Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 109 (2018)
Heft: 1-2

Artikel: Keine Angst vor Stromleitungen
Autor: Vogel, Benedikt
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-856899

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 09.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

FSM-Geschäftsleiter und Hauptautor der Literaturstudie zu den niederfrequenten Magnetfeldern: Dr. Gregor Dürrenberger.

Keine Angst vor Stromleitungen

Literaturstudie des BFE | Elektromagnetische Felder wecken Befürchtungen wegen möglicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen – sowohl hochfrequente (z. B. Mobilfunk) als auch niederfrequente Felder (Hochspannungsleitungen). Eine Literaturstudie zu niederfrequenten Feldern relativiert die Befürchtungen: Von ihnen geht nach heutigem Wissen keine wesentliche Gesundheitsgefahr aus.

TEXT BENEDIKT VOGEL

Elektromagnetische Felder sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken: Sie machen es möglich, in induktiven Ladestationen elektrische Energie kabellos zu übertragen. Oder sie übertragen Gespräche und andere Informationen. Bei Telekom-Anwendungen schwingen elektromagnetische Felder mit hoher Frequenz (30 kHz bis 300 GHz). In der Stromversorgung dagegen sind niederfrequente Felder im Spiel (unter 1 kHz). So verwendet unsere Stromversorgung 50 Hz (USA: 60 Hz). Die zugehörigen niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder begleiten uns im Alltag. Abgestrahlt werden sie vom Trafo im Radiowecker, von konventionellen Ladegeräten, von der Wärmespule der Kaffeemaschine, aber auch vom Staubsauger und der Bohrmaschine und von den in den Wohnungswänden verlegten Stromkabeln.

In den meisten Fällen und in üblichem Gebrauchsabstand haben diese Felder eine geringe Stärke. Niederfrequente Felder begleiten uns auch unterwegs; dann stammen sie etwa von den Oberleitungen von Tram, Bus und Eisenbahn. Wer sich direkt unter einer Hochspannungsleitung aufhält, ist ebenfalls einem elektrischen und einem magnetischen Feld, die vergleichsweise stark sind, ausgesetzt. Mit der Distanz nimmt die Feldstärke aber schnell ab, so dass die Felder schon in geringer Entfernung vergleichbar sind mit denjenigen, die in Haushalten vorkommen.

Bild: Landbote/Johanna Bossart

Frequenz grösser als	Wellenlänge kleiner als	Wellentyp/Band		Bandbreite ungefähr	Frequenz-Kategorie	Physikalische Wirkung	Beispielanwendung		Ausbreitungseigenschaften
300 PHz	1 nm	Gammastrahlen			Ionisierende Strahlung	Aufbrechen von chemischen Bindungen	Kernphysik		Raumwellen; Eindringen in Körper
3 PHz	100 nm	Röntgenstrahlen					Röntgengeräte		
0,75 PHz	400 nm	UV-Strahlen			Optische Strahlung		Höhensonne		
300 THz	1 µm	Licht					Lampen		Raumwellen; Sichtbarkeit
30 THz	10 µm	Infrarot					Heizung		
3 THz	100 µm								
300 GHz	1 mm						Noch keine		
30 GHz	1 cm	EHF	Mikrowellen	300 GHz	Hochfrequente Strahlung	Erwärmung von Gewebe	Radar (div. Frequenzen)		Raumwellen; Sichtbarkeit
3 GHz	10 cm	SHF		30 GHz			SAT-Komm. (11–13 GHz) Radar (div. Frequenzen) Richtfunk (div. Frequenzen)		Raumwellen; Sichtbarkeit; 5 GHz ist Grenze der Gebäudepenetration
300 MHz	1 m	UHF		3 GHz			Mikrowellenofen (2455 MHz) GPS (1575 MHz) Mobilfunk (900, 1800 MHz)		Raumwellen; +/– Sichtbarkeit, Reflexion, bis ca. 30 km
30 MHz	10 m	UKW (VHF)	Radiowellen	300 MHz			TV (40–900 MHz) Radio (87–108 MHz)		Rauwellen; Reflexion möglich; durchdringen Ionosphäre, bis ca. 100 km
3 MHz	100 m	KW (HF)		30 MHz			Radio	(2,3–26 MHz)	Boden-, Raumwellen; Reflexion an Wasser, Ionosphäre, bis ca. 100 km
300 kHz	1 km	MW (MF)		3 MHz				(530–1600 kHz)	Bodenwellen bis ca. 1000 km
30 kHz	10 km	LW (LF)		300 kHz				(150–280 kHz)	Bodenwellen bis ca. 5000 km
3 kHz	100 km	VLF		30 kHz		Reizung/ Stimulation von Nerven	Unterwasserkommunikation, Bildschirme		Bodenwellen; Eindringen in Wasser, Reflexion in Ionosphäre
300 Hz	1000 km	ELF		300 Hz	Niederfrequente Felder		Telefon		Keine nutzbare Abstrahlung
30 Hz	10000 km						Stromversorgung Haushaltgeräte Eisenbahn		

Tabelle 1 Alle elektromagnetischen Strahlenarten haben physikalische Wirkungen, auch auf den menschlichen Körper.

Keine grossen Risiken entdeckt

Elektromagnetische Felder wecken mitunter Besorgnis wegen möglichen Gesundheitsbelastungen. Eine Literaturstudie im Auftrag des Bundesamts für Energie hat diese Frage nun für niederfrequente Felder, wie sie für unsere Stromversorgung typisch sind, bestmöglich zu klären versucht. Die Arbeit konzentrierte sich auf Magnetfelder und liess elektrische Felder aussen vor, weil sich diese gut abschirmen lassen und als gesundheitlich unbedenklich gelten. Durchgeführt hat die Untersuchung die Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation (FSM). Die FSM hat in ihrer Untersuchung die wissenschaftliche Literatur zu niederfrequenten magnetischen Feldern (insbesondere 50/60 Hz und 16,7 Hz Bahnstrom) ausgewertet, die zwischen 2010 und März 2017 veröffentlicht wurde. Der Schwerpunkt lag auf Gesundheitsstudien. Die berücksichtigten Studien waren fast alle «peer reviewed», ihre Qualität wurde also gesichert durch Wissenschaftler, die in diesem Feld tätig sind.

In der Zusammenfassung der Studie resümieren die Autoren: «Insgesamt

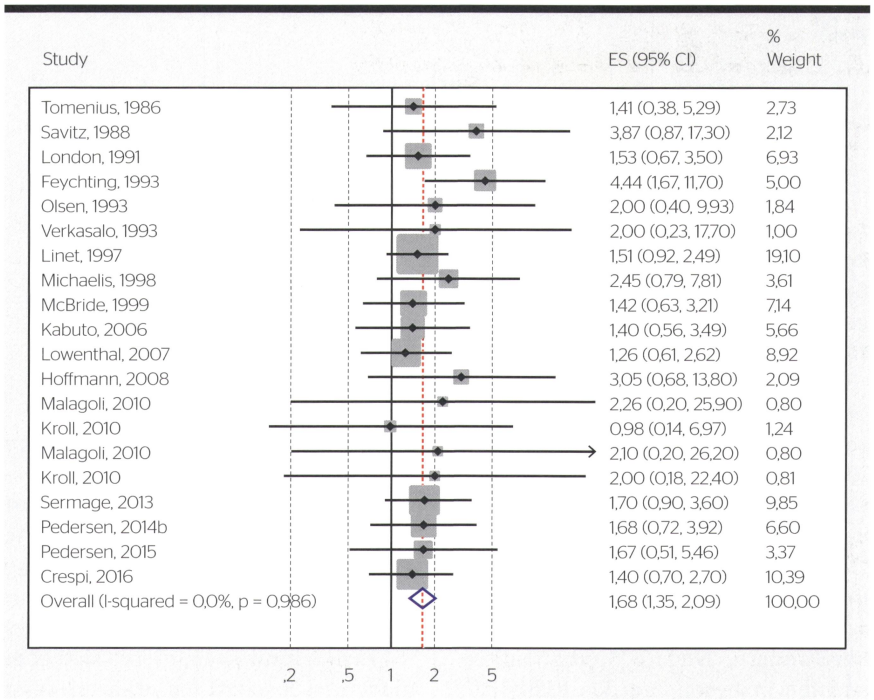

Bild 1 Überblick über 20 Krebsstudien zu den Folgen niederfrequenter Magnetfelder aus den letzten 30 Jahren: Bei 19 der 20 Studien schneidet das Konfidenzintervall (waagrechte Linie) die Null-Risikolinie (vertikaler Strich bei 1), was bedeutet, dass diese 19 Studien keinen statistisch erhärteten Zusammenhang zwischen Magnetfeldern und Kinderleukämie nachweisen konnten. Allerdings liegt der Risikoschätzer (Punkt) praktisch aller Studien rechts von der Null-Risikolinie, was darauf hindeutet, dass im Umfeld von niederfrequenten Magnetfeldern ein erhöhtes Risiko für Kinderleukämie besteht.

Bild: BFE

	Zellstudien	Tierstudien	Humanstudien		
			Biologie	Gesundheit akut	Gesundheit chronisch
Krebs					
Tumore im Kopfbereich					
Tumore bei Kindern					
Andere Tumore					
Neurodegeneration neuronale Erkrankung					
Parkinson, MS					
Alzheimer, Demenz, ALS					
Reproduktion					
Entwicklung					
Kardiovaskulär / Blutsystem					
EEG					
Kognition					
Kinder					
Schlaf					
Kinder					
Elektrosensibilität					
Nozeboeffekt					
Kinder					
Hormone					
Melatonin					
Stressproteine/Genexpression					
Blut-Hirn-Schranke					
Verhalten allgemein					
Kinder und Jugendliche					
Wirkmechanismen					
Genschädigung					
Sauerstoffradikale					
Genexpression					
Zellfunktion/Membran					

Tabelle 2 Aktueller Forschungsstand zu Effekten niederfrequenter Magnetfelder. **Rot:** Effekt ausreichend nachgewiesen. **Orange:** Effekt limitiert nachgewiesen. **Gelb:** Effekt inadäquat nachgewiesen (Studienlage widersprüchlich; Studien nicht aussagekräftig; zu wenig Studien für seriöse Aussage). **Grün:** Hinweise auf Abwesenheit eines kausalen Effekts.

zeigt die Literaturanalyse, dass die Wissenschaft in den letzten Jahren keine grossen gesundheitlichen Risiken identifiziert hat.» Im Zentrum der Diskussion um die möglichen Risiken niederfrequenter Magnetfelder stehen seit längerem Leukämieerkrankungen bei Kindern. Neuere Studien untersuchten insbesondere das Risiko für Kinder, die vergleichsweise starken Magnetfeldern ausgesetzt sind. Gemeint sind hier Belastungen grösser als 0,4 µT, wie sie z. B. unter und nahe bei einer Hochspannungsleitung oder in der Nähe eines Quartiertrafos auftreten. Neuere Studien bestätigen, was die zur Weltgesundheitsorganisation WHO gehörende Krebsforschungsagentur IARC bereits im Jahr 2001 festgestellt hatte: niederfrequente Magnetfelder sind «möglicherweise kanzerogen». Das heisst, dass die vorliegenden Studien zwar auf ein erhöhtes Risiko hinweisen, dieses sich aber nicht wissenschaftlich erhärten lässt (**Tabelle 2**). Um dem Problem eine Grössenordnung zu geben: Falls dieses Risiko tatsächlich besteht, würden in der Schweiz nach Berechnung der Wissenschaftler jährlich 1 bis 2 Leukämiefälle bei Kindern mit Magnetfeldern zusammenhängen.

Wirkungsmechanismus unbekannt

«Zwischen Magnetfeldern von über 0,4 Mikro-Tesla und Leukämie scheint es einen Zusammenhang zu geben, aber wir verstehen ihn noch nicht», sagt FSM-Geschäftsleiter und Co-Studienautor Gregor Dürrenberger. Bislang ist insbesondere offen, ob der Zusammenhang kausal ist, Leukämie also durch Magnetfelder verursacht wird. Laut Dürrenberger ist bis anhin kein Wirkungsmechanismus bekannt, wie ein magnetisches Feld Leukämie verursachen könnte. Der Zürcher Forscher plädiert für vertiefte Untersuchungen: «Gefragt sind neue Ansätze, z. B. Kohortenstudien mit vulnerablen

Magnetfelder

Erdverlegung von Hochspannungsleitungen

Beim Bau bzw. der Erneuerung von Hochspannungsleitungen wird heute meist auch über eine mögliche Erdverlegung diskutiert. Der unterirdische Leitungsbau hat aber durchaus problematische Seiten: Aus Sicht des Landschaftsschutzes etwa sind in Wäldern breite Freihaltekorridore nötig, oder hinsichtlich Strahlenschutz erhöhen sich in unmittelbarer Nähe der Leitung die magnetischen Feldstärken. Das Erdreich schirmt magnetische Felder nämlich wie Luft praktisch nicht ab, ein Mensch ist dem Magnetfeld einer unterirdischen Leitung also mitunter stärker ausgesetzt als dem einer Überlandleitung, weil der Abstand zur erdverlegten Leitung kleiner ist als zur Freileitung. Bei einer Erdverlegung kommen die Leitungsstränge aber näher beieinander zu liegen, was aus physikalischen Gründen dazu führt, dass sich das Magnetfeld auf einen kleineren Raum konzentriert.

Eine Reduktion der magnetischen Felder wird hingegen erzielt, wenn eine gegebene Leistung mit höherer Spannung transportiert wird, zum Beispiel mit 380 kV statt mit 240 kV. Überträgt man eine bestimmte Leistung mit einer höheren Spannung, sinkt der Stromfluss – und damit auch das von der Hochspannungsleitung ausgehende Magnetfeld.

Populationen (beispielsweise Kinder mit Down-Syndrom) oder mit hohem Anteil an hoch exponierten Kindern (z. B. Kinder in Gebäuden mit Transformatoren). Ebenfalls interessant sind Gen-Umwelt-Interaktionsstudien, da diese Hinweise auf mögliche biologische Wirkungsmechanismen geben könnten.»

Die FSM-Untersuchung hat auch für andere mögliche Krankheiten die vorhandenen Studienergebnisse ausgewertet. Hier lauten die Befunde stark verkürzt: Bei Hirntumoren und Brustkrebs besteht nach heutigem Wissensstand kein erhöhtes Risiko durch niederfrequente Magnetfelder, bei Leukämien und Lymphomen (Lymphknotentumoren) sind die Forschungsergebnisse uneinheitlich. Bei Parkinson und Multipler Sklerose ist ein erhöhtes Risiko unwahrscheinlich, während bei Demenzerkrankungen wie ALS (Amyotrophe Lateralsklerose) und Alzheimer bei stark exponierten Personen die Studien tendenziell ein leicht erhöhtes Risiko zeigen.

Elektromagnetisch sensible Personen

Die FSM-Studie hat auch Untersuchungen zum Thema elektromagnetische Sensibilität ausgewertet. Bezeichnet ist hiermit das Phänomen, dass Personen Schlafstörungen, Kopfweh, Konzentrationsschwäche, Rheuma, Juckreiz und weitere Beeinträchtigungen auf die Anwesenheit elektromagnetischer Felder zurückführen. Dazu der Befund der FSM-Studie: «Möglicherweise gibt es eine kleine Gruppe von Personen, die gewisse elektromagnetische Felder physiologisch besser wahrnimmt als andere Menschen. Die vorliegenden Provokationsstudien zeigen insgesamt, dass es keinen Bezug gibt zwischen Wohlbefinden und der An- oder Abwesenheit von elektromagnetischen Feldern. Hingegen ist das Symptomniveau fast immer mit der Überzeugung verknüpft, ob man gegenüber einem Feld exponiert ist oder nicht – ein deutlicher Hinweis auf die Wirksamkeit von Nozebo-Effekten. Es ist somit wahrscheinlich, dass Elektrosensibilität eine mentale und nicht eine physikalische Ursache hat.»

Gregor Dürrenberger hat die bisherigen wissenschaftlichen Einschätzungen zur gesundheitlichen Wirkung von niederfrequenten Magnetfeldern in einer Tabelle zusammengefasst (**Tabelle 2**). Dabei zeigt sich, dass die Wissenschaft für etliche Bereiche noch keine abschliessende Risikobeurteilung vorlegen kann. Dennoch hat Dürrenberger keinen Zweifel, dass die Wissenschaft das einzig taugliche Instrument zur sachlichen Beurteilung von Gesundheitsrisiken im Bereich der Elektrizitätsversorgung darstellt: «Wissenschaftliche Studien sind die einzige Quelle, um Gesundheitsrisiken verlässlich beurteilen zu können, die Intuition hilft uns in diesem Bereich nicht weiter», sagt der an der ETH ausgebildete Naturwissenschaftler.

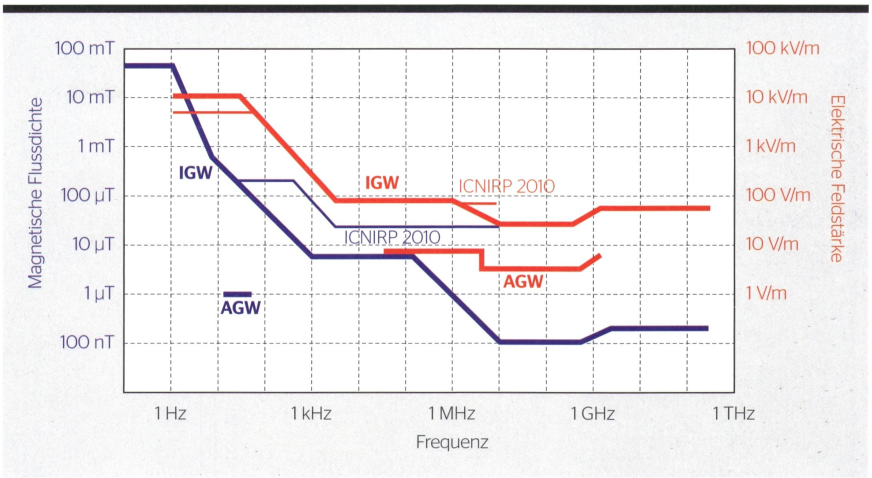

Bild 2 Die Grenzwerte der Verordnung zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (NISV) begrenzen elektromagnetische Felder von Infrastrukturanlagen, etwa der Energieversorgung. IGW = Immissionsgrenzwert der NISV; AGW = Anlagegrenzwert der NISV; ICNIRP 2010 = Empfehlung der Internationalen Kommission für den Schutz vor nichtionisierender Strahlung. Gegen die Belastung durch elektromagnetische Felder am Arbeitsplatz gibt es zudem Grenzwerte der Suva.

Literatur

→ Den Schlussbericht zum Forschungsprojekt «Elektromagnetische Felder von Stromtechnologien» findet man unter: www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=35901
→ Weitere Fachbeiträge über Forschungs-, Pilot-, Demonstrations- und Leuchtturmprojekte im Bereich Elektrizitätstechnologien: www.bfe.admin.ch/CT/strom,

Autor

Dr. **Benedikt Vogel** ist Wissenschaftsjournalist, im Auftrag des Bundesamts für Energie (BFE).
→ Dr. Vogel Kommunikation, DE-10437 Berlin
→ vogel@vogel-komm.ch

Weitere Auskünfte zu dem Projekt erteilt Gregor Dürrenberger (gregor@emf.ethz.ch), Geschäftsleiter der Forschungsstiftung Strom und Mobilkommunikation.

RÉSUMÉ

Aucune crainte face aux lignes électriques

Résultats d'une étude de la littérature effectuée par l'OFEN

Les champs électromagnétiques éveillent encore des craintes concernant d'éventuels impacts sur la santé. On pense d'une part aux champs électromagnétiques haute fréquence, tels que ceux utilisés pour la télécommunication, et, d'autre part, aux champs électromagnétiques basse fréquence, tels qu'ils surviennent lors du transport d'électricité dans les lignes haute tension. Une étude de la littérature effectuée par l'Office fédéral de l'énergie concernant les champs électromagnétiques basse fréquence relativise les craintes : selon les connaissances actuelles, ils ne représentent aucun danger notable pour la santé de la population. Les auteurs suggèrent toutefois des analyses approfondies pour certains domaines afin de pouvoir mieux évaluer les risques encore difficiles à estimer aujourd'hui avec de meilleures données. NO

Bild: FSM

Wasserkraft verstehen und Kundenbedürfnisse lösungsorientiert umsetzen.

Service & Betrieb
- Montageleiter, Service- und Wartungspersonal
- Inspektionen und Zerstörungsfreie Prüfverfahren
- Mobile Spezialwerkzeuge, Maschinen und Schachtwinden
- Betrieb und Service Bahnen

Instandhaltung & Reparaturen
- Teil- und Vollreparaturen von Laufrädern
- Revisionen von Abschlussorganen und Turbinen
- Ersatzteilfertigung und Reparaturen
- Schweissroboter

Engineering & Beratung
- Strömungsberechnungen
- Fingerprint Messungen, Analysen und Lösungskonzepte
- Beratung und Expertentätigkeiten
- Prototyp- und Einzelteilfertigungen
- Inbetriebnahmen

Ökologische Beratung & Begleitung
- Ökologische Begleitung für Restwasser-, Schwall- und Sunksanierungen
- Entwicklung von Massnahmen und Konzepte für Sanierungen und Konzessionen
- Fischlifte, Fischauf- und abstieg
- Terrestrische Ökologie

Grimsel Hydro
Technologiezentrum Wasserkraft

Kraftwerke Oberhasli AG, CH-3862 Innerkirchen
Telefon +41 33 982 27 00, www.grimselhydro.ch