



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG



CENTRUM FÜR ERDSYSTEMFORSCHUNG UND NACHHALTIGKEIT

ENERGIELANDSCHAFTEN NORDDEUTSCHLAND

Konferenz 2016: Energiewende im Raum



Bild: Hamburger Hafen

Titelbild: Rotorblätter eines Windrads.
Sie bestehen aus Kunststoff oder
Kohlenstofffasern und sind bis zu 65
Meter lang

INHALT

VORWORT	05
ENERGIEPOLITIK NACH DEM PARIS-ABKOMMEN EHRGEIZIGE ZIELE, SCHWACHE UMSETZUNG VON OLIVER GEDEN	06
KLIMAÖKONOMIE KOSTENEFFIZIENTE PFADE ZUM 2-GRAD-ZIEL VON HERMANN HELD	08
ENERGIEWENDE IN SCHLESWIG-HOLSTEIN DAS GANZE ENERGIESYSTEM NEU DENKEN VON INGRID NESTLE	10
GEOGRAPHISCHE VERNETZUNGEN IN ENERGIELANDSCHAFTEN STADT-LAND-ENERGIE VON JÜRGEN SCHEFFRAN	12
ENERGIELANDSCHAFTEN OST-CHINA UND NORDDEUTSCHLAND IM VERGLEICH VON MICHAEL LINK UND KESHENG SHU	16
WINDGUTACHTEN WIE SICH ENERGIEERTRÄGE BESSER VORHERSAGEN LASSEN VON HERBERT SCHWARTZ	18
KONFERENZBERICHT	20
ÜBER UNS: CENTRUM FÜR ERDSYSTEMFORSCHUNG UND NACHHALTIGKEIT (CEN) UND CLUSTER ERNEUERBARE ENERGIEN HAMBURG (EEHH)	22
KONTAKT, IMPRESSUM, BILDNACHWEISE	24



Bild: Norddeutsche Landschaft

VORWORT

Im November 2016 bekräftigten 45 Staaten auf der UN-Klimakonferenz COP 22 in Marrakesch vor dem Hintergrund immer deutlich spürbarer Klimaveränderungen ihren Willen, die Ziele des Pariser Abkommens von 2015 umzusetzen. Die globale Erwärmung soll auf deutlich unter 2 Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau begrenzt werden und Anstrengungen unternommen werden, den Temperaturanstieg auf 1,5 Grad zu begrenzen. Um den Temperaturanstieg zu bremsen, muss auch der Ausbau der erneuerbaren Energien weltweit gefördert werden. Mit der Auftaktkonferenz „Energielandschaften Norddeutschland – Energiewende im Raum?“ im Februar 2016 wollten das Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) der Universität Hamburg, hervorgegangen aus dem Exzellenzcluster CliSAP, und das Cluster Erneuerbare Energien Hamburg (EEHH) mit Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik die wirtschaftlichen und technischen Potenziale erneuerbarer Energien in Deutschland aufzeigen und verdeutlichen, welchen wirtschaftlichen, aber auch umweltpolitischen Stellenwert erneuerbare Energien heute einnehmen.

In Deutschland wurden die erneuerbaren Energien seit Beginn der 1990er-Jahre und verstärkt seit der Reaktor-katastrophe in Fukushima 2011 kontinuierlich ausgebaut. Forciert durch staatliche Subventionsprogramme hat sich der Anteil der „Erneuerbaren“ an der Bruttostromerzeugung seit 1990 von 3,6 auf 33 % im Jahr 2016 erhöht. Den Vorteilen einer nahezu emissions- und reststofffreien Energiegewinnung stehen allerdings die Nachteile eines vergleichsweise hohen Raum- und Landschaftsverbrauchs dieser Technologien gegenüber.

Besonders deutlich manifestiert sich die aktuelle Umwandlung von Kulturlandschaften zu „Energielandschaften“ im norddeutschen Tiefland und in der Küstenregion Norddeutschlands, wo das Landschaftsbild maßgeblich durch die Windenergie geprägt ist.

Um die zunehmend knappe „Schlüsselressource Raum“ für die Energieproduktion optimal zu nutzen, sind Planungskonzepte notwendig, die Konflikte und konkurrierende Nutzungen minimieren und damit Nachhaltigkeit fördern. Die hier präsentierten Beiträge reflektieren das breite Spektrum von Strategien und Argumenten und die Komplexität der Energiewende aus unterschiedlichen Perspektiven. Wir freuen uns, die Diskussion zur Energiewende auf der 2. Konferenz „Energielandschaften Norddeutschland“ am 17. Juli 2017 in Hamburg fortzuführen.

Die Herausgeber

**Prof. Jürgen Böhner (CEN), Astrid Dose (EEHH-Cluster),
Prof. Hermann Held (CEN), Prof. Jürgen Scheffran (CEN)**

ENERGIEPOLITIK NACH DEM PARIS-ABKOMMEN

EHERGEIZIGE ZIELE, SCHWACHE UMSETZUNG

Beim Klimagipfel in Paris, der 21. Konferenz der Vertragsstaaten der UN-Klimarahmenkonvention (COP 21), wurden überraschend ehrgeizige Ziele beschlossen. Erstmals wurde völkerrechtlich verbindlich festgelegt, dass die Obergrenze des globalen Temperaturanstiegs bei deutlich unter 2 Grad Celsius liegen soll. Zudem sollen Anstrengungen unternommen werden, um den Temperaturanstieg möglichst auf 1,5 Grad zu begrenzen. Für die 2. Hälfte des 21. Jahrhunderts strebt die Staatengemeinschaft das Ziel der Treibhausgasneutralität an.

Eine konsequente Umsetzung dieser Ziele hätte unzweifelhaft weitreichende Konsequenzen für die Energiepolitik und dies schon kurz- bis mittelfristig. Sieht man sich jedoch genauer an, welche konkreten Maßnahmen bei der COP 21 beschlossen wurden, kommt man nicht umhin, eine große Lücke zwischen Zielen und Mitteln zu konstatieren.

Nationale Klimaschutzpläne sind bislang zu schwach

Addiert man die voraussichtlichen Effekte der von den fast 200 Vertragsstaaten eingereichten freiwilligen Klimaschutzpläne, so zeigt sich, dass bis 2030 mit einem weiteren leichten Emissionsanstieg zu rechnen ist. Selbst wenn die nationalen Maßnahmen wie geplant umgesetzt werden sollten (eine angesichts der Historie der UN-Klimapolitik optimistische Annahme), wäre das verbleibende globale Emissionsbudget für 1,5 Grad schon vor 2030 ausgeschöpft, jenes für 2 Grad schon vor 2040. Bis zum Ende des Jahrhunderts wäre mit einem Temperaturanstieg von 3 bis 3,5 Grad zu rechnen.

Zwar hat die Staatengemeinschaft in Paris beschlossen, die nationalen Klimaschutzpläne in 5-Jahres-Zyklen zu überprüfen und dabei sukzessive Ambitions-Steigerungen vorzunehmen. Dies wird sich in der Zeit bis 2030 jedoch nur bedingt auswirken. Selbst die EU, im globalen Maßstab unzweifelhaft ein klimapolitischer Vorreiter, hat bereits signalisiert, dass sie bis 2030 wenig Spielräume sieht, das eigene Emissionsreduktionsziel von 40 % (im Vergleich zu 1990) zu verschärfen. Es ist auch nicht zu erwarten, dass Deutschland sein ohnehin schon sehr ambitioniertes Ziel für 2030 (55 %) noch einmal anheben wird. Energiepolitisch ist sowohl in der EU als auch in Deutschland zunächst „business as usual“ zu erwarten, wobei das Veränderungspotenzial national größer ausfällt – abhängig davon, welche Parteien nach der Bundestagswahl 2017 die Regierung bilden.

EU: Mitgliedstaaten bremsen Energiepolitik aus

Die EU wird in der laufenden Legislaturperiode (bis Mitte 2019) vor allem mit der gesetzgeberischen Umsetzung der bereits im Oktober 2014 beschlossenen Oberziele für Emissionen, Erneuerbare und Energieeffizienz bis 2030 beschäftigt sein, eine Aufgabe, die nicht nur durch tiefgreifende Differenzen zwischen den nordwesteuropäischen und ostmitteleuropäischen Mitgliedstaaten, sondern auch durch den zu erwartenden EU-Austritt Großbritanniens verkompliziert wird. Das mit 27 % eher moderate Erneuerbaren-Ziel wird auf Ebene der Mitgliedstaaten nicht verbindlich sein. Die von der EU-Kommission angestrebte Schaffung einer wirksamen „Europäischen Energiegovernance“ dürfte von den Mitgliedstaaten weitgehend ausgebremsst werden. Detailthemen wie die Festlegung neuer CO₂-Grenzwerte für PKW oder die Novelle der Emissionshandelsrichtlinie bergen erhebliches Konfliktpotenzial.

In Deutschland sind in der laufenden Legislaturperiode (bis Ende 2017) keine energiepolitischen Ambitionssteigerungen zu erwarten; der schwarz-rote Koalitionsvertrag wird routiniert abgearbeitet werden. Der im November 2016 nach harten Auseinandersetzungen vom Bundeskabinett beschlossene „Klimaschutzplan 2050“ hat keine maßgeblichen Veränderungen skizziert. Dessen Umsetzung wird aber ohnehin Aufgabe künftiger Bundesregierungen sein.

Paris-Ziele haben Kohleausstieg in Deutschland nicht forciert

Anders als es zu erwarten gewesen wäre, hat der Ausgang des Pariser Klimagipfels nicht einmal die Debatte um einen Kohleausstieg in Deutschland entscheidend forciert, obwohl der im internationalen Vergleich sehr hohe Anteil der Kohleverstromung in einem deutlichen Widerspruch zum langfristigen Dekarbonisierungs-Ziel steht. Diese Debatte könnte aber schon ab 2018 deutlich an Fahrt gewinnen, sollte sich die kommende Bundesregierung parteipolitisch anders zusammensetzen, und zur zentralen energiepolitischen Frage der kommenden Legislaturperiode werden.



ZUM AUTOR

Oliver Geden leitet die Forschungsgruppe EU/Europa bei der Stiftung Wissenschaft und Politik (SWP), einem Think Tank, der Bundestag und Bundesregierung in Fragen der Außen- und Sicherheitspolitik berät. Er ist Experte für die Energie- und Klimapolitik der EU sowie für die UN-Klimaverhandlungen.

Bild: Langjökull-Gletscher auf Island

KLIMAÖKONOMIE KOSTENEFFIZIENTE PFADE ZUM 2-GRAD-ZIEL



ZUM AUTOR

Prof. Hermann Held forscht und lehrt am Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) der Universität Hamburg zu Pfaden, Klimaziele kosteneffizient und robust unter Klimareaktions-Unsicherheit zu erreichen. Der promovierte Physiker fungierte als einer der Leitautoren des jüngsten IPCC-Berichts zur Vermeidung des menschengemachten Klimawandels.

Bild mitte: Stahlindustrie in China

Bild rechts: Biogasanlage



Es ist zum Gemeinplatz geworden, die Lösung des Klimaproblems als eine der großen Herausforderungen dieses Jahrhunderts zu identifizieren. Auf der Conference of the Parties (COP) 21, die im Dezember 2015 in Paris abgehalten wurde, hat das „2-Grad-Ziel“ neue Bestätigung erfahren. Damit ist das Ziel gemeint, den menschengemachten Anstieg der globalen Mitteltemperatur auf maximal 2 Grad zu begrenzen. Fragte man jedoch in den vergangenen Jahrzehnten Klima-Ökonomen, was angesichts des Klimawandels zu empfehlen sei, waren durchaus gewichtige Stimmen zu hören, die eine deutlich stärkere Erwärmung als „sozial optimal“ benannten. Wie kommt es zu dieser Diskrepanz?

Orientierung an der ökonomischen Wohlfahrt...

Es können zwei Begründungsstränge für Klimaschutz benannt werden, die auf einer jeweils anderen klima-ökonomischen Schule basieren und andere Empfehlungen nach sich ziehen: In einem ersten und traditionelleren Ansatz listet man die Vor- und Nachteile von Klimaschutz, bewertet sie ökonomisch und fragt dann nach derjenigen Dosis von Klimaschutz, die die ökonomische Wohlfahrt optimiere. Es zählt hierbei nur, was man sich an Klimawandelfolgen bereits wissenschaftlich ausgemalt hat. Dieser Ansatz ist in der Vergangenheit meist in der Empfehlung gemündet, dem gegenwärtigen Erwärmungspfad im Wesentlichen noch zwanzig Jahre zu folgen. Inzwischen ist jedoch deutlich geworden, dass sich mit diesem Ansatz nahezu jede Dosis von Klimapolitik rechtfertigen lässt, je nachdem, wie wir gewisse Verluste in der fernen Zukunft bewerten oder welche Art der Buchführung über Unsicherheit wir wählen. Daher lässt sich die Auffassung vertreten, dass dieses Beratungsinstrument bei derzeitiger lückenhafter Datenlage zu Klimawandelschäden und ihrer Bewertung überfordert ist.



...oder am Vorsorgeprinzip?

Ein alternativer Ansatz orientiert sich hingegen am Vorsorgeprinzip. Jenseits einer Erwärmung von 2 Grad sinkt die Beurteilbarkeit der Folgen drastisch. Ein weiterhin ungebremsster Anstieg der globalen Emissionen könnte zu einer Erwärmung von 5 Grad im Jahr 2100 führen. Dieses würde einen Wert darstellen, den das Klimasystem seit zehn Millionen Jahren nicht eingenommen hat. Insofern kann eine Begrenzung auf 2 Grad als eine Umsetzung des Vorsorgeprinzips verstanden werden. Ökonomen können sich dann mit der zurzeit besser zugänglichen Frage befassen, wie dieses Ziel kostenminimal zu erreichen sei. Dieses ist in erster Linie die Frage nach einer Umrüstung des globalen Energiesystems. Es wird hier die subjektive Ansicht vertreten, dass wir dieses ökonomisch deutlich besser beurteilen können als die Folgen des Klimawandels, weil wir als Menschheit das Energiesystem selbst hergestellt und daher „besser im Griff“ haben.

Wachstum und Klimaschutz schließen sich nicht aus

Welches sind nun die Kosten der Transformation in ein Energiesystem, das mit dem 2-Grad-Ziel kompatibel wäre? Dazu muss man definieren, was mit „Kosten“ gemeint ist. Dazu werden zwei Szenarien verglichen: (i) ein „baseline-szenario“, in dem keine weiteren Anstrengungen zum Klimaschutz vorgesehen sind, aber auch keine Klimaschäden angenommen werden, da diese schwer ökonomisch greifbar sind; (ii) ein Klimaschutz-Szenario, das mit dem 2-Grad-Ziel kompatibel ist. Der Weltklimarat IPCC (2014) fand: geht man ohne Klimaproblem von einem globalen Wirtschaftswachstum von 1,6 % bis 3,0 % pro Jahr aus, würde das Auferlegen eines 2-Grad-Ziels diese Wachstumsrate um 0,06 % pro Jahr absenken. Dieses stellt eine kleine Zahl dar, sowohl im Vergleich zur originalen Wachstumsrate als auch zu deren Unsicherheit. Wir können daher beides erreichen: fortgesetztes Wachstum und Klimaschutz.

Verzicht auf Kohlendioxid-Verpressung wäre teuer

In dieser Rechnung sind nicht nur Energieeffizienz und erneuerbare Energiequellen, sondern auch Risiko-Technologien wie die Verpressung von Kohlendioxid im Untergrund oder Kernenergie enthalten. Fragt man weiter, was die Zusatzkosten wären, würde man zusätzlich auf einen durch Klimapolitik getriebenen Ausbau der Verpressung von Kohlendioxid oder der Kernenergie verzichten, so zeigt sich ein großer Unterschied: in Bezug auf Kernenergie würden die Klimaschutzkosten um 10 % steigen, in Bezug auf die Verpressung von Kohlendioxid um 200 %. Ein Verzicht auf Kernenergie wäre daher ökonomisch deutlich eher darstellbar.

Aktive Zivilgesellschaft als Schlüssel

Insgesamt haben die Zahlen ergeben, dass das 2-Grad-Ziel wohl von vielen, wenn nicht sogar von einer Mehrheit, als bezahlbar eingestuft würde. Daher stellt sich die Frage, weshalb es so schwierig ist, Klimaschutz global zu organisieren? Hier können eine Reihe von Gründen identifiziert, aber auch grundsätzlich behoben werden. In jedem Fall lässt sich sagen: wer Klimaschutz will, muss größtes Interesse an einer aktiven globalen Zivilgesellschaft haben, denn nur die Zivilgesellschaft hat ein ausreichend langfristiges Interesse an globalem Frieden und Wohlstand und wird sich daher – gemeinsam mit Anbietern von Klimaschutztechnologien – nachhaltig für Klimaschutz einsetzen.

Literatur: Die Kernaussagen dieses Textes basieren im Wesentlichen auf IPCC-AR5, WGIII: SPM, TS, Ch2 & Ch6.

ENERGIEWENDE IN SCHLESWIG-HOLSTEIN

DAS GANZE ENERGIESYSTEM NEU DENKEN



Die globale Energieerzeugung wird derzeit radikal umgesteuert: In den letzten vierzig Jahren haben sich die weltweiten CO₂-Emissionen fast verdoppelt – mit einschneidenden Folgen für unser Klima, aber auch für die Gesundheit von Menschen und Natur. Die Einsicht in die Notwendigkeit der Energiewende ist kontinuierlich angewachsen. Deutschland treibt mit dem EEG den Ausbau der Erneuerbaren Energien voran.

Derzeit treten wir in eine neue Phase der Energiewende ein – und in Schleswig-Holstein wird die Zukunft erprobt. Lag der Fokus in der Vergangenheit zunächst auf der technologischen Reifung und dann auf dem Zubau an Strom aus erneuerbaren Energien und der Marktdurchdringung, richtet sich der Blick jetzt zunehmend auch auf die Qualität der erneuerbaren Erzeugung und die Integration in das Stromsystem. Diese neue Phase geht damit eine zentrale Herausforderung eines Energiesystems auf Basis erneuerbarer Energien an. Schleswig-Holstein nutzt hier die unfreiwillige Situation hinter dem Netzengpass, um schon heute die Lösungen für Situationen in die Praxis umzusetzen, die in zehn bis 20 Jahren in ganz Deutschland gebraucht werden. Dabei geht es vor allem um die Beantwortung der folgenden Fragen:

- Reagiert das System rasch genug auf schnelle Änderungen der Einspeiseleistung von Sonnen- und Windstrom?
- Können die Erneuerbaren auch Systemdienstleistungen wie Regelleistung oder Blindleistung verlässlich anbieten?
- Wie können Erzeugungsspitzen einer sinnvollen Verwendung zugeführt werden, wenn die Erzeugung von Strom aus Windenergie und Photovoltaik zeitweise höher ist als die Last?
- Wie wird die hohe Last bei zeitweise geringer Erzeugung von Strom aus Windenergie und Photovoltaik gedeckt?



Intelligente Netze und Energiemärkte

Auf diese Herausforderungen gibt es im Wesentlichen drei Antworten:

1. Weiterentwicklung der erneuerbaren Technologien zur besseren Systemunterstützung.
2. Die Entwicklung von zeitlicher Flexibilität: das umfasst alle Optionen, die dazu beitragen, dass Verbrauch und Erzeugung flexibel auf ein großes (Erzeugungsspitze) oder geringes (Knappheit) Angebot an Wind- und Sonnenstrom reagieren. Beispiele sind flexible erneuerbare Produktion, Lastreduktion oder -verschiebung, Stromaustausch mit anderen Ländern und die Nutzung von Stromspeichern.
3. Sektorenkopplung: Die Integration der Erneuerbaren wird erleichtert, wenn das Stromversorgungssystem nicht isoliert betrachtet wird, sondern auch Lösungen an der Schnittstelle zum Wärme-, Kälte-, Industrie-, Gas- und Verkehrssektor berücksichtigt werden. Beispiele sind Power-to-Heat auch in Kombination mit Wärmespeichern und Wärmepumpen sowie flexible Kraft-Wärme Kopplung (KWK). An der Schnittstelle zwischen Strom und Verkehr sind es zum Beispiel Elektromobilität und die Produktion von Wasserstoff.

Voraussetzung für die Einbindung der Flexibilitäten und der Sektorenkopplung in das Energiesystem der Zukunft sind intelligente Netze. Sie schaffen die Verbindung zwischen den Flexibilitäten im System und die Übergänge in andere Sektoren – und das alles in Echtzeit und zuverlässig. Damit wird für die Netzbetreiber die Rolle als schneller Datenmanager immer wichtiger. Notwendig ist aber auch eine Weiterentwicklung der Energiemärkte: Der Handel muss vom Stunden- auf den Viertelstundentakt umgestellt werden, die Zeiträume zwischen Handelsschluss und Lieferzeitpunkt verkürzt werden. Wir werden auch spezielle Produkte zur Absicherung gegen Preisspitzen sehen (Cap Futures, Wetterderivate). Die Regelleistungsmärkte sollten für neue Anbieter geöffnet werden. Für die Wirtschaftlichkeit von neuen Technologien gilt es auch, die Strompreise an den Großhandelsmärkten zu stabilisieren. Dazu sind vor allem die konventionellen Überkapazitäten abzubauen. Nötig ist ein verbindlicher Fahrplan zum Kohleausstieg – nicht allein zur Senkung der CO₂-Emissionen, sondern auch um die nächste Phase der Energiewende zum Erfolg zu führen.



ZUR AUTORIN

Die Wirtschaftsingenieurin für Energie und Umweltmanagement **Dr. Ingrid Nestle** ist seit 2012 Staatssekretärin im Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein. Von 2009 bis 2012 war sie Mitglied im Deutschen Bundestag.

Bild links: Trassenbau

Bilder rechts: PV-Anlagen und Ladestation für E-Autos. Die Energiewende braucht intelligente Stromnetze

GEOGRAPHISCHE VERNETZUNGEN IN ENERGIELANDSCHAFTEN

STADT-LAND-ENERGIE

Klimaverändernde Emissionen durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe, Sicherheitsrisiken der Kernenergie, neue technische Innovationen und der Bedarf an nachhaltigen, umwelt- und sozialverträglichen Energiesystemen – dies sind alles elementare Triebkräfte für den Umbau des Energiesystems. Nach der Reaktorkatastrophe in Fukushima 2011 hat die Bundesregierung die 2010 beschlossenen Laufzeitverlängerungen für Atomkraftwerke zurückgenommen und den Atomausstieg neu geregelt. Dieser Vorgang ist national und international unter dem Schlagwort Energiewende bekannt geworden. Die Energiewende umfasst die Abkehr von fossilen und nuklearen Energieträgern und den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland, verbunden mit einer Steigerung der Energieeffizienz und der Energieeinsparung. Durch staatliche Subventionsprogramme und rechtliche Rahmenbedingungen (Erneuerbare-Energien-Gesetz, Atomausstieg sowie Pariser Klimaabkommen) hat sich zwischen 2000 und 2015 der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung in Deutschland nahezu vervierfacht – von 6,8 % auf 25,4 %. Mit der Energiewende wird angestrebt, den Anteil der erneuerbaren Energien am deutschen Strommix bis 2050 auf 80 % zu steigern, den Primärenergieverbrauch von 2008 bis 2050 um 50 % zu senken und den Ausstoß von Treibhausgasen entsprechend der EU-Ziele um 80 bis 95 % zu reduzieren, verglichen mit dem Jahr 1990. Der Paradigmenwechsel vom zentralisierten Energiesystem des industriellen Zeitalters hin zu einer dezentralen, nachhaltigen, abfallfreien und risikominimierenden Energieversorgung in der Fläche schafft neue Energielandschaften, in denen vielfältige Dimensionen miteinander verknüpft sind (siehe Abbildung S. 13):

1. Flächenbedarf von Energiesystemen

Den Risiken und Konflikten der fossil-nuklearen Energieversorgung – wie der Klimawandel, lokale Schäden, Unfallrisiken oder die Endlagerung von Abfällen – stehen die Kosten und weiteren Herausforderungen erneuerbarer Energien gegenüber. Sie haben einen hohen Bedarf an geeigneten Landflächen und Küstengebieten, sind orts- und zeitgebunden. Bioenergie-Pflanzen für Biotreibstoffe oder Biogasanlagen verschärfen Nutzungskonkurrenzen um Wasser und Lebensmittel. Große Staudämme bedeuten einen Eingriff in Flussläufe mit erheblichen sozialen und ökologischen Folgen. Windkraftwerke verändern das Landschaftsbild und erzeugen mit zunehmender Dichte kontroverse Reaktionen in der Bevölkerung. Während Solaranlagen auf Dächern in Kommunen integrierbar sind, bedürfen große Solarkraftwerke einer entsprechenden Infrastruktur und Investitionen. Die Energie der Ozeane außerhalb von Küstenstreifen ist wenig effizient, kostenintensiv und schwer zugänglich.

2. Lebenszyklus und Infrastruktur

Eine ganzheitliche Betrachtung analysiert die Gesamtbilanz über den Lebenszyklus der Energieversorgung, von der Energiequelle über die Energienutzung bis hin zur Abfallbeseitigung. Die Energie-Infrastruktur umfasst Erkundung, Erschließung und Ernte von Energiequellen, Erzeugung von Sekundärenergie (Strom, Treibstoffe), ihre Verteilung über Transportwege und Stromnetze sowie die Nutzung von Energie und Abfällen. Eine wichtige Frage ist, wie resilient die Infrastruktur im Falle von Störungen ist (z. B. durch den Klimawandel).

3. Nexus aus Energie, Wasser und Nahrung

In Energielandschaften ist die Versorgung mit Energie, Wasser und Nahrung in komplexer Weise miteinander verknüpft. Energie wird für die Bewässerung und Herstellung von Lebensmitteln benötigt, Wasser für Lebensmittelproduktion und Energieversorgung, gerade auch mit erneuerbaren Energieträgern wie Wasserkraft, Biotreibstoffen, Solarkraftwerken und Geothermie. Der Klimawandel verschärft Ressourcenkonkurrenzen und schafft aber auch Anreize für Synergieeffekte.

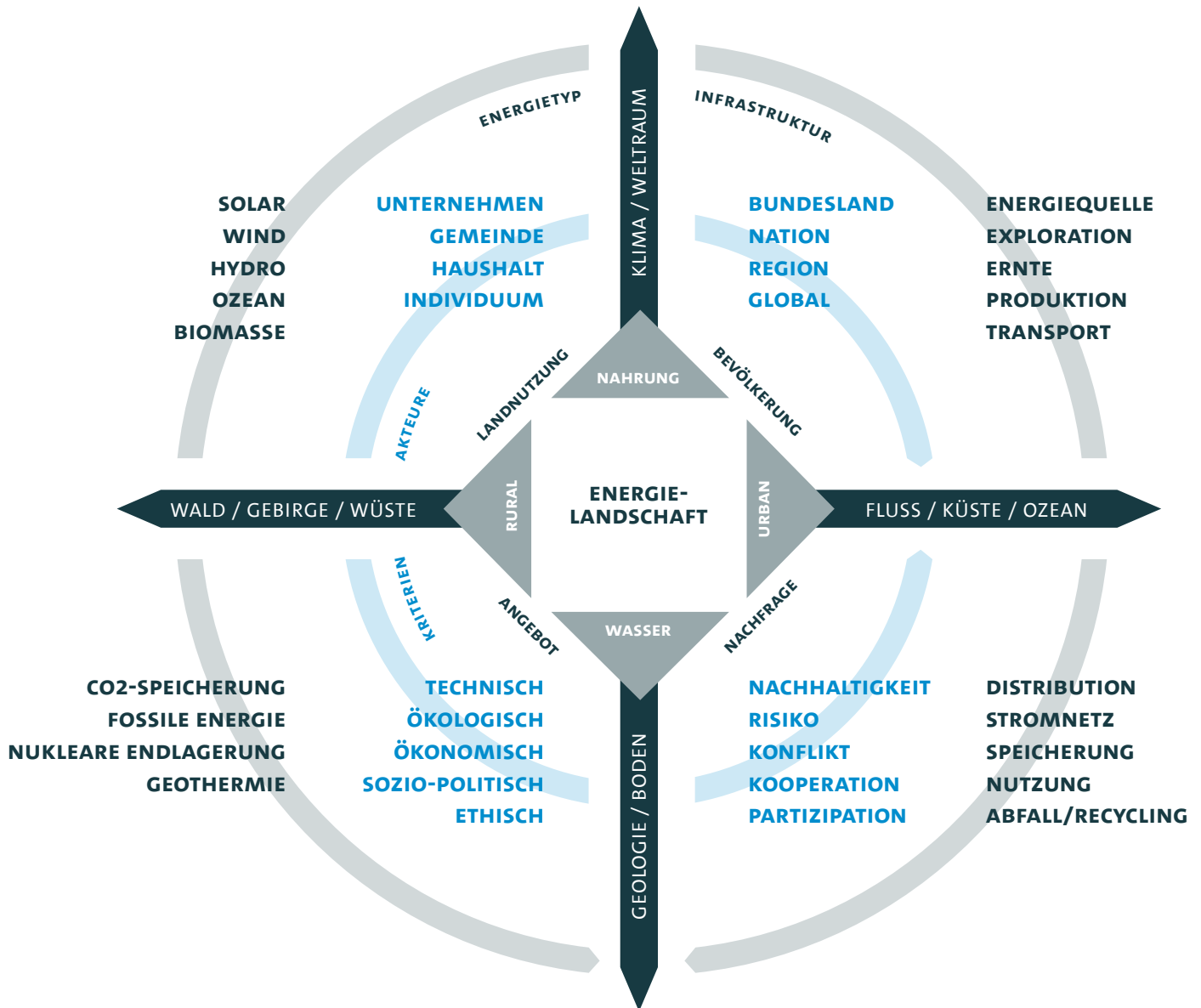


Abbildung: Faktoren und Dimensionen in rural-urbanen Energielandschaften



Bild: Verkehr in der Großstadt. Menschen leben in Energielandschaften und gestalten sie, als handelnde Akteure und als Betroffene

4. Räumliche Wechselwirkungen (Stadt-Land)

Energielandschaften verbinden geographische Gebiete (Land und Meer, Wüsten und Wälder, Stadt und Land) über räumliche (lokal bis global) und zeitliche Skalen (Stunden bis Jahrzehnte). Der Energiebedarf in städtischen Zentren hängt ab von der dezentralen Energiegewinnung in ländlichen Regionen und wird durch Bevölkerungswachstum, Konsummuster und Lebensstile beeinflusst. Ein neues Stadt-Land-Verhältnis berücksichtigt ökologische und technische Energie- und Materialflüsse mit integrierten Infrastrukturen, Stromnetzen und Transportsystemen ebenso wie ökonomische und soziale Austauschprozesse mit verschiedenen Arten von Mobilität, Beschäftigungen und sozialen Netzwerken.

5. Vertikale Energieflüsse

Neben horizontalen sind vertikale Raumdimensionen in Energielandschaften bedeutsam, von geologischen Lagerstätten bis hin zu atmosphärischen Austauschprozessen. Fast alle Energiequellen der Erde kommen aus dem Weltraum, neben der Gravitationswirkung des Mondes vor allem die Sonneneinstrahlung. Wetter- und Klimaprozesse (Wolkenbildung, Wind und Niederschläge, Wetterextreme) beeinflussen die Verfügbarkeit aller Energiesysteme. Böden sind wesentlich für die Landwirtschaft, für das Wachstum von Nahrungs- und Energiepflanzen und für Standorte von Infrastrukturelementen. Tiefere Erdschichten dienen als Quellen und Speicher fossiler Energieträger, für die Lagerung von Kohlenstoff und radioaktiven Stoffen sowie als Quelle der Geothermie.

6. Entscheidungs- und Handlungskriterien

Die Energiewende erfordert die Entwicklung von ökologisch, wirtschaftlich und sozial nachhaltigen Formen der Energieversorgung, von Kohlenstoffspeicherung und Landnutzung, welche die komplexen Zusammenhänge zwischen Land, Energie und Klima in lokal-regionale Kontexte einbettet. Eine Optimierung von Energiesystemen basiert auf der Abschätzung von Kosten und Nutzen, von Risiken und Konfliktpotentialen. Technische, ökologische, ökonomische, politische und ethische Entscheidungskriterien (etwa Energie- und Kohlenstoffbilanz, Flächenbedarf und Energiefußabdruck, Zuverlässigkeit und Resilienz) dienen der vergleichenden Bewertung von Energiepfaden. Übergeordnete Ziele betreffen die Nachhaltigkeit und Energiesicherheit, klimapolitische Vermeidungs- und Anpassungsziele, Konfliktvermeidung und Zusammenarbeit.

7. Akteursnetzwerke, Interaktionen und Konflikte

Menschen leben in Energielandschaften und gestalten sie, als handelnde Akteure und als Betroffene. Sie wirken über verschiedene gesellschaftliche Ebenen zusammen, von Individuen und Haushalten über Firmen und Kommunen, Bundesstaaten und Nationen bis zur regionalen und globalen Ebene. Interaktionen sind geprägt durch Stakeholder-Dialoge und Verhandlungen, Koalitionen und Netzwerke, Konflikte und Kooperationen. Die Nachfrage nach der „Schlüsselressource Raum“ verstärkt Konkurrenzen und Akzeptanzprobleme um diese begrenzte Ressource. Während die Energiewende durch Bürgerproteste gegen Kernenergie und fossile Energieträger ebenso vorangetrieben wurde wie durch Bürger-Windparks, Biogasanlagen und erneuerbare Energiedörfer, stößt der großflächige Umbau des Energiesystems auf Widerstände gegen riesige Windparks, Stromtrassen, Rapsfelder und Biogasanlagen. Der Erfolg der Energiewende hängt davon ab, ob es gelingt, Konflikte zu minimieren und die Akzeptanz der Bevölkerung in den neuen Energielandschaften zu gewinnen. Zur Durchsetzung einer nachhaltigen Transformation braucht es adaptive und partizipative Planungs- und Governance-Konzepte, die einen Interessenausgleich schaffen und kooperative Win-Win-Lösungen ermöglichen. Anhand von regionalen Fallstudien (Norddeutschland, Nordafrika und Nahost, Südasien, Brasilien) werden neue Wege der optimierten Nutzung der Schlüsselressource Raum geprüft. Es geht sowohl um die Nutzung von Agrarflächen als auch um geeignete Standorte in Energielandschaften und angemessene ökonomische, politische und rechtliche Rahmenbedingungen, um effiziente und nachhaltige Landnutzungsmuster zu fördern, die wiederum den gesamten Lebenszyklus berücksichtigen.



ZUM AUTOR

Seit 2009 ist **Prof. Jürgen Scheffran** am Institut für Geographie der Universität Hamburg als Leiter der CliSAP-Forschungsgruppe Klimawandel und Sicherheit tätig. Zu seinen Forschungsschwerpunkten im Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) gehören Fragen der Energiesicherheit im Nexus von Wasser, Ernährung und Klimawandel und die geographischen Dimensionen von Energielandschaften im Kontext der Energiewende.

ENERGIELANDSCHAFTEN OST-CHINA UND NORDDEUTSCHLAND IM VERGLEICH



Erneuerbare Energien spielen in allen Teilen der Erde eine immer wichtigere Rolle. Welche Energieträger dabei die größte Bedeutung haben, hängt von den jeweiligen lokalen Gegebenheiten ab. Auch wenn diese grundsätzlich unterschiedlich zu sein scheinen wie in den betrachteten Regionen in China und in Norddeutschland, lassen sich einige Charakteristika erkennen, die generell für moderne Energielandschaften gelten.

Metropolregion Shanghai

Die chinesische Provinz Jiangsu umgibt die Stadt Shanghai, die das größte Handelszentrum in der Region darstellt. Die starke Nachfrage nach Energie in der Region Shanghai kann derzeit hauptsächlich nur durch fossile Energieträger gedeckt werden. Erneuerbare Energien machen dabei lediglich etwas über zehn Prozent aus. Allerdings gibt es Bestrebungen, insbesondere die Bedeutung der Windenergie, der Bioenergie und der Solarenergie deutlich zu erhöhen. Dabei ist hilfreich, dass die Provinz Jiangsu stark landwirtschaftlich geprägt ist. Hohe Erträge an Getreide haben zur Folge, dass ebenfalls rund 40 Millionen Tonnen pro Jahr an Stroh produziert werden, welches für die Bioenergiegewinnung genutzt werden kann. Dabei wird nicht nur Bioenergie verstromt, sondern auch ein wachsender Anteil für die Produktion von Bioethanol und Biogas verwendet.

Zusätzlich sind die Küstenregionen der Provinz, insbesondere im nördlichen Teil, gut für die Nutzung von Windenergie geeignet. Innerhalb von nur sieben Jahren hat sich bis 2012 die in Jiangsu installierte Kapazität von praktisch null auf fast 2000 Megawatt erhöht. Aktuell hat der Anteil der Offshore-Windenergieproduktion an der gesamten Energie die Zehn-Prozent-Marke überschritten. In einem ehrgeizigen Projekt, dem Jiangsu „Offshore Three Gorges Dam“, sollen Offshore-Windanlagen mit einer Gesamtleistung von über 20 Gigawatt entstehen, was der Leistung des Dreischluchten-Staudamms entspricht – daher der Name des Projekts. Das Ziel, in der Metropolregion Shanghai den Anteil der erneuerbaren Energien bis zum Ende des Jahrzehnts auf

insgesamt zwölf Prozent zu steigern, soll darüber hinaus mit einer Ausweitung des Anteils der Solarenergie und einer Effizienzsteigerung beim Energiekonsum erreicht werden. Aufgrund der geographischen Gegebenheiten liegt der Schwerpunkt der erneuerbaren Energien in Norddeutschland ebenfalls auf der Windenergie, auch wenn die Bedeutung der Bioenergiegewinnung in den letzten Jahren ebenfalls gewachsen ist. In den vergangenen 25 Jahren hat es einen kontinuierlichen Anstieg der installierten Windenergie-Kapazität auf aktuell mehr als 40.000 Megawatt gegeben. Dabei ist der Kapazitätsanstieg in den letzten Jahren nicht nur auf den Neubau bzw. das Repowering schon vorhandener Anlagen zurückzuführen; gerade die Offshore-Windenergieerzeugung bekommt immer größeres Gewicht. Nicht unerhebliche Bereiche der deutschen Ausschließlichen Wirtschaftszone der Nordsee sind planerisch bereits für Offshore-Windanlagen vorgemerkt. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass das Wattenmeer entlang der deutschen Nordseeküste Nationalpark und Weltnaturerbe ist und dass der Betrieb von Windkraftanlagen in direkter Nähe zum Nationalpark Konflikte zwischen Betreibern und Naturschützern zur Folge hat bzw. haben kann.

Norddeutschland und Metropolregion Hamburg

Ähnliches gilt für die Bioenergiegewinnung in Norddeutschland. Dabei gab es in Schleswig-Holstein vor allem zwischen 2003 und 2011 eine Ausweitung der installierten Kapazität auf gut 350 Megawatt; seitdem ist die Kapazität praktisch stabil. Einer umfassenderen Ausweitung der Bioenergiegewinnung steht im Wege, dass für den Betrieb der Anlagen eine große Menge an Substrat notwendig ist, wobei jedoch die landwirtschaftliche Nutzfläche, die für Energiepflanzenanbau genutzt werden kann, limitiert ist, da die norddeutsche Landwirtschaft stark auf die Produktion von Lebensmittel- und Futterpflanzen ausgerichtet ist. Aber auch die bereits stattfindende Produktion von Energiepflanzen birgt ökologisches Konfliktpotenzial, da



insbesondere die Nordseeküste Deutschlands wichtige Rast- und Brutgebiete vieler Vogelarten ist und eine Ausweitung des Energiepflanzenanbaus, speziell von Mais, den verbleibenden Lebens- und Brutraum qualitativ negativ beeinflusst, sodass die ökologische Tragfähigkeit für die betroffenen Arten langfristig sinkt. Die Auswirkungen auf das touristische Aufkommen in den ländlichen Gebieten, die hauptsächlich für den Energiepflanzenanbau verwendet werden würden, sind hingegen gering, da derartige Landnutzungsänderungen von Urlaubsgästen zwar oftmals wahrgenommen, jedoch nicht als störend empfunden werden.

Trotz aller geographischen und sozio-ökonomischen Unterschiede zwischen den beiden betrachteten Regionen gibt es ähnliche Muster in Bezug auf den Umgang mit erneuerbaren Energien. Beide Regionen sind flächenmäßig überwiegend ländlich geprägt und grenzen an urbane Metropolregionen mit sehr großer Nachfrage nach Energie. Erneuerbare Energie wird meist in den ländlichen Räumen außerhalb der Metropolregionen produziert und muss nun in geeigneter Form vom Produzenten zum Konsumenten transportiert werden. Dieser Transport erfolgt bei regenerativen Energieträgern anders als bei fossilen. So wird das ehrgeizige Ziel der Ausweitung der Windenergie in der Jiangsu-Provinz in China nur erreichbar sein, wenn zeitgleich eine ausreichende dezentrale und überregionale Infrastruktur, die über die derzeitigen Netzkapazitäten hinausgeht, den Transport der gewonnenen Energie in die Region Shanghai sicherstellen kann. Gleiches gilt für die Metropolregion Hamburg, die nur umfassend von der Energieproduktion im Umland profitieren kann, wenn diese auch die großen Konsumenten in den Industriegebieten der Stadt erreicht. Außerdem scheint es, dass trotz aller Bemühungen zur Ausweitung der erneuerbaren Energien in den betrachteten Regionen eine nicht unerhebliche Notwendigkeit zur weiteren Nutzung fossiler Energieträger bestehen bleibt. Diese Abhängigkeit kann langfristig nur durch Effizienzsteigerung bei der Energienutzung überwunden werden, wie sie in beiden Regionen in den Plänen zur zukünftigen Energienutzung zwar angedacht, aber längst noch nicht umgesetzt worden ist.



ZU DEN AUTOREN

Dr. Peter Michael Link ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) mit den Forschungsschwerpunkten „Energielandschaften“ und „Klimawandel und Gesellschaft“. Er ist Sprecher des Arbeitskreises „Geographie der Meere und Küsten“ (AMK) der Deutschen Gesellschaft für Geographie und Vorstandsmitglied der Coastal and Marine Specialty Group (COMA) der Vereinigung Amerikanischer Geographen.

Dr. Kesheng Shu ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) und in der Arbeitsgruppe „Klimawandel und Sicherheit“ am Hamburger Exzellenzcluster CliSAP. Er leitet das Forschungsprojekt „Bioenergie-Landschaften in China: Segen oder Fluch?“, gefördert vom Kompetenzzentrum Nachhaltige Universität der Universität Hamburg. In seiner Doktorarbeit untersuchte er die Bioenergie-Industrie in China.

Bild mitte: Autobahnkreuz in Shanghai, China

Bild rechts: Windräder in Schleswig-Holstein

WINDGUTACHTEN

WIE SICH ENERGIEERTRÄGE BESSER VORHERSAGEN LASSEN

Wind- und Ertragsgutachten (allgemein Windgutachten genannt) sind Grundlage für die wirtschaftliche und technische Bewertung von Windkraftprojekten. Je präziser sie sind, desto mehr ermöglichen sie, Anlagentyp, Nabenhöhe und Anlagenpositionierung optimal zu wählen und Fehlinvestitionen zu vermeiden. Damit können Ressourcen gezielter eingesetzt und negative Berichte über nutzlose Projekte vermieden werden.

Wie viele Themengebiete der Branche haben sich Windgutachten in den vergangenen 30 Jahren erheblich entwickelt: von einfachsten Einschätzungen oder Berechnungen zu hochkomplexen, teilweise redundant abgesicherten Studien. Hierbei gab es praktisch keine Unterstützung durch Forschung. Die Weiterentwicklung wurde und wird durch die Anforderungen des Marktes und durch gegenseitigen Austausch, vor allem aber auf eigene Kosten getrieben.

Im Durchschnitt lagen die Ergebnisse von Windgutachten in der Vergangenheit zu hoch, da die windstarken 1990er-Jahre die Annahmen zum langfristigen mittleren Windpotenzial lange verzerrt haben. Häufig wird dies als die wesentliche Ursache für Abweichungen zwischen Realität und früheren Gutachten dargestellt. Dies ist unredlich und erschwert die qualitative Weiterentwicklung, weil suggeriert wird, dass Gutachten nun genau seien. Damit geraten andere potenzielle Fehlerquellen aus dem Blickwinkel. Zuverlässige Gutachten sind aber nur möglich, wenn alle Teilaspekte auf hohem Niveau behandelt werden.

Immerhin haben sich die Windgutachter im September 2014 mit der neuesten Revision der Technischen Richtlinie 6 der FGW (Fördergesellschaft Windenergie) auf Grenzen geeinigt, auf deren Basis Windgutachten noch erstellt werden dürfen. Werden diese Grenzen überschritten, wird eine Windmessung am Standort notwendig. Zudem einigten sich die Windgutachter auf zahlreiche methodische Vorgaben.

Dies dürfte helfen, manche groben Fehleinschätzungen zu vermeiden. Es hat zu einer Zunahme an Windmessungen geführt. Allerdings war schon zuvor vielen Akteuren klar, dass auch in Deutschland häufig Windmessungen für Windgutachten notwendig werden.



Die anemos-jacob GmbH (aj) hat inzwischen über 70 Messungen mit Sodargeräten durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass deren Nutzen deutlich größer ist als erwartet, weil sich die Windverhältnisse in größeren Höhen von den ursprünglich erwarteten unterscheiden und oft erheblich von dem, was mit Modellrechnungen prognostiziert wird.

Abweichende Ergebnisse werden stärker infrage gestellt

Ob mit oder ohne Windmessung haben die verwendeten Daten, Modelle und methodischen Ansätze einen großen Einfluss auf das Ergebnis. In vielen Bereichen können mit mäßigem Mehraufwand realistischere Ergebnisse erzielt werden als mit Standardlösungen. Die Möglichkeiten sind grundsätzlich seit Längerem bekannt, werden aber in der Breite des Marktes nicht verfolgt. Gründe hierfür sind:

- die normative Wirkung der allgemeinen Praxis
- die normative Wirkung der allgemein geforderten Akkreditierung
- Zeitdruck
- Preisdruck

Der erste Punkt bedeutet: Wenn mehrere Windgutachter gleich vorgehen, also dieselben Daten, Ansätze und Modelle verwenden, werden sich die Ergebnisse nur wenig unterscheiden und die Auftraggeber und die Banken sind zufrieden. Abweichende Ergebnisse werden dagegen stärker infrage gestellt.



Qualitätssprünge sind möglich

In vielen Fällen kann die Genauigkeit eines Windgutachtens schon durch folgende Maßnahmen deutlich verbessert werden:

- Verwendung von Daten aus der Steuerung von Windkraftanlagen (SCADA) anstatt von Wetterstationen als Basis für die Strömungsberechnung und von Verlusten durch Betriebsbeschränkungen
- Korrektur der verwendeten Daten und der Modellergebnisse auf der Basis von Erfahrungswerten

Es wird von verschiedenen Betreibern berichtet, dass sich inzwischen Windgutachten häufig als recht realistisch herausstellen. In einzelnen Fällen können dennoch erhebliche Abweichungen der Ergebnisse je nach gewähltem Ansatz auftreten. Folgende mögliche Fehler des berechneten Energieertrags hat aj in internen Untersuchungen ermittelt oder in der Praxis beobachtet (s. Abbildung).

Damit Windgutachten nicht nur im Durchschnitt und in der Mehrzahl realitätsnah sind, sondern die Abweichungen auch in jedem Einzelfall gering werden, sind noch einige Qualitätssprünge nötig und möglich. Sie werden aber nur stattfinden, wenn der Markt sie auch fordert.

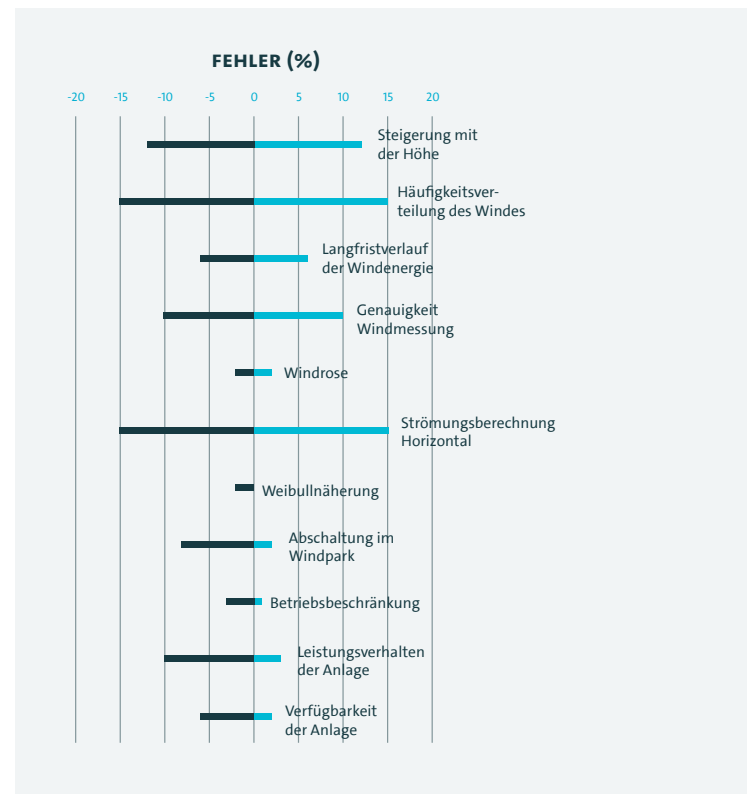


Abbildung: Mögliche Fehlerquellen in Windgutachten (Abweichung in Prozent)



ZUM AUTOR

Herbert Schwartz, Diplom-Ingenieur der Luft- und Raumfahrttechnik, ist Inhaber der anemos-jacob GmbH und verfügt über eine 30-jährige Erfahrung im Bereich der Windenergie. Er ist stellvertretender Sprecher des Windgutachterbeirats des Bundesverbandes Windenergie und Mitglied des Arbeitskreises Windpotenzial der Fördergesellschaft Windenergie FGW, die die für Deutschland maßgebliche Technische Richtlinie für Windgutachten erstellt.

Bild mitte: Windkraftanlagen bei Berlin. Die windstarken 1990er-Jahre haben Ertragsprognosen lange verzerrt

KONFERENZBERICHT 2016

Energielandschaften Norddeutschland: Energiewende im Raum

Rund 220 Gäste kamen zur Konferenz „Energielandschaften Norddeutschland“, die das Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) und das Cluster Erneuerbare Energien Hamburg gemeinsam organisiert hatten. Im Museum für Völkerkunde Hamburg diskutierten die Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft aktuelle Fragen der Energiewende und des Klimaschutzes.

Innovative Technologien seien notwendig, um die ehrgeizigen Ziele der Weltklimakonferenz von Paris umzusetzen betonte Jens Kerstan, Hamburgs Senator für Umwelt und Energie zur Begrüßung. Mit der Neugestaltung der Energiesysteme verändere sich jedoch die Landschaft – in der Politik genauso wie in der Heimat der Menschen. Fragen der Gesundheit, des Kultur- und Artenschutzes und zur Landschaft vor der eigenen Haustür müssen mit Bürgerinnen und Bürgern diskutiert und deren Ergebnisse konkret in die Planungen einbezogen werden. Nur dann könne die Energiewende von allen akzeptiert und getragen werden.

Michael Müller, Vorsitzender der Endlagerkommission des Bundestages, forderte in seinem Vortrag, eine radikale gesellschaftliche Reform. Von dem linearen Fortschrittsgedanken müssten sich die Menschen verabschieden. Weiterhin forderte Müller die Wissenschaft auf, wieder ganzheitlicher und fächerübergreifender zu denken.

Weitere Beiträge zur Konferenz lieferten Thomas Brauer vom Hansewerk zum Hamburger WindGas-Projekt, Dr. Björn Dietrich von der Hamburger Behörde für Umwelt und Energie zu den Möglichkeiten von erneuerbaren Energien in Städten, Klaus Deitermann von Tennet TSO zum Netzausbau in Norddeutschland sowie die Autorinnen und Autoren dieser Broschüre.

Bild mitte: Museum für Völkerkunde Hamburg: Das Konferenzthema 2016 „Energiewende im Raum“ stieß auf große Resonanz in Wissenschaft und Praxis.

Bild rechts: Prof. Martin Kaltschmitt (links) von der TU Hamburg und Karsten Smid von Greenpeace auf der Podiumsdiskussion





Öffentliche Podiumsdiskussion: Stadt und Region müssen zusammenarbeiten

Was die Energiewende in Norddeutschland weiterbringen könnte, diskutierten Alexander Porschke vom Naturschutzbund, Dr. Oliver Weinmann von Vattenfall Innovation, Karsten Smid von Greenpeace, Dr. Björn Dietrich von der Behörde für Umwelt und Energie Hamburg und Prof. Martin Kaltschmitt von der TU Hamburg im Anschluss an die Konferenz auf dem Podium. Dabei stand die Kooperation zwischen der Großstadt Hamburg und den umliegenden Bundesländern im Mittelpunkt. Hamburg muss Energie importieren. Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen exportieren ihre Energieüberschüsse. Laut Weinmann werde es in Zukunft keine Großkraftwerk-Projekte mehr geben. Kleinere Anlagen zur Energieerzeugung auf einer größeren Fläche seien die Zukunft. Daraus entsteht die Aufgabe einer guten, länderübergreifenden Zusammenarbeit. Die Windmesse von Husum nach Hamburg zu holen, hätte die Stimmung eher verschlechtert, sagte Smid. Neben den Interessen und Problemen von Energieproduzenten und dem internationalen Klimaschutz, wurde auch über konkreten Naturschutz beim Bau von Windrädern, wissenschaftliche Analysen und behördliche Vorgaben gesprochen. Moderator Jan Rispens vom EEHH-Cluster machte auf die Unsicherheiten aufmerksam, die beim Wandel des Energiesystems bestehen. Diese Schwierigkeit bestätigte Kaltschmitt mit einem Blick in die Vergangenheit. So hätte die Gesellschaft vor zehn Jahren die heutige Technologieentwicklung nicht erwartet. Bis 2025 sei also vieles möglich.

Die 2. Konferenz Energielandschaften Norddeutschland findet am 17. Juli 2017 in Hamburg statt.
Anmeldung und weitere Infos unter:
<http://uhh.de/cen-energy-landscapes>

ÜBER UNS **CENTRUM FÜR ERDSYSTEMFORSCHUNG UND NACHHALTIGKEIT (CEN) CLUSTER ERNEUERBARE ENERGIEN HAMBURG**



Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN)

Das Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit, kurz CEN, ist ein Forschungszentrum der Universität Hamburg und Teil des Netzwerks KlimaCampus Hamburg. Beteiligt sind Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Ozeanographie, Meteorologie, Meeresbiologie, Geophysik, Geologie, Bodenkunde, Geographie, Biogeochemie, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Geschichte sowie Friedens- und Sicherheitsforschung. Sie alle beschäftigen sich mit Klima-, Umwelt- und Erdsystemforschung. So verknüpft CEN Natur- und Gesellschaftswissenschaften – in der Forschung, der forschungsorientierten Lehre und der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Ziel ist die gemeinsame Arbeit an übergeordneten Fragestellungen. Das CEN fördert die Konzeption und Durchführung von Forschungsvorhaben und unterstützt seine Mitglieder bei der Einwerbung von Drittmitteln. Außerdem koordiniert das CEN den Antrag der Hamburger Klimaforschung im Rahmen der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder.

Der Forschungsschwerpunkt Energielandschaften

Die weltweit steigende Nachfrage nach Land führt zu einem Wettbewerb um diese begrenzte Ressource. Der Übergang zu einer erneuerbaren Energieerzeugung steigert den Bedarf an geeigneten Küsten- und Landflächen. Konflikte zwischen verschiedenen Formen der Landnutzung sind eine mögliche Konsequenz. Der Wechsel vom zentralisierten Energiesystem



des Industriezeitalters hin zu einer dezentralen Energieversorgung in der Fläche eröffnet aber auch neue Chancen für Kooperation und Partizipation. Ziel des Forschungsschwerpunkts „Energielandschaften“ am CEN ist es, Konzepte zu entwickeln, bei denen die Verwundbarkeiten und Risiken von Störungen, Nutzungskonflikten und Katastrophen für das Energiesystem und die Gesellschaft verringert werden können. Anhand von Fallstudien prüft das CEN neue Wege, um die Schlüsselressource Raum optimal zu nutzen. Wie können Agrarflächen in Zukunft genutzt werden? Welches sind geeignete Standorte für die Erzeugung erneuerbarer Energien? Welche politischen Rahmenbedingungen fördern effiziente und nachhaltige Landnutzungsmuster, die für die Gesellschaft akzeptabel sind?

Bild oben: Das „Haus der Erde“ am Campus Bundesstraße wird 2019 neues Zuhause des Forschungszentrums CEN

Bild links: Speicherstadt Hamburg

Cluster Erneuerbare Energien Hamburg

Das Cluster Erneuerbare Energien Hamburg – ein Netzwerk für Zukunftsenergien – lässt die Branche der erneuerbaren Energien in der Metropolregion Hamburg seit 2011 stärker zusammenwachsen. 190 Mitglieder aus den Bereichen Finanzierung, Forschung, Herstellung, Rechtsberatung und Versicherung arbeiten gemeinsam an der Energiewende – beispielsweise in Verbundprojekten und Publikationen. Wind, Wärme, Sektorkopplung und Speicherung stellen seit 2016 die Kernsäulen der Clusterarbeit dar. Ebenfalls in diesem Jahr erhielt das Netzwerk Zuschläge für die Mitarbeit an folgenden Verbundprojekten: Norddeutsche Energiewende 4.0 (NEW 4.0), Green Power Electronics und Northern Connections.

FORSCHUNGSZENTRUM **DER UNIVERSITÄT HAMBURG**

Impressum

Herausgeber

Prof. Jürgen Böhner (CEN)
Astrid Dose (Cluster-EEHH)
Prof. Hermann Held (CEN)
Prof. Jürgen Scheffran (CEN)

Redaktion

Veit Ebermann (CEN)
Astrid Dose (Cluster-EEHH)

Gestaltung

Jakob Kratzmann
mail@jakobkratzmann.de

April 2017

Centrum für Erdsystemforschung und Nachhaltigkeit (CEN) der Universität Hamburg

Grindelberg 5
20144 Hamburg
Deutschland

Tel.: +49 40 42 838 - 43 27, Fax: - 49 38
cen@uni-hamburg.de
www.cen.uni-hamburg.de
www.twitter.com/CENunihh

Cluster Erneuerbare Energien Hamburg

Wexstraße 7
20335 Hamburg
Deutschland

Tel.: +49 40 69 45 73 - 10, Fax: - 29
info@eehh.de
www.erneuerbare-energien-hamburg.de



Bildnachweise

Titel J. Böthling; S. 2 unsplash.com; S. 4 UHH/CEN/T. Wasilewski; S. 7 unsplash.com, C. Nolan;
S. 8/9 A. Habich (CC BY-SA 3.0); S. 9 UHH/CEN/T. Wasilewski; S. 10 Huppertz; S. 11 pixelio.de, R. Sturm;
fotolia.de, B. Wylezich; S. 14 UHH/CEN/T. Wasilewski; S. 16/17 unsplash.com, D. Nevozhai; S. 17 UHH/
CEN/T. Wasilewski; S. 18/19: unsplash.com, T. Richter; S. 20/21 UHH/CEN; S. 21 UHH/CEN;
S. 22 unsplash.com, C. Testa; S. 22/23: Universität Hamburg

