

# EMF SPECTRUM

Information der Arbeitsgruppe EMF & Umwelt



## RISIKOMANAGEMENT

- Novellierung der 26. BImSchV
- Wirkungen extrem niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder im 50/60 Hz-Bereich

## GRUNDLAGENWISSEN

Schweiz: Neue Energiestrategie 2050 – Bedeutung für das Schweizer Stromnetz

## RISIKOKOMMUNIKATION

Freileitung oder Kabel?  
Bewertungsschema erleichtert die systematische Beurteilung von Leitungsprojekten

## TAGUNGSBERICHT

BioEM 2013 in Thessaloniki

# INHALT

---

03

RISIKOMANAGEMENT

Novellierung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) und Anpassung der Vorschriften für die Erteilung von Standortbescheinigungen für Funkanlagen (BEMFV)

---

07

RISIKOMANAGEMENT

Wirkungen extrem niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder im 50/60 Hz-Bereich

---

11

GRUNDLAGENWISSEN

Schweiz: Neue Energiestrategie 2050 – Bedeutung für das Schweizer Stromnetz

---

17

RISIKOKOMMUNIKATION

Freileitung oder Kabel? Bewertungsschema erleichtert die systematische Beurteilung von Leitungsprojekten

---

21

TAGUNGSBERICHT

BioEM 2013: Dritte gemeinsame Tagung der Bioelectromagnetics Society (BEMS) und der European Bioelectromagnetics Association (EBEA) in Thessaloniki

---

## RISIKOMANAGEMENT

Annette Pütz

# NOVELLIERUNG DER VERORDNUNG ÜBER ELEKTROMAGNETISCHE FELDER (26. BImSchV) UND ANPASSUNG DER VORSCHRIFTEN FÜR DIE ERTEILUNG VON STANDORTBESCHEINIGUNGEN FÜR FUNKANLAGEN (BEMFV)



Am 22. August 2013 ist die Verordnung zur Änderung der Vorschriften über elektromagnetische Felder (Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV) und das telekommunikationsrechtliche Nachweisverfahren (Verordnung über das Nachweisverfahren zur Begrenzung elektromagnetischer Felder – BEMFV) in Kraft getreten.<sup>1</sup>

Die Verordnung über elektromagnetische Felder (26. BImSchV) regelt die Grenzwerte für elektrische und magnetische Felder von Niederfrequenzanlagen, wie z.B. Hochspannungsleitungen, und elektromagnetische Felder von Funkanlagen, den sog. Hochfrequenzanlagen. Die bislang bestehende und seit ihrem Inkrafttreten Anfang 1997 nicht geänderte Verordnung bedurfte der Anpassung an wissenschaftliche, technische und gesellschaftliche Entwicklungen. Insbesondere aufgrund der technischen Weiterentwicklung der drahtlosen Informations- und Kommunikationsverfahren nimmt die Exposition durch elektromagnetische

Felder seit Jahren zu. Beispiele hierfür sind die Weiterentwicklung der Mobilfunktechnik durch LTE (Long Term Evolution)<sup>2</sup> und der Aufbau des digitalen Behördenfunks für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) mit einem digitalen Funksystem nach dem TETRA-Standard.<sup>3</sup> Daneben sind alle Anwendungsbereiche elektrischer Energie – wie insbesondere die Stromübertragung – mit niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern verbunden. Insofern stellt der im Rahmen des Energiekonzepts der Bundesregierung notwendige Aus- und Umbau des Stromnetzes eine große Herausforderung dar. Die Verordnung in ihrer ursprünglichen Fassung blieb hinter der Empfehlung des Rates der Europäischen Union vom 12. Juni 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (1999/519/EG) zurück.

<sup>2</sup> LTE ist eine Weiterentwicklung des Mobilfunkstandards, der schnelle Datenübermittlung ermöglicht.

<sup>3</sup> Statusbericht der Strahlenschutzkommission, Elektromagnetische Felder neuer Technologien, verabschiedet in der Sitzung der Strahlenschutzkommission am 11./12.07.2013.



## Regelungslücken werden geschlossen

Bisherige Regelungslücken, die sich insbesondere aus dem beschränkten Anwendungsbereich ergaben, wurden geschlossen. Dazu wurde der Anwendungsbereich der Verordnung auf alle Frequenzen von 0 bis 300 Gigahertz und auf Anlagen, die privat oder hoheitlich betrieben werden, erweitert. Damit gelten die Grenzwerte jetzt auch für die ortsfesten Anlagen des Digitalfunks der Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS). Auch die im Bereich der Bundeswehr betriebenen Funkanlagen fallen nunmehr in den Anwendungsbereich der Verordnung. Im Bereich der Stromübertragung ist folgende Änderung von besonderer Bedeutung: Die Verordnung schließt nun auch die neue Technologie der Hochspannungsgleichstromübertragung, die sog. HGÜ-Leitungen, ein. Für diese Leitungen gab es bislang keine Grenzwerte.

Allerdings gilt die 26. BImSchV nur für ortsfest betriebene Anlagen. Die immer mehr im Alltag eingesetzten Geräte mit Funkanwendungen, Haushaltsgeräte oder auch die häuslichen Elektroinstallationen werden auch künftig nicht vom Anwendungsbereich der 26. BImSchV erfasst. Deren Sicherheit und gesundheitliche Unschädlichkeit werden über die europaweit harmonisierten Regelungen zur Geräte- und Produktsicherheit gewährleistet. Die Strahlenschutzkommission hat jedoch auf Anpassungsbedarfe in der Produktnormung hingewiesen.<sup>4</sup> Hier sind die Normungsgremien gefordert, die aufgezeigten Normungsdefizite abzubauen.

Zur Durchsetzung der telekommunikationsrechtlichen Vorschriften erhält die Bundesnetzagentur eine Ahndungsmöglichkeit für Verstöße gegen Regelungen aus der BEMFV.

## Weniger Bürokratie

Mit der Novelle sinkt für Anlagenbetreiber und Aufsichtsbehörden auch deren bürokratischer Aufwand. Bislang musste der Betreiber einer Sendefunkanlage deren Inbetriebnahme oder wesentliche Änderung zwei Wochen im Voraus der zuständigen Behörde und der Bundesnetzagentur anzeigen. Demnächst können die für die zuständigen Landes-Immissionsschutzbehörden wichtigen Informationen über Standortdaten von Funkanlagen durch Zugriff auf die Datenbank der Bundesnetzagentur abgerufen werden. Dies macht die bisherigen Anzeigepflichten für Funkanlagenbetreiber gegenüber den Landesbehörden entbehrlich. Die Bundesnetzagentur hat ihre Datenbank zu diesem Zwecke bereits weiterentwickelt. Die zuständigen Immissionsschutzbehörden hatten unlängst die Gelegenheit, sich mit der Anwendung der erweiterten Datenbank

vertraut zu machen. Die geplanten Änderungen der BEMFV, die das Verfahren zur Erteilung von Standortbescheinigungen für ortsfest betriebene Funkanlagen regelt, sind teilweise Folgeänderungen und dienen der besseren Synchronisierung beider Regelwerke.

Neben dieser Entbürokratisierungsmaßnahme wird eine Deminimis-Regelung für Funkanlagen mit 100 Milliwatt Sendeleistung oder weniger eingeführt. Bei diesen Funkanlagen kleiner Leistung wird auch bei Summation der Strahlungsleistung keine Gesundheitsgefährdung vermutet. Sie werden daher zukünftig nicht mehr berücksichtigt. Das fördert den Ausbau, insbesondere der Mobilfunknetze, mit sogenannten Femto-Zellen.<sup>5</sup> Gerade schwierige Ortslagen wie z. B. Tunnel und Großbauten in Stahlbetonbauweise können versorgt werden und in Bereichen mit höchster Auslastung kann der (Daten-)Verkehr gezielt abgeführt werden. Diese Maßnahmen dienen einerseits der besseren Versorgung mit Mobilfunkdiensten, andererseits aber auch der Verminderung elektromagnetischer Immission.

Die Vorschriften zum Schutz von Trägern aktiver Körperhilfen (z. B. Herzschrittmacher) wurden bei der Novellierung beibehalten, da nicht absehbar ist, wie viele Altgeräte noch implantiert sind. Deshalb wurden die Verweise auf einschlägige Standardisierungsnormen an die heute maßgeblichen aus dem Bereich des Arbeitsschutzes angepasst. Zukünftig jedoch sollen aktive Körperhilfen ohne diesen besonderen Schutz auskommen und mit der Konformitätserklärung den zugesicherten störsicheren Betrieb gewährleisten. Eine entsprechende Prüfung durch das Bundesministerium für Gesundheit (BMG) ist für die Zukunft vorgesehen.

Amateurfunkanlagen lösen teilweise, oft der Größe der Antennen geschuldet, Befürchtungen über die gesundheitlichen Auswirkungen der in unmittelbarer Nachbarschaft befindlichen Sendeanlagen aus. Damit Funkamateure öffentlichkeitswirksam die Einhaltung der Grenzwerte und die behördliche Kontrolle belegen können, ist eine Aufnahmemöglichkeit dieser Anlagen in die EMF-Datenbank<sup>6</sup> der Bundesnetzagentur vorgesehen.

## Vorsorge- und Grenzwertkonzept für Niederfrequenzanlagen

Den Regelungen der 26. BImSchV liegt ein Vorsorge- und Grenzwertkonzept für Niederfrequenzanlagen zugrunde, das den Schutz der Bevölkerung sicherstellt, gleichzeitig aber den Ausbau der Stromnetze nicht unangemessen erschwert. Basis der Grenzwerte sind die Empfehlungen der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP).

<sup>4</sup> Grundsätze bei der Ableitung von Emissionsstandards bei gleichzeitig betriebenen Feldquellen, Empfehlung der Strahlenschutzkommission, Verabschiedet in der 214. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 23.02.2007, BAnz Nr. 127 vom 10.07.2007.

<sup>5</sup> Femto =  $10^{-15}$ , ein Billionstel; hier: eine Funkzelle mit geringer räumlicher Ausdehnung.

<sup>6</sup> Das Standortverfahren <http://emf2.bundesnetzagentur.de/> und das Informationsportal zu Sendeanlagen <http://emf3.bundesnetzagentur.de/karte/Default.aspx>.

## 26. VERORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES BUNDES-IMMISSIONSSCHUTZGESETZES (26. BImSchV)

<u>Zweck:</u>	Schutz und Vorsorge vor möglichen Gesundheitsrisiken durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder
<u>Einführung der Verordnung:</u>	16.12.1996, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt (BGBl.) Teil I 1996 Nr. 66 S. 1966 ff. vom 20.12.1996, Inkrafttreten 01.01.1997
<u>Novellierung:</u>	14.08.2013, veröffentlicht im BGBl. Teil I 2013 Nr. 50 S. 3259 ff. vom 21.08.2013, Inkrafttreten 22.08.2013
<u>Grund der Novellierung:</u>	Anpassung an den heutigen technischen, wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Entwicklungsstand, seit 1997 nicht geändert, blieb in ihrer ursprünglichen Fassung hinter der Empfehlung des Rates der Europäischen Union vom 12. Juni 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (1999/519/EG) zurück
<u>Grundlage:</u>	Empfehlung der Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung (ICNIRP), der Weltgesundheitsorganisation (WHO) und der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK)
<u>Anwendungsbereich:</u>	Ortsfeste, gewerbliche, private und hoheitliche Hochfrequenz-, Niederfrequenz- und Gleichstromanlagen (0 – 300 GHz)

## VERORDNUNG ÜBER DAS NACHWEISVERFAHREN ZUR BEGRENZUNG ELEKTROMAGNETISCHER FELDER (BEMFV)

<u>Zweck:</u>	Regelt das Nachweisverfahren zur Gewährleistung des Schutzes von Personen in den durch den Betrieb von ortsfesten Funkanlagen entstehenden elektromagnetischen Feldern
<u>Einführung der Verordnung:</u>	20.08.2002, BGBl. Teil I 2002 Nr. 60 S. 3366 ff. vom 27.08.2002, Inkrafttreten 28.08.2002
<u>Novellierung:</u>	14.08.2013, BGBl. Teil I 2013 Nr. 50 S. 3259 ff. vom 21.08.2013, Inkrafttreten 22.08.2013 (vorherige Änderungen durch Artikel 2 Absatz 142 und Artikel 4 Absatz 118 des Gesetzes vom 7.08.2013 (BGBl. I S. 3154) und Artikel 3 Absatz 20 des Gesetzes vom 07.07.2005 (BGBl. I S. 1970))

Diese hat im Jahr 2010 ihre Grenzwertempfehlung anhand aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse überarbeitet.<sup>7</sup> Zum einen wurde der Grenzwert des elektrischen Feldes für den Bahnstrom (16,7 Hertz) halbiert. Dem wurde in der Verordnung gefolgt. Zum anderen hat die ICNIRP ihre Grenzwertempfehlung für das magnetische Feld im Frequenzbereich, der auch für die Stromübertragung genutzt wird (50 Hertz), von 100 auf 200 Mikrottesla angehoben. Das Grenzwert- und Vorsorgekonzept der Änderungsverordnung umfasst folgende Eckpunkte:

- Der bisherige Grenzwert für das magnetische Feld bei 50 Hertz von 100 Mikrottesla bleibt unverändert. Der Empfehlung der ICNIRP, dass aufgrund verbesserter Dosimetrie und Messtechnik der Grenzwert auf 200 Mikrottesla erhöht werden kann, wird nicht gefolgt.
- Betreiber von Niederfrequenzanlagen werden verpflichtet, die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehende nichtionisierende Strahlung nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren. Diese allge-

meine Minimierungspflicht ist noch durch eine allgemeine Verwaltungsvorschrift zu konkretisieren.

- Werden neue Stromtrassen errichtet, dürfen die Stromleitungen mit einer Spannung von 220 Kilovolt oder mehr Wohngebäude nicht mehr überspannen.

Gerade dieser Teil der Neuregelung wurde innerhalb der Bundesregierung und mit den am Gesetzgebungsverfahren beteiligten Ländern und den im Verfahren anzuhörenden Verbänden und beteiligten Kreisen intensiv diskutiert. Der infolge der Energiewende anstehende massive Ausbau der Stromnetze ist eine enorme gesamtgesellschaftliche Herausforderung. Widerstreitende Interessen – u. a. möglichst niedrige Grenzwerte und ein zügiger Netzausbau – waren dabei in Einklang zu bringen. Mit dem in den neuen Regelungen gefundenen Kompromiss ist es gelungen, für den Stromnetzausbau der kommenden Jahre belastbare Rahmenbedingungen zu schaffen, die die aktuellen internationalen wissenschaftlichen Empfehlungen zum Schutz der Bevölkerung vor nichtionisierender Strahlung berücksichtigen und auch den Interessen der Gesellschaft an einer sicheren und bezahlbaren Energieversorgung entsprechen.

<sup>7</sup> Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric and Magnetic Fields (1 Hz – 100 kHz), Health Physics 99 (6): 818-836; 2010.

## Mehr Vorsorge bei Funkanlagen?

Die Grenzwerte der bisherigen Verordnung im Bereich der Hochfrequenzanlagen wurden beibehalten, da es keine über das Deutsche Mobilfunkforschungsprogramm hinausgehenden neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse gibt, die diese Grenzwerte in Frage stellen.<sup>8,9</sup>

## Beteiligung der Kommunen – § 7a

Auf Wunsch der Länder ist der Verordnungstext im Rahmen des Bundesratsverfahrens um ein Kernelement der freiwilligen Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber von 2001<sup>10</sup> ergänzt worden, das die Verbesserung der Kooperation zwischen Mobilfunknetzbetreibern und den Kommunen durch Intensivierung der Kommunikation betrifft. So sieht bereits die Selbstverpflichtung vor, dass die Mobilfunknetzbetreiber die Kommunen über die beabsichtigte Errichtung von Sendeanlagen unterrichten und sie – unter Diskussion von Standortalternativen – verbindlich in die Standortauswahl mit einbeziehen. Die seit Jahren im Rahmen der Umsetzung der freiwilligen Selbstverpflichtung etablierten Kommunikationsprozesse erhalten mit dem neuen § 7a der 26. BImSchV eine verordnungsrechtliche Bestätigung.

## Ausblick

Eine nun anstehende Herausforderung wird die Erarbeitung der allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) gemäß § 4 Absatz 2 der 26. BImSchV zur Konkretisierung der neu geregelten Minimierungspflicht für Betreiber von Niederfrequenzanlagen sein. Die Verabschiedung der AVV bedarf ähnlich einer Rechtsverordnung eines förmlichen Verfahrens, das auch die Beteiligung des Bundesrates vorsieht.

Die überwiegenden Regelungen der 26. BImSchV und der BEMFV sind bereits seit dem Jahre 1997 bzw. seit dem Jahre 2002 in Kraft und werden seitdem wirksam durch die Bundesländer vollzogen. Wesentlich dazu beigetragen haben die vom

Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI) erarbeiteten „Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung)“<sup>11</sup>. Zur Überarbeitung der Durchführungshinweise zur Anpassung an die Neuregelungen wird der LAI in Kürze eine ad-hoc Arbeitsgruppe einrichten.

<sup>11</sup> Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung) in der überarbeiteten Fassung gemäß Beschluss des Länderausschusses für Immissionsschutz, 107. Sitzung, 15. bis 17. März 2004, <http://www.lai-immissionsschutz.de/servlet/is/20170/>

<sup>8</sup> Deutsches Mobilfunkforschungsprogramm: <http://www.emf-forschungsprogramm.de/>

<sup>9</sup> Siehe hierzu auch: Unterrichtungen durch die Bundesregierung: Vierter Bericht der Bundesregierung über die Forschungsergebnisse in Bezug auf Emissionsminderungsmöglichkeiten der gesamten Mobilfunktechnologie und in Bezug auf gesundheitliche Auswirkungen, BT-Drucksache 17/4408 vom 12.01.2011 und Fünfter Bericht der Bundesregierung über die Forschungsergebnisse in Bezug auf Emissionsminderungsmöglichkeiten der gesamten Mobilfunktechnologie und in Bezug auf gesundheitliche Auswirkungen, BT-Drucksache 17/12027 vom 03.01.2013.

<sup>10</sup> Selbstverpflichtung der Mobilfunknetzbetreiber, Berlin, 5.12.2001, Maßnahmen zur Verbesserung von Sicherheit und Verbraucher-, Umwelt- und Gesundheitsschutz, Information und vertrauensbildende Maßnahmen beim Ausbau der Mobilfunknetze, [http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/selbstverpflichtung-der-mobilfunkbetreiber-vom-05122001/?tx\\_ttnews%5BbackPid%5D=1384](http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/selbstverpflichtung-der-mobilfunkbetreiber-vom-05122001/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=1384)

## Autorin



**Annette Pütz** ist seit 2002 im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit tätig und seit dem Jahr 2006 im Referat RS II 1 M – Strahlenschutzrecht – mit Fragen des Rechts der nichtionisierenden Strahlung befasst.

### Kontakt:

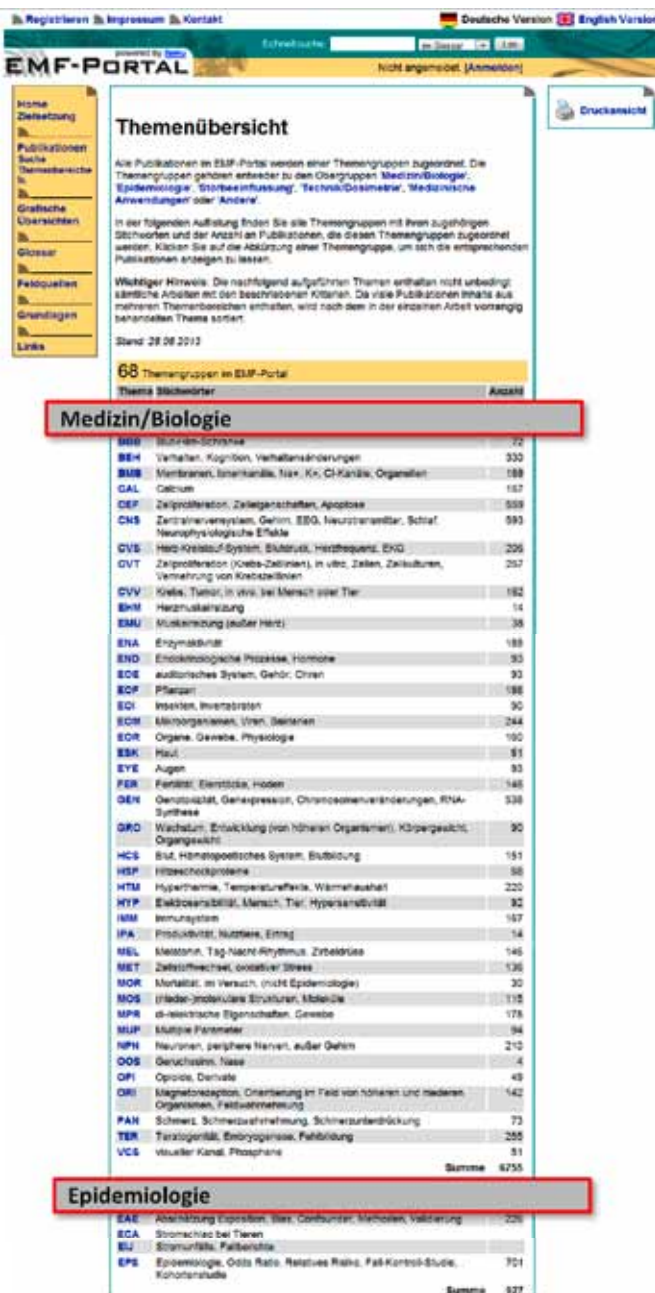
Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit  
Referat RS II 1 M  
Strahlenschutzrecht  
Robert-Schuman-Platz 3, 53175 Bonn

E-Mail: [annette.puetz@bmu.bund.de](mailto:annette.puetz@bmu.bund.de)

Sarah Drießen, Dagmar Dechent, Tanja Emonds, Frank Gollnick, David Gräfrath, Anne-Kathrin Petri

# WIRKUNGEN EXTREM NIEDERFREQUENTER ELEKTRISCHER UND MAGNETISCHER FELDER IM 50/60 HZ-BEREICH

EMF-Portal bietet einen Überblick



The screenshot shows the EMF-Portal website interface. At the top, there are navigation links for 'Registrieren', 'Impressum', and 'Kontakt', along with language options for 'Deutsche Version' and 'English Version'. The main content area is titled 'Themenübersicht' and contains introductory text about the portal's structure and a list of 68 thematic groups. Two groups are highlighted with red boxes: 'Medizin/Biologie' and 'Epidemiologie'.

Thema	Anzahl	
<b>Medizin/Biologie</b>	<b>675</b>	
MBB	Schreib-Schreibe	72
MBH	Verhalten, Kognition, Verhaltensänderungen	330
MBM	Membranen, Ionenkanäle, Ionen, K+, Cl-Kanäle, Organellen	188
CAL	Calcium	167
CEP	Zellproliferation, Zelligenschaften, Apoptose	339
CNS	Zentralnervensystem, Gehirn, EEG, Neurotransmitter, Schlaf, Neuropsychologische Effekte	593
CVS	Herz-Kreislauf-System, Blutdruck, Herzfrequenz, EKG	206
DVT	Zellproliferation (Krebs-Zelllinien), in vitro, Zellen, Zellkulturen, Vermehrung von Krebszellen	257
CVV	Krebs, Tumor, in vivo, bei Mensch oder Tier	182
BHM	Herzschrittmacher	14
EMU	Muskelerregung (außer Herz)	38
ENA	Enzymaktivität	189
END	Endokrinologische Prozesse, Hormone	93
ODE	auditorisches System, Gehör, Ohren	93
OPF	Pflanzen	186
OCI	Insekten, Invertebraten	90
OCM	Microorganismen, Viren, Bakterien	244
OCR	Organe, Gewebe, Physiologie	190
ESK	Haut	81
EYE	Augen	93
FER	Fermente, Enzyme, Hormone	148
GER	Genexpression, Genexpression, Chromosomenveränderungen, RNA-Synthese	338
GRD	Wachstum, Entwicklung (von höheren Organismen), Körpergewicht, Organgewicht	90
HCS	Immunologisches System, Entzündung	151
HSP	Hitzeschockproteine	58
HTM	Hyperthermie, Temperatureffekte, Wärmehaushalt	220
HYP	Elektronenabilität, Mensch, Tier, Hyperaktivität	92
IMM	Immunsystem	167
IPA	Produktivität, Nutztiere, Eitrig	14
MEL	Melatonin, Tag-Nacht-Rhythmus, Zirbeldrüse	146
MET	Zellstoffwechsel, oxidativer Stress	136
MOR	Mortalität, im Versuch, (nicht Epidemiologie)	30
MOS	Molekularbiologie, Struktur, Moleküle	118
MPR	ab-Weirische Eigenschaften, Gewebe	178
MUP	Multiple Parameter	94
NPH	Neuronen, periphere Nerven, außer Gehirn	210
OOS	Geruchssinn, Nase	4
OPI	Opiode, Derivate	49
ORI	Magnetorezeption, Orientierung im Feld von höheren und niederen Organismen, Feldwahrnehmung	142
PAN	Schmerz, Schmerzwahrnehmung, Schmerzmittelentwicklung	73
TER	Teratogenität, Embryonalentwicklung, Fehlbildung	255
VCS	visueller Kanal, Photophore	81
<b>Summe</b>	<b>675</b>	
<b>Epidemiologie</b>	<b>927</b>	
EAE	Abstraktion Exposition, Bias, Confounding, Interaktion, Validierung	226
ECA	Stromschlag bei Tieren	1
EU	Stromfälle, Fallberichte	1
EPS	Epidemiologie, Odds Ratio, Relatives Risiko, Fall-Kontroll-Studie, Kohortenstudie	701
<b>Summe</b>	<b>927</b>	

Abbildung 1: Ausschnitt der Themengruppen

In Deutschland werden in den nächsten Jahren aufgrund der Energiewende viele neue Hochspannungsfreileitungen gebaut, wobei der in den norddeutschen Offshore-Windparks erzeugte Strom über neue Trassen zu den industriestarken südlicheren Regionen (vornehmlich Nordrhein-Westfalen, Baden-Württemberg oder Bayern) transportiert werden muss. Dies hat bereits heftige Diskussionen in der Bevölkerung zu den gesundheitlichen Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder ausgelöst. Darüber hinaus wirft auch die zunehmende Nutzung der Elektromobilität zusätzliche Fragen zur gesundheitlichen Verträglichkeit auf.

Die möglichst vollständige Sammlung, Darstellung und Auswertung wissenschaftlicher Forschungsergebnisse trägt wesentlich zur Versachlichung der Diskussion und zur neutralen Information bei. Dabei ist es wichtig, dass alle Studien und ihre Ergebnisse zugänglich gemacht werden und Interessierte die Möglichkeit haben, Inhalte und Ergebnisse nachvollziehen zu können. Dieses Ziel verfolgt die Internet-Plattform EMF-Portal ([www.emf-portal.org](http://www.emf-portal.org)), die seit 2005 wissenschaftliche Informationen zu den Wirkungen elektromagnetischer Felder bereitstellt. Hier werden wissenschaftliche Studien aus Zeitschriften, die das sogenannte peer-reviewed Verfahren anwenden, inhaltlich zusammengefasst und dem Nutzer in deutscher und englischer Sprache kostenlos zur Verfügung gestellt.

Die abschließende Bewertung konsistenter Wirkungen bleibt ein zeitaufwendiger Prozess, der einen umfassenden Überblick über die wissenschaftliche Literatur zur elektromagnetischen Umweltverträglichkeit erfordert (s.u.). Darüber hinaus müssen neue Entwicklungen in der Wissenschaft und aktuelle Erkenntnisse aus der Forschung sowie die Diskussionen darüber zeitnah erkannt und analysiert werden. Nur wenn alle Gruppierungen durch umfassende Informationen fachkundig und kontinuierlich unterrichtet sind, kann ein kompetenter Diskurs geführt werden.



## EMF-Portal: Übersicht zur Studienlage

Das EMF-Portal bietet unter dem Menüpunkt „Themenbereiche“ eine Übersicht über die Kategorisierung von mehr als 18.000 Publikationen zu den Wirkungen elektromagnetischer Felder (Abbildung 1). Zu den Wirkungen extrem niederfrequenter Felder im 50/60 Hz-Bereich liegen 1586 experimentelle und 405 epidemiologische Studien vor (Stand: August 2013). Eine erste Sondierung der Datenlage hat ergeben, dass Untersuchungsschwerpunkte bei den experimentellen Studien *in vitro*-Studien sind, die sich mit der Zellproliferation, Apoptose und Zelleigenschaften (n=244 Studien) sowie mit Genotoxizität/Genexpression (n=188) beschäftigen. Wirkungen auf das Zentralnervensystem (n=98) und Verhalten/Kognition (n=90) wurden ebenfalls häufig untersucht. Eine Übersicht über die häufigsten untersuchten Endpunkte in experimentellen Studien liefert Abbildung 2.

Bei den epidemiologischen Studien ist Kinderleukämie der Endpunkt, der am häufigsten untersucht wurde (71 Studien), gefolgt von Leukämie/Lymphom bei Erwachsenen (n=65), Hirntumor (n=59), Brustkrebs (n=57) und Hirn-/ZNS-Tumor bei Kindern (n=56). Abbildung 3 liefert einen Überblick über die häufigsten untersuchten Endpunkte in epidemiologischen Studien. Es sei allerdings darauf verwiesen, dass es sich bei beiden Darstellungen um eine erste grobe und nicht abgeschlossene Sondierung der aktuellen Studienlage handelt. Eine genaue Analyse des kompletten Datenbestands erfolgt derzeit im Rahmen eines Forschungsvorhabens (s.u.).

Für den Nutzer des EMF-Portals sind die Studien aus dem 50/60 Hz-Bereich am einfachsten über das Suche-Modul zu finden. Die Suche lässt sich nicht nur nach Autoren, Erscheinungsjahr und Schlagwörtern eingrenzen, sondern auch nach dem Frequenzbereich der Netzfrequenz (50/60 Hz) und nach einzelnen Themengruppen.

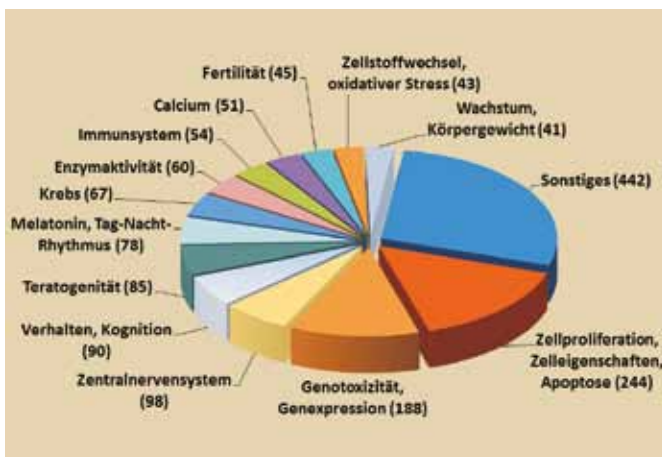


Abbildung 2: Übersicht über experimentelle Studien im 50/60 Hz-Bereich

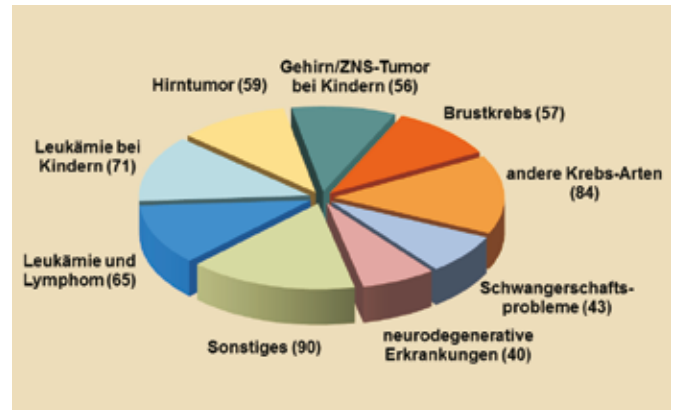
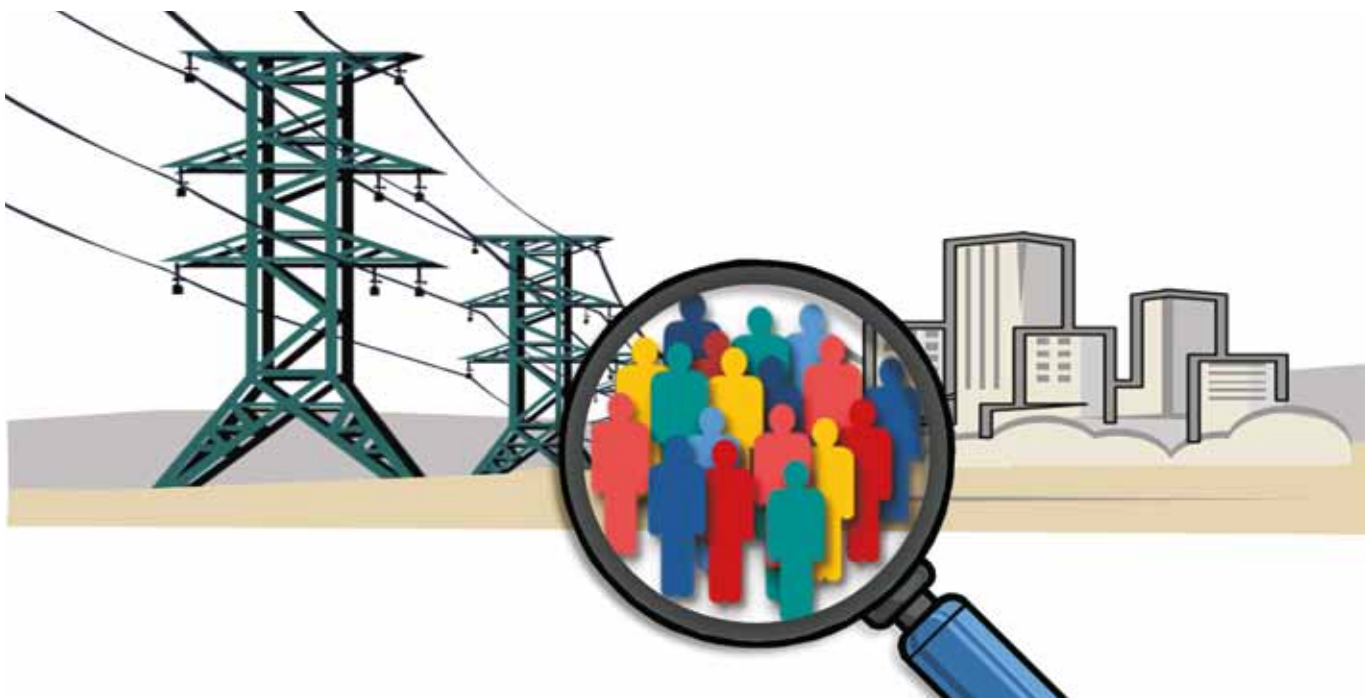


Abbildung 3: Übersicht über epidemiologische Studien im 50/60 Hz-Bereich

## Bewertung von Studienergebnissen

Zur Abschätzung und für den Nachweis von Wirkungen elektromagnetischer Felder auf den Organismus bzw. die Gesundheit müssen sowohl sogenannte epidemiologische Studien als auch experimentelle medizinisch/biologische Studien herangezogen werden, wobei jeder Studientyp bestimmte Vor- und Nachteile bietet, die bei einer abschließenden Bewertung berücksichtigt werden müssen. Der Vorteil epidemiologischer Studien und experimenteller Untersuchungen direkt am Menschen beispielsweise liegt in ihrem direkten Bezug zum Menschen, wohingegen kleine Stichproben, eine oft unzureichende retrospektive Datensammlung und eine oftmals mangelnde statistische Aussagekraft die Nachteile solcher Studien sind. Darüber hinaus kann die Ursächlichkeit einer Erkrankung durch einen Umweltfaktor, zum Beispiel elektromagnetische Felder, mittels epidemiologischer Studien nur schwer belegt werden. Deswegen müssen zusätzlich *in vitro*-Studien und tierexperimentelle Studien durchgeführt werden, um beobachtete mögliche Wirkungen zu bestätigen, Wirkungsmechanismen aufzudecken und Hypothesen zu überprüfen. Tier- und *in vitro*-Studien liefern aufgrund der Möglichkeit einer standardisierten Durchführung im Labor mit großen Stichproben oft verlässlichere Ergebnisse, insbesondere bezüglich schwacher und somit schwieriger nachweisbarer Wirkungen, als epidemiologische Untersuchungen. Ihr Nachteil besteht aber wiederum in der begrenzten Übertragbarkeit der Ergebnisse auf den Menschen. Zum Nachweis eines konsistenten Effekts müssen deswegen immer die Ergebnisse aller Studientypen herangezogen und verglichen werden. Nur wenn die Ergebnisse der einzelnen Studientypen (d.h. epidemiologischer, tierexperimenteller und *in vitro*-Studien) überwiegend konsistente Hinweise auf dieselben Wirkungen liefern, kann von einem wissenschaftlich belegten Zusammenhang gesprochen werden. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass eine Wirkung nicht zwangsläufig auch eine gesundheitliche Beeinträchtigung bedeutet.





Eine abschließende Bewertung einer eventuellen gesundheitlichen Wirkung elektrischer, magnetischer oder elektromagnetischer Felder ist ein zeitaufwendiger und schwieriger Prozess, der nur von entsprechenden Expertengremien durchgeführt werden kann. Im Laufe eines solchen Prozesses müssen alle Publikationen aller Studientypen (*in vitro*, tierexperimentelle, epidemiologische etc.) eines bestimmten Frequenzbereiches und mit bestimmten Endpunkten gesammelt und in Hinblick auf ihre individuelle Qualität (z.B. Dosimetrie, Studiendesign, Probengröße, Statistik), Reproduzierbarkeit der Ergebnisse und Vergleichbarkeit mit anderen Studien bewertet werden. Behörden und Institutionen, die solche Bewertungsprozesse durchführen, sind zum Beispiel die Strahlenschutzkommission (SSK), das Bundesamt für Strahlenschutz oder auf internationaler Ebene die Weltgesundheitsorganisation (WHO), die „International Agency for Research on Cancer“ (IARC), die „International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection“ (ICNIRP) oder der „Wissenschaftlicher Ausschuss für neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“ (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR)).

## Kinderleukämie

Eine Frage, die besonders häufig diskutiert wird, ist die nach einem möglichen Zusammenhang zwischen extrem niederfrequenten Magnetfeldern und dem Auftreten von Kinderleukämie. Bei Kindern zeigten Ergebnisse epidemiologischer Studien ein erhöhtes Risiko für Kinderleukämie bei magnetischen Flussdichten über 0,3-0,4  $\mu\text{T}$ . Aufgrund dieser Studien stufte

das internationale Krebsforschungszentrum (IARC) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) niederfrequente Magnetfelder in die Klasse 2B „möglicherweise krebserregend“ ein (2002 und 2007). Allerdings ist die Aussagekraft von epidemiologischen Studien durch methodische Probleme, wie beispielsweise Selektionsbias (eine systematische Verzerrung durch ein unterschiedliches Teilnahmeverhalten von Fall- und Kontrollgruppe) eingeschränkt (siehe oben, Bewertung von Studienergebnissen). Zudem wurde bisher kein zugrundeliegender Wirkungsmechanismus aufgedeckt, der die Entstehung von Leukämie bei schwachen Magnetfeldern erklären könnte. Die Ergebnisse der epidemiologischen Studien konnten durch tierexperimentelle Studien ebenfalls nicht bestätigt werden.<sup>1</sup>

Leukämie im Kindesalter ist eine vergleichsweise seltene Krankheit (weltweit etwa 49.000 Neuerkrankungen pro Jahr, in Deutschland ca. 600 Fälle pro Jahr), deren Ursachen weitgehend unbekannt sind. Eine häusliche Exposition bei magnetischen Flussdichten von mehr als 0,3  $\mu\text{T}$  ist ebenfalls sehr selten (nur ca. 1-4 % der Kinder betroffen) und setzt sich zu einem Drittel aus Quellen außerhalb der Wohnungen (z.B. Hochspannungsfreileitungen) und zu zwei Dritteln aus häuslichen Quellen wie z.B. Haushaltsgeräten zusammen. Die WHO hat 2007 die Durchführung von neuen gepoolten Analysen unter Einbeziehung der neueren epidemiologischen Studien zu Kinderleukämie und Magnetfeldern, die Entwicklung von transgenen Tiermodellen zur Untersuchung der Kinderleukämie mit

<sup>1</sup> WHO (2007). Electromagnetic fields and public health - Exposure to extremely low frequency fields. WHO Factsheets 322

extrem niederfrequenten Magnetfeldern sowie die mögliche kokarzinogene Wirkung von Magnetfeldern mit hoher Priorität eingestuft.<sup>2</sup>

Forschung findet derzeit z.B. im Rahmen des europäischen Gemeinschaftsprojekts ARIMMORA (Advanced Research on Interaction Mechanisms of electroMagnetic exposures with Organisms for Risk Assessment) statt, das im 7. Forschungsrahmenprogramm von der Europäischen Kommission gefördert wird. Ziel des Projekts ist es, den möglichen Wirkungsmechanismus von niederfrequenten Magnetfeldern auf die Entstehung von Krebs, insbesondere Kinderleukämie, mit Hilfe von neuartigen experimentellen und computergestützten Methoden sowie weiterentwickelten zell- und tierexperimentellen Untersuchungen unter genau definierten Expositionsbedingungen zu untersuchen. An dem Projekt (Beginn: Oktober 2011) sind Forschergruppen aus Deutschland, der Schweiz, Frankreich, Italien, Spanien und Israel beteiligt.<sup>3</sup>

Weitere Details zum Thema Krebs und Kinderleukämie sowie der aktuelle wissenschaftliche Kenntnisstand über die allgemeinen Auswirkungen elektrischer und magnetischer Felder von Stromleitungen aus medizinischer Sicht mit den entsprechenden Bewertungen internationaler Kommissionen finden sich in einer ausführlichen Fachstellungnahme, die das Forschungszentrum für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit (*femu*) für die Bundesnetzagentur erstellt hat und die auf deren Internet-Seiten nachzulesen ist.<sup>4</sup>

## Ausblick

Derzeit wird am *femu* an einer umfassenden Analyse zur aktuellen Datenlage gearbeitet, indem alle Artikel aus dem 50/60 Hz-Bereich in Hinblick auf ihren untersuchten Endpunkt und die Expositionsdaten genau ausgewertet werden. Ziel des vom Bundesamt für Strahlenschutz geförderten Vorhabens ist es unter anderem, einen umfassenden Überblick über die Exposition der Bevölkerung bei niederfrequenten Feldern mit verlässlichen wissenschaftlichen Daten zu liefern sowie die komplette Breite der Literatur im Bereich der Umweltverträglichkeit im 50/60 Hz-Bereich übersichtlich darzustellen. Die Ergebnisse werden in Form interaktiver Grafiken zur Verfügung gestellt, wie dies derzeit schon für die Mobilfunkstudien und für die Studien zu den Wirkungen auf Kinder angeboten wird.<sup>5</sup> Auf diese Weise

soll dem Informationsbedürfnis von Bürgerinnen und Bürgern im Bereich der gesundheitlichen Wirkungen elektromagnetischer Felder Rechnung getragen werden. Gleichzeitig soll dies nationalen und internationalen Expertengremien bei der Grenzwertsetzung und Bewertung der gesundheitlichen Wirkungen elektromagnetischer Felder als Hilfsmittel dienen. Das Vorhaben läuft noch bis Mitte 2015. Erste Ergebnisse werden voraussichtlich Mitte 2014 auf den Seiten des EMF-Portals zu finden sein.

## Autorin



**Dr. rer. nat. Sarah Drießen** arbeitet am Forschungszentrum für elektromagnetische Umweltverträglichkeit (*femu*) an der RWTH Aachen und ist dort Projektleiterin des EMF-Portals.

### Kontakt:

Dr. Sarah Drießen  
Forschungszentrum für Elektro-Magnetische Umweltverträglichkeit (*femu*)  
Institut für Arbeitsmedizin und Sozialmedizin  
Universitätsklinikum der RWTH Aachen  
Pauwelsstr. 30  
D-52074 Aachen

E-Mail: [driessen@femu.rwth-aachen.de](mailto:driessen@femu.rwth-aachen.de)  
<http://www.emf-portal.de>

<sup>2</sup> WHO (2007) WHO Research Agenda for Extremely Low Frequency Fields; [http://www.who.int/peh-emf/research/elf\\_research\\_agenda\\_2007.pdf](http://www.who.int/peh-emf/research/elf_research_agenda_2007.pdf)

<sup>3</sup> <http://arimmora-fp7.eu/index.php?page=the-consortium>

<sup>4</sup> [http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/FemuFachstellungnahme.pdf;jsessionid=DB12BD7F343BAAEDA55BA9086B8060FA?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.netzausbau.de/SharedDocs/Downloads/DE/FemuFachstellungnahme.pdf;jsessionid=DB12BD7F343BAAEDA55BA9086B8060FA?__blob=publicationFile)

<sup>5</sup> <http://www.emf-portal.de/overviews.php?l=g>

## GRUNDLAGENWISSEN

Martin Michel

# SCHWEIZ: NEUE ENERGIESTRATEGIE 2050 – BEDEUTUNG FÜR DAS SCHWEIZER STROMNETZ



Bundesrat und Parlament haben sich im Laufe des Jahres 2011 für einen schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie ausgesprochen. Die bestehenden fünf Kernkraftwerke sollen am Ende ihrer sicherheitstechnischen Betriebsdauer stillgelegt und nicht durch neue Kernkraftwerke ersetzt werden. Dieser Entscheidung sowie weitere, seit Jahren zu beobachtende tiefgreifende Veränderungen im internationalen Energieumfeld bedingen einen sukzessiven Umbau der Schweizer Energieversorgung bis 2050. Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, setzt der Bundesrat im Rahmen der Energiestrategie 2050 auf mehr Energieeffizienz, den Ausbau der erneuerbaren Energien und soweit notwendig auf fossile Stromproduktion, auf Erneuerung, Aus- und Umbau der Stromnetze, sowie auf die Verstärkung der Energieforschung und der internationalen Zusammenarbeit im Energiebereich<sup>1</sup>.

Die Stromnetze sind als Bindeglied zwischen Produktion und Verbrauch ein Schlüsselement bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050. Sowohl im Bereich des Übertragungsnetzes als auch der Verteilnetze bestehen dabei große Herausforderungen im Aus- und Umbau.

## Herausforderungen im Bereich der Stromnetze

Der Großteil der schweizerischen Übertragungsleitungen ist mehr als 40 Jahre alt und genügt den heutigen Anforderungen nur noch teilweise. Ursprünglich waren die Leitungen für bedeutend kleinere Strommengen aus mehrheitlich zentralen Kraftwerken ausgelegt. Heute hingegen werden große Mengen Strom zwischen der Schweiz und anderen Ländern transportiert und eine wachsende Anzahl dezentraler Kraftwerke speist Strom aus erneuerbaren Energien ins Netz. Häufig ist deren Stromproduktion schwankend (beispielsweise bei Windenergie- oder Photovoltaikanlagen), was die zukünftige Regelung der Netze erschweren wird. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden und gleichzeitig eine hohe Versorgungssicherheit zu gewährleisten, muss die Stromnetzinfrastruktur in der Lage sein, folgende Herausforderungen zu bewältigen:

1. Für die Integration von dargebotsabhängig (witterungsabhängig) produziertem Strom aus erneuerbaren Energien muss die Flexibilität des Stromversorgungssystems als Ganzes erhöht werden. Dazu sind neben einer ausreichend dimensionierten und intelligenten Netzinfrastruktur eine in Ausnahmefällen mögliche Abregelung oder Abschaltung erneuerbarer Energien sowie zentrale und dezentrale Speicherkapazitäten von großer Bedeutung.
2. Das Schweizer Übertragungsnetz muss den Transport der in den inländischen Produktionszentren eingespeisten Energie zu den Verbrauchszentren ausreichend und sicher gewährleisten können. Zudem muss die Schweiz sowohl netz- als auch markttechnisch eng an Europa angebunden sein, um durch Importe und Exporte fluktuierende Einspeisungen aus erneuerbaren Energien weiträumig kompensieren und die Komplementarität der jeweiligen Kraftwerkparks nutzen zu können.
3. In einer verstärkt dezentralen Energieversorgungsstruktur kommt dem Zusammenspiel zwischen Übertragungsnetz und den Verteilnetzen eine große Bedeutung zu. Die Schnittstellen, der Informationsaustausch und die Verantwortlichkeiten zwischen der nationalen Netzgesellschaft Swissgrid (seit Januar 2013 Eigentümerin des 50-Hz-Übertragungsnetzes)

<sup>1</sup> Energiestrategie 2050, [www.energiestrategie2050.ch](http://www.energiestrategie2050.ch)



und den jeweiligen regionalen Verteilnetzbetreibern müssen entsprechend darauf ausgerichtet sein. Die Koordination zwischen der nationalen Netzgesellschaft und den Verteilnetzbetreibern muss nicht nur den Betrieb, sondern auch die Planung der Netze umfassen.

4. Die Verteilnetze müssen ausreichend dimensioniert und schrittweise zu intelligenten Netzen (Smart Grids) weiterentwickelt werden. Eine vermehrte Nutzung von Mess-, Informations-, Kommunikations- und Steuerungstechnik in den Verteilnetzen – auch Richtung Endverbraucher – ist erforderlich, um eine Vielzahl an dezentralen Einspeisungen kosteneffizient und ohne negative Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit integrieren zu können.
5. Der Ausbau der Stromnetze kommt insbesondere auf der Ebene der Übertragungsnetze nur schleppend voran. Gründe dafür sind unter anderem die mangelnde gesellschaftliche Akzeptanz von Netzinfrastrukturprojekten, lange Bewilligungsverfahren, umstrittene Entscheidungskriterien und die sog. „NIMBY“-Problematik (Not In My Back Yard).

### Strategie Stromnetze – Detailkonzept im Rahmen der Energiestrategie 2050

Für die Weiterentwicklung der Netze bestehen heute in der Schweiz keine verbindlichen übergeordneten Vorgaben von Seiten des Bundes. Angesichts dieser Ausgangslage sind klare energiepolitische Rahmenbedingungen für den Um- und Ausbau der Stromnetze dringend erforderlich. Diese sollen mit der Umsetzung der Strategie Stromnetze geschaffen werden<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Strategie Stromnetze; Detailkonzept im Rahmen der Energiestrategie 2050: <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/31000.pdf>

Grundlegendes Ziel der Strategie Stromnetze ist die bedarfs- und zeitgerechte Netzentwicklung, was durch eine erhöhte Planungssicherheit (grundsätzliche Vorgaben aus den Leitlinien), klare Rahmenbedingungen (energiewirtschaftlicher Szenariorahmen), erhöhte Akzeptanz (transparente Bedarfsermittlung mit Einbindung aller beteiligten Akteure und der Öffentlichkeit), erhöhte Investitionssicherheit (Vorab-Bestätigung des grundsätzlichen Bedarfs), optimierte räumliche Koordination mit frühzeitigem Einbezug der Kantone (insgesamt Anpassung des Netzentwicklungsprozesses) sowie durch eine Optimierung der Bewilligungsverfahren erreicht werden soll.

### Verbindliche Leitlinien für den Um- und Ausbau der Stromnetze

Die Leitlinien stellen die verbindlichen übergeordneten Vorgaben seitens des Bundes zu den erforderlichen Funktionalitäten der Netze und zur Abwägung von Schutz- und Nutzinteressen dar, um die Planungssicherheit zu erhöhen. Die Leitlinien sollen die bestehenden gesetzlichen Grundlagen ergänzen und die Zuständigkeiten der verschiedenen Beteiligten im Netzplanungsprozess festlegen. In der Weiterentwicklung der Netze müssen diese dann von den involvierten Akteuren berücksichtigt werden. Durch die verbindlichen Leitlinien erhalten die nationale Netzgesellschaft Swissgrid und die Verteilnetzbetreiber unter anderem Vorgaben:

- zur inländischen Versorgung,
- zur Anbindung an das europäische Verbundnetz und das künftige europäische Supergrid,
- zur Koordination der Akteure bei der Bedarfsermittlung,
- sowie zur überörtlichen räumlichen Koordination von Stromnetzen und Raum.

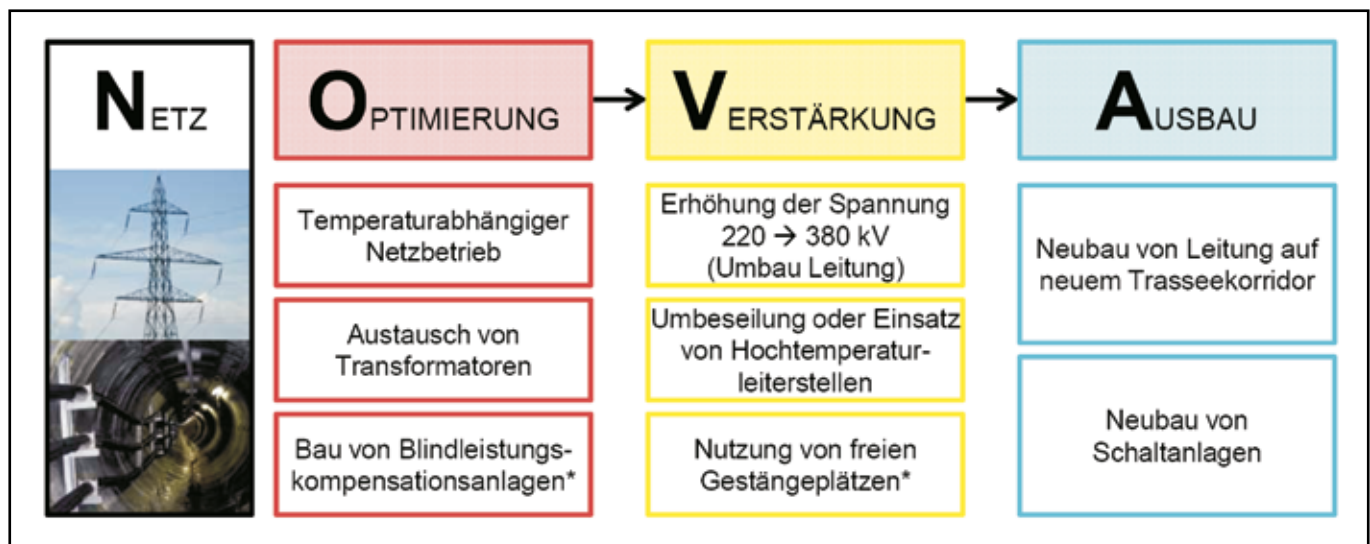


Abbildung 1: Das NOVA-Prinzip (Netzoptimierung vor -verstärkung, vor -ausbau) umgesetzt mit Beispielen im Übertragungsnetz

Geregelt werden außerdem

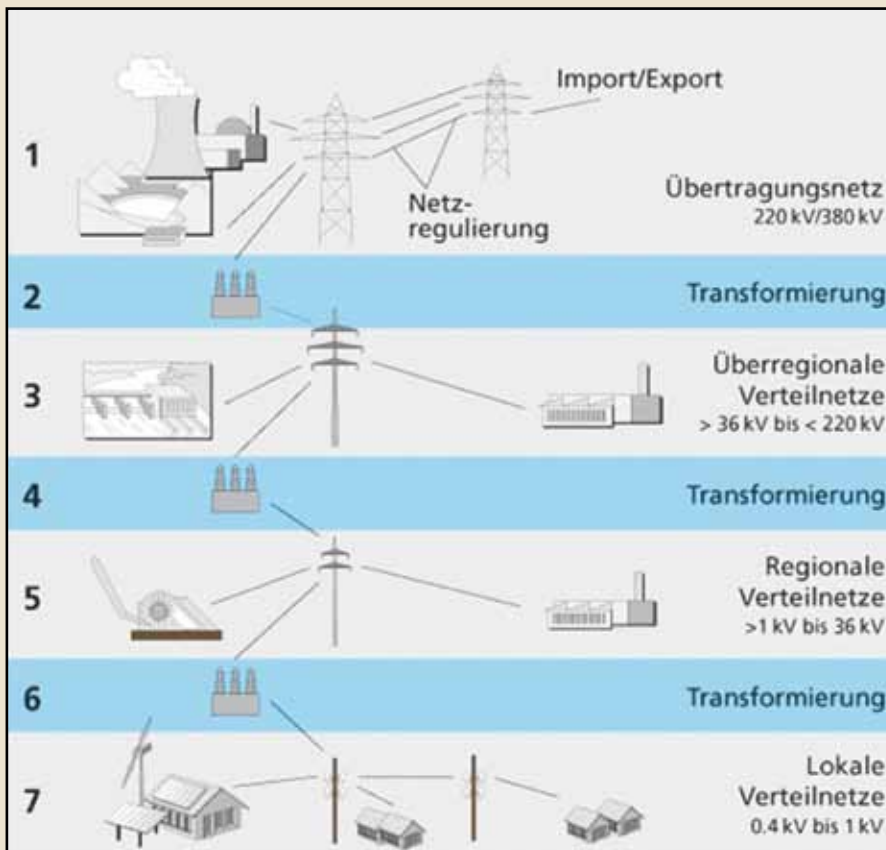
- die nationale Bedeutung der Stromnetze,
- die Interessenauslegung bei Projekten des Übertragungsnetzes (Netzebene 1),
- die spannungsebenenübergreifenden Ausgleichsmaßnahmen von Freileitungen,
- die Anrechenbarkeit von weiteren Kosten bei Netzprojekten,
- die Erprobung neuer Technologien durch Netzbetreiber (Smart Grid),
- die Mitwirkung, Information und Kommunikation bei Netzprojekten,
- die geographische Gesamtsicht des Elektrizitätsnetzes der Schweiz,
- sowie technische Netzplanungsgrundsätze.

Weiter wird festgelegt, dass neue Hochspannungsleitungen der Netzebenen 3, 5 und 7 (< 220kV) grundsätzlich als Erdkabel

auszuführen sind, sofern dies technisch möglich ist und die Gesamtkosten gegenüber den Kosten einer Freileitung einen bestimmten Faktor nicht überschreiten.

Ein weiteres wichtiges Kriterium in den Leitlinien ist auch die Netzoptimierung vor Netzverstärkung vor Netzausbau (NOVA-Prinzip). Für den bedarfsgerechten Netzausbau müssen die Netzbetreiber das sogenannte NOVA-Prinzip berücksichtigen, welches besagt, dass eine Netzoptimierung grundsätzlich einer Verstärkung vorzuziehen ist, die wiederum Priorität vor dem Netzausbau hat (Abbildung 1). Ein Ausbau des Stromnetzes soll erst dann stattfinden, wenn absehbar ist, dass ein sicheres und leistungsfähiges Stromnetz mit der Netzoptimierung und subsidiär der Netzverstärkung nicht gewährleistet werden kann. Ziel des NOVA-Prinzips ist es, einen möglichst haushälterischen Umgang mit Raum, Boden und finanziellen Mitteln zu fördern, und eine optimale Nutzung der bestehenden Infrastruktur sicherzustellen.

## NETZEBENEN



Die Schweizer Übertragungs- und Verteilnetze werden in vier Spannungsebenen und drei Transformationsebenen und damit in sieben Netzebenen aufgeteilt. Das Übertragungsnetz umfasst die Netzebene 1 (in der Regel entspricht dies dem 220/380 kV-Netz). Das Verteilnetz umfasst die Netzebenen 2 bis 7.

Quelle: Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE): [www.strom.ch](http://www.strom.ch)

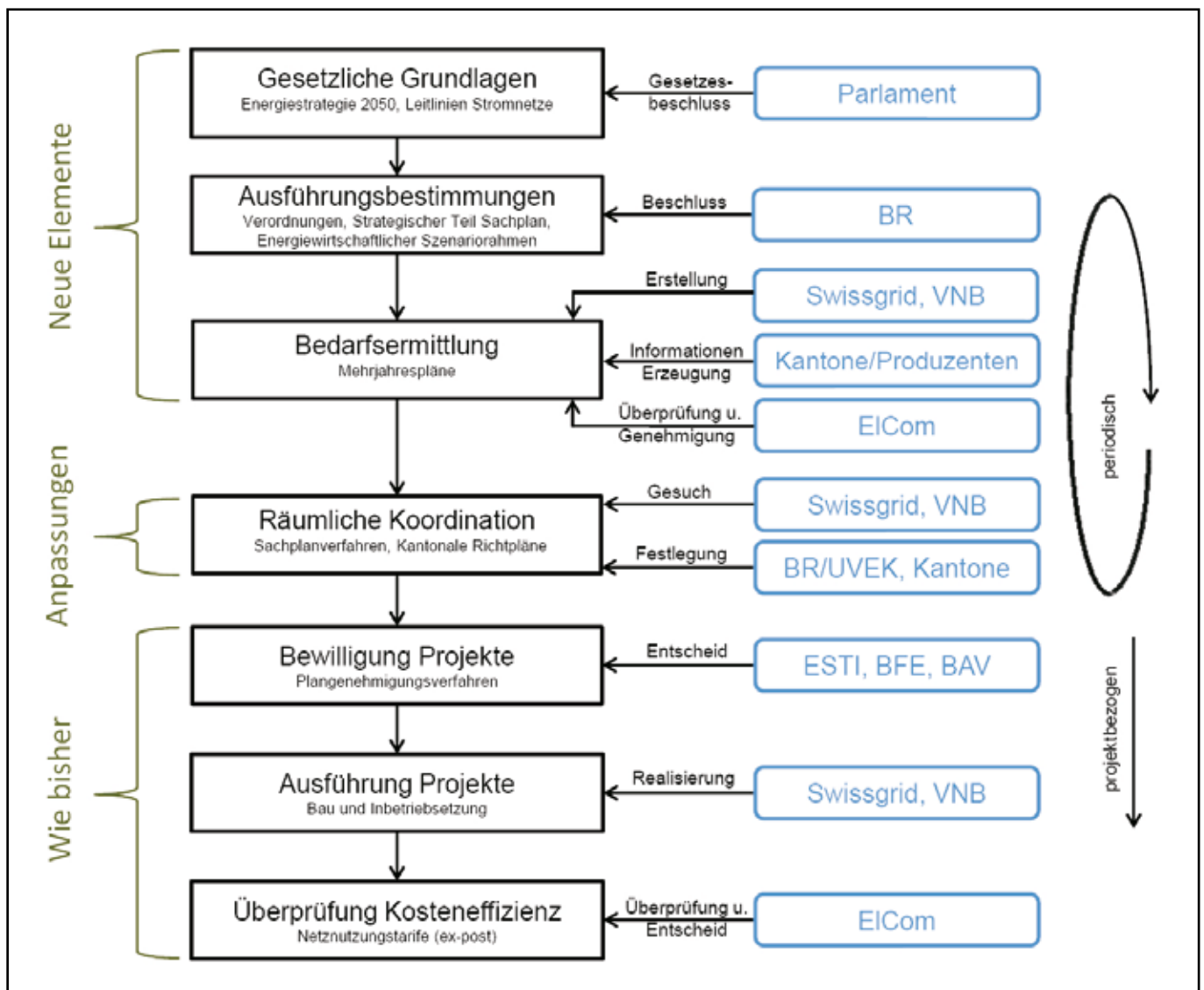


Abbildung 2: Übersicht über die Abläufe und involvierten Institutionen im Netzentwicklungsprozess 50 Hz und Gemeinschaftsleitungen 50 Hz/16,7 Hz

BR: Bundesrat  
 UEVK: Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation  
 BFE: Bundesamt für Energie  
 BAV: Bundesamt für Verkehr  
 VNB: Verteilernetzbetreiber  
 ESTI: Eidgenössisches Starkstrominspektorat  
 EICom: Eidgenössische Elektrizitätskommission

## Netzentwicklungsprozess

Ergänzend zu den Leitlinien und den rechtlichen Rahmenbedingungen, die neu geschaffen oder angepasst werden müssen, werden im Netzentwicklungsprozess die Abläufe und Verantwortlichkeiten für die Netzentwicklung definiert. Er wird in verschiedene Teilprozesse unter Einbezug aller betroffenen Akteure gegliedert (Abbildung 2).

- Rahmenbedingungen für eine transparente Bedarfsermittlung: Ein energiewirtschaftlicher Szenariorahmen, der den Netzbetreibern eine politisch abgestützte Grundlage für ihre Netzplanung gewährleistet (muss vom Bundesrat verabschiedet werden) soll vom Bundesamt für Energie (BFE) in enger Zusammenarbeit mit den wichtigsten Akteuren (u.a. Netz- und Kraftwerksbetreiber, die Eidgenössische Elektrizitätskommission (EICom), Kantone) erarbeitet und der



Öffentlichkeit zur Anhörung unterbreitet werden. Der Szenariorahmen enthält Annahmen über die energiewirtschaftlichen Entwicklungen (Stromverbrauch, Jahreshöchstlast usw.), die mindestens 10 Jahre in die Zukunft reichen und konsistent mit der europäischen Entwicklung sind. Dadurch können klare Rahmenbedingungen geschaffen werden, die die Akzeptanz für Leitungsprojekte durch einen transparenten Prozess der Bedarfsermittlung mit frühzeitiger Einbindung aller Beteiligten und der Öffentlichkeit (Konsultationen) erhöhen kann. Der Szenariorahmen wird periodisch alle 4 Jahre überprüft und bei Bedarf angepasst.

- **Regionale Koordination bei der Bedarfsermittlung:** Die Bedarfsermittlung für die Mehrjahresplanung der Netzebenen 1 bis 3 erfolgt durch die Netzbetreiber, bei der sie künftig die verbindlichen Leitlinien für den Aus- und Umbau der Stromnetze berücksichtigen müssen. Die Mehrjahrespläne enthalten die Bezeichnung der Projekte, eine Kurzbeschreibung der Projekte und der entsprechenden Betriebsmittel, den jeweiligen Investitionstyp, die aktuelle Projektphase, den aktuellen Verfahrensstatus, das Datum der geplanten Inbetriebsetzung sowie die geschätzten Kosten. Sie dienen als Planungsinstrument für die Netzbetreiber und werden von Ihnen für einen Zeithorizont von 10 Jahren erstellt und periodisch aktualisiert. Dabei sollen sich die beteiligten Akteure – insbesondere Swissgrid, die Verteilnetzbetreiber (VNB), die Kraftwerksbetreiber, die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB) und die Kantone – in energiewirtschaftlicher und netzplanerischer Hinsicht koordinieren. Die Vorab-Überprüfung des Bedarfs durch die EICom, gewährleistet zudem den Netzbetreibern eine höhere Investitionssicherheit. Die EICom überprüft und genehmigt die Mehrjahrespläne.
- **Räumliche Koordination:** Die räumliche Koordination erfolgt im Sachplanverfahren. Der Sachplan Übertragungsleitungen (SÜL) soll strategisch ausgerichtet und dabei zu einem neuen Sachplan Energienetze (SEN) ausgeweitet werden, der zu Beginn bei den Stromnetzen und später auf alle leitungsgebundenen Energien (auch Gas und Öl) angewendet werden soll. Im SEN-Verfahren wird die Netzplanung der Betreiber frühzeitig mit den kantonalen Planungen in einer überörtlichen Teilraumplanung koordiniert und zeitlich abgestimmt. Ziel ist es, die Netzinfrastruktur bestmöglich im Raum zu integrieren und dabei eine qualifizierte Interessenabwägung durchzuführen.

Im Bereich der Bewilligung und Ausführung der Projekte sind keine grundsätzlichen Änderungen vorgesehen, bis auf Maßnahmen, welche die Dauer der Plangenehmigungsverfahren verkürzen sollen. Auch die Überprüfung der Kosteneffizienz

wird wie bislang nach den alten Regelungen erfolgen. Bei der Bedarfsermittlung findet durch die EICom bereits eine Bestätigung des grundsätzlichen Bedarfs für die darin enthaltenen Projekte vor der Realisierung statt.

## Optimierung der Bewilligungsverfahren

Die rasche und vereinfachte Abwicklung von Bewilligungsverfahren für den Aus- und Umbau der elektrischen Leitungen ist eine weitere wichtige Voraussetzung für die zeitgerechte Umsetzung der Strategie Stromnetze. Deshalb wurde das BFE vom Bundesrat beauftragt, zusätzlich eine Verbesserung der Abläufe von Bewilligungsverfahren zu prüfen. Im Rahmen einer Arbeitsgruppe hat das BFE 36 Maßnahmen zur Verfahrensbeschleunigung identifiziert und zur Umsetzung bzw. zur Weiterverfolgung empfohlen.<sup>3</sup>

Als Beschleunigungsmaßnahmen mit direkter Auswirkung auf die Verfahrensdauer wurden die Beschränkung der Beschwerdemöglichkeit ans Bundesgericht auf Fragen von grundlegender Bedeutung in Bezug auf elektrische Leitungen und die Einführung von Ordnungsfristen zur Umsetzung empfohlen. Diese beiden Vorschläge sind Bestandteil des ersten Maßnahmenpakets der Energiestrategie 2050, zu welchem der Bundesrat die Botschaft am 04. September 2013 verabschiedet und dem Parlament zur Beratung überwiesen hat. Die entsprechenden Gesetzesänderungen sind damit eingeleitet.

## Aktueller Stand und Ausblick für die Schweiz

Der Bundesrat will bis Herbst 2014 die gesetzlichen Grundlagen für die künftige Entwicklung der schweizerischen Stromnetze vorlegen. Er hat das UVEK beauftragt, eine entsprechende Vernehmlassungsvorlage zu erarbeiten. Diese soll verbindliche Vorgaben für die Planung und die Prozesse der Netzentwicklung sowie für den Einbezug der Betroffenen definieren und so den zeit- und bedarfsgerechten Umbau und Ausbau der Stromnetze sicherstellen. Planung und Ausbau der Stromnetze erfolgten bis anhin auf der Grundlage der durch die einzelnen Netzbetreiber aus ihrer eigenen Optik festgelegten Bedürfnisse und den Vorgaben der Stromversorgungsgesetzgebung (Artikel 8, StromVG), wonach die Netzbetreiber für die Gewährleistung eines sicheren, leistungsfähigen und effizienten Netzes verantwortlich sind.

<sup>3</sup> Strategie Energienetze Arbeitsgruppe Rechtsfragen und Verfahren, Schlussbericht Beschleunigung der Bewilligungsverfahren: [http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de\\_623156256.pdf](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?extlang=de&name=de_623156256.pdf)

## Europäische Perspektive

Die Importabhängigkeit, die Gewährleistung der Versorgungssicherheit und die Nachhaltigkeitsziele der schweizerischen Energiepolitik machen eine enge Zusammenarbeit der Schweiz mit internationalen Energieorganisationen und ausländischen Energiebehörden unabdingbar.

Mit den Nachbarländern werden regelmäßige Kontakte auf Bundesrats- und Direktorenstufe gepflegt. Die breite Palette der Zusammenarbeitsbereiche erstreckt sich dabei von der Versorgungssicherheit bis hin zur Förderung erneuerbarer Energien, Fragen der Energieeffizienz und Forschungszusammenarbeit. In den Gesprächen mit der EU steht für die Schweiz die Absicherung ihrer Stellung im europäischen Energiemarkt im Vordergrund. Seit 2007 verhandelt sie zudem mit der EU über ein Stromabkommen: Fernziel der Verhandlungen ist ein umfassendes Energieabkommen mit der EU, welches neben Elektrizität auch Themen wie Energieinfrastruktur, Energieeffizienz und Erdgas umfassen soll. Im Herbst 2010 hat der Bundesrat das Schweizer Verhandlungsmandat erweitert. Dieses berücksichtigt nun die jüngsten Rechtsentwicklungen in der EU wie etwa das dritte Energiebinnenmarktpaket. Im Vordergrund steht dabei für beide Seiten die Versorgungssicherheit, die im stark vernetzten Energiebereich von keinem Land alleine erreicht werden kann. Das Abkommen soll deshalb den grenzüberschreitenden Stromhandel regeln, die Sicherheitsstandards harmonisieren, den freien Marktzugang absichern sowie die Mitgliedschaft der Schweiz in den verschiedenen Gremien garantieren. Das erweiterte Mandat ermöglicht es außerdem, die EU-Richtlinie zur Förderung von Energie aus erneuerbaren Quellen (RES-Richtlinie) in die Verhandlungen einzubeziehen. Damit würde sich die Schweiz im Bereich der erneuerbaren Energien europaweit vernetzen und positionieren, was der Schweizer Strom- und Cleantech-Branche neue Geschäftsfelder eröffnen kann. Die Richtlinie würde auch die gegenseitige Anerkennung von Herkunftsnachweisen für Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie Wasser, Wind oder Sonne mit sich bringen.

Die Strategie Stromnetze ist grundsätzlich vereinbar und verfolgt die gleiche Stoßrichtung wie die Rechtsgrundlagen der EU.

## Fazit

Die Umsetzung der Leitlinien und die Anpassung der Abläufe im Netzentwicklungsprozess sowie die Optimierung der Bewilligungsverfahren sollen sich positiv auf Verfahrensablauf und -dauer auswirken. Außerdem wird die Akzeptanz für den erforderlichen Netzausbau durch den frühzeitigen Einbezug der Öffentlichkeit und der Betroffenen in allen Phasen verstärkt.

Die Umsetzung der Strategie Stromnetze setzt Anpassungen bei bestehenden Gesetzen und Verordnungen voraus. Mit der Umsetzung der Strategie Stromnetze ist keine Verlagerung der bisherigen Planungskompetenzbereiche vorgesehen, sondern eine Netzplanung durch die Netzbetreiber unter klaren Rahmenbedingungen und nach klar definierten Vorgaben.

## Autor



**Martin Michel**, Dipl. Masch. Ing. FH / EMBA BFH ist Projektleiter der Strategie Stromnetze in der Sektion Netze des Bundesamtes für Energie (BFE) in Bern/Ittigen (CH). Im Rahmen der Energiestrategie 2050 soll die Strategie Stromnetze die Voraussetzungen für den sach- und zeitgerechten Aus- und Umbau der schweizerischen Stromnetze schaffen.

### Kontakt:

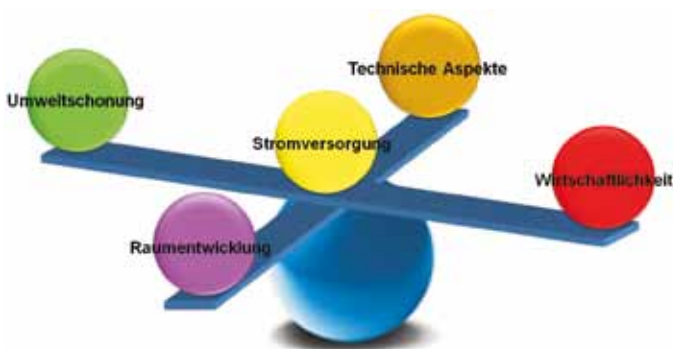
Martin Michel, Fachspezialist Netze  
Bundesamt für Energie BFE  
Mühlestrasse 4, 3063 Ittigen, Postadresse: 3003 Bern

E-Mail: [martin.michel@bfe.admin.ch](mailto:martin.michel@bfe.admin.ch)  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

## RISIKOKOMMUNIKATION

Cornelia Gogel

# FREILEITUNG ODER KABEL? BEWERTUNGSSCHEMA ERLEICHTERT DIE SYSTEMATISCHE BEURTEILUNG VON LEITUNGSPROJEKTEN



Das Schweizer Übertragungsnetz steht vor großen Herausforderungen: nachdem Bundesrat und Parlament 2011 den Atomausstieg und damit den Umbau der Schweizer Energieversorgung beschlossen haben, rücken die dezentrale Stromversorgung und smarte Technologien in den Vordergrund. Das Schweizer Stromnetz ist jedoch nicht genügend für die anstehenden Anforderungen ausgelegt – mehrheitlich ist es zwischen 40 und 50 Jahre alt und bedarf dringender Erneuerung und Ausbauten. Vorgesehen sind etwa 300 Kilometer neue Leitungen sowie die Sanierung von rund 1000 Kilometern bestehender Leitungen. Damit die verschiedenen Interessen, insbesondere von Seiten Raumplanung, Umwelt, Technik und Energiewirtschaft, beim Netzausbau angemessen berücksichtigt werden können, kommt bei der Beurteilung von Leitungskorridoren für Hochspannungsleitungen das Bewertungsschema Übertragungsleitungen<sup>1</sup> zum Einsatz. Eine erste Anwendung hat gezeigt, dass es praxistauglich ist und ein fundiertes Argumentarium zur Verfügung stellt, welches die Entscheidungsfindung auf fachlicher und politischer Ebene erleichtert.

Der Widerstand gegen Aus- und Neubauprojekte im Schweizer Übertragungsnetz ist vielerorts spürbar. Dies äußert sich dadurch, dass praktisch gegen jedes Vorhaben in diesem Zusammenhang Einsprachen von Betroffenen eingehen. Nicht selten wird erst in letzter Instanz, d.h. vor dem Bundesgericht endgültig

über das Vorhaben resp. die Einsprachen entschieden. Dadurch erfahren die Projekte Verzögerungen von teilweise bis zu zehn oder fünfzehn Jahren.

Die aktuellen Entwicklungen im Energiebereich stellen jedoch erhöhte und dringend an die Hand zu nehmende Herausforderungen an das Schweizer Übertragungsnetz. Die Erneuerung der Netzinfrastruktur ist deshalb in den nächsten Jahren unumgänglich. Mittels Informations- und Kommunikationstechnologien soll sie intelligenter und zu so genannten „Smart Grids“ ausgebaut werden. Als weitere Herausforderung stellt sich für die Schweiz die Anbindung an die geplanten neuen transeuropäischen Hochleistungsstromnetze (Supergrid bzw. Electricity Highways), die einen effizienten Stromtransport über große Distanzen ermöglichen sollen. Diesem Aspekt kommt angesichts des europaweiten Ausbaus der Erzeugungskapazitäten fluktuierender erneuerbarer Energien (insbesondere Wind und Photovoltaik), deren Produktionsstandorte sich oft fernab der Verbrauchszentren befinden, in Zukunft eine wichtige Rolle zu. Der Bundesrat hat deshalb bereits 2009 das strategische Netz 2015 definiert, um Lücken im Schweizer Stromnetz zu schließen. Die bis dahin zu realisierenden Projekte hat er im Sachplan Übertragungsleitungen (SÜL) festgelegt. Der SÜL ist das übergeordnete Planungs- und Koordinationsinstrument des Bundes für den Aus- und Neubau der Hochspannungsleitungen der allgemeinen Stromversorgung (Spannungsebenen 220-kV und 380-kV) und der Leitungen der Bahnstromversorgung (132-kV). Verantwortliche Leitbehörde für den SÜL ist das Bundesamt für Energie (BFE) in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Raumentwicklung (ARE).

### Vom Bedarf zur Plangenehmigung

Eine Hochspannungsleitung kann auch in der Schweiz nicht einfach auf die grüne Wiese gebaut werden. Es sind zwei Verfahren notwendig, bis schließlich eine Bewilligung erteilt werden kann, welche die Leitungsbetreiberin ermächtigt, die Leitung zu bauen. Das erste Verfahren, das Sachplanverfahren, dient zur räumlichen Koordination. Darin werden Bedarf und Korridorvarianten von Leitungsprojekten beurteilt, auftretende Konflikte identifiziert und Lösungsmöglichkeiten dafür erarbeitet sowie der am besten ge-

<sup>1</sup> Informationen zum Bewertungsschema Übertragungsleitungen unter [http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/04482/index.html?lang=de&dossier\\_id=05811](http://www.bfe.admin.ch/themen/00612/04482/index.html?lang=de&dossier_id=05811)



eignete Korridor für geplante Leitungsbauvorhaben bestimmt. In diesem Verfahren wirkt eine aus verschiedenen Behörden und Interessengruppen zusammengesetzte Begleitgruppe beratend mit.

Da es aufgrund der topographischen Gegebenheiten für den Verlauf des Korridors entscheidend ist, ob die spätere Leitung als Freileitung oder als erdverlegte Kabelleitung gebaut werden soll, muss diese Frage im Rahmen der räumlichen Koordination erfolgen. Die Bestimmung des geeignetsten Korridors erfolgt anhand des Bewertungsschemas Übertragungsleitungen. Damit lassen sich die unterschiedlichen Interessen systematisch erfassen, bewerten, Für und Wider der in Betracht zu ziehenden Aspekte abwägen und schließlich entscheiden, ob ein Korridor für eine Frei- oder eine Kabelleitung zur Festsetzung beantragt wird. Die formelle Festsetzung von Projekten im Sachplan erfolgt schließlich durch den Bundesrat.

Im zweiten Verfahren, dem Plangenehmigungsverfahren, wird das Detailprojekt anhand der konkreten Baupläne, des eingereichten Umweltverträglichkeitsberichtes, der Stellungnahmen von Bundesbehörden und der kantonalen Fachbehörden sowie Eingaben von Privatpersonen und zur Verbandsbeschwerde legitimierten Organisationen beurteilt. Das Plangenehmigungsverfahren wird schließlich mit der Plangenehmigungsverfügung abgeschlossen, welche von den am Verfahren beteiligten Parteien beim Bundesverwaltungsgericht und danach beim Bundesgericht angefochten werden kann.

## Detaillierte Interessenauslegung anhand des Bewertungsschemas Übertragungsleitungen

Das Bewertungsschema Übertragungsleitungen besteht aus den vier Pfeilern *Raumentwicklung*, *Technische Aspekte*, *Umweltschonung*, und *Wirtschaftlichkeit*. Während der Pfeiler *Wirtschaftlichkeit* quantitativ die Kosten und den Nutzen der Vorhaben aufgrund der Angaben der Leitungsbetreiberin abbildet, umfassen die Pfeiler *Raumentwicklung*, *Technische Aspekte* und *Umweltschonung* qualitative Kriterien, die von der Begleitgruppe bewertet werden. Diese Kriterien umschreiben eine gesetzliche Vorgabe oder ein anderes Anliegen im öffentlichen Interesse. Ob und in welchem Maße diese erfüllt werden, zeigt sich anhand der vergebenen Punktzahl in der Bewertung. Für die Bewertung können üblicherweise die Werte von 2 bis -2 vergeben werden, wobei für jedes Kriterium klar ausgeführt wird, welchem Wert (Zahl) welche Bedeutung zukommt. In der Regel steht die 0 für die Beibehaltung des aktuellen Zustandes, die 2 für eine Verbesserung, die -2 für eine Verschlechterung des Ist-Zustands oder die mangelnde Ausnutzung des Verbesserungspotenzials. Wo das Vorhaben auch einen Rückbau von bestehenden Leitungen vorsieht, wird dieser ebenfalls gemäß Bewertungsschema bewertet. Die Kriterien sind jeweils zu drei bis vier Kriteriengruppen pro Pfeiler zusammengefasst. Die Fachkreise, welche das Schema erarbeitet haben, orientierten sich bei der Ausgestaltung der Pfeiler an unterschiedlichen Maximen. Während aus Sicht der Raumplanung eine zweckmäßige sowie haushälterische Nutzung des Bodens

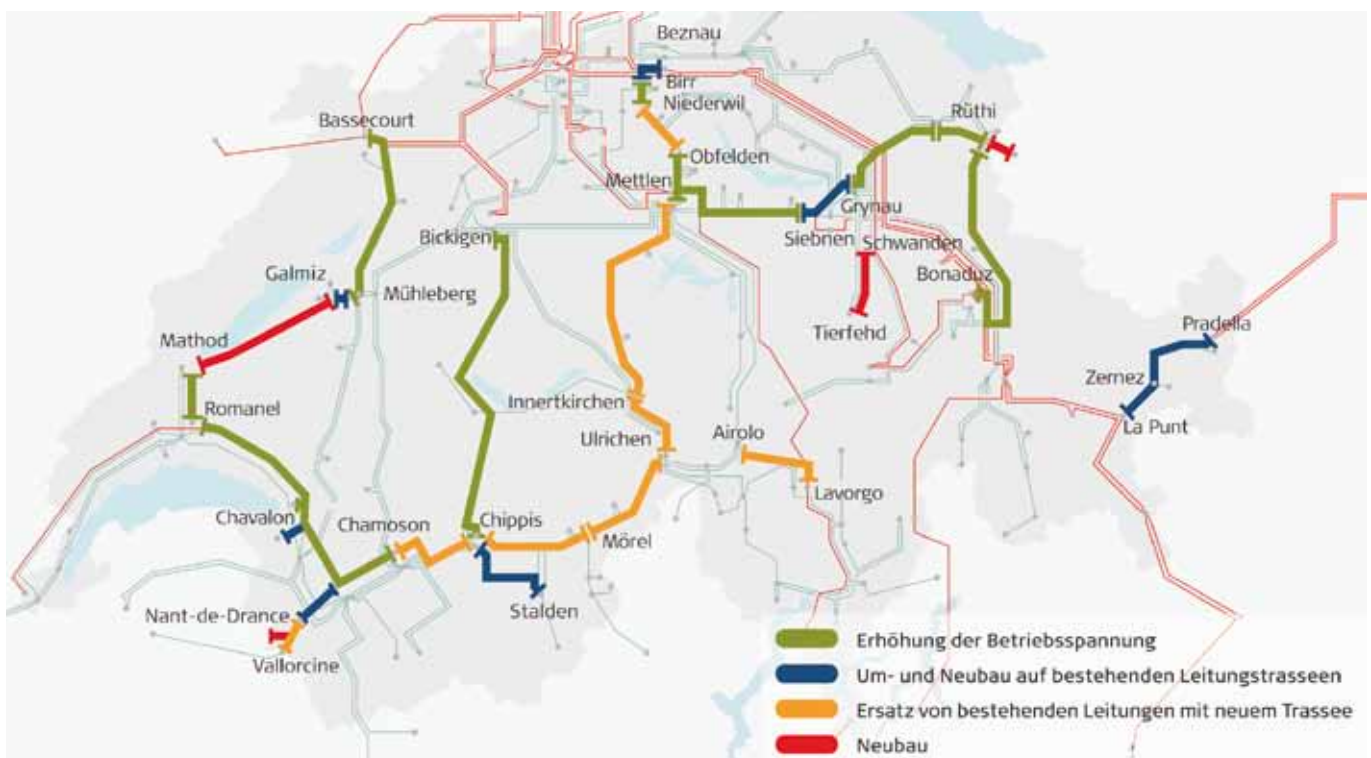


Abbildung 1: Geplante Erneuerungen und Ausbauten im Schweizer Hochspannungsnetz: Erhöhung der Betriebsspannung (grün), Um- und Neubauten auf bestehenden Leitungstrassen (orange), Ersatz von bestehenden Leitungen mit neuem Trasse (blau), Neubau (rot)

Kriteriengruppe	Kriterien	Gewichtung	nK = neuer Korridor Lrück = Leitungsrückbauten	Bewertung	Summe Bewertung pro Kriterium mal Gewichtung	Summe pro Kriteriengruppe
Immissionsschutz	Nichtionisierende Strahlung	3	nK		0	0
	Lärm	2	Lrück		0	
Landschaftsschutz	Moorlandschaften (ML)	3	nK		0	0
	BLN (inkl. Ersatzmassnahmen)	3	Lrück		0	
	Allgemeine Pflicht zur Schonung der Landschaft (Art. 3 NHG)	2	nK		0	
Wald und Biotope	Wald	2	nK		0	0
	Moorbiotope von nationaler Bedeutung	3	Lrück		0	
	Auen von nationaler Bedeutung	2	nK		0	
	Trockenwiesen und -weiden /TWW)	2	Lrück		0	
	Wasser- und Zugvogelreservate von nationaler Bedeutung	2	nK		0	
	Biotope nach Art. 18b NHG (regionale oder lokale Bedeutung)	2	Lrück		0	
Grundwasser / Boden	Grundwasserschutzzone S 1, S2 und S3	1	nK		0	0
	Gewässerschutzbereich A <sub>0</sub>	1	Lrück		0	
	Boden	2	nK		0	
	Gewässerraum	1	Lrück		0	

Abbildung 2: Bewertungsschema für Übertragungsleitungen - Pfeiler Umweltschonung (Stand 28.02.2013)

und eine geordnete Besiedelung des Landes wichtige Anliegen sind, und aus Sicht des Umweltschutzes die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen wie Boden, Luft, Wasser, Wald und Landschaft im Zentrum steht, liegt aus technischer Sicht erhöhtes Gewicht auf der Gewährleistung eines sicheren, leistungsfähigen und effizienten Netzes und damit auf der Versorgungssicherheit. Aus Sicht der Wirtschaft schliesslich gilt es, sich an den zu erwartenden Kosten und am Nutzen der einzelnen Projekte zu orientieren.

Ziehen wir zur detaillierten Betrachtung den Pfeiler Umweltschonung heran (Abbildung 2). Auf dem Gebiet der Umweltschutzgesetzgebung gibt es verschiedene Vorgaben. Einerseits werden eindeutige, messbare Grenzwerte vorgeschrieben, andererseits gibt es Vorgaben wie „größtmögliche Schonung“, die der Auslegung bedürfen. Diese geben keine messbaren Grenzwerte vor, sind jedoch deshalb nicht weniger bedeutsam. Im Pfeiler Umweltschonung finden sich die Kriteriengruppen Immissionsschutz, Landschaftsschutz, Wald und Biotope und Grundwasser/Boden. In der Kriteriengruppe Immissionsschutz wird die Einhaltung der gesetzlich festgelegten Grenzwerte für Lärmbelastung und nichtionisierende Strahlung geprüft. Der Anlagengrenzwert für Hochspannungsleitungen im Bereich von Orten mit empfindlicher Nutzung in der Schweiz beträgt ein Mikrotesla für den Effektivwert der magnetischen Flussdichte

im maßgebenden Betriebszustand. Neue Hochspannungsleitungen sowie alte Anlagen, die umgebaut oder erweitert werden, müssen grundsätzlich an Orten mit empfindlicher Nutzung (OMEN) diesen Anlagengrenzwert einhalten. Die Bewertung 0 bedeutet, dass keine OMEN von einem zukünftigen Projekt betroffen werden. Werden OMEN durch das Vorhaben tangiert, sind aber die gesetzlichen Vorgaben eingehalten, so wird -1 vergeben. Wird an OMEN der Anlagengrenzwert überschritten und deshalb eine Ausnahmegewilligung benötigt, so wird dies mit -2 bewertet. Ein Rückbau von bestehenden Anlagen wird ebenfalls berücksichtigt: Werden belastete OMEN durch einen Rückbau deutlich entlastet, so wird dies mit +2 positiv bewertet; fällt die Entlastung nur leicht aus, so wird dies mit +1 bewertet. Entsprechend sind die Bewertungen auch beim zweiten Kriterium in dieser Gruppe, beim Lärm, vorgegeben.

Jede Kriteriengruppe erhält so nach der Bewertung eine Punktzahl. Indem hinter jeder Zahl eine klare Aussage steht, wird ein Vergleich der zu bewertenden Projekte möglich. Es lassen sich also Aussagen darüber machen, ob Projekt A oder B in der Kriteriengruppe Immissionsschutz besser abschneidet. So etwa: Korridorvariante A ist hinsichtlich Immissionsschutz besser als B, weil darin voraussichtlich keine Siedlungen betroffen sein werden. Es sind letztlich die Argumente, die für die eine oder die andere Korridorvariante ausschlaggebend sind und nicht die

vergebenen Punkte. Denn was hilft es einer Entscheidungsbehörde zu wissen, dass Korridorvariante A mit 27 Punkten mehr bewertet worden ist als Korridorvariante B? Deshalb ist es auch nicht zielführend, wenn die Bewertungen für die Korridore über die Pfeiler hinweg einfach zusammengezählt werden. Ein solches Resultat ist schon allein deshalb nicht aussagekräftig, weil sich die Pfeiler an unterschiedlichen Maximen orientieren. Wie es auch das Bundesgericht in verschiedenen Entscheiden immer wieder betont: Jeder Entscheid muss aufgrund einer Interessenabwägung im Einzelfall erfolgen. Dies kann sogar bedeuten, dass eine Korridorvariante, die bei der Bewertung weniger Punkte erzielte, aufgrund einer Gesamtinteressenabwägung sich am Schluss des Prozesses dennoch als die beste herausstellt.

Der große Verdienst des Bewertungsschemas liegt darin, dass es eine methodische Auslegung der in Frage stehenden Interessen darstellt, eine einheitliche und systematische Bewertung ihrer Berücksichtigung ermöglicht und als Ergebnis begründete Argumente pro und kontra für jede Korridorvariante liefert. Es ist damit ein Hilfsmittel zur objektiven und systematischen Beurteilung von Korridoren für Leitungsvorhaben über die nächsten Jahre hinweg.

## Erste Anwendung

Erste Erfahrungen mit dem Bewertungsschema sind im Rahmen eines konkreten Leitungsvorhabens bereits gesammelt worden. Die Mitglieder der Begleitgruppe, darin vertreten sind verschiedene Bundesämter, der Kanton sowie eine nationale und eine regionale Umweltschutzorganisation, hat es entsprechend den Vorgaben angewendet. Insgesamt drei verschiedene Korridorvarianten haben die Begleitgruppenmitglieder dabei bewertet: eine für eine Freileitung, eine für eine Kabelleitung sowie eine für eine teilverkabelte Leitung. Grundsätzlich sind die ersten Erfahrungen positiv: Jede Vertretung in der Begleitgruppe hat sich zu jedem Kriterium geäußert, d.h. am Schluss resultierte zu jedem Kriterium von jeder Vertretung über jede Variante eine Aussage. Und diese Aussagen zielen im großen Ganzen in die gleiche Richtung. Größere Differenzen konnten geklärt und ausgeräumt werden. Für den Prozess der Entscheidungsfindung in diesem Verfahren hat sich das Schema erstmals bewährt: Es erfüllt die im Vorfeld definierte Erwartung an ein systematisches Vorgehen bei der Bewertung der in Frage stehenden Varianten anhand dieser Kriterien und liefert Resultate, die sich sachlich begründen lassen. So hat sich beispielsweise gezeigt, dass eine Korridorvariante ausgeschlossen werden kann, da diese im Vergleich zu den anderen Varianten in keiner Kriteriengruppe am besten bewertet werden konnte und deshalb auch nur wenige Argumente dafür sprechen. Auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse im Verfahren und der Anwendung des Bewertungsschemas wird dem Bundesrat später ein Antrag zur Festsetzung des Korridors unterbreitet. Der Bundesrat wird schließlich den

Festsetzungsentscheid treffen und den Korridor für das Detailprojekt festlegen. Sollten sich nach Abschluss des späteren Plangenehmigungsverfahrens die Gerichte mit dem Detailprojekt auseinandersetzen müssen, so werden auch diesen die Erkenntnisse aus der Anwendung des Bewertungsschemas als informative Grundlage dienen können.

### PRÜF- UND BEURTEILUNGSCHEMA KABEL – FREILEITUNGEN

<b>Ziel:</b>	Entscheid über die technische Ausführung einer Hochspannungsleitung (Kabel- oder Freileitung)
<b>Vorgehen:</b>	Vor- und Nachteile von verschiedenen Projektvarianten evaluieren und abwägen
<b>Ergebnis:</b>	objektivierte Beurteilung eines Projektes, stichhaltige und nachvollziehbare Begründung für die eine oder andere Bauart
<b>Verdienst:</b>	die verschiedenen Interessen werden gesamthaft betrachtet
<b>Methode:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– einzelne Kriterien je für sich beurteilen und mit Punkten bewerten</li> <li>– Resultate der Variantenbewertungen pro Kriteriengruppen abbilden</li> <li>– die Kosten der besseren Variante gegenüberstellen</li> </ul>

### Autorin



**Cornelia Gogel** ist Rechtsanwältin und Mediatorin. Als Leiterin des Dienstes Sachplan- und Plangenehmigungsverfahren und als stellvertretende Leiterin der Sektion Elektrizitäts- und Wasserrecht ist sie im Bundesamt für Energie tätig. Sie leitete die Arbeitsgruppe, welche das Bewertungsschema Übertragungsleitungen erarbeitete. Diese Arbeitsgruppe setzte sich aus je zwei Vertretenden des Bundesamtes für Raumentwick-

lung (ARE), des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) und des Bundesamtes für Energie (BFE) sowie aus einem Vertreter des Fachsekretariats der Schweizerischen Elektrizitätskommission (El-Com) zusammen.

#### Kontakt:

Cornelia Gogel  
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
Bundesamt für Energie BFE, 3003 Bern

Email: [cornelia.gogel@bfe.admin.ch](mailto:cornelia.gogel@bfe.admin.ch)  
[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)



## TAGUNGSBERICHT

Christine Plückers, Hannelore Neuschulz

# BIOEM 2013: DRITTE GEMEINSAME TAGUNG DER BIOELECTROMAGNETICS SOCIETY (BEMS) UND DER EUROPEAN BIOELECTROMAGNETICS ASSOCIATION (EBEA) IN THESSALONIKI



Die dritte gemeinsame Tagung der Bioelectromagnetics Society (BEMS) und der European Bioelectromagnetics Association (EBEA) hat vom 10. bis 14. Juni 2013 in Thessaloniki stattgefunden. Die beiden Gesellschaften haben bisher alle vier Jahre gemeinsam eine Konferenz unter dem Titel BioEM veranstaltet. Das erste Treffen war die BioEM in Dublin 2005 und die zweite in Davos im Jahr 2009. Die BioEM 2013 ist die dritte Konferenz beider Gesellschaften und die erste mit einem neuen Format. Die Gesellschaften haben beschlossen, ab 2013 ein gemeinsames jährliches Treffen zu organisieren, um eine Plattform zur Diskussion bioelektromagnetischer Grundlagen und neuester Forschungsentwicklungen zu etablieren. Weitere Neuerungen waren die Einführung des Überarbeitungsprozesses der einge-

reichten Abstracts durch drei Gutachter und die Einteilung der Beiträge als Vortrag oder als Posterpräsentation. Außerdem wurde speziell den Studierenden die Möglichkeit gegeben, zu Beginn der Postersessions ihre wichtigsten Ergebnisse und Ziele mit 3 bis 4 Folien vorzustellen, um damit auf ihr Poster aufmerksam zu machen. Die besten Poster und die besten Präsentationen der Studierenden wurden mit einem Preis ausgezeichnet. Die BioEM soll die weitere Forschung im Bereich der elektromagnetischen Felder (EMF) und ihrer Auswirkungen auf Arbeitsplätze und Umwelt durch den Austausch von Ideen und eine lebhaftige Debatte über den aktuellen Stand des Wissens fördern. Rund 330 Teilnehmer haben sich dieses Jahr an diesem Wissensaustausch beteiligt.

Das Themenspektrum der Konferenz beinhaltete medizinische Anwendungen, biomedizinische Laboruntersuchungen, Forschungen zu Wirkmechanismen, epidemiologische Untersuchungen, dosimetrische Untersuchungen und umfasste auch die Vorstellung von nationalen Programmen, europäischen Aktionen und Vorschriften. Diese Themen wurden in drei Plenarsitzungen, kleineren parallel ablaufenden Sitzungen, Posterpräsentationen, Sitzungen über aktuelle Themen („Topic in focus“ und „Hot Topic“), zwei Tutorien und drei Workshops behandelt.

### Plenarsitzungen

In den Vorträgen der ersten Plenarsitzung standen die therapeutischen Anwendungen von elektromagnetischen Feldern im Vordergrund, dabei ging es um Elektroporation, Elektrochemotherapie, elektroporativen Gentransfer und niederfrequente Magnetfelder.

Julie Gehl vom Center for Experimental Drug and Gene Electroporation des Kopenhagener Universitätskrankenhauses in Herlev in Dänemark erläuterte medizinische Erfahrungen, die Anwendungen und neuen Möglichkeiten dieser Anwendungen, die z. T. schon in der medizinischen Praxis eingesetzt werden, in Bezug auf Elektroporation, Elektrochemotherapie und elektroporativen Gentransfer.

Damijan Miklavcic von der Universität Ljubljana in Slowenien stellte die Elektrochemotherapie in Hinblick auf die Behandlung von tiefliegenden Tumoren vor.

Boris Pasche vom Department of Medicine der Universität Alabama in Birmingham und dem UAB Comprehensive Cancer Center in den USA berichtete über Studienergebnisse zur Spezifität der Modulationsfrequenzen in der Behandlung von Krebs mit amplitudenmodulierten elektromagnetischen Feldern.



Hierbei wurde die Hypothese untersucht, dass tumorspezifische Modulationsfrequenzen das Tumorwachstum hemmen könnten. Nach möglichen Wirkungsmechanismen wird gesucht.

In der zweiten Plenarsitzung war der Fokus auf thermische und nicht-thermische Effekte elektromagnetischer Felder und deren mögliche Mechanismen gerichtet.

Jukka Juutilainen vom Department of Environmental Science der Universität Ostfinnlands berichtete über die Ergebnisse eines Reviews, der sich mit beobachteten modulationsabhängigen biologischen Effekten schwacher hochfrequenter elektromagnetischer Felder beschäftigt hat. Die Mehrheit der Studien lieferte negative Effekte. Nur wenige Studien zeigten, dass das Zentralnervensystem durch pulsmodierte hochfrequente Felder beeinflusst werden konnte. Mögliche Mechanismen für diese modulationsspezifischen Effekte wurden diskutiert.

Pavel Yarmolenko aus den USA (Duke Universität in Durham, National Institutes of Health in Bethesda) berichtete über Mechanismen und Schwellen von thermischen Effekten und Schäden durch Gewebeerwärmung.

Die dritte Plenarsitzung war der Thematik „Induzierte Felder und Neuromodulation bei Menschen“ gewidmet.

Fioravante Capone vom Institute of Neurology des Universita Campus Biomedico in Rom in Italien bezog sich in seinem Vor-

trag auf transkranielle Magnetstimulation des menschlichen Gehirns und gab einen aktuellen Überblick zu Studien an Menschen über physiologische Mechanismen der Motorkortex-Stimulation. Die Exposition gegenüber extrem niederfrequenten Magnetfeldern und die Neuromodulation bei Menschen war Thema im Vortrag von Alexandre Legros aus Kanada (Western Universität, London; Lawson Health Research Institute, London, Kanada).

## Topic in focus

In dieser speziellen Sitzung wurde über nationale Programme und europäische Aktionen informiert und diskutiert.

Fred Woudenberg vom Department of Environment des Municipal Health Service Amsterdam in den Niederlanden stellte in seinem Vortrag die Ergebnisse des niederländischen EMF-Programms von 2007 bis 2013 vor. Ziel dieses Programms ist es, die Wissensinfrastruktur in den Niederlanden zu verbessern, einen Beitrag zu den internationalen Forschungsanstrengungen zu leisten und zur Klärung möglicher Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf die Gesundheit beitragen zu können. Der Vortrag von Mats-Olof Mattsson vom Austrian Institute of Technology (AIT, Österreich) befasste sich mit der Vorstellung des Wissenschaftlichen Ausschusses „Neu auftretende und neu identifizierte Gesundheitsrisiken“ (SCENIHR) der Europäischen Kommission und deren Arbeiten im Bereich der elektromagnetischen Felder. Zudem gab Maren Fedrowitz von der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover einen Überblick über die Highlights (spannendsten Themen) des zweiten Monte Verità Workshops im Oktober 2012 über die Auswirkungen schwacher elektromagnetischer Felder auf Organismen und auf Mechanismen der Interaktionen zwischen schwachen EMF und menschlichem Gewebe. Projekte wie SEAWIND oder ARIMMORA waren unter anderem auch Themen bei diesem Workshop.

## Hot Topic

In einer Podiumsdiskussion im Anschluss an die Vorträge von Ralf Bodemann (Siemens, Deutschland) und Roland Gauthy (European Trade Union Institute, Belgien) wurde die neue EU-Richtlinie zur Verbesserung der Sicherheit von Arbeitnehmern gegenüber EMF (2013/35/EU), die Ende Juni im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht wurde und welche die Mitgliedstaaten bis zum 1. Juli 2016 umzusetzen haben, diskutiert.

## Tutorien

Die zwei Tutorien mit den Themen

- „Systembiologie in Zusammenhang mit der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern“ und
- „Signaltransduktion und Genomstabilität“

dienten zur Bereitstellung von Grundlagenwissen in Bezug auf elektromagnetische Felder.

## Workshops

Innerhalb der drei Workshops konnten aktuelle Themen mit weiteren Vorträgen vertieft und diskutiert werden. Themen der drei Workshops waren:

- klinische Fortschritte in der Krebstherapie mit Hilfe von elektromagnetischen Feldern,
- Vergleich der Absorption hochfrequenter Strahlung durch die Exposition gegenüber Mobiltelefonen in den Köpfen von Kindern und Erwachsenen,
- arbeitsbedingte Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern. Im einzelnen ging es hier um Messung und Beurteilung der Exposition am Arbeitsplatz, das Tragen von Implantaten an EMF-Arbeitsplätzen, spezielle Festlegungen in der neuen EMF-Richtlinie der Europäischen Union und um Statements/Guidelines der Internationalen Kommission zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (ICNIRP) zur MRT (Magnetresonanztomographie)-Exposition.

## Weitere Themen der Tagung

Neben den Plenarsitzungen, Sitzungen über aktuelle Themen, Workshops und Tutorien wurden in den Posterpräsentationen und in den parallel ablaufenden kleinen Sitzungen u.a. folgende Themen behandelt:

- Exposition der Öffentlichkeit und Standardisierung (Einfluss neuer Technologien (LTE, RFID), Expositionserfassungen und -abschätzungen (neue Methoden, Mess- und Analysewerkzeuge, Instrumente, Modelle, Simulationen, Vergleich Kinder zu Erwachsenen)),
- Ergebnisvorstellung epidemiologischer Studien in Bezug auf die Auswirkungen der Exposition gegenüber niederfrequenten und hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (Hochspannungsleitungen und Kinderleukämie, Krebs und Sterblichkeit, das Risiko von Amyotropher Lateralsklerose (ALS) bei berufsbedingter Exposition, Mobiltelefon und Krebsrisiko, Verhaltensprobleme und kognitive Fähigkeiten),
- hochfrequente elektromagnetische Felder und Effekte u.a. auf das Zentralnervensystem (*in vitro*- und *in vivo*-Studien),
- Mechanismen der Elektroporation (nanosekunden gepulste elektrische Felder, Simulationen, Modellierungen),
- *In vitro*-Studien im allgemeinen,
- arbeitsbedingte und medizinische Messungen (MRT, Exposition des Fötus während der Schwangerschaft (Modelle)),
- klinische Anwendungen mit EMF gegen Krebs (Hyperthermie, Gewebeablation),
- elektrische und magnetische Stimulation des Gehirns,
- Mechanismen und theoretische Modellierung.

Insgesamt konnte die BioEM 2013 einen wertvollen Überblick über den aktuellen Wissensstand, den aktuellen Stand der Regelungen und die internationalen Forschungsaktivitäten im Bereich der Wirkungen elektromagnetischer Felder geben. Gleichzeitig boten sich vielfältige Möglichkeiten zur Diskussion und zum Austausch von Informationen für die Scientific Community. Es wurde deutlich, dass immer noch viele Fragen zu möglichen Wirkungsmechanismen und Risiken offen sind.

Die Abstracts aller Präsentationen können in englischer Sprache unter <https://www.bems.org/node/6575> nach Anlegen eines persönlichen Web Accounts abgerufen werden.

Im nächsten Jahr findet die BioEM 2014 vom 08. bis 13. Juni 2014 in Kapstadt, Südafrika statt. Weitere Informationen sind auf der Homepage <http://www.bioem2014.org/> zu finden.

### Autorinnen



**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. Hannelore Neuschulz** ist Dipl.-Physikerin/ Fachphysikerin der Medizin und arbeitet in der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) auf dem Fachgebiet „Elektromagnetische Felder“.

#### Kontakt:

Dr. Hannelore Neuschulz  
Gruppe 2.2 Physikalische Faktoren  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin  
Nöldnerstr. 40-42, 10317 Berlin  
E-Mail: [neuschulz.hannelore@baua.bund.de](mailto:neuschulz.hannelore@baua.bund.de)  
[www.baua.de](http://www.baua.de)



## 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: WIK GmbH, BMU bearbeitet durch WIK GmbH, Swissgrid  
S. 3: BMU bearbeitet durch WIK GmbH  
S. 7, 8: *femu*  
S. 9, 21, 22: WIK GmbH  
S. 11: fotolia.de  
S. 12, 14: Bundesrat (Schweiz)/BFE  
S. 13: VSE  
S. 17, 19: BFE  
S. 18: Swissgrid

**Erscheinungsweise:** 3 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