



UnternehmensGrün

Bundesverband der grünen Wirtschaft

Potentialabschätzung

100% Strom aus Erneuerbaren Energien in der Metropolregion Rhein-Neckar bis 2030

Valentin Hollain, Dr. Nina Scheer

Herausgegeben von
UnternehmensGrün e.V.

Inhalt

I. Hintergrund	1
II. Erneuerbare Energien in bundesweiter Betrachtung	2
III. Die Metropolregion Rhein-Neckar	3
IV. Entwicklungspotentiale	6
1. Energieeffizienz	6
2. Biomasse	8
3. Photovoltaik	12
4. Windenergie	13
5. Wasserkraft	16
6. Geothermie	18
7. Speicherung und vernetzte Erzeugung	18
8. Arbeitsmarktpotentiale und regionalwirtschaftliche Effekte	20
9. Allgemeine Wertschöpfung	22
V. Ergebnis	23
VI. Zusammenfassung	25

Potentialabschätzung

100 % Erneuerbare-Energien-Strom für die Metropolregion Rhein-Neckar bis 2030

Herausgeber: UnternehmensGrün e.V.

Impressum

Herausgeber:

UnternehmensGrün e. V.
Bundesverband der grünen Wirtschaft
Wielandstraße 17
10629 Berlin
T +49 (0) 30 325 99 683
F +49 (0) 30 325 99 682
E-Mail: info@unternehmensgruen.de

V.i.S.d.P.:

Dr. Nina Scheer, Geschäftsführerin UnternehmensGrün e. V.

Stand:

Oktober 2008

Copyright-Hinweis:

Vervielfältigung und Weitergabe an Dritte – auch auszugsweise – nur nach schriftlicher Freigabe des Herausgebers

I. Hintergrund

Der Einsatz erneuerbarer-Energien-Technologien boomt. Keine Branche verspricht einen auch nur annähernd vergleichbaren Arbeitsplatzzuwachs. Der Klimawandel hat bereits eingesetzt und lässt uns nur den Ausweg der drastischen CO₂-Reduktion bzw. die Energiewende, hin zu einer 100 %-Versorgung durch Erneuerbare Energien.

Bürgerbegehren zu Neubauten von Kohlekraftwerken lassen erkennen, welche massive Hürden es für eine klimaschonende zivilisatorische Fortentwicklung zu überwinden gilt. Kohle- aber auch Atomkraftwerke stehen für zentralisierte Großversorgung, wie sie nicht zuletzt industrielle Ballungsgebiete, etwa die Metropolregion Rhein-Neckar (MRN) in eben dieser Struktur forcierte. Indem die Energieversorgungsunternehmen an ihren Einnahmequellen festhalten und sich zukünftige sichern, stehen die Zeichen weiter auf eine zentralisierte Energie-Großversorgung. Damit ist auch eine zunächst bleibende Auseinandersetzung um die zukünftige Nutzung von Kohleverstromung und Atomenergienutzung gegeben; zeitgleich ein Kampf gegen die Marginalisierung der Potentiale Erneuerbarer Energien.

Als Begründung für einen fortgesetzten Einsatz von Kohle- und Atomstrom wird mit der besorgniserregenden "Stromlücke" argumentiert. Mit der behaupteten Unentbehrlichkeit der genannten Energieträger wird gerade in energieintensiven Räumen versucht, über eine unterstellte Ungesicherheit zukünftiger Energieversorgung Popularität zu erlangen. Jede Investition in herkömmliche Energieversorgungsstrukturen bedeutet ein Minus an Investitionen in Erneuerbare Energien. Zugleich besteht jedoch Einvernehmen darüber, dass es allein schon aufgrund der Verknappung fossiler Ressourcen auf eine Vollversorgung durch Erneuerbare Energien hinauslaufen wird.

Im Zeichen des Klimaschutzes kann eine am heutigen Stand der Technik gemessene verhältnismäßig umweltbelastende Technologie nur dann Legitimation erhalten, wenn es für ihren Einsatz keine Alternativen gibt. An den Beispielen Hessen und Rheinland-Pfalz belegen Studien (vgl. Etwa unter www.eurosolar.org, "Der Weg zum Energieland Hessen"), dass und auf der Grundlage welcher Entwicklungen bis 2030 eine Vollversorgung durch Strom aus Erneuerbaren Energien möglich ist. Die wesentliche Aussage dieser Studien ist, dass eine Vollversorgung bereits vom heutigen Stand der Technik aus betrachtet keiner technologischen Quantensprünge bedarf. Anders etwa für eine unterirdische Einlagerung von – aus Kohleverstromung - sequestrierten CO₂. Al Gore erklärte in einer Ansprache jüngst das Ziel einer 100 % - Stromversorgung der USA durch Erneuerbare Energien binnen 10 Jahren und korrigierte dabei mit Blick auf den heutigen Stand der Technik seine eigenen früheren Prognosen (vgl. unter http://www.sfv.de/artikel/2008/A_Genera.html).

Dass auch für die MRN eine dezentrale Vollversorgung durch Erneuerbare Energien bis 2030 möglich ist, wird die vorliegende Potentialabschätzung skizzieren.

Neu errichtete Kohlekraftwerke haben eine Laufzeit von mind. 40 Jahren. Heute weist die MRN eine Eigenstromerzeugung von 30,4 TWh/a auf, wenn auch unter Einbeziehung von Biblis, so dass 12,6 TWh/a eigenerzeugter Strom exportiert wird. Aber auch ohne Biblis liegt die derzeitige Eigenstromerzeugung bei 16,1 TWh/a. Geht man davon aus, dass sich der Strombedarf der MRN von heute 18,5 TWh/a durch Einsparungen um 20 % reduzieren wird, erhellt, dass es keines neuen Kohlekraftwerkes bedarf. Wie im Folgenden skizziert, sind hinreichende Alternativen vorhanden.

Die Metropolregion Rhein-Neckar ist durch eine hohe Industrie- und Verkehrsdichte gekennzeichnet, die zu einer beträchtlichen Schadstoffbelastung führt. Dieser Umstand unterstreicht die Erforderlichkeit, in Fragen der Energieversorgung auf umweltentlastende Technologien zu setzen.

II. Erneuerbare Energien in bundesweiter Betrachtung

Bundesweit (vgl. BMU, Entwicklung der Erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2007, 2008, 3 ff.) betrug im Jahr 2007 der Anteil des Stroms aus Erneuerbaren Energien (EE-Strom) am gesamten Bruttostromverbrauch 14,2 % gegenüber 11,7 % im Vorjahr. Damit ist binnen eines Jahres eine Zuwachsrate von 21,4 % zu verzeichnen. Ca. 75 % des EE-Stroms bzw. 66 TWh wurde nach dem EEG vergütet gegenüber noch 50 TWh im Vorjahr.

Der Umstand, dass mit einem 14,2 %-Anteil bereits das auf europäischer Ebene für 2010 vereinbarte Mindestziel von 12,5 % überschritten ist, beweist als nur ein Element von vielen, dass die EE-Branche mehr Potentiale in sich birgt, als bislang prognostiziert wurde.

Die Beiträge der einzelnen EE-Sparten

	2007	2006	Anteil am Stromverbr. in D/2007
Windenergie	39,5 TWh	30,7 TWh	6,4 %
Wasserkraft	20,7 TWh	20,0 TWh	3,3 %
Biomasse	17,4 TWh	13,5 TWh	2,8 %
<i>- Mit Deponie- Und Klärgas u. biogenem Anteil</i>			
<i>an Abfällen</i>	<i>23,8 TWh</i>		<i>3,9 %</i>
Photovoltaik	3,5 TWh	2,2 TWh	0,6 %

Mit einem Zuwachs von ca. 5,5 % (gegenüber dem Vorjahr) waren im Jahr 2007 ca. 249.000 Menschen in der Branche beschäftigt, seit 1998 hat die Zahl der Beschäftigten sich verzehnfacht. Ein solch brancheneigener Beschäftigungszuwachs ist weder durch Kohleverstromung noch durch Atomenergienutzung erreichbar. Die Zahl der Beschäftigten in den Bereichen Atomenergie und Steinkohle lag schon 2005 zusammen unterhalb von 80.000 Personen, mit fallender Tendenz.

Auch die heutige Bundeskanzlerin und Physikerin Angela Merkel hat sich immer wieder geirrt, was die Potenziale Erneuerbarer Energien zur Stromversorgung betrifft. Kurz nach ihrem Amtsantritt als Umweltministerin ließ sie verlauten, dass Sonne, Wasser oder Wind auch langfristig nicht mehr als 4 Prozent unseres Strombedarfs decken könnten und zitierte damit fast wörtlich eine ganzseitige Zeitungsanzeige der deutschen Stromwirtschaft vom 1.1.1993. Noch 2005 zweifelte sie daran, dass deren Anteil bis 2020 von 10 % auf 20 % steigen könnte, ein Ziel das bei Beibehaltung der aktuellen Wachstumsraten schon weit vorher erreicht sein dürfte.

III. Die Metropolregion Rhein-Neckar



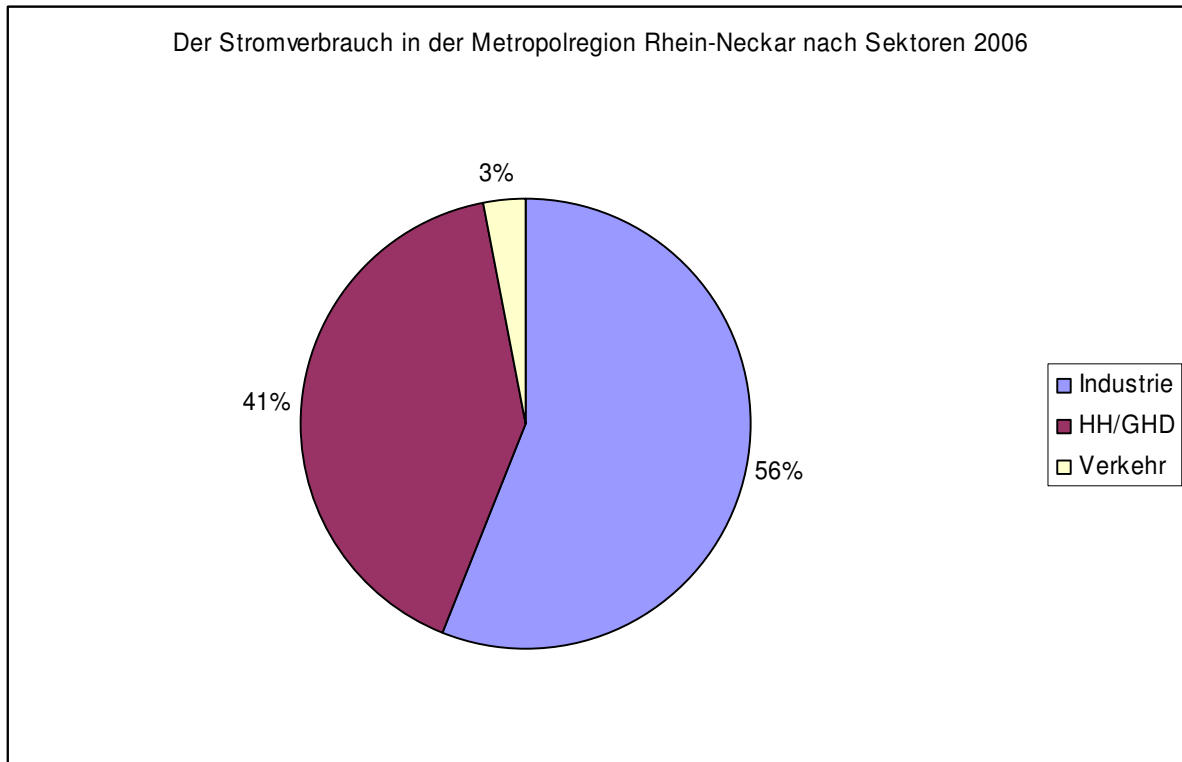
Die Metropolregion Rhein-Neckar, Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Bild:ZMRN.png>

Im Schnittpunkt der drei Bundesländer Baden-Württemberg, Hessen und Rheinland-Pfalz gelegen ist die Metropolregion Rhein-Neckar mit etwa 2,4 Mio. Einwohnern der siebtgrößte Wirtschaftsraum Deutschlands. In der Region befinden sich die Großstädte Mannheim (307.914 Einwohner), Ludwigshafen (163.560 Einwohner) und Heidelberg (144.634 Einwohner) sowie deren urbanisiertes Umland, aber auch der ländlich geprägte Neckar-Odenwald-Kreis und die Südpfalz. Die Bevölkerungsdichte reicht dabei von nur 134 Einwohnern pro km² im Neckar-Odenwald-Kreis bis zu 1.327 Einwohner pro km² in Heidelberg. Zum Vergleich: Die durchschnittliche Bevölkerungsdichte auf Bundesebene beträgt 230 Einwohner/m². Die Metropolregion ist somit ein höchst heterogener Raum, der sowohl urbane Kernräume, verstärktes Umland als auch eher ländlich geprägte Teilräume umschließt. Für die Nutzung der unterschiedlichen Erneuerbare-Energien-Quellen ist dies von großer Bedeutung.

In der wirtschaftlich starken Region spielt das produzierende Gewerbe nach wie vor eine große Rolle. 36 % der Beschäftigten arbeiten in diesem Sektor. Mit 27.000 Euro pro Kopf liegt das Bruttoinlandsprodukt immerhin etwa 2.000 Euro über dem Bundesdurchschnitt. 750.000 Beschäftigte erwirtschaften in mehr als 100.000 Unternehmen eine Bruttowertschöpfung von 61,6 Milliarden Euro (2005), 10 der 100 größten deutschen Unternehmen kommen aus der Metropolregion Rhein-Neckar (vgl. www.m-r-n-com). Dies schlägt sich auch im Energieverbrauch nieder: In der Metropolregion werden in der Endnutzung 18,5 TWh Strom eingesetzt. Rund 56 % des gesamten Stromaufkommens

werden in der Industrie eingesetzt. Weitere 3 % entfallen auf den Verkehrssektor, die verbleibenden 41 % auf private Haushalte (HH) und den Sektor Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD).

Betrachtet man den gesamten Primärenergieeinsatz für die Bereitstellung von Strom und Wärme, so dominieren heute eindeutig die fossilen Energieträger: Kohle mit 26.000 GWh/a und Erdgas mit 37.400 GWh/a, hinzu kommt die Kernenergie mit 43.220 GWh/a (vgl. Fernwärmestudie Metropolregion Rhein-Neckar – Endbericht, S. 24).



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten aus der Fernwärmestudie MRN, 2008

Gerade aber die Betrachtung von Primärenergieeinsatz und Endnutzung macht deutlich, wie ineffizient ein Energiesystem ist, das auf fossile und atomare Großkraftwerke ausgerichtet ist. Je nach Kraftwerkstyp gehen 60-65 % der Energie in Großkraftwerken als Abwärme verloren. Selbst modernste Kohlekraftwerke erreichen keine Wirkungsgrade von über 50 %. So rühmt sich RWE, dass der Kraftwerksneubau in Hamm einen Wirkungsgrad von 46 % erreichen wird und spricht in diesem Zusammenhang sogar von „Weltspitze“. Bezieht man Kohleförderung, Aufbereitung und Transport mit in die Bilanzierung ein, so sehen die Wirkungsgrade noch deutlich schlechter aus. Hinzu kommt der immense Eigenenergiebedarf solcher Kraftwerke, den es ebenfalls in die Bilanzierung aufzunehmen gilt.

Dies gilt im Übrigen auch für das Abscheiden des klimaschädlichen Kohlendioxids (CCS – Carbon Capture and Storage), zumal diese Technologie den Wirkungsgrad von Kohlekraftwerken senkt und somit die Stromerzeugung drastisch verteuert. Oft wird von CO₂-freien Kraftwerken gesprochen, obwohl schon längst belegt ist, dass eine vollständige Abspaltung gar nicht möglich ist. An den geplanten Kraftwerksstandorten sind in den meisten Fällen keine geeigneten Lagerstätten vorhanden. So müsste das Kohlendioxid über Pipelines abtransportiert werden, was gerade in dichtbesiedelten Räumen die Bevölkerung unnötig gefährdet. Wie gefährlich der Austritt von hochkonzentriertem

Kohlendioxid ist, hat etwa der Unfall am 16. August 2008 in Mönchengladbach gezeigt (http://www.wdr.de/themen/panorama/unfall07/moenchengladbach_chemieunfall/index.jhtml?rubrikenstyle=panorama).

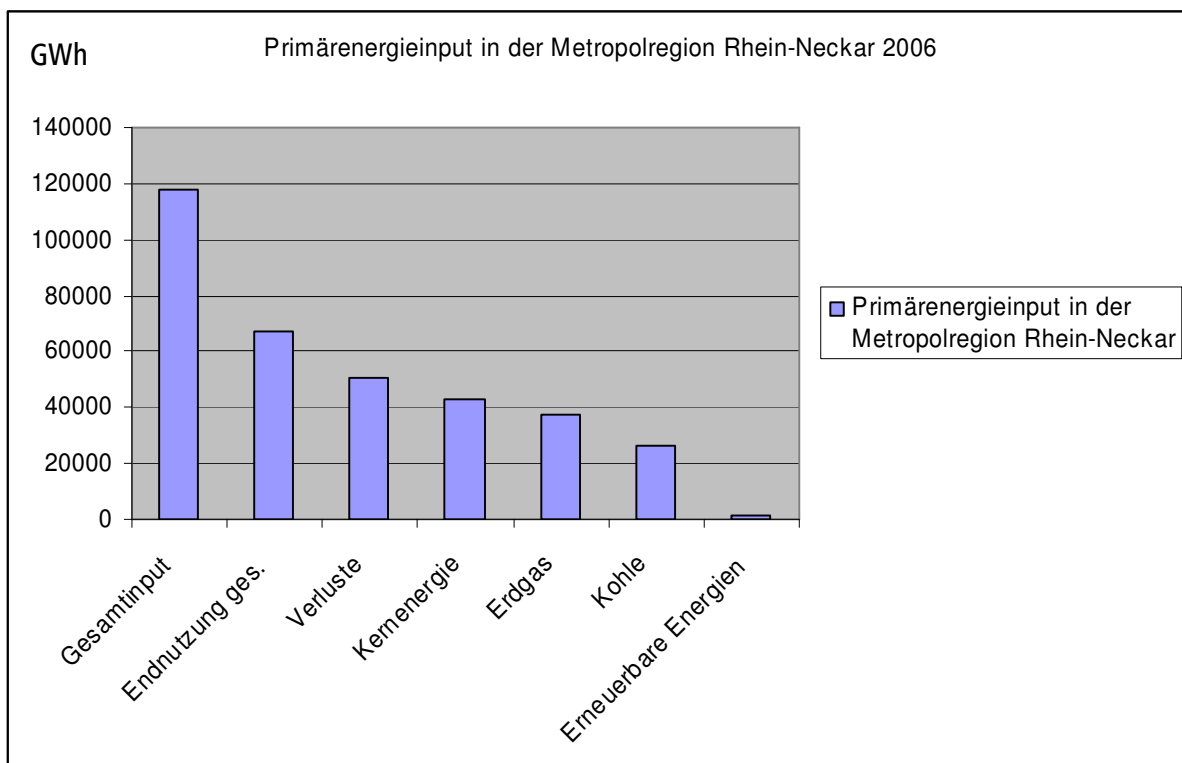
Aufgrund der hohen Einwohnerzahl sowie der starken Konzentration energieintensiver Industrie ist die Metropolregion Rhein-Neckar einer der Schwerpunkträume des Stromverbrauchs in Deutschland. Aber schon heute sind die Technologien vorhanden, die einen Wechsel von einer ineffizienten fossil-atomaren Energieversorgung hin zu einer regenerativen Energieversorgung erlauben, auch in einem Ballungsraum wie der MRN. Was hier möglich ist, lässt sich auf andere Ballungsgebiete in Deutschland übertragen.

Heute jedoch ist der Gesamtbeitrag Erneuerbarer Energien in der MRN marginal und liegt deutlich unter dem Bundesdurchschnitt. Der Anteil Erneuerbarer Energien am Primärenergie-Input beträgt nur 1.720 GWh/a. Bezogen auf den Gesamtinput von 117.000 GWh/a sind dies nur 1,46 %, bei einer Betrachtung ohne das Kernkraftwerk Biblis 2,17 %. Da auch der EEG-Stromanteil unterdurchschnittlich ist, wurden 2006 630 GWh EEG-Strom importiert (vgl. Fernwärmestudie Metropolregion Rhein-Neckar, 2008, S. 22-26).

In der Region sind jedoch umfangreiche Potentiale zur Nutzung Erneuerbarer Energien vorhanden. Im Folgenden wird daher für den Bereich der Stromversorgung erläutert, wie diese Potentiale so genutzt werden können, dass auch in einer Region mit einem - industriell bedingt - sehr hohen Strombedarf Erneuerbare Energien bis zum Jahr 2030 einen substantiellen Beitrag leisten können.

Zu diesem Zweck wurden folgende Teilbereiche analysiert und Handlungsempfehlungen erarbeitet:

Energieeffizienz, Biomasse, Photovoltaik, Windenergie, Wasserkraft, Geothermie sowie das Themenfeld Speicherung und vernetzte Erzeugung.



Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Daten aus der Fernwärmestudie MRN, a.a.O.

IV. Entwicklungspotentiale

1. Energieeffizienz

Auf dem Weg zu einer 100 %-Versorgung aus Erneuerbaren Energien spielt die Energieeffizienz eine große Rolle. Ohne Verzicht auf Komfort kann durch Energieeffizienz und -einsparung eine deutliche Senkung des Strombedarfs erreicht werden. Denn sie ist nicht nur ökologisch vorteilhaft, sondern auch ökonomisch. Geld, das nicht für den Energieverbrauch verwendet werden muss, erlaubt der Wirtschaft Waren und Dienstleistungen kostengünstig anzubieten und steht dem Verbraucher für Konsum zur Verfügung. Insofern sollte es im Interesse der Politik liegen, sowohl für Privathaushalte als auch Unternehmen Anreize zum Energiesparen zu geben.

Gehen Europäische Union und der Bund das Thema Energieeffizienz endlich ernsthaft an, können europa- und bundesweit deutliche Verbrauchseinsparungen erzielt werden. Als Beispiel für einen sehr erfolgreichen Ansatz zum Energiesparen sei das japanische Top-Runner-Programm genannt. Hierbei wird an einem Stichtag eine Marktübersicht bestimmter Gerätetypen erstellt. Das effizienteste der begutachteten Geräte wird zum Standard der Branche erhoben, den die anderen Hersteller nach einer bestimmten Frist auch erreichen müssen (5 - 7 Jahre), andernfalls drohen Sanktionen wie Strafzahlungen oder Verkaufsverbote. Dieses vorbildliche Gesetz entlastet die Verbraucher und ermuntert die heimischen Unternehmen einen Innovationsvorsprung gegenüber der Konkurrenz zu halten.

Angelehnt an das japanische Top-Runner-Programm hat Greenpeace schon 2005 eine entsprechende Gesetzesvorlage für Deutschland erarbeitet (vgl. http://www.greenpeace.de/themen/energie/energiesparen_energieeffizienz/artikel/effizienz_die_energiequelle_der_zukunft_top_runner), leider erfolgte bisher keine Umsetzung durch die Politik.

Ein großer Anteil an Energieeinsparung lässt sich über die Verwendung von Energiesparlampen, die Reduktion von Stand-by-Betrieb und die Etablierung von Haushaltsgeräten in hohen Effizienzklassen erreichen. Bundesweit schätzt das ifeu (vgl. ifeu- Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg, Endbericht, 2007, 14 ff.) – ausgehend vom Jahr 2001 – das Minderungspotential im Bereich der privaten Haushalte bis 2010 auf ca. 18 TWh Strom (ohne Elektroheizung und Warmwasser). Das entspricht etwa 20 % des Stromverbrauchs der privaten Haushalte des Jahres 2001 (7 % des bundesweiten Nettostromverbrauchs). Die größten Effizienzpotentiale werden im Bereich Kühlgeräte (4,2 TWh), Beleuchtung (3,5 TWh), im Computerbereich (2,2 TWh) und durch den Einsatz effizienter Umwälzpumpen (1,9 TWh) gesehen. Allein durch die Vermeidung der Leerlaufverluste könnten 4,6 TWh Strom eingespart werden. Die aufgeführten Minderungspotentiale beziehen sich allein auf Verbesserungen der Technik. Sie beinhalten noch nicht weitere Einsparmöglichkeiten durch ein verändertes Alltagsverhalten.

Maßgeblicher Anreiz für ein **energiesparendes Alltagsverhalten** wird der Markt bzw. die allgemeine und stetige Stromverteuerung sein. Kommunen können Hilfestellung leisten, indem sie Stromverbrauchsmessgeräte zur Verfügung stellen. Ferner können transparente Stromrechnungen mit Angaben über Durchschnittswerte besonders energieintensiver Haushaltsgeräte dem Stromkunden entscheidende Hilfestellungen zur Energieeinsparung vermitteln. Es ist davon auszugehen, dass sich Hersteller bei stetig steigenden Strompreisen (eine Umkehr dieser Entwicklung ist nicht zu erwarten) auf die Nachfrage nach energiearmen Geräten einstellen. Ein solches Verbraucherverhalten zeigt sich bereits bei der Automobilindustrie. Die Anzahl der Neuzulassungen sinken in Erwartung auf verbrauchsärmere Motoren.

Die **Einsparpotentiale der Industrie** sind hier nicht eingerechnet. Da die steigenden Energiepreise einen hohen Kostendruck auf die deutsche Industrie ausüben, wird es zwangsläufig zu Steigerungen in der Energieeinsparung aber auch – in Folge des Verbraucherverhaltens - der Energieeffizienz kommen. Insbesondere bei der energieintensiven Industrieproduktion, die in großem Umfang in der Region ansässig ist. Eine Region, die sich selbst als "führende Innovatorschmiede" bezeichnet (vgl. <http://www.m-r-n.com>), ist angehalten, einen entsprechenden Forschungscluster aufzubauen, der die ansässigen Unternehmen stärkt und neue Arbeitsplätze in der Region schafft. Laut Institut der Deutschen Wirtschaft hat die deutsche Industrie allein zwischen 1995 und 2005 ihre Effizienz um 13 % gesteigert. Der jährliche Primärenergieverbrauch ist zwischen 1991 und 2006 um ca. 1 % gesunken, im gleichen Zeitraum stieg aber das Bruttoinlandsprodukt um 24 %. Die Energieintensität - der für eine bestimmte Produktionsmenge nötige Energieeinsatz – ist daher um etwa 20 % gesunken. Darin liegt auch ein enormer Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Volkswirtschaften: Industrie und Bergbau benötigten 2005 nur noch eine Energiemenge von umgerechnet 98 Kilogramm Öleinheiten für 1.000 Dollar Wertschöpfung. In Kanada und Polen lag der Energiebedarf etwa dreimal, in Südkorea, Australien und Spanien nahezu doppelt so hoch (vgl. Hubertus Bardt: Steigerung der Energieeffizienz - ein Beitrag für mehr Umweltschutz und Wirtschaftlichkeit, IW-Positionen Nr. 30, Köln 2007).

Um Betriebe über mögliche Einsparmöglichkeiten aufzuklären, hat z. B. das Land Baden-Württemberg 2004 eine Landesinitiative zur Verbesserung der Energieeffizienz (LIVE) gestartet, die kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in Baden-Württemberg zu effizienterem Energieeinsatz und zur Reduktion überflüssigen Energieverbrauchs anleiten soll (vgl. <http://www.wm.baden-wuerttemberg.de/rationelle-energieanwendung/65227.html>).

Es ist zu erwarten, dass die regionalen Gestaltungsmöglichkeiten in Korrespondenz mit dem - auf stetig steigende Energiepreise reagierenden - Verbraucherverhalten bis 2030 zu drastischen Strombedarfsreduktionen führen. Die angesprochenen Möglichkeiten auf EU- und Bundesebene, die nicht in die Entscheidungskompetenz kommunaler Entscheidungsträger fallen, sind somit nicht der einzige Weg zur Zielerreichung einer um 20 % reduzierten Stromendnutzung. Die auch kommunal beeinflussbare und durch das Verbraucherverhalten forcierte Entwicklung könnte sich allerdings etwa mit Hilfe eines Top-Runner-Ansatzes schneller vollziehen.

Fazit

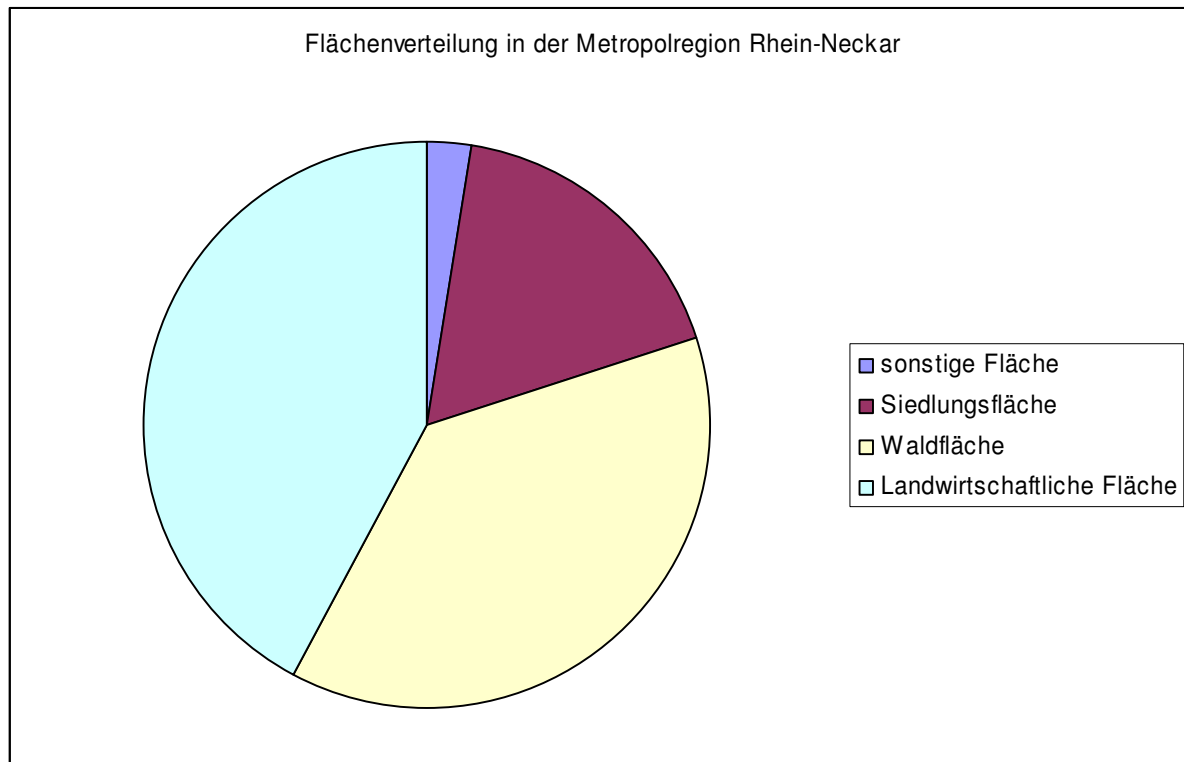
Bei der Energieeffizienz müssen in Zukunft verschiedene Ebenen ineinander greifen um den Energieverbrauch in den kommenden Jahren möglichst stark zu senken. Dies reicht von europäischer- und Bundesgesetzgebung über kommunale Energieberatung bis zum Verbraucherverhalten als Reaktion auf stetig steigende Energiepreise.

Kommunen können bei der Energieeffizienz eine Vorreiterrolle einnehmen, indem sie die Energieeffizienz zu einer zentralen Säule ihres kommunalen Gebäudemanagements machen.

Auf der Grundlage strengerer EU- und Bundesregelungen kann eine Einsparung in der Stromendnutzung um 20 % (gegenüber heute) schon erheblich früher erreicht sein. Aber auch ohne eine entsprechende Initiative auf EU bzw. Bundesebene kann im Ergebnis bis 2030 in der MRN mit einem um mindestens 20 % verringerten Strombedarf gegenüber 18,5 TWh im Jahr 2007 gerechnet werden. Dies ergibt einen Strombedarf von 14,8 TWh/a.

2. Biomasse

Biomasse bietet als heimischer Energieträger eine Reihe von Vorteilen: Als chemisch gespeicherte Energie ist sie gut lagerbar und kann im Verbund mit anderen Erneuerbaren Energien eine Anpassung von Stromerzeugung und Stromverbrauch gewährleisten. Auch die MRN bietet gute Potentiale für die Nutzung der Biomasse zur Erzeugung von Strom und Wärme. Denn neben dem stark urbanisierten Kernbereich weist die Region auch ländlich strukturierte Teilbereiche mit einer Bevölkerungsdichte von etwa 100 Einwohnern/km² auf. So hat die landwirtschaftliche Fläche immerhin einen Anteil von 42,3 % (2.384 km²) und Wald einen Anteil von 37,8 % (2.130 km²). Beide Werte liegen nur knapp unter dem Bundesdurchschnitt.



Quelle: Eigene Darstellung

In der MRN ist die Nutzung der Biomasse im Vergleich zu den anderen verfügbaren Erneuerbaren Energien bereits am weitesten fortgeschritten, der aktuelle Anlagenbestand verfügt über > 60 MW elektr. und > 120 MW therm. Leistung (vgl. http://www.planungsverband.de/media/custom/1169_1599_1.PDF). Die Potentiale sind dennoch noch nicht erschlossen. Pfälzer Wald und Odenwald sind walddreiche Regionen, immerhin 37,8 % der Fläche der Metropolregion sind von Wald bedeckt. Dass sich große Waldflächen in kommunalem Besitz befinden, sollte die Entwicklung von integrierten Nutzungskonzepten erleichtern, die sowohl stoffliche als auch energetische Nutzung umfassen.

Hinzu kommt **Landschaftspflegeholz** (Baum-, Hecken- und Strauchschnitt), das heute bereits getrennt gesammelt wird. Die Landwirtschaft liefert zudem Reststoffe, die für die Vergärung geeignet sind. Dazu zählen zum einen Reststoffe aus der Obst-, Gemüse- und Weinverarbeitung sowie auch Gülle und Mist aus der Tierhaltung, die laut Metropolverband erhebliche Potentiale für die Vergärung bieten. Insbesondere die energetischen Potentiale aus Bioabfall und Klärgas sind in der Region

momentan laut Metropolverband noch weitgehend ungenutzt (vgl. http://www.planungsverband.de/media/custom/1169_1599_1.PDF). Neben dem Anbau nachwachsender Rohstoffe kann aber gerade durch die Verwertung von biogenen Abfällen und Klärschlamm viel Energie gewonnen werden, ohne dass es zu einer Flächenkonkurrenz mit der Nahrungsmittelproduktion kommt (vgl. http://www.planungsverband.de/media/custom/1169_1599_1.PDF).

Bundesweit wurden 2006 pro Jahr und Kopf jährlich bereits etwa durchschnittlich 100 kg/Einwohner **organische Abfälle** getrennt erfasst, aus denen man Biogas gewinnen kann. Die Gesamtmenge liegt in Deutschland inzwischen bei 10 Mio. Tonnen/Jahr. Das wahre Potential liegt jedoch noch viel höher, da ca. 48 % der biogenen Abfälle immer noch als Restmüll entsorgt werden. Da die Deponierung von Haushaltsabfällen in Deutschland inzwischen nicht mehr zulässig ist, wird der Restmüll zumeist in Müllverbrennungsanlagen verwertet. Der nasse Biomasseanteil mit seinem hohen Wassergehalt wird hier energetisch nicht optimal genutzt und senkt den Brennwert des gesamten Restmülls signifikant. Sortiert man auch diese Biomasse aus dem Restmüll aus, kann die Biogasproduktion gesteigert werden.

Weitere Potentiale bieten die **Verbrennung von Althölzern und Gärresten aus der Biogasgewinnung** sowie die **Verstromung von Deponiegas**, hier liegen jedoch keine genauen Daten für eine Potentialabschätzung vor.

Die Metropolregion Rhein-Neckar besitzt momentan ca. 2,4 Mio. Einwohner. Geht man auch hier analog von einem jährlichen **Biomüll-Aufkommen** von 100 kg pro Person aus, ergibt sich daraus ohne Berücksichtigung des Restmülls eine Menge von 240.000 t organischer Abfälle, die für die energetische Verwertung zur Verfügung steht.

Aus einer Tonne **biogener Abfälle** lässt sich bei Verstromung des gewonnen Biogases ein Überschuss von ca. 150 kWh erzeugen. Je nach Zusammensetzung liegt der Energieüberschuss pro Tonne Input bei ca. 100 bis 200 kWh elektrischer Energie und 150 bis 450 kWh Wärme (vgl. Chancen für die Verwertung biogener Abfälle nach EEG und TEHG, Müll und Abfall, 2/2005, 2-9, Michael Kern u. Thomas Raussen).

Dies ergibt eine Menge von 36.000.000 kWh oder 36.000 MWh Strom jährlich. Bei einer effektiveren Trennung von Hausmüll und Restmüll lässt sich dieser Wert noch steigern. Laut einer Erhebung der Energieagentur NRW verbraucht ein 4-Personen-Haushalt jährlich ca. 4.503 kWh (vgl. http://www.ea-nrw.de/_infopool/page.asp?Infoid=4106). Die produzierte Strommenge reicht unter dieser Annahme für über 8.000 Haushalte und insgesamt ca. 32.000 Personen.

Die Produktion von **Klärgas** betreffend, lässt sich nach Schätzungen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) hierzulande das Stromerzeugungspotential gegenüber dem Jahr 2000 langfristig verdreifachen. Werden nur alle 2.200 großen Kläranlagen in Deutschland mit Blockheizkraftwerken ausgerüstet, lässt sich die Stromproduktion aus Klärgas verdoppeln. Laut einer Studie des Umweltbundesamtes ist es zusätzlich möglich, den Energieverbrauch von Kläranlagen zu halbieren, womit sich der erzielte Energieüberschuss noch vergrößert. Da Klärgas in der Metropolregion momentan energetisch weitgehend ungenutzt ist (vgl. http://www.planungsverband.de/media/custom/1169_1599_1.PDF), ist auch für diesen Teilbereich eine Bestandsaufnahme und ein Handlungskonzept zu erstellen.

Neben diesen Reststoffpotentialen lassen sich auch durch den **Anbau nachwachsender Rohstoffe** signifikante Strommengen erzeugen. Auf einem Hektar landwirtschaftlicher Fläche lassen sich ausreichend Energiepflanzen anbauen, um aus diesen durch Vergärung in einer Biogasanlage jährlich rund 25.000 kWh Strom zu erzeugen. In der Metropolregion können so bereits bei der Nutzung von 5 % der landwirtschaftlichen Fläche (119,2 km² oder 11920 ha) 298.000 MWh Strom (0,298

TWh), bei 10 % der Fläche 596.000 MWh (0,596 TWh) Strom erzeugt werden. Dies entspricht ca. 3 % der heutigen Stromendnutzung (18,5 TWh Strom). Geht man davon aus, dass der Stromverbrauch bis 2030 um 20 % auf 14,8 TWh sinkt, erhöht sich der Anteil auf ca. 4 %.

Auch die **feste Biomasse** bietet Potentiale, z. B. durch den Anbau schnell wachsender Hölzer, die einen Jahresertrag pro Hektar von 50.000 bis 80.000 Kilowattstunden erzielen können. Untersuchungen der sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft haben ergeben, dass im Kurzumtrieb mit schnellwachsenden Baumarten wie Pappeln und Weiden ein jährlicher Zuwachs von 10 Tonnen TM/ha/a möglich ist und darüber hinaus ein Beitrag zur Belebung ausgeräumter Kulturlandschaften geleistet wird (vgl. http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/download/Vortrag__SH_18_01_05_roehricht.pdf). Gerade stillgelegte landwirtschaftliche Flächen können für Kurzumtrieb oder Energiewälder mit schnell wachsenden Baumarten wie Pappel, Weide, Robinie, Erle und Birke genutzt werden. Baut man in der Metropolregion auf 5 % (119,2 km² oder 11.920 ha) der landwirtschaftlichen Fläche schnell wachsende Hölzer mit einem Jahresertrag pro Hektar von nur 50.000 Kilowattstunden an, können auf diese Weise 596.000 MWh (0,596 TWh) Strom erzeugt werden.

Ohne Reststoffnutzung lässt sich durch Biomasse 8 % der Stromendnutzung in der Region abdecken. Dafür sind 15 % der landwirtschaftlichen Fläche notwendig. Dies entspricht ungefähr dem Bundesdurchschnitt. 85 % der landwirtschaftlichen Fläche bleiben dann immer noch der Nahrungsmittelproduktion vorbehalten.

Darüber hinaus ist anzumerken, dass die landwirtschaftliche Produktivität in Deutschland in den nächsten Jahren weiter steigen wird (vgl. Der Weg zum Energieland Rheinland-Pfalz, S. 29). Der Deutsche Bauernverband geht daher davon aus, dass hierzulande bis zum Jahr 2020 weitere 1,5 - 2 Millionen ha Ackerland für Anbau von Pflanzen zur energetischen und stofflichen Nutzung frei werden (vgl. dbv-depesche 5/2008). Zusätzlich erwartet das Statistische Bundesamt, dass die Bevölkerung in Deutschland bis zum Jahr 2050 deutlich abnehmen wird, gerade in den ländlichen Räumen. Die Bevölkerung wird im Zeitraum von 2005 bis 2050 um 10 %-17 % schrumpfen und zwischen 69-74 Millionen Einwohnern liegen (heute 82 Millionen), wenn sich die aktuelle demografische Entwicklung nicht grundlegend ändert. Dadurch können weitere Flächen für den Anbau von Energiepflanzen frei werden.

Neue Anbaukonzepte werden einen weiteren Beitrag dazu leisten, Nahrungsmittel- und Energieproduktion zu vereinbaren. So haben z. B. Forscher des Johann Heinrich von Thünen-Instituts ein neues Anbaukonzept für den Ökolandbau entwickelt, bei dem auf dem Feld neben der Hauptkultur für die Nahrungsmittelerzeugung eine zusätzliche Kultur für die energetische Nutzung eingesät wird. Bei einer geschickten Mischung von Pflanzen kommt es zu Synergieeffekten. Geprüft wurden u.a. Mischungen aus Raps mit Getreide, Senf mit Erbsen, Färberdistel mit Lupine oder Lein mit Weizen. Leindotter erwies sich als guter Mischpartner für Erbsen, Lupinen und Weizen. Im Mischfruchtanbau wurde so zum Beispiel fast der volle Erbsenertrag von 3 Tonnen pro Hektar erzielt und zusätzlich 250 Liter Leindotteröl erzeugt. Auf diese Weise entsteht kein zusätzlicher Flächenbedarf, wohl aber energetisch verwertbare Biomasse.

EUROSOLAR empfiehlt, Flächenkonkurrenzen zwischen Nahrungs- und Energieerzeugung durch **Anbau von Zwischenpflanzen** nach der Ernte zu vermeiden (http://www.eurosolar.de/de/index.php?option=com_content&task=view&id=854&Itemid=213). Fruchtwechsel sind ohnehin Teil einer ökologischen Landwirtschaft. Dass dies ein guter Ansatz ist, bestätigt z. B. die Deutsche Saatveredelung DSV, die die Nutzung von Zwischenfrüchten sowohl für Tierfuttermittelproduktion als auch für die Produktion von Biogas anregt. Danach kann Pflanzenmasse ohne Belastung der Marktfruchtfläche im kommenden Jahr produziert werden. Die DSV geht beim Anbau von einjähri-

gem Weidelgras von einem ha-Ertrag von vier Tonnen Trockenmasse und 2.000 m³ Biogas aus, bei einem Preis von 37 Euro/t, zuzüglich Pacht (vgl. <http://www.dsv-saaten.de/content.php?f,10015/o,presse-mitteilung,76/>).

Wendet man auf den landwirtschaftlichen Flächen der Metropolregion in Zukunft verstärkt solche Anbaumodelle an, kann die Produktion von Biomasse für die Energieproduktion noch gesteigert werden. Wird so zum Beispiel auf 15 % der landwirtschaftlichen Fläche der Metropolregion (357,6 km² oder 35.760 ha) eine Zwischenfrucht wie das genannte Weidelgras kultiviert, können weitere 71.520.000 m³ Biogas produziert werden. Aus dieser Menge können 107.280.000 Kilowattstunden elektrische Energie gewonnen werden (0,1 TWh). Dies entspricht immerhin 0,7 % des Stromverbrauchs im Jahr 2030. Eine so produzierte Strommenge kann den Jahresstromverbrauch von etwa 23.800 4 - Personen-Haushalten abdecken bzw. ca. 95.000 Menschen mit Strom versorgen.

Der Klimawandel wird die Nutzung von Zwischenfrüchten in den nächsten Jahren begünstigen, zum einen durch die Verlängerung der Vegetationsperiode, zum anderen durch eine Abnahme der Frosttage. Die neue Klimaprognose der Bundesregierung belegt wie drastisch diese Veränderungen in den kommenden Jahren sein werden (<http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3513.pdf>).

Eine weitere Möglichkeit, sowohl Nahrungsmittel als auch nachwachsende Rohstoffe für die stoffliche und energetische Nutzung gemeinsam zu produzieren, bieten so genannte **Agroforstsysteme**. Das EU-Forschungsprojekt "Agroforstwirtschaft für Europa" (Silvoarable Agroforestry For Europe, SAFE) hat nachgewiesen, dass diese nicht nur aus ökologischer Sicht sinnvoll, sondern auch wirtschaftlich interessant sind. Mischt man Acker- und Baumkulturen, werden nicht nur gleichwertige Erträge, sondern in vielen Fällen Steigerungen erzielt (vgl. <http://www.montpellier.inra.fr/safe/>). Diese Form der Landbewirtschaftung sollte daher durch die Politik gefördert werden.

Fazit

In der Region können mit den bestehenden Potentialen nachwachsender Rohstoffe aus Land- und Forstwirtschaft sowie organischer Reststoffe 10 % der Stromversorgung abgedeckt werden.

Durch die Einbeziehung umliegender ländlich geprägter Regionen kann dieser Wert noch gesteigert werden. Biogas aus umgebenden Landkreisen kann z. B. in das vorhandene Erdgasnetz eingespeist und in der Metropolregion in BHKWs genutzt werden. Auf diese Weise kann eine optimale Wärmenutzung garantiert werden; die Region verfügt über ein sehr gut ausgebautes Fernwärmenetz. Zudem profitiert das bisher ökonomisch periphere ländliche – zu Überschüssen fähige - Umland von einer Rolle als regenerativer Energielieferant.

Will man in der Region einen möglichst hohen Biomasseanteil in der Stromversorgung, so ist eine klare Entscheidung zugunsten der stationären Nutzung der Bioenergie zu treffen, vor allem zugunsten von Biogas und Kraft-Wärme-Kopplung. Die hohen Effizienzgrade der KWK garantieren, dass die in der Biomasse enthaltene Energie optimal in Wärme und Strom umgewandelt wird, womit der größtmögliche Beitrag zum Klimaschutz geleistet wird.

Weiterhin müssen für die optimale Verwertung der organischen Reststoffe und eine umfassende Energieerzeugung in den Kläranlagen in der Region verfügbare Mengen erfasst, Handlungskonzepte erstellt und zeitnah umgesetzt werden.

Sowohl in der Pflanzenzüchtung als auch bei der Entwicklung von Anbaukonzepten und Umwandlungstechnologien sind schließlich verstärkte Anstrengungen nötig, um das begrenzte Flächenpotential besser auszuschöpfen und den Beitrag der Bioenergie zu einer nachhaltigen Energieversorgung zu steigern.

3. Photovoltaik

Eine stark urbanisierte Region, wie die MRN bietet sehr gute Voraussetzungen für die Nutzung der Sonnenenergie zur Stromerzeugung, da sich eine Vielzahl von privaten und gewerblichen Dächern nutzen lässt. Der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsflächen an der Gesamtfläche beträgt 17,3 % (975 km²).

Für eine genaue Potentialabschätzung ist eine Analyse der **Dachflächenpotentiale** von entscheidender Bedeutung. Städte wie Fürth, Osnabrück oder Berlin haben hier schon Vorarbeit geleistet. Das Forschungsprojekt "Sun Area" (vgl. <http://geodaten.osnabrueck.de/website/SunArea/viewer.htm> und <http://www.al.fh-osnabrueck.de/24684.html>) hat für Osnabrück gezeigt, dass 70 % des Gesamtstrombedarfs gedeckt werden können, wenn alle Dachflächen mit sehr guter Eignung für die Solarstromerzeugung genutzt werden. Für die Bewertung der Dachflächen wurden die Faktoren: Form, Neigung, Ausrichtung und Verschattung jeder Dachfläche berücksichtigt. Darüber hinaus wurde der Jahresgang der Solarstrahlung mit in die Kalkulationen einbezogen. In Osnabrück stehen auf 27.500 Gebäuden 2 km² Dachfläche mit optimaler Eignung für die Photovoltaiknutzung zur Verfügung. Betrachtet man nur die Privathaushalte, kann rechnerisch der private Gesamtstrombedarf in Osnabrück abgedeckt werden: Einer erzeugten Menge von 249.000 MWh/a Strom (0,1245 MWh/a pro m²) steht ein Verbrauch von 233.000 MWh/a gegenüber (Stand 2006). Die Stadt Osnabrück hat momentan eine Einwohnerzahl von 163.020 Personen bei einer Gesamtfläche von 119,80 km². Pro Einwohner stehen in Osnabrück somit ca. 12 m² geeignete Dachfläche zur Verfügung.

Da die Einstrahlungswerte in der MRN leicht höher sind als die in Osnabrück, sind hier vergleichbare, wenn nicht gar größere Potentiale zu ermitteln. Geht man nun vorsichtig davon aus, dass in der Metropolregion mit ihren 2,4 Mio. Einwohnern im Durchschnitt 6 m² geeignete Dachfläche pro Person zur Verfügung stehen, ergibt dies bereits eine verfügbare Dachfläche von 14,4 km² oder 1440 ha. Dies entspricht nur etwa 1,5 % der Siedlungs- und Verkehrsfläche der Metropolregion (975 km²).

Selbst wenn die Jahreserträge pro m² nur auf dem Niveau von Osnabrück lägen, können in der MRN (bei 6 qm Dachfläche/Person) 1.792.800 MWh/a (1,79 TWh/a) Strom im Jahr erzeugt werden. Dies entspricht von heute aus betrachtet etwa 9,7 % der Stromendnutzung. Geht man bis zum Jahr 2030 von einer 20 %-Verbrauchsreduktion auf 14,8 TWh Strom aus, sind dies 12,1 % der Stromendnutzung.

Auch **Freiflächenanlagen** können einen Beitrag zur regenerativen Stromerzeugung liefern. Die Unterkonstruktionen moderner Freiflächenanlagen führen nur zu einer minimalen Bodenversiegelung, die ökologischen Folgen sind damit als sehr begrenzt anzusehen.

Die landwirtschaftliche Fläche hat einen Anteil von 42,3 % an der Metropolregion, dies entspricht ca. 2.384 km². Nutzt man hiervon nur 0,5 % für Freiflächenanlagen, stehen weitere 11,92 km² (1.192 ha) für die photovoltaische Erzeugung zur Verfügung. Hinzu kommen ca. 250 ha bereits versiegelte Flächen in der Metropolregion (militärische und wirtschaftliche Konversionsflächen, sonstige versiegelte Flächen). Mit 1.442 ha Freiflächenanlagen können jährlich (Annahme: ca. 0,4 Mio. kWh/ha) 576.800 MWh (0,57 TWh) erzeugt werden. Dies entspräche heute 2,5 % und 2030 3,8 %

der Stromendnutzung. Freiflächenanlagen lassen sich überdies entlang von Autobahnen und Bundesstraßen errichten. Weiteren Raum für Photovoltaik-Installationen bieten z. B. Lärmschutzwände von Autobahnen. In der Metropolregion ist dafür ein signifikantes Flächenpotential vorhanden.

Voraussichtlich kann bereits um das Jahr 2015 in Deutschland Strom aus Photovoltaikanlagen zum gleichen Preis bezogen werden, wie von Energieversorgungsunternehmen, sog. "Grid parity". Für einen Hauseigentümer kann es dann finanziell sinnvoller sein, den erzeugten Strom direkt zu verbrauchen, anstatt ihn in das öffentliche Netz einzuspeisen. Das Erreichen der Netzparität wird der Nutzung der Photovoltaik in Deutschland einen deutlichen Wachstumsschub geben.

Schließlich ist davon auszugehen, dass die Wirkungsgrade sowohl bei siliziumbasierten Solarzellen als auch bei Dünnschichtsolarzellen in den kommenden Jahren deutlich steigen werden, was die solare Stromgewinnung entsprechend steigern wird.

Fazit

Im Jahr 2030 kann mit Photovoltaikstrom 15,9 % der Stromendnutzung abgedeckt werden. Geht man zum einen von der Steigerung der Wirkungsgrade aus, wahrscheinlich größeren Dachflächenpotentialen und bezieht umgebende Landkreise in die Stromversorgung der MRN mit ein, so erscheint ein zukünftiger Anteil von 20-25 % an der Stromendnutzung erreichbar.

Erforderlich ist die Ermittlung geeigneter Dachflächen in der MRN. Die in Osnabrück angewandte Methodik lässt sich problemlos auf andere Städte übertragen.

Freiflächenanlagen vergrößern darüber hinaus den Beitrag der Photovoltaik zur Stromversorgung. Aufgrund der minimalen Bodenversiegelung sind die ökologischen Folgen gering und stellen insoweit keinen Hinderungsgrund für ihre Errichtung dar.

Versiegelte Flächen, etwa Parkplätze können mit schattenspendenden Photovoltaik-Überdachungen versehen werden.

4. Windenergie

Während der Offshore-Erzeugung momentan in den Medien viel Platz eingeräumt wird, findet die Erzeugung in Deutschland heute nahezu ausschließlich auf dem Lande statt. An guten Binnenstandorten werden und können mit modernen Anlagen hohe Erträge erzielt werden. Die Kosten liegen dabei deutlich unter denen von Offshore-Anlagen, die überdies nur von großen Energiekonzernen errichtet werden können. Dies widerspricht einer vom Mittelstand und der Bürgerschaft getragenen Energiewende mit ihren vielfältigen ökonomischen, ökologischen und sozialen Vorteilen.

Im Gegensatz zu Großbritannien, wo man eher von „Nearshore“-Windparks sprechen sollte, sind in Deutschland die Offshore-Windparks bis zu 100 km vor der Küste und in Wassertiefen von bis zu 30 m geplant. Den dadurch um den Faktor 2-3 erhöhten Kosten, stehen aber keine adäquaten Leistungssteigerungen gegenüber. So geht auch die Agentur für Erneuerbare Energien davon aus, dass durch Anpassung von Nabenhöhe und Rotordurchmesser auch auf dem Lande Erträge wie bei Offshore-Anlagen möglich sind (vgl. Der volle Durchblick in Sachen Erneuerbare Energien, S. 34-35). Die Agentur für Erneuerbare Energien rechnet beispielhaft vor, dass sich auf nur 1 % der deutschen Landesfläche mit 15.000 Anlagen der 4 MW-Klasse schon ein Drittel des deutschen Strombedarfs

abdecken lässt, dies wären immerhin 5.000 Anlagen weniger als heute (Die ca. 20.000 heute installierten Anlagen deckten 2007 6,4 % des Strombedarfs ab).

Hinzu kommt, dass Schwankungen durch eine verteilte Erzeugung im Inland besser ausgeglichen werden können. Netzkapazitätsprobleme, die etwa durch die Ballung der Anlagen im Norden Deutschlands entstehen, können entschärft werden. Auch in Bundesländern wie Rheinland-Pfalz, Hessen, Baden-Württemberg und Bayern finden sich gute bis ausgezeichnete Standorte zur Windenergieerzeugung (vgl. Ralf Bischof, Was der Wind kann, wenn man ihn lässt, UnternehmensGrün Journal 1/2007). Eine starke räumliche Begrenzung der Vorranggebiete, die Ausweisung völlig ungeeigneter Gebiete sowie Höhenbeschränkungen haben jedoch bewirkt, dass der Zubau in diesen Regionen extrem langsam vorangeht und moderne große Anlagen mit einer deutlich höheren Jahresleistung gar nicht erst errichtet werden können. So sind in Nordrhein-Westfalen 2008 bisher erst 40 Anlagen errichtet worden.

Voraussetzung für einen hohen Beitrag der Windenergie zur Stromversorgung in der Metropolregion ist somit eine Raumordnung, die den Windenergie-Ausbau ermöglicht und nicht verhindert. Insgesamt existieren in der Region nur 735 ha Vorranggebiete. Gebiete mit hohen Windgeschwindigkeiten sind vielfach mit Restriktionen belegt. So lehnt etwa der Kreis Bergstraße jegliche Vorranggebiete ab.

Der im EEG verankerte Vorrang für die Erzeugung Erneuerbarer Energien kann jedoch nur verwirklicht werden, wenn auch die Raumordnung die breite Nutzung Erneuerbarer Energien ermöglicht und ihr eine ausreichende Zahl geeigneter Standorte zuweist. Angesichts des Klimawandels und der enormen externen Effekte fossiler und atomarer Stromerzeugung sollte hier ein Umdenken einsetzen.

Um die Zahl der Anlagen zu begrenzen und gleichzeitig einen möglichst hohen Ertrag zu garantieren, sollten die Anlagen eine Nennleistung von 2 MW sowie eine Nabenhöhe von 100 m nicht unterschreiten. Eine ausreichende Nabenhöhe gewährleistet, dass die Anlage an ihrem Standort den größtmöglichen Jahresertrag erzielt. Inzwischen hat auch die Fertigung von Anlagen der 5-6 Megawatt-Klasse die Serienreife erlangt, z. B. bei Enercon und Repower. Anlagen mit einer Leistung von 8 MW werden in den nächsten Jahren verfügbar sein. Diese Anlagen sind gekennzeichnet durch Nabenhöhen von rund 130 bis 150 Metern sowie Rotorblattlängen von 60 bis 65 Metern. Gegenüber heutigen Anlagen zeichnen sich diese Windräder durch eine geringere Rotordrehzahl aus. Die große Höhe der Anlagen führt dazu, dass die Rotoren in einer Luftschicht arbeiten, in der der Wind erheblich gleichmäßiger und schneller weht. In dieser so genannten Ekman-Schicht können daher erheblich größere Erträge erzielt werden, als in der darunter liegenden Prandtl-Schicht, in der der Wind deutlich turbulenter und weniger konstant weht. In der Studie „Der Weg zum Energieland Rheinland-Pfalz“ dokumentiert das Unternehmen juwi, welche enormen Ertragssteigerungen eine größere Nabenhöhe bewirken kann. So erzielt eine WKA im Windpark Kandrich im Landkreis Bad Kreuznach, deren Rotorkreisfläche nur um 3 % und Nennleistung um 10 % größer ist, aufgrund ihrer Nabenhöhe von 114 m einen doppelt so hohen Jahresertrag wie zwei Vergleichsanlagen mit 65 und 67 m Nabenhöhe. Juwi geht davon aus, dass sich mit Anlagen der 6 MW-Klasse an sehr guten rheinland-pfälzischen Standorten 18 - 24 Mio. kWh/a mit einer Anlage gewinnen lassen.

Auch in der Metropolregion finden sich ausgezeichnete Windstandorte. Die Windgeschwindigkeiten in den Hochlagen des Odenwalds entsprechen durchaus denen von norddeutschen Binnenstandorten (vgl. Erneuerbare-Energien-Konzept für die Region Rhein-Neckar – rechtsrheinischer Teilraum). Geeignet sind für die Errichtung von Windenergieanlagen vor allem der Odenwald sowie Teile des Baulands und des Kraichgaus. Um auch in der Rheinebene gute Erträge zu erzielen, wären entsprechende Nabenhöhen erforderlich. Die restriktive Handhabung der Vorranggebiete erlaubt im rechts-

rheinischen Teilbereich momentan nur einen Zubau von weiteren 35 - 45 Anlagen, installiert sind erst 15 MW. Bisher sind insgesamt in der Metropolregion nur 54 Windenergieanlagen mit einer Leistung von 85 MW installiert. Der Metropolverband beziffert das "theoretische Potential" auf 120 - 150 Anlagen; realistisch seien aber nur etwa 25 - 30 weitere Anlagen.

Für eine Energiewende hin zu Erneuerbaren Energien in der MRN kann diese Art der Planung keinen Bestand haben, da so die tatsächlichen Potentiale nicht annähernd ausgenutzt werden können. Das Instrument der Vorranggebiete wird hier offensichtlich für eine **Verhinderungsplanung** genutzt, die mittel- und langfristig nicht haltbar sein wird.

Wie jedoch Windenergie in großem Umfang bei gleichzeitig hoher Akzeptanz der lokalen Bevölkerung erzeugt werden kann, zeigt die Gemeinde Dardesheim in Sachsen-Anhalt, in der heute 40-mal mehr Energie erzeugt wird, als von den ca. 1.000 Einwohnern gebraucht wird. Im Windpark Drui-berg steht inzwischen auch die erste Anlage der 6 MW-Klasse. Insgesamt produzieren hier 28 Wind-räder 135 Mio. Kilowattstunden jährlich (vgl. www.energiepark-druiberg.de).

Die EUROSOLAR-Studie "Der Weg zum Energieland Hessen - 100 % erneuerbare Energien im Strommarkt in Hessen bis 2025" zeigt auf, dass sich in Hessen mit nur 550 Windrädern der 5-6 MW-Leistungsklasse und einem Jahresertrag von 18 Mio. kWh – dies entspricht der Zahl der heute in Hessen installierten Anlagen - 35 % des Strombedarfs im Jahr 2025 abdecken lassen (28 Mrd. kWh). Mehr Leistung bedeutet also nicht zwingend auch eine höhere Zahl von Windenergieanlagen. Moderne, leistungsfähigere Anlagen ersetzen alte Anlagen im Rahmen eines Repowerings.

Die Autoren der Studie schlagen vor, diese Anlagen in 110 Standorten à 5 Anlagen zu bündeln, was einen Flächenbedarf von 3.300 ha (30 ha pro Windpark) ergibt. Bei einer 50:50 Aufteilung auf die vorhandene Landwirtschaftsfläche und Waldfläche sind dafür jeweils etwas weniger als 0,2 % dieser Flächen notwendig.

Für die MRN kann dies ähnlich umgesetzt werden. Errichtet man nur 60 Windparks dieser Leistungs-klasse mit einer Gesamtleistung von 1.500 MW an geeigneten Standorten, so kann ein Jahresertrag von 5,4 TWh erzielt werden. Dies entspräche im Jahr 2030 ca. 36,5 % der Stromendnutzung. Dafür ist eine Fläche von 1.800 ha nötig. Nimmt man analog zur Hessen-Studie eine gleichmäßige Auf-teilung auf landwirtschaftliche Fläche (2.384 km²) und Waldfläche (2.121 km²) vor, so entspräche dies jeweils etwa 0,4 % dieser Flächen. Um eine zu starke Ballung dieser Anlagen zu vermeiden, können jedoch auch ländliche Regionen in Hessen, Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg mit in das E-nergiekonzept eingebunden werden. Die Nutzung der natürlichen Potenziale Erneuerbarer Energien wird es solchen Regionen in Zukunft ermöglichen, eine völlig neue wirtschaftliche Rolle einzuneh-men und regenerativ erzeugten Strom zu exportieren. Wie dies aussehen kann, zeigt die Morbacher Energielandschaft der Gemeinde Morbach im Hunsrück, wo schon heute mehr Energie erzeugt wird, als die 11.000 Einwohner verbrauchen (www.energielandschaft.de). Hier hat man erkannt, welche Möglichkeiten die dezentrale Nutzung Erneuerbarer Energien bietet.

Neben solchen großen Anlagen können in Zukunft auch **Kleinwindräder** einen Beitrag zur regiona-len Energieversorgung leisten. Die Studie „Der Weg zum Energieland Hessen - 100 % erneuerbare Energien im Strommarkt in Hessen bis 2025“ verweist auf die großen Potentiale dieser bisher wenig beachteten Technologie, die auch nicht über das Erneuerbare-Energien-Gesetz gefördert wird. Laut Studie können Kleinwindanlagen mit einer Nennleistung von 1 kW etwa ein bis zwei Drittel des Jah-resdurchschnittsverbrauchs eines Haushaltes von 3.500 kWh abdecken. Es spricht nichts dagegen, solche Anlagen in ein regeneratives Gebäudekonzept zu integrieren, um z. B. - zusätzlich zu Photo-voltaik- und Solarthermie - dazu beizutragen, Gebäude von Energieverbrauchern zu Gebäuden von Energieerzeugern umzuwandeln. Eine Förderung über das Erneuerbare-Energien-Gesetz könnte hier dazu beitragen, die notwendige industrielle Dynamik zu entfachen. Wie solche Anlagen aussehen

können, zeigt z. B. das englische Unternehmen Quiet Revolution Ltd., das vertikal ausgerichtete Windturbinen entwickelt und herstellt, z. B. eine 6 kW-Turbine (www.quietrevolution.co.uk). Die Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg führt momentan im Auftrag des Bundesumweltministeriums, in Zusammenarbeit mit dem Hersteller Tassa GmbH und anderen Projektpartnern, wie dem IFEU-Institut eine Studie zur Akzeptanz dieser Anlagen durch, (<http://mmvr.burg-halle.de/umfrage/>) die in den kommenden Jahren ihre Nische nach und nach verlassen werden.

Oft wird beim Ausbau der Windenergie auf mögliche Netzprobleme hingewiesen. Die kürzlich veröffentlichte „Netzstudie Brandenburg“, die im Auftrag des Landwirtschaftsministeriums des Landes Brandenburg von der BTU Cottbus erstellt wurde, zieht jedoch ein ganz anderes Fazit: Der größte Anteil des in Zukunft erforderlichen Netzausbaus wird durch konventionelle Kraftwerke verursacht, eine intelligente Windenergienutzung macht hingegen keinen Netzausbau erforderlich. Möglich wird dies durch erneuerbare Hybridkraftwerke, bei denen Windenergie, Biomasse und Wasserstoff verknüpft werden, wie es das Unternehmen ENERTRAG in der Region auch praktizieren möchte (www.enertrag.com). Die Durchführbarkeit dieses Konzeptes ist damit belegt. Die Studie kommt zu dem Schluss, dass auf diese Weise eine gesicherte Energieversorgung, bei der Energieangebot und Nachfrage immer deckungsgleich sind, möglich ist.

Fazit:

Die aktuelle Planung führt dazu, dass das Windenergiepotential der Region nicht annähernd ausgeschöpft werden kann.

Stellt man nur einen geringen Teil der Fläche für eine effektive Windenergienutzung bereit, können über 35 % des jährlichen Strombedarfs abgedeckt werden.

Zusätzlich ist zu bedenken, dass in den umgebenden Regionen aufgrund der naturräumlichen Ausstattung erhebliche Potentiale für die Windenergienutzung bei gleichzeitig geringen Einwohnerzahlen bestehen, z. B. im Odenwald und im Pfälzer Wald. Diese Regionen können bei umfangreicher Ausschöpfung der regenerativen Gesamtpotentiale einen Überschuss erzielen, der zur Deckung des Energieverbrauchs in der Metropolregion genutzt werden kann. **Schon bald wird es in Deutschland zahlreiche Kommunen und Landkreise geben, deren jährliche Energieproduktion ihren Bedarf übersteigt.**

Stadtwerke und Regionalversorger, die im Verbund an der Nordseeküste oder in ihrer Heimatregion fossile Großkraftwerke projektieren, sollten stattdessen Potentiale für Windenergieanlagen erschließen; eine Investition in ökologisch-dezentrale und nachhaltige Stromversorgung.

5. Wasserkraft

Zu Beginn der Elektrifizierung haben Wasserkraftwerke gerade im südlicheren Deutschland eine herausragende Rolle bei der Stromversorgung eingenommen. Heute besteht aber nur noch ein Teil der ursprünglich installierten Leistung. In manchen Regionen hat die Erzeugung aus Wasserkraft sogar drastisch abgenommen. Gerade in den 60er und 70er-Jahren erfolgte ein Einbruch. Der Reaktivierung dieser Potentiale steht ein rigides Planungsrecht entgegen, das Neubau und Reaktivierung von Wasserkraftanlagen nahezu unmöglich macht oder um Jahre verzögert. Teilweise ist selbst an Standorten eine Wiederaufnahme der Wasserkraftnutzung heute nicht mehr genehmigungsfähig, an denen schon seit dem Mittelalter eine solche bestand.

So heißt es auch im "Erneuerbare-Energien-Konzept für die Region Rhein-Neckar – rechtsrheinischer Teilraum": "Die Potentiale zur Neuerrichtung von Wasserkraftanlagen sind aufgrund ökologischer Restriktionen sehr gering". Es wird für diesen Untersuchungsraum eine Zahl von nur 8 stillgelegten Wasserkraftwerken genannt. Im Rahmen der kommunalen Befragung für das Erneuerbare-Energien-Konzept hatte lediglich die Gemeinde Wald-Michelbach Möglichkeiten zur Neuerrichtung von Wasserkraftanlagen angegeben.

Hier wird jedoch – wie bei der Windkraft - fälschlicherweise das tatsächliche Potential mit dem durch Planung und Politik marginalisierten Potential gleichgesetzt.

Angesichts des Klimawandels und einer nahenden fossil-atomaren Energiekrise ist eine Neugewichtung der einzelnen Interessen im Spannungsfeld zwischen Umwelt- und Gewässerschutz, Klimaschutz, Energiesicherheit und fossil-atomaren Emissionen dringend geboten.

Die Stromerzeugung aus Wasserkraft kann in Deutschland bei Ausnutzung der vorhandenen Potentiale noch zusätzlich die Arbeit und Leistung von 2,5-3 Kernkraftwerken ersetzen. Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) geht davon aus, dass die Produktion von Wasserkraft-Strom mittel- bis langfristig um 35 % gesteigert werden kann. Allein durch die Modernisierung alter Wasserkraftwerke könnten zusätzlich 1,7 Mio. Haushalte aus dieser Quelle versorgt werden.

Wasserkraftnutzung und Fischerei sowie gewässerökologische Aspekte widersprechen sich dabei keineswegs, sondern sind miteinander vereinbar.

Aufgrund Ihrer Regelbarkeit besitzt die Wasserkraft neben Biomasse und Geothermie zudem eine besondere Wertigkeit für einen Erneuerbare-Energien-Mix. Ähnlich wie Biomasse und der Sekundärenergieträger Wasserstoff im „Hybridkraftwerk“ (vgl. 4.) ist die Wasserkraft in der Lage, fluktuierende Erzeugung aus Wind und Sonne auszusteuern.

Diese Aspekte gelten sicherlich auch für die Metropol-Region Rhein-Neckar. Insgesamt sind momentan Wasserkraftwerke mit einer Leistung von 40 MW in der Region im Betrieb, vor allem am Neckar und seinen Zuflüssen. Die Erzeugung beläuft sich auf 0,2 TWh/a und deckt damit etwa 1 % des Stromverbrauchs. Der Metropolverband selbst sieht nur ein äußerst begrenztes Ausbaupotential, beruft sich dabei aber - wie schon erwähnt - weniger auf das tatsächliche Potential als auf gesetzliche Restriktionen. Vergleicht man die auferlegten Restriktionen mit der Handhabung fossiler Energieerzeugung, sowohl die Genehmigung von Kondensationskraftwerken als z. B. auch den Braunkohleabbau betreffend, besteht hier ein eklatantes Missverhältnis.

Eine korrekte Abschätzung der Potentiale ist nur ohne Scheuklappen und Denkbarrieren möglich. So wird in der EUROSOLAR-Studie für Hessen allein durch Modernisierung eine Mehrleistung von 20-30 % prognostiziert. Allein in der Region um Kassel haben bis 1985 1.097 Wasserkraftwerke ihren Dienst eingestellt. Energieversorgungsunternehmen erwarben zudem teilweise Mühlenrechte, um eine Stromerzeugung in diesen Anlagen auszuschließen. Laut Studie können allein im Regierungsbezirk Nordhessen 400-500 Anlagen wieder wirtschaftlich betrieben werden. Insgesamt kann in Hessen die Stromproduktion von heute 370 auf ca. 1.400 Mio. Kilowattstunden gesteigert werden. Der Beitrag zum hessischen Energiemix liegt dann bei ca. 5 %.

Fazit:

Für die Metropolregion ist eine genaue Abschätzung des brachliegenden oder brachgefallenen Potentials erforderlich. Vorhandene Anlagen sollten nach Möglichkeit modernisiert werden, um den Beitrag der Wasserkraft zu einer regenerativen Stromversorgung

zu steigern. Das vorhandene und nutzbare Potential an Wasserkraft ist groß, selbst ohne den Bau weiterer Staustufen (Großwasserkraftwerke). Wie bei der Windenergie sollte in allen geeigneten Regionen von Rheinland-Pfalz, Hessen und Baden-Württemberg das Wasserkraftpotenzial ermittelt werden, insbesondere Baden-Württemberg kann bei der Wasserkraftnutzung auf eine lange Tradition zurückblicken.

6. Geothermie

Gerade die MRN bietet für die geothermische Stromproduktion hervorragende Bedingungen, sowohl die Wärmegewinnung als auch die Stromerzeugung betreffend. Grund dafür ist die sog. Landauer Anomalie im Oberrheingraben, in dessen Tiefen von 2.500 - 3.000 m Temperaturen von 150°C gegeben sind.

Bereits in Betrieb ist das Geothermiekraftwerk in Landau, das über eine elektrische Leistung von 3 MW elektr. und 6 - 8 MW therm. verfügt und seine Energie aus 3.400 m Bohrtiefe bezieht. Mit dem erzeugten Strom können etwa 6.000 Haushalte versorgt werden. In der Region sind momentan acht weitere Projekte in Planung. Da die Anlagen sowohl Wärme als auch Strom erzeugen, können sie hervorragend in das bestehende, sehr gut ausgebaute Wärmenetz der Metropolregion eingebunden werden.

Selbst nach Fertigstellung dieser 8 Anlagen sind die vorhandenen Potentiale nicht annähernd ausgeschöpft. Das Bundesumweltministerium erwartet, dass in Deutschland in den nächsten 10 - 15 Jahren geothermische Kraftwerke mit einer Leistung von 1.000 MW Strom und 1.000 MW Wärme errichtet werden, ein großer Teil davon im Oberrheingraben.

In der Studie "Der Weg zum Energieland Rheinland-Pfalz" geht das Unternehmen juwi davon aus, dass in Rheinland-Pfalz bis zum Jahr 2030 etwa 50 Kraftwerke der 10-MW-Klasse errichtet werden, das entspricht einer geothermischen Stromerzeugung von ca. 4 Milliarden Kilowattstunden im Jahr 2030 und 18 % der Stromerzeugung in Rheinland-Pfalz.

Fazit

Mit einer Installation von 20 Anlagen bis zum Jahr 2030 nur dieser Leistungsklasse können in der MRN 1,6 TWh Strom erzeugt und damit über 10 % der Stromendnutzung abgedeckt werden.

Die technische Entwicklung auf dem Gebiet der Geothermie wird in den nächsten Jahren - wie bei allen anderen Erneuerbaren Energien - weitere Fortschritte erzielen und den Ausbau beschleunigen. Aufgrund der hervorragenden Gegebenheiten in der Metropolregion sollte die Entwicklung von Geothermieprojekten zur Stromerzeugung forciert werden.

7. Speicherung und vernetzte Erzeugung

Energiemanagementsysteme, Speichertechniken und neuartige Stromnetze ermöglichen es, überschüssigen Windkraft- und Solarstrom für windschwache und sonnenarme Zeiten zu speichern bzw.

über weite Strecken zu übertragen. Auch die Steuerung von Verbräuchen – sowohl im privaten als auch im industriellen Bereich – ist technisch schon heute möglich: zum Beispiel über eine entsprechende Preisgestaltung, wie sie bereits in groben Zügen (Hoch- bzw. Niedrigtarif) existiert.

Das Kombikraftwerk-Projekt von Solarworld (Photovoltaik), Schmack (Biogas), Enercon (Wind) und dem Forschungsinstitut ISET aus Kassel hat gezeigt, dass man einen 100 %-Strommix aus Erneuerbaren Energien an den Stromverbrauch anpassen kann. Dabei werden räumlich verteilte Erzeugereinheiten über moderne Informationstechnologie vernetzt und die fluktuierende Erzeugung aus Wind und Sonne bei Bedarf durch Stromerzeugung aus Biomasse und Wasserkraft gestützt. Sollte ein Überangebot an Strom aus Wind und Sonne vorliegen, so wird diese Energie in einen Pumpspeicher überführt.

Natürlich sind auch andere Formen der Speicherung denkbar, so plant zum Beispiel das Unternehmen Enertrag in Ostdeutschland die Verknüpfung von Windenergieanlagen mit einer Stromerzeugung aus Biogas und Wasserstoff. Der Wasserstoff wird über Elektrolyse aus dem Strom der Windenergieanlagen gewonnen. So kann dieses Hybridkraftwerk zu jeder Zeit eine gewünschte Menge Strom liefern. In der MRN wird zudem neben der Biomasse und der Wasserkraft vor allem auch die Geothermie einen Beitrag zur Anpassung von Energieproduktion und Nachfrage leisten.

Neue Formen von Großbatterien erlauben zudem die Speicherung von Strom im Megawattbereich. So wird das japanische Unternehmen NGK einen 51 MW Windpark mit einem 34 MW Natrium-Schwefel-Batteriesystem ausrüsten. Die Technologie dieser Batterien stammte ursprünglich aus Deutschland. Weitere neue Großbatterien-Technologien sind die "Redox-Flow-Batterien". Sie erlauben sowohl eine Speicherung im Megawattbereich als auch zahllose Be- und Entladezyklen ohne Verschleiß des Systems. Mit dieser Technologie sind inzwischen einige Projekte realisiert worden (z. B. in Irland, Japan und USA).

Neben Großspeichern werden mit der Markteinführung von so genannten Plug-in-Hybrid-Fahrzeugen große Zahlen dezentraler Speichereinheiten zur Verfügung stehen. Das dahinter stehende Konzept bezeichnet man als "Vehicle-to-grid". Motivation ist in diesem Falle wohl aber nicht die Netzintegration Erneuerbarer Energien, sondern die Netzeinbindung von Atom- und Kohlekraftwerken, deren Strom heute noch nachts in Millionen von Nachtspeicherheizungen vernichtet wird. Nach dem Verbot der Nachtspeicherheizungen könnten in Zukunft Plug-in-Hybrid-Fahrzeuge diese Aufgabe übernehmen.

Speichertechnologien in Kombination mit regelbaren Energieträgern sind zudem die Antwort auf die fortwährende Frage nach „Grundlastfähigkeit“ und „Stromlücken“.

So sind fossile Großkraftwerke, Kohle- und Atomkraftwerke, die mancherorts als Brückentechnologie für weitere 30 Jahre angesehen werden, mit einem dezentralen und regenerativen Energiesystem nicht vereinbar. Jene sind schwer- bzw. nicht-regelbare Kraftwerke. Sie können sich nicht an die natürlichen täglichen Schwankungen erneuerbarer Energiegewinnung anpassen. Sie führen im Mix mit Spitzenleistungen aus Erneuerbaren Energien im Rahmen von Stromschwankungen zu Überkapazitäten. Die hieraus folgenden Anforderungen an die Netzkapazitäten wären ohne Überkapazitäten entbehrlich und sind entsprechend unwirtschaftlich.

Eine ökonomische Stromversorgungssicherheit kann zukünftig folglich nur mit einer fluktuierenden Stromerzeugung aus Wind und Sonne in Kombination mit hochdynamischer Stromerzeugung, z. B. aus Biogas und Energiespeicherlösungen, die mit moderner Informationstechnik zusammengeschaltet werden, erreicht werden.

Da sowohl aus Gründen der Ressourcenknappheit als auch aus Gründen des Klimawandels auf einen stetigen Zuwachs Erneuerbarer Energien nicht verzichtet werden kann, steht die Beibehaltung von

nicht-regelbaren Kraftwerken in einem zukünftigen Strommix einer verlässlichen und ökonomisch sinnvollen Stromversorgung im Wege (so auch juwi, „Das Grundversorgungskraftwerk“, S. 1, <http://www.grundversorgungskraftwerk.de>). Die in der öffentlichen Diskussion kursierende Erklärung, man brauche entsprechende „grundlastfähige“ Kraftwerke, ist somit rückwärtsgerichtet und mit Blick auf den mittelfristig zwangsläufig zu 100 % aus Erneuerbaren Energien zu gewinnenden Strommix schlichtweg falsch.

Wie breit das Spektrum bei der Energiespeicherung inzwischen geworden ist und welche Fortschritte erzielt worden sind, zeigt detailliert die Dokumentation der von EUROSOLAR seit 2006 durchgeführten IRES-Konferenzreihe (International Renewable Energy Storage Conference).

Fazit

Um einen 100 %-Mix aus Erneuerbaren Energien zu handhaben, gibt es heute schon eine Vielzahl von Möglichkeiten und Ansätzen. Sicher ist bereits heute, dass dem Ausbau Erneuerbarer Energien die notwendigen ergänzenden Technologien zur Seite stehen.

8. Arbeitsmarktpotentiale, regionalwirtschaftliche Effekte und Kosten

Auf Bundesebene sind inzwischen etwa 250.000 Menschen im Bereich der Erneuerbaren Energien tätig, damit hat sich die Zahl der Arbeitsplätze seit 1998 verzehnfacht und wird voraussichtlich bis 2020 auf 500.000 steigen. Besonders herauszuheben ist dabei, dass die Zahl der versicherungspflichtigen Arbeitsplätze auch in Jahren gestiegen ist, in denen in anderen Branchen in großem Umfang sozialversicherungspflichtige Arbeitsplätze verloren gegangen sind (vgl. www.unendlich-viel-energie.de).

Entscheidet sich die MRN für den skizzierten Ausbau Erneuerbarer Energien, können auch hier in großem Umfang neue Arbeitsplätze entstehen. Sie umfassen ein breites Spektrum von handwerklichen Tätigkeiten bis zu Forschung und Entwicklung und bieten Menschen mit unterschiedlichster Qualifikation neue Perspektiven. So ist laut Bundesverband Solarwirtschaft die Zahl der Handwerksarbeitsplätze in der Solartechnik seit 2002 von 700 auf 20.000 im Jahr 2007 gestiegen, dies entspricht einem Zuwachs von über 2.800 % (vgl. www.unendlich-viel-energie.de). Steigt die photovoltaische Stromerzeugung in der Metropolregion bis 2030 auf 20 % des Stromverbrauchs an, führt dies zu einem großen Boom des Handwerks.

Neue Arbeitsplätze wird es in den folgenden Bereichen geben:

- **Herstellung von Komponenten für regenerative Energieanlagen sowie Dienstleistungen**
- **Aufbau, Wartung und Betrieb regenerativer Kraftwerke**
- **Export von Anlagen und Dienstleistungen**
- **Forschung & Entwicklung**

In der Studie „Der Weg zum Energieland Rheinland-Pfalz“ wird davon ausgegangen, dass für den Wechsel zu einer 100 %-regenerativen Stromversorgung, mit dann 22 TWh benötigtem EE-Strom, Investitionen in Höhe von 15 Milliarden Euro nötig sind. Durch den Umstieg auf Erneuerbare Energien entstehen insgesamt bis zu 50.000 neue Arbeitsplätze.

Für die Versorgung der Metropolregion werden 2030 voraussichtlich 14,8 TWh Strom benötigt, ca. 67 % der in Rheinland-Pfalz benötigten Strommenge. **Dies bedeutet, dass auch hier in den kommenden Jahren mindestens 30.000 neue Arbeitsplätze entstehen können.**

Gleichzeitig führt eine regenerative Stromerzeugung dazu, dass erheblich weniger Kapital für den Kauf fossiler Primärenergie aus der Region abfließt. Insbesondere bei der Kohleverstromung wird es in den nächsten Jahren zu deutlichen Preissteigerungen kommen, da die Nachfrage nach diesem Energieträger auf dem Weltmarkt durch das Wirtschaftswachstum in China und Indien stetig steigt. Die Preissteigerungen beim Erdöl werden darüber hinaus dazu führen, dass Kohle - trotz hierbei entstehender Kohlendioxid-Emissionen - verstärkt mit Coal-to-liquid-Technologien als Flüssigtreibstoff aufbereitet wird. Sie wird ferner in der chemischen Industrie für die Produktion von stofflichen Produkten wie Plastik eingesetzt. Laut World Coal Institute kostet die Umwandlung von Kohle in Treibstoffe zwischen 25 und 45 Dollar je Öläquivalent. Bei den heutigen Rohölpreisen kann man mit dieser Technologie also gute Renditen erzielen.

Die unabhängige Energy Watch Group, die die Verfügbarkeit fossiler Ressourcen untersucht, geht zudem von einer deutlichen Überschätzung der weltweiten Kohlereserven aus. Die Gruppe rechnet schon für das Jahr 2025 mit dem Förderpeak. Bis dahin wird die Förderung höchstens noch um 30 % steigen, was den Nachfrage-bedingten Preisanstieg nicht ausgleichen kann (vgl. COAL: RESOURCES AND FUTURE PRODUCTION, Energy Watch Group, 2007). Ein heute gebautes Kohlekraftwerk mit einer Lebensdauer von 30-40 Jahren wird also innerhalb weniger Jahre – bereits ohne Emissionshandel - unrentabel und stellt damit eine gigantische Fehlinvestition dar.

Der Kohlepreis ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen, zu Beginn dieses Jahres überschritt er die Marke von 130 Dollar je Tonne Kohle mit 6.000 Kilokalorien je Kilogramm und erreichte damit den höchsten Stand seit Jahren. Im Jahr 1990 hatte er noch bei etwa 30 Dollar gelegen. Aufgrund dieser Entwicklung kam es im Juli dieses Jahres in China zu Versorgungsengpässen, da viele Kraftwerke sich die teure Kohle nicht mehr leisten konnten. Die Kohlenachfrage ist in Asien in den letzten 10 Jahren um 61 % gestiegen. Dies hat dazu geführt, dass China, das momentan die größten Mengen fördert und die drittgrößten Reserven besitzt, trotzdem Kohle importiert (vgl. u. a. <http://www.spiegel.de/wirtschaft/0,1518,566443,00.html> und <http://www.faz.net/s/Rub58BA8E456DE64F1890E34F4803239F4D/Doc~E8F59B5DBAE854A659AF5F281012E7A05~ATpl~Ecommon~Sspezial.html>).

Welchen enormen Effekt jedoch der Umstieg auf Erneuerbare Energien haben kann, zeigt u. a. das Beispiel der Gemeinde Güssing in Österreich, die noch in den frühen 90er Jahren zu den ärmsten Gemeinden Österreichs mit überdurchschnittlich hoher Arbeitslosigkeit zählte. Der Geldabfluss für fossile Energien betrug 1991 über 6 Mio. Euro. Im Jahr 2005 hingegen erzielte die Gemeinde bereits einen Überschuss von 13 Mio. Euro durch ihre regenerativen Aktivitäten in den Feldern Wärme, Strom und Mobilität. 1.000 neue Arbeitsplätze sind in der Gemeinde bisher entstanden, 50 neue Betriebe haben sich angesiedelt. In einer Gemeinde mit ca. 3.900 Einwohnern ist dies überaus beachtlich. Mit einer Steigerung der Eigenversorgung von heute 45 % auf 100 % ist sogar eine potenzielle Wertschöpfung von 37 Mio. Euro möglich, damit verbunden ein entsprechender Anstieg an Arbeitsplätzen.

Bedenkt man, dass in der Metropolregion Rhein-Neckar etwa 2,4 Mio. Menschen leben, die 2030 voraussichtlich 14,8 TWh Strom verbrauchen werden, ist klar, dass allein durch den Umstieg im Stromsektor eine enorme regionale Wertschöpfung ausgelöst wird, die bei einer Einbeziehung der Bereiche Wärme und Mobilität noch erheblich größer sein wird.

9. Allgemeine Wertschöpfung

Der einzig verbleibende Ausweg liegt damit - auch ökonomisch – in Erneuerbaren Energien. Die Kosten zur Erzeugung von Strom aus regenerativen Energien werden bis zum Jahr 2030 drastisch sinken, gleichzeitig wird die Leistungsfähigkeit der Umwandlungstechnologien enorm steigen. Schon in den letzten Jahren hat die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Technologien deutlich zugenommen, so z. B. bei der Windkraft: Gab es in den 80er Jahren nur Anlagen mit einer Leistungsfähigkeit von 20-50 kW, so waren es Mitte der 90er Jahre schon 1,5 MW, inzwischen haben Anlagen der 5-6 MW Klasse die Serienreife erlangt, erste Anlagen mit einer Leistungsfähigkeit von 8-10 MW werden in den nächsten Jahren errichtet. Gleichzeitig haben auch die Rotorprofile einen großen Schritt nach vorne gemacht, so dass eine 1,5 MW-Anlage neuester Generation einen viel höheren Jahresertrag vorweisen kann als eine vergleichbare Anlage aus den 90er Jahren.

Wie günstig Windenergie geworden ist, zeigt eine Pressemeldung des kanadischen Energiekonzerns Québec Hydro, der zwischen 2011 und 2015 eine Windkraftleistung von 2.400 MW errichten möchte. Die Entscheidung für die regenerative Stromerzeugung aus Windkraft ist gefallen, obwohl es hier kein Äquivalent zum Erneuerbare-Energien-Gesetz oder andere Fördermaßnahmen gibt, sondern weil sie beim Preis/kWh von 10,3 kanadischen Cents wettbewerbsfähig ist (vgl. <http://www.ihk-nordwestfalen.de/aussenwirtschaft/awi-06-2008.cfm> u. <http://uk.reuters.com/article/oilRpt/idUKN0540400220080505>). Die Anlagen werden im Übrigen onshore errichtet.

Wie im Kapitel zur Photovoltaik schon erwähnt, wird diese Technologie in der nächsten Dekade die Netzparität erreichen. Die Agentur für Erneuerbare Energien erwartet, dass diese Situation im Jahr 2016 eintreten wird, da auch in den kommenden Jahren die Kosten für die Erzeugung von Solarstrom jährlich um 6-7 % sinken werden, jedoch der Strompreis voraussichtlich um 3 % jährlich steigen wird. Das Erreichen der Netzparität wird ein Meilenstein der dezentralen Erzeugung Erneuerbarer Energien; die Photovoltaik würde den Bürgern ermöglichen den steigenden Kosten fossiler und atomarer Stromerzeugung durch regenerative Eigenerzeugung zu entgehen.

Untersuchungen des Bundesumweltministeriums zeigen darüber hinaus, dass der volkswirtschaftliche Beitrag Erneuerbarer Energien heute schon positiv ist: Laut BMU stehen jedem Euro Förderung durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz 1,60 Euro an Einsparung fossiler Energie-Importe und Vermeidung externer Umweltschäden anderer Energieträger gegenüber (http://www.bmu.de/pressemitteilungen/aktuelle_pressemitteilungen/pm/42027.php). Die BMU - Broschüre „Erneuerbare Energien in Zahlen - nationale und internationale Entwicklung“ listet genau auf, wie sich Erneuerbare Energien volkswirtschaftlich auswirken. So führte der so genannte Merit-Order-Effekt dazu, dass allein im Jahr 2006 am Spotmarkt durch das zusätzliche Angebot an Erneuerbaren Energien die Kosten für die Strombeschaffung um 7,8 Euro/MWh geringer lagen. Dies entspricht einem Wert von 5 Mrd. Euro. Erneuerbare Energien wirken also heute schon preisdämpfend. Die Einsparungen für Importe von Erdgas und Kohle beliefen sich auf 1 Mrd. Euro, die vermiedenen externen Effekte auf 5,8 Mrd. Euro. Die Gesamtkosten der Förderung durch das EEG lagen bei ca. 5 Mrd. Euro, die allein durch den Merit-Order-Effekt kompensiert wurden. Der Anteil Erneuerbarer Energien am Strompreis ist marginal, laut Agentur für Erneuerbare Energien zahlte der Stromkunde im Jahr 2007 bei einem durchschnittlichen Strompreis von 22 Cent lediglich 0,7 Cent für die Förderung Erneuerbarer Energien und 0,3 Cent für die Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung, für die Netznutzung aber 5,6 Cent/kWh.

Gegenüber zu stellen ist die Förderung der Stromkonzerne mittels steuerfreier Rücklagen für die Entsorgung nuklearer Abfälle. Die Betreiber von Kernkraftwerken profitieren - neben der Steuerbefreiung von Kernbrennstoffen - von den **steuerfreien Rückstellungen** für den Abbau von Anlagen und die Lagerung radioaktiven Materials. Die betreffenden Energiekonzerne haben durch diese Re-

gelung Mittel in Höhe von ca. 30 Mrd. € angesammelt, deren Kapital- und Zinserträge frei verwendet werden können, z.B. für den Kauf von Konkurrenten oder den Einstieg in neue Geschäftsfelder. Der Gesetzgeber hat die Betreiber zudem großzügigerweise fast gänzlich von ihrer Haftung im Falle eines Super-GAU befreit, das Atomgesetz beschränkt die maximale Haftpflicht für einen Super-GAU auf 2,5 Milliarden Euro, obwohl die Kosten im Katastrophenfall bei etwa 5 Billionen Euro lägen. Wären die deutschen Atomkraftwerke korrekt versichert, beliefe sich der Preis pro kWh auf 1,84 Euro (vgl. EUROSOLAR-Information: Die Kosten der Atomenergie u. <http://www.gruenebundestag.de/cms/atomkraft/dokbin/242/242099.pdf>).

Fossile und atomare Stromerzeugung sind darüber hinaus auch technologisch einer dezentralen Energieerzeugung unterlegen, da bei den Großkraftwerken mehr als 50 % der eingesetzten Energie als Abwärme verpufft, selbst bei Kohlekraftwerken der neuesten Generation. Dies kann und darf nicht für die nächsten 30-40 Jahre weiter Standard sein. Das überkommene fossil-atomare Energieversorgungskonzept ist nicht länger tragbar, weder ökologisch noch ökonomisch.

Fazit

Eine regenerative Eigenerzeugung entkoppelt die MRN von den immer weiter steigenden Kosten zur Beschaffung fossiler Ressourcen. Durch regionale Wertschöpfung wird wirtschaftliche Stabilität garantiert und das Abfließen von Kapital verhindert. Der Aufbau neuer fossiler und atomarer Kapazitäten führt nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich in die Sackgasse. Auf der Grundlage einer 100 % - EE-Stromversorgung der Region bis 2030 kann mit einem Zuwachs von 30.000 Arbeitsplätzen gerechnet werden.

V. Ergebnis

Negativ empfundene Nebeneffekte bei der Nutzung Erneuerbarer Energien sind marginal im Vergleich zu den Umweltschäden, die fossile und atomare Energieerzeugung verursachen. Der heutige Neubau von Kohlekraftwerken ist zudem sowohl ökonomisch als auch ökologisch unverantwortbar. Wer nach dem Sankt-Florians-Prinzip die regenerative Stromerzeugung ausbremst, verhindert das rechtzeitige Ausweichen auf Erneuerbare Energien, die von Jahr zu Jahr wirtschaftlicher werden und den einzig gangbaren Ausweg aus Klimawandel und fossil-atomarer Energiekrise bieten. Er verhindert zudem das Entstehen tausender – nicht ins Ausland verlagerbarer - Arbeitsplätze.

Fossile Großkraftwerke, Kohle- und Atomkraftwerke, die mancherorts als Brückentechnologie für weitere 30 Jahre angesehen werden, sind mit einem dezentralen und regenerativen Energiesystem nicht vereinbar.

Eine ökonomisch sinnvolle und auf das Ressourcen-Vorkommen abgestimmte Versorgungssicherheit wird allein das skizzierte erneuerbare und dezentrale Energiesystem gewährleisten können.

Auch die MRN kann aus eigener Kraft eine Deckung der Stromendnutzung von mind. 80 % erreichen, im Verbund mit angrenzenden ländlichen Räumen (mit überschüssigen EE-Potentialen im Verhältnis zum Strombedarf) kann bis 2030 eine komplette regenerative Deckung erreicht werden.

In den letzten Jahren sind die Erneuerbaren Energien in Deutschland stark gewachsen, insbesondere im Stromsektor. Der Anteil Erneuerbarer Energien stieg in nur 8 Jahren von 5 auf 15 %. Allein im Jahr 2007 betrug der Zuwachs an regenerativer Stromproduktion 21 % bzw. 16 TWh; in der MRN

werden 2030 14,8 TWh/a benötigt. Ein so rasantes Wachstum unterstreicht die Machbarkeit einer 100 %-regenerativen Stromversorgung in der Metropolregion.

Die MRN kann mit einer 100 %-EE-Stromversorgung beispielhaft beweisen, dass selbst eine industrielastige Region in der Lage ist, zur Klimaschutz-Region zu avancieren. Diese Chance sollte sie sich nicht entgehen lassen!

100 % Strom aus Erneuerbaren Energien für die MRN

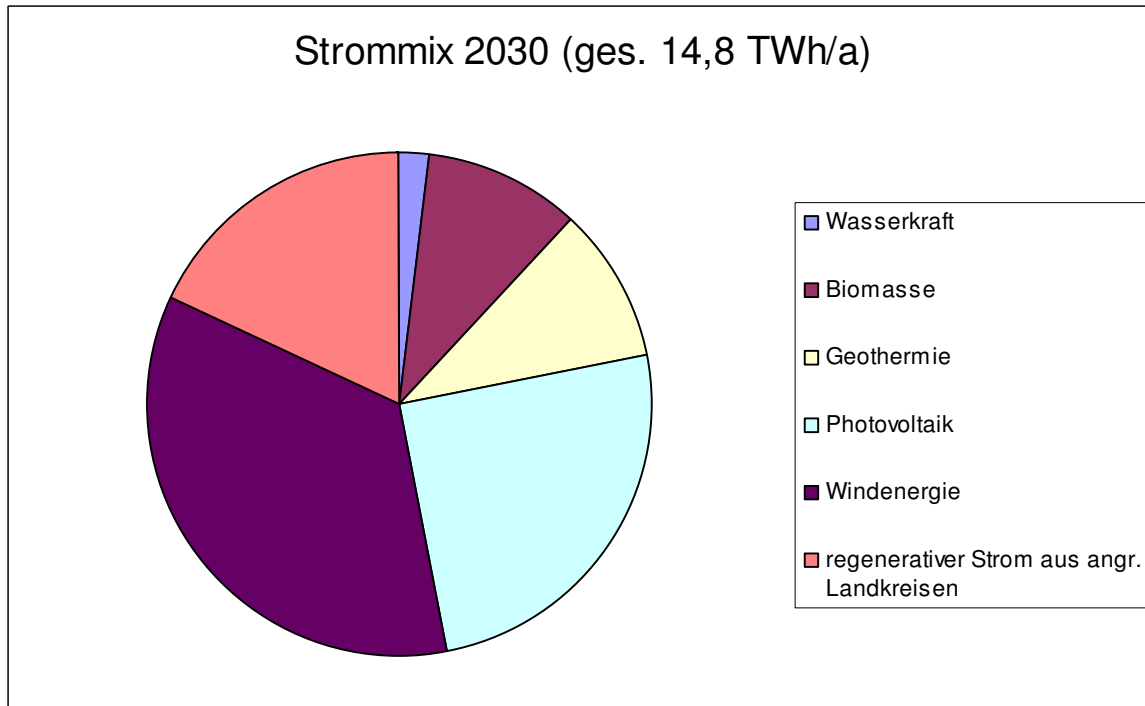
- 2 % Wasserkraft
- 10 % Biomasse
- 10 % Geothermie
- 25 % Photovoltaik
- 35 % Windenergie
- 18 % regenerativer Strom aus Wind, Biomasse, Photovoltaik und Geothermie aus angrenzenden Landkreisen

Entsprechend der Entwicklung des Stromverbrauchs im produzierenden Gewerbe unter Anwendung effizienterer Technologien sinkt auch die Reststrommenge, die aus den angrenzenden Landkreisen zu beziehen wäre.

Die notwendigen Technologien zur Handhabung einer solchen Stromversorgung sind bereits heute vorhanden und werden bis 2030 – kongruent zu Erneuerbaren-Energien-Technologien - weitere Entwicklungssprünge verzeichnen.

Mit Erneuerbaren Energien können in der MRN dem Bedarf entsprechende Mengen Strom erzeugt werden. Voraussetzung dafür ist aber nicht nur das technologische Know-how, sondern ein umfassendes Verständnis für die tatsächlichen Potentiale. Erneuerbare Energien brauchen ein neues Planungsparadigma, denn viel zu oft kollidieren sie mit der heutigen Raumordnung, die sie gegenüber anderen Nutzungen und Infrastrukturvorhaben deutlich benachteiligt. Die Erfassung der tatsächlich vorhandenen Potentiale, wie es in Osnabrück vorbildlich unter Einsatz modernster Technik geschehen ist, sollte zukünftig einen verbindlichen Charakter annehmen. Vorranggebiete müssen auch Eigenschaftsgebiete sein.

Eine 100 %-regenerative Stromversorgung für die Metropolregion Rhein-Neckar ist somit machbar.



Quelle: Eigene Darstellung

VI. Zusammenfassung

In den letzten Jahren sind die Erneuerbaren Energien in Deutschland stark gewachsen, insbesondere im Stromsektor. Der Anteil Erneuerbarer Energien stieg in nur 8 Jahren von 5 auf 15 %. Allein im Jahr 2007 betrug der Zuwachs an regenerativer Stromproduktion 16 Mrd. Kilowattstunden. Dies entspricht ungefähr der Jahresproduktion von zwei Atomkraftwerken. Möglich ist dies geworden durch die immer effizientere Umwandlung der heimischen Potentiale Erneuerbarer Energien, ohne Offshore-Windparks und ohne Solarkraftwerke in der afrikanischen Wüste. Setzt sich nur dieser Trend in den nächsten 15 Jahren fort, beträgt der Anteil Erneuerbarer Energien an der deutschen Stromversorgung im Jahr 2023 bereits 60 %.

Damit sind Erneuerbare Energien nicht mehr ökologisches Beiwerk einer konventionellen fossil-atomaren Energieversorgung. Dies gilt auch für die Metropolregion Rhein-Neckar. Umwandlungstechnologien sind vorhanden, um auch in einer Region mit hoher Bevölkerungsdichte und einem signifikanten industriellen Stromverbrauch die Energieversorgung durch Sonne, Wind, Wasser, Biomasse und Geothermie bis zum Jahr 2030 zu gewährleisten. Voraussetzung dafür ist aber eine Politik, die ermöglicht, dass die tatsächlichen Potentiale auch ausgeschöpft werden. Insbesondere Wind- und Wasserkraftnutzung sind oft willkürlichen Blockaden ausgesetzt, die vorhandene Möglichkeiten auf politisch-administrativem Wege drastisch reduzieren.

Was mit einer anderen Politik in der MRN möglich ist, zeigt die Potentialabschätzung auf: **Durch Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz kann der Verbrauch der Metropolregion von heute 18,5 TWh auf 14,8 TWh im Jahr 2030 gesenkt werden.**

Eine **Vollversorgung durch Strom aus Erneuerbaren Energien ist unter Einbeziehung von wenigen, an die Metropolregion angrenzenden ländlichen Gebieten möglich.** Dabei können mehr als 80 % des Strombedarfs mit direkt in der Region erzeugtem regenerativem Strom abgedeckt werden. Dieser Strommix kann sich aus 2 % Wasserkraft, 10 % Biomasse, 10 % Geothermie, 25 % Photovoltaik und 35 % Windenergie zusammensetzen. Weitere 20 % des Strombedarfs von 2030 können durch eine effektive Ausnutzung der Potentiale benachbarter Regionen gedeckt werden. Dort können aufgrund der naturräumlichen Ausstattung und einer geringen Bevölkerungsdichte erhebliche Mengen regenerativen Stroms erzeugt werden. Diese Regionen werden bei umfangreicher Ausschöpfung ihrer Gesamtpotentiale entsprechende Überschüsse erzielen und hiervon erheblich wirtschaftlich profitieren. Wie dies umzusetzen ist, zeigt inzwischen eine Vielzahl von Beispielen, von denen einige hier genannt worden sind. Es muss für den Wechsel des Energiesystems kein Neuland betreten werden.

Die notwendigen Technologien zur Handhabung einer regenerativen Stromversorgung sind bereits heute vorhanden, sowohl im Bereich der Informationstechnologie als auch die Energiespeicherung betreffend. Zudem wird es hier bis 2030 – kongruent zu Erneuerbaren-Energien-Technologien - weitere technologische Entwicklungssprünge geben. Fossil-atomare Großkraftwerke werden durch dezentrale Erzeugung Erneuerbarer Energien abgelöst, die einzige ökologisch und ökonomisch tragfähige Alternative.

Auf der Grundlage einer 100 % - EE-Versorgung der Region bis 2030 kann mit einem **Zuwachs von 30.000 Arbeitsplätzen** gerechnet werden. Ein Arbeitsplatzzuwachs, der – anders als in den Branchen herkömmlicher Energieträger – zeitlich nicht limitiert ist; eine Versorgung durch erneuerbare Energien ist in Äquivalenz zu ihrer Ressource unerschöpflich.

Negativ empfundene **Nebeneffekte bei der Nutzung Erneuerbarer Energien sind marginal** im Vergleich zu den Umweltschäden, die fossile und atomare Energieerzeugung verursachen. Der heutige Neubau von Kohlekraftwerken wird sich zudem auch wirtschaftlich nicht lohnen und ist ökologisch unverantwortbar. Werden heute weiter – massiv - neue Großkraftwerke auf der Basis von Kohle- und Braunkohleverbrennung gebaut, so wird dies die Energiewende um 30 Jahre verzögern. Führt man sich die damit verbundenen negativen Konsequenzen vor Augen, so wird klar, dass dies in keinsten Weise hinnehmbar ist.

Eine 100 %-regenerative Stromversorgung der Metropolregion Rhein-Neckar ist machbar. Die MRN kann mit einer 100 %-EE-Stromversorgung beispielhaft beweisen, dass selbst eine industrielastige Region in der Lage ist, zur Klimaschutz-Region zu avancieren.

Diese Chance sollte sie sich nicht entgehen lassen!