

Substitutionspotentiale Erneuerbarer Energien bei längerfristig steigenden Gas- und Ölpreisen.

Schriftliche Stellungnahme zu Fragenblock I der Enquetekommission „Auswirkungen längerfristig stark steigender Preise von Öl- und Gasimporten auf die Wirtschaft und die Verbraucherinnen und Verbraucher in NRW (Enquetekommission I) am 19.10.2007

Dr.-Ing. Bernd Wenzel

Forschungsnehmer beim Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
(Referat Grundsatzfragen der erneuerbaren Energien)

Teltow, den 8. Oktober 2007

Kontakt:

Dr.-Ing. Bernd Wenzel

Bertholdstr. 24
14513 Teltow

Tel. 03328-346592

bwenzel@ifne.de

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Stellungnahmen	5
2.1	zu Frage 1:	5
2.2	zu Frage 2	7
2.3	zu Frage 3	8
2.4	zu Frage 4	8
2.5	zu Frage 5	9
2.6	zu Frage 6	9

1 Einleitung

Steigende Öl und Gaspreise sind Ausdruck einer weltweit stark wachsenden Nachfrage nach diesen fossilen Energieträgern bei nur wenig wachsenden oder gleich bleibenden Fördermengen (vor allem Öl). Von vielen Experten wird daher erwartet, dass der wachsende globale Energiehunger das Problem weiter verschärft wird und die Zeiten „billigen“ Erdöls und Erdgases auf Dauer vorbei sind. Die Weltwirtschaft insgesamt und damit auch die deutsche Wirtschaft speziell werden sich kurz- und mittelfristig weiter wachsenden Preisen ausgesetzt sehen.

Selbst sehr große Fortschritte im Bereich der Energieeinsparung werden nicht dazu führen, dass nur noch ein geringer Energiebedarf besteht, im Gegenteil, global gesehen dürfte es trotzdem zu einem steigenden Energiebedarf kommen. Die Frage ist nur, aus welchen Quellen er gedeckt werden soll. Die fossilen Energieträger Mineralöl und Erdgas können dies langfristig nicht leisten, da sie wegen der begrenzten Ressourcen in wachsendem Maße für bestimmte Anwendungen zu teuer bzw. ggü. Alternativen unwirtschaftlich sein werden.

Daneben führt die Verbrennung fossiler Energieträger zur Freisetzung des Treibhausgases CO₂, dessen Anreicherung in der Atmosphäre das wachsende globale Klimaproblem verschärft. Dies reduziert auch die Möglichkeiten einer nahe liegenden Substitution von Öl und Gas durch die in NRW reichlich vorhandenen Kohlevorkommen.

In NRW wurden 2003 rund 37 Mt SKE Mineralöl und 29 Mt SKE Erdgas verbraucht. Das entsprach über 50% des gesamten NRW-Primärenergieverbrauchs¹. Der Primärenergieverbrauch in NRW ist seit 1990 mit etwa 4.000 PJ trotz einer Zunahme des Inlandsprodukts um 9 Prozentpunkte im gleichen Zeitraum nahezu konstant geblieben². Der Mineralöl-Verbrauch ist in NRW seit 1990 leicht zurückgegangen, während der Gasverbrauch deutlich zugenommen hat.

Dies zeigt, dass es einerseits Fortschritte bei der Energieeffizienz gibt, so dass Wirtschaftswachstum nicht zwangsläufig zu steigendem Energieverbrauch führt. Andererseits zeigt es auch, dass es keinen absoluten Rückgang beim Energieverbrauch gibt. Einsparungen auf der einen Seite werden durch Mehrverbrauch auf der anderen Seite aufgezehrt.

Unter konservativen Annahmen beträgt das in Deutschland nutzbare Potential erneuerbarer Energien etwa 5.200 PJ pro Jahr³, bzw. 37% des derzeitigen deutschen Primärenergieverbrauchs. Auch der Vergleich mit dem heutigen Primärenergieverbrauch NRW zeigt, dass es ohne gleichzeitig deutlich Anstrengungen bei der Energieeinsparung nicht möglich ist, den Primärenergiebedarf allein aus heimischen erneuerbaren Energien zu decken. Eine wesentliche Ergänzung werden langfristig erneuerbare Energieimporte spielen müssen, z.B. Solarstrom aus Nordafrika.

Ökonomisch gesehen verbessern somit steigende Preise für fossile Energieträger die Substitutionsmöglichkeiten durch bisher als zu teuer bzw. unwirtschaftlich eingeschätzte Handlungsoptionen. Diese kommen zunehmend in die Nähe der Wirtschaftlichkeit oder stehen kurz davor. Langfristig werden erneuerbare Energien billiger sein, als bestimmte fossile Energieträger heute.

¹ Quelle: http://www.wirtschaft.nrw.de/100/150/155/Energiewirtschaft_in_NRW.pdf (18.09.07)

² Quelle: http://www.vgrdl.de/Arbeitskreis_VGR/tab02.asp (18.9.07)

³ Bundesumweltministerium: Erneuerbare Energien - Innovationen für die Zukunft. S. 27. Angabe nach Wirkungsgradmethode.

2 Stellungnahmen

2.1 zu Frage 1:

Stromerzeugung

Der Stromverbrauch in NRW ist seit 1990 um rund 13% gestiegen⁴. Der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch beträgt derzeit 3-4% und liegt damit deutlich unter dem Bundesdurchschnitt von 12-13%.

Der Anteil von Öl und Gas in der Stromerzeugung in NRW ist gering. Diese lassen sich relativ leicht durch die erneuerbaren Energien substituieren. Aus Klimaschutzgründen ist es aber wesentlich zielführender, große Teile der heutigen kohlebasierten Stromversorgung durch erneuerbare Energie zu ersetzen.

Hier haben die erneuerbaren Energien in NRW ein großes noch unerschlossenes Potential. Obwohl NRW bei der Windkraft - bezogen auf die installierte Anlagenleistung - bundesweit den 4. Platz einnimmt, bestehen weiterhin große technische Potentiale. Aktuelle Windkraftanlagen mit mehreren MW Spitzenleistung können in NRW noch einen erheblichen größeren Teil zur Stromerzeugung beisteuern, als das heute der Fall ist. Bei Nabenhöhen im Bereich von 120-140 m herrschen bereits gleichmäßige Strömungsverhältnisse, die vergleichbar sind mit guten Küstenstandorten.

Ein verstärkter Ausbau Photovoltaik kann - bei entsprechender spezifischer Kostenreduktion - mittelfristig auch in NRW erhebliche Beiträge zur Stromerzeugung leisten, wenn die geeigneten Dachflächen entsprechend genutzt werden. Das Flächenpotential für Gesamtdeutschland wurde in einer Untersuchung mit 2344 km² abgeschätzt⁵. Ein großer Anteil entfällt dabei auf NRW mit seiner dichten Besiedlung.

Die Nutzung der Tiefengeothermie zur Stromerzeugung steht in Deutschland noch sehr am Anfang. Die nördlichen Landesteile von NRW sind geologisch dem Münsterländer Becken als Teil des Norddeutschen Beckens zuzuordnen, das wie die süddeutsche Molasse relativ gute Bedingungen für die Tiefengeothermie bietet. Für die Stromerzeugung sind Thermalwassertemperaturen deutlich über 100°C nötig, die mit dem HDR-Verfahren erst in Tiefen über 4.000 m zu erzielen sind.

Die unter Berücksichtigung ökologischer Kriterien zur Stromerzeugung noch nutzbaren Wasserkraftpotentiale in NRW werden sehr begrenzt eingeschätzt und lassen daher keine nennenswerte Steigerung zu.

Wärmeversorgung

Die Wärmeversorgung basiert derzeit überwiegend auf Gas und Mineralöl. Die Substitution durch erneuerbare Energien auf dem heutigen Verbrauchsniveau erscheint nach derzeitigem Kenntnisstand nicht ohne weitere flankierende Maßnahmen, wie einer deutlichen Reduzierung des spezifischen Wärmebedarfs möglich.

Die Nutzung von fester Biomasse, d.h. primär Holz zur Wärmebedarfsdeckung weist im ländlichen Bereich zwar noch begrenzte Potentiale auf, stellt aber wegen der limitierten

⁴ Quelle: <http://www.lids.nrw.de/statistik/datenangebot/daten/t/index.html> (18.9.07)

⁵ Everding, Dagmar [Hrsg.]: Solarer Städtebau - Vom Pilotprojekt zum planerischen Leitbild. Kohlhammer 2007

Holzressourcen und der dichten Besiedlung keine große Alternative dar, zumal es hier schon direkte Nutzungskonkurrenzen mit der stofflichen Nutzung gibt.

Eine solare Wärmebedarfsdeckung hat im Winter aufgrund der dann geringen Einstrahlung nur dann ein großes Potential zur Bedarfsdeckung, wenn sie mit saisonalen Langzeit-Wärmespeichern kombiniert wird, z.B. Heißwasser- oder Kies-Wasserspeicher⁶.

Die Nutzung der oberflächennahen Geothermie mit Hilfe von Wärmepumpen stellt eine weitere Möglichkeit zu Substitution von Öl und Gas mit großem Potential dar, ist aber nur in Verbindung mit gut gedämmten Gebäuden wirtschaftlich sinnvoll, um nicht gleichzeitig einen zusätzlich hohen - bislang fossil erzeugten Strombedarf - zu kreieren.

Ein besonders großes Potential besitzt auch die Kraft-Wärmekopplung (KWK). In Verbindung mit Wärmenetzen könnten bestehende oder neu zu bauende Stromerzeugungsanlagen hier einen großen Beitrag zur Substitution von Öl und Gas leisten, da ein Großteil der Abwärme aus Kraftwerken bislang ungenutzt in die Umwelt abgegeben wird.

Neben der KWK bietet sich in geeigneten Gebieten für Städte und Ballungsräume auch die Nutzung der Tiefengeothermie an. Hierbei könnte zum einen auf vorhandene Fernwärmenetze zurückgegriffen werden, zum anderen wäre trotzdem auch ein engagierter Ausbau der Netze erforderlich. Die Thermalwassertemperaturen in Tiefen um 3.000 m würden ausreichen, um entsprechende Nah- und Fernwärmenetze zu betreiben, wie bereits der erfolgreiche Betrieb an mehreren Orten in Deutschland zeigt (z.B. Waren, Unterhaching).

Treibstoffversorgung

Die deutschen Biomasse-Potentiale reichen für eine vollständige Substitution von Mineralöl in der Treibstoffversorgung bei weitem nicht aus, auch wenn es zu einem deutlichen Rückgang des spezifischen Verbrauchs kommen sollte.

Das macht schon die Betrachtung der Potentiale deutlich: Sollten die in Gesamtdeutschland zur Verfügung stehenden Biomassepotentiale für die Energiegewinnung unter Beachtung des Naturschutzes ausschließlich für die Kraftstoffgewinnung genutzt werden, stünden maximal 1.000 bis 1.300 PJ/a zur Verfügung. Der heutige Bedarf liegt bei rund 2.600 PJ/a. Da aber eine Aufteilung des Energiepflanzenanbaus auf die Pfade Kraftstoffe und Brennstoffe (Fest, Biogase) realistischer ist, könnten 2030 etwa 500 PJ/a für Kraftstoffe und 900 bis 1.000 PJ/a für die stationäre Nutzung zur Verfügung stehen⁷. Damit würde der Anteil biogener Kraftstoffe im Verkehr maximal rund 20% erreichen.

Langfristig ein größeres Potential zur Substitution von mineralischen Treibstoffen ergibt sich durch einen Gesamtmix aus Maßnahmen und technischen Innovationen. Dies umfasst Biotreibstoffe aber auch den massenweiten Einsatz von Hybrid- und Elektrofahrzeugen (auf Basis von Strom aus erneuerbaren Energien) bei generell deutlich höherer Energieeffizienz. Bei einem großen Anteil an 100%-Elektrofahrzeugen (durch zu erwartende Fortschritte bei Batteriespeichern) würde ein Teil der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (ggf. bereits auch Stromimporte) in Fahrzeugbatterien gespeichert und stünde dann zur Nutzung in elektrisch betriebenen Fahrzeugen zur Verfügung. Durch die Batteriespeicher ließe sich nebenbei auch die Fluktuation bei Wind- und Solarstrom sinnvoll abfedern. Wollte man 2050 die Hälfte al-

⁶ vgl. Raab, S.: Saisonale Wärmespeicher - aktuelle Speichertechnologien und Entwicklungen bei Heißwasserspeichern.

⁷ Bundesumweltministerium: Leitstudie 2007, S. 18f.

ler Pkm in Deutschland elektrisch zurücklegen, würden dafür rund 60 TWh Strom zusätzlich benötigt, d.h. ein Zehntel des heutigen Bruttostromverbrauchs bzw. die Strommenge, die bereits 2007 aus erneuerbaren Energien erzeugt wird.

2.2 zu Frage 2

Aufgrund der zu Frage 1 gemachten Ausführungen werden der Windkraft, Photovoltaik, Solarthermie und Geothermie das größte wirtschaftliche Potential zur Substitution von Öl und Gas zugeschrieben.

Die Stromerzeugung aus Windkraft hat in den letzten 15 Jahren deutliche Fortschritte gemacht, die bereits zu einem flacheren Verlauf der Lernkurve in Zukunft führen. Eine deutliche Erhöhung der Stromerträge ist neben der spezifischen Leistungssteigerung der Anlagen vor allem durch höher bauende Anlagen und damit höheren Erträgen möglich.

Die Photovoltaik hat durch das EEG in Deutschland einen starken Schub bekommen, so dass es sich für Hersteller erstmals lohnt, in industriellen Maßstab zu produzieren. Hierdurch sind bereits deutliche Degressionseffekte bei den Herstellkosten eingetreten, die vom Prinzip her über die jährliche Vergütungsdegression auch auf die Anlagenpreise wirken. Auch für die nähere Zukunft sind deutliche Preisdegressionen zu erwarten. Die Lernkurve von 20% Kostendegression bei Verdoppelung der weltweit kumulierten Gesamtproduktion gilt weiterhin, so dass beim derzeit starken globalen Produktionswachstum bis 2010 es zu einer weiteren deutlichen Senkung der aktuellen Produktionskosten kommen wird. Damit könnte in sonnenreichen Ländern bereits die sog. Grid-parity, d.h. die Kostengleichheit von Netzstrom und Photovoltaik-Strom für bestimmte Stromkunden erreicht sein. Dies würde die Nachfrage nach Photovoltaikanlagen von Förderprogrammen unabhängig machen und ein selbst treibende Nachfrage erzeugen. Je schneller global die Nachfrage und Produktion wächst, umso schneller wird auch Deutschland davon profitieren, wenn z.B. die EEG-Vergütungssätze entsprechend schneller zurückgefahren werden können bzw. sogar entfallen.

Mittelfristig kann auch NRW mit den hierzulande vergleichsweise geringen Einstrahlungswerten davon profitieren, denn sinkende Anlagenpreise lassen auch hierzulande einige Jahre später die Grid-parity erreichen. Damit wird die Stromproduktion zumindest für Haushalte mit hohen spezifischen Strompreisen schon wirtschaftlich darstellbar.

Neben der Photovoltaik kann auch die solare Wärmeengewinnung (passiv und aktiv) einen erheblichen Beitrag leisten, Öl und Gas im Raumwärmebereich und bei der Warmwasserbereitung einzusparen. Da die Einstrahlungswerte insbesondere während der Heizperiode leider relativ gering sind, sollte dies mit saisonalen Wärmespeichern kombiniert werden.

Die Nutzung Tiefengeothermie steht im Westen Deutschlands noch ganz am Anfang ihrer Nutzung. Erste Erfahrungen mit dem Hot-Dry-Rock-Verfahren werden in Pilotprojekten (Unterhaching, Bruchsal) gerade gesammelt.

Bei positiver Entwicklung steht ein großes und bedarfsgerecht regelbares Potential für Wärme und Strom zur Verfügung.

2.3 zu Frage 3

Außer der Wasserkraft und der Biomasse weisen die wichtigsten Technologien Windkraft und Photovoltaik - trotz bereits erzielter Kostenreduktionen - noch erhebliche Potentiale für weitere Kostenreduktionen auf. Dies hängt wesentlich vom technischen Fortschritt und den in Zukunft erzielbaren Marktumsätzen ab.

Die Lernkurven weisen typischerweise Werte von 10 bis 30% auf, d.h. bei einer Verdopplung der produzierten Leistung (Umsatz) sinken die Kosten um diesen Wert. So haben sich bei der Photovoltaik seit 1990 die Kosten von 13.500 €/kWp auf derzeit etwa 4.000 €/kWp reduziert, das entspricht einer Reduktion von rund 70%. Nicht ganz so hoch, immer noch aber um rund 50% sind die Kosten bei Windkraftanlagen in gleichem Zeitraum gefallen. Bis 2030 ist zu erwarten, dass die mittleren, spezifischen Stromerzeugungskosten bei Photovoltaik, die von hierzulande heute etwa 45 auf 11 Cent/kWh fallen können, beim Wind von etwa 7,5 auf 5 Cent/kWh und bei der Tiefengeothermie von 30 auf 6 Cent/kWh.⁸

Weltweit wird bis 2030 ein Wachstum des Weltmarkts im Mittel von 10% erwartet.⁹ Ein großes globales Marktwachstum trägt erheblich dazu bei, dass die Lernkurven in kürzerer Zeit durchlaufen werden.

Von den erneuerbaren Energien ist primär die Biomassenutzung auf Dauer die teuerste Form der Energiebereitstellung, da hier ein erheblicher Arbeitseinsatz erforderlich bleiben wird. Die unerschlossenen Degressionspotentiale sind vergleichsweise klein, die bestehenden und entstehenden Nutzungskonkurrenzen sehr groß. Bei der Biomassenutzung sollte die stationäre Nutzung bevorzugt werden, da die Erzeugung biogener Kraftstoffe mit deutlich größerem Aufwand und Verlusten verbunden ist. Ob die Kraftstoffe der 2. Generation hierbei deutlich besser abschneiden werden, muss die Praxis erst noch zeigen.

2.4 zu Frage 4

Der Ausbau erneuerbarer Energien muss die Anliegen des Natur- und Landschaftschutzes berücksichtigen, um eine dauerhafte Akzeptanz sicherzustellen. Dies zeigt sich besonders bei der Biomassenutzung, aber auch bei der Wasserkraft. Die Aufstellung von Windkraftanlagen führt primär zu einer optischen Veränderung des Landschaftsbildes. Photovoltaikanlagen weisen, solange sie auf vorhandenen Gebäuden installiert werden, keine Natureingriffe auf. Das gleiche gilt weitgehend auch für die Geothermie.

Restriktionen bestehen somit vornehmlich bei der Biomassenutzung, da die nutzbaren Flächen begrenzt sind und Nutzungskonkurrenzen bestehen (energetisch, stofflich und Ernährung). Eine Mehrfachnutzung (erst stoffliche, dann energetische Nutzung) ist nur begrenzt möglich (Holz), womit Prioritäten gesetzt werden müssen, welches die natürlich und wirtschaftlich sinnvollste Nutzung darstellt.

Akzeptanzprobleme entstehen auch bei der Windenergie, weil die Veränderung des Landschaftsbildes regional auf Widerstand stößt. Dieses Problem könnte aber durch größere, ertragreichere und damit weniger Anlagen auf gleicher Fläche reduziert werden.

⁸ Bundesumweltministerium: Leitstudie 2007, S. 95. Preisbasis 2002, Kapitalzins 6%/a..

⁹ Bundesumweltministerium: Erneuerbare Energien - Arbeitsplatzeffekte. S. 33

2.5 zu Frage 5

Der Import von Biomasse ist auf Dauer zunächst nur dann sinnvoll, wenn er nachhaltigen Anbaukriterien genügt. Global gelten für die Biomassenutzung die gleichen Einschränkungen, wie sie auch hier gelten, wobei neben der stofflichen Nutzung vor allem die Nahrungsmittelproduktion in weiten Teilen der Welt im Mittelpunkt steht.

Kritisch zu sehen ist der Biomasseimport insbesondere dadurch, dass der Nahrungsmittelanbau durch den Energiepflanzenanbau verdrängt wird, weil hierfür deutlich höhere Preise auf dem Weltmarkt erzielt werden können (vgl. „Tortilliakrieg“ im Mexiko). Z.B. kann von dem Getreide, das - umgewandelt in Ethanol - zur einmaligen Tankfüllung notwendig ist, sich ein Mensch während eines ganzen Jahres ernähren.

Hinzu kommt die damit verbundene massive Ausweitung von Monokulturen und gentechnisch veränderter Pflanzen mit all ihren Gefahren für die Nahrungskette. Da hierzulande, wie in fast allen Industrieländern die für die Biokraftstoffherstellung nutzbaren Flächen zu gering sind, würde ein massiver Umstieg auf Biotreibstoffe nur auf Kosten der Entwicklungsländer möglich sein.

Der Import von Biomasse dürfte vor allem den Bereich Pflanzenöle und Bioethanol betreffen, weil hier mit gängigen Transportmitteln große Energiedichten transportiert werden können. Wenn diese definierten nachhaltigen Kriterien genügen, die auch von unabhängiger Seite regelmäßig überprüft werden, ist es in bestimmten Fällen durchaus vorstellbar, dass sich dabei gute Handelsbeziehungen im Sinne eines Fair-Trade entwickeln können. Eine globale Lösung stellt das aber nicht dar.

2.6 zu Frage 6

Aufgrund der vielfältigen Nutzungskonkurrenzen bei Biomasse und der globalen Priorität für die Nahrungsmittelerzeugung und stoffliche Verwendung sollte Biomasse nur in begrenztem Umfang für energetische Zwecke genutzt werden. Die in Deutschland hierfür verfügbaren Anbauflächen müssen mittelfristig z.B. über Flächennutzungspläne gesteuert werden. Biomasseimporte sollten nur bei Erfüllung nachhaltiger Kriterien als Option in Betracht kommen.

Wegen der höheren Effizienz und Energieausbeute ist aus jetziger Sicht der Biogaspfad für die kombinierte Strom- und Wärmeerzeugung zu bevorzugen. Die Wärme sollte in Nahwärmenetzen genutzt werden und auf jeden Fall fossile Energieträger ersetzen. Die Treibstoffherstellung aus Biomasse sollte (auch bei ggf. höheren Ausbeuten in Zukunft) eher ein Zwischenschritt hin zur Elektromobilität sein.

Eine kaskadenförmige Verwertung, d.h. zunächst stoffliche und dann energetische Nutzung wird beim Holz bereits vorgenommen, ist aber weitgehend ausgebaut. In fernerer Zukunft könnte dies auch mit aus Biomasse hergestellten Kunststoffen möglich sein.