



Landesnaturschutzverband
Baden-Württemberg e.V.

Landesnaturschutzverband BW · Olgastraße 19 · 70182 Stuttgart

Vernunftkraft BW
c/o MenschNatur e. V.
73033 Göppingen
Marktstraße 14

Dachverband der Natur-
und Umweltschutzverbände
in Baden-Württemberg
(§ 51 Naturschutzgesetz)

Anerkannte Natur- und
Umweltschutzvereinigung
(§ 3 Umweltrechtsbehelfsgesetz)

Dr. Gerhard Bronner
- Vorsitzender -

Stuttgart, den 05.10.2017

Ihr Zeichen/Ihre Nachricht vom

Unsere Zeichen/Unsere Nachricht vom
faktencheck windenergie und nergiewende_antwort

Telefon/E-Mail
0711 / 24 89 55 20
info@lnv-bw.de

**Offener Brief an den Vorstand des Landesnaturschutzverbandes Baden-Württemberg zum „Faktencheck Windenergie und Energiewende des LNV“
- Ihre Schreiben vom 30.08./08.09.2017**

Sehr geehrte Damen und Herren,

vielen Dank für Ihren Offenen Brief zu unserem „Faktencheck“, in dem Sie sich detailliert mit den Argumenten des LNV auseinandersetzen.

Insbesondere sind wir Ihnen dankbar, dass Sie die Antwort auf die Frage nicht schuldig bleiben, wie denn sonst, wenn nicht regenerativ unsere Energieversorgung gestaltet werden soll. Sie sehen die neue Generation von Atomkraftwerken als ausreichend sicher an und Sie halten auch fossile Kraftwerke für vertretbar, da Sie den menschengemachten Klimawandel für nicht existent halten. Das ist ehrlicher als manche Windkraftgegner, die meinen, man müsste einfach ein bisschen mehr Energie sparen und alle Probleme wären gelöst.

Man mag die Kernenergie für ausreichend sicher und eine sinnvolle Basis der Energieversorgung halten. Einige Länder tun dies. Keines dieser Länder hat freilich bis heute ein sicheres Endlager für hochradioaktive Abfälle, und Fukushima hat gezeigt, dass auch hochentwickelte Länder nicht gefeit sind gegen Atomunfälle. Seit Fukushima ist Kernenergie weder in der deutschen Politik noch in der Bevölkerung mehrheitsfähig. Auch wir Umweltverbände haben uns in der Vergangenheit nach intensiven Diskussionen gegen diese Option entschieden. Und die Kernfusion ist unabhängig von der Risikofrage keine mittelfristig verfügbare Option.

Anders beim menschengemachten Klimawandel. Hier stellt sich nach unserer Auffassung außerhalb der ernstzunehmenden wissenschaftlichen Diskussion, wer ihn immer noch leugnet. Es wird immer irgendeinen „Wissenschaftler“ geben, der die biologische Evolution negiert, der Meinung ist, die ganze Raumfahrt sei ein Fake oder die Erde eine Scheibe. Diskussionen sind hier ebenso schwierig bzw.

Landesnaturschutzverband
Baden-Württemberg e.V.
Olgastr. 19
70182 Stuttgart

Telefon 0711 / 24 89 55 - 20
Telefax 0711 / 24 89 55 - 30
info@lnv-bw.de
www.lnv-bw.de

Nahverkehrsanschluss
Stadtbahnhaltestelle Olgaecck
3 Stationen ab Hauptbahnhof
mit U5, U6, U7, U12 oder U15

Bankverbindung
GLS Bank
IBAN: DE82 4306 0967 7021 3263 00
BIC: GENODEM1GLS

unmöglich wie mit überzeugten Kreationisten. Wenn Sie die Argumente der weltweiten wissenschaftlichen Kompetenz nicht überzeugen, wird dies dem LNV auch nicht gelingen. Damit müssen wir leben.

Wir danken für das übersandte Buch „Der heutige Klimawandel“. Es ist bemerkenswert und bezeichnend, dass sich hier Agrar- und Geowissenschaftler zum Klimawandel äußern – Meteorologen oder Klimawissenschaftler hat man offenbar für diese Botschaft nicht gefunden.

Mit Ihnen spricht sich der LNV dagegen aus, dass regenerative Stromerzeugung Vorrang vor Naturschutz haben muss. Beides sind berechnete Anliegen, die im Einzelfall abgewogen werden müssen. Daraus ergibt sich die differenzierte Haltung, die der LNV zu den erneuerbaren Energien einnimmt.

Der LNV ist nicht selbst bei der Stromerzeugung engagiert. Aber auch bei den von Ihnen genannten Organisationen Greenpeace und BUND bestimmen nicht die Stromvermarktungsinteressen die inhaltliche Positionierung. Es verhält sich umgekehrt: Weil diese Verbände überzeugt sind, dass regenerative Energieerzeugung richtig ist, engagieren sie sich dort seit langem auch praktisch und waren so Vorreiter für diese Technologien bzw. sie setzen mit ihren Kriterien Maßstäbe.

Bitte erlauben Sie uns den Hinweis auf Ihre folgenden Fehlinterpretationen bezüglich Windkraftanlagen und des gesamten Energiesystems:

Energiewirtschaftliche und treibhausgasrelevante Konsequenzen der Stromproduktion aus Windkraftanlagen

(Ihre Position zu den Thesen 1, 2, 3, 7, 8 und 9 des LNV-Faktenchecks)

Wie Sie darlegen, erzeugen Windkraft- und Photovoltaikanlagen Strom dargebotsabhängig. Das ist unbestreitbar. Tatsächlich stellt ein hoher Ausbau erneuerbarer Energien in der Stromerzeugung in dem Maße, wie es die Landes- und Bundesregierung zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen vorsehen, erhebliche Anforderungen an das gesamte Energiesystem. Anders als Sie schreiben sind Lösungen zum Ausgleich von Angebot und Nachfrage kein Wunschdenken, sondern technisch erprobt. Ihre volkswirtschaftliche Effizienz ist nachgewiesen. Renommierte Forschungseinrichtungen wie u.a. das von Ihnen zitierte Fraunhofer ISE zeigen in Modellrechnungen, wie der Transformationsprozess zu einem weitgehend treibhausgasneutralen Energiesystem in Deutschland kostenminimal gestaltet werden kann. Fluktuierende erneuerbare Energien stellen dabei die zentrale Säule der Energieversorgung dar [Fh-ISI et al. 2017; Palzer und Henning 2014, Fh-IWES et al. 2015; Fh-ISE 2015; Prognos et al. 2014, DLR et al. 2012]. Diese müssen nicht durch Grundlast, sondern durch flexible bzw. steuerbare Kraftwerke und Lasten ausbalanciert werden.

Fh-ISI und Kollegen analysieren beispielsweise in einer aktuellen Studie für das Bundeswirtschaftsministerium, wie der Stromerzeugungsmix 2050 zur Erreichung einer Treibhausgasemissionsreduktion von 80 % aussehen könnte [Fh-ISI et al. 2017]. Wie Sie Abbildung 1 entnehmen können, werden zur kostenminimalen Deckung der Stromnachfrage zukünftig in erster Linie Wind- und Photovoltaikanlagen benötigt. Es ist aber auch erkennbar, dass selbst im Jahr 2050 noch in nicht unwesentlichem Umfang konventionelle Kraftwerke benötigt werden. Diese sind insbesondere zur Deckung von Lastspitzen vor allem in windschwachen Phasen notwendig. Dies erfordert den Neubau von Gaskraftwerken.

Kohlekraftwerke werden bis zum Ende ihrer Lebensdauer von 40 Jahren betrieben; ein Neubau von Kondensationskraftwerken ist nicht erforderlich bzw. nicht wirtschaftlich.

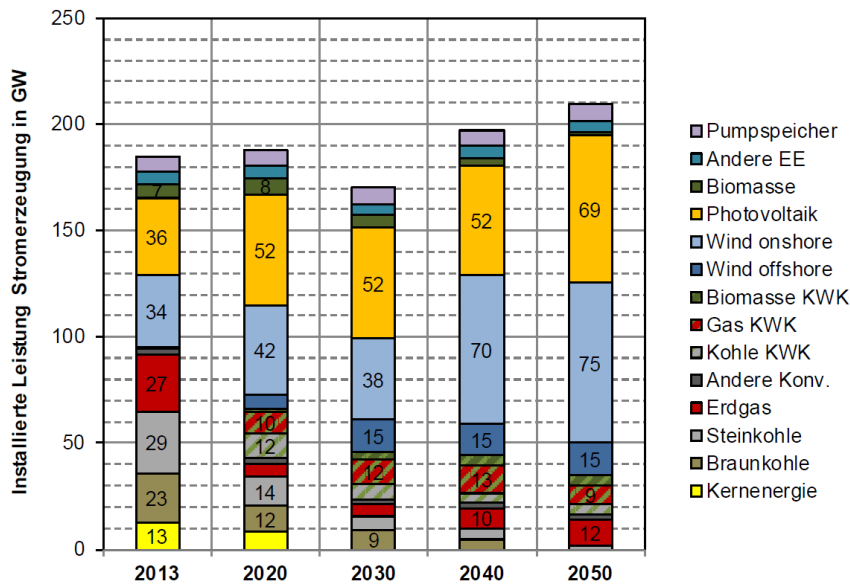


Abbildung 1: Nettostromerzeugung in Deutschland im Basisszenario [Fh-ISI et al. 2017]

Der Einsatz der verschiedenen Stromerzeuger kann exemplarisch Abbildung 2 für eine Winterwoche im Jahr 2050 entnommen werden. Diese Woche ist charakterisiert durch eine hohe Fluktuation der Windstromerzeugung mit niedriger Erzeugung zu Wochenmitte und starker Einspeisung zum Wochenende. Hohe Einspeisung aus Wind- und Photovoltaikanlagen können durch den Einsatz von Wärmepumpen und gesteuert beladbarer Elektrofahrzeuge sowie durch Exporte abgepuffert werden. In Phasen hoher Residuallast werden verstärkt gasbasierte KWK-Anlagen und teilweise auch Gasturbinen eingesetzt sowie Strom importiert. Weitere nachfragebasierte Flexibilität kann durch Lastmanagement insbesondere im Industriesektor erreicht werden. Je nach Modellierung kommen auch Power-to-Gas-Anlagen und neue stationäre Speicher zum Einsatz. Wie Sie richtig aufführen, arbeiten diese Speichertypen jedoch noch nicht unbedingt wirtschaftlich und der Bedarf an solchen Anlagen ist noch offen. Abbildung 2 zeigt jedoch, dass im Gesamtmix aller Flexibilitätsoptionen, die durch den Ausbau der Stromnetze untermauert wird, die Versorgungssicherheit jederzeit sichergestellt ist.

Dies gilt im Übrigen auch für die von Ihnen angesprochene Dunkelflaute. Das Fraunhofer IWES hat hierzu in einer Studie Extremwetterphänomene der vergangenen Jahre modelltechnisch untersucht, ob und wie die Versorgungssicherheit in Extremsituationen wie z.B. im Januar 2010 auch in einem Klimazielszenario 2050 garantiert werden kann [IWES 2017]. Es wurde gezeigt, dass auch in extremen Situationen insbesondere mittels Gasturbinen die Stromversorgung zu jeder Stunde gedeckt werden kann. Im europäischen Verbund fällt dabei der Bedarf an Gas-Kraftwerksleistungen deutlich geringer aus als bei einer rein deutschen Betrachtung.

In der Tat ist es aber zur Wahrung der Versorgungssicherheit auch in früheren Szenariojahren (z.B. durch den Rückgang von Kraftwerkskapazitäten in Süddeutschland) wichtig, dass konsequent Maßnahmen zum Lastausgleich durchgeführt werden. Hierzu gehört insbesondere der Ausbau der Stromnetze, aber auch die Vorhaltung von Reservekraftwerken [DLR und IER 2016].

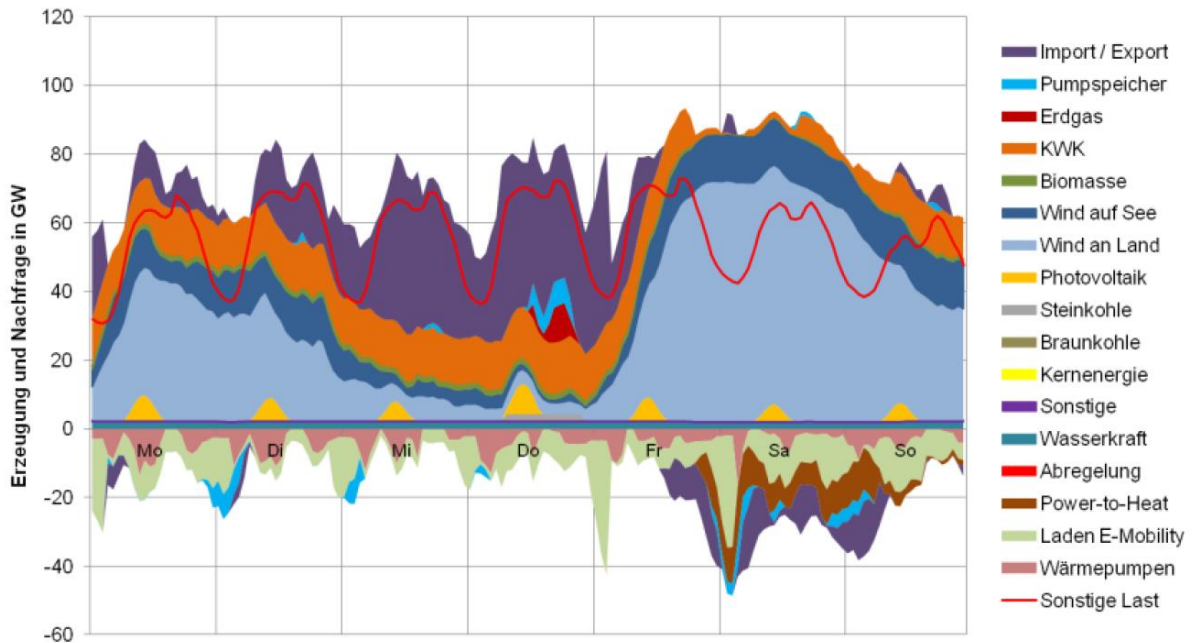


Abbildung 2: Stündliche Stromerzeugung in einer Winterwoche 2050 im Basisszenario [Fh-ISI et al. 2017]

Dass die Energiewende im Stromsektor zu keinerlei CO₂-Einsparung führen kann, ist schlichtweg falsch. Selbst wenn, wie oben gesehen, ein fossiler Back-Up-Kraftwerkspark bei hohen Anteilen fluktuierender erneuerbarer Energien benötigt wird, so hat doch ausschließlich dessen Betrieb Einfluss auf die emittierten CO₂-Emissionen und nicht dessen blanke Existenz. Tatsächlich ist der Betrieb konventioneller Kraftwerke in späteren Szenariojahren auf wenige Stunden im Jahr begrenzt. Dies zeigt sich auch in Abbildung 3 zur Nettostromerzeugung der einzelnen Kraftwerkstypen in oben erwähnten Langfristszenario [Fh-ISI et al. 2017].

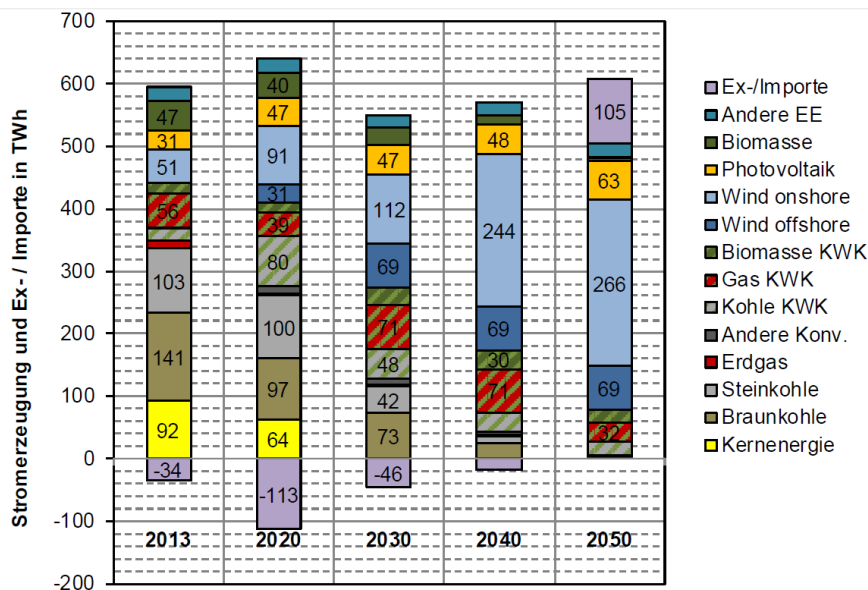


Abbildung 3: Nettostromerzeugung im Basisszenario [Fh-ISI et al. 2017]

Zusammengefasst zeigen die Studien aus der Wissenschaft, dass ein Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbarer Energien technisch machbar ist. Die Aussage, dass ein auf fluktuierenden erneuerbaren Energien basierendes Stromsystem nicht zu Versorgungssicherheit beitragen kann, kann durch Modellsimulation widerlegt werden.

Dabei müssen allerdings auch die Limitationen klar erkannt werden. Modellergebnisse aus Optimierungsrechnungen, wie oben beschrieben, sind naturgemäß idealisiert. Sie zeigen ein unter gegebenen Randbedingungen optimales Energiesystem auf und stellen damit einen Zielzustand, aber keine Prognose und auch keinen Transformationspfad dar. Entscheidend für die Energiewende ist im Endeffekt aber kein theoretisches Optimum aus Modellläufen, sondern dass der Weg zu diesem Zielzustand durchlaufen wird. Hierzu ist es wichtig, die Systemdynamiken und die Konsequenzen für die involvierten Akteure (z.B. in Bezug auf Geschäftsmodelle und Akzeptanz) zu studieren und die notwendigen Rahmenbedingungen bzw. ein geeignetes Marktdesign herzustellen, damit Investitionen in die benötigten Flexibilitätsoptionen angereizt werden.

Der Klimawandel

(Ihre Position zu Thesen 4 und 5)

Der Klimawandel wird gelegentlich und auch in Ihrem Schreiben als theoretisches Szenario missverstanden, welches sich ausschließlich aus Modellrechnungen ergibt. Dies ist jedoch falsch. Die Forschungen zum Klimawandel basieren im Wesentlichen auf realen Messdaten (z.B. aus Eisbohrkernen) und grundlegendem physikalischen Verständnis.

Entgegen Ihrem Schreiben haben die Temperaturen im 20. Jahrhundert eine deutlich ansteigende Tendenz. Die vergangenen Jahre waren global die wärmsten seit Beginn der Wetteraufzeichnungen. Die Konzentration von CO₂ in der Atmosphäre ist ebenfalls seit ca. 1850 stark angestiegen. Dass der Mensch für diesen Anstieg verantwortlich ist, gilt unter aktiven Klimaforschern als gesichert.

Auch wenn der letzte Beweis für die anthropogene Verursachung des Klimawandels aussteht, so deuten doch alle Indizien darauf hin. Der einzige wissenschaftliche Grund für eine Entwarnung wäre die Existenz von noch unbekanntem, stark negativen Rückkopplungen, die die Reaktion des Klimasystems auf die CO₂-bedingte Störung des Strahlungshaushalts abschwächen [Rahmstorf und Schellnhuber 2012]. Die Chance hierfür ist allerdings sehr klein.

Letztlich sollten auch trotz kleinerer wissenschaftlicher Ungewissheiten hinsichtlich der Ursachen und Folgen des Klimawandels frühzeitig alle erforderlichen Maßnahmen ergriffen werden, um Gefahren für Mensch und Umwelt von vornherein abzuwenden und um Ressourcen langfristig zu erhalten (Vorsorgeprinzip).

Kosten der Energiewende

(Ihre Position zu These 6)

Bei Ihrer Diskussion um ein „doppelt“ installiertes Stromversorgungssystem darf nicht aus den Augen verloren werden, dass bestehende, konventionelle Kraftwerke früher oder später das Ende ihrer technischen Lebensdauer erreichen. Beispielsweise ist rund ein Drittel aller Kohlekraftwerke in Deutschland bereits älter als 40 Jahre. Dies macht zeitnahe Neuinvestitionen in Stromerzeugungskapazitäten unumgänglich.

Eine Betrachtung auf Basis von Stromgestehungskosten zeigt, dass Strom aus Windenergie und Photovoltaik schon heute teilweise günstiger ist als Strom aus Steinkohle- und Gaskraftwerken [AEE 2014]. Neuere Studien sowie Ausschreibungsergebnisse aus verschiedenen Ländern weisen darauf hin, dass Stromgestehungskosten von Onshore-Windkraftanlagen um 4 ct₂₀₁₄/kWh möglich sind.

Natürlich reflektieren die Stromgestehungskosten auf Einzeltechnologiebasis noch nicht den Aufwand, den ein vollständig auf erneuerbaren Energien basiertes Energiesystem mitsamt den dafür notwendigen Infrastrukturen beansprucht. Werden Investitionen und variable Kosten für Infrastrukturen (Erzeugung, Speicher und Netze) integriert betrachtet, so ist bis 2020 mit einem Anstieg der Kosten der Stromversorgung zu rechnen (vgl. Abbildung 4). In den nachfolgenden Jahren kommt es jedoch zu einem Rückgang der Kosten der Stromversorgung, die im treibhausgasziel-kompatiblen Basisszenario nach [Fh-ISI et al. 2017] auf den Ersatz relative teurer EE-Altanlagen durch günstigere und effizientere Neuanlagen, die Verdrängung teurer fossiler Erzeugung sowie durch eine effizienzgetriebene Reduktion der Stromnachfrage zurückzuführen ist. Bis 2050 erreichen die Kosten der Stromversorgung dann wieder heutiges Niveau.

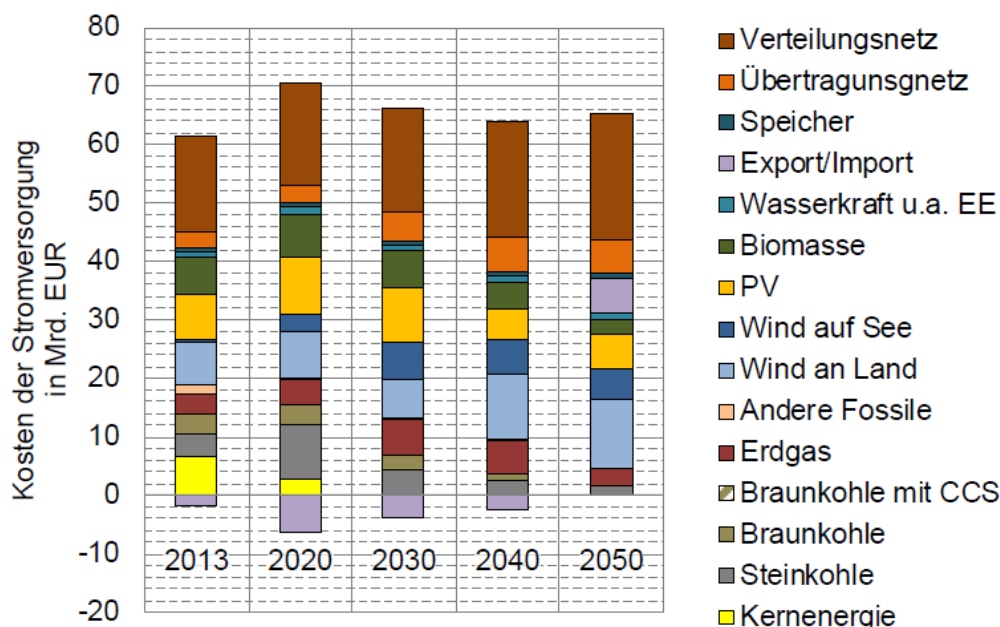


Abbildung 4: Kosten der Stromversorgung im Basisszenario [Fh-ISI et al. 2017]

Im Vergleich zu einem Referenzszenario ohne Anforderungen an die Reduktion von Treibhausgasemissionen belaufen sich die Mehrkosten eines dekarbonisierten Stromversorgungssystems nach [Fh-ISI et al. 2017] im Jahr 2050 auf 11,7 Mrd. EUR/a. Diesen Mehrkosten stehen überwiegend positive Effekte auf Umwelt und Klima (siehe weiter unten) sowie positive Nettowirkungen auf Wachstum und Beschäftigung gegenüber [Diekmann et al. 2016]. In Hinblick auf Verteilungsgerechtigkeit erscheint es aber notwendig, Maßnahmen zu ergreifen, die niedrige Einkommensgruppen von den Kosten der Energiewende entlasten.

Die Verbrennung fossiler Energieträger externalisiert Schäden auf die Gesellschaft, andere Weltregionen und künftige Generationen, die weitaus höher liegen als die Preise der Energie. Nur deshalb erscheinen die Kosten der Energiewende so hoch. Würde man Kohle, Öl und Gas mit den realen Kosten beaufschlagen, wären sie teurer als Wind- und Solarenergie. Das ist letztlich auch die Quintessenz des Stern-Reports von 2006.

Schutz von Gesundheit des Menschen, von Landschaft und der Natur

In Ihrem Schreiben argumentieren Sie, dass Windkraftanlagen Ressourcen verschwenden, Natur und Landschaft belasten und sich negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken.

Nachfolgend ist ein ökobilanzieller Vergleich verschiedener Stromerzeugungsformen dargestellt, der die Vorteile regenerativer Erzeugung belegt. Wie aus einer Lebenszyklusbewertung nach Hertwich und Kollegen hervorgeht, kann der großflächige Einsatz von erneuerbaren Energien die Umweltbelastung zum Teil deutlich senken (siehe Abbildung 5). Insbesondere Windkraftanlagen haben das Potential, Emissionen von Treibhausgasen und Feinstaub, die Wasserverschmutzung, die Eutrophierung und den Flächenverbrauch gegenüber konventionellen Stromerzeugern auf Basis von Kohle und Erdgas zu reduzieren. Der Materialbedarf vor allem an Eisen, Zement und Kupfer der Stromerzeugung aus regenerativen Energien übersteigt zwar den der kohle- und erdgasbasierten Erzeugung. Absolut betrachtet fallen aber die Umweltauswirkungen regenerativer Energien aufgrund des erhöhten Materialbedarfs gegenüber den direkten Emissionen fossil befeuerter Kraftwerke nicht ins Gewicht [Hertwich et al. 2013].

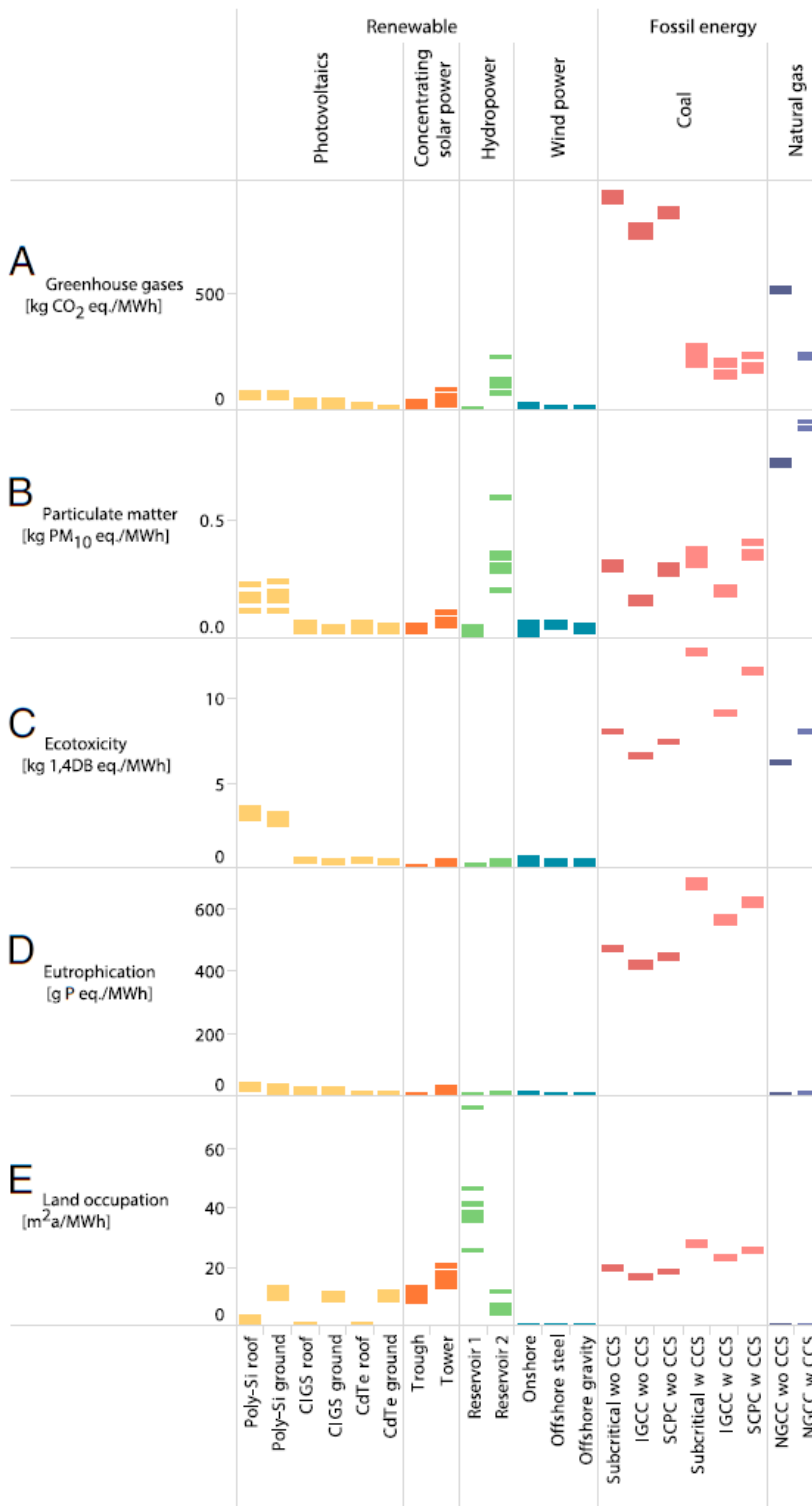


Abbildung 5: Vergleich der Umweltauswirkungen verschiedener Stromerzeugungstechnologien. Quelle: Hertwich et al. 2013

Es gilt nach wie vor, dass es bisher keine Belege für gesundheitliche Auswirkungen durch Infraschall von Windkraftanlagen gibt. Der Vergleich mit Asbest, Cadmium etc., bei denen die Wirkungen durch zahlreiche Studien belegt und offensichtlich waren, führt daher in die Irre.

Im Gegensatz zu Ihnen sind wir der Auffassung, dass Vögel und Fledermäuse ausreichend geschützt sind, wenn die Vorgaben der LUBW zur Erfassung und Bewertung konsequent berücksichtigt werden.

Dass dies leider nicht immer der Fall ist, hat unsere kürzliche Studie gezeigt – wir hoffen, dass dies künftig stringenter beachtet wird.

Ob die Artenschutzvorgaben für die Windkraftplanung zu lasch sind oder völlig überzogen, ist Gegenstand ständiger Diskussion. Es gibt auch die Position, dass das Problem gar nicht existiert, weil die Populationen gewisse Verluste locker wegstecken. Wir teilen diese Position nicht, können sie aber auch nicht widerlegen. Schließlich nimmt die Population des Rotmilans parallel zum Ausbau der Windkraft sogar zu!

Fazit

Windkraftanlagen sind aus volkswirtschaftlicher und ökologischer Sicht in vielen Fällen sinnvoll. Im Energiesystem der Zukunft können sie im Verbund mit flexibler und gesicherter Leistung, Speichern, Netzen, Sektorenkopplung und Demand Side Management die Versorgungssicherheit jederzeit sicherstellen.

Die Energiewende ist nicht gescheitert, sondern in vielen Bereichen auf Kurs. Insbesondere beim Ausbau erneuerbarer Energien kann auf große Erfolge verwiesen werden. Hingegen sind im Verkehrsbereich sowie bei der Energieeffizienz noch teilweise erhebliche Nachsteuerungen erforderlich (BMWi 2016). Wesentliche Herausforderungen der Energiewende bestehen in der Herstellung von Geschäfts- und Marktmodellen für die Systemintegration sowie der Verteilungsgerechtigkeit und der Akzeptanz – insbesondere aus Sicht des Naturschutzes.

Unter fast allen Wissenschaftlern ist es Konsens, dass für den Schutz des Klimas sowie der Schonung endlicher, fossiler Ressourcen die Energiewende unumgänglich ist. Energiewende ist hierbei nicht mit dem Umstieg auf erneuerbare Energien im Stromsektor gleichzusetzen, sondern sie beinhaltet ausdrücklich die Dekarbonisierung in allen Sektoren sowie eine Erhöhung von Effizienz und Suffizienz.

Der LNV ist daher Unterstützer der Energiewende und dem damit verbundenen Umstieg auf erneuerbare Energien. Dabei formuliert der LNV klare Leitlinien für die Errichtung von Anlagen, um Konflikte mit dem Naturschutz zu vermeiden. Dies gilt insbesondere für Windkraftanlagen [vgl. LNV 2012].

Wir können Ihnen versichern, dass wir bei Windkraftanlagen ebenso auf die Durchsetzung von Naturschutzstandards achten, wie bei anderen Vorhaben auch.

Mit freundlichen Grüßen



Dr. Gerhard Bronner
- Vorsitzender -

Anlage: Literaturverzeichnis

Verteiler: LNV-AK, Abgeordnete des baden-württembergischen Landtags

Literatur

AEE: Studienvergleich: Stromgestehungskosten verschiedener Erzeugungstechnologien, 2014
www.forschungsradar.de

BMWi: Fünfter Monitoring-Bericht zur Energiewende. Berichtsjahr 2015, 2016

J. Diekmann, W.P. Schill, B. Breitschopf, L. Sievers, M. Klobasa, U. Lehr, J. Horst: Wirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien – Zusammenfassung und Schlussfolgerungen, 2016

DLR, Fh-IWES, IfnE: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, 2012

DLR, IER: Szenarien der Versorgungssicherheit in Deutschland und Süddeutschland für das baden-württembergische Landesministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft. Zusammenfassung der Methodik und Ergebnisse, 2016

Fh-ISE: Was kostet die Energiewende? Wege zur Transformation des deutschen Energiesystems bis 2050, 2015

Fh-ISI, Consentec, Ifeu: Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland. Modul 3: Referenzszenario und Basisszenario. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, 2017

Fh-IWES: Analyse eines europäischen -95%-Klimazielszenarios über mehrere Wetterjahre. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 2017

Fh-IWES, Fh-IBP, Ifeu, SUER: Interaktion EE-Strom, Wärme und Verkehr. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, 2015

E.G. Hertwich, T. Gibon, E.A. Bouman, A. Arvesen, S. Suh, G.A. Heath, J.D. Bergesen, A. Ramirez, M.I. Vega, L Shi: Integrated life-cycle assessment of electricity-supply scenarios confirms global environmental benefit of low-carbon technologies, 2013 www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1312753111

LNV: LNV-Position zur Energiewende in Baden-Württemberg, 2012

A. Palzer, H.M. Henning: A comprehensive model for the German electricity and heat sector in a future energy system with a dominant contribution from renewable energy technologies - Part II: Results. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 30, 1019 – 1034, 2014

Prognos, ewi, gws: Entwicklung der Energiemärkte – Energiereferenzprognose. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, 2014

S. Rahmstorf, H.J. Schellnhuber: Der Klimawandel. Verlag C.H.Beck, 2012

Stern, Nicholas: Stern Review on the Economics of Climate Change, 2006