



Klimaschutzteilkonzept zur Erschließung der Erneuerbaren-Energien-Potenziale in der Stadt Meppen

Das Klimaschutzteilkonzept der Stadt Meppen wurde durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert.

Förderkennzeichen 03KS1581

Auftraggeber

Stadt Meppen
Der Bürgermeister
Ansprechpartner Baudirektor Dieter Müller
Markt 43
49716 Meppen

Auftragnehmer

Niedersächsische Landgesellschaft mbH
Arndtstraße 19
30167 Hannover
www.nlg.de

Bearbeiter

Stefan Engelhardt
Stephan Baering
Karin Binnewies
Agnieszka Paschek
Sabine Schröder

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
1.1	Zielsetzung.....	5
1.2	Vorgehensweise.....	6
2	Zusammenfassung und Ausblick.....	6
3	Erneuerbare Energien	8
3.1	Wind.....	9
3.2	Wasser.....	10
3.3	Biomasse	11
3.4	Sonnenenergie.....	15
3.5	Geothermie	16
4	Betrachtung der Energieverbräuche.....	19
4.1	Stromverbrauch 2008 – 2010.....	19
4.2	Wärmeverbrauch 2008 – 2010.....	21
5	Ermittlung der kommunalen Potenziale zur CO ₂ -Minderung.....	23
5.1	Stromproduktion aus erneuerbaren Energien	23
5.2	Flächenbestand in Meppen.....	25
5.3	Potenzial Windenergie	26
5.4	Potenzial Wasserkraft	28
5.5	Potenzial Biomasse.....	29
5.6	Potenzial Solarenergie.....	33
5.7	Potenzial Geothermie.....	35
6	Bereits durchgeführte Maßnahmen zur CO ₂ Emissionsminderung.....	39
7	Maßnahmenvorschläge aus den Arbeitskreisen.....	41
8	Literatur	54

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Potenziale erneuerbarer Energien (eigene Darstellung).....	4
Abb. 2: Erneuerbare Energien und deren Energiewandlung.....	8
Abb. 3: Konstruktionsprinzipien von Windkraftanlagen	9
Abb. 4: Funktionsweise eines Laufwasserkraftwerks.....	10
Abb. 5: Systematik der Umwandlungsschritte und Prozesse zur Erzeugung von Wärme und Strom aus fester Biomasse, (nach Fichtner 2000)	12
Abb. 6: Nutzung von aufbereitetem Biogas (Bioerdgas) und Biorohgas (Darstellung NLG)	14
Abb. 7: Kombinierte solare Raum- und Warm- wasserheizung mit Zweispeichersystem	16
Abb. 8: Zweikreissystem zur Warmwasser-bereitung (BINE 2008, S. 2)	16
Abb. 9: Die Nutzung von Erdwärme im Vergleich: links drei „tiefe“, rechts drei „oberflächennahe“ Nutzungsarten (Quelle LFU 2010, S. 2).....	18
Abb. 10: Anteil der Sektoren am Stromverbrauch (Darstellung NLG).....	19
Abb. 11: Stromverbrauch in den Jahren 2008 bis 2010	20
Abb. 12: CO ₂ -Emissionen beim Stromverbrauch (Darstellung NLG).....	20
Abb. 13: Anteil der Sektoren am Erdgasverbrauch (NLG eigene Darstellung) ...	21
Abb. 14: Wärmeverbrauch (Erdgas) von 2008 – 2010 (Darstellung NLG)	21
Abb. 15: CO ₂ -Emissionen beim Wärmeverbrauch 2008 - 2010	22
Abb. 16: EEG-Strom in Meppen am 23.05.2012, energymap.....	23
Abb. 17: Ausbau erneuerbarer Energien seit 1999 (MWh), energymap	24
Abb. 18: Flächennutzung in der Stadt Meppen	25
Abb. 19: Fließgewässer im Stadtgebiet Meppen (Quelle: http://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/)	29
Abb. 20: Standortkonzept Biomasseanlagen 95. FNP-Änderung	33
Abb. 21: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren für eine Einbautiefe von 1,2 – 1,5	36
Abb. 22: Bereits durchgeführte Bohrungen in Meppen	37
Abb. 23: Siebzehn Bohrungen mit unterschiedlichen Tiefen südwestlich von Meppen.....	38
Abb. 24: Temperaturen in einer Tiefe von 1300 Meter.....	38

1 Einführung

Umweltfreundliche Energieversorgung umfasst zum Einen die Reduktion des Energieverbrauchs und zum Anderen die Möglichkeit, Strom und Wärme klimafreundlich zu erzeugen. Dies ist bei der dezentralen Energieversorgung gegeben, wenn die erneuerbare Energieerzeugung wirkungsvoll in urbanen Räumen eingesetzt wird. Leider wird ihre Einbettung in die vorhandene Infrastruktur, in die vorhandene und künftige Verbraucherstruktur sowie in das Stadtbild immer noch zu selten praktiziert. Dabei verfügen Städte und Gemeinden über ein hohes oft noch unentdecktes Potenzial an „energetischen Nutzflächen“ die zur Erzeugung erneuerbarer Energien im räumlichen Bestand genutzt werden können. Hierzu zählen neben Freiflächen und Stadtbrachen auch Fassaden- und Dachflächen, der Erdboden und die Wasserläufe.

Erneuerbare Energien bleiben im Gegensatz zu fossilen Energieträgern kontinuierlich verfügbar, die Nutzung erneuerbarer Energien ist abgesehen von der Energie zur Herstellung und Wartung der Anlagen CO₂-frei. Erneuerbare Energien sind Ressourcen, deren Vorräte nicht durch Lagerstätten begrenzt sind, sondern ständig nachgeliefert oder neugebildet werden. Zu ihnen gehören Wasserkraft einschließlich der Wellen-, Gezeiten-, Salzgradienten- und Strömungsenergie, Windenergie, solare Strahlungsenergie, Geothermie, Energie aus Biomasse einschließlich Biogas, Deponiegas und Klärgas sowie aus dem biologisch abbaubaren Anteil von Abfällen aus Haushalten und Industrie (vgl. Erneuerbare Energien-Gesetz EEG §3 Nr. 3). Die Nutzung erneuerbarer Energien verursacht wesentlich weniger Treibhausgasemissionen als die Nutzung fossiler Rohstoffe. Daher trägt der Einsatz erneuerbarer Energien nicht nur zur Schonung fossiler Ressourcen und zur Erhöhung der Versorgungssicherheit bei, sondern wesentlich auch zur Erreichung der Klimaschutzziele Deutschlands. Aus erneuerbaren Energien lassen sich sowohl Strom als auch Wärme durch unterschiedliche Techniken herstellen.

Nutzung	Art der erneuerbaren Energie	Technik
Strom	Landwirtschaftliche Biomasse, Bioabfall	Vergasung (BHKW)
	Solarstrahlung	Photovoltaik
	Wind	Windrad
Wärme	Landwirtschaftliche Biomasse, Bioabfall	Vergasung (BHKW)
	Holz u. ä.	Verbrennung (Kessel)
	Erdwärme	direkt (Tiefengeothermie), ggf. Wärmepumpe
	Solarstrahlung	Solarthermische Anlage
	Abwärme (Industrie, Abwasser)	direkt, ggf. Wärmepumpe

Abb. 1: Potenziale erneuerbarer Energien (eigene Darstellung)

Die Nutzung dieser Energien wird vom Bund mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz und der Einspeisevergütung sowie dem EEWärmeG besonders gefördert.

Mit der intelligenten Steuerung von Stromnetzen (Smart Grids) kann die Verfügbarkeit der regenerativen Energiequellen im Netz verlässlich gestaltet werden. Theoretisch können sich dezentral und breit gestreute Erneuerbare-Energien-Anlagen gegenseitig stützen, indem z.B. durch eine intelligente Steuerung bei fehlender Energie durch Wind oder fehlender Sonne der Bedarf durch Biogasanlagen gedeckt wird.

Die Betrachtung des Bereichs „Potenziale erneuerbarer Energien“ wurde im Rahmen dieses Teilkonzeptes vertieft.

1.1 Zielsetzung

Der Anteil der erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch liegt im Bundesdurchschnitt bei etwa 17 % (UBA, 03/2011) bzw. 19 % (www.energymap.info, 05/2012) und soll bis zum Jahr 2020 auf 30 % erhöht werden. Nach der Datenerhebung der Bundesnetzagentur¹ liegt in Meppen die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bereits bei 40 % (Stand Mai 2012) und damit weit über dem Bundesdurchschnitt und über dem Ziel der Bundesregierung für 2020.

Dennoch ist es das erklärte Ziel der Stadt, weitere Potenziale zu erfassen und alsbald zu erschließen, um den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen in Meppen weiter zu senken.

Das Klimaschutzteilkonzept zur „Erschließung der vorhandenen Erneuerbare-Energien-Potenziale“ untersucht für das Gebiet der Stadt Meppen, welche erneuerbaren Energieträger verfügbar und unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit wirtschaftlich nutzbar sind.

¹ s. Internetportal www.energymap.info, der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e. V. (DGS), basiert auf die Datenerhebung der Bundesnetzagentur (Übermittlung der Daten der EEG-Jahresendabrechnungen durch Anlagenbetreiber, Netzbetreiber und Stromlieferanten).

1.2 Vorgehensweise

Erneuerbare Energien sind neben Energiesparen und Energieeffizienz die zentrale Säule eines nachhaltigen Energiesystems. Daher werden für die Erreichung der Klimaziele in Meppen die theoretischen Potenziale der erneuerbaren Energien ermittelt und unter Berücksichtigung eines schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen und den Belangen des Naturschutzes geprüft.

Bei der Entwicklung des Konzeptes wurden betroffene Akteure und Entscheidungsträger einbezogen, um die verschiedenen wirtschaftlichen und sozialen Interessen vor Ort in Ausgleich zu bringen. Die entsprechenden Arbeitskreise haben zwei Mal getagt. Die Ergebnisse der Arbeitskreissitzungen wurden mit dem Klimaschutzkomitee und den Entscheidungsträgern der Stadt Meppen konferiert. Das Ergebnis des Abstimmungsprozesses wurde als Maßnahmenkatalog verfasst und dient als eine strategische Entscheidungshilfe für zukünftige Projekte oder Entwicklungsmaßnahmen im energetischen Bereich.

2 Zusammenfassung und Ausblick

Bereits zum augenblicklichen Zeitpunkt wird in der Stadt Meppen mehr EEG – Strom erzeugt als von der Bundesregierung für das Jahr 2020 als Ziel vorgegeben wurde. Die ca. 730 Solaranlagen, 21 Windkraftanlagen und 21 Biomasse(Biogas)anlagen produzieren derzeit etwa 100.500 MWh/Jahr was einen Deckungsbeitrag von 40% bedeutet. Als Ziel der Bundesregierung für 2020 sind 35 % EEG – Strom festgelegt.

Dieser hohe Deckenanteil soll in den kommenden 8 Jahren sogar noch um 20% aufgebaut werden und im Jahr 2020 dann 60 % betragen.

Die größten Potenziale zur Erreichung dieses ehrgeizigen Zieles bieten die Solar- und Windenergie. Aber auch die Nutzung von Biogas und Bioerdgas stellt eine weitere zentrale Komponente zur Steigerung bzw. zur Erschließung der regionalen Erneuerbaren Energieträger dar. Flächenbedingt sind zwar keine oder nur bedingt weiteren Biomasseanlage im Stadtgebiet von Meppen möglich, aber die Wärmenutzung der vorhandenen Biogasanlagen kann weiter voran getrieben werden und so einen bedeutenden Anteil zur Nutzung der Erneuerbaren Energieträger darstellen.

Die Nutzung von Bioerdgas, aufbereitetes Biorohgas, stellt eine weitere zentrale Komponente für die klimaschonende Energieversorgung in der Stadt Meppen dar. Das Bioerdgas wird im virtuellen Biogashandel dem Verteilnetz entnommen und an exponierter Örtlichkeit verstromt und die Wärme genutzt. Als Standort bietet sich jede Wärmesenke an. Für die Wärmedistribution wäre ein komplettes Wärmenutzungskonzept für die Stadt Meppen sinnvoll und hilfreich.

Die Nutzung von Wasserkraft und Geothermie stellt ebenfalls ein Energiepotenzial dar, welches allerdings als eher untergeordnet anzusehen ist und, aufgrund der Tatsache, dass es sich hierbei in erster Linie um Individualnutzung und -anlagen handelt, grundsätzlich schwieriger steuerbar. Aber auch diese Energieträger sind ein wichtiger Beitrag für den Erneuerbaren Energiemix.

Folgende weiterführende Maßnahmen zum weiteren Ausbau der Erneuerbaren-Energien-Potenziale sind in den Arbeitskreisen und in den Gremien der Stadt Meppen benannt worden:

Biomasse

„Einrichtung eines „Runden Tisches“ mit Betreibern von Biogasanlagen zur Frage optimierter Wärmenutzungskonzepte“

Fortsetzung einer Projektstudie gemeinsam mit der Fa. Klasman-Deilmann GmbH zur Frage der Wirtschaftlichkeit von KUP-Brennstoffen als Alternative in einer der städtischen Heizzentralen.

Solarenergie

Erfassung/ Kartierung der vorhandenen und möglichen Flächen für Photovoltaik.

Windenergie

Entwicklung weiterer Flächen für Windkraftanlagen im Stadtgebiet. Es wird empfohlen, für die Sicherung der Flächen für Anlagen der Windenergie alsbald in die entsprechende Planung einzutreten.

In diesem Zusammenhang wird eine Neuabwägung des vorgenommenen Ausschlusses weiterer Windenergieanlagen über die Anlagen im Windpark Teglingen/ Helte (Sonderbaufläche/ Nutzung Sondergebiet Windkraft) hinaus im Stadtgebiet anempfohlen, da dort bisher kein Potenzial (Repowering) besteht, die produzierbare Menge an Strom aus Windkraft im Stadtgebiet zu erhöhen.

Energiegenossenschaften

Eine Beförderung der örtlichen Energieversorgung aus erneuerbaren Energien durch z. B. Energiegenossenschaften.

3 Erneuerbare Energien

Bevor die Entwicklung der Nutzung erneuerbarer Energien in Meppen dargestellt wird, werden im Folgenden kurz die verschiedenen regenerativen Energiequellen im Einzelnen erläutert.

Unter den erneuerbaren Energien ist eine Vielzahl an Energieträgern und Erscheinungsformen mit unterschiedlichen energetischen und technischen Eigenschaften sowie ökonomischen Implikationen vertreten. Diese Energien bestehen dank der einstrahlenden Energie der Sonne, dem radioaktiven Zerfall im Erdinneren oder der Planetengravitation. Dabei weichen die vorhandenen Energiemengen extrem voneinander ab. Demnach nimmt die solare Strahlung mit 99,9 % den größten Anteil ein, gefolgt von der Erdwärme mit 0,02 % und der drittgrößten Quelle – der Gezeitenenergie mit lediglich 0,002 %. Dieser Gegenüberstellung zeigt deutlich, dass die erneuerbaren Energien überwiegend auf die solare Einstrahlung zurückzuführen sind. Somit werden neben der solarthermischen- und photovoltaisch nutzbaren Energie auch Windenergie, Wasserkraft und Biomasse indirekt durch sie bereitgestellt (Abb. 2) (vgl. Jensen 2010, S. 11-15).

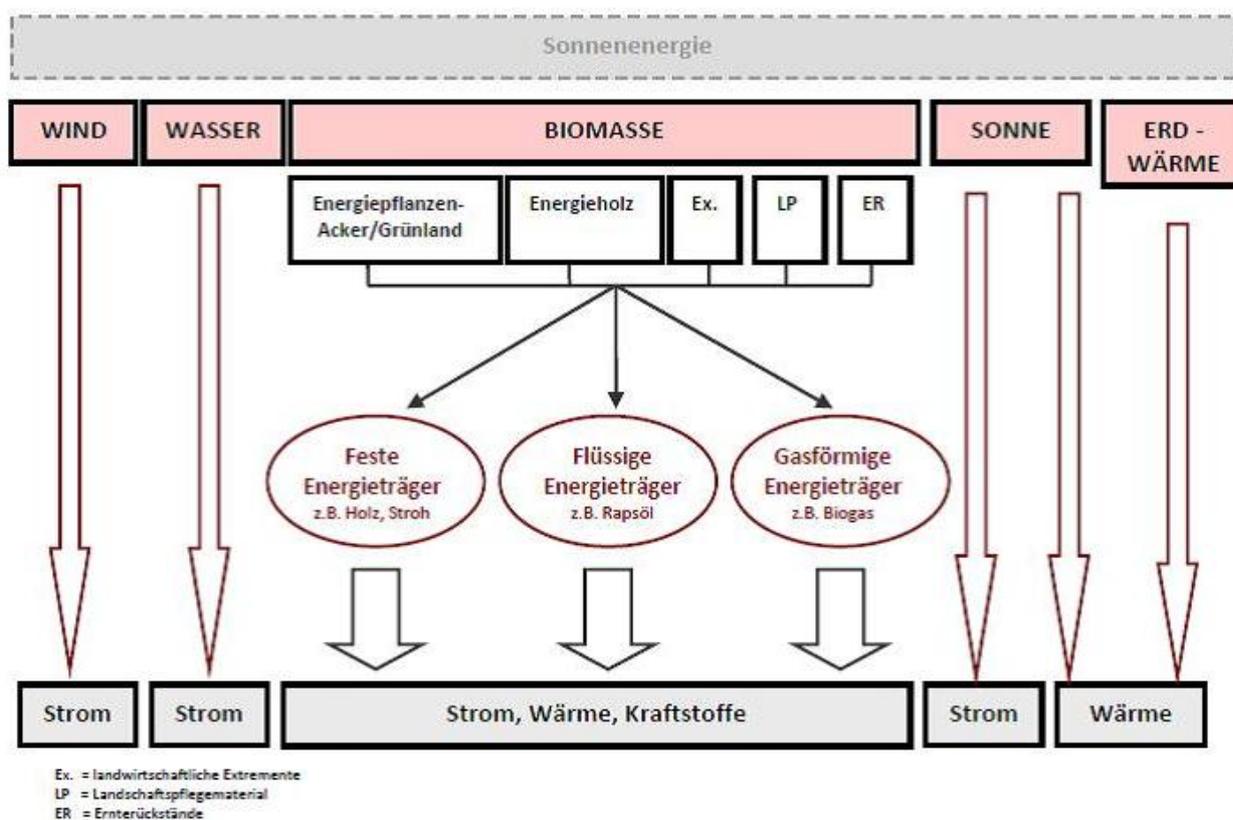


Abb. 2: Erneuerbare Energien und deren Energiewandlung (Quelle: K-M 2005, S.13, ergänzt)

3.1 Wind

In den letzten 20 Jahren hat sich die Nutzung der Windenergie in Deutschland sehr dynamisch entwickelt. In dem Erneuerbare-Energien-Mix hält sie aktuell den größten Anteil bei der Produktion des Stroms bereit. Bei der Energie aus Windkraft handelt es sich um das Umwandeln der kinetischen Energie des Windes durch dynamische Auftriebskräfte an den Rotorblättern einer Windkraftanlage. Wenn mindestens drei oder mehr Windenergieanlagen in räumlichem Bezug zueinander stehen, spricht man von einem Windenergiepark. Der von den Windkraftanlagen erzeugte Strom kann im Inselbetrieb oder im Netzbetrieb genutzt werden. Beim Inselbetrieb besteht keine Verbindung zum Netz der öffentlichen Stromversorgung (z.B. bei der Versorgung von abgelegten Wochenendhaus Siedlungen oder Einzelgehöften). Beim Netzbetrieb sind die Windenergieanlagen an das öffentliche Stromversorgungsnetz angeschlossen.

Der Betrieb der Windkraftanlagen beruht auf einer etablierten und erprobten Technik. Es gibt zwei integrierte Konstruktionsprinzipien, die sich auf dem Deutschen Markt durchgesetzt haben: Anlagen mit Getriebe und getriebe lose Anlagen. Deren Funktionsweise ist in der Abbildung 3 dargestellt. Moderne Windräder haben meist eine Leistung von 2 bis 2,5 Megawatt und produzieren jährlich Strom für rund 1.400 Haushalte (ca. 4,5 MWh). Damit kann die Windenergie einen hohen Beitrag zur Energieunabhängigkeit (Stromproduktion) leisten.

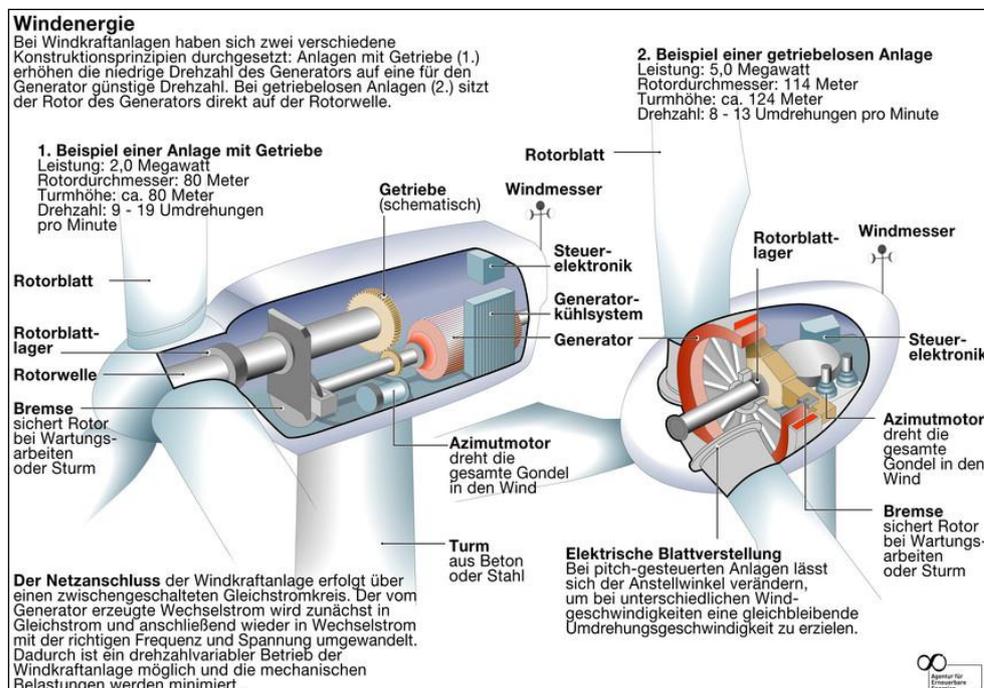


Abb. 3: Konstruktionsprinzipien von Windkraftanlagen (Agentur für Erneuerbare Energien)

Inwieweit die Windenergie vor Ort genutzt werden kann, hängt zum einen von der standortbezogenen Windhöffigkeit und zum anderen von den rechtlichen Festlegungen einer Region ab. Kommunen und die Träger der Regionalplanung gestalten

ten die Entwicklung von Energiestandorten in Regionalplänen, Flächennutzungs- und Bebauungsplänen. Im Rahmen dieser Pläne steuern sie das Zulassungsrecht von Windenergieprojekten.

3.2 Wasser

Wasserkraftanlagen liefern bereits seit über 100 Jahren zuverlässig Strom. Große Anlagen mit bis zu 150 Megawatt Leistung werden in der Regel von großen Stromversorgern betrieben. Ein Ausbaupotenzial besteht in Deutschland vor allem im Rahmen der Modernisierung bestehender Anlagen.

Kleinere Wasserkraftwerke werden meistens von Stadtwerken, mittelständischen Betrieben und Privatleuten betrieben. Für solche Anlagen reichen bereits kleine Flussläufe mit relativ geringer Fließgeschwindigkeit aus, um Energie zu produzieren. Die Kommunen haben Einfluss auf die Errichtung neuer Anlagen oder Modernisierung bestehender Anlagen im Rahmen der Genehmigungsverfahren, bei denen das Wasser- und Naturschutzrecht eine zentrale Rolle spielen.

Der überwiegende Teil der deutschen Speicherkraftwerke ist der Sonderform Pumpspeicherwerk zuzuordnen. Eine weitere Variante sind Laufwasserkraftwerke in denen Strom durch Wasserdurchfluss bei geringer Fallhöhe kontinuierlich erzeugt wird. In der folgenden Grafik (Abb.4) wird die Funktionsweise eines Laufwasserkraftwerks dargestellt.

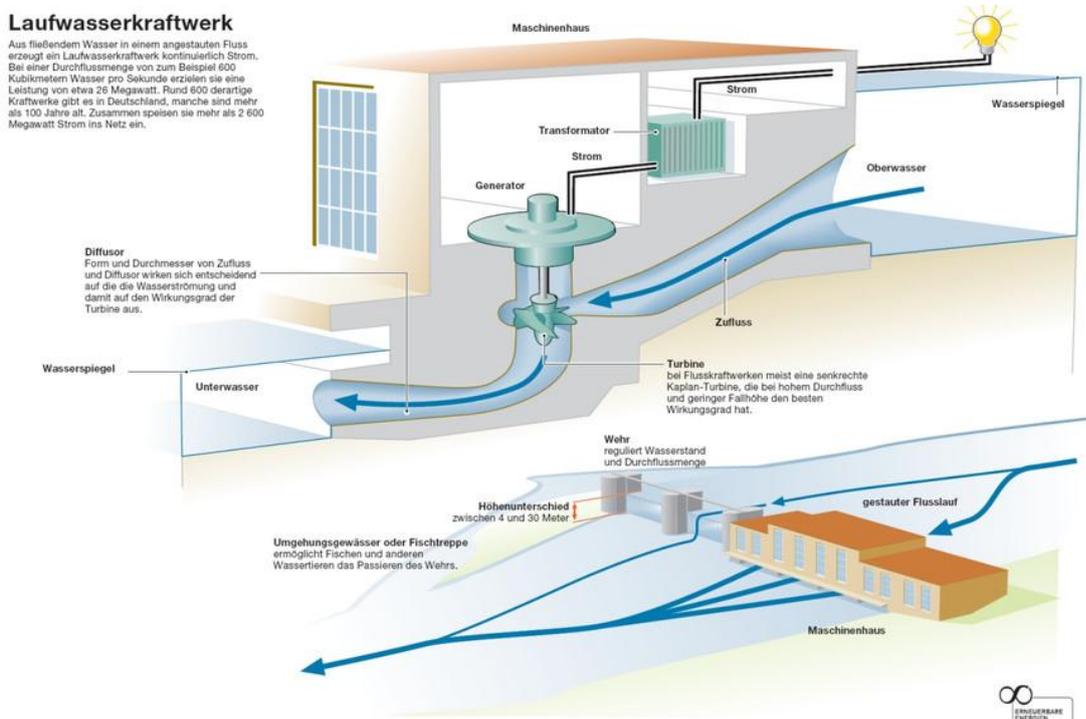


Abb. 4: Funktionsweise eines Laufwasserkraftwerks (Agentur für Erneuerbare Energien)

3.3 Biomasse

Holz als Energieträger wird wieder häufiger zur Wärmeerzeugung eingesetzt. Dabei gibt es viele Arten von Brennholz und holzartigen Brennstoffen. Man unterscheidet u. a. Durchforstungs- und Waldrestholz; Landschaftspflegeholz (Grünschnitt); Holznebenprodukte und Holzabfälle und Holz aus Kurzumtriebsplantagen (KUP).

Das bei der Durchforstung anfallende Schwachholz und Waldrestholz eignet sich zur Produktion von Hackschnitzeln oder Scheitholz, die für eine energetische Verwertung zur Verfügung stehen.

Das Landschaftspflegeholz (u. a. Pflegeschnittholz, Straßenbegleitholz, Baumschnitt aus Parks und Anlagen etc.), das eine Mischung aus reinem Holz, Rinde, Laub und Nadel ist, wird in der Regel zu Hackschnitzeln aufgearbeitet. Sein Heizwert ist im Vergleich zu dem sog. „weißen“ Hackschnitzeln (ausschließlich Holz ohne Rindenanteile) geringer. (FNR 2006, S. 12-13)

Die bei der industriellen Holzverarbeitung anfallenden Nebenprodukte (Sägemehl, Späne, Abschnitte etc.), das sog. Industrieholz, können zu Hackschnitzeln oder Pellets aufbereitet werden. Altholz (Altmöbel, Verpackungsmaterial, Holz aus Gebäudeabbrüchen, Renovierungen, etc.) kann wegen dessen Vorbelastung (Fremdstoffe wie Lack oder Imprägnierungsstoffe) nicht ohne weiteres für die Wärmergewinnung eingesetzt werden. (FNR 2006, S. 12-13)

In so genannten Kurzumtriebsplantagen werden schnellwachsende Hölzer, wie Pappeln oder Weiden gezielt angebaut. Eine extra angelegte Plantage kann meistens nach drei Jahren geerntet und das Holz für die Wärmergewinnung eingesetzt werden. (FNR 2006, S.13). Es wird dabei von Erträgen von 10 bis 15 t Trockenmasse pro Hektar ausgegangen.

Kurzumtriebsplantagen werden in Deutschland bisher auf ehemals anderweitig landwirtschaftlich genutzten Flächen nach dem „Gesetz zur Gleichstellung stillgelegter und landwirtschaftlich genutzter Flächen“ angelegt. Dieses ermöglicht ausdrücklich, Flächen für den Anbau von Kurzumtriebswäldern im Rahmen der Flächenstilllegung auszuweisen. Hierbei kann eine öffentliche Förderung stattfinden, falls diese Flächen den Forderungen an die Flächenstilllegung entsprechen. Außerdem „bleibt das Recht, diese Flächen nach Beendigung der Stilllegungsperiode in derselben Art und demselben Umfang wie zum Zeitpunkt vor der Stilllegung nutzen zu können, unberührt“, allerdings nur für 20 Jahre. (C.A.R.M.E.N)

Stroh zählt zu den Halmgutbrennstoffen. Ähnlich wie Holz steht es als trockener oder feuchter Brennstoff, als Stück- oder Hackgut zur Verfügung. Aus betrieblichen und wirtschaftlichen Gründen wird bei Stroh nur ein Teil seines Aufkommens einer energetischen Nutzung zugeführt.

In Bezug auf den Klimaschutz ist die Erzeugung von Strom und Wärme aus Biomasse eine besonders attraktive Form der Energieumwandlung. Man spricht hier von der CO₂-Neutralität, denn für die Bildung von Biomasse wird das Treibhausgas der Atmosphäre entzogen und später bei der Verbrennung oder Verrottung der Biomasse wieder in die Atmosphäre freigesetzt (BMU 2009, S. 98).

Die energetische Nutzung von Biomasse erfolgt durch Verbrennung oder Vergasung der jeweiligen Biomassefraktion. Die auf diesem Weg gewonnenen Energieträger (z.B. Dampf, Thermoöl, Abgas, Brenngas) werden im weiteren Schritt mit Hilfe unterschiedlicher Technologien in Wärme und Strom umgewandelt. Abb. 5 zeigt die Systematik der Umwandlungsschritte und Prozesse zur Erzeugung von Wärme und Strom aus Biomasse.

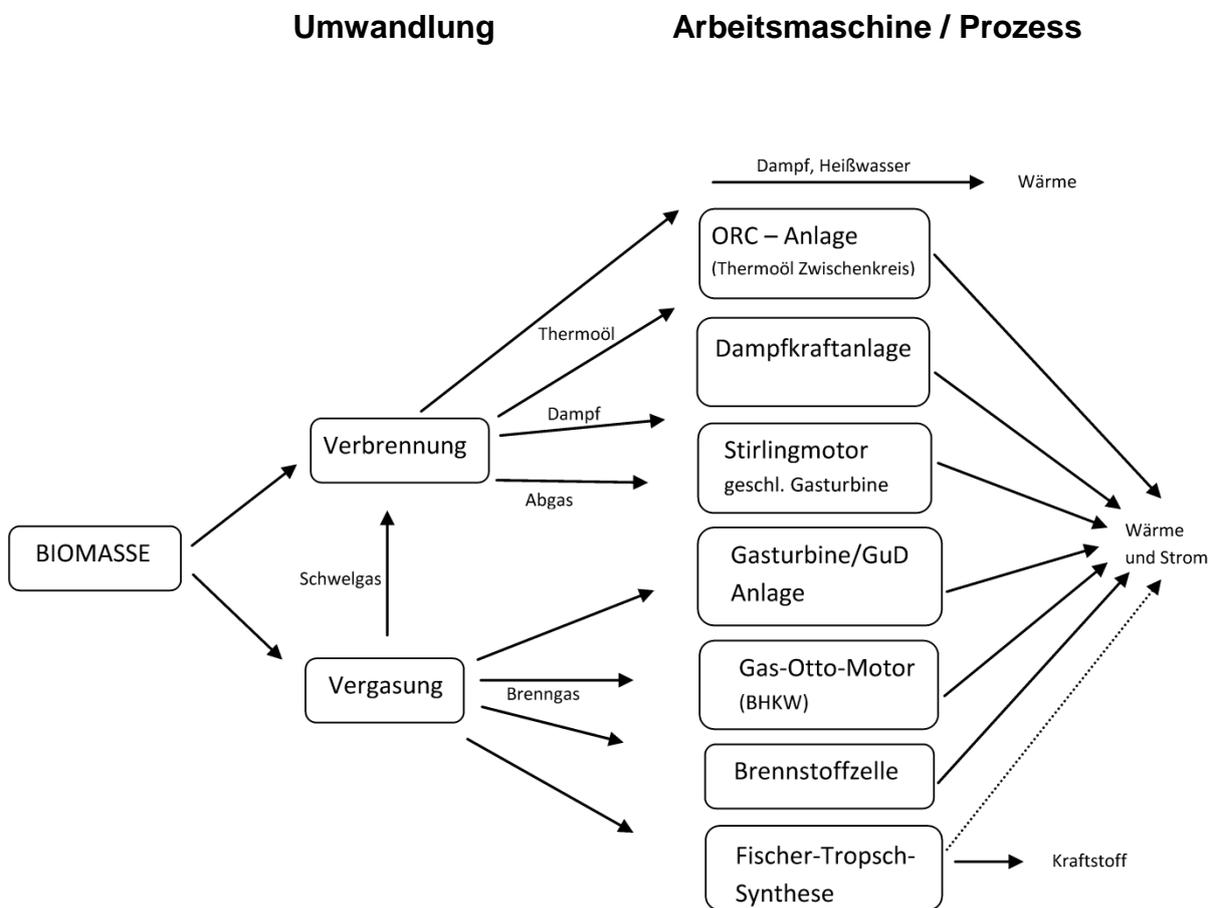


Abb. 5: Systematik der Umwandlungsschritte und Prozesse zur Erzeugung von Wärme und Strom aus fester Biomasse, (nach Fichtner 2000)

Die Energie aus Biomasse kann man in einer geeigneten Anlage, der sog. Biogasanlage erzeugen. „Biomasseanlage“ ist der landläufige Begriff, unter dem man ein Biomassekraftwerk versteht. Dieses dient der Erzeugung von Biogas

aus Biomasse und seiner Verwendung in einem Blockheizkraftwerk (BHKW), um Strom und Wärme zu erzeugen. (PA 2009, S. 41)

*In einem **Blockheizkraftwerk** wird Primärenergie in Kraft (Strom) und Wärme umgewandelt. Dies erfolgt durch den Einsatz des Prinzips der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK). Ein durch einen Verbrennungsmotor angetriebener Generator erzeugt Strom und die Wärme wird mittels eines Wärmetauschers aus den Abgasen und den Kühlkreisläufen gewonnen. Generell dient ein BHKW zur Grundlastabdeckung des Wärmebedarfs, es ist somit erforderlich einen Spitzenlastkessel einzusetzen.*

Der wirtschaftliche Anreiz für den Betrieb eines BHKWs lässt sich je nach eingesetztem Brennstoff auf das EEG oder das Kraftwärmekopplungs-Gesetz zurückführen, auf deren Grundlage die Vergütungen für den eingespeisten Strom vergeben werden.

In einer Biogasanlage wird Biogas durch Vergärung von Biomasse gewonnen. Das erzeugte Biogas lässt sich nach einer Zwischenspeicherung energetisch nutzen, da sein Hauptbestandteil Methan ist. Der Energiegehalt des Biogases wird durch den Methananteil bedingt. Dieser variiert, je nach Substrat und Prozessablauf, zwischen 50 und 75%. In einem Kubikmeter Methan sind rund 10 Kilowattstunden enthalten (9,97 kWh). Wenn also beispielhaft der Methananteil im Biogas bei 55% liegt, beträgt der energetische Nutzen von 1 m³ Biogas rund 5,5 kWh. (KTBL 2009)

Ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit einer Anlage sind in der Regel die Bereitstellungskosten des Brennstoffs. Gestiegene Weltmarktpreise für Getreide und Preissteigerungen bei den landwirtschaftlichen Rohstoffen haben auch die Einsatzstoffe für Biogasanlagen verteuert. Deshalb werden viele Biogasanlagen heute sowohl mit landwirtschaftlichen Rohstoffen (NaWaRo) als auch mit landwirtschaftlichen Reststoffen betrieben. (BMU 2009, S. 103)

Die Stromeinspeisevergütung ist seit 2004 über das EEG (aktuell EEG 2012) geregelt und auf 20 Jahre festgeschrieben. Die Vergütung für die Wärmelieferung ist frei verhandelbar und trägt erheblich zu der Wirtschaftlichkeit bei.

Die für die Wirtschaftlichkeit, sowie auch für die Energieeffizienz eines Bioenergiekonzeptes entscheidende Nähe zu den potenziellen Wärmekunden ist im Bezug auf den Standort der Biogasanlage nicht immer gegeben. Hier bieten sich zwei Möglichkeiten zur Lösung an. So kann das aufbereitete Biogas (sogenanntes Bioerdgas) aus dem öffentlichen Erdgasverteilnetz im Bereich der Wärmesenke entnommen werden und im unmittelbaren Umfeld dem BHKW zugeführt werden oder aber das Biorohgas wird über eine Rohgasleitung zur Wärmesenke transportiert. Das Bioerdgas oder das Biorohgas wird durch das BHKW verstromt und die anfallende Wärme über eine Nahwärmeleitung oder ein Nahwärmenetz verteilt und in die entsprechenden Liegenschaften geführt (Abb. 6).

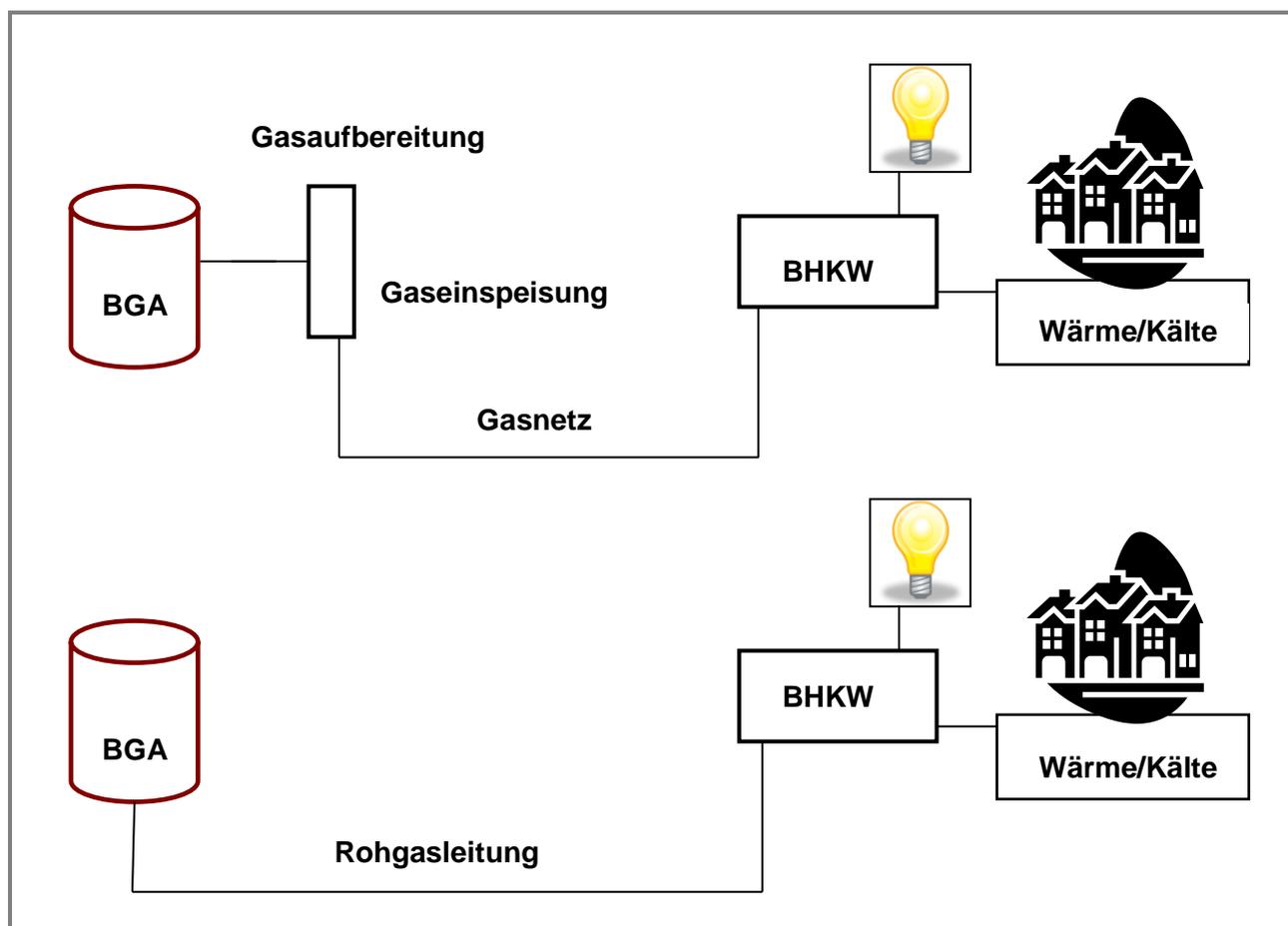


Abb. 6: Nutzung von aufbereitetem Biogas (Bioerdgas) und Biorohgas (Darstellung NLG)

Aufgrund der mit der Biogasaufbereitung verbundenen Kosten für Aufbereitung, Einspeisung und Durchleitung wurden bis jetzt in der Praxis nur vereinzelt solche Konzepte realisiert. Im Gegensatz zur Gaseinspeisung ins Erdgasnetz entstehen bei der Einspeisung in Mikrogasnetze keine zusätzlichen Kosten für die Aufbereitung des Rohbiogases.

Ein Biomasseheizwerk ist ein Heizwerk in dem die feste Biomasse (Holz, Stroh, etc.) als Brennstoff eingesetzt wird. Die aus ihr erzeugte Wärme wird in Form von Heißwasser oder Dampf über ein Wärmenetz an die Abnehmer geliefert. Im Gegensatz zu Biomassekraftwerk (Biogasanlage) und zum Biomasseheizkraftwerk erzeugt sie keine elektrische Energie. Es werden Biomasse-Verbrennungsanlagen mit unterschiedlichen Leistungen angeboten. Heute werden Biomasseheizwerke zumeist für den Leistungsbereich von 300 bis 20.000 kW errichtet, und haben zur Abdeckung der Lastspitzen einen fossil befeuerten Ausfalls- und Spitzenlastreserve-Kessel für Reservezwecke. (HMULV 2006, S. 27-28)

Vorrangig wird in diesen Anlagen Wärme bereitgestellt; bei der gekoppelten Erzeugung von Wärme und Strom können Wirkungsgrade bis zu 90 Prozent erreicht werden (vgl. Bundesverband Kraft-Wärme-Kopplung 2006:4).

3.4 Sonnenenergie

Ein weiterer erneuerbare Energieträger ist die Sonnenenergie. Diese kann direkt und indirekt genutzt werden. Die indirekte Nutzung erfolgt durch den Einfluss der Sonnenenergie auf das Klima (Windenergie) sowie durch ihre Speicherung in erneuerbare Energieträger (NaWaRo, Biomasse). Die direkte Nutzung erfolgt bei der technischen Umwandlung der elektromagnetischen Strahlung in ungespeicherter Form. Die mögliche Energieausbeute ist somit von dem jeweiligen Ort- und zeitabhängigen Strahlungsangebot bestimmt. (vgl. Diekmann 1991, S. 7-8). Das Potenzial der Sonnenenergie kann zur Stromerzeugung (Photovoltaik) oder zur Wärmeerzeugung (Solarthermie) genutzt werden.

Der thermischen Nutzung stehen zwei Systeme zur Verfügung, in denen die Sonnenenergie in Wärme umgewandelt wird. Es sind aktive Solarsysteme und passive Solarsysteme. In einem aktiven Solarsystem, der Solarthermie, wird die in den Kollektoren und Absorbern produzierte Wärme über einen Kreislauf in einen Speicher geleitet. Die überschüssige Wärme wird in diesem Speicher auch zur späteren Nutzung gespeichert. In Deutschland werden derzeit vier unterschiedliche Speicherkonzepte und Kombinationen als Langzeit-Wärmespeicher eingesetzt: Heißwasser-, Erdbecken-, Erdsonden- und Aquifer-Wärmespeicher. Der Speicher dient dazu, die Diskrepanz zwischen hohem Solarstrahlungsangebot und damit hohem Wärmegewinnen der Kollektoren im Sommer und dem zeitlich versetzten Wärmebedarf des Nahwärmenetzes im Winter auszugleichen. In einem passiven System wird durch Fenster und Glasflächen die solare Wärme eingefangen und gelangt so ins Innere des Hauses. (vgl. BINE 2008, S. 1)

Die Photovoltaik-Technologie hat sich das Prinzip des fotoelektrischen Effektes zur Stromerzeugung zu nutze gemacht und weitestgehend perfektioniert. Die eingesetzten Module werden überwiegend aus Silizium hergestellt und wandeln aufgrund der Halbleitereigenschaften und einer induzierten Ladungsdifferenz der Atome das einfallende Sonnenlicht in der Photovoltaikzelle in Gleichstrom um. Der generierte Strom wird dann in einem Wechselrichter zu Wechselstrom umgewandelt und kann dann z.B. ins öffentliche Stromnetz eingespeist oder direkt verwertet werden.

Primär werden Solaranlagen zur Warmwasserversorgung benutzt (Zweikreissystem, Abb. 8). In den kälteren Jahreszeiten können sie auch die Raumheizung unterstützen in sog. Kombianlagen (Abb. 7). Bei Speichern in Ein- und Zweifamilienhäusern kann die Wärme in Kurzzeitspeichern einige Tage vorgehalten wer-

den. Bei Systemen mit saisonalen Langzeitspeichern bis zu einem Jahr. (vgl. BINE 2008, S. 2)

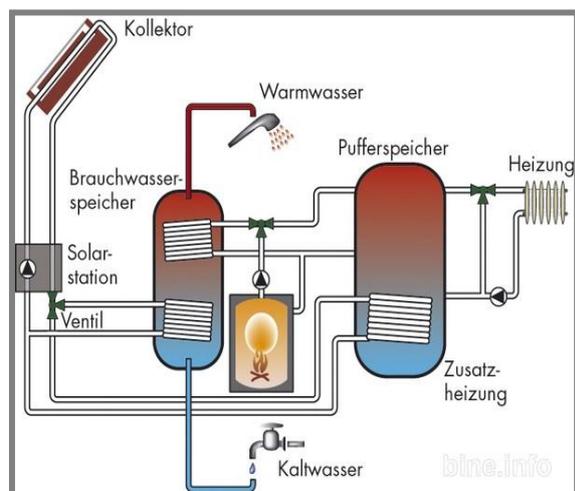


Abb. 7: Kombinierte solare Raum- und Warmwasserheizung mit Zweispeichersystem

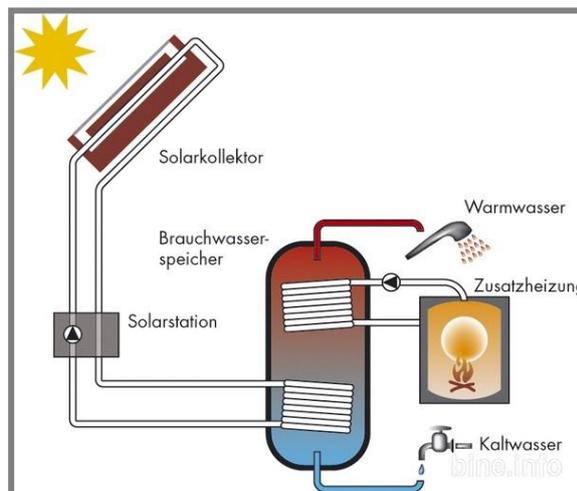


Abb. 8: Zweikreissystem zur Warmwasserbereitung (BINE 2008, S. 2)

Die Integration von Solarwärme in Nahwärmesysteme ist immer an eine Kombianlage gebunden. So kann bis zu 60% des jährlichen Wärmebedarfes solarthermisch gedeckt werden – vorausgesetzt es gibt die Möglichkeit zur zentralen Speicherung großer Wärmemengen. (vgl. BINE 2008, S. 5) Der Vorteil dieser Integration ist, dass die im Sommer eingespeiste Wärme im Winter zu Zeiten hohen Wärmebedarfs genutzt werden kann.

Ein Manko dieser Technologie liegt bei der aufwendigen Bauweise des Verteilsystems. Deswegen eignet sich der Einsatz der Solarwärme bei der Nahwärmeversorgung in dicht bebauten Gebieten (Städtische Räume), in denen die spezifischen Aufwendungen für Rohrleitungssysteme geringer sind. Überdies ist auf Grund von geringen Vorlauftemperaturen eines Nahwärmesystems in den angeschlossenen Haushalten eine elektrische Nacherhitzung notwendig, um Brauchwasser zu erwärmen (vgl. Wiegbels 2005, S. 107-108).

3.5 Geothermie

Im Erdinneren verbirgt sich ein weiterer erneuerbarer Energieträger: die Geothermie (Erdwärme). Es wird die im Untergrund gespeicherte thermische Energie zur Beheizung von Gebäuden, zur Trinkwassererwärmung und als Prozesswärme für gewerbliche oder industrielle Zwecke genutzt. Generell bietet die Geothermie ein nahezu unbegrenztes Potenzial, das z.B. im HDR-Verfahren ermöglicht, aus jedem beliebigen Untergrund thermische Energie zu entnehmen. Anders als bei Wind- und Solarenergie unterliegt sie auch keiner zeitlichen Fluktuation.

Die Nutzung der tiefen Geothermie unterliegt dem Bergrecht, bei der Oberflächengeothermie gilt dies nur in Ausnahmefällen. Üblich sind daher bei der Oberflächengeothermie hauptsächlich die Regelungen des Wasserrechts.

Um die geothermische Energie nutzbar zu machen, bedarf es meistens eines thermodynamischen Prozesses. Die im oberflächennahen Untergrund gewonnene thermische Energie wird mithilfe von Erdwärmekollektoren, Erdwärmesonden, Grundwasserbohrungen oder Energiepfählen der Erde entzogen. Um diese Energie für Heizzwecke zu nutzen ist aber eine Wärmepumpe notwendig.

Je nach Temperaturniveau kann Erdwärme über Wärmetauscher direkt für die Nah- oder Fernwärmeversorgung oder indirekt für die Stromerzeugung über Dampfturbinen mit niedrig siedenden Fluiden (z.B. Butan oder Pentan) eingesetzt werden.

Über Tiefbohrungen werden in einer Geothermieanlage die heißen Wasserschichten „angebohrt“ und das Wasser an die Oberfläche gefördert (über eine Förderbohrung), über einen Wärmetauscher geführt und die gewonnene Wärme schließlich in ein Wärmenetz eingeleitet. In den meisten Fällen wird das Wasser nach der Wärmenutzung über ein Bohrloch („Injektionsbohrung“) wieder zurück ins Erdinnere geleitet. Im Idealfall entsteht hier ein Kreislauf (vorausgesetzt beide Bohrungen treffen dieselbe Gesteinsschicht bzw. den Hohlraum). Wenn ein Kreislauf nicht erreicht werden kann, muss das heiße Wasser über Pumpen an die Oberfläche befördert werden.

Es gibt eine Klassifizierung der geothermischen Systeme, die sich auf die Nutzungsart und die Tiefe der Wärmegewinnung bezieht. Danach wird sie in „tiefe“ und „oberflächennahe“ Geothermie unterteilt. Laut Definition (VDI 4640) reicht die oberflächennahe Geothermie bis in die Tiefe von max. 400 m. Von der tiefen Geothermie spricht man grundsätzlich ab Tiefen von über 1000 m.

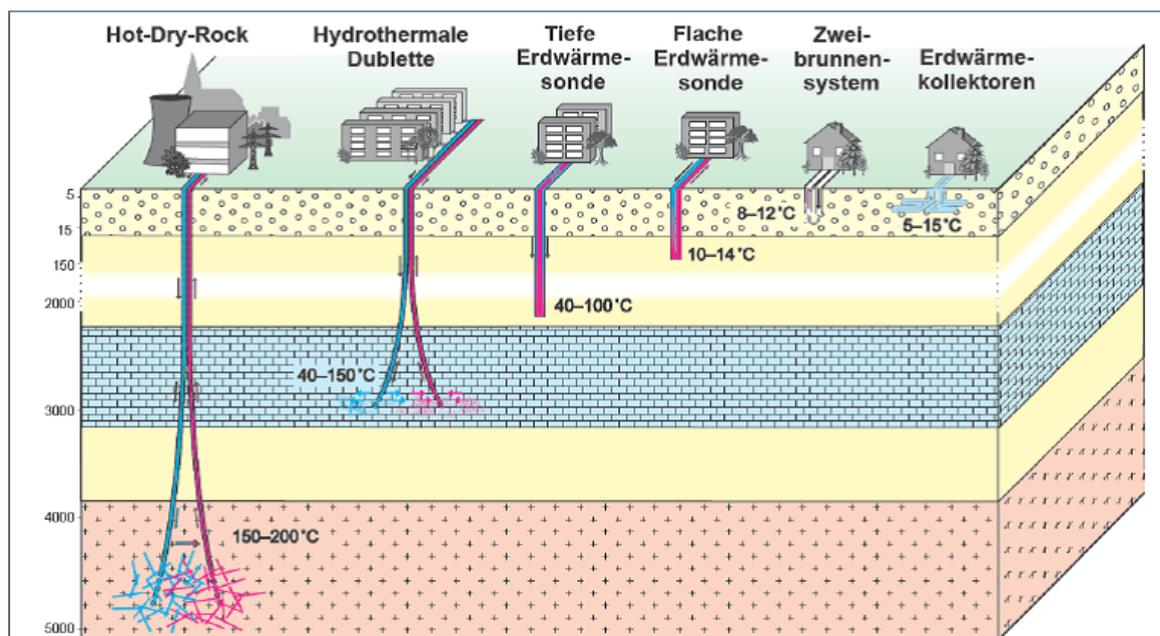


Abb. 9: Die Nutzung von Erdwärme im Vergleich: links drei „tiefe“, rechts drei „oberflächennahe“ Nutzungsarten (Quelle LFU 2010, S. 2)

Die tiefe Geothermie kann grundsätzlich über zwei Systeme genutzt werden:

- **Hydrothermale Systeme**, diese nutzen überwiegend das im Untergrund vorhandene Thermalwasser. Das Wasser wird meistens mittels nachgeschalteter Wärmepumpe genutzt.
- **Petrothermale Systeme**, diese nutzen überwiegend die im Gestein gespeicherte Wärmeenergie, z.B. **HDR und tiefe Erdwärmesonden**.

Bei den Hot-Dry-Rock-Systemen (HDR) presst man Wasser mit hohem Druck in ein Bohrloch, so dass sich Klüfte weiten oder neu bilden. Das kalte Wasser erhitzt sich an dem heißen Gestein und wird in weiteren Bohrungen an die Oberfläche gefördert. (vgl. LFU 2010, S. 6).

Bei den Erdwärmesonden zirkuliert ein Wärmemedium in vertikalen geschlossenen Wärmetauschern, die in Bohrungen von mehr als 400 m Tiefe installiert sind. Diese Sonden haben einerseits eine vergleichsweise geringe Leistung, andererseits sind die Kosten für eine Tiefbohrung hoch. Deshalb ist es empfehlenswert bereits vorhandene, aufgegebene Erdöl- oder Erdgasbohrungen zu nutzen. (vgl. LFU 2010, S. 6)

Zum Nachteil der Geothermienutzung (Oberflächennahe Geothermie) kann die sog. Regenerationszeit (im Sommer) werden, auf Grund deren die Versorgungsnachhaltigkeit beeinträchtigt werden kann (in dieser Zeit ist die zu entnehmende Energiemenge beschränkt). Außerdem steht die geothermische Nutzung des

oberflächennahen Wassers in Konkurrenz mit der Nutzung von Trinkwasser (gesundheitlich-hygienische Gründe). (vgl. Wesselak/Schabbach 2009, 255-258)

4 Betrachtung der Energieverbräuche

Ein erster grundlegender Schritt zur Erstellung eines Energiekonzepts ist eine Energieversorgungs- und -verbrauchsanalyse der Stadt Meppen.

Grundlage der Verbrauchsanalyse sind die Angaben der Energieversorger. Hauptlieferant für Strom ist in Meppen RWE, während die Gasversorgung vorwiegend durch EWE erfolgt.

4.1 Stromverbrauch 2008 – 2010

Auffällig ist der hohe Anteil des Wirtschaftssektor am Stromverbrauch.

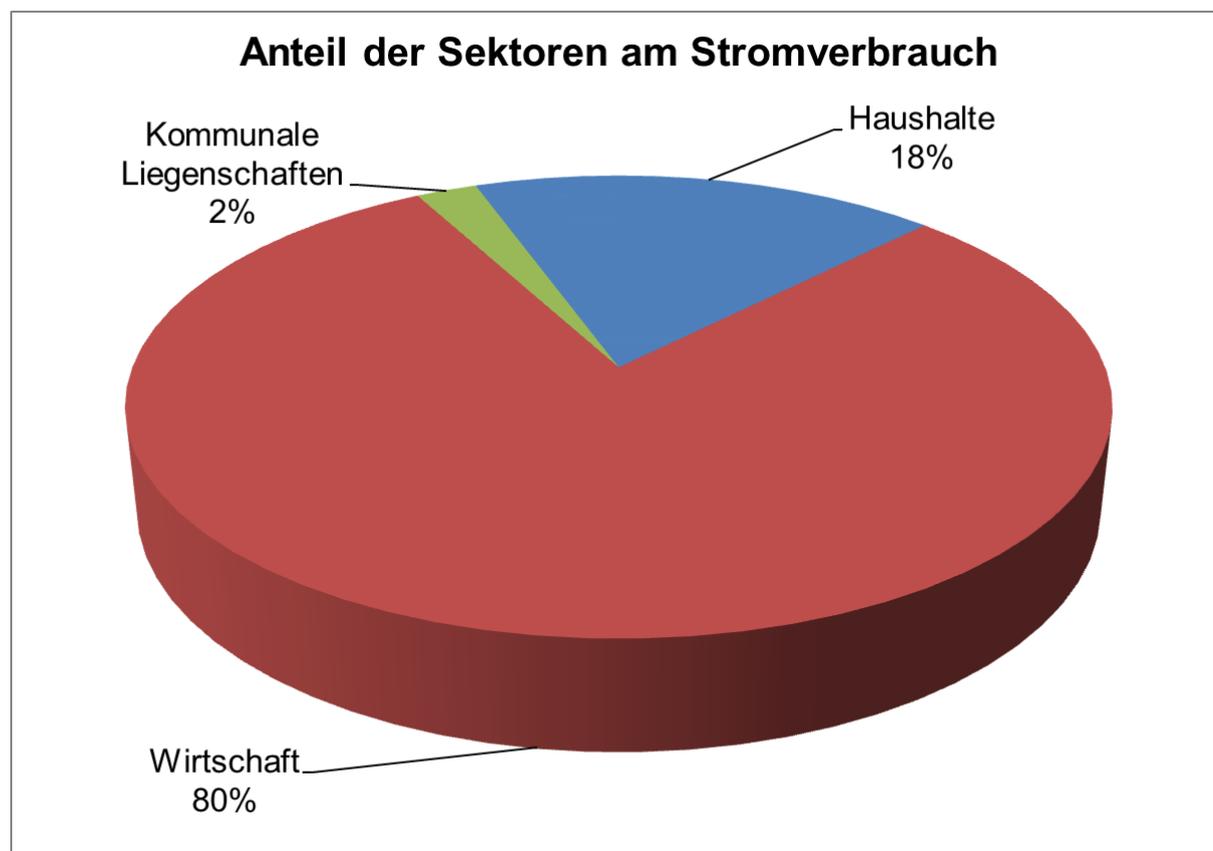


Abb. 10: Anteil der Sektoren am Stromverbrauch (Darstellung NLG)

Wie sich der Energieverbrauch im Strombereich in den Jahren 2008 bis 2010 und damit die CO₂-Emissionen darstellen, zeigen die folgenden Abbildungen.

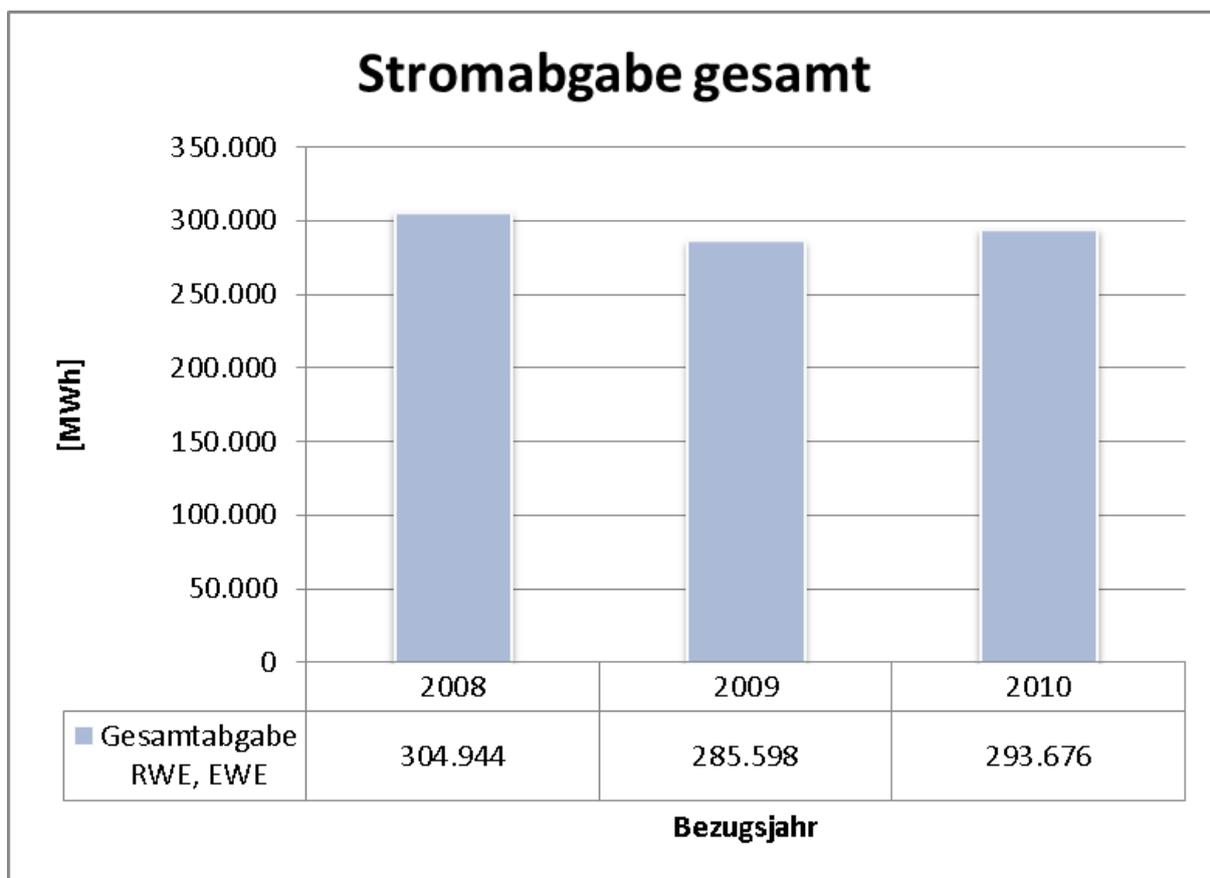


Abb. 11: Stromverbrauch in den Jahren 2008 bis 2010

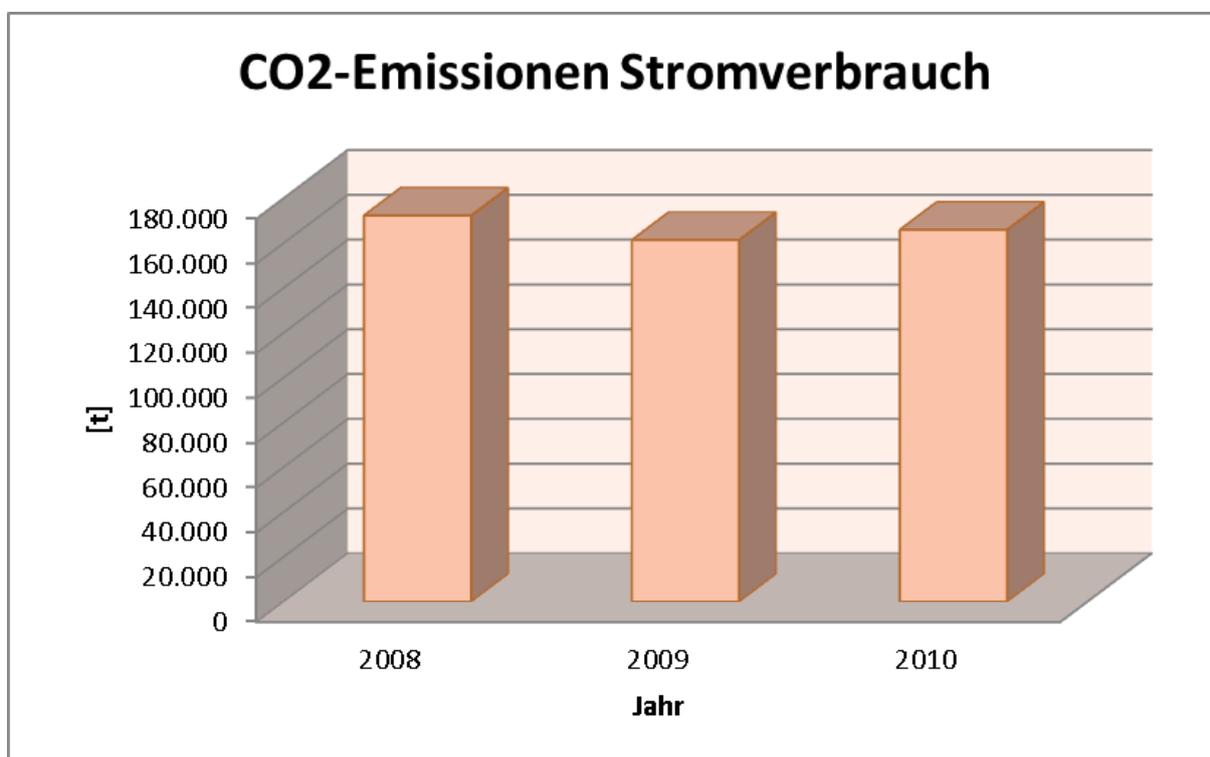


Abb. 12: CO₂-Emissionen beim Stromverbrauch (Darstellung NLG)

4.2 Wärmeverbrauch 2008 – 2010

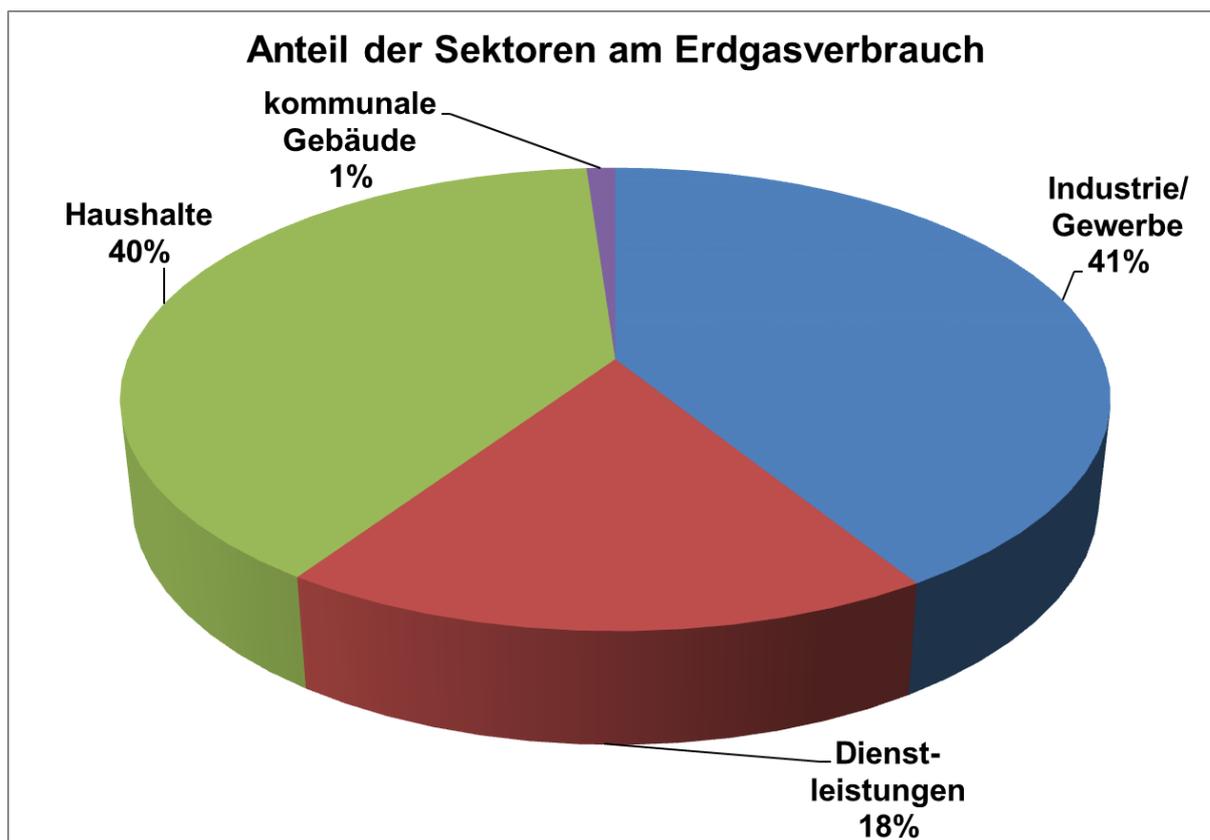


Abb. 13: Anteil der Sektoren am Erdgasverbrauch (NLG eigene Darstellung)

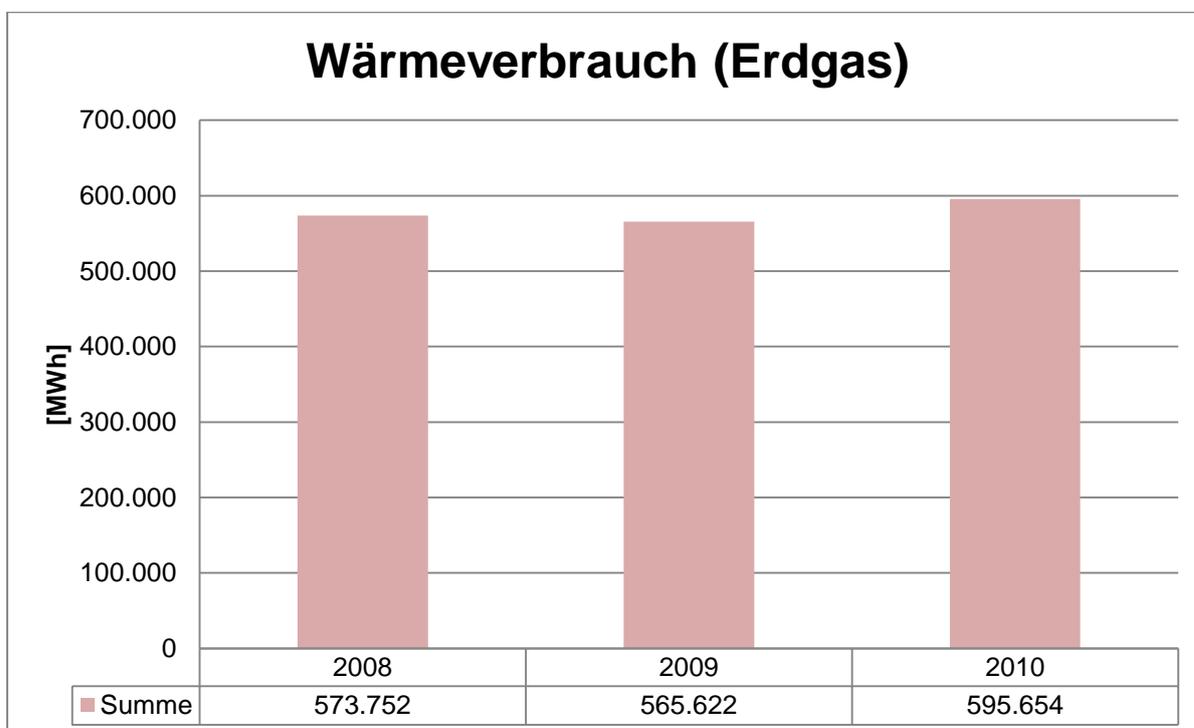


Abb. 14: Wärmeverbrauch (Erdgas) von 2008 – 2010 (Darstellung NLG)

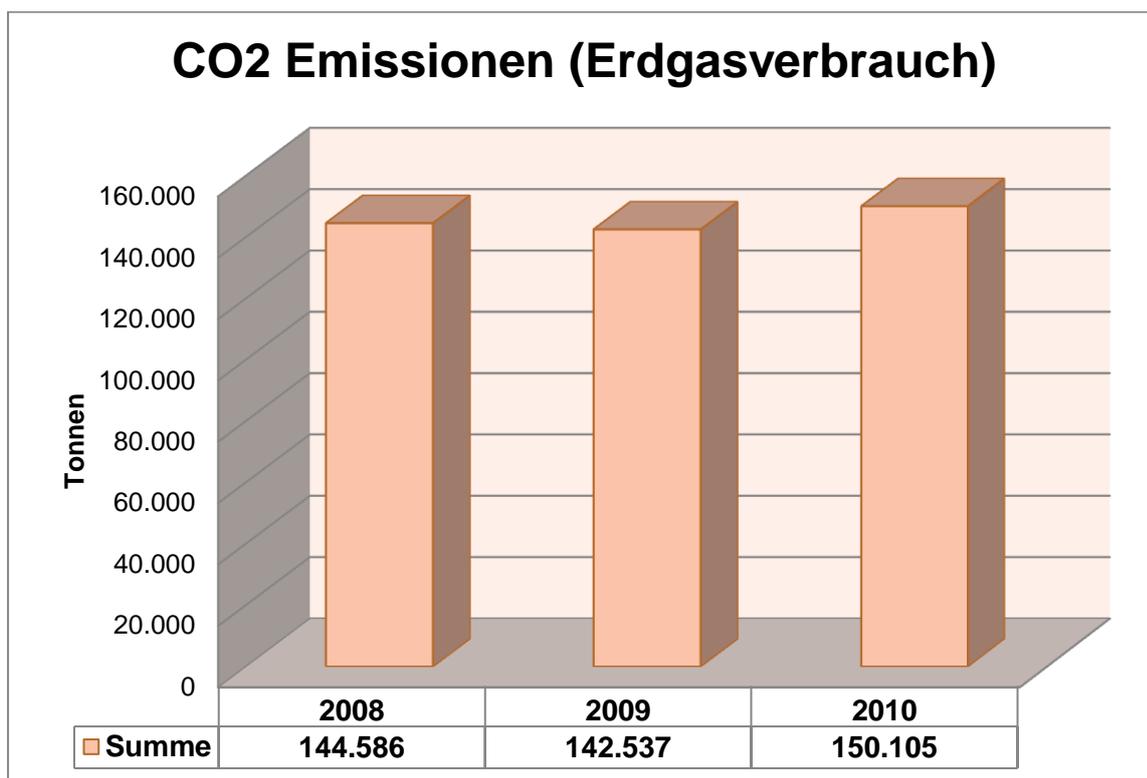


Abb. 15: CO2-Emissionen beim Wärmeverbrauch 2008 - 2010

5 Ermittlung der kommunalen Potenziale zur CO₂-Minderung

5.1 Stromproduktion aus erneuerbaren Energien

Das Internetforum energymap bietet die Möglichkeit, die Zahlen der erneuerbaren Stromproduktion für einzelne Gemeinden im Überblick darzustellen.

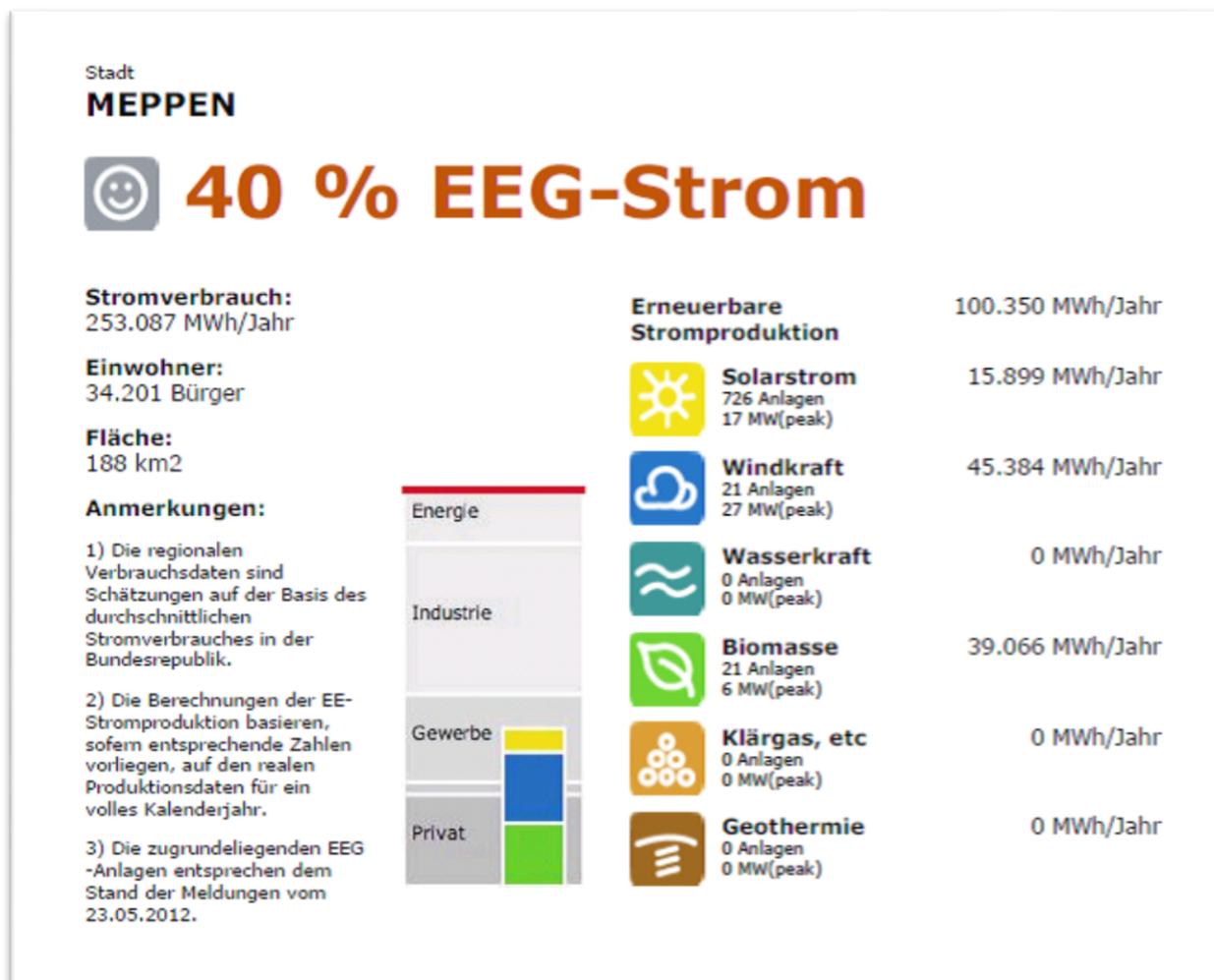


Abb. 16: EEG-Strom in Meppen am 23.05.2012, energymap

Da nur für wenige Regionen exakte Verbrauchszahlen verfügbar sind, wendet energymap im ganzen Bundesgebiet die gleiche Berechnungsmethode an. Es wird von einem typischen Stromverbrauch ausgegangen. Dieser beträgt heute pro Einwohner rund 7,4 MWh pro Jahr und setzt sich zusammen aus dem statistisch gemittelten Verbrauch in den vier Sektoren (Privat, Verkehr, Gewerbe, Industrie).

- Stromverbrauch = Einwohnerzahl x ca. 7,4 MWh (durchschnittlicher Stromverbrauch eines Bundesbürgers pro Jahr)
- EE-Stromproduktion = Summe aller Anlagenerträge pro Jahr
- % EE = EE-Stromproduktion / Stromverbrauch x 100

Für die Berechnung der EE-Stromproduktion verwendet energymap derzeit immer die durchschnittlichen Jahresertragszahlen der jeweiligen Anlagen.

Im Jahr 2011 und 2012 sind in Meppen ca. 100.000 MWh regenerativer Strom eingespeist worden.

Jahr	Solarstrom	Windkraft	Biomasse	Summe kWh	MWh
1999	0	3.201.629	0	3.201.629	3.202
2000	12.868	15.255.719	0	15.268.587	15.269
2001	115.298	38.857.461	0	38.972.759	38.973
2002	156.297	38.857.461	0	39.013.758	39.014
2003	180.183	45.384.701	0	45.564.884	45.565
2004	1.426.683	45.384.701	0	46.811.384	46.811
2005	2.684.981	45.384.701	4.120.161	52.189.843	52.190
2006	3.698.671	45.384.701	4.120.161	53.203.533	53.204
2007	4.456.599	45.384.701	12.551.235	62.392.535	62.393
2008	5.244.510	45.384.701	12.551.235	63.180.446	63.180
2009	7.152.167	45.384.701	20.171.067	72.707.935	72.708
2010	11.906.467	45.384.701	36.615.567	93.906.735	93.907
2011	15.867.363	45.384.701	39.066.567	100.318.631	100.319
2012	15.899.673	45.384.701	39.066.567	100.350.941	100.351

Tab. 1: Erzeugungspotenziale der erneuerbaren Energien in MWh 1999 – 2012, energymap 05/2012

Die Abb. 17 zeigt den Ausbau seit 1999. Auf der y-Achse wurde die Summe der Energiemengen aufgetragen (in MWh), die von den jeweiligen Anlagentypen erzeugt wurde. Es wurde in jedem Jahr der durchschnittlichen Ertrag einer Anlage zugrunde gelegt. Diese Form der Auswertung zeigt somit nicht die reale Einspeisung in den jeweiligen Jahren, sondern das Erzeugungspotential.

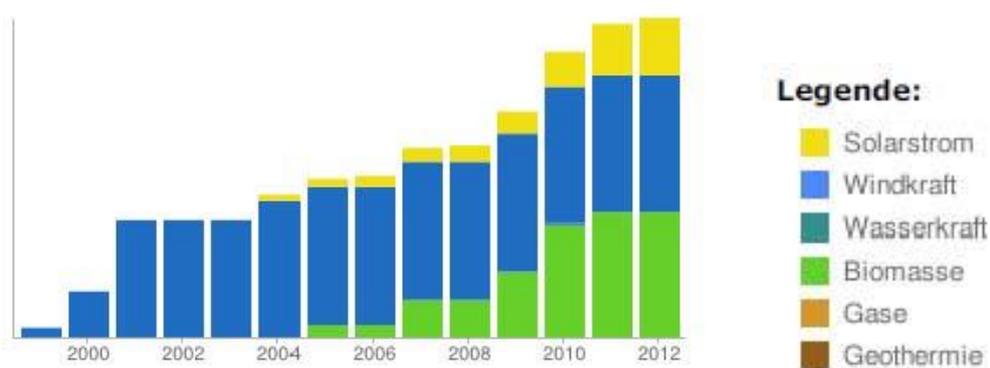


Abb. 17: Ausbau erneuerbarer Energien seit 1999 (MWh), energymap

Strom aus Windkraft hatte bis 2011 den größten Anteil. Der erzeugbare Strom aus Biomasseanlagen hat sich seit 2005 deutlich erhöht und nähert sich der Menge an Strom aus Windkraft an. Auch die Menge an Solarstrom steigt seit 2008 an.

Es ist erkennbar, dass der Ausbau regenerativer Energien seit 2003 stetig ansteigt. Laut energymap liegt der Anteil an erneuerbarer Stromproduktion am Stromverbrauch im Landkreis Emsland im Mai 2012 bei 98 % und in Meppen bei 40%.

Im Vergleich zu anderen Landkreisen in Niedersachsen ist die EEG-Einspeisung in Bezug auf den Stromverbrauch im Landkreis Emsland auf einem sehr hohen Niveau.

5.2 Flächenbestand in Meppen

Bei der Ermittlung des theoretischen Erneuerbaren-Energien-Potenzials wird die Verfügbarkeit der Flächen im Stadtraum überprüft.

Nutzungsart	Katasterfläche [ha]
Gesamtfläche	18.849
Gebäude- und Freifläche	1.681
- Wohnfläche	844
- Gewerbe- u. Industriefläche	254
Betriebsfläche	61
Erholungsfläche	117
- Grünanlage	56
Verkehrsfläche	1153
Landwirtschaftsfläche	10.146
- Moor	265
- Heide	93
Waldfläche	3.393
Wasserfläche	791
Flächen anderer Nutzung	1.507

Abb. 18: Flächennutzung in der Stadt Meppen
(Quelle: Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen, 2001-2012)

5.3 Potenzial Windenergie

Bis dato wurden auf dem Gebiet der Stadt Meppen 21 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von 27 MW errichtet. Diese Anzahl könnte in Zukunft nur durch eine erneute Änderung des bestehenden Flächennutzungsplans erhöht werden, da im bestehenden F-Plan² durch einen Satzungsbeschluss die Konzentration von erneuerbaren Energieanlagen festgelegt wurde. Dieser sieht vor, dass außerhalb der bestehenden Konzentrationszonen keine weiteren Windkraftanlagen-Parks genehmigt werden dürfen.

Sollten die Gremien der Stadt eine erneute Untersuchung von potentiellen Standorten auf die Tagesordnung setzen, so ist zum einen eine erneute Anpassung des bestehenden F-Plan unumgänglich und zum andern sind detaillierte Untersuchungen erforderlich.

Im Folgenden stellen wir diesbezüglich einige Überlegungen an und geben Hinweise auf Suchräume, die unserer Einschätzung nach geeignet erscheinen bzw. wo eine Suche nach dann genehmigungsfähigen Standorten aussichtsreich erscheint. Die bereits ausgewiesene Konzentrationszone (SO Windkraft) im Südosten des Stadtgebietes wurde dabei nicht betrachtet.

Bei einer umfassenden Bewertung unterscheidet man dann zwischen den sogenannten "harten" Tabuzonen, das sind Flächen, auf denen die Errichtung und der Betrieb von Windenergieanlagen absolut ausgeschlossen ist (Beispiel: in der Nähe von Wohnsiedlungen). Diese Tabuzonen unterliegen nicht der kommunalen Abwägung. Bei den "weichen" Tabuzonen, die auch die öffentliche Belange beinhalten, hat die Stadt einen Ermessensspielraum und muss eine Abwägung vornehmen.

Unter Berücksichtigung der unser Einschätzung nach wichtigen Tabukriterien, wie Abstände zu Naturschutzgebieten (NSG) und Siedlungsflächen und der Berücksichtigung von größeren zusammenhängenden Waldstücken, ergeben sich drei Untersuchungsräume. Die drei potentiellen Suchgebiete erstrecken sich über eine Flächen von insgesamt ca. 1.180 ha, was einem Flächenanteil von 6,25 Prozent der Kreisstadt Meppen entspricht.

² S. 96. F-Plan-Änderung (15.12.2008)

Liste der potentiellen Suchgebiete mit theoretischen Potenzialflächen::

Suchraum Nordost :

3,0 qkm = 300 ha => ca. 30 Standorte => 60 MW Windleistung

Suchraum Westen1 (östlich der A31, zwischen Neu Versen und Rühlerfeld):

7,3 qkm = 730 ha => ca. 73 Standorte => 146 MW Windleistung

Suchraum Westen2 (westlich der A31):

1,5 qkm = 150 ha => ca. 15 Standorte => 30 MW Windleistung

Die hier genannte Anzahl der potentiellen Anlagen-Standorte wird sich in einem umfassenden Verfahren deutlich reduzieren. Um eine Überbelastung bestimmter Regionen mit Windenergieanlagen vorzubeugen, sollte auch eine Anlagenunter- bzw. -obergrenze je Windpark (z.B. min. 3, max. 15) sowie ein Mindestabstand zwischen den jeweils neu zu errichtenden Windparks festgeschrieben werden.

Es bleibt festzuhalten, dass im Rahmen unserer Konzepterstellung nur eine sehr grobe Analyse vorgenommen wurde und dass insbesondere keine Anfragen bei Fachbehörden oder Trägern öffentlicher Belange erfolgt sind. Nicht zuletzt ist die Aufstellung eines geänderten Flächennutzungsplan eine politische Entscheidung, bei der erwartungsgemäß die verschiedensten Interessenvertreter ihren Einfluss geltend machen werden.

Es ist realistisch, wenn wir davon ausgehen, dass nach Berücksichtigung aller Ausschlusskriterien max. 50% der theoretischen Potentialflächen bebaut werden könnten. Setzt man voraus, dass die WK-Park-Obergrenze 15 Anlagen nicht überschreitet, so ließen sich im Suchraum (SR) NO ein Park mit 30 MW Leistung errichten. Im SR Westen 1 würden zwei Parks mit je 15 Anlagen und einer installierten Leistung von zusammen 60 MW und ein Park mit 7 Anlagen mit insgesamt 28 MW aufgestellt werden, genauso würde im SR Westen 2 ein Park mit 7 Anlagen aufgestellt. Es könnten also ca. 60 Standorte mit einer durchschnittlichen Windparkgröße von 80 ha übrig bleiben. Dabei wurden die Annahmen getroffen, dass pro Windkraftanlage mit einer Leistung von 2,0 Megawatt ein Flächenbedarf von ca. 10 ha besteht. Die zusätzlich mögliche installierbare Leistung von ca. 120 MW entspräche in etwa dem 5-fachen der heutigen Windenergieleistung auf dem Gebiet der Stadt Meppen.

Zu berücksichtigen ist in diesem Zusammenhang auch die absehbare Zerschneidung des westlichen Stadtgebietes durch voraussichtlich mehrere zusätzliche Hochspannungstrassen, die den Transport der elektrischen Energie von den im Ausbau befindlichen Offshore-Windparks zu den im Rhein-Main-Gebieten gelegenen Stromverbrauchsschwerpunkten sicherstellen sollen. Angesichts der damit verbundenen Belastungen ist von einer Bündelung in einem gemeinsamen Korri-

dor auszugehen. Mit den Belastungen dieses Korridors trägt die Stadt Meppen auch zum Gelingen der Projekte zur Offshore-Windenergieproduktion bei.

5.4 Potenzial Wasserkraft

Die Wasserkraft wird in Deutschland weitestgehend ausgenutzt. Zuwachsmöglichkeiten bestehen deshalb vor allem in der Modernisierung von bestehenden Anlagen und der damit verbundenen Chance höhere Leistungen zu erzielen. Ein geringes Potenzial steckt auch in der Reaktivierung von Altanlagen. Der Ausbau und die Modernisierung der Kleinwasserkraft bleibt aus Sicht des Klimaschutzes dennoch weiterhin bedeutsam.

Querbauwerke werden zur Trink- und Brauchwassergewinnung, zur Bewässerung benachbarter Flächen, für die Schifffahrt oder zur Wasserkraftnutzung errichtet. Die künstlich in Wasser eingebrachten baulichen Strukturen können die Durchgängigkeit der Gewässer negativ beeinflussen. Weniger als 15 Prozent der Querverbauungen in Deutschland werden durch Wasserkraftwerke beansprucht. Mehr als 85 Prozent der fehlenden Durchgängigkeit von Gewässern ist also nicht durch die Wasserkraft bedingt.

Wo bereits Querverbauungen bestehen, kann der Einsatz zur Stromerzeugung zusätzlichen ökologischen Nutzen bringen. Mit dem EEG besteht die Möglichkeit, an bestehenden Querverbauungen Wasserkraftanlagen zu errichten und gleichzeitig durch Fischtreppe die biologische Durchgängigkeit wiederherzustellen.

Die Fallhöhe (0,3 – 1,5m) an den bestehenden Querbauwerken im Stadtgebiet sind im allgemeinen recht gering, dennoch sollte im einzelnen geprüft werden, ob bzw. wenn ja, welche Leistung jeweils realisierbar wäre. Wir schätzen, dass an den einzelnen Standorten zwischen 6 und max.12 kW installiert werden könnten. Die potentielle Standortanzahl ist derzeit auf ca. 10 beschränkt, was einen theoretische Zubau von ca. 60 kW zuließe. Bei einer angenommenen Jahresarbeitszeit von ca. 8500 Std. ergibt sich ein Beitrag von ca. 510 MWh/a durch den Einsatz von Kleinwasserkraftanlagen.

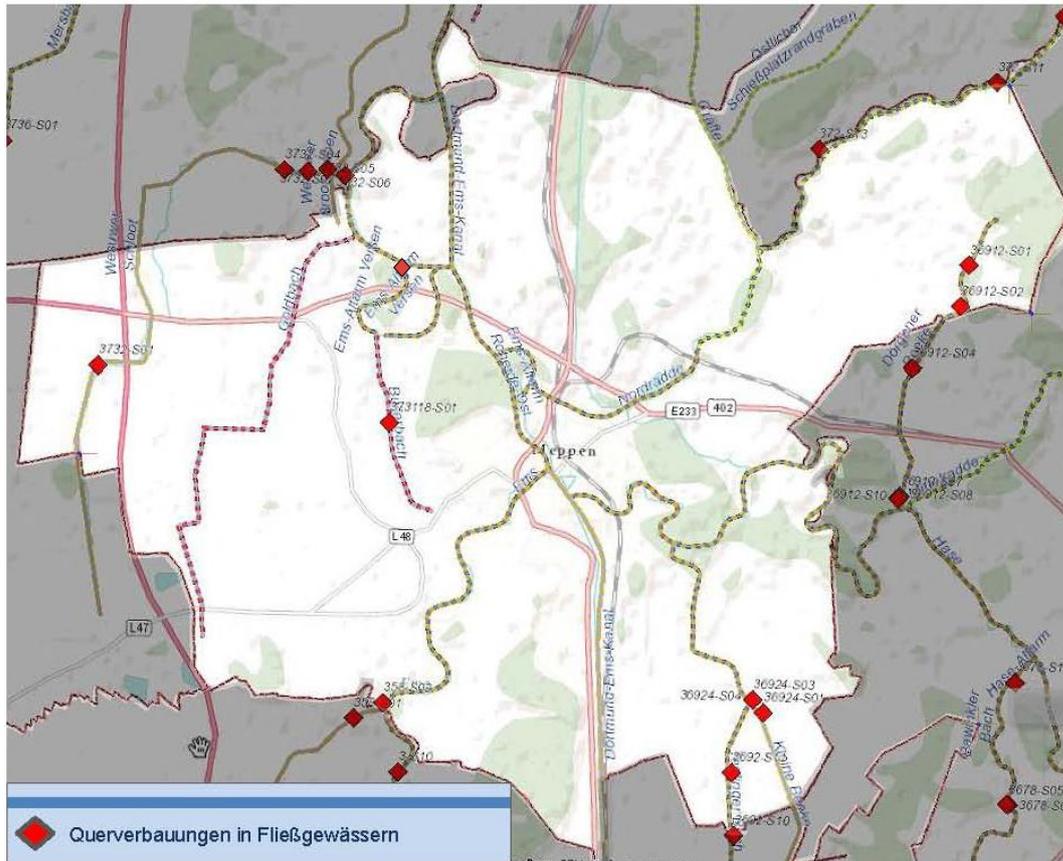


Abb. 19: Fließgewässer im Stadtgebiet Meppen
(Quelle: http://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/)

5.5 Potenzial Biomasse

Biogas

Die Viehdichte im Emsland liegt durchschnittlich bei 2,5 Großvieheinheiten pro Hektar (GVE/ha). Bei einer Grundfläche der Stadt Meppen von 18.850 ha (188,5 km²) ergibt sich ein rechnerischer Viehbestand von ca. **47.125 GVE**. Bei einem solchen Tierbestand fallen jährlich Exkrememente an, die ca. 942.500 m³ Gülle entsprechen. Sofern die bereits bestehenden Biogasanlagen keine reinen Trockenfermentationsanlagen sind ist anzunehmen dass bereits ca. 60.000 m³ verarbeitet werden, was eine Restmenge von 882.500 m³ ergibt. In einem Kubikmeter Gülle sind ca. 25 m³ Rohbiogas mit einem Energiegehalt von ca. 6,25 kWh/m³ enthalten. Auf der Basis der so ermittelten Volumina lässt sich ein jährlich verfügbarer Bruttoenergiegehalt von rund 5.516 MWh/a, - was einem **Heizöläquivalent von ca. 552 t pro Jahr** entspricht -, bestimmen.

Getreide- & Rapsstroh (3,3 kWh/kg je nach Feuchtegrad)

Das Potenzial von Stroh ist in der Regel geringer als die insgesamt aufgewachsenen Strohmenngen. Der pressbare Strohanteil ohne Stoppel, Kaff und sonstige Verluste liegt in einer Größenordnung von 4 bis 5 t/ha. Im Stadtgebiet von Meppen fallen auf einer Fläche von 1545 ha knapp **7.000 t Stroh** als Nebenprodukt

bei der Getreide- und Rapsproduktion an³. Stroh hat ein Heizöläquivalent von rund 1 l / 3,0 kg was einem jährlichen Bruttoenergieinhalt von **ca. 2.333 t Heizöl (23.333 MWh/a)** entspricht.

Waldrestholz (4 kWh/kg)

Auf nachhaltig bewirtschafteten Waldflächen kalkulieren Forstleute bezogen auf anfallendes Waldrestholz einen durchschnittlichen Anfall von ca. 3 Srm (Schüttraummeter) oder ca. 0,5 t lufttrockene Hackschnitzel pro ha und Jahr. Diese Menge kann als technisch nutzbares Potenzial betrachtet werden. Aus dem aktuellen Kartenmaterial haben wir in eigenen Berechnungen (NLG) die Wald- und Gehölzflächen im Stadtgebiet Meppen ohne die Berücksichtigung von sogenanntem Straßenbegleitgrün ermittelt. Die Wald- und Gehölzflächen in der Stadt Meppen summierten sich auf **rund 3.575 ha**, von denen jährlich eine Gesamtmenge von ca. **1.787 t Hackschnitzel** bereitgestellt werden könnten. Die so nutzbar gemachte Bruttoenergie entspricht in etwa **715 t Heizöl** (7.148 MWh/a).

Landschaftspflegematerial (4 kWh/kg)

Landschaftspflegematerial fällt durch den Gehölzschnitt von Büschen, Sträuchern und Bäumen an, zumeist aus dem kommunalen Bereich, aber auch von privaten Hausbesitzern. Es fällt überwiegend in kommunalen Anlagen und Parks, bei Obstplantagen und Streuobstwiesen sowie an Straßen und Gewässern als Begleitgrün an. Für Baumschnitt und Straßenbegleitgrün geben Entsorger mit Erfassungssystem einen Anfall von ca. 30 bis 50 kg pro Einwohner und Jahr an⁴. In Meppen summieren sich somit die anfallenden Mengen auf ca. **1.397 t** (34929 E x 40 kg) Landschaftspflegematerial pro Jahr auf. Diese Menge entspricht einer Bruttoenergie von rund **559 t Heizöl** (5.588 MWh/a). Dabei ist deutlich hervorzuheben, dass der überwiegende Anteil an Restholz im Wirtschaftswald anfällt und somit vom Einschlag und damit der Marktlage der stofflich verwertbaren Hauptsortimente abhängt.

Altholz (4,5 kWh/kg)

Holz, welches bereits einen Nutzungsprozess durchlaufen hat bezeichnet man als Alt- bzw. Gebrauchtholz. Danach steht es für eine erneute Verwendung zur Verfügung. Hierzu zählen beispielsweise Sperrmüll, Baustellenabfälle sowie Bau- und Abbruchholz. Deutsche Altholzverwerter rechnen mit ca. 80 kg Altholz pro Einwohner und Jahr. Somit fallen rechnerisch ca. **2.794 t** (34929 E x 80 kg) Altholz pro Jahr an. Diese Menge entspricht einer Bruttoenergie von rund **1.257 t Heizöl** (12.573 MWh/a).

³ LSKN: Landwirtschaftszählung 2010 – Bodennutzung (ohne Mais)

⁴ Vgl. Studie der Hochschule Zittau/Görlitz "Energieholz – Ist-Analyse und Potenzial im Landkreis Görlitz"

Gesamtbruttoenergie aus Biomasse: 54.158 MWh/a

(unter Berücksichtigung der Anlagenwirkungsgrad; Leitungsverluste und anderer Parameter)

Die vorgestellte Potentialabschätzung geht nicht auf das Kosten-Erlös-Verhältnis bei der energetischen Restholznutzung der verschiedenen Energieholzquellen ein. Hier spielen viele Faktoren eine Rolle, wie Konzentration des Anfalls, Erschließungsfragen, Befahrbarkeit, örtlich verfügbare Technik, Transportentfernung zum Verbraucher u.a.m., ähnlich wie auch für die traditionelle stoffliche Nutzung. Meistens kann nicht mit einer kostendeckenden Nutzung dieser Ressourcen gerechnet werden. Da aber die Stoffe im Zusammenhang mit Maßnahmen anfallen, die ohnehin durchgeführt werden müssen, kann die energetische Verwendung des Materials ggf. zu einer Kostenentlastung der Sektoren beitragen.

Biomasse aus Grünabfällen: Restriktionen aus Sicht des Abfallwirtschaftsbetriebes Landkreis Emsland

Der zuständige Abfallwirtschaftsbetrieb des Landkreises Emsland betreibt seit 2010 ein eigenes Biomassekonzept zur energetischen Nutzung der vorhandenen Potenziale aus Grünabfällen. Die Abfälle aus der Biotonne und dem Feinschnitt (ohne holzige Bestandteile) gelangen in eine Vergärungsanlage zur Energiegewinnung. Die Anteile an Baum- und Strauchschnitt sowie alle Materialien mit holzigen Bestandteilen werden als Brennstoff verwertet.

Die getrennte Anlieferung und spätere Verwertung der Grün- und Gartenabfälle ermöglicht es, CO₂ einzusparen. Dazu ist es notwendig, die Grünabfälle vom Holz zu trennen, damit dieses als Brennstoff in Biomassekraftwerken verwendet werden kann. Rund 5000 t Holz fallen auf diese Weise im Jahr an. Aus den verbleibenden Grünabfällen wird seit 2011 Biogas gewonnen. Die Bioabfälle aus der braunen Tonne folgen ab 2013; sie werden dann ebenfalls zur Biogasbildung genutzt.

Aus diesem Grund steht in der Stadt Meppen die **Biomasse** aus Grünabfällen **nicht** zur Entwicklung weiterer Einsparpotenziale **zur Verfügung**.

Angesichts der bereits vorhandenen großen Anzahl von Biogasanlagen, der starken Inanspruchnahme von Flächen für die Inputerzeugung für bestehende Biogasanlagen und der Auswirkungen bedarf es – soweit dieses für die Stadt Meppen in ihrem Stadtgebiet in ihrer Planungshoheit steht – einer standörtlichen Steuerung und Begrenzung etwaiger weiterer Biogasanlagen.

Dazu hat die Stadt Meppen ein Bauleitplanverfahren zur Änderung des Flächennutzungsplanes in Gang gesetzt. Danach sind nur noch **Flächen** außerhalb der im Flächennutzungsplan-Entwurf festgestellten Ausschluss- und Rückstellungsflächen und außerhalb der Flächen, auf denen Restriktionen vorhanden

sind, **für Biomasseanlagen geeignet**, wobei neue Biomasseanlagen zum Schutz der kommunalen Straßen- und Wegeinfrastruktur nur in der unmittelbaren Nähe zu einer klassifizierten Straße zugelassen werden sollen.

Die konkrete Abgrenzung der im Flächennutzungsplan (FNP) auszuweisenden Sondergebiete erfolgt nach Auswertung der frühzeitigen Beteiligung gem. § 3 Abs. 1 BauGB und § 4 Abs. 1 BauGB zum Entwurf für die öffentliche Auslegung gem. § 3 Abs. 2 BauGB und für die Beteiligung der Fachbehörden und sonstigen Träger öffentlicher Belange gem. § 4 Abs. 2 BauGB. Die Erarbeitung der 95. Änderung des Flächennutzungsplanes ist nicht abgeschlossen.

Für die Erschließung Erneuerbarer Energien aus Biomasse bestehen in Meppen noch weitere Potenziale. Um diese Erschließung in einen sinnvollen, nachhaltigen Zusammenhang zur Siedlungsentwicklung und zu den Belangen der land- und forstwirtschaftlichen Flächennutzung, aber auch der Erholung und des Tourismus zu bringen, hat die Stadt mit der 95. Änderung des FNP (Entwurf) zu den Flächen für Biomasseanlagen sowie mit der 72. Änderung des FNP zu Standorten von Tierhaltungsanlagen die planerischen Grundlagen geschaffen.

Die in die 72. Änderung des Flächennutzungsplanes als Eignungsgebiete für gewerbliche Tierhaltung einbezogenen Flächen liegen im westlichen, nordöstlichen und südöstlichen Bereich des Gebietes der Stadt Meppen, wobei diese im südöstlichen Bereich teilweise von dem Sondergebiet Windenergie (s. Abb. 20.) überlagert werden.

Die in der 95. Änderung des FNP als Eignungsgebiete (Sondergebiete) für Biomasseanlagen vorgesehenen Flächen liegen ebenfalls im westlichen, nordöstlichen und südöstlichen Bereich des Gebietes der Stadt Meppen, wobei diese sich teilweise mit den Eignungsflächen für gewerbliche Tierhaltung und mit dem Sondergebiet Windenergie im Südosten überschneiden.

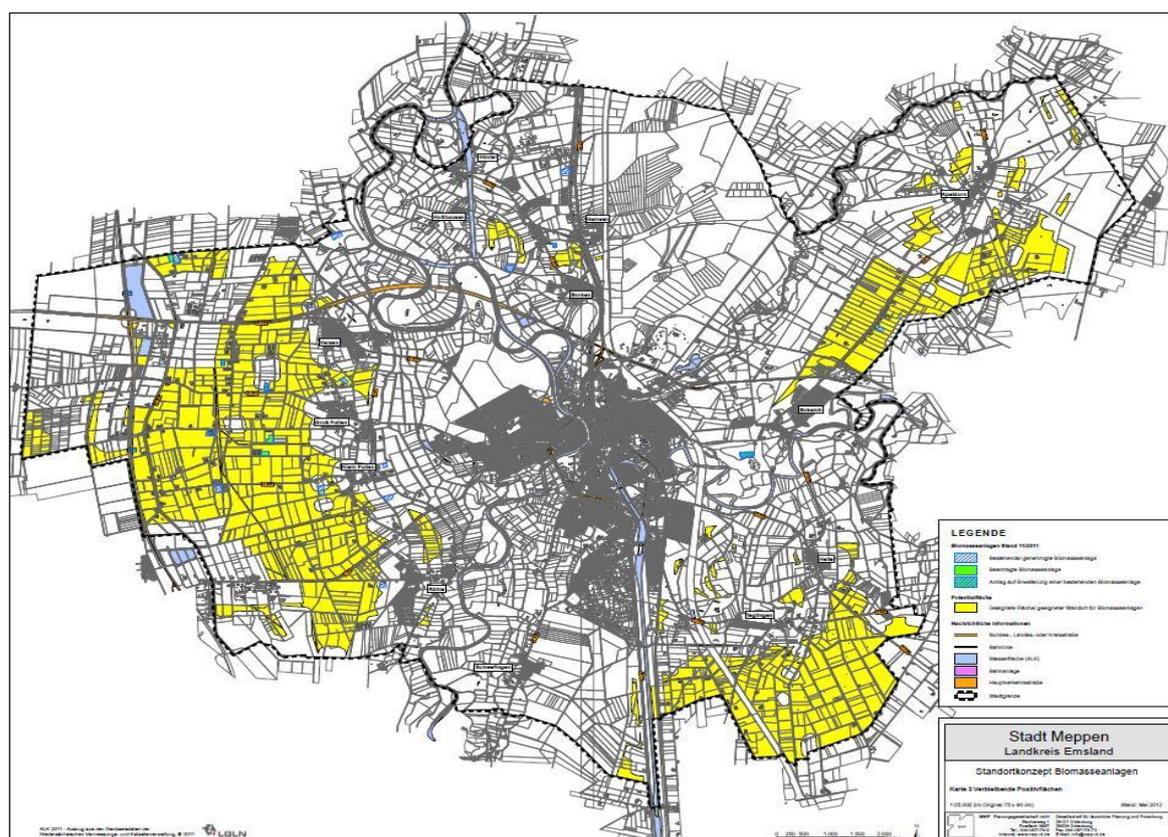


Abb. 20: Standortkonzept Biomasseanlagen 95. FNP-Änderung

5.6 Potenzial Solarenergie

Die Nutzung der Solarenergie ist eine der erneuerbaren Ressourcen, die sowohl im Wärme- als auch im Strommarkt eingesetzt werden kann. Idealerweise werden die Technologien auf oder an Bauwerken und in Bereichen von überbauten bzw. versiegelten Flächen eingesetzt. Generell entscheidet der Investor bzw. der Flächeneigner welche Erzeugungsart wo Anwendung findet. Bei der nachfolgenden Flächenermittlung wird nicht zwischen den Einsatzorten der Technologien differenziert. Allerdings ist anzumerken, dass solarthermische Anlagen, in der Regel nur in Gebäudenähe eingesetzt werden und bei der Solarstromerzeugung mittels Photovoltaik der Netzanschluss ein entscheidendes Kriterium für den Einsatzort ist.

Zur Bestimmung des theoretischen Potentials wird in einer ersten Näherung auf Basis der Flächen für Wohnbebauung und den Flächen für Gewerbe- und Industrie die Dachflächen aller Gebäude in Meppen abgeschätzt. Die Dachflächen sind zumeist geneigt und deswegen größer als die angegebenen Grundflächen der jeweiligen Gebäude und auch in unterschiedlichen Himmelsrichtungen ausgerichtet. Zwischenzeitlich haben sich die Preise für Photovoltaikmodule so stark verbilligt, dass selbst Anlagen, die in Ost-West-Richtung ausgerichtet werden heute rentabel betrieben werden können, dieses unter der Voraussetzung konstant bleibender Einspeisevergütungen.

In jedem Bebauungsplan wird mittels der Baunutzungsverordnung (BauNVO) die Grundflächenzahl als Faktor vorgegeben, der festlegt, welcher maximale Anteil der Gesamtfläche (Gebäude inklusive der Nebeneinrichtungen) in den unterschiedlichen Baugebiet überbaut werden darf. Diese Faktoren reichen von 0,2 in Kleinsiedlungsgebiet bis 1,0 in sogenannten Kerngebieten (Innenstadtbereiche). Da uns aus statistischen Erhebung des Landes Niedersachsen Angaben zur Gewerbe- und Industriegebieten (0,8) sowie Wohngebiete (0,6) vorliegen, haben wir den Faktor 0,7 als Durchschnittswert festgelegt und generell auf alle bebauten Flächen in Meppen angewendet.

In den statistischen Erhebungen wird in der Kategorie „Gebäude und Freiflächen“ eine Flächengröße von 1.681 ha angegeben. Die „Freiflächen“ in diesem Zusammenhang sind keine Acker- oder Wiesenflächen sondern Gärten, Höfe, private Parkplätze und alles, was flächenmäßig zu einem Baugrundstück dazugehört. Mit der Grundflächenzahl 0,7 ergibt sich somit eine theoretische Potentialfläche von ca. 1176,7 ha.

Es kann weiterhin angenommen werden, dass heutzutage nur die Dächer, die direkt nach Norden ausgerichtet sind tatsächlich für solare Nutzung ungeeignet sind. Geht man davon aus, dass bei der Dachausrichtung alle Himmelsrichtungen gleich häufig vorkommen so sind theoretisch $\frac{3}{4}$ aller Dachflächen geeignet. Des weiteren ist zu bedenken, dass alle Neigungswinkel von 45° bis 0° vorkommen können und sich bei großen Neigungswinkeln die Dachfläche als ein vielfaches der Gebäudegrundfläche ableiten ließe. Auch diese potentielle Nutzfläche wird sich aufgrund von Schattenwurf durch Schornsteine, Aufbauten (Funkmasten), Gauben und durch vorhandene Dachfenster weiter reduzieren, sodass es angemessen ist nur von dem angegebenen Grundflächenwert auszugehen. Es ergibt sich somit die theoretische Potentialfläche von 882,5 ha.

Aus Solardachkatastern und Potentialstudien in anderen Bundesländern⁵ ist bekannt, dass nur max. 50% der theoretischen Potentialflächen mobilisierbar sind, was eine tatsächliche Fläche von ca. 411 ha ergibt. Zieht man davon die bereits für Photovoltaik genutzte Flächen von ca. 17 ha ab erhält man als Ergebnis eine Potentialfläche von insgesamt ca. 394 ha, die im Detail zu untersuchen wäre.

Unter der Voraussetzung, dass alle Bürger Meppens eine solarthermische Anlagen nach dem Konzept der Warmwasserbereitung mit Heizungsunterstützung betreiben würden, wäre dafür ein Flächen von ca. 8,5 ha erforderlich. Hierfür eignen sich besonders die nach Süden ausgerichteten Dachflächen. Somit verbleibt

⁵ Vgl. Solarpotenzialanalyse für das Saarland im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Energie und Verkehr, Februar 2011

eine Fläche von 385,5 ha für den Betrieb von Photovoltaikanlagen, was einer Leistung von ca. **385,5 MWp** entsprechen würde.

5.7 Potenzial Geothermie

Geothermische Wärmequellen lassen sich hinsichtlich ihrer Lage in der Erdkruste in oberflächennahe Geothermie und tiefe Geothermie unterscheiden. Die oberflächennahe Geothermie beinhaltet alle Nutzungsarten bis zu einer Tiefe von 400 m, bei tiefergehenden Bohrungen spricht man von Tiefengeothermie. Das von Sonneneinstrahlung und Wasservorkommen bestimmte Temperaturniveau in den ersten 10 bis 15 m reicht aus, um Gebäude mit Hilfe einer Wärmepumpe zu beheizen und mit Warmwasser zu versorgen. Mit zunehmender Tiefe steigt in der Erdkruste die Temperatur um rund 3 °C pro 100 m an. Dementsprechend liegt das Temperaturniveau bei einer Tiefe von 4.000 m bereits bei über 100° C. In dieser Tiefe reicht das Wärmeniveau aus, um die Erdwärme ohne den Einsatz einer Wärmepumpe direkt zur Wärmeversorgung zu nutzen bzw. um mit Hilfe einer Turbine Strom zu erzeugen.

Individuelle geothermische Anwendungen für private Haushalte finden in der Regel im oberflächennahen Bereich, meist bis zu einer Tiefe von rund 100 m, statt. Anders als die Tiefengeothermie lässt sich die oberflächennahe Geothermie prinzipiell überall in Deutschland sinnvoll nutzen. Mögliche Einschränkungen beim Standort gelten jedoch, wenn durch die geothermische Nutzung beispielsweise die Trinkwassersicherheit gefährdet würde.

Oberflächennahe Geothermie

Als Orientierungswert gilt, dass eine Kollektorfläche von rund 25 m² einer Wärmeleistung von etwa 1 kW entspricht. Daraus lässt sich ableiten, dass die benötigte Kollektorfläche rund eineinhalb bis zweimal so groß sein sollte, wie die Wohnfläche, die es zu beheizen gilt. Die Bodenverhältnisse sind fast im gesamten Gebiet der Stadt Meppen für den Einbau von Erdwärmekollektoren mit einer Einbautiefe zwischen 1,2 - 1,5 m gut geeignet (Wärmeentzugsleistung > 30 W/m²).

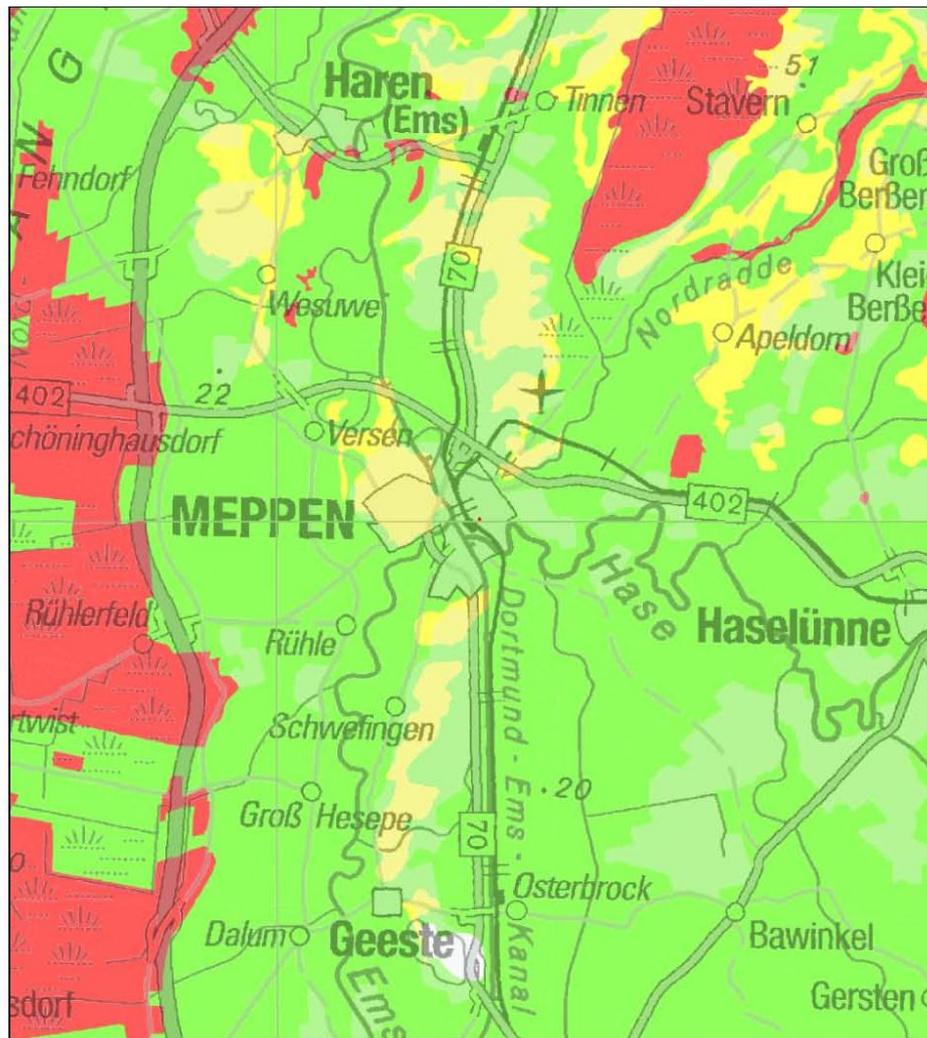


Abb. 21: Potenzielle Standorteignung für Erdwärmekollektoren für eine Einbautiefe von 1,2 – 1,5 (LBEG, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie)

In den Stadtteilen Nödike, Esterfeld, sowie nordwestlich von Bokeloh auf dem Gebiet von Borken und im Raum Apeldorn ist mit einer geringeren Wärmeentzugsleistung (20 – 30 W/m²) zu rechnen. Zusätzlich wirkt sich in der Region zwischen Borken, Bokeloh und Apeldorn ein Vorranggebiet zur Trinkwassergewinnung einschränkend aus, was den Einbau von Erdwärmekollektoren angeht. Hier sind Anlagen nur bedingt erlaubt, und es sollte im Vorfeld einer Planung Kontakt mit den zuständigen Behörden aufgenommen werden.

Mit geringer Ausdehnung gibt es Gebiete nordwestlich des Dorfs Groß Fullen und in der Region um Apeldorn, die eher weniger geeignet sind, da dort nur eine

Wärmeentzugsleistung unter $20\text{W}/\text{m}^2$ erreicht wird, was einen rentablen Betrieb nur in Einzelfällen erlaubt.

Tiefengeothermie

Pro MW thermischer Leistung die an der Oberfläche abgefordert wird ist eine Fließrate von $26\text{ m}^3/\text{h}$ mit einer Fördertemperatur von ca. 65°C Voraussetzung. Im Stadtgebiet von Meppen liegt das entsprechenden Temperaturniveau in einer Tiefe von ca. 1400 m , was bereits durch frühere Bohrungen untersucht und bestätigt wurde. Es ist langfristig absolut sinnvoll und im Sinne des Klimaschutzes, dass die lokale Situation in einer erneut durchzuführenden Machbarkeitsstudie detailliert untersucht wird.

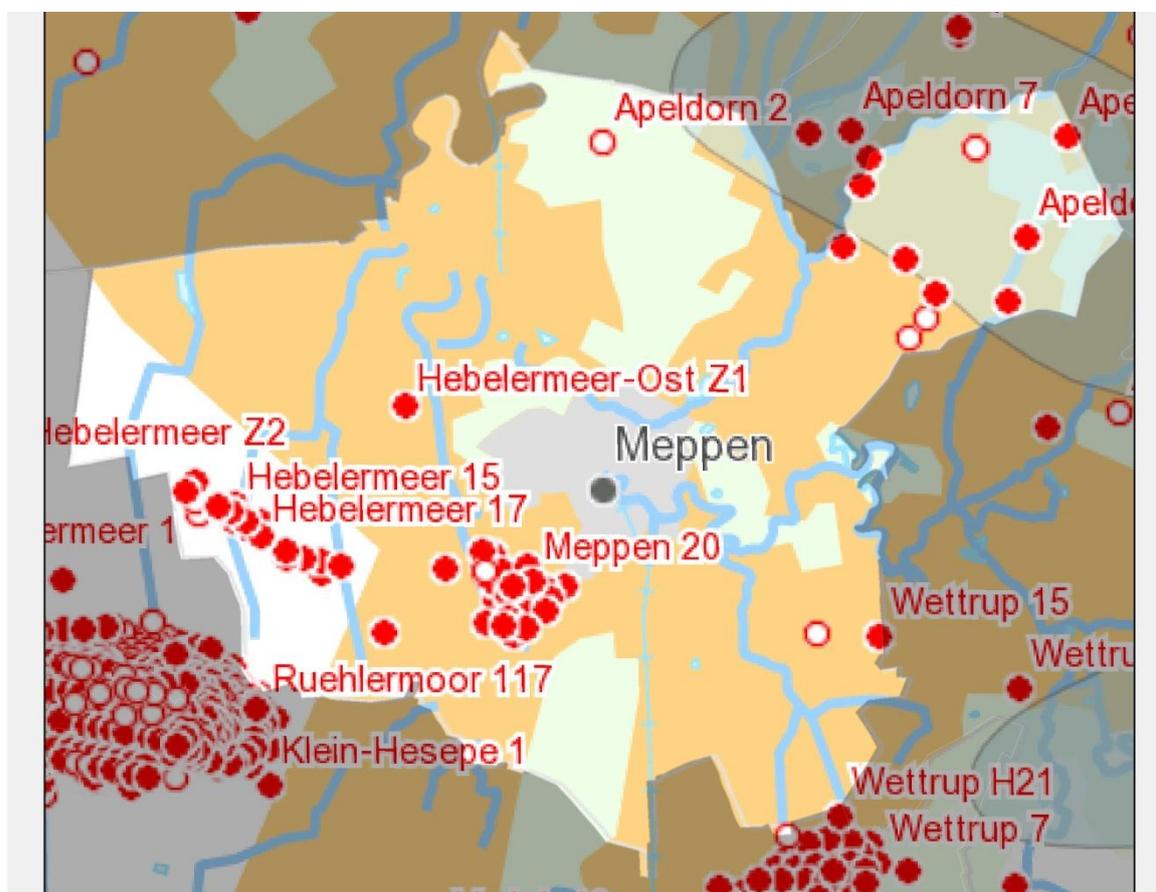


Abb. 22: Bereits durchgeführte Bohrungen in Meppen
(Quelle: www.Geotis.de)

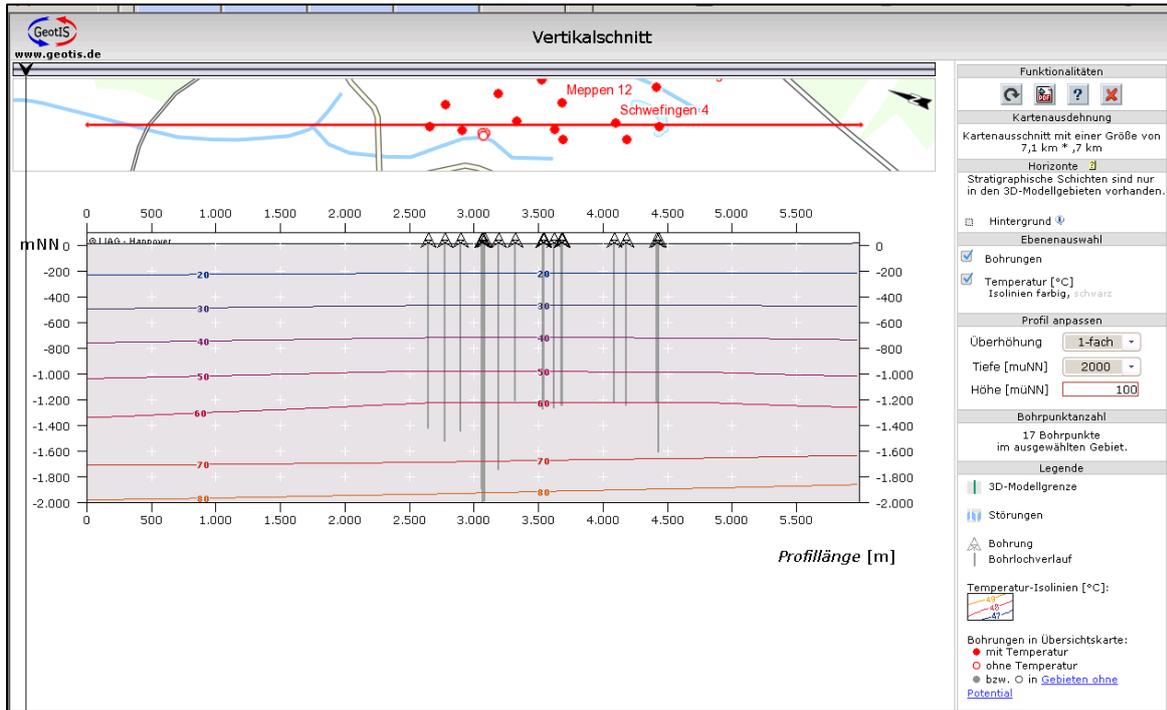


Abb. 23: Siebzehn Bohrungen mit unterschiedlichen Tiefen südwestlich von Meppen

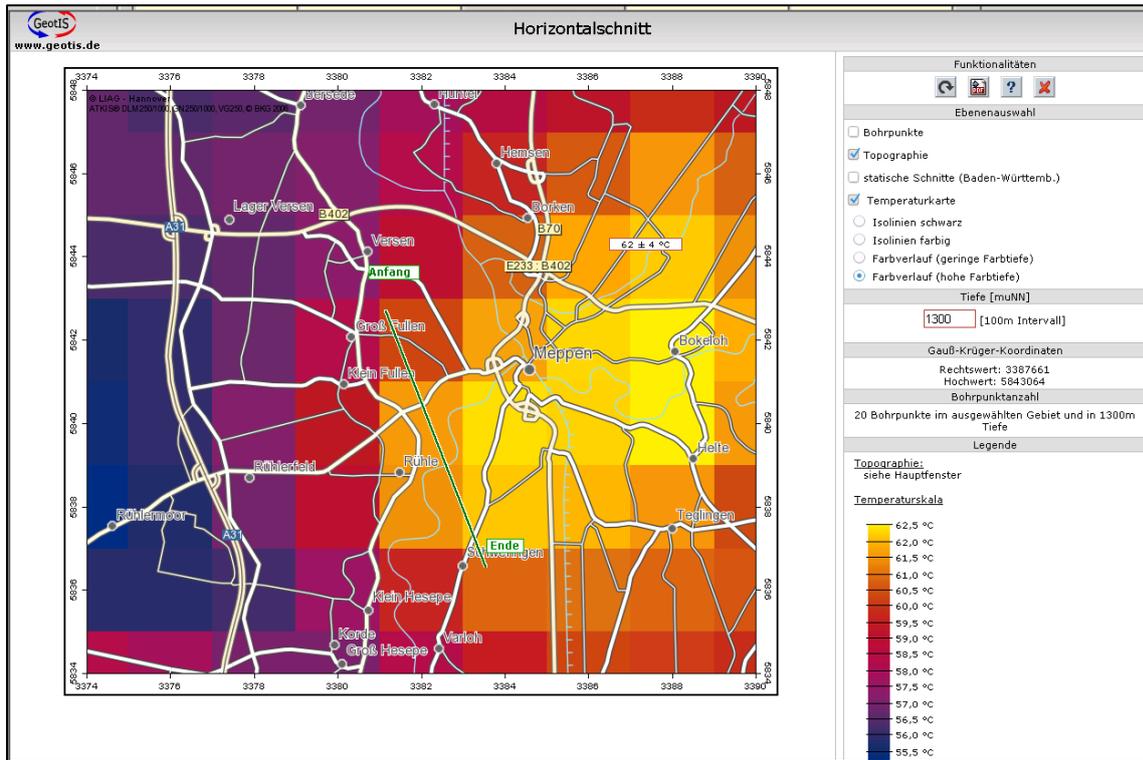


Abb. 24: Temperaturen in einer Tiefe von 1300 Meter

6 Bereits durchgeführte Maßnahmen zur CO2 Emissionsminderung

	Maßnahme	Umsetzung	CO2 Minderungs-potenzial
Bisherige Analysen zur effizienten Wärmeversorgung	Voruntersuchung zur Wirtschaftlichkeit einer Nahwärmeversorgung mit BHKW-Technik von Bädern und Sportanlagen in der Stadt Meppen (1991)	Nahwärmeversorgung der Bäder- und Sportanlagen: Die Realisierung des Vorhabens wurde seitens der RWE nicht empfohlen.	
	Erschließung von geothermischer Energie für die Fernversorgung der Stadt Meppen (1996)	Direktwärmetauscher + Kesselanlage wurde empfohlen, aber nicht umgesetzt.	
	Projektanalyse Wärmeverbund in der Meppener Innenstadt (2010/ 11)	Wärmeverbund über 5-6 BHKW : ca. 60% (Grundversorgung) würde durch regenerativen Energien, ca. 40% (Spitzenlastversorgung) durch vorhandenen Heizkessel erfolgen. Das Projekt wurde nicht über die Analyse hinaus weiterverfolgt.	
Klimafreundliche Abwasserbehandlung	Ganzheitliche Untersuchung der Optimierungsmöglichkeiten der Kläranlagen Meppen und Rühle	Ergebnisse der Energieanalysen werden bei der Umsetzung des Klimaschutzkonzeptes Berücksichtigung finden	

Die wichtigsten klimaschutzrelevanten Regelungen des Landesraumordnungsprogrammes für den Landkreis Emsland und die Stadt Meppen kurzgefasst:

Ausbau der Erneuerbaren Energien: Der raumverträgliche Ausbau der Erneuerbaren Energien soll unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten von den Trägern der Regionalplanung auf der Grundlage regionaler Energiekonzepte raumordnerisch unterstützt werden.

Windenergienutzung: In Vorrang- und Eignungsgebieten für die Windenergienutzung sollen keine Höhenbeschränkungen festgelegt werden. Die Bedingungen für die Festlegung von Vorrang- oder Eignungsgebieten für Repowering sowie für die Errichtung von Windenergieanlagen im Wald werden konkretisiert.

Ems-Trasse: Für die Netzanbindung der leistungsstärkeren Ausbauphase der Windenergienutzung auf See wird ein Vorranggebiet Kabeltrasse am östlichen Rand des Emsfahrwassers festgelegt. Die getroffene räumliche Konkretisierung und die zu beachtenden Vorgaben ermöglichen eine abgestimmte und raumverträgliche Nutzung. Damit wird die Zielvorgabe des LROP 2008 „Führung vorrangig außerhalb des Nationalparks Niedersächsisches Wattenmeer“ erfüllt.

Photovoltaikanlagen: Die Errichtung von Photovoltaikanlagen soll auf besiedelte und baulich vorbelastete Flächen konzentriert werden, da es dort Standortpotenziale gibt. Landwirtschaftlich genutzte Freiflächen, für die der raumordnerische Vorbehalt für die Landwirtschaft gilt, dürfen dafür nicht in Anspruch genommen werden. Standortentscheidungen sollen durch regionale Energiekonzepte begründet und unterstützt werden.

7 Maßnahmenvorschläge aus den Arbeitskreisen

Maßnahmenvorschlag 1 Dachflächen für PV-Anlagen nutzen	Priorität Sehr hoch <input checked="" type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte <ol style="list-style-type: none"> 1. Kommunale Dachflächen für PV-Anlagen erfassen, kartieren, katalogisieren und Potenziale ermitteln lassen (Ingenieurbüro) 2. Angebot an Bürger, deren Dachflächen zu erfassen und eine Potenzialkarte erstellen (Ingenieurbüro) 3. Klimaschutzmanager informiert Verwaltung und Private über die Förderungsmöglichkeiten. 4. Die Idee, Gewerbedachflächen für PV-Anlagen zu nutzen, sollte befördert werden (Energieeffizienzagentur Landkreis Emsland e. V.). 	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input checked="" type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte Stadt Private GHD	Zielgruppe Stadt Private GHD
Erwartete Gesamtkosten <ol style="list-style-type: none"> 1. Je nach Aufwand, HOAI-Leistung 2. Siehe 1., außer Druckkosten für die Karte(n), Öffentlichkeitsarbeit 3. Projektbegleitung als Aufgabe des Klimaschutzmanagers fest-schreiben 	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial Ein PV-Modul mit einem Quadratmeter kann innerhalb eines Jahres zwischen 100 bis 125 Kilowattstunden umweltfreundlichen Strom erzeugen (www.photovoltalkrechner.org). Je nach installierter Leistung wird eine Minderung des Verbrauchs konventionell erzeugten Stroms sowie eine Reduktion der CO ₂ -Emission erreicht.
Sonstiges/ Empfehlungen Energieeffizienzagentur Landkreis Emsland e. V. (Unternehmen) Klimacenter Werlte (Private)	

Maßnahmenvorschlag 2 Energiekonzept	Priorität Sehr hoch <input checked="" type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte Mit einem Energiekonzept formuliert die Stadt Leitlinien für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung und beschreibt den Weg in das Zeitalter der erneuerbaren Energien. Es geht um die Entwicklung und Umsetzung einer Gesamtstrategie. Ziel soll eine langfristige Orientierung sein, die zugleich die notwendige Flexibilität für neue technische und wirtschaftliche Entwicklungen wahrt. Ein regelmäßiges konsequentes Monitoring würde dazu dienen Fehlentwicklungen frühzeitig zu erkennen und zu korrigieren. Im Energiemix der Zukunft sollten die erneuerbaren Energien den Hauptanteil übernehmen. Auf diesem Weg könnten in einem dynamischen Energiemix die konventionellen Energieträger kontinuierlich durch erneuerbare Energien ersetzt. Die Erstellung eines Energiekonzeptes kann extern vergeben werden.	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input checked="" type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte Stadt	Zielgruppe Bürger
Erwartete Gesamtkosten Bei Vergabe Ingenieurleistung, nach HOAI	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial
Sonstiges/ Ideen für das Energiekonzept Bauleitplanung: in den Bauleitplänen sollten die Flächen und Standorte für Ver- und Entsorgungsanlagen frühzeitig gesichert werden. Nutzung von Nahwärmenetzen im B-Plan durch Anschluss- und Benutzungszwang festsetzen, bei Sanierung/ Überplanung im Bestand berücksichtigen Entwicklung weiterer Flächen für Windenergieanlagen, Photovoltaikanlagen	

Maßnahmenvorschlag 3 Netzwerke mit anderen Kommunen	Priorität Sehr hoch <input type="checkbox"/> hoch <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte Es wird empfohlen, die bereits bestehenden Netzwerke zu den umliegenden Gemeinden und EVU weiter intensiv zu nutzen. Bezüglich der Energieversorgung könnte eine Kooperation mit Nachbargemeinden, auch für die Gründung einer Energiegenossenschaft, sinnvoll sein.	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input checked="" type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte Stadt Landkreis	Zielgruppe
Erwartete Gesamtkosten	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial
Sonstiges Die Ziele des Landkreises Emsland zur Vernetzung der einzelnen Gemeinden im Landkreis bezüglich des Klimaschutzes werden im Konzept berücksichtigt. Der Koordinierungsausschuss Klimaschutz wird weiterhin als Austauschplattform genutzt.	

Maßnahmenvorschlag 4 Entwicklung eines Controlling-Konzeptes	Priorität Sehr hoch <input type="checkbox"/> hoch <input checked="" type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte In einem Controlling-Konzept werden die Rahmenbedingungen für die Erfassung/ Auswertung der Verbräuche und CO ₂ -Emissionen und für die Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen zur Erreichung der Klimaschutzziele entwickelt. Ein Controlling-Konzept umfasst auch den Personalbedarf, notwendige Investitionen (z. B. in Messtechnik), Zeitpläne mit Arbeitsschritten und Möglichkeiten zu Datenerfassung und –auswertung.	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input checked="" type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte Stadt	Zielgruppe Bürger
Erwartete Gesamtkosten Das Controlling-Konzept ist Bestandteil des Klimaschutzkonzeptes. Weitere Kosten kommen daher auf die Stadt nicht zu.	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial Erfassung/ Auswertung der Verbräuche und CO ₂ -Emissionen Überprüfung der Wirksamkeit der Maßnahmen
Sonstiges	

Maßnahmenvorschlag 5 Smart Grid, Smart Meter	Priorität Sehr hoch <input type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte Smart Grids werden zur Organisation von Stromnetzen genutzt. Ein Smart Grid könnte bei den Stadtwerken eingesetzt werden, um die Steuerung, Verteilung, Speicherung und Erzeugung von erneuerbarer Energie zu steuern. Als Ergänzung dazu können Smart Meter, also Stromzähler, zur Ermittlung des Verbrauchs seitens der Nutzer eingesetzt werden, um eine effiziente Energienutzung sicherzustellen.	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input checked="" type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte Stadtwerke EVU (RWE, EWE)	Zielgruppe Bürger
Erwartete Gesamtkosten	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial Rund 6,5 Prozent des Stromverbrauchs in der Bundesrepublik, schätzt das Wirtschaftsministerium, können private Haushalte allein durch die Nutzung kluger Zähler einsparen (www.manager-magazin.de , 05.07.2012)
Sonstiges Smart Grid = intelligentes Stromnetz Der Ausdruck „intelligentes Stromnetz“ oder englisch „Smart Grid“ bezeichnet die ganzheitliche Organisation der modernen Stromnetze zur Steuerung, (Lasten-) Verteilung, Speicherung und Erzeugung von elektrischer Energie. Solch intelligente und mit so genannten Smart Metern ausgerüstete Netze sollen in Verbindung mit last- und zeitabhängigen Tarifen dafür sorgen, dass der Verbrauch bewusst reduziert und zunehmend kurzfristig in die Niedriglastzeiten verlagert wird. Dadurch können die Senkung der Netzlast, die Glättung von Lastspitzen und die Verstetigung der Nachfrage erreicht werden. Eine wichtige Voraussetzung für intelligente Netze ist die Möglichkeit, Informationen aus den einzelnen Netzelementen wie zum Beispiel Erzeugungsanlagen, Verbrauchern (Haushalte oder Industrieanlagen) oder auch Trafo- und Verteilstationen in Echtzeit abrufen und verarbeiten zu können. Smart Meter = intelligente Stromzähler senden die Verbrauchswerte in Sekundenbruchteilen. Der Vorteil für den Konsumenten: Er kann präzise ermitteln, wie viel Elektrizität er zu welcher Tageszeit verbraucht hat.	

Maßnahmenvorschlag 6 Klimaschutzmanager	Priorität Sehr hoch <input checked="" type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte Die Aufgaben des Klimaschutzmanagers sind Information, Moderation und Management zur Umsetzung des Gesamtkonzeptes. Ziel ist es, verstärkt Klimaschutzaspekte in die Verwaltungsabläufe zu integrieren. Der Klimaschutzmanager informiert sowohl verwaltungsintern als auch extern über die Umsetzung und den Fortgang des Klimaschutzkonzeptes, begleitet und etabliert Maßnahmen und initiiert Prozesse für die übergreifende Zusammenarbeit und Vernetzung der wichtigen Akteure in der Stadt.	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input checked="" type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte Stadt	Zielgruppe Bürger
Erwartete Gesamtkosten Bei einer Eingruppierung in die Entgeltgruppe 9, Stufe 3, bis zur Entgeltgruppe 14, Stufe 5, erhalten Beschäftigte bei den Kommunen ein Monatsbruttoentgelt von € 2.761 bis € 4.949. ((Quelle: Tarifvertrag für den öffentlichen Dienst (TVöD)) (Auszug von der Seite der Bundesagentur für Arbeit, www.berufenet.arbeitsagentur.de))	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial
Sonstiges Für die zeitnahe Umsetzung der Klimaschutzmaßnahmen in Meppen ist die sofortige Einsetzung eines Klimaschutzmanagers aus Sicht aller Prozessbeteiligten erforderlich . Daher empfiehlt das Klimaschutzkonzept diese Maßnahme vorrangig für die Umsetzung. Bei den Haushaltsberatungen im Herbst 2012 sollte die Planung (Mittelbewilligung) für die Stelle für Anfang 2013 bereits berücksichtigt werden, um Zeitverluste bei der Umsetzung zu vermeiden.	

Maßnahmenvorschlag 7 Energieproduktion bei den Stadtwerken	Priorität Sehr hoch <input checked="" type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte Erweiterung der Aufgaben der Stadtwerke auf die Energieproduktion und – distribution mit erneuerbaren Energien sowie Gründung einer Energiegenossenschaft	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input checked="" type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte Stadt Stadtwerke Bürger	Zielgruppe Bürger
Erwartete Gesamtkosten	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial Windkraftanlage 1 MWh Ein PV-Modul mit einem Quadratmeter kann innerhalb eines Jahres zwischen 100 bis 125 Kilowattstunden umweltfreundlichen Strom erzeugen (www.photovoltaikrechner.org).
Sonstiges	

Maßnahmenvorschlag 8 Wasserkraftanlagen	Priorität Sehr hoch <input type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input checked="" type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte Die Wasserkraftnutzung steht teilweise rechtlich und fachlich in Konkurrenz zu anderen Belangen des Gemeinwohls, insbesondere des Naturschutzes und des Tierschutzes. Sie muss Gesichtspunkte der Umweltverträglichkeit, insbesondere die Auswirkungen auf die Fischpopulation, berücksichtigen, um auch den Anforderungen der EG-Wasserrahmenrichtlinie an die durchgängige Gewässergestaltung und dem Verschlechterungsverbot gerecht zu werden (Energiekonzept des Landes Niedersachsen, Februar 2012).	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input checked="" type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte	Zielgruppe
Erwartete Gesamtkosten	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial
Sonstiges Projekt Versener Emswehr: das Projekt liegt zur Zeit beim NLWKN zur Genehmigung vor.	

Maßnahmenvorschlag 9 Kosten-Nutzen-Analysen	Priorität Sehr hoch <input type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte Mit der Kosten – Nutzen Analyse werden die Sanierungsmaßnahmen bewertet.	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte Private Bauherren Stadt bei eigenen Liegenschaften	Zielgruppe Bürger Stadt
Erwartete Gesamtkosten Geringe bis keine Kosten, da diese bereits in den Ausführungskosten enthalten sind oder im Zuge einer Akquise nicht in Rechnung gestellt werden. Darüber hinaus werden im Klimaschutzkonzept fünf eigene Liegenschaften der Stadt beurteilt und die Ziele und Maßnahmen der energetischen Sanierung exemplarisch erarbeitet	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial Beispiel: -243 KWh/ m ² a; - 2000,00 € jährliche Energiekosteneinsparung
Sonstiges Klimaschutzcenter Werlte Beispiel: 150 m ² Wohnfläche, EFH Baujahr 1950, Kosten 21.700,00 € für den Einbau Brennwertkessel, Einbau zentrale Abluftanlage, Dämmung der Gebäudehülle	

Maßnahmenvorschlag 10 Beförderung der örtlichen Energieversorgung aus EE durch die Bildung von Energiegenossenschaften	Priorität Sehr hoch <input checked="" type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte Die Genossenschaft ist ein erprobtes Beteiligungsmodell für die dezentrale Energieerzeugung und –versorgung. Sie ermöglicht die Einbindung der Bürger vor Ort und die Vereinigung von kommunalen und wirtschaftliche Interessen mit dem Umweltschutz. Die Energiegenossenschaft ermöglicht es, langfristig an einem Gemeinschaftsprojekt teilzunehmen und – bei der Nutzung erneuerbarer Energien – die CO2-Emissionen im Gemeindegebiet.	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input checked="" type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte Stadt Stadtwerke Bürger	Zielgruppe Bürger
Erwartete Gesamtkosten	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial
Sonstiges www.neuegenossenschaften.de , www.kommunal-erneuerbar.de , Genossenschaftsgesetz – GenG (Gesetz betreffend die Erwerbs- und Wirtschaftsgenossenschaften. Die für die Gründung nötige Anzahl an Mitgliedern wurde von sieben auf drei reduziert, kleine Genossenschaften bis 20 Mitglieder brauchen nur ein Vorstandsmitglied. Darüber hinaus entfällt die Prüfung des Jahresabschlusses für kleinere Genossenschaften, deren Bilanzsumme 1 Mio. Euro und deren Umsatzerlöse 2 Mio. Euro nicht überschreiten. Außerdem wurde der Förderzweck auf kulturelle und soziale Belange ausgeweitet und Sachgrundungen ¹⁸ zugelassen (vgl. GenG).	

Maßnahmenvorschlag 11 Stabsstelle Klimaschutz	Priorität Sehr hoch <input checked="" type="checkbox"/> hoch <input type="checkbox"/> mittel <input type="checkbox"/>
Beschreibung und Handlungsschritte	
Umsetzungszeitraum: Sofort/kurzfristig (2013) <input checked="" type="checkbox"/> mittelfristig (bis 2015) <input type="checkbox"/> langfristig (bis 2020) <input type="checkbox"/>	
Träger und Beteiligte	Zielgruppe
Erwartete Gesamtkosten	Wirkung / CO₂-Einsparpotenzial
Sonstiges Umsetzung des Leitbild-Zieles: Modellstadt Klimaschutz und Nutzung Erneuerbarer Energien Im Zusammenhang mit Maßnahme Nr. 6!	

Zusammenfassung

Nr. (ohne Priorität)	Erneuerbare Energien	Priorität	Kosten	Potenzial	Wer?	Sonstiges
1	Gewerbedächer für PV- Anlagen	~		++	Gewerbebetriebe	Förderung nach EEG, Vorschlag: Dachflächen kommunaler Liegenschaften zur Verfügung stellen, Kataster mit Flächenangaben, Bewertung der Dachflächen und Ermittlung CO2-Minderungspotenzial an extern vergeben
2	Maßnahmen für Unternehmen			~	Stadt	Vorschlag wie zu 1.
3	Energiekonzept: BHKW-Nutzung, Nahwärmenetz	++		++	Stadt, Stadtwerke	Teilkonzept
4	Netzwerke mit Gemeinden und Städten stärken, auch bzgl. Nutzung von EE	++		+	Stadt, Stadtwerke	Teilkonzept
5	Zielsetzung: Bis 2020 um 5% Energieverbrauch reduzieren, Entwicklung eines Controlling-Instrumentes	++		++	Stadt	Vorschlag: Erhöhung des Ziels auf 30 %?
6	Smart-Grid – die Stadt als Vorbild			+	Stadtwerke	Teilkonzept
7	Energie-/Umwelt-Managementsystem für Meppen			++	Stadt	Aufgabe des Klimaschutzmanagers
8	Klimaschutzmanager			++	Stadt	35% der Personalkosten bei Förderung, gemäß TVöD zw. 2761€ und 4949 € (Bundesagentur für Arbeit)
9	Energieproduktion bei den Stadtwerken, Kleinwindkraftanlagen – Möglichkeiten in Meppen	++			Stadtwerke	Teilkonzept
10	Wasserkraft aus den Wasserkanälen	k.A.	k.A.	k.A.	Betreiber	z. Z. keine Veranlassung

11	Kosten-Nutzen-Analyse Energetische Sanierung	++	21.700 €/150 m ² WF	- 243 kWh/ m ² a	Ingenieurbüro	35 % Heizenergie ca. 750 € Kostenersparnis pro Jahr/ Co ₂ -Reduktion von bis zu 1,2 t / a
12	Bildung von Energiegenossenschaften	++	Keine bei GbR.	++/ 1MWh/ 400t CO ₂	Stadt als Förderer u. Initiator, Bürger	www.kommunal-erneuerbar.de
13	Stabstelle (beim Bürgermeister) Umsetzung Leitbild-Projekt: Modellstadt Klimaschutz und EE	++	vorrangig Personalkosten		Stadt	Klimaschutzmanager, www.dena.de

Legende: sehr positiv/ hoch ++ positiv/ hoch + neutral ~ negativ/ gering -
 - sehr negativ/ sehr gering --

8 Literatur

- BBR 2006** Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung; Informationen zur Raumentwicklung Heft 1/2 2006: Bioenergie: Zukunft für ländliche Räume, Bonn 2005
- BINE 2008** Birgit Schneider, BINE Informationsdienst, Thermische Solaranlagen basisEnergie 4, August 2008 Bonn
- BMU 2009** Erneuerbare Energien, Innovationen für eine nachhaltige Energiezukunft; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Referat Öffentlichkeitsarbeit, Juni 2009 Berlin
- C.A.R.M.E.N** <http://www.carmen-ev.de/dt/energie/bezugsquellen/kurzumtriebplant.html>
- Diekmann 1991** Sonnenenergie: Herausforderung für Forschung, Entwicklung und internationale Zusammenarbeit, Gierer Alfred [Hrsg.], 1991 Berlin
- E.ON Avacon** Energieverbrauchsanalyse Gemeinde Holle; 2009 Helmstedt
- FNR 2006** Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. Leitfaden: Bioenergie im Gartenbau, 2006 Gülzow
- FNR: 2007** Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. ; Studie: Einspeisung von Biogas in das Erdgasnetz, Leipzig 2007
- Hauff/Haag/Zywietz** Jochen Hauff, Wolfgang Haag, Daniel Zywietz; Bioenergie und de-

- 2008** zentrale Energieversorgung, DLG Verlag, 2008 Frankfurt am Main
- HMULV 2006** Hessisches Ministerium für Umwelt, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz; Nahwärme – Ratgeber zur Planung und Errichtung von Nahwärmenetzen, 2006 Wiesbaden
- IWU 2009** Institut Wohnen und Umwelt; Kumulierter Energieaufwand und CO₂-Emissionsfaktoren verschiedener Energieträger und –Versorgungen, 2009 Darmstadt
- Jenssen 2010** Till Jenssen; Einsatz der Bioenergie in Abhängigkeit von der Raum- und Siedlungsstruktur, GWV Fachverlage GmbH, 2010 Wiesbaden
- Kaltschmitt 2009** Kaltschmitt, Martin Prof. Dr.-Ing.; Energie aus Biomasse: Grundlagen, Techniken und Verfahren; Springer Verlag, 2009 Berlin
- KTBL 2009** Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft; Faustzahlen Biogas, 2009 Darmstadt
- Klose 2003** Klose, Ralf Dr.; Hinweise und Empfehlungen zum Umgang mit arsen- und schwermetallbelasteten landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden. Broschüre der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft, 2003 Dresden
- K.-M. 2005** Marianne Karpenstein-Machan, Dr.; Energiepflanzenbau für Biogasanlagenbetreiber; DLG Verlag; Frankfurt am Main 2005,
- LFU 2010** Bayerisches Landesamt für Umwelt; Erdwärme- die Energie aus der Tiefe, 2010 Augsburg

- MU 2006** Niedersächsisches Umweltministerium; Leitfaden Erdwärmenutzung in Niedersachsen, 2006 Hannover
- PA 2009** Agnieszka Paschek; Dezentrale Energieversorgung und Raumentwicklung – planerischer Umgang mit dem Ausbau der Bioenergie im ländlichen Raum des Landes Niedersachsen, Diplomarbeit HafenCity Universität Hamburg, 2009 Reppenstedt
- Wesselak/Schabach 2009** Viktor Wesselak, Thomas Schabbach; Regenerative Energietechnik, Springer Verlag, 2009, Heidelberg
- WZB 2005** Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung; Kommunaler Klimaschutz in Deutschland- Handlungsoptionen, Entwicklung und Perspektiven, 2005 Berlin