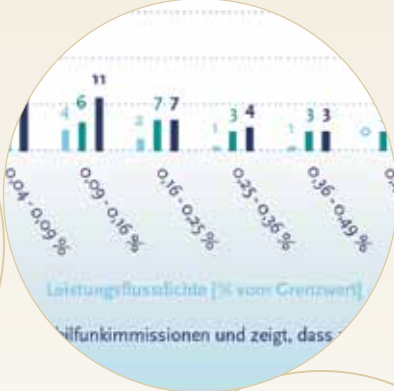


# EMF SPECTRUM

Vierteljährliche Information der Arbeitsgruppe EMF & Umwelt



## FORSCHUNG

- Die erste bundesweite LTE-Messreihe
- Experteninterview zur LTE-Messreihe

## GRUNDLAGENWISSEN

Netzausbau für die Energiewende

## RISIKOKOMMUNIKATION

Unterschiede in der Risikowahrnehmung beim Stromnetzausbau

## TAGUNGSBERICHT

Ausbau der Stromnetze – Eine gesellschaftliche Herausforderung

# INHALT

---

03

FORSCHUNG

Die erste bundesweite LTE-Messreihe – Eine hochwertige Datenbasis zur Information über Mobilfunkimmissionen

---

06

FORSCHUNG

Experteninterview zur LTE-Messreihe mit Dr. Christian Bornkessel, IMST GmbH

---

09

GRUNDLAGENWISSEN

Netzausbau für die Energiewende

---

13

RISIKOKOMMUNIKATION

Unterschiede in der Risikowahrnehmung beim Stromnetzausbau –  
Gefahreinschätzungen von Konsultationsbeteiligten

---

17

TAGUNGSBERICHT

Ausbau der Stromnetze – Eine gesellschaftliche Herausforderung

---

## FORSCHUNG

Dagmar Wiebusch

# DIE ERSTE BUNDESWEITE LTE-MESSREIHE – EINE HOCHWERTIGE DATENBASIS ZUR INFORMATION ÜBER MOBILFUNKIMMISSIONEN



Handys, Tablets und Laptops prägen nicht nur die private Kommunikation, auch aus dem Berufsleben sind sie nicht mehr wegzudenken. Durch die steigende Verbreitung mobiler Endgeräte werden schnelle funkbasierte Internetverbindungen immer wichtiger. Der Aufbau der neuen LTE-Mobilfunknetze (LTE = Long Term Evolution), der momentan mit Hochdruck erfolgt, ist ein Beitrag, um diesen Bedarf zu befriedigen und mobiles Internet künftig überall verfügbar zu machen.

Zwar ist aufgrund der wissenschaftlichen Erkenntnisse zu hochfrequenten Feldern zu erwarten, dass die Wirkungen von LTE grundsätzlich denen bisheriger Mobilfunkgenerationen ähneln. Bislang liegen aber nur wenige Studien vor, die sich gezielt mit LTE befassen. Daher ist über die realen Immissionen durch LTE-Sendeanlagen noch wenig bekannt.

Um diese Lücke zu schließen, hat das Informationszentrum Mobilfunk e.V. (IZMF) unter dem Motto „Sicherheit durch Transparenz – LTE auf dem Prüfstand“ die erste bundesweite Studie von LTE-Sendeanlagen im Regelbetrieb in Auftrag gegeben. Ziel der Messreihe ist es, einen sachlichen, an Fakten orientierten Dialog über LTE-Felder und ihre Bedeutung für die Gesundheit der Bevölkerung zu ermöglichen. Das IZMF knüpft

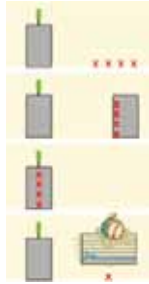
mit dieser bundesweiten Studie an eine Pilotstudie an, die im Sommer 2010 – noch vor Beginn des Netzaufbaus – LTE-Sendeanlagen im Testbetrieb untersucht hatte.

Das Projekt ist zweigeteilt: Es beinhaltet eine Messstudie sowie intensive Kommunikationsmaßnahmen. Dieses Design entspricht dem früherer Messreihen des IZMF und hat sich als hilfreich nicht zuletzt im Umgang mit besorgten Bürgern erwiesen. Die Messstudie wurde an das renommierte Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik (IMST GmbH) in Kamp-Lintfort vergeben (s. dazu Interview mit Dr. Christian Bornkessel, S. 6). Die Messungen erfolgten im Herbst 2012.

Die Auswahl der untersuchten LTE-Standorte fand in Abstimmung mit den Landesumweltministerien statt. Die entsprechenden Fachabteilungen wurden um Vorschläge für ihr Bundesland gebeten und sind – bis auf Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und das Saarland – dieser Bitte auch nachgekommen. Aus dieser Vorschlagsliste hat das IMST pro Bundesland einen Standort in das Messprogramm aufgenommen. Für Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz und das Saarland erfolgte die Standortauswahl direkt durch das IMST. So war sichergestellt, dass in jedem der 16 Bundesländer eine Messung erfolgen konnte.

Die Auswahl der Messpunkte zielte darauf ab, „typische“ Expositionsszenarien zu untersuchen. Dazu wurden die Messpunkte so ausgewählt, dass die Ergebnisse Antworten auf typische Laienfragen geben können:

- Wie verhält sich die Exposition in Abhängigkeit von der Entfernung zur Sendeanlage?
- Wie verhält sie sich in einem Gebäude gegenüber einer Sendeanlage?
- Was passiert in einem Gebäude, auf dem eine Sendeanlage installiert ist?
- Wie verteilen sich die Immissionen über den Tag?



Quelle Grafik: IMST GmbH

Darüber hinaus sollte die Studie eine erste Antwort auf die Frage geben, wie sich die Gesamtexposition der Bevölkerung durch den Aufbau der neuen LTE-Netze verändert. Da an allen in der Studie erfassten Basisstationen auch GSM- und/oder UMTS-Anlagen installiert waren, wurden deren Immissionen dazu immer mitgemessen. Pro Anlage wurden zudem an einem Außenmesspunkt alle Funksignale (Rundfunk, BOS etc.) erfasst, um die gesamte HF-Immission beziffern zu können.

Bei der Auswahl der Messorte wurde besonderer Wert darauf gelegt, dass möglichst viele von ihnen an Stellen lagen, die im Zentrum besonderer Aufmerksamkeit stehen. Bei 12 der 16 untersuchten Basisstationen wurden dafür Messpunkte an sogenannten „sensiblen Orten“ ausgesucht. Auf diese Weise wurden sechs Kindertagesstätten, sechs Schulen, zwei Krankenhäuser und zwei Altenheime in die Studie eingebunden.

5-20 m	20-50 m	50-100 m	100-200 m	200-500 m	> 500 m
13	24	6	20	24	4

Entfernung der 91 Messorte zur jeweiligen Basisstation

Quelle: IZMF

Auch die Entfernung der Messorte zur Basisstation wurde systematisch strukturiert: Knapp 50 Prozent der Messorte lag zwischen 5 und 100 Metern von der Mobilfunkstation entfernt, die andere Hälfte lag im Abstand von 100 bis maximal 660 Metern Entfernung.

Die Ziele der begleitenden Kommunikationsmaßnahmen waren:

- für die Medien umfassende und objektive Informationen über LTE-Immissionen bereitzustellen,
- der Öffentlichkeit verständliche Fakten über die technischen und physikalischen Zusammenhänge von LTE zur Verfügung zu stellen,

- die Debatte über Gesundheitsrisiken von Mobilfunk auf Basis von objektiven Messdaten zu führen,
- das Hintergrundwissen von nationalen und regionalen Entscheidungsträgern (in Parlamenten und Verwaltungen) über LTE durch wissenschaftlich abgesichertes Datenmaterial zu verbessern.

Die Ergebnisse der Messstudie zeigen, dass die durch LTE erzeugten Immissionen in der gleichen Größenordnung wie die Immissionen von GSM- oder UMTS-Sendeanlagen liegen. An 95 Prozent der Messpunkte wurden – selbst bei Hochrechnung auf eine theoretische Maximalauslastung aller dort installierten Sendeanlagen – weniger als 10 Prozent der gültigen Feldstärke-Grenzwerte ausgeschöpft.

Die Gesamtexposition der Bevölkerung hat sich durch die neuen LTE-Anlagen leicht erhöht. Diese Steigerung findet aber – da die Grenzwertausschöpfung bei der ganz überwiegenden Zahl der Messpunkte nur gering ist – auf niedrigem Ausgangsniveau statt.

Zur Bekanntmachung der Studienergebnisse in der Öffentlichkeit waren alle Messungen öffentlich. Sie wurden von Journalisten und meist auch von Vertretern der zuständigen Landesbehörden begleitet. Zudem wurde eine zentrale Pressekonferenz durchgeführt. Ergänzend dazu wurde in jedem Bundesland eine Presseerklärung mit den landesspezifischen Messergebnissen herausgegeben. Im Ergebnis führten diese Aktivitäten zu bundesweit mehr als 500 sehr sachlichen Meldungen in Print- und Onlinemedien; außerdem wurden zahlreiche Hörfunk- und TV-Beiträge zu den Ergebnissen der Messreihe ausgestrahlt. Eine Broschüre fasst die Ergebnisse laienverständlich zusammen. In deutscher Sprache ist sie gedruckt und online erhältlich; in englischer Sprache steht sie nur online zur Verfügung.

Für Entscheidungsträger in Parlamenten und Verwaltungen veranstaltet das IZMF seit Anfang 2013 LTE-Workshops. Darin werden die technischen Grundlagen des LTE-Standards vermittelt, die Ergebnisse der bundesweiten LTE-Messreihe vorgestellt

#### MESSBERICHT

Der wissenschaftlich-technische Messbericht des IMST ist auf der IZMF-Website als Download verfügbar:

[www.izmf.de/de/content/bundesweite-lte-mobilfunkmessreihe-messbericht-der-imst-gmbh](http://www.izmf.de/de/content/bundesweite-lte-mobilfunkmessreihe-messbericht-der-imst-gmbh)

In laienverständlicher Form sind die Ergebnisse der Messreihe und deren Bewertung nachlesbar in der Broschüre „Sicherheit durch Transparenz – LTE auf dem Prüfstand“. Sie liegt in deutscher und englischer Sprache vor und kann kostenlos beim IZMF bestellt oder unter [www.izmf.de/de/node/101453/11349](http://www.izmf.de/de/node/101453/11349) heruntergeladen werden.

## Bundesweite LTE-Messreihe: Prozentuale Verteilung der Messpunkte



Die Grafik gibt einen Überblick über die Verteilung der Mobilfunkmessungen und zeigt, dass an 86 der 91 Messpunkte (95 Prozent) weniger als 10 Prozent der gültigen Feldstärke-Grenzwerte ausgeschöpft werden.

Quelle: Informationszentrum Mobilfunk e. V. (IZMF), 2012



und die Rückschlüsse diskutiert, die sich aus der gemessenen Exposition für die gesundheitliche Risikobewertung von LTE und Mobilfunk generell ergeben. Bislang haben Workshops in Nürnberg, Fellbach, Hannover, Erfurt und Friedrichshafen stattgefunden (Stand: Mitte Juni 2013). Weitere Veranstaltungen werden im Juni und Juli in Augsburg und Dortmund organisiert. Bisher nahmen knapp 120 Personen an den Workshops teil, unter ihnen zahlreiche Bürgermeister, Ratsmitglieder und Verwaltungsfachleute. Für die Bewertung der Veranstaltungen lagen den Teilnehmern kurze Fragebögen vor, die von fast 50 Prozent ausgefüllt zurückgegeben wurden. Die Auswertung zeigt eine sehr hohe Zufriedenheit mit den vermittelten Inhalten: 97 Prozent der Teilnehmer haben nach eigenem Bekunden „fachlich hinzulernt“, 95 Prozent befanden, dass die zur Verfügung gestellten Informationen „die Arbeit mit besorgten Bürger erleichtern“ können und 77 Prozent bewerteten den Inhalt als „relevant für meine Arbeit“.

Die Qualität der Medienberichterstattung und die Rückmeldungen der Workshop-Teilnehmer zeigen, dass die LTE-Messreihe einen wertvollen Beitrag zur Information der Öffentlichkeit über Mobilfunk und mögliche Risiken durch die damit verbundenen elektromagnetischen Felder leistet. Das Projekt legt nahe, dass

hochwertige wissenschaftlich-technische Studien verbunden mit systematischer Kommunikation generell ein wirkungsvolles Instrument im Rahmen der Risikokommunikation zu Mobilfunk sind.

### Autorin



Dagmar Wiebusch ist Geschäftsführerin des Informationszentrums Mobilfunk e.V. (IZMF), eines gemeinnützigen Vereins, der zu sämtlichen Fragen der mobilen Kommunikation Auskunft gibt und vertiefende Hintergrundinformationen bietet.

### Kontakt:

Informationszentrum Mobilfunk  
Hegelplatz 1  
10117 Berlin  
Tel.: 030-20916980  
E-Mail: [info@izmf.de](mailto:info@izmf.de)  
[www.izmf.de](http://www.izmf.de)

 FORSCHUNG

## EXPERTENINTERVIEW ZUR LTE-MESSREIHE MIT DR. CHRISTIAN BORNKESSEL, IMST GMBH



Abbildung 1: Anwendung des codeselektiven LTE-Messverfahrens mit Schwenkmethode

Zu den Details der LTE-Messreihe sprach WIK mit dem Leiter des Prüfzentrums beim Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik (IMST GmbH), Herrn Dr. Christian Bornkessel.

**WIK:** Sie haben bundesweit Messungen an LTE-Sendeanlagen im Regelbetrieb durchgeführt. Wie sind Sie dabei konkret vorgegangen?

**Bornkessel:** Wir haben die Stärke der elektromagnetischen Felder im Umfeld von 16 LTE-Mobilfunksendeanlagen gemessen und mit den gesetzlichen Grenzwerten der 26. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) verglichen. Da an allen Standorten auch GSM- und/oder UMTS-Mobilfunksendeanlagen installiert waren, wurden deren Immissionen mitgemessen, sodass die insgesamt vom Mobilfunkstandort erzeugten Immissionen

ermittelt und dokumentiert wurden. Als Messverfahren für LTE wurde das codeselektive Messverfahren mit Hochrechnung auf den maximalen Betriebszustand angewendet. Die Ermittlung des örtlichen Feldstärkemaximums erfolgte durch die Schwenkmethode.

**WIK:** Warum haben Sie sich für dieses Messverfahren entschieden?

**Bornkessel:** Zur Ermittlung des örtlichen Feldstärkemaximums hat sich in Deutschland und auch im internationalen Umfeld die Schwenkmethode etabliert (Abbildung 1). Messungen an einem festen Raumpunkt, z.B. mittels Stativ, sind in der Regel nicht repräsentativ für eine maximale oder durchschnittliche Immission. Laut 26. BImSchV und den Durchführungshinweisen des Länderausschusses für Immissionsschutz (LAI) sind außerdem „die Messungen bei der höchsten betrieblichen Anlagenauslastung durchzuführen; andernfalls sind die Werte entsprechend hochzurechnen“. Da die Mobilfunkanlage während der Messung in der Regel nicht im höchsten betrieblichen Auslastungszustand arbeitet, misst man die Immission durch bestimmte auslastungsunabhängige Signalisierungs- und Kontrollkanäle der Anlage und rechnet diese dann auf die maximal mögliche Sendeleistung hoch. Damit erhält man die maximal mögliche Immission am Messort.

Für diese Art der Messung gibt es bei LTE prinzipiell die Möglichkeit einer frequenzselektiven und einer codeselektiven Erfassung. Beide Verfahren wurden in einer aktuellen Studie für das Bundesamt für Strahlenschutz verglichen, wobei die codeselektive Methode als diejenige beurteilt wurde, die eine exaktere Hochrechnung auf die maximale Anlagenauslastung ermöglicht.

**WIK:** Wodurch unterscheiden sich die Standorte und Messpunkte voneinander?

**Bornkessel:** Die Anlagen und die einzelnen Messpunkte wurden nach systematischen Gesichtspunkten ausgewählt: Dies betrifft anlagenseitig z.B. den Frequenzbereich (LTE-800 und LTE-1800), die Gebietsklassifizierung (städtische und ländliche Gebiete) und verschiedene Anlagenkategorien (Mast, Anlage auf einem Hausdach usw.). Die Messpunkte wurden innerhalb und außerhalb von Gebäuden bei verschiedenen Abständen, Ausrichtungen, Sichtverhältnissen und Höhenunterschieden zur Anlage ausgewählt. Durch diese systematische Auswahl wird

in gewissen Grenzen eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf ähnliche Szenarien gewährleistet.

**WIK:** Was sind die zentralen Erkenntnisse zu LTE?

**Bornkessel:** Kernergebnis der Studie ist die Tatsache, dass die LTE-Immissionen vergleichbar sind mit den Immissionen der etablierten Mobilfunktechniken GSM und UMTS. Das gilt sowohl für ihre Größenordnung, als auch für ihre örtliche Feldverteilung im unmittelbaren Umfeld der Anlage. So schöpfen die LTE-Immissionen im Mittel (Median) 1,0 % des gesetzlichen Feldstärkegrenzwertes aus; maximal wurden 13,5 % ermittelt (zum Vergleich: Median GSM/UMTS 1,5 %; Maximalwert 17,1 %).

Auch die Charakteristika der Feldverteilung im Umfeld der Anlage sind ähnlich: So hat auch bei LTE ein geringer Abstand des Messpunktes zur Anlage nicht zwangsläufig höhere Immissionen zur Folge; häufig findet man das Maximum der Immission auf Erdbodenniveau erst bei Abständen um etwa 100 bis 200 m (Abbildung 2).

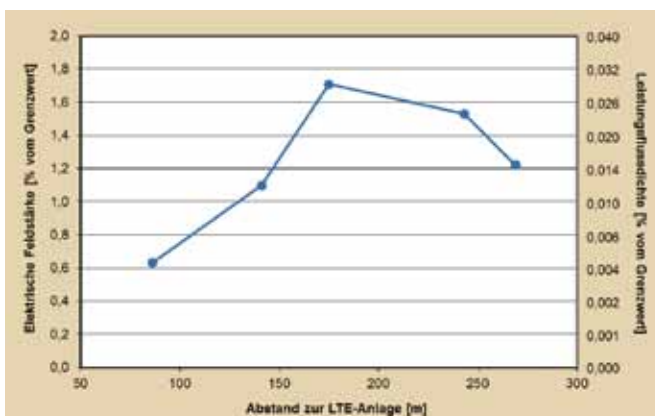


Abbildung 2: Abstandsabhängigkeit der LTE-Immission am Beispiel einer Anlage in Berlin

Maßgeblich für die Immission ist vielmehr die Frage, ob sich ein Messpunkt innerhalb der Hauptstrahlrichtung (üblicherweise in den obersten Stockwerken von Gebäuden gegenüber der Anlage) oder außerhalb (in tieferen Stockwerken) befindet (Abbildung 3).

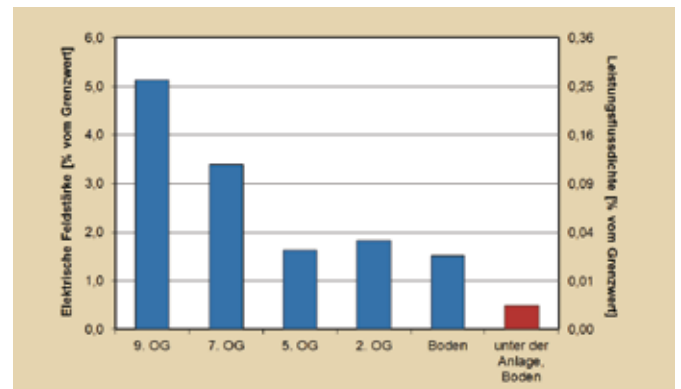


Abbildung 3: Höhenabhängigkeit der LTE-Immission am Beispiel einer Anlage in Stuttgart

Sichthindernisse zwischen Messpunkt und Anlage wie Bäume oder Gebäude(decken) dämpfen die Immission maßgeblich, so dass man im untersten Stockwerk des Anlagegebäudes typischerweise geringere Immissionen vorfindet als im obersten Geschoss direkt unterhalb der Anlage (Abbildung 4).

**WIK:** Sie haben in Ihrer Studie auch die Gesamtimmission aller Mobilfunkdienste ermittelt. Führt der Netzausbau zu einem Anstieg der Gesamtimmissionen?

**Bornkessel:** Wenn eine neue Technologie aufgebaut wird ohne eine alte abzuschalten, ist natürlich mit einer Immissionszunahme zu rechnen. Die Gesamtimmission unter Einbeziehung der anderen Mobilfunkdienste vom selben Standort beträgt im

Mittel (Median) 1,9 % des Feldstärkegrenzwertes; als Maximalwert wurden 21,8 % ermittelt. Über alle Messpunkte gesehen macht die Zunahme der Immission durch LTE bei der vorliegenden Untersuchung leistungsbezogen etwa 40 % aus. Dieser Zuwachs findet, wie die absoluten Immissionswerte zeigen, auf geringem Niveau statt. Allerdings ist der LTE-Ausbau auch noch nicht abgeschlossen. Wenn man einmal annimmt, dass jeder der jetzt am untersuchten Standort vertretenen Betreiber ein LTE-System installierte (in der Studie war bis auf eine Ausnahme auf jeder Anlage nur ein LTE-System aktiv), dann erhöhte sich der Immissionszuwachs auf etwa 64 %.

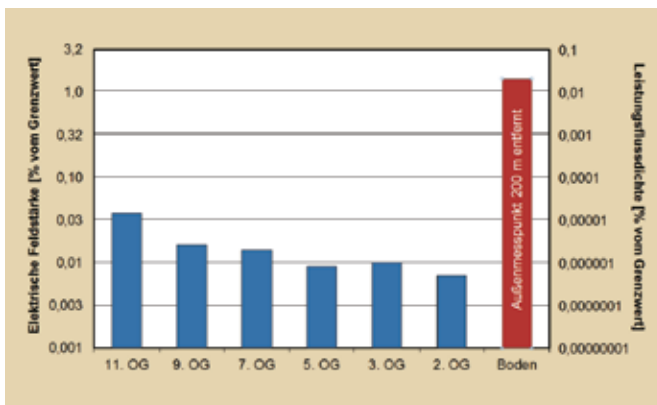


Abbildung 4: Dämpfungsverlauf der LTE-Immission am Beispiel einer Anlage in Hanau

**WIK:** Wie bewerten Sie als Mitglied des Ausschusses Nichtionisierende Strahlung der Strahlenschutzkommission die gesundheitlichen Auswirkungen der gemessenen Immissionen?

**Bornkessel:** Die aktuelle Bewertung der Forschungsergebnisse zu möglichen biologischen und gesundheitlichen Wirkungen von hochfrequenten Feldern unterhalb der Grenzwerte, z.B. durch das Bundesamt für Strahlenschutz oder die Deutsche

Strahlenschutzkommission, gibt insgesamt keinen Anlass, die Schutzwirkung der bestehenden Grenzwerte in Zweifel zu ziehen. Wie die Messreihe zeigt, werden im Mittel nur Bruchteile der Grenzwerte ausgeschöpft. An keinem der Messpunkte wurden die Grenzwerte auch nur annähernd erreicht oder gar überschritten.

Durch die systematische Auswahl der untersuchten Anlagen und der Messpunkte sind die Messergebnisse – in gewissen Grenzen – übertragbar auf ähnliche Szenarien. Ich denke, dass sie damit gut geeignet sind für die Aufklärung von Bürgerinnen und Bürgern auch an anderen als an den untersuchten Standorten.

**WIK:** LTE wird nicht nur in Deutschland, sondern weltweit ausgebaut. Wie bewerten Sie die Relevanz der LTE-Messreihe im internationalen Kontext?

**Bornkessel:** Die vorliegende Messreihe ist die erste bundesweite Immissionsmessreihe an LTE-Basisstationen im Regelbetrieb. Sie verbessert spürbar die bislang dünne Datenbasis zu dieser noch neuen Funktechnologie. Aus strahlenschutztechnischer Sicht ist es sinnvoll, die Datenbasis über LTE-Immissionen durch weitere Messungen, z.B. im internationalen Umfeld, zu erweitern. Hierdurch können dann auch Frequenzbereiche, die bei den vorliegenden Untersuchungen nicht gemessen wurden, erfasst werden (z.B. LTE-2600 oder LTE-2000). Das verwendete codeselektive Messverfahren in Zusammenhang mit der Schwenkmethode und Hochrechnung auf die maximale Anlagenauslastung hat sich in diesem Kontext als hervorragend geeignet für Folgeuntersuchungen erwiesen.

### Zur Person



Dr. Christian Bornkessel ist Leiter des Prüfzentrums beim Institut für Mobil- und Satellitenfunktechnik (IMST GmbH) in Kamp-Lintfort. Er ist vor allem für die Akquisition und Leitung von EMV-Projekten mit dem Schwerpunkt der Elektromagnetischen Umweltverträglichkeit (EMVU) verantwortlich.

#### Kontakt:

IMST GmbH  
Abteilung Prüfzentrum  
Carl-Friedrich-Gauß-Str. 2-4  
47475 Kamp-Lintfort  
Tel. 02842-981-383  
E-Mail: bornkessel@imst.de



## GRUNDLAGENWISSEN

Andrea Schweinsberg

# NETZAUSBAU FÜR DIE ENERGIEWENDE

Die Energiewende ist aktuell eines der meist diskutierten Themen in Deutschland. Nationale und internationale Klimaschutzziele sowie der schrittweise Ausstieg aus der Kernenergie erfordern einen verstärkten Ausbau Erneuerbarer Energien. Anders als zuvor wird Energie nicht mehr primär lastnah in Großkraftwerken erzeugt, sondern vermehrt lastfern in Offshore-Windparks aber auch lastnah in dezentralen kleinen Erzeugungseinheiten (z.B. Photovoltaik). Damit sind Veränderungen der Lastflüsse verbunden, die in Kombination mit der Abhängigkeit der Erzeugung von der stochastischen Verfügbarkeit der Energiequellen Sonne und Wind dazu führen, dass die Energienetze zunehmend vor kritische Situationen gestellt werden. Es besteht Konsens darüber, dass der Transformationsprozess einen immensen kapazitären Ausbaubedarf für die Übertragungs- und Verteilnetze mit sich bringt. Der Beitrag widmet sich dem Netzausbau auf der Übertragungsebene und den damit verbundenen Herausforderungen.

Ein Bewusstsein dafür, dass die Klimaziele und der verstärkte Ausbau der Erneuerbaren Energien sowohl eine Umstrukturierung als auch einen Ausbau der Übertragungsnetze erforderlich machen, besteht in Deutschland und auch in Europa nicht erst seit dem Ausstieg aus der Kernenergie im Jahr 2011. Bedingt durch diesen Ausstieg ist der Ausbau der Erneuerbaren Energien jedoch in weiten Teilen schneller vorangeschritten als der Ausbau der Elektrizitätsnetze und entsprechende Reaktionen waren und sind erforderlich. Korrespondierend dazu wurden Untersuchungen und Maßnahmen, auf die im Folgenden näher einzugehen ist, auf den Weg gebracht.

## Dena-Netzstudien und EnLAG

Im Jahr 2005 kommt die Deutsche Energie-Agentur (dena) in ihrer ersten Netzstudie zu dem Ergebnis, dass bis zum Jahr 2015 Ausbaumaßnahmen auf der Übertragungsebene im Umfang von rund 850 km Neubauten und 400 km Verstärkungen getätigt werden müssen (siehe Tabelle 1). Im Vordergrund der Untersuchung stand seinerzeit insbesondere die Abbildung des Ausbaus der Windenergie und damit das räumliche Auseinanderfallen von Erzeugung und Verbrauch. Die Studie geht davon aus, dass sich die damit verbundenen Kosten auf 1,1 Mrd. Euro bis 2015 beziffern lassen.<sup>1</sup>

Am 21. August 2009 trat das Energieleitungsausbaugesetz (EnLAG) in Kraft.<sup>2</sup> Mit diesem wurde erstmalig die energiewirtschaftliche Notwendigkeit und der vordringliche Bedarf neuer Leitungen gesetzlich festgestellt. Das Gesetz benennt 24 vorrangig umzusetzende Leitungsbauvorhaben im Höchstspannungs-Übertragungsnetz (380 kV). Sie sollen die Integration von Strom aus Windenergie und neuen, hocheffizienten konventionellen Kraftwerken sowie den EU-weiten Stromhandel sicherstellen. Für vier Pilotprojekte ist dabei die Verlegung von Erdkabeln auf der 380 kV-Ebene vorgesehen. Darüber hinaus werden neue Anlagen zur Speicherung elektrischer Energie für die Zeitdauer von 10 Jahren von den Netzentgelten für den Strombezug befreit. Dadurch sollen Anreize für neue Speichertechnologien geschaffen werden, denen eine wichtige Ausgleichsfunktion zukommt. Im Rahmen eines Monitorings erfasst die Bundesnetzagentur quartalsweise den aktuellen Stand der Ausbauvorhaben. Von den geplanten 1.855 km EnLAG-Leitungen wurden mit Stand Ende 1. Quartal 2013 allerdings erst knapp 15 % realisiert.<sup>3</sup>

Studie	Betrachtungszeitraum	Kilometer	Kosten
Dena I	bis 2015	Neubau: 850 km Verstärkung: 400 km	1,1 Mrd. EUR
Dena II	bis 2020	Standardübertragungstechnik • Neubau: 3.600 km • Verstärkung: 0 km	9,7 Mrd. EUR
		Freileitungsmonitoring • Neubau: 3.500 km • Verstärkung: 3.100 km	9,8 Mrd. EUR
		Hochtemperaturleiterseile • Neubau: 1.700 km • Verstärkung: 5.700 km	17 Mrd. EUR

Tabelle 1: Ergebnisse der dena-Netzstudien

Quelle: Auf Basis von DEWI/E.ON Netz/EWI/RWE Transportnetz Strom/VE Transmission (2005b), Energiewirtschaftliches Institut an der Universität zu Köln – ewi (Konsortialführung) in Zusammenarbeit mit Amprion GmbH, DEWI GmbH, EnBW Transportnetze AG, Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES), TenneT TSO GmbH, 50Hertz Transmission (2010).

2 Vgl. Gesetz zum Ausbau von Energieleitungen vom 21. August 2009, BGBl. I S. 2870.

3 Vgl. [http://www.netzausbau.de/DE/Projekte/EnLAG-Monitoring/enlag-monitoring\\_node.html](http://www.netzausbau.de/DE/Projekte/EnLAG-Monitoring/enlag-monitoring_node.html).

1 Vgl. DEWI/E.ON Netz/EWI/RWE Transportnetz Strom/VE Transmission (2005b).

Die zweite Studie der dena aus dem Jahr 2010 hat den Zeitraum 2015 bis 2020 im Fokus. Es wird die Annahme getroffen, dass die Netzausbau- und Netzverstärkungsmaßnahmen, die im ersten Teil ermittelt worden sind, auch umgesetzt werden. Die Studie zeichnet verschiedene Szenarien, die auf unterschiedlichen Annahmen zur installierten Kapazität der Erzeugungsformen und Speichermöglichkeiten basieren. Darüber hinaus werden Annahmen zur Belastbarkeit der Freileitungsnetze, abhängig vom gewählten Verfahren zur Übertragung von Energie, getroffen: Zur Diskussion stehen die Standardübertragungstechnik, das Freileitungsmonitoring und Hochtemperaturleiterseile. Die beiden Letztgenannten haben das Potenzial, die Übertragungsfähigkeit von Freileitungen signifikant zu erhöhen. Die Studie ermittelt einen Ausbaubedarf für Neubauten im Basisszenario (Integration der Erneuerbaren Energien durch Netzausbau) von 3.600 km. Im Falle der Installation eines Freileitungsmonitorings<sup>4</sup> ergibt sich ein Ausbaubedarf von 3.500 km bei gleichzeitig erforderlicher baulicher Anpassung von 3.100 km. Im Falle der Installation von Hochtemperaturleiterseilen<sup>5</sup> müssten 1.700 km neu gebaut und 5.700 km umgerüstet werden. Bei der Kostenbestimmung ergeben sich im günstigsten Fall der Standardübertragungsfähigkeit der Freileitung Kosten von 9,7 Mrd. Euro. Bei Anwendung von Freileitungsmonitoring ergäben sich 9,8 Mrd. Euro und bei der Wahl von Hochtemperaturleiterseilen wäre mit 17 Mrd. Euro zu rechnen (siehe Tabelle 1). Die Kosten von Erdleitungen statt Freileitungen würden mit 22-29 Mrd. Euro noch einmal deutlich höher liegen.

Kriterium	Freileitung	Erdkabel	GIL
<b>BAU</b>			
Errichtungsdauer	+		
Eingriff in das Ökosystem	+		
<b>BETRIEB</b>			
Lebensdauer	+		
Nichtverfügbarkeit	+		
Witterungseinflüsse		+	+
<b>ÖKOLOGIE</b>			
Optische Auswirkung		+	
Akustische Auswirkung		+	+
Elektromagnetische Felder			+
<b>WIRTSCHAFTLICHKEIT</b>			
Gesamtkosten über Lebensdauer	+		

Tabelle 2: Vergleich Vorteilhaftigkeit Freileitung, Kabel und gasisolierte Leiter (GIL)

Quelle: In Anlehnung an Deutsche Energieagentur (2006): Ausbau des Stromtransportnetzes: Technische Varianten im Vergleich.

- 4 Im Rahmen des Freileitungsmonitorings wird die Betriebstemperatur der Leiterseile überwacht. Bei bestimmten Witterungsbedingungen kann mehr Strom durchgeleitet werden. Da diese Witterungsbedingungen aber nur zeitlich begrenzt auftreten, lässt sich durch dieses Verfahren der Netzausbau nur geringfügig reduzieren.
- 5 Durch den Einsatz neuartiger Materialien können Hochtemperaturleiterseile mit wesentlich höheren Temperaturen und Übertragungsleistungen betrieben werden.

Tabelle 2 gibt einen Überblick zum Vergleich der Vorteilhaftigkeit verschiedener Technologien. Freileitungen sind, insbesondere aufgrund ihrer wirtschaftlichen Vorteilhaftigkeit, die derzeit am weitesten verbreitete Technologie.

## EnWG-Novelle und Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG)

Als zentrale Hindernisse des Netzausbaus wurden unterschiedliche Regelungen für Raumordnungs- und Planfeststellungsverfahren in den Bundesländern sowie Akzeptanzprobleme in der Bevölkerung identifiziert. Aufgrund dessen wurde in Deutschland im Jahr 2011 eine grundlegende Reform der Planungs- und Genehmigungsverfahren für den Bau von Stromnetzen beschlossen. Wesentliche Ziele sind die Beschleunigung der Verfahren und die Schaffung von mehr Transparenz durch die Einbindung der Bürger in die Planung des Netzausbaus. Dazu soll eine koordinierte jährliche Planung des Netzausbaus für das Höchstspannungsnetz beitragen. Verankert sind diese Bestrebungen in der EnWG-Novelle von 2011<sup>6</sup> und dem 2011 in Kraft getretenen Netzausbaubeschleunigungsgesetz (NABEG)<sup>7</sup>. Die Infoboxen 3 und 4 des BMWi<sup>8</sup> geben einen Überblick zu den wichtigsten den Netzausbau betreffenden Elementen.

Der in § 12b EnWG verankerte Netzentwicklungsplan (NEP) mit einem Zeithorizont von 10 Jahren ist einer der Kernbestandteile der Netzausbauplanung. Dieser wurde von den vier Netzbetreibern erstmals im Jahr 2012 erstellt und wird nun jährlich aktualisiert. Mit der jährlichen Aktualisierung kann zeitnah auf wechselnde Rahmenbedingungen reagiert werden. Der NEP kommt im ersten Jahr in seinem Leitszenario, dem ein mittlerer Ausbau der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien zu Grunde liegt, bis zum Jahr 2022 zu Investitionskosten von 20 Mrd. Euro. Diese Zahl ergibt sich für 3.800 km neue Leitungen und 2.800 km Neubauten in bereits bestehenden Trassen sowie erforderliche Verstärkungen auf 1.600 km. Diese Berechnungen basieren auf der Annahme, dass die 24 Ausbauprojekte, die nach EnLAG bereits beschlossen wurden, auch realisiert werden. Am 2. März 2013 haben die Netzbetreiber ihren ersten Entwurf des zweiten NEP und des ersten Offshore-Netzentwicklungsplans (O-NEP) mit einem Zeithorizont bis zum Jahr 2023 zur Konsultation vorgelegt. Mit dem O-NEP erfolgt dabei erstmals auch eine Ausbauplanung jenseits der Küste. Dies ist notwendig, da ein erheblicher Teil der Windenergie auf hoher See produziert werden wird. Der NEP enthält Neubaumaßnahmen mit einer Gesamtlänge von 3.800 Kilometern sowie Verstärkungen und

6 Vgl. Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005, BGBl. I S. 1970, 3621, das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28. Juli 2011, BGBl. I 2011, S. 1554 geändert wurde.

7 Vgl. Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz vom 28. Juli 2011, BGBl. I S. 1690.

8 BMWi (2012): Die Energiewende in Deutschland, Sonderheft Schlaglichter der Wirtschaftspolitik.

**Infobox 3: Transparente und koordinierte Netzausbauplanung (EnWG-Novelle)**

Die zukünftige Netzausbauplanung verläuft in vier Schritten:

1. **Szenario-Rahmen:** Die Netzbetreiber legen dar, auf welchen Annahmen beispielsweise zum Stromverbrauch, zum Ausbau der erneuerbaren Energien und zum konventionellen Kraftwerkspark ihre Netzausbauplanungen beruhen sollen. Dieser so genannte Szenario-Rahmen wird von der Bundesnetzagentur öffentlich konsultiert. Alle Bürgerinnen und Bürger erhalten die Möglichkeit zur Stellungnahme. Die Bundesnetzagentur berücksichtigt die Ergebnisse bei der Genehmigung des Szenario-Rahmens. (Erstmals erfolgt im Dezember 2011.)
2. **Zehnjähriger Netzentwicklungsplan:** Die vier Netzbetreiber erstellen auf Basis dieses Rahmens gemeinsam einen zehnjährigen Netzentwicklungsplan. Dieser ist im Internet zu veröffentlichen; erneut besteht für alle Bürgerinnen und Bürger die Gelegenheit zur Stellungnahme. (Erstmals erfolgt im Sommer 2012)
3. **Umweltbericht:** Die Bundesnetzagentur erstellt einen begleitenden Umweltbericht und gibt der Öffentlichkeit wiederum Gelegenheit zur Stellungnahme.
4. **Bundesbedarfsplan:** Auf der Grundlage des Netzentwicklungsplans erstellt die Bundesnetzagentur einen Entwurf für das Bundesbedarfsplangesetz. Dieses soll anschließend vom Bundestag verabschiedet werden.

**Infobox 4: Bundeseinheitliches Planungs- und Genehmigungsverfahren (NABEG)**

Mit dem NABEG werden wesentliche Kompetenzen für die Planung und Genehmigung von länderübergreifenden Höchstspannungsleitungen bei der Bundesnetzagentur gebündelt:

1. **Bundesfachplanung:** Die Bundesnetzagentur erstellt eine Deutschlandkarte mit Trassenkorridoren. Gleich zu Beginn sind eine umfassende Öffentlichkeitsbeteiligung und eine Umweltverträglichkeitsprüfung vorgesehen.
2. **Planfeststellungsverfahren:** Der exakte Trassenverlauf wird festgelegt. Mit Zustimmung des Bundesrates kann auch dieses Verfahren von der Bundesnetzagentur durchgeführt werden.

*Quelle: BMWi (2012): Die Energiewende in Deutschland, Sonderheft Schlaglichter der Wirtschaftspolitik.*

Optimierungen in vorhandenen Trassen auf einer Länge von 4.400 Kilometern. Die Kosten werden auf rund 21 Mrd. Euro geschätzt. Für die Offshore-Anbindung wird der Bedarf an Neubauten auf rund 2.150 km bei Kosten von ca. 22 Mrd. Euro geschätzt.<sup>9</sup> Ende Juni wird mit der Vorlage des überarbeiteten Entwurfs zur Prüfung durch die Bundesnetzagentur gerechnet.

Aufbauend auf dem NEP hat das NABEG die Verkürzung der Dauer der Verfahren zur Planung und Genehmigung neuer Trassen zum Ziel. Das BMWi spricht hier von einer Verkürzung von bisher 10 Jahren auf etwa vier Jahre.<sup>10</sup> Das Gesetz enthält zwei wesentliche Instrumente, die auf dem Bundesbedarfsplan, der in § 12ff. EnWG verankert ist, aufsetzen. Dies sind zum einen die Bundesfachplanung und zum anderen die Planfeststellung. Beide Instrumente statten die Bundesnetzagentur mit umfangreichen zusätzlichen Kompetenzen aus. Im Rahmen der Erstellung

des Bundesbedarfsplans genehmigt die Bundesnetzagentur den Szenariorahmen, prüft und bestätigt den NEP und erstellt einen Umweltbericht. Im Rahmen der Bundesfachplanung trifft sie nach der gesetzlichen Feststellung der Vorhaben die raumplanerische Entscheidung für konkrete Trassenkorridore. Im April 2013 hat die Bundesregierung eine Verordnung auf den Weg gebracht, die der Bundesnetzagentur neben der Trassenplanung künftig auch die Aufgabe überträgt, Planfeststellungsverfahren für die zentralen länder- und grenzüberschreitenden Höchstspannungsleitungen durchzuführen.

**Europäische Perspektive**

Der Ausbau der Übertragungsnetze ist nicht allein ein Schlüsselement der Energiewende in Deutschland, sondern auch eine entscheidende Voraussetzung für einen europäischen Binnenmarkt für Strom. Das Dritte EU-Binnenmarktpaket von 2009, welches vor allem die Wettbewerbsbedingungen auf den Energiemärkten verbessern und die Integration der Märkte

<sup>9</sup> Vgl. <http://www.netzentwicklungsplan.de/content/netzentwicklungsplan-2013-erster-entwurf>.

<sup>10</sup> Vgl. BMWi (2012): Die Energiewende in Deutschland, Sonderheft Schlaglichter der Wirtschaftspolitik, S. 21.

in Europa unterstützen soll, sieht unter anderem die Entwicklung und Aufstellung von Zehn-Jahres-Netzentwicklungsplänen (TYNDP) vor. Diese Aufgabe wurde ENTSO-E, dem Verband der Europäischen Übertragungsnetzbetreiber, übertragen. Im Zwei-Jahresrhythmus werden nicht verbindliche gemeinschaftsweite Pläne erstellt, die einen Vorschlag für Investitionen in die Infrastruktur zur EU-weiten Stromübertragung darstellen.<sup>11</sup> Der TYNDP stellt eine wichtige Grundlage für die Planungen und Entscheidungen der Europäischen Kommission dar und fließt auch in die nationalen Planungen ein.

### Rolle der Bundesnetzagentur

Wie bereits angeklungen ist die Bundesnetzagentur mit dem Inkrafttreten von EnWG-Novelle und NABEG mit umfangreichen neuen Aufgaben ausgestattet worden. In diesem Kontext stellt sich die Frage, ob die mit diesen Aufgaben verbundene Rolle bei der Bundesnetzagentur an der richtigen Stelle verankert worden ist. Augenscheinlich gehören diese Verantwortlichkeiten nicht zu den Aufgaben, die gemeinhin einer Regulierungsbehörde obliegen.

Würde man sich gegen die Bundesnetzagentur in dieser Rolle aussprechen, sollte die Frage gestellt werden, welche Instanz diese Rolle alternativ bekleiden könnte. Die Vorteilhaftigkeit der Implementierung einer separaten Netzausbaubehörde wäre sicherlich fraglich, da mit immensen Kosten verbunden und letztlich eine Installation von Doppelstrukturen. Hinzu kommt, dass auch wenn die Bundesnetzagentur bis dato weder raumplanerisch noch planfeststellerisch tätig war, sie wie keine weitere Instanz in Deutschland über die fachliche Expertise zur Bewertung von Energieinfrastrukturen und des Zusammenspiels dieser mit den nicht regulierten Wertschöpfungsstufen verfügt. Dieses Know-how scheint in dem gesamten skizzierten Prozess unverzichtbar. Die Behörde erlangt aus einem tieferen Einblick in die Strukturen der Netzbetreiber eine verbesserte Informationslage, die in der Tendenz zu verbesserten, da sachlich besser fundierten, Regulierungsentscheidungen führt. Die neuen Kompetenzen stellen einen Aufgabenbereich dar, der zwar von derselben Behörde, allerdings in Hinblick auf Entscheidungen und Weisungen unabhängig vom Regulierungsbereich erbracht wird. Unbenommen bleibt schließlich, dass gegen die Regulierungsentscheidungen auf dem Rechtswege Einspruch erhoben werden kann.

<sup>11</sup> Vgl. <https://www.entsoe.eu/>.

### Fazit und Ausblick

Der Netzausbau ist die Grundlage für den weiteren Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland. Die Energiewende ist ein Großprojekt, dessen Realisierung sich über viele Jahrzehnte hinziehen wird. Doch es bedarf heute der gründlichen Diskussion der Optionen für Optimierung, Verstärkung und Ausbau der Netze, um den Transformationsprozess erfolgreich zu bewältigen. So lässt sich auch festhalten, dass der Netzausbau zwar langsam, aber doch stetig voran kommt. Der Gesetzgeber hat Instrumente geschaffen, die geeignet sind den Netzausbau systematisch voranzutreiben, zu überwachen und dabei die betroffenen Akteure in den Prozess einzubinden. Dieses schafft ein hohes Maß an Transparenz und damit potenziell auch an Akzeptanz.

#### Autorin



Dr. Andrea Schweinsberg leitet seit 2011 die Abteilung Energiemärkte und Energieregulierung des WIK in Bad Honnef und berät verschiedene öffentliche und privatwirtschaftliche Auftraggeber zu (regulierungs-)ökonomischen Themenstellungen. Zuvor war sie als Senior Economist für die Monopolkommission, ein unabhängiges Beratungsgremium der Bundesregierung, im Bereich Energiewirtschaft tätig und verfügt über langjährige Erfahrungen mit der ökonomischen Analyse im Kartellrecht und der sektorspezifischen Regulierung.

#### Kontakt:

Dr. Andrea Schweinsberg  
 WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH  
 Rhöndorfer Str. 68, 53604 Bad Honnef  
 E-Mail: [a.schweinsberg@wik.org](mailto:a.schweinsberg@wik.org)  
[www.wik.org](http://www.wik.org)

## RISIKOKOMMUNIKATION

Jochen Roose, Franziska Scholl

# UNTERSCHIEDE IN DER RISIKOWAHRNEHMUNG BEIM STROMNETZAUSBAU – GEFAHRENEINSCHÄTZUNGEN VON KONSULTATIONSBETEILIGTEN



Die Umstellung der Energieproduktion in Deutschland weg von fossilen Energieträgern und Atomkraft hin zu regenerativen Energien bedeutet nicht nur eine fundamentale Veränderung bei der Erzeugung, sondern stellt auch ganz neue Anforderungen an das Stromleitungsnetz. Mit Hochdruck wird derzeit an einem Aus- und Umbau des Übertragungsnetzes gearbeitet, um diesen Anforderungen gerecht zu werden. Die vier großen Übertragungsnetzbetreiber haben die Aufgabe, einen jährlich angepassten Plan für den Umbau des Stromnetzes vorzulegen. Der erste Netzentwicklungsplan wurde 2012 verabschiedet. Er umfasst einen umfangreichen Neu- und Ausbau von Stromleitungen, überwiegend als Höchstspannungsleitungen. Diese Art der Technik ist jedoch umstritten und hat bereits zur Gründung zahlreicher Bürgerinitiativen gegen geplante oder potenzielle Trassenverläufe geführt. Nicht zuletzt die Erwartung von Protesten hat den Gesetzgeber bewogen, für die Netzentwicklungspläne einen öffentlichen Konsultationsprozess vorzusehen. Sowohl die Übertragungsnetzbetreiber als auch die Bundesnetzagentur als Genehmigungsbehörde haben 2012 Konsultationen zum Netzentwicklungsplanentwurf durchgeführt.

In einem kleinen Projekt haben wir Teilnehmerinnen und Teilnehmer von Informationsveranstaltungen der Bundesnetzagentur im Rahmen der Konsultation befragt. In diesen Veranstaltungen wurde der „Netzentwicklungsplan 2012“ vorgestellt. Dazu präsentierten Expertinnen und Experten aktuelle Ergebnisse zu Risiken von Stromleitungen. An unserer Befragung nahmen 149 Personen teil, die überwiegend Organisationen angehören, oft mit einem technisch-naturwissenschaftlichen Ausbildungshintergrund.<sup>1</sup>

Hier stellen wir einige Ergebnisse zur Risikowahrnehmung der Befragten vor. Uns interessiert, wie weit sich die Risikowahrnehmung bei den verschiedenen Akteursgruppen unterscheidet.

### Risiko als subjektive Einschätzung

Das wahrgenommene Risiko ergibt sich nicht einfach aus dem Schaden mal der Eintrittswahrscheinlichkeit, wie ein Wertewartungsmodell unterstellen würde. Risikowahrnehmung speist sich aus einem subjektiven Empfinden und kann je nach Art des

<sup>1</sup> Genaueres zur Struktur der Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Roose und Scholl (2013).

Risikos und auch mit dem kulturellen Hintergrund der jeweiligen Gesellschaft schwanken. Risiken unterliegen einem sozialen Konstruktionsprozess (Nowitzki 1993: 27). Was heute noch als hohes Risiko wahrgenommen und deswegen abgelehnt wird, kann morgen schon akzeptierter sein und andersherum.

Die Forschung über die Wahrnehmung von Risiko hat mehrere Faktoren identifiziert, von denen es abhängt, ob ein Risiko als bedrohlich wahrgenommen wird oder nicht. Diese Faktoren sind: Vertrautheit, Kontrolle, Katastrophenpotential, Fairness, Wissensstand und Freiwilligkeit (Slovic 1987: 5; Jungermann und Slovic 1993: 190). Wenn ein Risiko als unsichtbar, unbekannt, neu und mit Zeitverzögerung auftretend erscheint, wird es als hohes Risiko wahrgenommen. Ein Risiko wird ebenfalls als größer eingeschätzt, wenn es als unfair verteilt wahrgenommen wird, d. h. dass nicht dieselben Menschen Nutzen und eventuelle Gefahren gleichzeitig tragen. Zudem werden Risiken, denen ein hohes Katastrophenpotential nachgesagt wird, als bedrohlicher angesehen. Die Freiwilligkeit, sich einem Risiko auszusetzen, spielt ebenfalls eine bedeutende Rolle. Gerade neue Techniken, deren Risiko eher als vermeidbar gilt, werden als bedrohlich wahrgenommen (Jungermann und Slovic 1993: 168).

Die in Planung befindlichen Höchstspannungsleitungen lassen nach diesen Kriterien eine tendenziell hohe Risikowahrnehmung vermuten. Von elektromagnetischen Feldern geht eine (vermeintliche) Bedrohung aus, die unsichtbar ist. Wir können die Felder nicht sehen oder fühlen. Erst mit wissenschaftlichen Messgeräten, die nicht zum üblichen Hausgebrauch gehören, lassen sie sich aufspüren. Das Risiko wird als ein eher schleichendes angesehen mit Folgen, die nicht unmittelbar auftreten, sondern sich erst im Laufe der Zeit, zum Beispiel in Form von Krebserkrankungen, zeigen. Für die Kritikerinnen und Kritiker ist das Risiko vermeidbar, weil sie sich von Erdkabeln oder einer dezentralisierten Stromversorgung Alternativen versprechen. Mit Ausnahme der katastrophischen Folgen sind alle Eigenschaften eines typischerweise stark eingeschätzten Risikos beim Fall der Höchstspannungsleitungen gegeben.

Allerdings ist die subjektive Risikoeinschätzung kein Automatismus. Menschen können sich informieren, sie können Risiken abwägen, wissenschaftlichen Ergebnissen und darauf beruhenden Grenzwerten vertrauen und ähnliches. Die von uns befragten Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Informationsveranstaltungen im Rahmen der Konsultation beschäftigen sich recht intensiv mit der Thematik und das dabei entstehende Wissen könnte die Risikowahrnehmung beeinflussen. Auch steigt die Bereitschaft, ein Risiko einzugehen, wenn es subjektiv einen Nutzen bringt. Und nicht zuletzt die Vermeidbarkeit des Risikos kann unterschiedlich eingeschätzt werden.

## Risikowahrnehmungen verschiedener Akteure

Für unsere Analyse unterscheiden wir vier Gruppen von Akteuren. Die erste Gruppe sind Menschen, die zu den Übertragungsnetzbetreibern gehören. Nicht unbedingt sie persönlich, aber doch die Unternehmen, für die sie arbeiten, zeichnen für die Planung verantwortlich. Die zweite Gruppe sind Menschen aus politischen Institutionen, die mehr oder minder direkt den Umbau des Stromnetzes angeregt, aber nicht konkret geplant haben. Die dritte Gruppe sind Menschen aus Umweltverbänden, wobei es sich überwiegend um nationale Verbände handelt. Zur vierten Gruppe gehören Menschen aus Bürgerinitiativen.

Die Einschätzung des Risikos von Höchstspannungsfreileitungen unterscheidet sich zwischen diesen Gruppen sehr deutlich. Vor allem die Angehörigen der Bürgerinitiativen empfinden Höchstspannung als bedrohlich. An zweiter Stelle folgen Menschen aus Umwelt- und Naturschutzverbänden. Das geringste Risiko vermuten Menschen, die für Übertragungsnetzbetreiber arbeiten.

Mit einer Reihe von Einzelfragen sind wir Aspekten der Risikowahrnehmung nachgegangen. In welchem Maße das Risiko als unsichtbar bzw. unbekannt eingeschätzt wird, zeigt Abbildung 1.

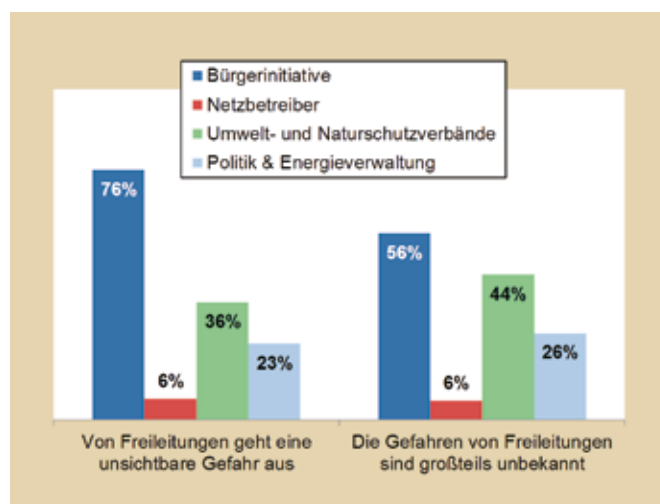


Abbildung 1: Vertrautheit mit dem Risiko

76 Prozent der Angehörigen einer Bürgerinitiative stimmen der Aussage zu, dass eine unsichtbare Gefahr von Höchstspannungsfreileitungen ausgeht und auch mehr als die Hälfte von ihnen meint, diese Gefahren seien zu großen Teilen noch unbekannt. Die Menschen aus den Umweltverbänden sind in ihrer Gefahreinschätzung schon deutlich zurückhaltender. Eine unsichtbare Gefahr vermuten nur 36 Prozent von ihnen,

aber 44 Prozent in dieser Gruppe meinen, die Gefahren seien großteils noch unbekannt. Bei Menschen aus Politik und Verwaltung sieht rund ein Viertel eine unsichtbare bzw. unbekannt Gefahr in den Höchstspannungsfreileitungen. Ein deutlicher Unterschied besteht noch einmal zu Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Übertragungsnetzbetreiber. Nach ihrer Meinung geht von der Höchstspannungstechnik weder eine unsichtbare noch eine unbekannt Gefahr aus.

In Abbildung 2 geht es um das konkret wahrgenommene Risiko. Die Angehörigen einer Bürgerinitiative sind sich zu 90 Prozent einig, dass die Leitungen für Anwohnerinnen und Anwohner die Lebensqualität verringern würden. Auch mehr als die Hälfte der befragten Angehörigen von Umwelt- und Naturschutzverbänden sieht das so und immerhin ein Drittel der Vertreterinnen und Vertreter aus politischen Institutionen. Die Netzbetreiber sehen weder für die Lebensqualität noch für die menschliche Gesundheit ein Risiko in Höchstspannungsfreileitungen. Eine gesundheitliche Bedrohung hingegen sehen 75 Prozent der Bürgerinitiativen und knapp 40 Prozent der Umwelt- und Naturschutzverbände. Bei den Netzbetreibern ist wiederum nur ein kleiner Anteil dieser Ansicht.

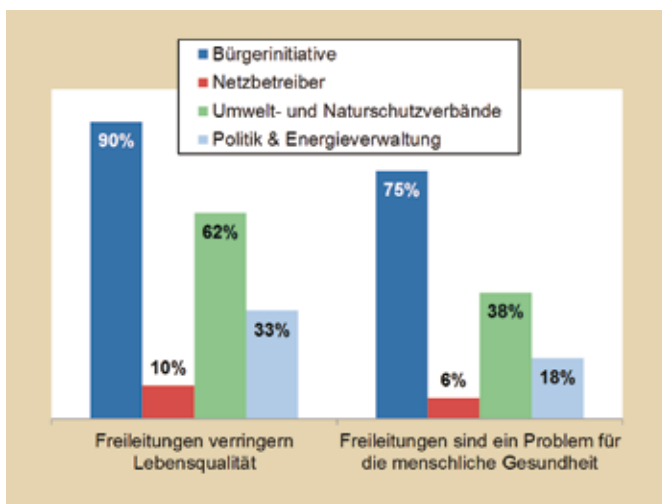


Abbildung 2: Konkret wahrgenommenes Risiko

Vom Nutzen des Netzausbaus angesichts der Gefahren sind selbst die Netzbetreiber, die das Risiko eigentlich für eher gering halten, nicht restlos überzeugt (Abbildung 3). Nur 60 Prozent stimmen der Aussage zu. Interessanterweise sind die Vertreterinnen und Vertreter von Politik und Energieverwaltung ebenfalls skeptisch, sogar ein wenig mehr als die Angehörigen von Umwelt- und Naturschutzverbänden. Von den Bürgerinitiativen sehen nur 19 Prozent den Nutzen über den Kosten.



Abbildung 3: Kosten-Nutzenrelation

## Folgt aus Wahrnehmungsdifferenzen gegenseitiges Unverständnis?

Die Befragungsergebnisse zeigen eine fundamentale Wahrnehmungsdifferenz. Angehörige von Bürgerinitiativen gehen von erheblichen Risiken bei Höchstspannungsfreileitungen aus. Diese Ansicht wird in den Umweltverbänden nur bedingt, noch weniger in der Politik und Energieverwaltung geteilt. Bei den Übertragungsnetzbetreibern überwiegt die Ansicht, dass kaum Risiken bestehen. So stehen sich grundsätzlich unterschiedliche Einschätzungen gegenüber. Eine konstruktive Konfliktaustragung wird dann schwierig, wenn das Verständnis für die Haltung der anderen Seite fehlt. Für die Haltungen der anderen Seite, die kaum oder nicht geteilt werden, Verständnis zu entwickeln, wird ein Schlüssel für einen konstruktiven Umgang mit dem Widerspruch gegen den Stromnetzausbau sein.

## Referenzen

Jungermann, Helmut, und Paul Slovic, 1993: Die Psychologie der Kognition und Evaluation von Risiko. S. 167-208 in: Bechmann, Gotthard (Hg.), Risiko und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Nowitzki, Klaus-Dieter, 1993: Konzepte zur Risiko-Abschätzung und -Bewertung. S. 125-144 in: Bechmann, Gotthard (Hg.), Risiko und Gesellschaft. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Roose, Jochen, und Franziska Scholl, 2013: Ernsthafter Fach-  
austausch bei hoher Konflikterwartung: Einschätzungen zur  
Konsultation des Netzentwicklungsplans Strom 2012 durch Be-  
teiligte. Berlin. Freie Universität Berlin, online: [http://userpage.fu-berlin.de/~jroose/RooseScholl2013\\_FachaustauschKonflikterwartung.pdf](http://userpage.fu-berlin.de/~jroose/RooseScholl2013_FachaustauschKonflikterwartung.pdf).

Slovic, Paul, 1987: Perception of Risk. Science 236: S. 280-285

## Autoren



Jun.-Prof. Dr. Jochen Roose leitet den Arbeitsbereich Soziologie europäischer Gesellschaften an der Freien Universität Berlin. Seine Forschungsinteressen sind Partizipation, sozial-ökologische Transformation, Transnationalisierung in Europa und Methoden der empirischen Sozialforschung. In einem Projekt forscht er zu den „Erwartungen

und Einschätzungen zur Stromnetzentwicklungsplanung bei Beteiligten“.



Franziska Scholl studiert im Masterstudiengang Soziologie – Europäische Gesellschaften an der Freien Universität Berlin und arbeitete bis April 2013 am Arbeitsbereich Soziologie europäischer Gesellschaften als studentische Mitarbeiterin. In ihrer Abschlussarbeit beschäftigt sie sich mit dem Konsultationsprozess zum Strom-

netzentwicklungsplan aus Sicht von Beteiligten.

### **Kontakt:**

Freie Universität Berlin

Institut für Soziologie

Garystraße 55

14195 Berlin

E-Mail: [jochen.roose@fu-berlin.de](mailto:jochen.roose@fu-berlin.de)

## NETZENTWICKLUNGSPLAN (NEP) STROM

- Seit 2012
- Jährlich
- Grundlagen legt das Energiewirtschaftsgesetz (EnWG) fest
- 8 Stufiger Prozess
  - Erstellen des Szenariorahmens
  - Konsultation des Szenariorahmens
  - Erarbeitung des ersten Entwurfes des Netzentwicklungsplans
  - Konsultation des ersten Entwurfs des Netzentwicklungsplans
  - Überarbeitung des ersten Entwurfs des Netzentwicklungsplans
  - Überprüfung des zweiten Entwurfs des Netzentwicklungsplans und strategische Umweltprüfung
  - Konsultation des finalen Entwurfs des Netzentwicklungsplans
  - Bestätigung des Netzentwicklungsplans
- Übertragungsnetzbetreiber (Amprion GmbH, TenneT TSO GmbH, 50 Hertz Transmission GmbH, TransnetBW GmbH) erarbeiten Netzentwicklungsplan (Umfang des Ausbaus)
- Verantwortliche Behörde ist die Bundesnetzagentur, sie überprüft und genehmigt, veranlasst strategische Umweltprüfung und hängt Umweltbericht an Netzentwicklungsplan
- Öffentlichkeit, wie z.B. Bürgerinitiativen, Stadtwerke, Privatpersonen usw. können Stellung nehmen (die drei Konsultationen gehen in Netzentwicklungsplan mit ein)
- Geht als ein Entwurf eines Bundesbedarfsplans mindestens alle 3 Jahre an die Bundesregierung, die wiederum übergibt ihn an den Bundesgesetzgeber ➡ Bundesbedarfsplan



## TAGUNGSBERICHT

Christine Plückers, Gregor Dürrenberger

# AUSBAU DER STROMNETZE – EINE GESELLSCHAFTLICHE HERAUSFORDERUNG

Rückblick auf den 18. Science Brunch der Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation am 15.05.2013 im Restaurant Belvoirpark in Zürich



Die Forschungsstiftung Mobilkommunikation organisiert zweimal jährlich den „Science Brunch“. Bei diesen halbtägigen Diskussionsveranstaltungen geht es um aktuelle Themen im Bereich der elektromagnetischen Felder (EMF). Im Zuge der Erweiterung ihrer Aktivitäten, die nun das gesamte Spektrum der elektromagnetischen Felder (0 Hz – 300 GHz) umfassen und nicht nur hochfrequente Felder und speziell Mobilfunkfrequenzen, hat die Forschungsstiftung ihren Namen auf „Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation (FSM)“ erweitert. Unter diesem Namen hat sie ihren ersten Science Brunch zum Thema Stromnetze am 15.05.2013 in Zürich veranstaltet.

Die Energiepolitik der Schweiz wurde durch den schweren nuklearen Unfall in Fukushima-Daiichi 2011 entscheidend beeinflusst. Daraufhin hat die Schweizer Regierung 2011 eine grundlegende Überprüfung der künftigen Schweizer Energieversorgung veranlasst und beschlossen, dass im Bereich Elektrizität die fünf bestehenden Kernkraftwerke (sie tragen 40 % zur inländischen Stromproduktion bei) am Ende ihrer sicherheitstechnischen Betriebsdauer stillgelegt und auch nicht durch neue ersetzt werden sollen. Die so entfallenen 40 % Erzeugungskapazität müssen durch Stärkung der Energieeffizienz, Förderung erneuerbarer Energien und Umbau der Netze kompensiert werden.<sup>1</sup> Demnach

wird die Energiewende zu einer dezentralen und zeitlich stärker schwankenden Stromproduktion (z.B. Windenergie oder Photovoltaik) führen, was die Lastflüsse im Übertragungs- und Verteilernetz verändern wird. Zudem werden die gegenwärtigen schweizerischen Übertragungsleitungen den künftigen Anforderungen nur noch teilweise genügen. Entsprechende Anpassungen des Stromnetzes sind für eine nachhaltige Stromversorgung notwendig.

Der Aus- und Umbau des Stromnetzes findet unterschiedlichen Wiederhall in Bevölkerung, Politik und Medien. *Alle wollen Strom, v.a. sauberen, ökologisch erzeugten Strom, aber niemand will die Netzinfrastruktur.* Bedenken und Kontroversen betreffen etwa die Wahl zwischen Freileitungen und Erdkabeln, die Frage der Entwertung von Grundstücken, oder mögliche Gefährdungen der Gesundheit durch EMF. Der politische Umgang mit diesen Widerständen und Ansichten wie auch das Finden demokratisch akzeptierter und wirtschaftlicher Lösungen ist somit ein entscheidender Faktor, ob die Energiewende gelingen kann oder nicht.

Die Veranstaltung vom Mai 2013 thematisierte den Ausbau der Stromnetze in der Schweiz im Hinblick auf die gesellschaftlichen Herausforderungen. Hierbei sollte die Notwendigkeit und der Bedarf des Netzausbaus im Kontext der Energiewende dargestellt wie auch die Bedeutung von Partizipation und politischer Konsensfindung für die Akzeptanz und Realisierung des zukünftigen Stromnetzes diskutiert werden.

Im Vorfeld wurden die Teilnehmer gebeten, drei Fragen zu beantworten, um die verschiedenen Meinungen und Interessen zu diesem doch sehr umfangreichen Themenkomplex einschätzen zu können:

1. Welches sind die größten Herausforderungen beim Ausbau der Stromnetze?
2. Hinsichtlich der Akzeptanz von Hochspannungsleitungen: Welche Bedeutung spielen Ihrer Meinung nach gesundheitliche Sorgen wegen der Magnetfelder der Leitungen?
3. Welches sind spezifische Anliegen/Fragen, die man in der Veranstaltung diskutieren/ beantwortet haben möchte?

<sup>1</sup> Dr. Steinmann, Walter, 2013: Schweiz: Die Energiestrategie 2050 als neuer Anknüpfungspunkt. S. 8-11 in e/m/w Zeitschrift für Energie, Markt, Wettbewerb 1/2013

Anhand der Antworten<sup>2</sup> war zu erkennen, dass die Teilnehmenden zum Teil recht ähnliche Meinungen und Interessen hatten. Zwei wesentliche Schwerpunkte, die sich bei den Antworten herauskristallisierten, waren die technische und zeitliche Umsetzbarkeit der Netzanpassungen und insbesondere die Akzeptanz der Bevölkerung im Hinblick auf den Bau neuer Leitungen. Vor allem aber wollten die Teilnehmer mehr über die Herausforderungen des Stromnetzausbaus in der Schweiz erfahren.



Geladene Vortragende waren Herr Christian Schaffner, der Leiter der Sektion Netze des BFE, Frau Bettina von Kupsch aus der Geschäftsleitung von Swissgrid, Herr Jean-Francois Steiert, SP Nationalrat und Präsident des Vereins „Hochspannungsleitungen unter den Boden“ und Herr Tony Kaiser, Mitglied der Geschäftsleitung des Energie-Trialog und Präsident der Eidg. Energieforschungskommission (CORE).

In seinem Einführungsreferat stellte Herr Schaffner die Strategie Stromnetze des Bundes dar. Er vermittelte einen Überblick über den Status und das weitere Vorgehen zur Realisierung der Energiewende. Seiner Meinung nach sind die größten Herausforderungen beim Stromnetzausbau die fehlende Akzeptanz in der Bevölkerung für Freileitungen, ein fehlendes Gesamtkonzept für das künftige Smart Grid und eine fehlende Strategie des Ausbaus erneuerbarer Stromquellen. Die Hauptaufmerksamkeit seines Vortrags lag auf der Vorstellung der Energiestrategie 2050<sup>3</sup>, speziell die Strategie Stromnetze. Schaffner ging dabei auf die Herausforderungen, die Zielsetzungen, das NOVA Prinzip (Netzoptimierung vor Verstärkung und Ausbau) und die Abläufe (Verfahrensbeschleunigungen) ein. Er berichtete außerdem über die Ergebnisse der Übertragungsnetzstudie wie auch der Verteilernetzstudie und stellte den unterschiedlichen Handlungsbedarf beider Bereiche dar: Auf der Stufe Übertragung wird das Netz wesentlich durch den internationalen Stromhandel belastet und Engpässe zeigen sich beim Abtransport von

inländisch produzierter Energie aus Wasserkraft. Auf der Stufe Verteilernetze gilt es, auch aus Kostengründen, intelligente Netze (Smart Grids) einzuführen sowie Netzmengenerhöhungen auf den Ebenen 4 und 6 zu realisieren. Verkabelungen werden primär auf den tiefen Spannungsebenen durchgeführt. Auf der Höchstspannungsebene sollen sie die Ausnahme bleiben.

Die nationale Netzgesellschaft Swissgrid ist für den sicheren Betrieb, die Finanzierung und den Bau des Schweizer Höchstspannungsnetzes verantwortlich. Anfang 2013 ist dieses vollständig in den Besitz von Swissgrid übergegangen. Frau von Kupsch stellte in ihrem Impulsreferat die Herausforderung Versorgungssicherheit aus Netzbetreibersicht dar, nicht nur im Kontext des eigenen Landes, sondern auch mit der Verknüpfung zur Europäischen Union. Zwar fließen 11 % des europäischen Stroms durch die Schweiz und zudem ist die Schweiz in der Lage, durch ihre Pumpspeicherkraftwerke Energie zwischenspeichern, aber gemäß Frau von Kupsch benötigt die EU die Schweiz nicht zwingend, um ihre Stromversorgung zu gewährleisten. Jedoch braucht die Schweiz die EU, um im Winterhalbjahr wegen der tiefen Pegelstände in den Speicherseen die Stromversorgung durch Stromimport zu sichern. Von Kupsch betonte, wie wichtig die Anbindung an die europäische Stromversorgung sei, und dass die Schweiz in die internationalen Stromverhandlungen mit einbezogen sei. An Hand von Modellen zeigte sie, dass das Schweizer Stromnetz an Kapazitätsengpässen leidet, um Verbrauchsspitzen zwischen den im Süden liegenden Pumpspeicherkraftwerken und den Kernkraftwerken im Norden auszugleichen. Jedoch betonte sie auch, dass gegenwärtig eine Anpassung der Leitungen noch ausreichen würde, um die Engpässe zu beseitigen (Leitungen hochspannen, 220 kV auf 380 kV). Ein weiterer Themenschwerpunkt im Referat von Frau von Kupsch betraf Erdkabel. Sie zeigte auf, dass es zwar Praxistests und Versuchskabel für den Bereich der Übertragungsnetze gibt, dass aber, aus nationaler Sicht betrachtet, die Verlegung von Erdkabeln im Verteilernetz vorrangig wäre. Ein weiterer wichtiger Punkt war auch, dass Swissgrid ein schnelleres Bewilligungsverfahren für den Bau von Übertragungsleitungen fordert.

Herr Steiert stellte in seinem Impulsreferat die Netzstrategie aus Sicht einer NGO dar. Die hsub.ch ist eine gesamtschweizerische, politisch breit verankerte Vereinigung mit dem Ziel der Bodenverlegung von Hochspannungsleitungen. Die NGO hat auch schon erste Erfolge vor Gericht erzielt. Die Motive der HSUB zur Forderung der Bodenverlegung von Hochspannungsleitungen sind der Landschaftsschutz, der Strahlenschutz und die Reduzierung von Stromverlusten. In seinem Vortrag bemängelte Steiert u.a., dass die schweizerische Netzstrategie dem Stromhandel gegenüber der Versorgungssicherheit zu viel Bedeutung gebe, und dass eine Übergewichtung der Einspracherechte vorläge. Darüber hinaus bemängelte er, dass die Verkabelungstechnik zu stiefmütterlich behandelt werde und die gesamtgesellschaftlichen Kosten bzw. Nutzen nicht umfassend berücksichtigt

2 [http://www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/3\\_angebot/veranstaltungen/SciBr18\\_handout.pdf](http://www.emf.ethz.ch/fileadmin/redaktion/public/downloads/3_angebot/veranstaltungen/SciBr18_handout.pdf)

3 Informationen dazu unter <http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/>

würden. Einer Straffung der Bewilligungsverfahren steht Steiert nicht ablehnend gegenüber, aber dies soll einhergehen mit einem Ausbau der Partizipationsrechte.

In dem letzten Impulsreferat berichtete Herr Kaiser über den Stakeholder-Dialog, der als Chance für die Akzeptanz von Strominfrastrukturen gesehen werden kann. Im Rahmen dieses Stakeholder-Dialogs stellte er den Energie-Trialog-Schweiz vor, in dem sich Personen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft auf die Suche nach Lösungen für eine nachhaltige und wettbewerbsfähige Energiepolitik machen. Dabei stellte er die von ihnen über drei Jahre (2007-2009) erarbeitete „Energie Strategie 2050“<sup>4</sup> mit Vorschlägen für eine langfristig ausgelegte Energiepolitik vor sowie die gegenwärtig noch laufende Initiative zur Beurteilung der vom Bund vorgeschlagenen Maßnahmen zur Energiewende „Neue Energiepolitik“<sup>5</sup> (2012-2013).

## Fazit

Folgende Punkte können als Take-Home Botschaften des 18. Science Brunch über den Ausbau der Stromnetze aufgelistet werden:

- Zielkontext Energiestrategie 2050: (i) das Verteilnetz soll schrittweise an die künftigen Produktionsbedingungen angepasst und intelligent gemacht werden. Das Smart Grid ist auch (oder gar primär) aus Kostengründen ein Gebot der Stunde; (ii) das Übertragungsnetz soll für die Stromimporte (mässig) ausgebaut werden.
- Es gilt, das Gesamtsystem Produktion, Verteilung, Speicherung und Nachfrage zu optimieren. Nicht nur Kapazitäten in Form von kW sondern auch Mengen in Form von kWh müssen smart werden, wenn die Energiewende gelingen soll. Smart Grid Lösungen erfordern ein neues Strommarkt-Design oder, plakativ gesagt: smart markets.
- Netzbau: (i) aus Sicht von BFE und Netzbetreibern sind kürzere Bewilligungsfristen nötig, um ein ausreichend leistungsfähiges Netz für die Zukunft zu garantieren; (ii) aus Sicht mancher Anwohner und von NGOs ist es wichtig, dass zukünftig verkürzte Verfahren nicht mit einem Abbau von Rechten (Einsprachen – besser noch: Ausbau in Richtung demokratische Mitsprache) erkauf werden.
- Das bedeutet: (i) in der Schweiz sollte schnell ein politischer Konsens über die Bewilligungspraxis gefunden werden; (ii) bei konkreten Projekten müssen die betroffenen Akteursgruppen frühzeitig einbezogen werden. Dialoge garantieren zwar weder Konsens noch Akzeptanz, aber ohne Dialog sind beide garantiert nicht erreichbar.

4 [http://www.energetrialog.ch/cm\\_data/Grundlagenbericht.pdf](http://www.energetrialog.ch/cm_data/Grundlagenbericht.pdf)

5 <http://www.energetrialog.ch/de/p52000172.html>

## WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

Die Präsentationen vom 18. Science Brunch sind auf der Webseite der FSM verfügbar: <http://www.emf.ethz.ch/de/angebot/veranstaltungen/science-brunches/science-brunch-18/>.

Informationen über die Organisationen der Vortragenden unter:

- Bundesamt für Energie BFE: <http://www.bfe.admin.ch/>.
- Swissgrid AG: <http://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home.html>.
- Hochspannung unter dem Boden, HSUB: <http://www.htst.ch/>.
- Energie-Trialog Schweiz: <http://www.energetrialog.ch/>.

## Autoren



Christine Plückers ist Diplom Biologin und Mitarbeiterin der WIK-Arbeitsgruppe „EMF und Umwelt“. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen insbesondere im Bereich der Informations- und Beratungsaktivitäten wie auch in der Erstellung und Redaktion von EMF Brief und EMF Spectrum.

### Kontakt:

Christine Plückers  
WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH  
Rhöndorfer Str. 68, 53604 Bad Honnef  
E-Mail: [c.plueckers@wik.org](mailto:c.plueckers@wik.org)  
[www.wik-emf.org](http://www.wik-emf.org)



Dr. Gregor Dürrenberger ist Geschäftsleiter der Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation (FSM). Promotion in Naturwissenschaften an der ETH Zürich. Spezialisiert auf Umwelt- und Risikoforschung.

### Kontakt:

Dr. Gregor Dürrenberger  
Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation c/o ETH Zürich  
Gloriastr. 35, CH-8092 Zürich  
E-Mail: [gregor@emf.ethz.ch](mailto:gregor@emf.ethz.ch)  
[www.emf.ethz.ch](http://www.emf.ethz.ch)

## IMPRESSUM

### Herausgeber:

Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und  
Kommunikationsdienste GmbH (WIK)  
Rhöndorfer Straße 68, D-53604 Bad Honnef  
HRB: Amtsgericht Siegburg, 7225  
Tel. 02224-9225-0, Fax 02224-9335-63  
info@wik.org, <http://www.wik.org>, <http://www.wik-emf.org>

**Verantwortlich:** Dr. Franz Büllingen

**Redaktion:** Christine Plückers

### Urheberrechte:

Namentlich gekennzeichnete Texte geben nicht unbedingt die  
Meinung der Redaktion wieder. Für den Inhalt der Texte sind die  
jeweiligen Autoren verantwortlich.

Nachdruck und Reproduktion sind erwünscht. Wir bitten um  
Quellenangabe und vorherige Information der Redaktion.

### Entwurf:

LoeschHundLiepold Kommunikation GmbH, München

**ISSN: 2190-9393**

### Bildnachweis:

Titel: IZMF e.V., fotolia.de  
S. 3, 6: IZMF e.V.  
S. 7, 8: IMST GmbH  
S. 13: fotolia.de  
S. 17: WIK GmbH  
S.18: FSM

**Erscheinungsweise:** 3-4 x jährlich

**Auflage:** 500 Exemplare

### Hinweis:

Trotz sorgfältiger inhaltlicher Kontrolle übernehmen wir keine Haftung für  
die Inhalte von Internetseiten, auf die wir verweisen. Für den Inhalt der  
verlinkten Seiten sind ausschließlich deren Betreiber verantwortlich.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages