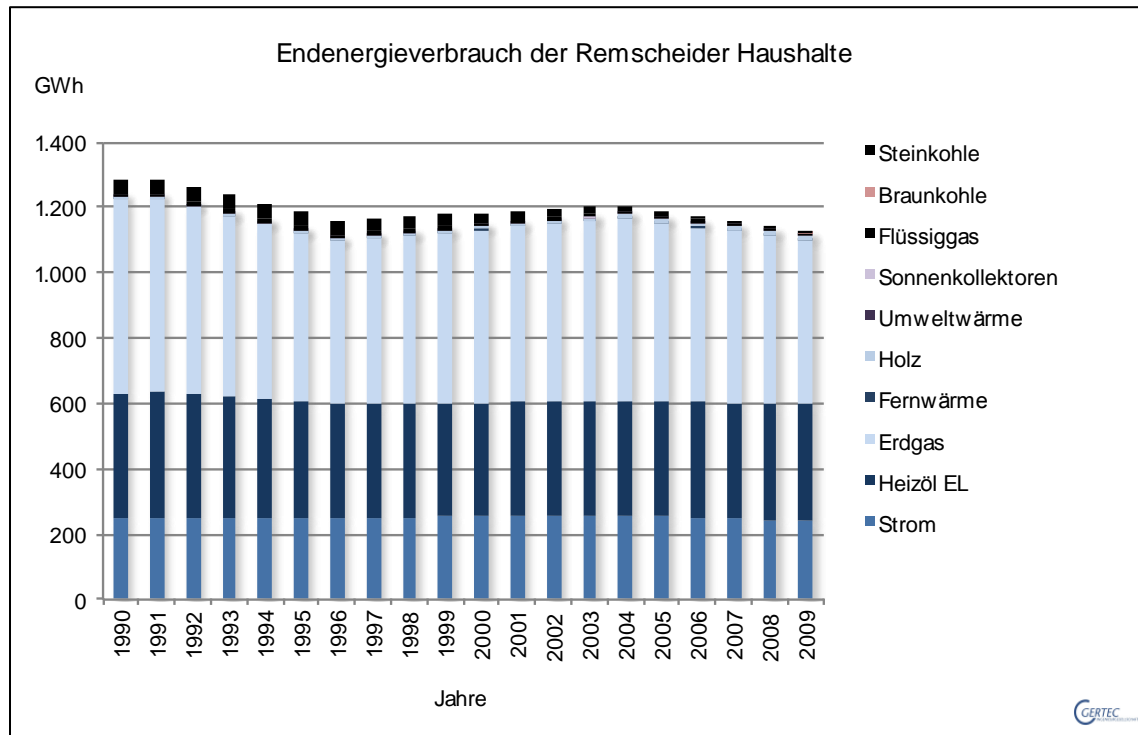


Abbildung 41: Endenergieverbrauchsentwicklung der privaten Haushalte Remscheids von 1990 bis 2009

Die Gesamtentwicklung im Bereich der privaten Haushalte ist als leicht zurückgehend zu bezeichnen. Dahingegen hat insbesondere der Erdgasverbrauch der Wirtschaftssektoren seit dem Jahr 2004 eine fallende Tendenz. Der Raumwärmebedarf pro m<sup>2</sup> Wohnfläche liegt im Jahr 2009 mit 190 kWh noch leicht über dem Bundesdurchschnitt von rund 164 kWh.

Zur besseren Verdeutlichung der gesamtstädtischen Situation werden die Emissions- und Energiewerte zusätzlich pro Einwohner in der folgenden Abbildung angegeben.

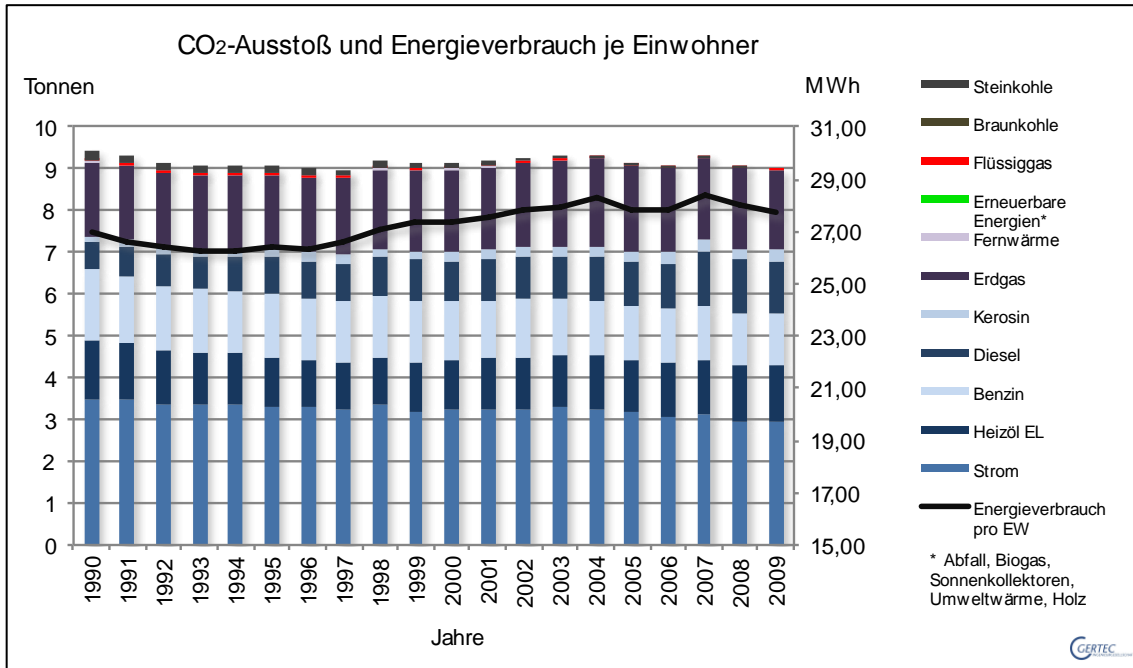


Abbildung 42: CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Endenergieverbrauch je Einwohner der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Einwohner in Remscheid, bilanziert über lokale LCA-Faktoren, liegt im Jahr 2009 bei 8,96 Tonnen. Die Minderung um 0,47 t CO<sub>2</sub> pro Kopf seit 1990 ist auf verminderte Emissionen im Gebäudebereich zurückzuführen.

### 11.1.1.3 Betrachtung des Verkehrsbereichs

Zur Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz im Bereich Verkehr ist es zunächst erforderlich, eine räumliche oder verursacherbezogene Abgrenzung der zu erfassenden CO<sub>2</sub>-Emissionen vorzunehmen. Die Abgrenzung wird durch die Wahl des Bilanzierungsprinzips vorgegeben:

Bei Anwendung des „territorialen Bilanzierungsprinzip“ werden alle innerhalb des Stadtgebietes der Stadt Remscheid entstehenden, verkehrsbezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz berücksichtigt. Emissionen, die durch Einwohner und Beschäftigte der Stadt Remscheid außerhalb des Stadtgebietes verursacht werden, werden hierbei nicht berücksichtigt. Hingegen werden bei Anwendung des „verursacherbezogenen Bilanzierungsprinzips“ alle durch Einwohner und Beschäftigte Remscheids verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen bilanziert. Dies gilt auch für außerhalb des Stadtgebietes verursachte CO<sub>2</sub>-Emissionen, sofern es sich hierbei um Pendlerverkehr handelt. Im Gegensatz zur „territorialen Bilanzierung“ werden Emissionen des Durchgangsverkehrs<sup>24</sup> von PKW und LKW, die innerhalb der Stadtgrenzen von Remscheid entstehen, nicht berücksichtigt.

Im Rahmen der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz für Remscheid wurde das „verursacherbezogene Bilanzierungsprinzip“ angewendet. Dieses bietet gegenüber dem „territorialen Bilanzierungsprinzip“ zwei wesentliche Vorteile:

<sup>24</sup> Weder Quelle noch Ziel des Verkehrsaufkommens liegen innerhalb der Gemeindegrenzen von Remscheid. Das Stadtgebiet wird also lediglich durchfahren.



Einwohner und Beschäftigte der Stadt Remscheid liegen im direkten Wirkungsbereich von Maßnahmenprogrammen, auswärtige Verkehrsteilnehmer (Stichwort: „Durchgangsverkehr“) können hingegen durch Maßnahmenprogramme kaum in ihrem Mobilitätsverhalten beeinflusst werden

Die Datenverfügbarkeit und -qualität zur Erstellung der verkehrlichen CO<sub>2</sub>-Bilanz ist bei Anwendung des „verursacherbezogenen Bilanzierungsprinzips“ gewährleistet.

Eine bilanzierungstechnische Besonderheit besteht grundsätzlich bei der Erfassung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Personenfernverkehrs. Emissionen des Flugverkehrs und Schienenfernverkehrs wurden geschlüsselt nach der Einwohnerzahl der Stadt Remscheid, unter Verwendung bundesweit vorliegender Daten, bei der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz einbezogen. Die Verwendung bundesweiter Daten war erforderlich, da eine lokale und regionale Abgrenzung der durch Flug- und Schienenfernverkehr verursachten Emissionen mangels regionaler Daten nicht möglich ist.

Die Bilanzierungssoftware „ECOREGION“ beinhaltet voreingestellte Verkehrsdaten, die sich aus der Bevölkerungs- und Beschäftigungsstruktur Remscheids ergeben. In Fällen, bei denen keine oder nur lückenhafte lokalspezifische Daten verfügbar sind, werden die im Bilanzierungstool voreingestellten Verkehrsdaten verwendet.

Die Grundlage für die Berechnungen der Bilanzierungssoftware „ECOREGION“ im Bereich Personennahverkehr bilden die für die verschiedenen Verkehrsmittel im Betrachtungszeitraum ermittelten Personenkilometer pro Jahr sowie die lokal vorhandenen Einwohner- und Beschäftigtenzahlen und die Fahrzeugbestände.

Für den Personenfernverkehr und den Güterverkehr liegen keine verlässlichen lokalspezifischen Zahlen vor, daher werden für die Berechnungen die im Bilanzierungstool voreingestellten Verkehrsdaten verwendet, welche auf Basis der Kfz-Bestände (Zugelassene PKW/LKW) und der Beschäftigtenzahlen ermittelt werden.

Für das Jahr 2009 summieren sich die kommunalen Emissionen im Bereich Verkehr auf 317.201 Tonnen CO<sub>2</sub>. Dies entspricht einem jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 2,85 Tonnen pro Einwohner der Stadt Remscheid. Das Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) hat für einen einzelnen Bürger für die verkehrlich verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen einen bundesweiten Durchschnittswert von ca. 2,5 t/Jahr ermittelt, der somit leicht unter dem Wert der Stadt Remscheid für 2009 liegt.

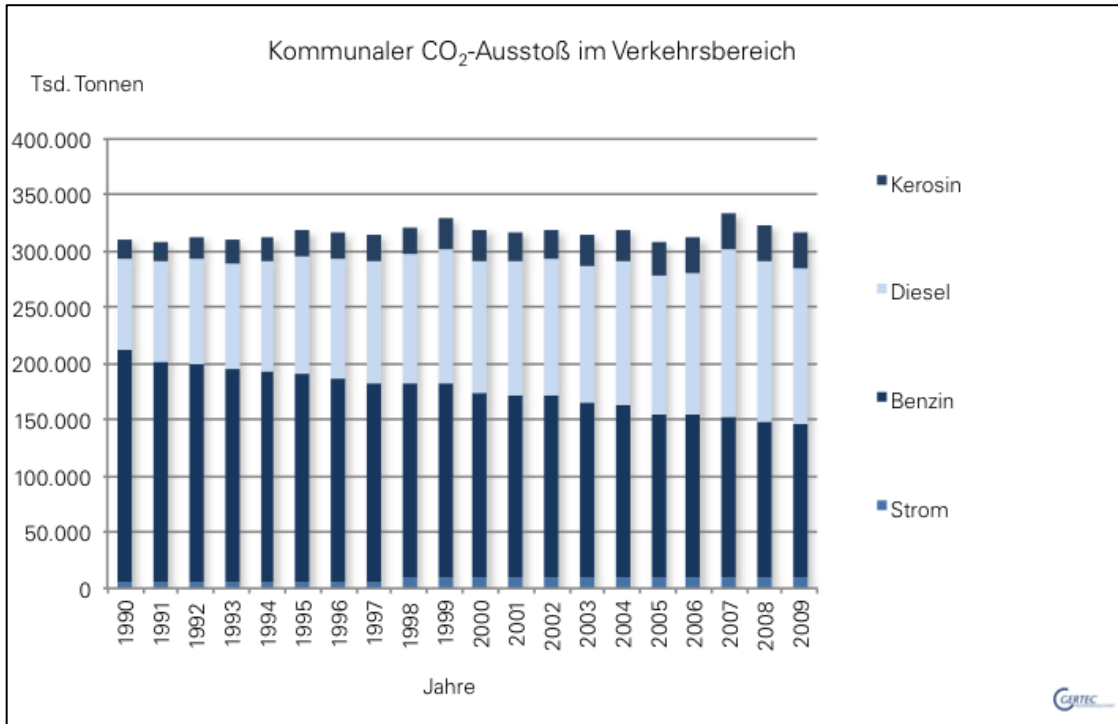


Abbildung 43: Absolute CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors in der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009

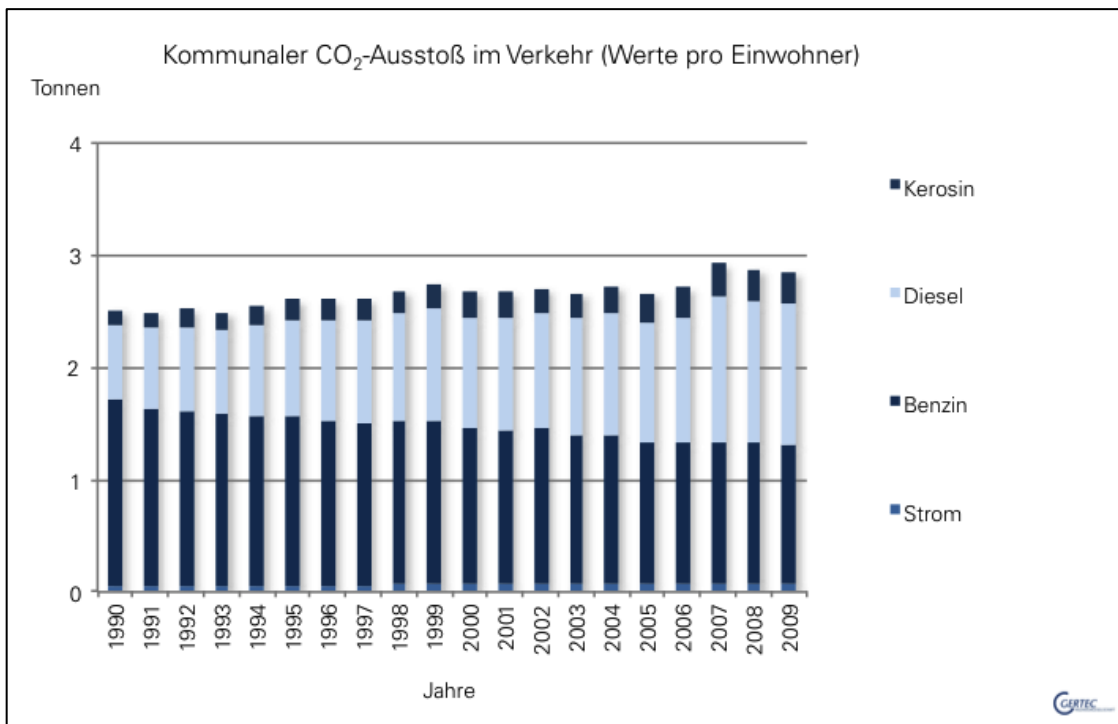


Abbildung 44: CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors pro Einwohner in der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009

Werden die Energieträger der genutzten motorisierten Verkehrsmittel betrachtet, verteilen sich diese im Jahr 2009 auf Kerosin mit einem Anteil von 10,6%, auf Diesel mit 45,2%, auf Benzin mit 42,7% und auf Strom mit 1,5%.

Im betrachteten Zeitraum ist die Nutzung der Energieträger Kerosin und Diesel deutlich angestiegen. Ursachen hierfür sind einerseits der bundesweit stetig zunehmende Flugverkehr und andererseits ein zunehmender Anteil von Dieselfahrzeugen im Bereich des motorisierten Individualverkehrs und des Straßengüterverkehrs. Analog zum Vorgehen im Bereich Energie werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors über LCA-Faktoren bilanziert, so dass sich die Vorkette der Energiebereitstellung („graue Emissionen“) ebenfalls in der Bilanz niederschlägt.

Mit einem Anteil von 54,3% der insgesamt durch Verkehr verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind PKW mit weitem Abstand der größte CO<sub>2</sub>-Emittent (s. Abbildung 45). Motorräder, als ein weiterer Bestandteil des motorisierten Individualverkehrs, verursachen 0,4% der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Verkehr.

Der öffentliche Verkehr (ÖV) gliedert sich in die Bereiche Schienenpersonennahverkehr, Schienenpersonenfernverkehr und Linienbusse. Die Emissionsanteile dieser öffentlichen Verkehrsmittel liegen jeweils unter 2,0% der Gesamtemissionen des Verkehrssektors. Insgesamt entfallen lediglich 3,3% der verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Remscheid auf den Bereich der öffentlichen Verkehrsmittel.

Neben motorisiertem Individualverkehr und öffentlichem Personenverkehr bildet der Flugverkehr den dritten emissionsrelevanten personenbezogenen Verkehrsbereich. Auf den Flugverkehr entfallen 10,1% der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors. Dieser Wert ergibt sich durch Umlage der bundesweiten Flugverkehrsemissionen auf die Einwohner- und Beschäftigtenanzahl der Stadt Remscheid.

Neben den personenbezogenen Verkehrsbereichen zeichnet der Güterverkehr verantwortlich für 32% der CO<sub>2</sub>-Emissionen Remscheids.

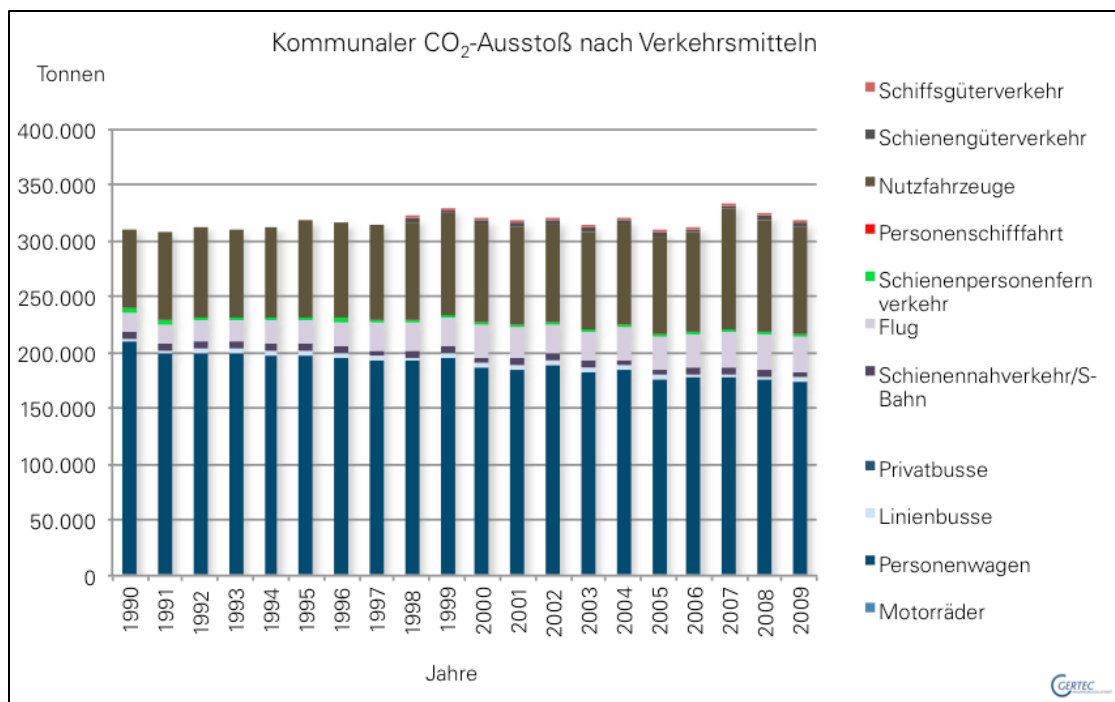


Abbildung 45: Verteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verkehrsmittelarten in der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009

### 11.1.1.4 Detailbetrachtung kommunaler Liegenschaften

Der Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Remscheid ist seit dem Jahr 1990 von 77.300 MWh auf 52.412 MWh zurückgegangen (-32,2%). Hauptenergieträger ist im Jahr 2009 das Erdgas mit 37.892 MWh, gefolgt von Strom mit 8.079 MWh. Fernwärme wird mit 4.426 MWh verbraucht und Heizöl mit 1.881 MWh. Holz spielt mit 141 MWh noch eine geringere Rolle. Solarthermie wird mit 589 MWh bereitgestellt. Bild 9 verdeutlicht die Verbrauchsentwicklung zwischen den Jahren 1990 und 2009.

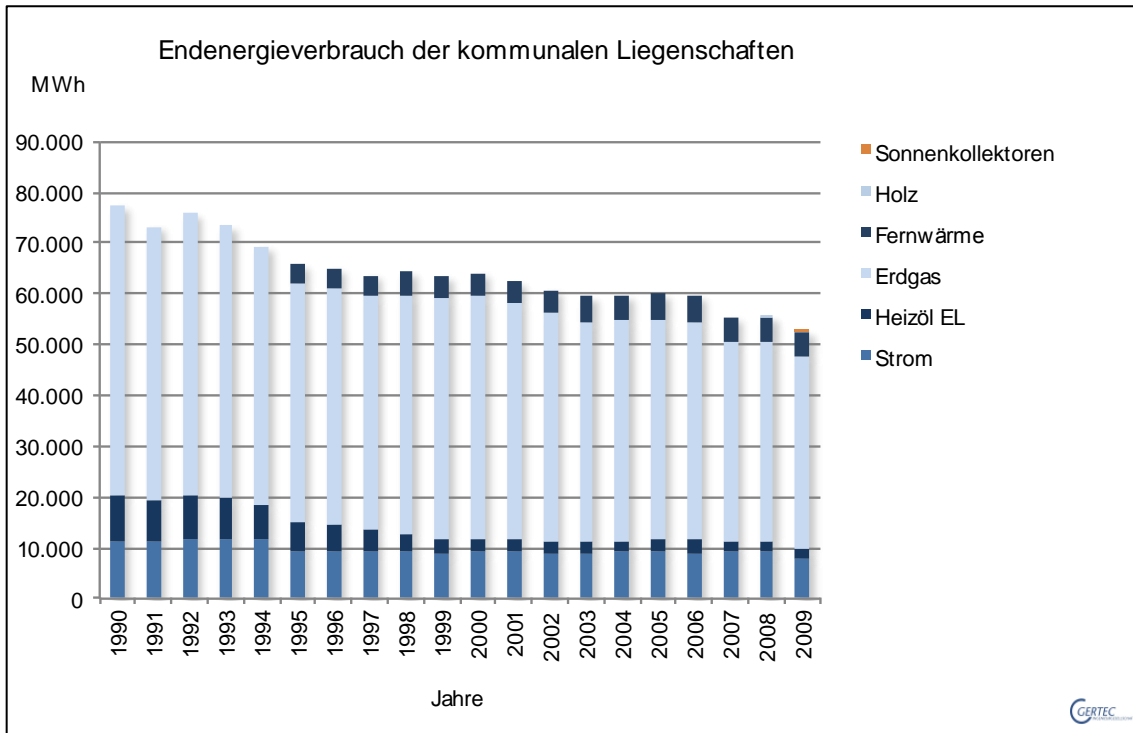


Abbildung 46: Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009

Analog erfolgt die Darstellung der einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bild 10. Diese haben sich im Zeitraum von 1990 bis 2009 um 41,5% reduziert.

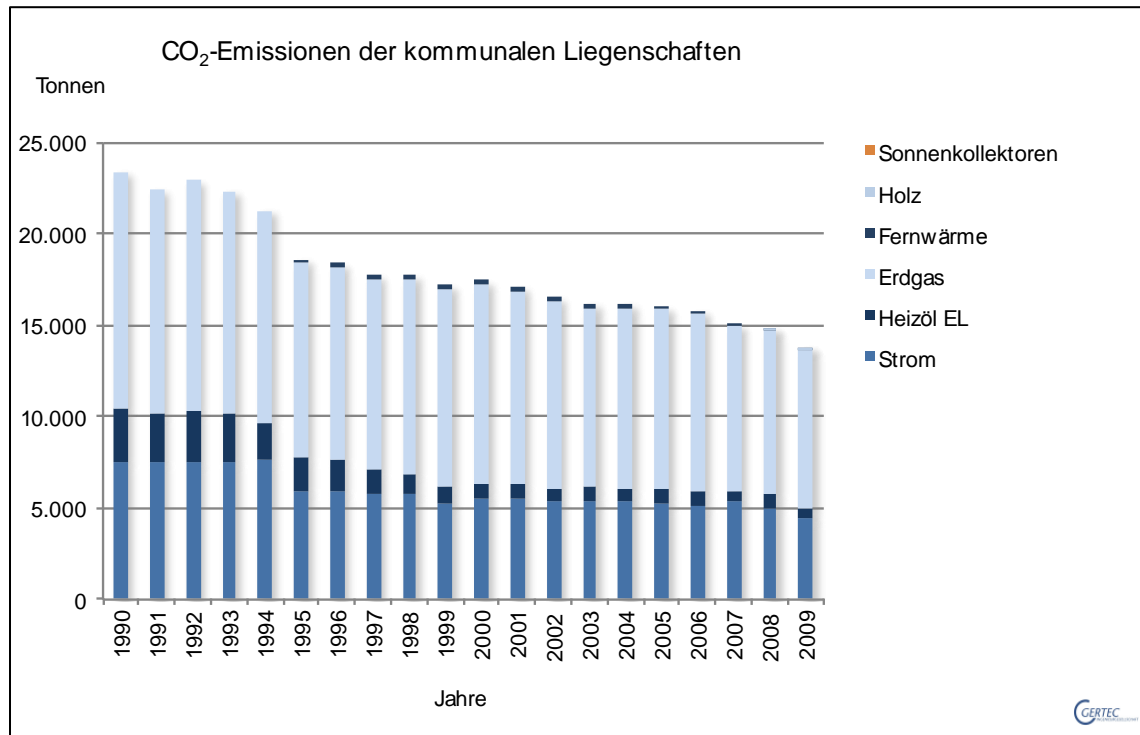


Abbildung 47: CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften der Stadt Remscheid von 1990 bis 2009

### 11.1.2 Bilanzergebnisse der Stadt Solingen

(nachrichtlich übernommen aus dem Endbericht zum integrierten Klimaschutzteilkonzept)

Das Klimabündnis europäischer Städte hat zusammen mit der europaweit agierenden Firma Ecospeed ein Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungstool für Kommunen entwickeln lassen (ECORegion smart DE, [www.ecospeed.ch](http://www.ecospeed.ch)), welches die vergleichsweise einfache Erarbeitung standardisierter Energiebilanzen ermöglicht. Seit dem Frühjahr 2011 gibt es eine gemeinsame Lizenz aller Kommunen in Nordrhein-Westfalen, die kostenlos zur Verfügung gestellt wird.

Das Tool erlaubt die Erstellung gesamtstädtischer primär-<sup>25</sup> und endenergiebezogener<sup>26</sup> Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen, bereits ab einer geringen Eingabe von statistisch verfügbaren Daten. Das Programm ermöglicht Vergleiche diverser Sektoren (z. B. Haushalte, Wirtschaft, Verkehr) sowie Vergleiche diverser Energieträger (z. B. Strom, Benzin, Erdgas) im Hinblick auf die jeweiligen Anteile an den gesamten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Solingen. Die Aussagegenauigkeit hängt davon ab, in welchem Umfang spezifische Daten zur lokalen Energiesituation (Verbrauchsdaten von z. B. kommunalen Gebäuden, privaten Haushalten, Wirtschaft, Verkehr, etc.) zur Verfügung stehen. Das Tool bietet den Vorteil, dass durch jährliche Ergänzungen eine umfangreiche kontinuierliche CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellt werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch die Nutzung eines einheitlichen Tools ein interkommunaler Vergleich möglich ist. Die Bilanzierung erfolgte für das Jahr 2009, die Eingabe der Daten im Bilanzierungstool hat den Stand Oktober 2011.

Die Emissionen von Großemittenten, die laut nationalem Allokationsplan am Emissionszertifikatehandel teilnehmen, werden - nach Vorgabe des Klima-Bündnisses - nicht mitbilanziert. Diese sind bereits über das Emissionszertifikathandelssystem erfasst und reglementiert. Zudem ist der kommunale Einfluss auf betriebsbedingte Emissionen bzw. Prozessenergien eher gering einzuschätzen. In Solingen sind derzeit ohnehin keine solchen Großemittenten gelistet.

ECORegion beinhaltet zunächst eine sogenannte „Startbilanz“: Für den Zeitraum 1990 bis 2009 kann auf voreingestellte bundesdeutsche Durchschnittsdaten, die aus Einwohner- und Beschäftigtendaten der Stadt Solingen berechnet wurden, zugegriffen werden. Im Rahmen des Klimaschutzkonzeptes wurde darüber hinaus eine sogenannte Endbilanz erstellt, in die zahlreiche, für Solingen spezifische Daten eingeflossen sind (z. B. Auswertungen der Bezirksschornsteinfegermeister). Maßgeblich für die Ermittlung der im Bezugsjahr 2009 angefallenen CO<sub>2</sub>-Emissionen sind diese aktuellen Daten.

Der gesamtstädtische Energieverbrauch lag für Solingen im Jahr 2009 bei rund 4.048 GWh (Gigawattstunden). Dies entspricht einer CO<sub>2</sub>-Emission von 1.312 Tsd. Tonnen CO<sub>2</sub> im Jahr 2009. In Solingen ergibt sich insgesamt eine Reduktion der Emission um 258.163 Tonnen (16,4%) seit dem Jahr 1990.

---

25 Primärenergieträger sind Energieträger, die keiner vom Menschen verursachten Energieumwandlung unterworfen wurden. Dies sind z. B. Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Holz, Stauseewasser etc.

26 Endenergie-träger sind die Energieträger, die von den Verbrauchern vor der letzten Umwandlung eingesetzt werden. Dies können sowohl Primärenergieträger (z. B. Steinkohle, Erdgas) als auch Sekundärenergieträger (z. B. Heizöl, Koks) sein.

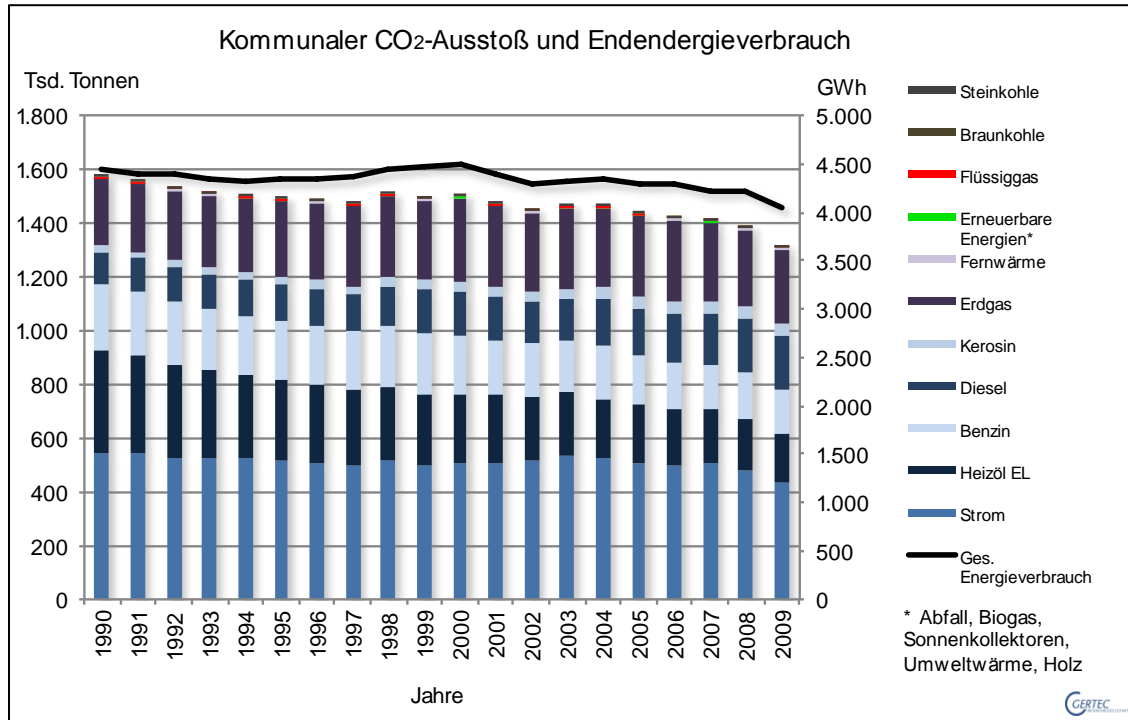


Abbildung 48: CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Endenergieverbrauch der Gesamtstadt Solingen (Quelle: Gertec nach ECORegion)

Auch in Solingen sind Entwicklungen der Energieträgerverteilung zu finden, die bundesweite Trends widerspiegeln. So wurde in den Neunziger Jahren auf das kostengünstigere und emissionsärmere Erdgas umgestellt, was dazu führt, dass die Heizölverbräuche kontinuierlich sinken (um 652 GWh bzw. 53,7% seit 1990). Zudem hat sich die Endenergieversorgung über erneuerbare Energieträger seit 1990 bis 2009 mehr als verfünffacht (von 4,9 GWh auf 29,05 GWh).

In Abbildung 48 ist der steigende Anteil erneuerbarer Energien an der Energieversorgung in Solingen schwerlich erkennbar. Dies folgt zum einen dadurch, dass in der Grafik lediglich die erneuerbaren Energieanlagen zur Wärmeerzeugung separat dargestellt werden, die erneuerbaren Energieanlagen zur Stromerzeugung sind im lokalspezifischen Strom-Mix für Solingen dargestellt. Zum anderen folgt dies im Wärmebereich durch die erheblichen Unterschiede der absoluten Proportionen zu den weiteren Energieträgern und durch den geringeren CO<sub>2</sub>-Emissionswert der erneuerbaren Energien. Den Gesamtanstieg erneuerbarer Energieanlagen in Solingen zeigt Abbildung 49.

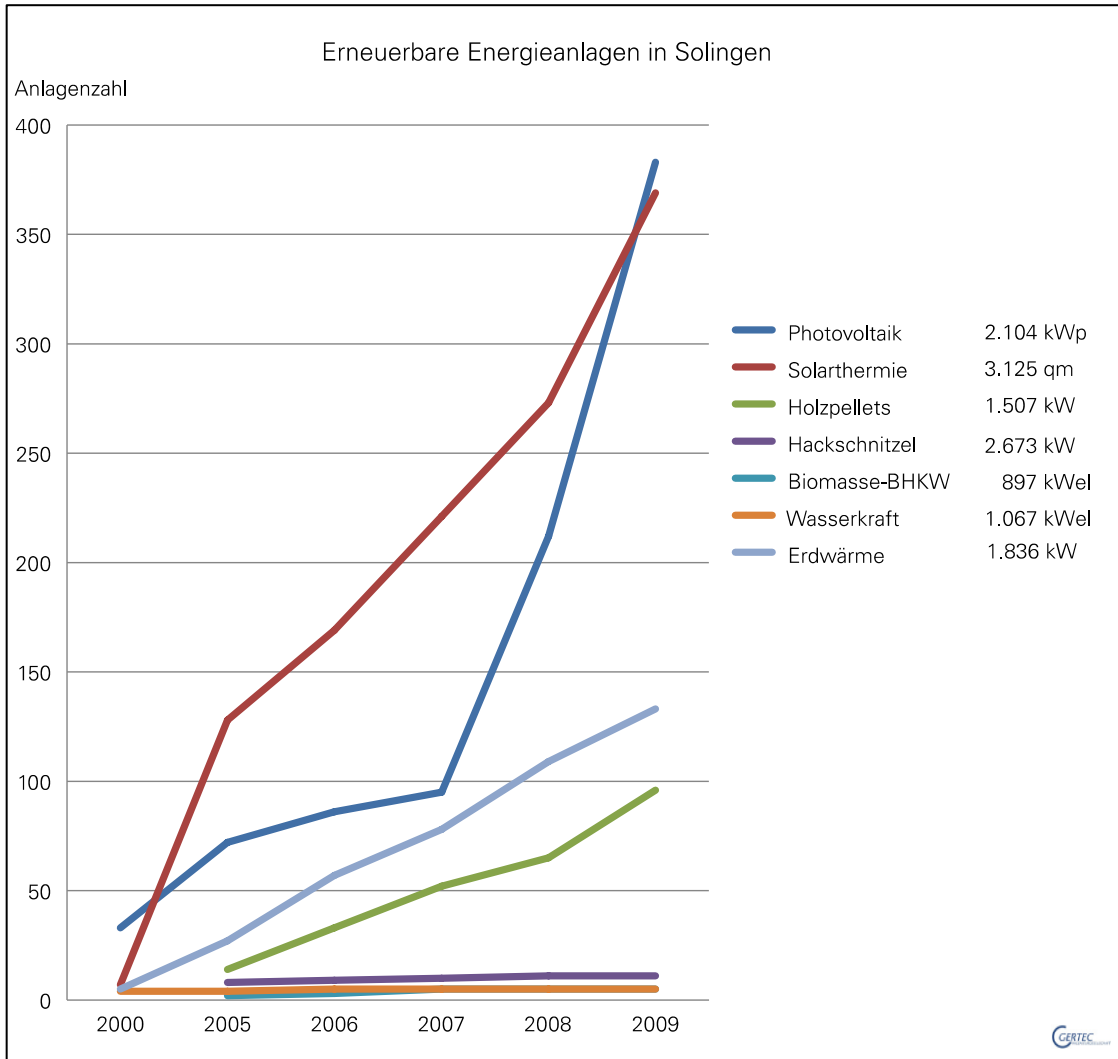


Abbildung 49: Anzahl und installierte Leistung erneuerbarer Energieanlagen in Solingen seit 2000 (Quelle: Gertec nach Statusbericht Erneuerbare Energien, Fortschreibung 2000-2009)

Die Stromverbräuche sind im selben Zeitraum nur um rund 10,5 GWh zurückgegangen (1,3%). Die Fernwärmeversorgung umfasst im Jahr 2009 rund 46 GWh.



Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Einwohner lag im Jahr 2009 bei 8,15 Tonnen CO<sub>2</sub><sup>27</sup> (Abbildung 50).

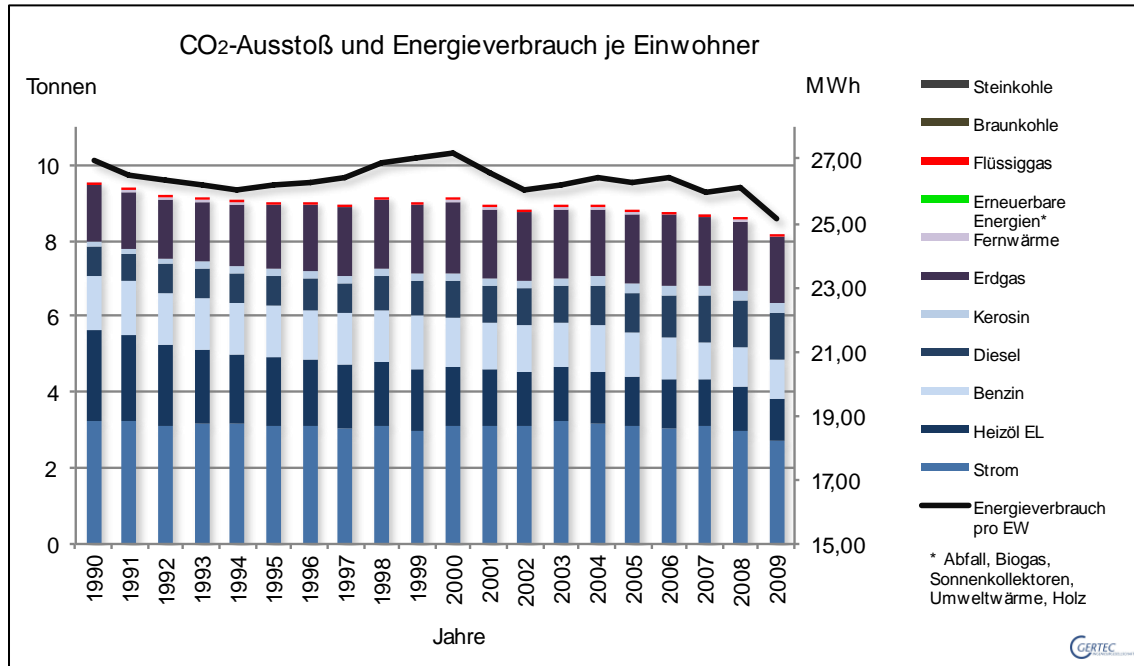


Abbildung 50: CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Endenergieverbrauch je Einwohner der Stadt Solingen von 1990 bis 2009 (Quelle: Gertec nach ECORegion)

- Entwicklung der Emissionen im Verkehrsbereich 1990-2009

Die Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz der Stadt Solingen im Verkehrsbereich wurde nach dem Verursacherprinzip vorgenommen. Dies bedeutet, dass alle Emissionen zu berücksichtigen sind, die durch die Wege der Bevölkerung und Beschäftigten der Stadt Solingen verursacht werden. Dies beinhaltet auch die Emissionen des Pendlerverkehrs der Einwohner der Stadt Solingen außerhalb der eigenen Gemeindegrenzen.

Im Bereich Personenfernverkehr werden Werte für Flugverkehr und Schienenfernverkehr aus der Startbilanz generiert. Diese beruhen auf deutschlandweiten Durchschnittswerten und können manuell im Tool nicht geändert werden. Bei einer Bilanzierung nach dem Verursacherprinzip werden auch für Kommunen ohne Fernbahnhof oder Flughafen Werte für diese Verkehrsmittel generiert, da davon ausgegangen wird, dass die Einwohner der Kommune diese Verkehrsmittel dennoch nutzen und somit CO<sub>2</sub>-Ausstoß verursachen.

Auch für den Güterverkehr per Schiff und Bahn sind deutschlandweite Durchschnittswerte vorgegeben. Diese können bei entsprechender Datenlage zwar ebenfalls geändert werden, allerdings liegen kleinräumige Daten hierzu nicht vor. Durch die Anwendung des Verursacherprinzips werden die Güterverkehre - vergleichbar mit dem Personenfernverkehr - anhand der Bevölkerungs- und Beschäftigtenzahlen generiert.

<sup>27</sup> Hinweis: Diese Werte können nicht direkt mit dem bundesdeutschen Wert von rund 11 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Einwohner verglichen werden, da die Bilanzen mit dem verwendeten Tool „ECORegion“ keine industriellen Großemittenten betrachtet. Ein bundesdeutscher Vergleichswert kann aktuell nicht kommuniziert werden.

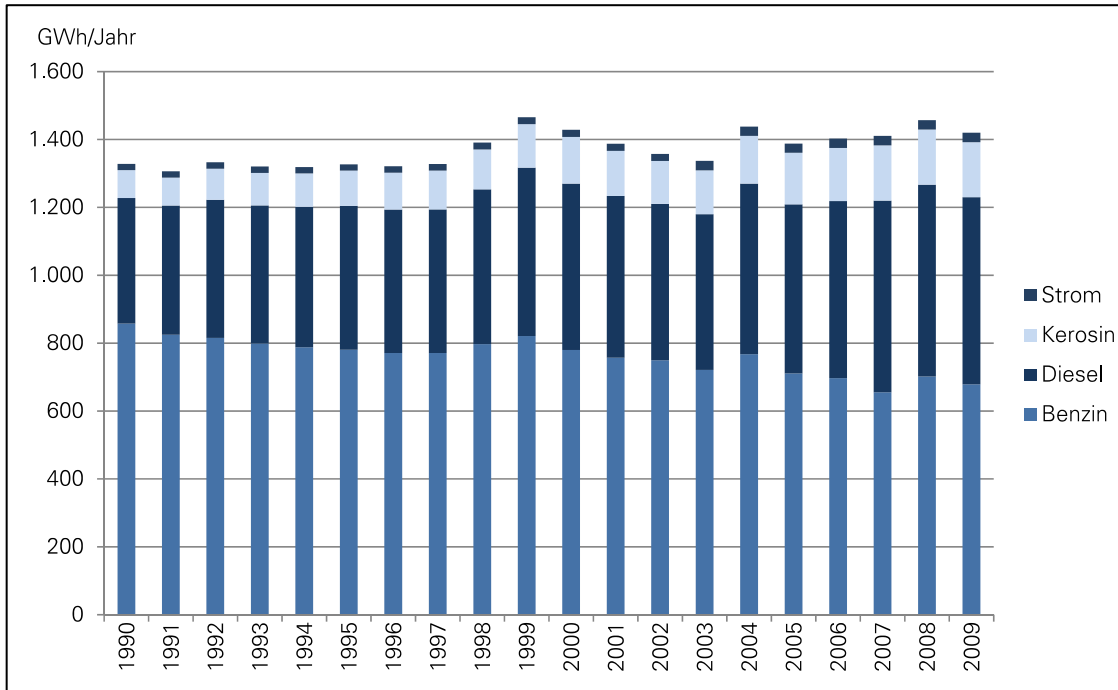


Abbildung 51: Die Entwicklung der Energieverbräuche 1990-2009 nach Energieträgern in GWh/Jahr; Quelle: Planersocietät nach ECORegion

Die Betrachtung des gesamten Energieverbrauchs der Energieträger zeigt im Zeitraum von 1990-1997 einen konstanten Verlauf und schwankt in den Folgejahren mehrmals nach oben aus (1999, 2004). Ab 2005 folgt dann bis 2008 ein kontinuierlicher Anstieg, der 2009 wieder leicht zurück geht.

Differenziert nach Energieträgern betrachtet, zeigt sich, dass der Benzinverbrauch im betrachteten Zeitraum kontinuierlich leicht sinkt. Vom Jahr 1999 an ist ein stärkerer Rückgang des Benzinverbrauchs gegenüber der Vorjahre zu beobachten, was auf die verstärkte Hinwendung der Verbraucher zu Diesel-PKW zurückgeführt werden kann. Ein weiteres Indiz hierfür ist, dass die Dieselverbräuche im selben Zeitraum ansteigen.

Der Kerosinverbrauch steigt im Betrachtungszeitraum kontinuierlich an. Dieser Anstieg verstärkt sich ab dem Jahr 1999, was im Boom der verstärkt vergünstigt angebotenen Flugreisen durch einige Fluggesellschaften in den letzten zehn Jahren begründet sein kann.

Der Stromverbrauch, welcher vor allem durch den schienengebundenen Verkehr und die Oberleitungsbusse verursacht wird, weist über den gesamten Zeitraum die niedrigsten Werte auf. Vom Jahr 2002 nach 2003 ist ein stärkerer Anstieg zu verzeichnen als in den Vorjahren, da ab dem Jahr 2003 spezifische Daten der Stadtwerke Solingen vorliegen.

- CO<sub>2</sub>-Ausstoß nach Energieträgern und Fahrzeugkategorien im Jahr 2009

Der Gesamtausstoß im Verkehr belief sich in Solingen im Bilanzjahr 2009 auf rund 427.300 t, wovon rund 110.200 t (26%) auf den Güterverkehr und rund 317.100 t (74%) auf den Personenverkehr entfallen.

Die Betrachtung der CO<sub>2</sub>-Ausstöße nach Fahrzeugkategorien zeigt, dass der MIV im Personenverkehr und die Nutzfahrzeuge im Güterverkehr mit rund 254.000 t bzw. rund 105.000 t die höchsten Anteile besitzen.

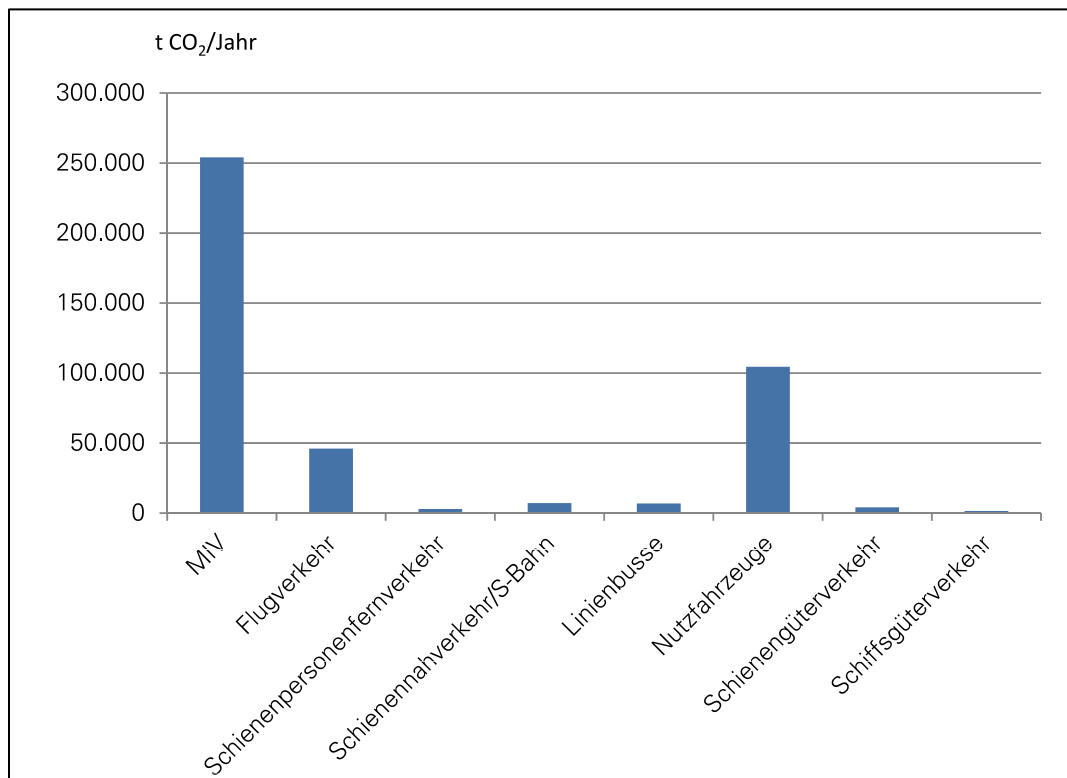


Abbildung 52: Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß (in Tonnen) im Verkehrsbereich 2009 nach Fahrzeugkategorien; Quelle: Planersocietät nach ECORegion<sup>28</sup>

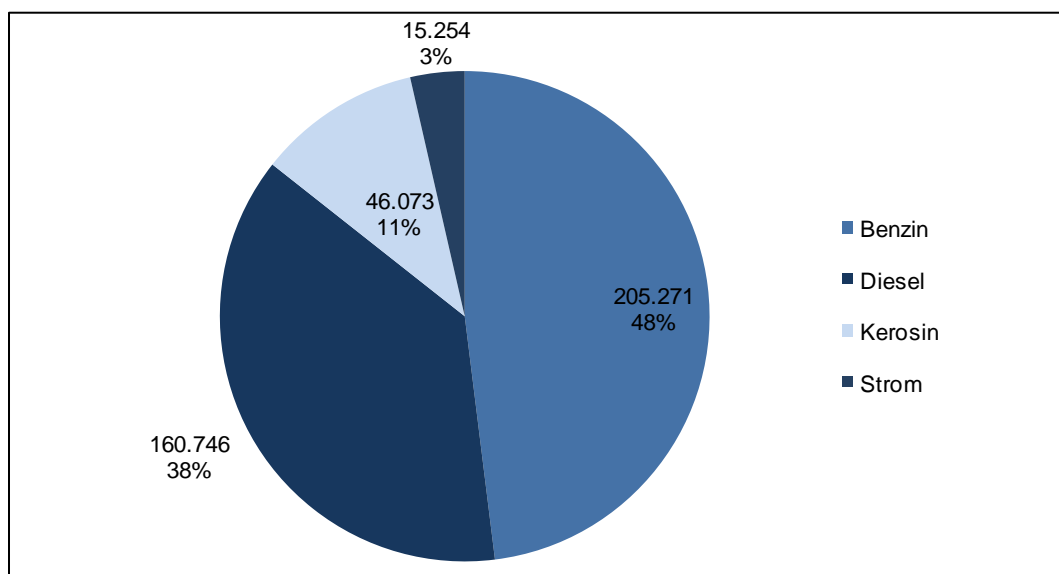


Abbildung 53: Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß (Tonnen / Jahr) im Verkehrsbereich 2009 nach Energieträgern; Quelle: Planersocietät nach ECORegion<sup>29</sup>

28 Seit dem Jahr 2008 werden die O-Busse in Solingen komplett mit Strom aus Wasserkraft in Österreich betrieben, was über die Software jedoch nicht abbildbar ist. Nach eigenen Berechnungen auf Grundlage von Angaben des Ökoinstituts werden 2008 und 2009 ca. 3.000 bis 3.500 t CO<sub>2</sub>/a durch die Nutzung des Ökostroms für den O-Bus Betrieb eingespart. (Quelle: vgl. Fußnote oben)

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß im Güter- und Personenverkehr für das Bilanzjahr 2009 verteilt sich wie folgt auf die Energieträger (vgl. Abbildung 53): Die Anteile von Diesel und Benzin sind mit 48 bzw. 38% am höchsten, Kerosin hat einen Anteil von 11% und Strom hat mit 3% den mit Abstand geringsten Anteil an den Emissionen.

### Exkurs: Klimafreundlichkeit der O-Busflotte<sup>30</sup>

Der Betrieb der O-Busflotte in Solingen hat in Hinblick auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoß den Vorteil, dass durch die O-Busnutzung keine Schadstoffe vor Ort emittiert werden. Die Treibhausgasemissionen der O-Busflotte entstehen in der Vorkette für Stromherstellung und -transport. Somit hängen die Effizienz der Flotte und damit auch die Höhe der Treibhausgasemissionen stark von der Herkunft des genutzten Stroms ab.

Zur Effizienz von O-Bussen gibt es verschiedene Studien, die zeigen, dass eine O-Bus Flotte gegenüber der Ausstattung mit normalen Dieselnissen Effizienzvorteile hat. In einer Studie von 1995 zur Energie- und Emissionsbilanz von O-Bussen<sup>1</sup>, die die Situation in Solingen als Beispiel nimmt, wird berechnet, dass ein damals moderner O-Bus (Stand der Technik) deutlich weniger Energie pro gefahrenem Kilometer benötigt als ein Dieselnisse mit dem damaligen aktuellsten Stand der Technik. Unter Berücksichtigung des westdeutschen Strommixes ergeben sich außerdem deutlich geringere globale Schadstoffausstöße. Da der Strom für die O-Busse in Solingen seit 2008 allein aus Wasserkraftwerken bezogen wird, ist von einer deutlich besseren CO<sub>2</sub>Bilanz gegenüber einem modernen Dieselnisse auszugehen.

Auch die schwedische Studie „New Concepts for Trolley Buses in Sweden“<sup>1</sup> (aus dem Jahr 2000) unterstreicht die gegenüber einem Dieselnisse geringen CO<sub>2</sub>-Ausstöße von mit Strom aus Wasserkraft betriebenen O-Bussen. Hierzu werden ein Dieselnisse (EURO 3) und ein O-Bus miteinander verglichen, einmal mit dem niederländischen Strommix als Bezugsquelle und einmal mit dem schwedischen Mix (siehe nachfolgende Abbildung).

Schadstoff	Diesel Bus EURO 3	Trolleybus			
		Niederländischer Strommix (45% Kohle, 45% Erdgas, 10% nicht-fossile Quellen)		Schwedischer Strommix (90% Wasserkraft und andere nichtfossile Quellen)	
		g/Fahrzeug-km	% des Dieselnisse-fahrzeugs	g/Fahrzeug-km	% des Dieselnisse-fahrzeugs
CO <sub>2</sub>	1.880	1.380	73%	140	9%

29 Seit dem Jahr 2008 werden die O-Busse in Solingen komplett mit Strom aus Wasserkraft in Österreich betrieben, was über die Software jedoch nicht abbildbar ist. Nach eigenen Berechnungen auf Grundlage von Angaben des Ökoinstituts werden 2008 und 2009 ca. 3.000 bis 3.500 t CO<sub>2</sub>/a durch die Nutzung des Ökostroms für den O-Bus Betrieb eingespart. (Quelle: vgl. Fußnote oben)

<sup>30</sup> INFRAS 2006: Diesel-, Gas- oder Trolleybus?, Schlussbericht, Bern 2006; Website Werkstatt Stadt : <http://www.werkstatt-stadt.de/de/projekte/212/> (Zugriff am 28.03.2012); EU 2006: EU-Studie „Well-to-Wheel analysis of future automotive and powertrains in the European context“, 2006; Website SWS Energie 2: <http://www.stadtwerke-solingen.de/821.html>; Website VCD: <http://www.besser-autokaufen.de/antriebe.html>; Website SWS Energie: <http://www.stadtwerke-solingen.de/3193.html>

Bei dem Vergleich zeigt sich einerseits, dass schon ein mit einem vergleichsweise wenig nachhaltigen Strommix angetriebener O-Bus bereits eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 27% gegenüber einem Diesibus erbringt. Andererseits wird deutlich, dass die Einsparung stark von der Wahl der Bezugsquelle des Stroms abhängt. So können mit dem schwedischen Strommix 91% der CO<sub>2</sub>-Emissionen eines vergleichbaren Diesebusses eingespart werden.

Eine Studie aus Bern aus dem Jahr 2006, die sich mit der Busflotte der Basler Verkehrsbetriebe beschäftigt, vergleicht die Effizienz von Diesebussen, gasbetriebenen Bussen und biogasbetriebenen Bussen. Hier wird der schweizerische Strommix zugrunde gelegt. Dabei zeigt sich deutlich, dass die Emissionen des Trolleybusses die geringsten Werte aufweisen. (siehe nachfolgende Abbildung).

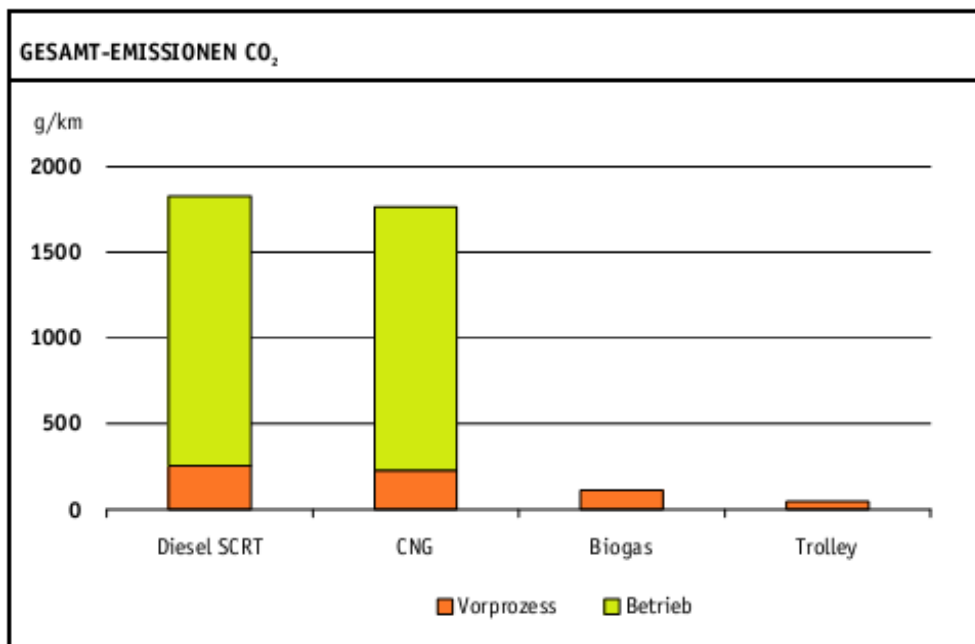


Abbildung 54: Vergleich des Emissionsausstoßes der Basler Verkehrsbetriebe (Quelle: INFRAS 2006)

An der Bergischen Universität Wuppertal läuft aktuell ein Forschungsprojekt zur Effizienz der Solinger O-Busflotte. Derzeit liegen aus dieser Studie noch keine Ergebnisse vor. Diese Studie kann aber für die Stadt Solingen und die Stadtwerke eine Chance bieten, eine aktuelle Aussage über die Effizienzvorteile der O-Busse zu treffen bzw. sie noch effizienter zu betreiben.

Die CO<sub>2</sub>-Emission verteilt sich damit wie folgt auf die folgenden Verbrauchssektoren: Private Haushalte, Primär- und Sekundärwirtschaftssektor – hierzu zählen Land- und Forstwirtschaft sowie das produzierende Gewerbe (Wirtschaft Sektoren I + II), Tertiärer Wirtschaftssektor – hierzu zählen Handel und Dienstleistungen (Wirtschaft Sektor III), öffentliche Liegenschaften sowie Mobilität:

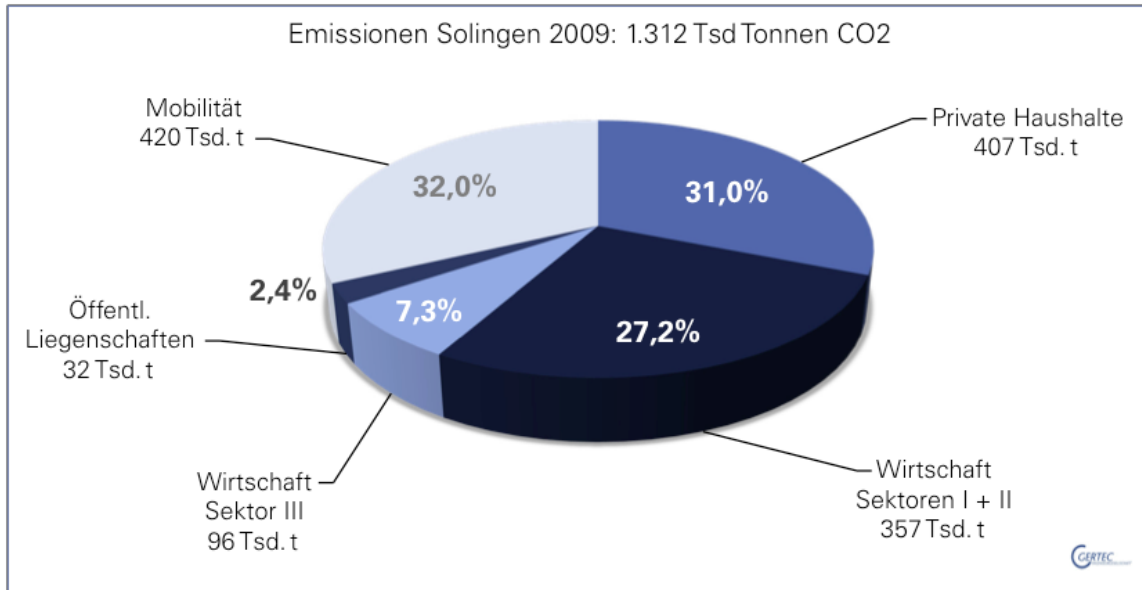


Abbildung 55: CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Solingen nach Verbrauchssektoren im Jahr 2009 (Quelle: Gertec)

### 11.1.3 Bilanzergebnisse der Stadt Wuppertal

Das Klima-Bündnis europäischer Städte hat zusammen mit der europaweit agierenden Firma Ecospeed ([www.ecospeed.ch](http://www.ecospeed.ch)) ein Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzierungswerkzeug für Kommunen entwickeln lassen (ECOREgion smart DE), welches die vergleichsweise einfache Erarbeitung standardisierter Energiebilanzen ermöglicht. Den Kommunen in Nordrhein-Westfalen wird das Computerprogramm mittels Registrierung über die EnergieAgentur.NRW kostenfrei zur Verfügung gestellt. Das Programm erlaubt die Erstellung gesamtstädtischer primär-<sup>31</sup> und endenergiebezogener<sup>32</sup> Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen, bereits ab einer geringen Eingabe von statistisch verfügbaren Daten. Die Aussagegenauigkeit hängt davon ab, in welchem Umfang spezifische Daten zur lokalen Energiesituation (Verbrauchsdaten von z. B. kommunalen Gebäuden, privaten Haushalten, Wirtschaft, Verkehr, etc.) zur Verfügung stehen. Das Programm bietet den Vorteil, dass durch jährliche Ergänzungen eine umfangreiche kontinuierliche CO<sub>2</sub>-Bilanz erstellt werden kann. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch die Nutzung eines einheitlichen Programms ein interkommunaler Vergleich möglich ist. Die Bilanzierung erfolgt, analog zu Solingen und Remscheid, im Rahmen der Erstellung des „Klimaschutzteilkonzeptes Erneuerbare Energien im Bergischen Städtedreieck“, für das Jahr 2009, die Eingabe der Daten im Bilanzierungstool hat den Stand August 2012.

Es wird in der Berechnung der CO<sub>2</sub>-Bilanz nach Vorgabe des Klimabündnisses auf der Emissionsseite über lokal angepasste Life-Cycle-Assessment-Faktoren (LCA-Faktoren) aus dem Ländermodell der Firma Ecospeed bilanziert. Das heißt, dass die zur Produktion und Verteilung eines Energieträgers notwendige fossile Energie diesem Energieträger auf Basis des Endkonsums zugeschlagen wird. Den im Endenergieverbrauch emissionsfreien Energieträgern Strom und Fernwärme werden somit „graue“ Emissionen aus ihren Produktionsvorstufen zugeschlagen. Den fossilen Energieträgern werden die fossilen Aufwendungen der Vorkette (z. B. aus Transport und Raffineriebetrieb) ebenfalls dem Endenergieverbrauch zugerechnet. Die Emissionen von Großemittenten, die laut nationalem Allokationsplan am Emissionszertifikatehandel teilnehmen, werden - nach Vorgabe des Klima-Bündnisses - nicht mitbilanziert. Diese sind bereits über das Emissionszertifikathandelssystem erfasst und reglementiert. Zudem ist der kommunale Einfluss auf betriebsbedingte Emissionen bzw. Prozessenergien eher gering einzuschätzen.

Gertec dankt an dieser Stelle allen im Zuge der Datenerfassung vor Ort beteiligten Akteuren.

#### 11.1.3.1 CO<sub>2</sub>-Bilanz im Bereich Energie

Zunächst wird in ECOREgion über ein Mengengerüst von jahresbezogenen Einwohnerzahlen und Beschäftigtenzahlen nach Wirtschaftsabteilungen mit Hilfe bundesdeutscher Verbrauchswerte der lokale Endenergiebedarf nach Energieträgern für Haushalte und Wirtschaftssektoren in Wuppertal berechnet. Im Ergebnis steht eine erste Grobbilanz, die sog. „Startbilanz“. Datengrundlage sind hier diejenigen Werte, die zentral von der Information und Technik Nordrhein-Westfalen (IT.NRW) aus der Landesdatenbank in der in ECOREgion benötigten Form zur Verfügung gestellt werden.

---

<sup>31</sup> Primärenergieträger sind Energieträger, die keiner vom Menschen verursachten Energieumwandlung unterworfen wurden. Dies sind z. B. Stein- und Braunkohle, Erdöl, Erdgas, Holz, Stauseewasser etc.

<sup>32</sup> Endenergieeträger sind die Energieträger, die von den Verbrauchern vor der letzten Umwandlung eingesetzt werden. Dies können sowohl Primärenergieträger (z. B. Steinkohle, Erdgas) als auch Sekundärenergieträger (z. B. Strom) sein.

Auf Grundlage der von den Wuppertaler Stadtwerken (WSW) und der Stadt Wuppertal zur Verfügung gestellten Stromverbrauchs- und Einspeisedaten der Jahre 1990 - 2009, Erdgasverbrauchsdaten der Jahre 1994 - 2009 und Fernwärmeverbrauchsdaten der Jahre 1995 - 2009, können die leitungsgebundenen Energieträger erfasst werden. Zusätzlich kann auf Daten der des Statusberichtes Erneuerbare Energien der Städte Remscheid, Solingen, Wuppertal und des Kreises Mettmann zu den Jahren 2000 sowie 2005 - 2009 sowie auf Haushaltsverbrauchsdaten aus dem regionalen CO<sub>2</sub>-Minderungskonzept für das Bergische Städtedreieck des Jahres 1991 zurück gegriffen werden. Mittels der Angaben der WSW kann ein lokalspezifischer Fernwärmemix errechnet werden. Mit diesen Daten wird der Emissionsfaktor „LCA-Endenergie“ für Fernwärme lokal an die Energieversorgungssituation Wuppertals angepasst. Erdgas wird nach unterem Heizwert (Hi)<sup>33</sup> bilanziert.

Verbräuche fossiler nicht-leitungsgebundener Energieträger (NLE) können im Rahmen der Bilanzierung mittels Daten der Bezirksschornsteinfeger zu Anzahl, Art und Leistung der Heizungsanlagen in ihren Kehrbezirken berechnet werden. Zusammengefasst unter dem Begriff der nicht-leitungsgebundenen Energieträger werden die fossilen Energieträger Heizöl, Flüssiggas, Braunkohle, Steinkohle sowie die regenerativen Energieträger Holz, Umweltwärme, Sonnenkollektoren, Biogase und Abfall.

Innerhalb der Erfassung von Daten regenerativer Energieträger stehen Förderdaten seitens des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) und Informationen über Landesfördermittel im Rahmen der Programme „Rationale Energieverwendung und Nutzung unerschöpflicher Energiequellen“ (REN) bzw. „Programm für Rationelle Energieverwendung, Regenerative Energien und Energiesparen“ (progres.NRW) zentral in ECORegion zur Verfügung.

Von der Stadtverwaltung werden Energieverbrauchsdaten der kommunalen Liegenschaften bereitgestellt. Darüber hinaus kann auf aktuelle Daten zum Stromverbrauch der öffentlichen Straßenbeleuchtung zurückgegriffen werden.

In Jahren, in denen keine lokal erhobenen Verbrauchsdaten vorliegen, wird die Startbilanz lokalen Daten prozentual und anteilig angepasst.

Die Daten der nachfolgenden Grafiken werden mit den Gradtagszahlen<sup>34</sup> der Wetterstation Düsseldorf witterungsbereinigt. In die Werte geht ein lokaler Strom-Importmix bzw. gehen auch lokale Emissionsfaktoren im Bereich der Fernwärmeversorgung ein. Das letzte Bilanzierungsjahr ist das Jahr 2009.

---

<sup>3</sup> Der Heizwert (Hi) ist diejenige Wärmemenge, die bei der Verbrennung eines Brennstoffes frei wird, reduziert um die Kondensationswärme des in den Rauchgasen enthaltenen Wassers. In üblichen Heizungsanlagen wird lediglich der Heizwert von Brennstoffen ausgenutzt. Früher wurde dieser Wert als "unterer Heizwert Hu" bezeichnet.

<sup>34</sup> Um Aussagen über den Energieverbrauch von Gebäuden zu machen, die nicht von den zufälligen, von Jahr zu Jahr unterschiedlichen klimatischen Bedingungen abhängig sind, ist eine Normierung auf einen im Durchschnitt zu erwartenden Verbrauch notwendig (Witterungsbereinigung). Zu diesem Zweck wird das lokale langjährige Mittel der Jahres-Gradtagszahl herangezogen. Die Gradtagszahl eines Tages ist die Differenz zwischen der mittleren Außentemperatur und der angestrebten Innentemperatur von 20°C. Die Gradtagszahl eines Jahres ist die Summe der Gradtagszahlen aller Tage eines Jahres, an denen die mittlere Außentemperatur unter 15°C liegt.



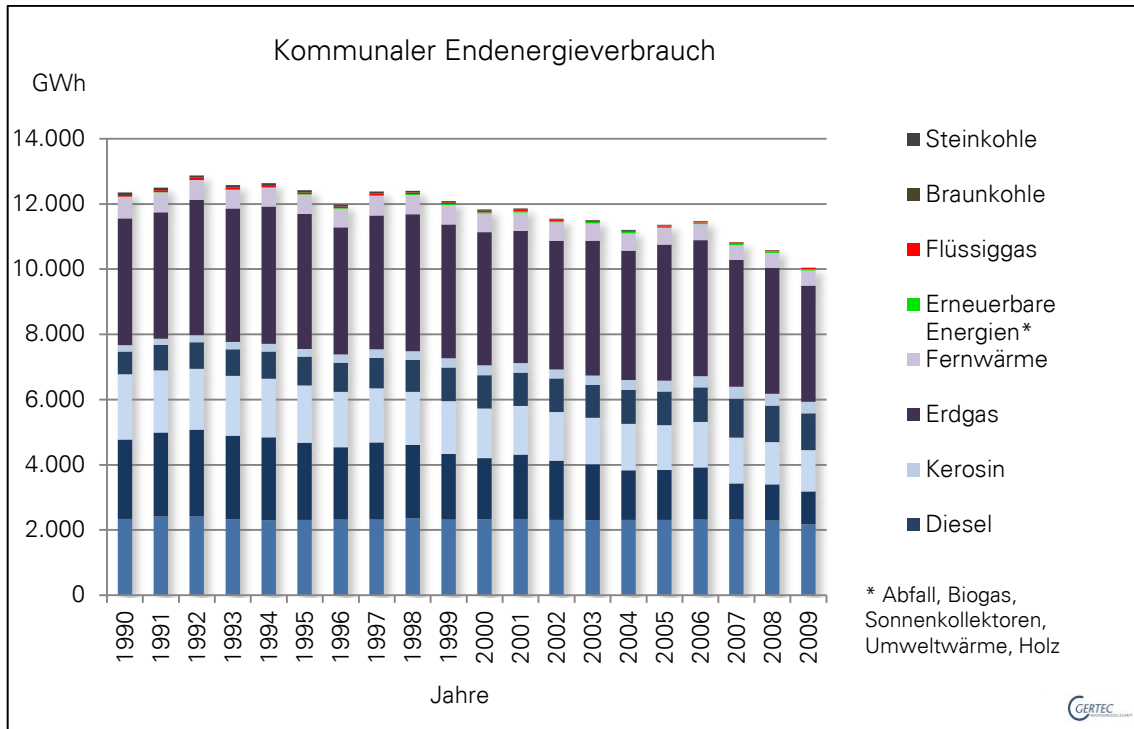


Abbildung 56: Kommunaler Endenergieverbrauch Wuppertals von 1990 bis 2009

Der gesamtstädtische Endenergieverbrauch liegt im Jahr 2009 bei rund 10.030 GWh. Im Vergleich zu 1990 ist er damit um rund 2.321 GWh (18,8%) gesunken. Seit Ende der 90er Jahre ist der Verbrauch an Heizöl und Erdgas deutlich zurückgegangen. Die Anwendung von erneuerbaren Energien ist mit knapp 0,5% Anteil am Gesamtendenergieverbrauch (ohne Anteil im Strommix) steigerungsfähig. Die Gesamtendenergieverbräuche, die einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen und CO<sub>2</sub>-Äquivalente in Wuppertal teilen sich nach Tabelle 1 im Jahr 2009 wie folgt auf:

Energieträger	GWh	%	Tonnen CO <sub>2</sub>	%	CO <sub>2</sub> -Äquivalente	%	
Steinkohle		0,15	0,00	56	0,00	69	0,00
Braunkohle		0,00	0,00	0	0,00	0	0,00
Flüssiggas		29,33	0,29	7.075	0,22	7.582	0,23
Abfall		0,00	0,00	0	0,00	0	0,00
Biogas		0,00	0,00	0	0,00	0	0,00
Sonnenkollektoren		3,02	0,03	76	0,00	87	0,00
Umweltwärme		3,55	0,04	0	0,00	0	0,00
Holz		42,58	0,42	1.018	0,03	1.146	0,03
Fernwärme		456,55	4,55	96.797	2,99	99.232	2,95
Erdgas		3.568,90	35,58	812.705	25,09	843.032	25,03
Kerosin		353,25	3,52	100.464	3,10	105.466	3,13
Diesel		1.121,72	11,18	327.093	10,10	343.378	10,19
Benzin		1.271,34	12,68	384.454	11,87	400.425	11,89
Heizöl EL		1.013,22	10,10	324.458	10,02	327.710	9,73
Strom		2.166,33	21,60	1.185.514	36,59	1.240.596	36,83
Summe		10.029,94	100	3.239.710	100	3.368.722	100

Tabelle 53: Gesamtstädtischer Endenergieverbrauch und einhergehende CO<sub>2</sub>-Emissionen

Die leitungsgebundenen Energieträger Strom, Erdgas und Fernwärme machen mit 6.191 GWh rund 62% der Endenergieverbräuche aus.

Bei den nicht-leitungsgebundenen Energieträgern haben die erneuerbaren Energieträger Holz, Umweltwärme, Biogas, Abfall<sup>35</sup> und Sonnenkollektoren einen Verbrauchsanteil von 49,15 GWh an den gesamtstädtischen Endenergieverbräuchen. Strom aus erneuerbaren Energieträgern, wie zum Beispiel PV-Anlagen, fließt in die Gesamtstrommenge mit ein. Zusätzlich kommen Heizöl, Flüssiggas, Braunkohle und Steinkohle mit 1.042 GWh auf 10,4%. Auf die Kraftstoffe fallen rund 27,4% der Endenergieverbräuche.

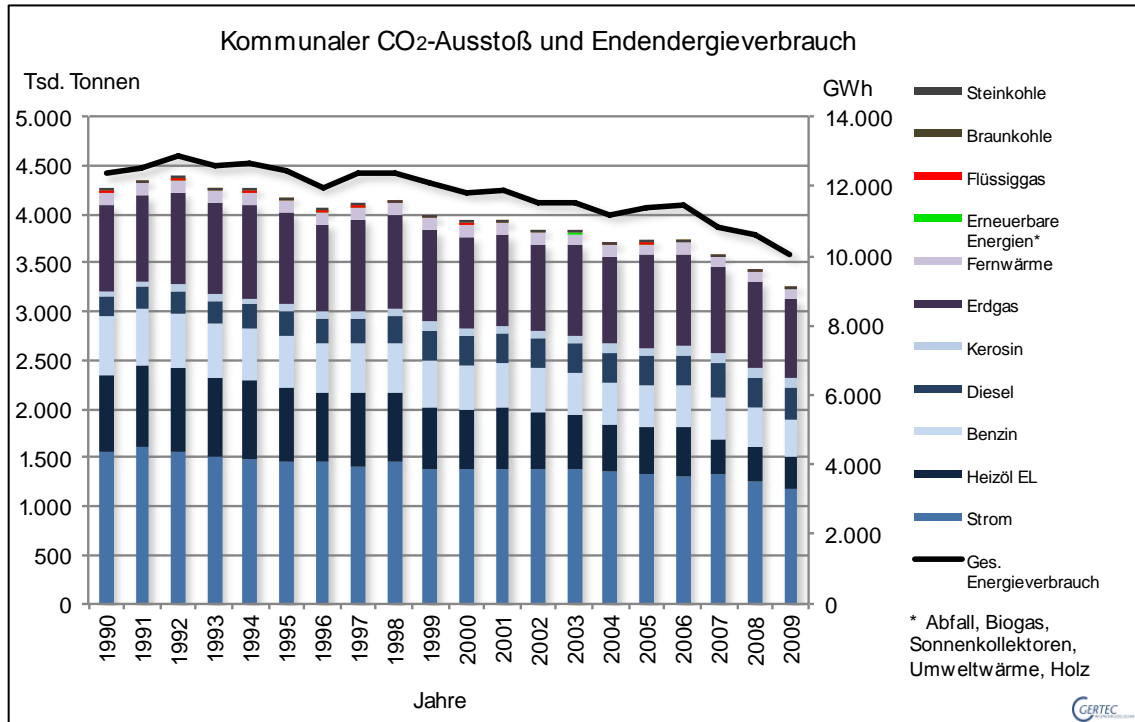


Abbildung 57: Kommunalen CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Wuppertal von 1990 bis 2009

Der gesamtstädtische CO<sub>2</sub>-Ausstoß, bilanziert über lokale LCA-Faktoren, liegt in Wuppertal im Jahr 2009 bei 3.239.710 Tonnen. Daraus ergibt sich eine Reduktion der Emission um 1.030.762 Tonnen (24,1%) seit 1990. Minderungen sind insbesondere beim Heizöl zu erkennen. Durch die emissionsärmere Gestaltung des Strom-Mixes werden inzwischen pro verbrauchter Kilowattstunde weniger Emissionen als im Jahr 1990 freigesetzt.

Den größten Anteil am CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Wuppertal hat der Energieträger Strom mit rund 1.185.514 Tonnen (36,6%). Über den LCA-Faktor Strom wird die zur Produktion und Verteilung dieses Endenergieträgers notwendige fossile Energie mit ihren Emissionen auf Basis des Endkonsums bilanziert.

Den zweitgrößten Emissionsanteil bildet das Erdgas mit rund 25,1% bzw. 812.705 Tonnen CO<sub>2</sub> gefolgt von Benzin mit rund 11,9% bzw. 384.454 Tonnen CO<sub>2</sub>.

<sup>35</sup> Abfall wird in Wuppertal energetisch im örtlichen MHKW verwertet und dient damit der Bereitstellung von Strom und Fernwärme. Somit ist die anfallende Abfallmenge energetisch in den Verbrauchsmengen von Strom und Fernwärme enthalten.

Nach Auskunft der WSW werden durch die GuD-Umstellung des HKW Barmen seit 2005 jährlich rund 200.000 t CO<sub>2</sub> bei der Stromversorgung eingespart. Dies lässt sich aufgrund der marktlichen Zusammensetzung der Wuppertaler Strombereitstellung nicht eindeutig über einen kommunalen Strommix abbilden, weshalb diese Emissionseinsparung, wie sie sich in der folgenden Abbildung darstellt, nur nachrichtlich erwähnt aber nicht verursacherbasiert in die CO<sub>2</sub>-Bilanz mit aufgenommen werden kann.

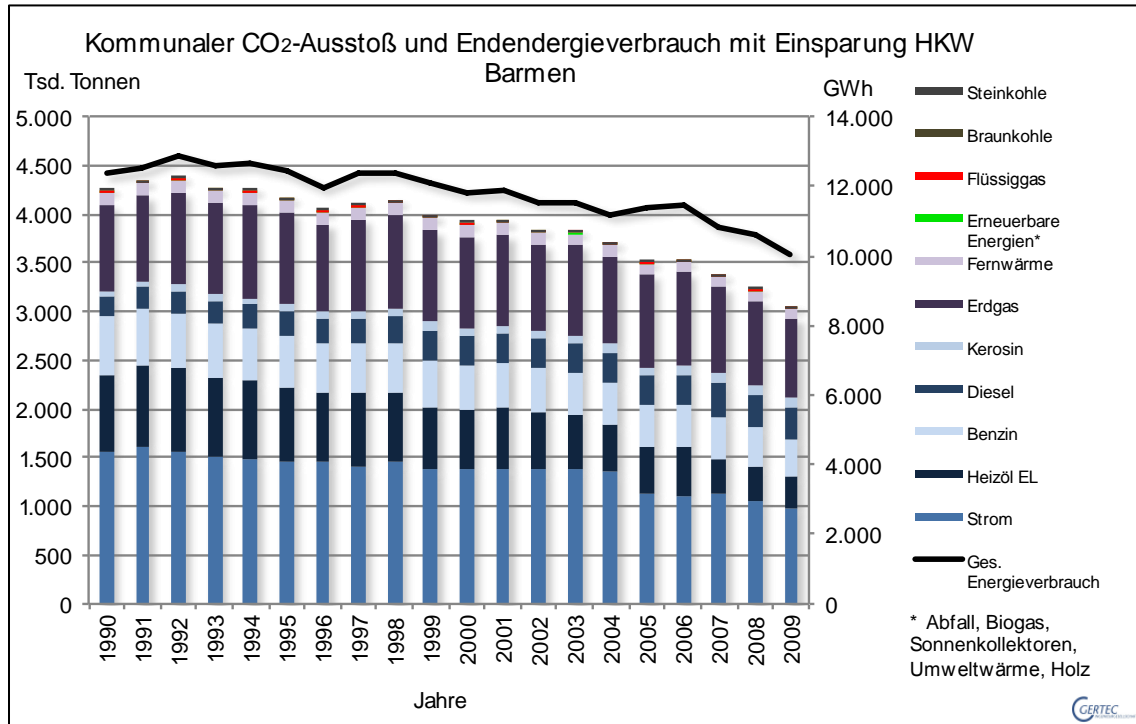


Abbildung 58: Kommunaler CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Wuppertal von 1990 bis 2009 unter Berücksichtigung der GuD-Umstellung des HKW Barmen 2004/2005

Die Endenergieverbrauchsreduktion hat in Wuppertal nicht in allen Sektoren gleichermaßen stattgefunden. Exemplarisch wird in den nachfolgenden Abbildungen die Endenergieverbrauchsentwicklung aus der Wirtschaft und die Endenergieverbrauchsentwicklung der privaten Haushalte grafisch verglichen.

## 11.1.3.2 Sektorale Betrachtung bei Wirtschaft und Haushalten

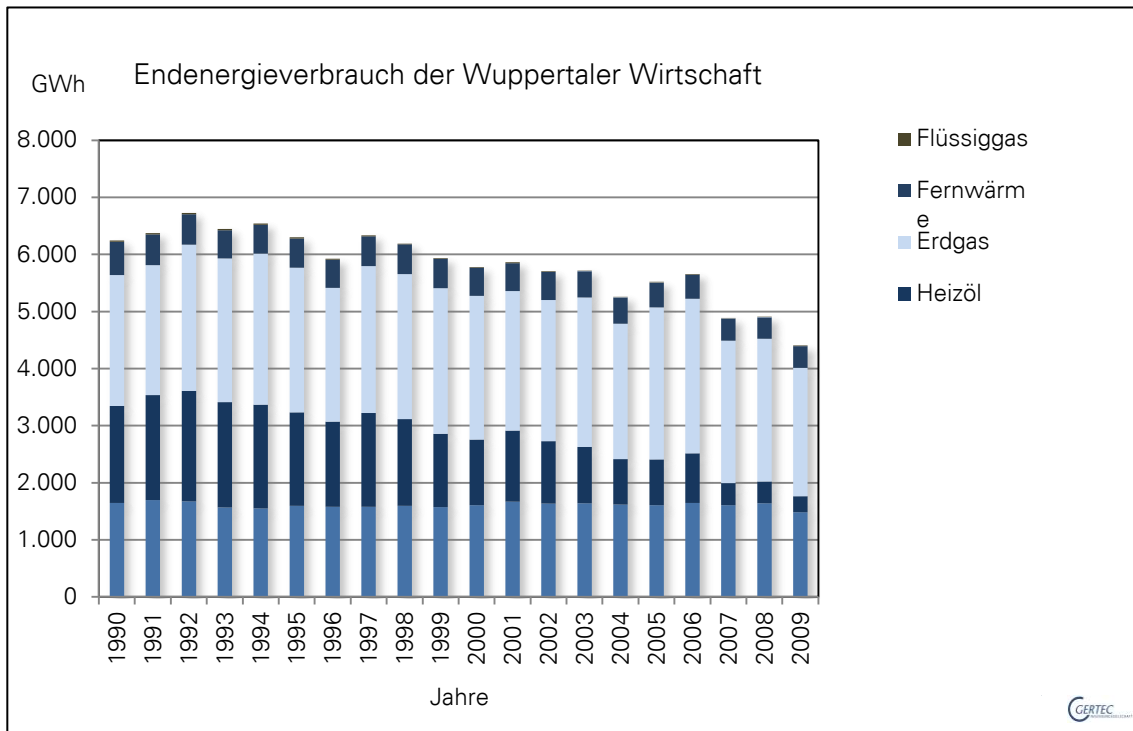


Abbildung 59: Endenergieverbrauchsentwicklung der Wuppertaler Wirtschaft von 1990 bis 2009

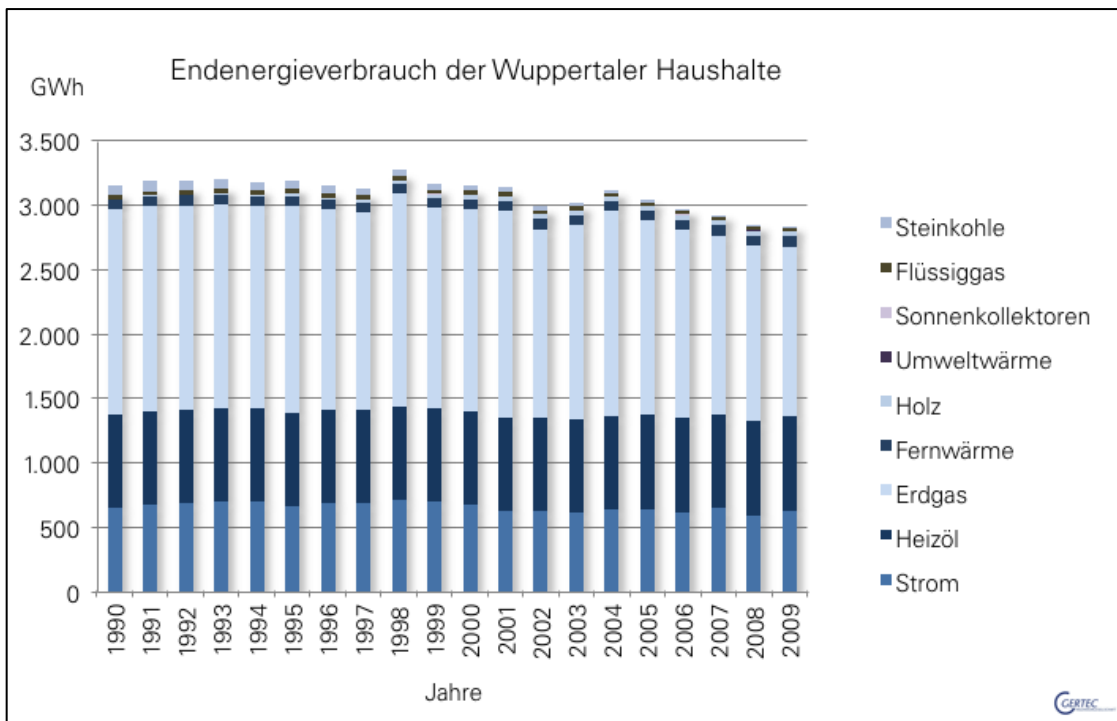


Abbildung 60: Endenergieverbrauchsentwicklung der privaten Haushalte Wuppertals von 1990 bis 2009

Die Gesamtentwicklung im Bereich der privaten Haushalte ist als leicht zurückgehend zu bezeichnen. Dahingegen geht insbesondere der Heizölverbrauch in den Wirtschaftssektoren seit 1990 deutlich zurück. Der Raumwärmebedarf pro m<sup>2</sup> Wohnfläche liegt im Jahr 2009 mit 158 kWh im Bundesdurchschnitt.

Zur besseren Verdeutlichung der gesamtstädtischen Situation werden die Emissions- und Energiewerte in der folgenden Abbildung zusätzlich pro Einwohner angegeben.

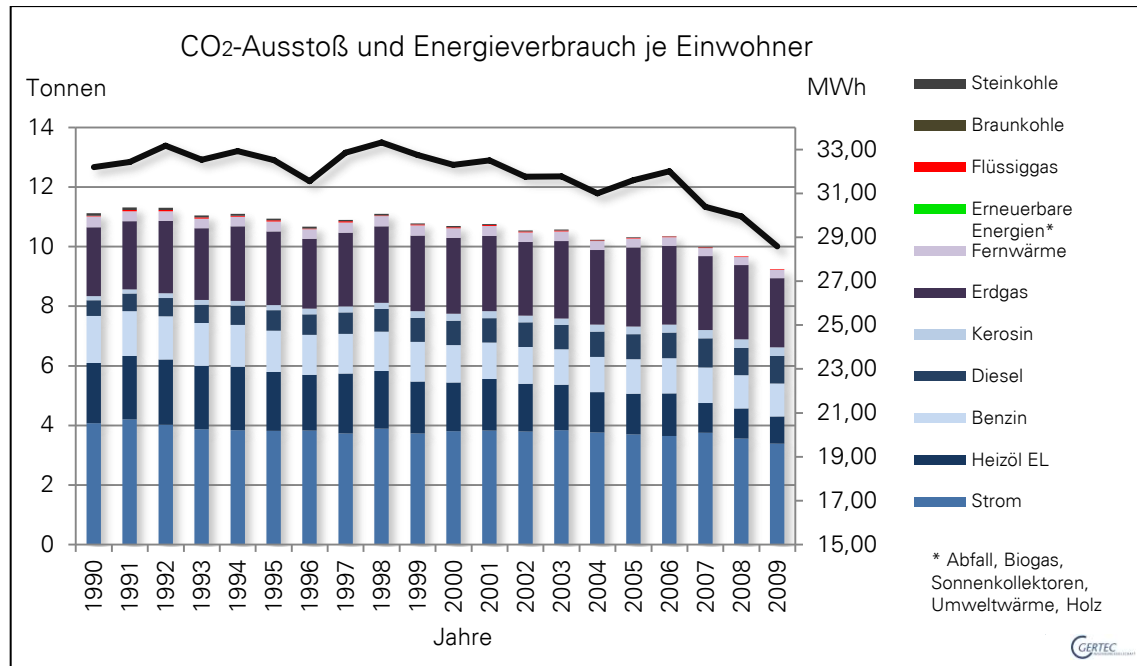


Abbildung 61: CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Endenergieverbrauch je Einwohner der Stadt Wuppertal von 1990 bis 2009

Der CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Einwohner in Wuppertal, bilanziert über lokale LCA-Faktoren, liegt im Jahr 2009 bei 9,24 Tonnen. Die Minderung um 1,88 t CO<sub>2</sub> pro Kopf seit 1990 ist maßgeblich auf verminderte Emissionen in den Wirtschaftssektoren zurückzuführen.

### 11.1.3.3 Betrachtung des Verkehrsbereichs

Zur Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz im Bereich Verkehr ist es zunächst erforderlich, eine räumliche oder verursacherbezogene Abgrenzung der zu erfassenden CO<sub>2</sub>-Emissionen vorzunehmen. Die Abgrenzung wird durch die Wahl des Bilanzierungsprinzips vorgegeben:

Bei Anwendung des „territorialen Bilanzierungsprinzips“ werden alle innerhalb des Stadtgebietes der Stadt Wuppertal entstehenden, verkehrsbezogenen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz berücksichtigt. Emissionen, die durch Einwohner und Beschäftigte der Stadt Wuppertal außerhalb des Stadtgebietes verursacht werden, werden hierbei nicht berücksichtigt. Hingegen werden bei Anwendung des „verursacherbezogenen Bilanzierungsprinzips“ alle durch Einwohner und Beschäftigte Wuppertals verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen bilanziert. Dies gilt auch für außerhalb des Stadtgebietes verursachte CO<sub>2</sub>-Emissionen, sofern es sich hierbei um Pendlerverkehr handelt.

Im Gegensatz zur „territorialen Bilanzierung“ werden Emissionen des Durchgangsverkehrs<sup>36</sup> von PKW und LKW, die innerhalb der Stadtgrenzen von Wuppertal entstehen, nicht berücksichtigt.

Im Rahmen der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz für Wuppertal wird das „verursacherbezogene Bilanzierungsprinzip“ angewendet. Dieses bietet gegenüber dem „territorialen Bilanzierungsprinzip“ zwei wesentliche Vorteile:

Einwohner und Beschäftigte der Stadt Wuppertal liegen im direkten Wirkungsbereich von Maßnahmenprogrammen, auswärtige Verkehrsteilnehmer (Stichwort: „Durchgangsverkehr“) können hingegen durch Maßnahmenprogramme kaum in ihrem Mobilitätsverhalten beeinflusst werden

Die Datenverfügbarkeit und -qualität zur Erstellung der verkehrlichen CO<sub>2</sub>-Bilanz ist bei Anwendung des „verursacherbezogenen Bilanzierungsprinzips“ gewährleistet.

Eine bilanzierungstechnische Besonderheit besteht grundsätzlich bei der Erfassung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Personenfernverkehrs. Emissionen des Flugverkehrs und Schienenfernverkehrs wurden geschlüsselt nach der Einwohnerzahl der Stadt Wuppertal, unter Verwendung bundesweit vorliegender Daten, bei der Erstellung der CO<sub>2</sub>-Bilanz einbezogen. Die Verwendung bundesweiter Daten ist erforderlich, da eine lokale und regionale Abgrenzung der durch Flug- und Schienenfernverkehr verursachten Emissionen mangels regionaler Daten nicht möglich ist.

Die Bilanzierungssoftware „ECOREGION“ beinhaltet voreingestellte Verkehrsdaten, die sich aus der Bevölkerungs- und Beschäftigungsstruktur Wuppertals ergeben. In Fällen, bei denen keine oder nur lückenhafte lokalspezifische Daten verfügbar sind, werden die im Bilanzierungstool voreingestellten Verkehrsdaten verwendet.

Die Grundlage für die Berechnungen der Bilanzierungssoftware „ECOREGION“ im Bereich Personennahverkehr bilden die für die verschiedenen Verkehrsmittel im Betrachtungszeitraum ermittelten Personenkilometer pro Jahr sowie die lokal vorhandenen Einwohner- und Beschäftigtenzahlen und die Fahrzeugbestände.

Für den Personenfernverkehr und den Güterverkehr liegen keine verlässlichen lokalspezifischen Zahlen vor, daher werden für die Berechnungen die im Bilanzierungstool voreingestellten Verkehrsdaten verwendet, welche auf Basis der Kfz-Bestände (Zugelassene PKW/LKW) und der Beschäftigtenzahlen ermittelt werden.

Für das Jahr 2009 summieren sich die kommunalen Emissionen im Bereich Verkehr auf 842.099 Tonnen CO<sub>2</sub>. Dies entspricht einem jährlichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß von 2,4 Tonnen pro Einwohner der Stadt Wuppertal. Das Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) hat für einen einzelnen Bürger für die verkehrlich verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen einen bundesweiten Durchschnittswert von ca. 2,5 t/Jahr ermittelt, der somit über dem Wert der Stadt Wuppertal für 2009 liegt.

---

<sup>36</sup> Weder Quelle noch Ziel des Verkehrsaufkommens liegen innerhalb der Stadtgrenzen von Wuppertal. Das Stadtgebiet wird also lediglich durchfahren.

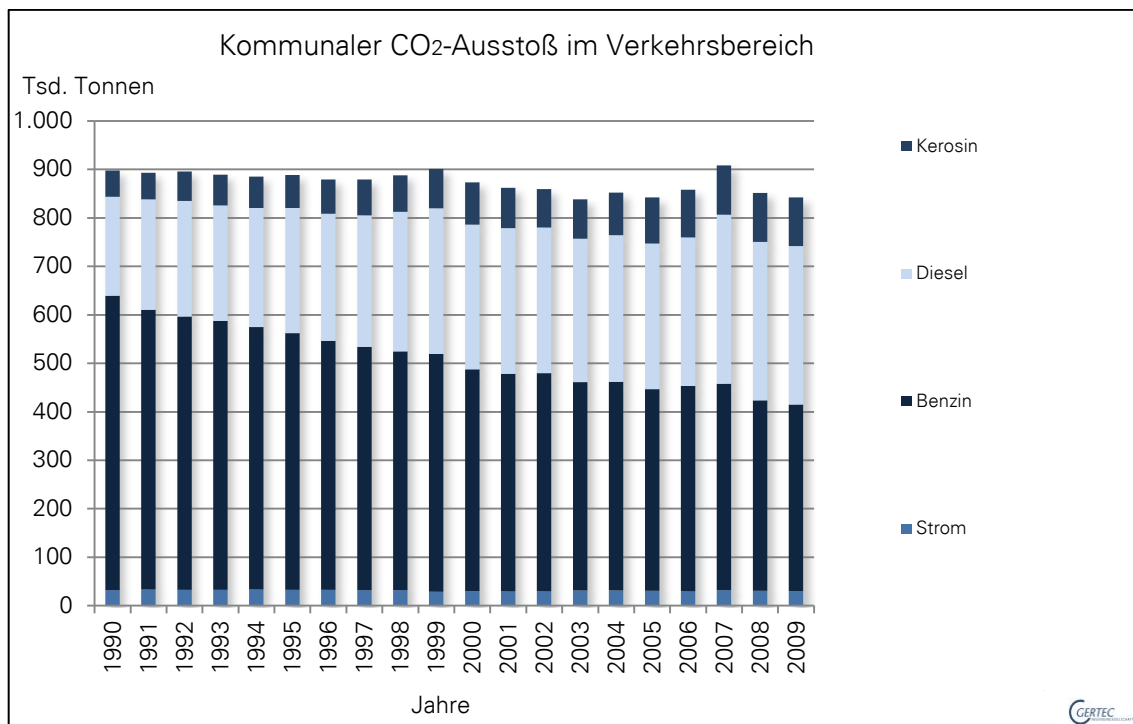


Abbildung 62: Absolute CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors in der Stadt Wuppertal von 1990 bis 2009

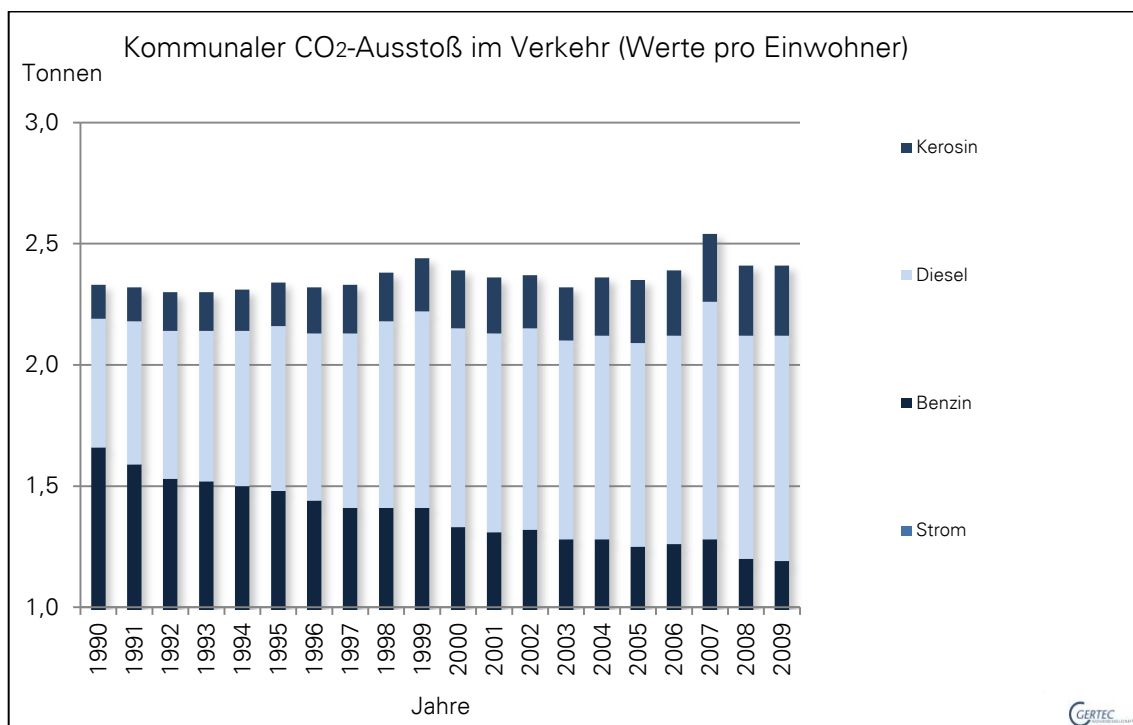


Abbildung 63: CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors pro Einwohner in der Stadt Wuppertal von 1990 bis 2009

Werden die Energieträger der genutzten motorisierten Verkehrsmittel betrachtet, verteilen sich diese im Jahr 2009 auf Kerosin mit einem Anteil von 11,9%, auf Diesel mit 38,8%, auf Benzin mit 45,7% und auf Strom mit 3,6%.

Im betrachteten Zeitraum ist die Nutzung der Energieträger Kerosin und Diesel deutlich angestiegen. Ursachen hierfür sind einerseits der bundesweit stetig zunehmende Flugverkehr und andererseits ein zunehmender Anteil von Dieselfahrzeugen im Bereich des motorisierten Individualverkehrs und des Straßengüterverkehrs. Analog zum Vorgehen im Bereich Energie werden die CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors über LCA-Faktoren bilanziert, so dass sich die Vorkette der Energiebereitstellung („graue Emissionen“) ebenfalls in der Bilanz niederschlägt.

Mit einem Anteil von 56,2% der insgesamt durch Verkehr verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen sind PKW mit weitem Abstand der größte CO<sub>2</sub>-Emittent. Motorräder, als ein weiterer Bestandteil des motorisierten Individualverkehrs, verursachen lediglich 0,5% der CO<sub>2</sub>-Emissionen im Bereich Verkehr, so dass dieser Wert in Abbildung 64 nicht darstellbar ist.

Der öffentliche Verkehr (ÖV) gliedert sich in die Bereiche Schienenpersonennahverkehr, Schienenpersonenfernverkehr und Linienbusse. Die Emissionsanteile dieser öffentlichen Verkehrsmittel liegen jeweils unter 2,0% der Gesamtemissionen des Verkehrssektors. Insgesamt entfallen lediglich 4,5% der verkehrsbedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stadt Wuppertal auf den Bereich der öffentlichen Verkehrsmittel.

Neben motorisiertem Individualverkehr und öffentlichem Personenverkehr bildet der Flugverkehr den dritten emissionsrelevanten personenbezogenen Verkehrsbereich. Auf den Flugverkehr entfallen 11,9% der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrssektors. Dieser Wert ergibt sich durch Umlage der bundesweiten Flugverkehrsemissionen auf die Einwohner- und Beschäftigtenanzahl der Stadt Wuppertal.

Neben den personenbezogenen Verkehrsbereichen zeichnet der Güterverkehr verantwortlich für 26,8% der CO<sub>2</sub>-Emissionen Wuppertals.

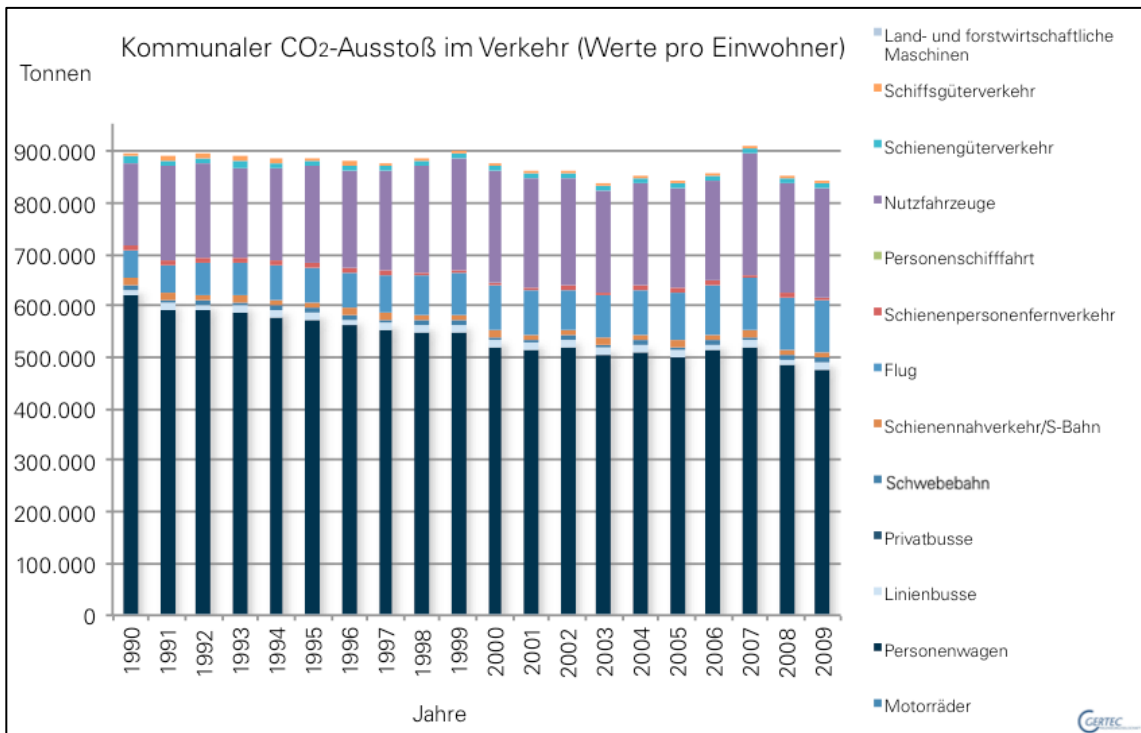


Abbildung 64: Verteilung der CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Verkehrsmittelarten in der Stadt Wuppertal von 1990 bis 2009



### 11.1.3.4 Detailbetrachtung kommunaler Liegenschaften

Der Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften in Wuppertal ist seit dem Jahr 2000 von 209.189 MWh auf 167.065 MWh zurückgegangen (-20,1%). Hauptenergieträger ist im Jahr 2009 das Erdgas mit 75.208 MWh, gefolgt von Fernwärme mit 43.580 MWh. Strom wird mit 42.069 MWh verbraucht und Heizöl mit 4.853 MWh. Holz spielt mit 1.353 MWh noch eine geringere Rolle. Bild 9 verdeutlicht die Verbrauchsentwicklung seit dem Jahr 2000 bis 2009.

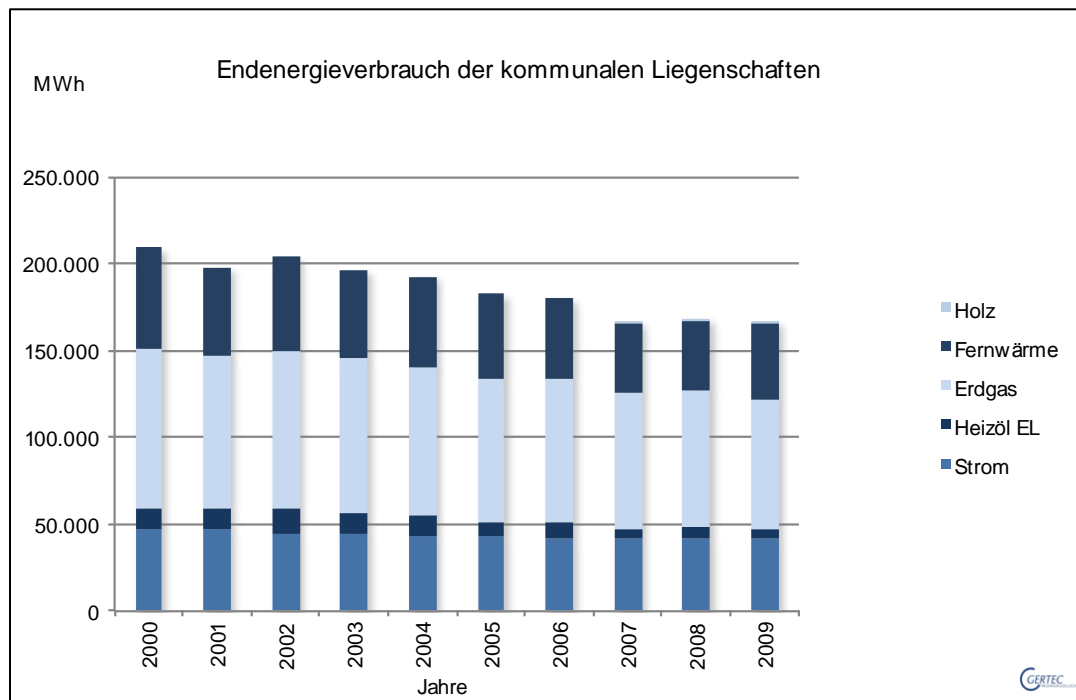


Abbildung 65: Endenergieverbrauch der kommunalen Liegenschaften der Stadt Wuppertal von 2000 bis 2009

Analog erfolgt die Darstellung der einhergehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen in Bild 10. Diese haben sich im Zeitraum von 2000 bis 2009 um 21,8% reduziert.

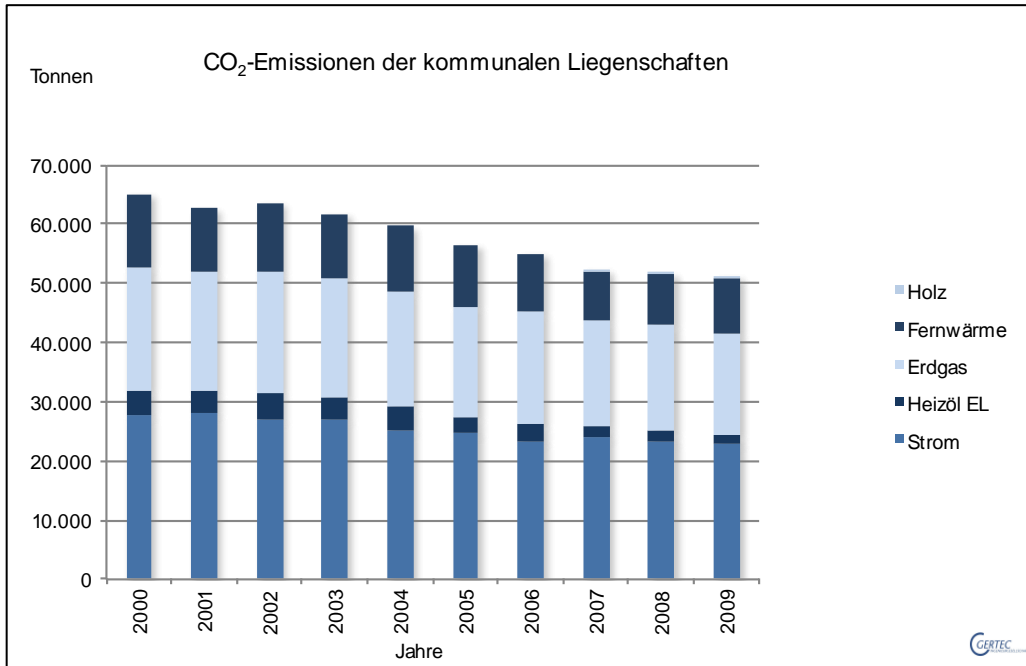
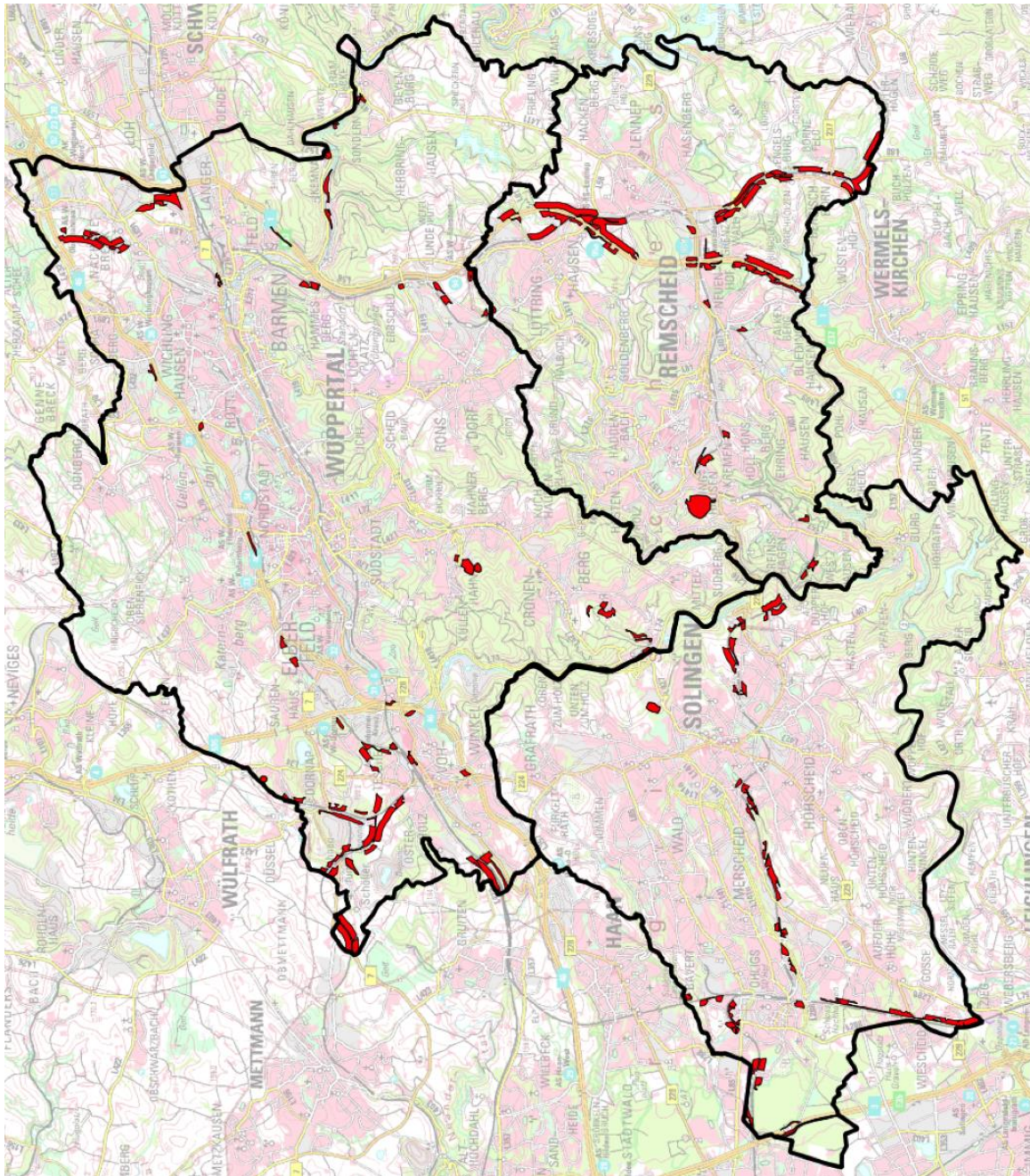


Abbildung 66: CO<sub>2</sub>-Emissionen der kommunalen Liegenschaften der Stadt Wuppertal von 2000 bis 2009

## 11.2 Anhang II: Solare Freiflächenpotenziale



### Methodik der Potenzialflächenberechnung für Freiflächenanlagen

Zur Berechnung der Flächenpotenziale von Freiflächenanlagen in einem nach Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) vergütungsfähigen Puffer von jeweils 110 m um Bahnflächen und Bundesautobahnen, wird eine Ausschlussflächenkartierung angrenzender Nutzungen auf Basis der zur Verfügung stehenden Flächennutzungsplandaten vorgenommen. Dabei werden Abstände immer vom Rand der im Flächennutzungsplan ausgewiesenen Flächen für Schienenwege und Bundesautobahnen gemessen. Hiernach entsteht eine Positivflächenkartierung.

Diese umfasst jeweils angrenzende Freiflächen, Grünflächen und Flächen für die Landwirtschaft. Die jeweiligen Naturschutz- und FFH-Gebiete werden als Ausschlussflächen nicht weiter berücksichtigt.

Grundlage bilden die zum Zeitpunkt der Bearbeitung vorliegenden Flächennutzungspläne der drei Städte und die dortige Darstellung von Flächen für Bahnanlagen und Bundesautobahnen. Die Darstellung definiert Suchräume auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Daten. Deren konkrete Eignung und Flächenzuschnitt muss in einem nachfolgenden Schritt durch kommunales Verwaltungshandeln verifiziert werden. Zu untersuchen sind hier vor allem die Übereinstimmung von Flächenwidmung und Realnutzung sowie lokale Verschattungssituationen und die topographische Eignung. Zudem muss der nach EEG vergütungsfähige Korridor zur Ermittlung konkreter Eignungsflächen angepasst werden, da keine räumlichen Daten zu Fahrbahn- oder Gleisbettbegrenzungen im Rahmen der Analyse vorlagen. Die Clearingstelle EEG gibt folgenden Hinweis zur Auslegung und Anwendung des §32 Abs.3 Satz1 Nr.4 EEG2009 und des §32 Abs.1 Nr.3c) EEG2012:

„1. ‘Autobahnen’ sind nur diejenigen Bundesfernstraßen, die gemäß § 2 FStrG als Bundesautobahnen gewidmet und/oder als Autobahnen mit den nach StVO vorgeschriebenen Schildern gekennzeichnet sind [.]

2. ‘Schienenwege’ sind alle aus Gleisbett und Schienensträngen bestehenden Fahrbahnen für Schienenfahrzeuge [.]

3. Den ‘äußeren Rand der befestigten Fahrbahn’ bildet bei Autobahnen das seitliche Ende der für den Kraftfahrzeugverkehr nutzbaren Verkehrsfläche [.] Die nutzbare Verkehrsfläche ist die Hauptfahrbahn einschließlich des Seitenstreifens, der Beschleunigungs- und Verzögerungsstreifen der Anschlussstellen sowie die Anschlussstellen selbst. Von den Verkehrsflächen der Nebenbetriebe wie etwa Raststätten zählt die der Hauptfahrbahn am nächsten liegende durchgehende Fahrbahn (sog. Durchfahrgasse) zur Fahrbahn [.]

4. Bei Schienenwegen stellt das seitliche Ende des Gleisbetts den ‘äußeren Rand der befestigten Fahrbahn’ dar [.]

5. ‘In einer Entfernung bis zu 110 Metern’ liegen alle Punkte der längs eines Schienenweges oder einer Autobahn gelegenen Fläche, die in Luftlinie nicht weiter als 110 Meter vom nächstgelegenen Punkt des äußeren Randes der befestigten Fahrbahn der Autobahn bzw. des Schienenweges entfernt sind [.] ‘Längs’ des Verkehrsweges liegen nur solche Punkte, die sich auf einer senkrecht (d. h. im rechten Winkel) zum Schienenweg bzw. zur Autobahn verlaufenden Linie befinden [.]

6. Nach Entwidmung bzw. endgültiger Nutzungsaufgabe des jeweiligen Verkehrsweges liegt keine ‘Autobahn’ bzw. kein ‘Schienenweg’ im Sinne der Regelung mehr vor [.]

7. Maßgeblicher Zeitpunkt für das Vorliegen der flächenbezogenen Voraussetzungen ist der Zeitpunkt der Errichtung der Solarstromanlagen. Ändert sich zu einem späteren Zeitpunkt der Verlauf des Verkehrsweges, lässt dies den Vergütungsanspruch nicht entfallen [.]<sup>37</sup>

---

<sup>37</sup> Quelle: Clearingstelle EEG 2011: Hinweis zu dem Thema „PV-Anlagen innerhalb eines Abstandes von 110 Metern zu Autobahnen oder Schienenwegen“



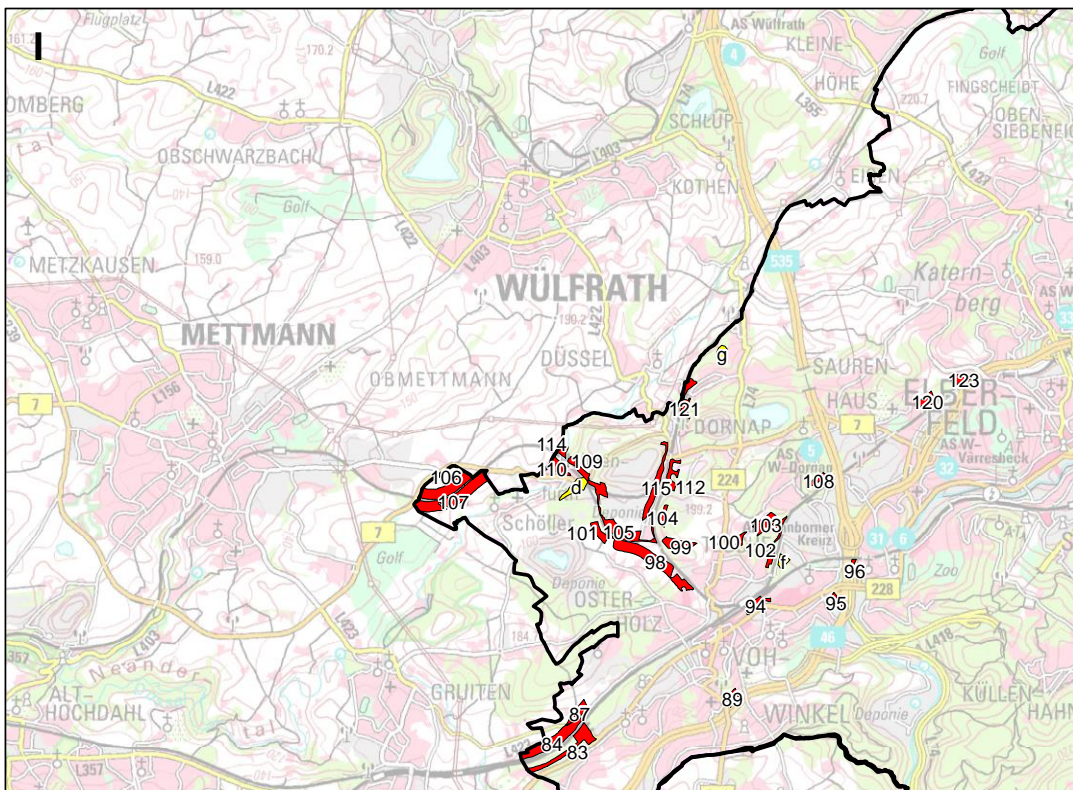
Der Formulierung des EEG § 32 (1) 3. c) „gemessen vom äußeren Rand der befestigten Fahrbahn“ findet sich identisch im Bundesfernstraßengesetz (FStrG) in § 9, in dem die Anbauverbotszone bis 40 m und die Anbaubeschränkungszone bis 100 m geregelt sind.

Die Deponiegrundflächendaten aller drei bergischen Städte liegen ebenfalls vor und können somit für Freiflächenanlagen berücksichtigt werden.

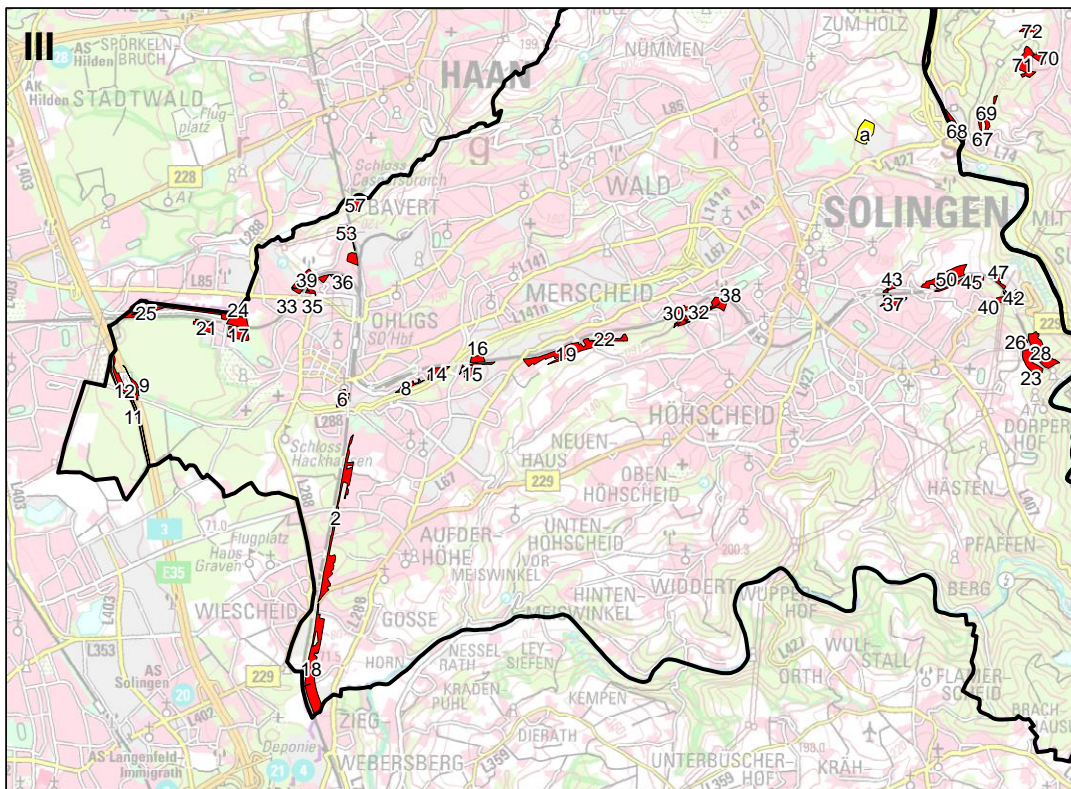
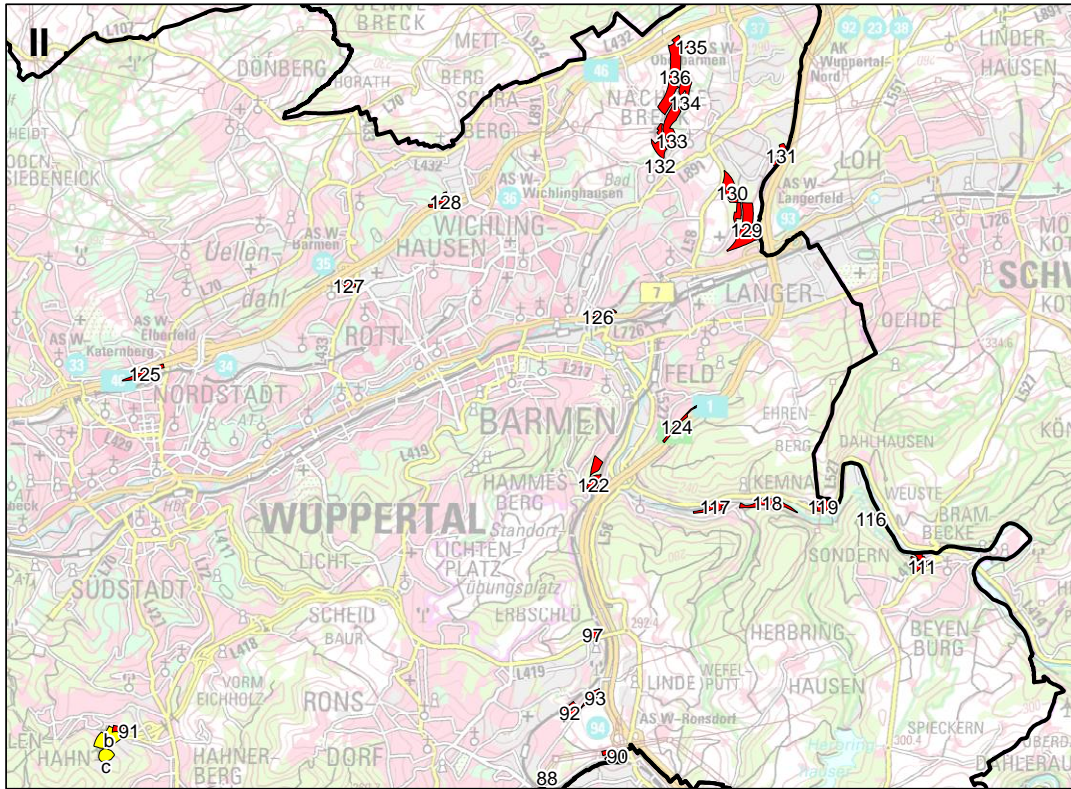
Hinweis: Die für Remscheid ausgewiesene Deponiefläche bezieht sich auf die ehemalige Deponie an der Solinger Straße. Bislang ist im Rahmen der Nachfolgenutzung auf der Fläche vor allem eine freizeitbezogene Nutzung vorgesehen. Daneben soll ein "Lehrpfad für regenerative Energien" inklusive Solarfeld entstehen. Die in den Deponieflächendaten enthaltene Deponie Lüntenbeck in Wuppertal wird seitens der lokalen Stadtverwaltung nicht als Entwicklungsfläche für Freiflächenanlagen gesehen. Als Potenzial wird sie jedoch weiterhin berücksichtigt.

Auf Grund eines verhältnismäßig hohen Aufwandes zur Sicherung von Freiflächenanlagen (Einzäunung, Überwachung) und zur Netzanbindung werden vereinfachend nur Flächen größer 1 ha betrachtet. Die Anlagen müssen üblicherweise aufgeständert und nach Süden ausgerichtet werden. Dadurch kann maximal die Hälfte der Grundfläche als Maß für die installierbare Modulfläche herangezogen werden.

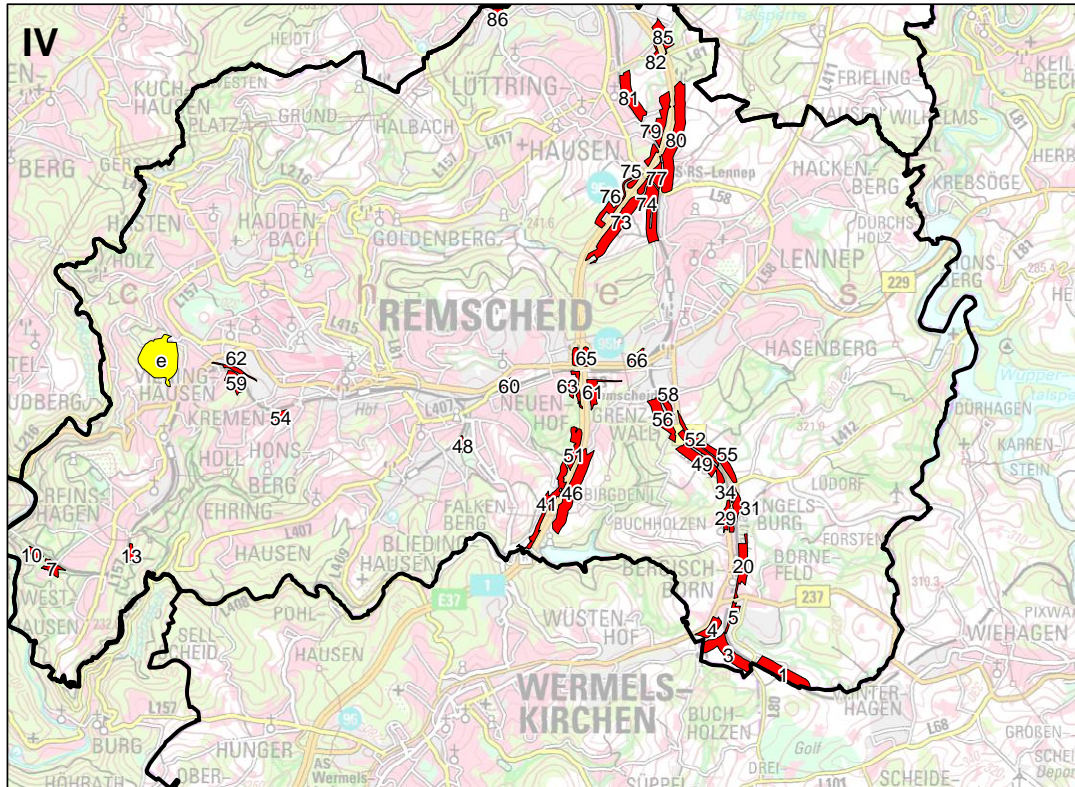
Die nachfolgenden Grafiken stellen für Remscheid, Solingen und Wuppertal das Ergebnis der durchgeführten Potenzialflächenanalyse dar. Die einzelnen Flächengrößen sind der sich unter den Grafiken befindenden Tabelle mittels numerischer Zuordnung zu entnehmen.











Potenzialflächen für Freiflächen-Photovoltaikanlagen										
Bahn / BAB	Hektar	Stadt		Bahn / BAB	Hektar	Stadt	Bahn / BAB	Hektar	Stadt	
1	9,1	RS		54	1,6	RS	107	12,8		W
2	10,8	SG		55	7,4	RS	108	1,5		W
3	10	RS		56	6,5	RS	109	2,3		W
4	3,7	RS		57	1,9	SG	110	3,3		W
5	2,5	RS		58	2,1	RS	111	1,1		W
6	2,3	SG		59	3,9	RS	112	3		W
7	2,6	RS		60	1,2	RS	113	1		W
8	1,5	SG		61	4,4	RS	114	1,5		W
9	1	SG		62	1,6	RS	115	5,5		W
10	1,5	RS		63	3,7	RS	116	1		W
11	1,9	SG		64	1,7	RS	117	2,4		W
12	2,7	SG		65	1,7	RS	118	4,1		W
13	1,7	RS		66	2	RS	119	2,2		W
14	2,4	SG		67	1,3	W	120	2,3		W
15	2,3	SG		68	2,4	W	121	3,1		W
16	1,4	SG		69	2,2	W	122	4,3		W
17	3,3	SG		70	1,6	W	123	2,2		W
18	13,4	SG		71	4,4	W	124	1,5		W
19	9,4	SG		72	1,2	W	125	2,1		W
20	6,3	RS		73	22,8	RS	126	1,2		W
21	2,6	SG		74	1,2	RS	127	1,3		W
22	2	SG		75	1,1	RS	128	1,6		W
23	3,9	SG		76	4,3	RS	129	10,2		W
24	3	SG		77	3,4	RS	130	6		W
25	5,6	SG		78	1,7	RS	131	1,9		W
26	1,1	SG		79	7,6	RS	132	3,3		W
27	1,3	RS		80	18,5	RS	133	7		W
28	6,7	SG		81	8,2	RS	134	3		W
29	2,4	RS		82	1	RS	135	1		W
30	1,7	SG		83	7,5	W	136	11,8		W
31	2,2	RS		84	9,9	W	Summe	521,2		
32	5,7	SG		85	4,7	RS				
33	1,5	SG		86	1,1	W				
34	1,4	RS		87	2,6	W	<b>Deponien Index</b>	<b>Hektar</b>		
35	1,7	SG		88	1,2	W	a	4,8		SG
36	2,3	SG		89	1,8	W	b	6,3		W
37	2,3	SG		90	2,5	W	c	2,4		W
38	1,3	SG		91	1,1	W	d	3,7		W
39	2,1	SG		92	2,6	W	e	21,3		RS
40	1,1	SG		93	2,1	W	f	1,5		W
41	8,2	RS		94	2,4	W	g	1,7		W
42	1,3	SG		95	1,4	W	Summe	41,7		
43	1,1	SG		96	1	W				
44	1,6	SG		97	1,1	W				
45	3,8	SG		98	13,8	W				
46	14,3	RS		99	4,6	W				
47	1,1	SG		100	1,2	W				
48	1,2	RS		101	2,5	W				
49	8,6	RS		102	3,2	W				
50	6,5	SG		103	4	W	RS = Remscheid			
51	5,3	RS		104	1,3	W	SG = Solingen			
52	3,5	RS		105	10,3	W	W = Wuppertal			
53	2,1	SG		106	8,9	W				



### 11.3 Anhang III: Tabellarische Übersicht der definierten Tabuflächen und Abstände für die Windkraftnutzung

Schutzgüter	Puffer	Begründung	Quelle
<b>Mensch</b>			
Wohnbauflächen	500 m	TA Lärm, Bundesverband Windenergie e.V.	WEE 2011 3.2.4.3, 5.2.1.1 Vorschlag
Gemeinbedarfsflächen	500 m	TA Lärm, Bundesverband Windenergie e.V.	WEE 2011 3.2.4.3, 5.2.1.1 Vorschlag
Mischgebiete	500 m	TA Lärm, Bundesverband Windenergie e.V.	Vorschlag
Dorfgebiete	500 m	TA Lärm, Bundesverband Windenergie e.V.	Vorschlag
Grünflächen	500 m	TA Lärm, Bundesverband Windenergie e.V.	WEE 2011 3.2.4.3, 5.2.1.1 Vorschlag
Sonderbauflächen	500 m	TA Lärm, Bundesverband Windenergie e.V.	Vorschlag
Gewerbeflächen	100 m	baulicher Mindestabstand	Vorschlag
Wohnnutzung in GE/GF-Gebieten	100 m	baulicher Mindestabstand	Vorschlag
Wohnnutzung im Außenbereich	500 m	Abstand bestätigt durch VGH Kassel, Urteil 1101/1 17.3.2011 - 4 C 883/10.N	Vorschlag, sonst Einzelfallprüfung notwendig
Bereiche für Einrichtungen des Hochschulwesens, des Krankenhauswesens und für bes. öff. Zwecke	berücksichtigt		
Freizeit und Erholungsschwerpunkte	berücksichtigt		
Erholungsbereiche	berücksichtigt		
<b>Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt</b>			
Wald	kein Puffer, Potenzialflächen		
Wald, besonders wertvoll	keine Daten		
Naturschutzgebiet	300 m	Pufferzone in Abhängigkeit von den Erhaltungszielen und dem Schutzzweck des Gebietes. Sofern die Gebiete insbesondere dem Schutz von Fledermausarten oder europäischen Vogelarten dienen sowie bei europäischen Vogelschutzgebieten i.d.R. 300 m Abstand	WEE 2011 1 8.1.4, 8.2.1.2, sonst Einzelfallprüfung notwendig
Naturdenkmal	300 m	siehe Naturschutzgebiete	WEE 2011 1 8.1.4, 8.2.1.2, sonst Einzelfallprüfung notwendig
FFH und Vogelschutz	300 m	artbezogen	fächliche Empfehlungen LAG-VSW 2007, i.d.R. 300 m, sonst Einzelfallprüfung notwendig
Lebensraum bedrohter Arten	keine Daten		
geschützte Landschaftsbestandteile	keine Berücksichtigung		
windkraftempfindliche Arten und EU-Recht	keine Daten		
<b>Boden</b>			
Geotope	keine Daten		
<b>Wasser</b>			
Gewässer 2. Ordnung & Gewässerrandstreifen im Außenbereich	berücksichtigt		WEE 2011 8.2.1.6
Gewässer 1. Ordnung und stehendes Gewässer >5ha	50 m	An fließenden Gewässern 1. Ordnung sowie an stehenden Gewässern >5ha, von dem die höhere Landschaftsbehörde im Einzelfall eine Ausnahmegenehmigung erteilen kann.	§ 57 LG
Wasserschutzzone I, Heilquellenschutzgebiet	kein Puffer	Errichtung hier unzulässig	WEE 2011

Schutzgüter	Puffer	Begründung	Quelle
<b>Infrastruktur</b>			
BAB	40 m	Abstand von 1,5 x (Rotordurchmesser + Nabenhöhe) Bei Abständen kleiner als 100 m ist Zustimmung der obersten Landesstraßenbaubehörde erforderlich	WEE 2011 8.2.4 § 9 FStrG
Bundesstrasse	20 m	Bei Abständen kleiner als 40 m ist Zustimmung der obersten Landesstraßenbaubehörde erforderlich	WEE 2011 8.2.4 § 9 FStrG
Land- und Kreisstraße	40 m	Bei Abständen bis zu 40 m ist Zustimmung der Straßenbaubehörde erforderlich.	§ 25 StrWG NRW
Bahnstrecken	40 m	Abstand von 1,5 x (Rotordurchmesser + Nabenhöhe) Bei Abständen kleiner als 100 m ist Zustimmung der obersten Landesstraßenbaubehörde erforderlich	WEE 2011 8.2.4 § 9 FStrG
Flughafen	nicht vorhanden		
Flugplatz	nicht vorhanden		
Bundeswasserstraße	im UG nicht enthalten		
Militär	nicht vorhanden		
Gasleitung	5 m		Vorschlag
Wasserleitung	berücksichtigt		
oberflächennahe Bodenschätze	keine Daten		
Freileitungen	100 m	Für Freileitungen aller Spannungsebenen gilt, dass bei ungünstiger Stellung des Rotors die Blattspitze nicht in den Schutzstreifen der Freileitung ragen darf. Rotordurchmesser + Schutzstreifenbreite	WEE 2001 8.1.2 Vorschlag
Sendeanlagen	200 m	Hohe der höheren Anlage (bei Windenergieanlagen einschließlich Rotorradius) max. Gesamthöhe einer onshore-Anlage 200m	WEE 2011 8.1.3 Vorschlag
Richtfunk	50 m	Kein Teil der Windenergieanlage darf (die vorhandene) Richtfunkstrecke unterbrechen. Allerdings werden Beeinträchtigungen des Rundfunkempfangs vom Schutzbereich des § 35 Abs. 3 Satz 1 Nr. 8 BauGB nicht erfasst.	WEE 2011 5.2.2.3
militärische Hadaranlagen	nicht vorhanden		
landesweit bedeutsame Kulturlandschaftsbereiche	kein Puffer		

## 11.4 Anhang IV: Windpotenzialflächen der Stadt Remscheid, Solingen und Wuppertal

