



Universität Hamburg

DER FORSCHUNG | DER LEHRE | DER BILDUNG



CENTRUM FÜR ERDSYSTEMFORSCHUNG UND NACHHALTIGKEIT

# ENERGIELANDSCHAFTEN NORDDEUTSCHLAND

Konferenz 2016: Energiewende im Raum



## 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

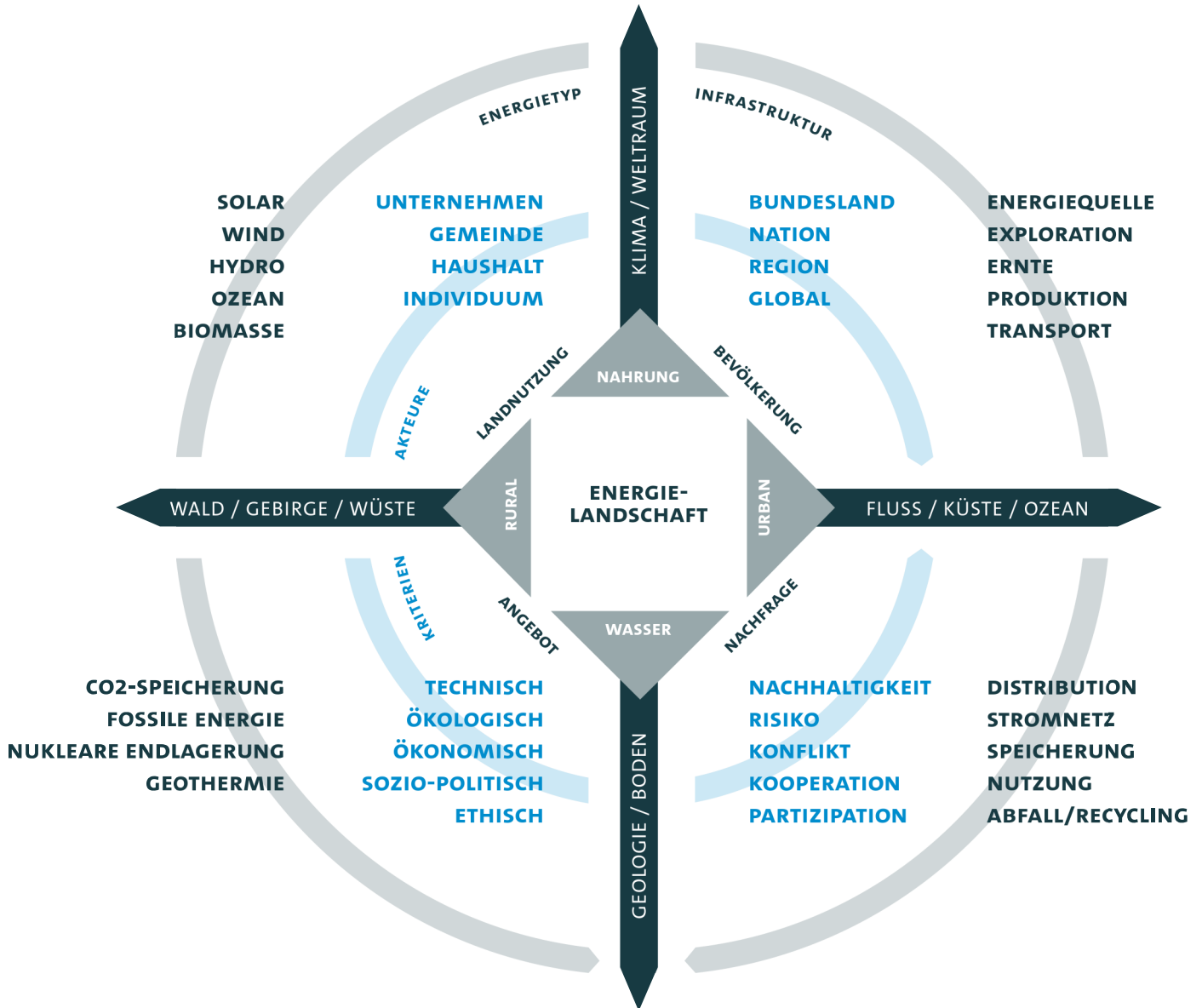
Den Risiken und Konflikten der fossil-nuklearen Energieversorgung – wie der Klimawandel, lokale Schäden, Unfallrisiken oder die Endlagerung von Abfällen – stehen die Kosten und weiteren Herausforderungen erneuerbarer Energien gegenüber. Sie haben einen hohen Bedarf an geeigneten Landflächen und Küstengebieten, 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.