



Bildquelle: RWWE AG

# ENERGIEWENDE DURCH GIS

**Mit der Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2000 wurde von politischer Seite die Grundlage für ein nachhaltiges Energiesystem geschaffen. In den ersten Jahren des verstärkten Ausbaus von Erneuerbaren Energien offenbarte sich schnell die große Bedeutung Geographischer Informationssysteme. Ihr Einsatz trug maßgeblich dazu bei, dass Deutschland innerhalb weniger Jahre die Führungsrolle bei der Umsetzung von Energiekonzepten übernehmen konnte und dadurch zum Vorzeigemodell für viele Nationen wurde. Im Zuge der sukzessiven Umstellung unserer Energieversorgung ergibt sich die Chance, die Fähigkeiten von GIS noch entschlossener zu demonstrieren und diese als Schlüsseltechnologie für eine erfolgreiche Energiewende zu etablieren.**

Durch den Aufstieg von Erneuerbaren Energien erfahren Geographische Informationssysteme einen erheblichen Bedeutungsgewinn. Während der letzten Jahre standen Bemühungen im Vordergrund, den Projektentwicklern mit Hilfe von GIS einen Fundus an Standorten mit einem hohen Energiepotenzial und günstigen infrastrukturellen Voraussetzungen zu liefern. GIS wurde quasi das regenerative

Pendant zur seismischen Prospektion bei fossilen Energieträgern. Durch den stetigen Ausbau von regenerativen Kraftwerkskapazitäten hat sich jedoch das Anwendungsspektrum um ein Vielfaches erweitert. In zunehmendem Maße rücken Raumanalysen in den Vordergrund, die Lösungen für einen Interessenausgleich mit konkurrierenden Flächennutzungen anbieten und dabei die Möglichkeiten zur Speicherung des wachsenden Anteils von Regenerativstrom berücksichtigen. Im Folgenden wird aufgezeigt, welchen Beitrag GIS zu einer Beschleunigung der Energiewende leisten kann.

---

## AUFWERTUNG DER RESSOURCE RAUM

---

Bei der Sicherstellung unserer Energieversorgung geht es nicht mehr darum, nach räumlich eng begrenzten, unterirdischen Lagerstätten zu suchen, deren Erschließung nur aufgrund der Verknappung von fossilen Energieträgern rentabel ist. Entscheidend ist vielmehr, inwieweit es gelingen wird, ausreichend Flächen für die Errichtung regenerativer Technologien bereitzustellen, Flächennutzungskonflikte auszugleichen und Standorte zur Speicherung der Energie zu identifizieren. Diese Aufgabenschwerpunkte verdeutlichen den hohen Raumbezug eines regenerativen Energiesystems. Durch die Umstellung unserer Energieversorgung von fossilen auf regenerative Energieträger kommt es folglich zu einer Aufwertung der Ressource Raum. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass bei einem regenerativen Energiesystem die Energie aus der Fläche bezogen

werden muss. Daraus erwächst für die Geowissenschaften die Gelegenheit, sich durch den verstärkten Einsatz von GIS zur Stütze einer nachhaltigen Energieversorgung zu entwickeln. Noch überlässt man in erster Linie den Ingenieurwissenschaften das breite Feld der Erneuerbaren Energien. Die hohe Raumrelevanz drängt jedoch zu der Forderung, dass die Geowissenschaften dieses Forschungsgebiet endlich für sich erschließen und in Zusammenarbeit mit Ingenieuren und Wirtschaftswissenschaftlern neue Konzepte für einen optimalen Ausbau von Erneuerbaren Energien erarbeiten.

---

## GIS ALS VERMITTLER

---

Gerade zu Beginn von Standortentscheidungsprozessen können mit Hilfe von GIS grundlegende Informationen zu den räumlichen Potenzialen regenerativer Technologien bereitgestellt werden. Durch die zügige Verarbeitung großer Datenmengen lassen sich kostenintensive Suchprozesse vermeiden. Analysen zu Windenergiepotenzialen in Deutschland verdeutlichen, dass die prinzipielle Standorteignung von Nord-Westen nach Süd-Osten abnimmt. Die aktuelle räumliche Verteilung von Windkraftanlagen entspricht dieser Feststellung, denn in Schleswig-Holstein und Niedersachsen ist die installierte elektrische Leistung von Windkraftanlagen am höchsten, wohingegen Baden-Württemberg und Bayern zu den Schlusslichtern zählen. Der Grund für diese große Disparität liegt jedoch nicht ausschließlich in den unterschiedlichen meteorologischen Voraussetzungen, sondern hat auch einen traditionellen Hintergrund. Windenergieanlagen prägten schon lange vor der Einführung des EEG das Landschaftsbild in Norddeutschland, so dass der weitere Ausbau nach dem Jahr 2000 – trotz eines erheblichen Eingriffes in das Landschaftsbild – auf eine große Akzeptanz bei der Bevölkerung stieß.

In Süddeutschland basierte der steigende Anteil an Regenerativenergie innerhalb der letzten Jahre vor allem auf der Biogas-technologie und Photovoltaik. Dabei gingen der Erschließung von geeigneten Anbauflächen für Energiepflanzen sowie Standorten für Freiflächenanlagen oftmals ausgeklügelte GIS-Analysen voran. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass in den kommenden Jahrzehnten die Windenergie in Süddeutschland zu einem bedeutenden Pfeiler eines re-

generativen Energiesystems heranwachsen wird. GIS-Analysen zeigen eindrucksvoll, dass mit zunehmender Höhe der Windmessungen sich auch in Bayern Gunstgebiete herauskristallisieren. Vergleicht man die Veränderung der Windhöflichkeit von 10 auf 80 Meter Höhe, so ist zu erkennen, dass diese in weiten Teilen Frankens auf über fünf Meter pro Sekunde ansteigt und damit gute Voraussetzungen für Windprojekte gegeben sind. Pro Meter Nabenhöhe der Windkraftanlagen erhöht sich die Leistung um ein Prozent. Daraus folgt, dass mit dem Einsatz von großen Windkraftanlagen von bis zu 180 Meter Gesamthöhe auch in Bayern ein erhebliches Energiepotenzial erschlossen werden kann. Selbstverständlich muss die Notwendigkeit eines derartigen Eingriffs in die Kulturlandschaft der Bevölkerung glaubhaft vermittelt werden, denn wie bereits oben erwähnt stoßen Windkraftprojekte vor allem aus traditionellen Gründen auf große Skepsis bei den Anwohnern. Die Beteiligung der Bevölkerung an den Umsetzungsprozessen von Windkraftprojekten stellt hierbei einen Lösungsweg dar, denn Partizipation kann zu einem Abbau von Vorurteilen und Ängsten beitragen. Dabei kann GIS als Vermittler auftreten und die gesellschaftliche Integration von Erneuerbaren Energien vorantreiben. Kartographische Visualisierungen von Energiepotenzialen rücken die in der Bevölkerung tief verankerten diffusen und oftmals verzerrten Vorstellungen über die Grenzen und Möglichkeiten von Erneuerbaren Energien gerade und können dadurch zu mehr Sachlichkeit in den kontrovers geführten Diskussionen zwischen Befürwortern und Gegnern regenerativer Technologien beitragen. In Lehrveranstaltungen an der Universität Augsburg hat sich gezeigt, dass durch die Visualisierung von Energiepotenzialen mittels GIS Bedenken innerhalb kürzester Zeit abgebaut wurden und sich das Vertrauen in die Möglichkeiten eines regenerativen Energiesystems vergrößerte.

---

## FLÄCHENNUTZUNGSANSPRÜCHE

---

Neben der Herausforderung, geeignete Standorte für regenerative Kraftwerke zu identifizieren, besteht aufgrund der starken Expansion des neuen Energiesystems die Problematik, dieses in ein engmaschiges Netz aus konkurrierenden Flächennutzungsansprüchen integrieren zu müssen. Den fast

durchweg positiven Auswirkungen einer Energiewende auf Mensch und Umwelt steht ein gigantischer Flächenverbrauch durch regenerative Technologien gegenüber. Global betrachtet müssen hieraus nicht zwangsläufig Probleme erwachsen, denn bei großen Projekten wie etwa „Desertec“ können auch Wüsten, innerhalb derer kaum Interessenkonflikte auftreten, als potenzielle Standorte fungieren. In einem dicht besiedelten Land wie Deutschland stellt sich die Situation jedoch ungleich schwieriger dar! Der Energiegewinnung mittels Erneuerbarer Energien werden bis dato innerhalb der Raumplanung nur wenige Flächen vorrangig zugewiesen. Betrachtet man die Integration der Offshore-Windenergie in den Raumordnungsplan der deutschen ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ), so ist zu erkennen, dass die Ressource Raum sogar auf hoher See ein wertvolles Gut ist. Neben den Vorranggebieten für die Seeschifffahrt, den Flora-Fauna-Habitat-Gebieten und Vogelschutzgebieten verbleiben nur noch wenige Flächen für die Entwicklung von Windprojekten. Im Onshore-Bereich ist die Abstimmung konkurrierender Flächennutzungsansprüche komplexer, da die Vielfalt an Nutzungsinteressen wesentlich größer ist. Der Aufbau eines Energiesystems innerhalb eines derart schmalen räumlichen Korridors verlangt nach Instrumenten, die eine optimale Abstimmung zwischen Energielandschaften und Landschaften mit abweichenden Nutzungszielen ermöglichen. Werden die wenigen verbleibenden Flächen nicht optimal genutzt, so besteht die Gefahr, dass die Etablierung eines umweltfreundlichen Energiesystems aufgeschoben und der ökologische Fußabdruck unserer Gesellschaft weiter vergrößert wird. Zwar werden die räumlichen Möglichkeiten für Erneuerbare Energien in Deutschland durch Raumplanungsvorgaben relativ stark eingeschränkt, jedoch zeigen Potenzialermittlungen, dass die verfügbaren Flächen ausreichen, um die Energieversorgung von Deutschland auf eine regenerative Basis zu stellen.

---

## ENERGIESPEICHERUNG

---

Es reicht jedoch nicht aus, allein den Ausbau von Erneuerbaren Energien voranzutreiben. Im Gegensatz zu den regenerativen besitzen die fossilen Energieträger die praktische Eigenschaft, dass sie hervorragend ge-

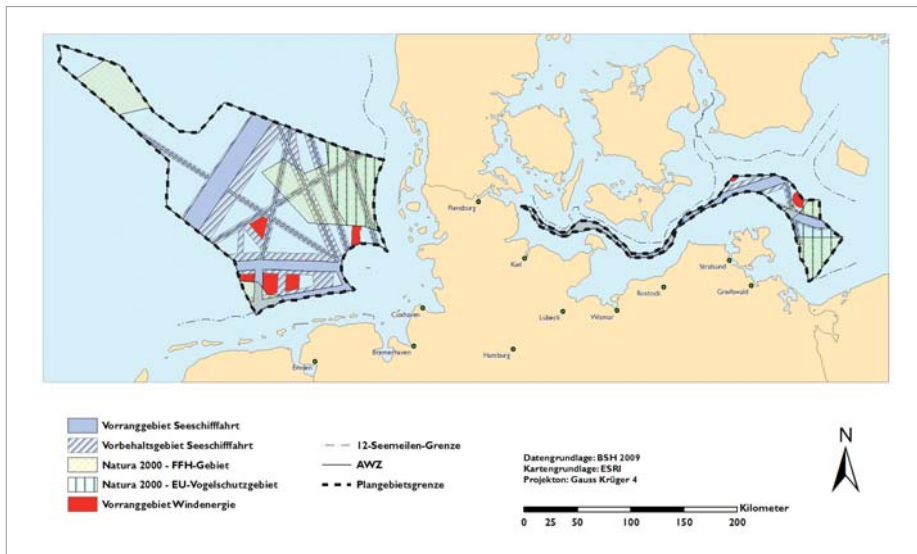
lagert und transportiert werden können und damit ihr Einsatz unabhängig von Raum und Zeit ist. Dieses Energiesystem hat entscheidende Vorteile vor einem System, das zu einem großen Teil auf witterungsabhängige Energieformen wie Wind und Sonne setzt. Da etwa die Windgeschwindigkeiten selbst in windreichen Regionen wie Schleswig-Holstein und Niedersachsen starken Fluktuationen unterworfen sind, muss in erheblichem Maße Regelenergie vorgehalten werden, um in windschwachen Monaten eine Stabilisierung des Stromnetzes gewährleisten zu können. Demgegenüber besteht die Problematik, dass die vorhandenen Netzkapazitäten nicht ausreichen, um in windstarken Monaten die Stromernte einfahren zu können. In manchen Regionen übersteigt die installierte elektrische Leistung der

Windkraft die Einspeiseleistung massiv. Fatal daran ist, dass wir die Tragfähigkeit unseres Planeten bereits weit überschritten haben und es uns dennoch leisten wollen, sauberen Strom einfach „wegzuwerfen“. Die Speicherung des jenseits der Netzkapazitäten produzierten Stroms mittels Pump-, Kavernen- und Porenspeichern könnte dieses Problem lösen. Dabei ist entscheidend, dass man hierfür geeignete Standorte identifiziert, die speziell die in naher Zukunft zu erwartenden enormen Windstrommengen aus dem gerade anlaufenden Ausbau im Offshore-Bereich aufnehmen können. Mit den zahlreichen, in Niedersachsen vorhandenen Salzkavernen bietet sich durch die Errichtung von Druckluftspeicherkraftwerken die Möglichkeit, den Windstrom in großen Mengen zu speichern.

## NACHHALTIGKEIT

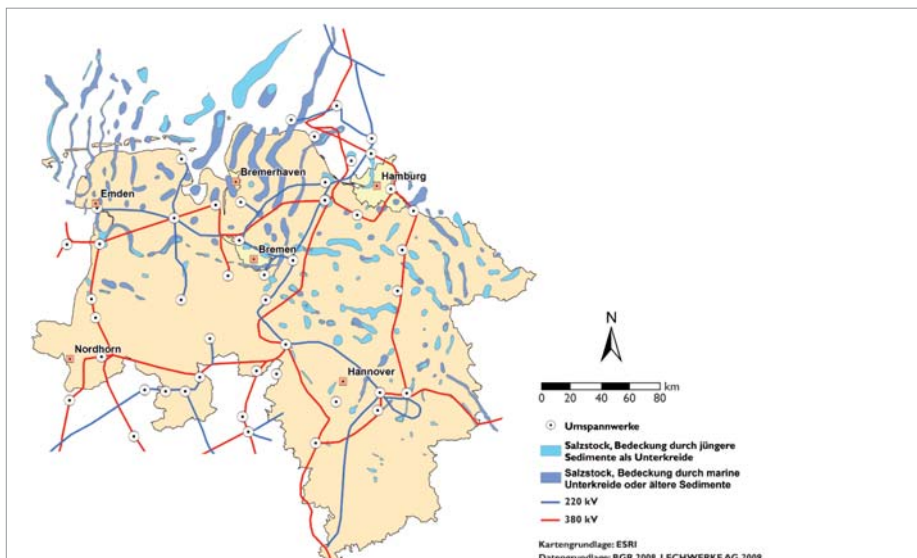
In dem 30-Jahre-Update des Bestsellers „Die Grenzen des Wachstums“ wird anhand der Geschichte des Ozonloches aufgezeigt, dass die Menschheit die Fähigkeit besitzt, Grenzüberschreitungen globalen Ausmaßes zu erkennen, Lösungskonzepte zu entwickeln und in die Tat umzusetzen. Eine Energiewende verlangt jedoch einen ungleich längeren Atem, da die Wirtschaftskraft der Industrieländer in hohem Maße auf fossiler Energie basiert. Deutschland hat mit der Verabschiedung des EEG den Willen bekundet, ein Wirtschaftssystem aufzubauen, das auf dem Prinzip der Nachhaltigkeit beruht. Dennoch vergrößert sich der ökologische Fußabdruck der Menschheit rasant. Gerade die Gewinnung von fossilen Energieträgern hat mittlerweile ein Niveau erreicht, das aufgrund ihrer Endlichkeit sowie die im Zuge ihrer Nutzung entstehenden katastrophalen Auswirkungen auf das Weltklima nicht mehr aufrecht erhalten werden darf. Aus diesem Grund ist die Ausrichtung unserer Wirtschaft auf Erneuerbare Energien elementar, andernfalls besteht die Gefahr, dass sich die Lebensbedingungen auf unserem Planeten auf lange Sicht hin gravierend verschlechtern. Um dies zu vermeiden, müssen das vorhandene Know-how und die zur Verfügung stehenden Technologien optimal genutzt werden. Die Geowissenschaften stehen hierbei in der Pflicht, mit Hilfe von GIS die räumlichen Voraussetzungen für die Integration eines regenerativen Energiesystems genauestens zu analysieren, Lösungen zu erarbeiten und Standortkonzepte umzusetzen.

Quelle: Bosch S., verändert nach Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) 2009.



Integration der Offshore-Windenergie in den Raumordnungsplan der ausschließlich deutschen Wirtschaftszone von Nord- und Ostsee.

Quelle: Bosch S., verändert nach Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) 2008.



Salzkavernen als Standorte zur Energiespeicherung.

## AUTOREN

Dipl.-Geogr. Stephan Bosch  
Prof. Dr. Gerd Peyke  
Lehrstuhl für Humangeographie  
und Geoinformatik  
Universität Augsburg  
Universitätsstr. 10  
86159 Augsburg

E: [stephan.bosch@geo.uni-augsburg.de](mailto:stephan.bosch@geo.uni-augsburg.de)  
E: [gerd.peyke@geo.uni-augsburg.de](mailto:gerd.peyke@geo.uni-augsburg.de)  
I: [www.uni-augsburg.de](http://www.uni-augsburg.de)