



Bundesamt  
für Strahlenschutz

**Ressortforschungsberichte zum Strahlenschutz**

# Untersuchung der Möglichkeiten einer Fortbildung von Multiplikatoren in lokalen Behörden für die Risikokommunikation beim Stromnetzausbau

**Vorhaben 3619S92412**

Adelphi Research gemeinnützige GmbH

T. Viertel  
G. Will  
Dr. G. Becker

Das Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und im Auftrag des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS) durchgeführt.

Dieser Band enthält einen Ergebnisbericht eines vom Bundesamt für Strahlenschutz im Rahmen der Ressortforschung des BMUV (Ressortforschungsplan) in Auftrag gegebenen Untersuchungsvorhabens. Verantwortlich für den Inhalt sind allein die Autoren. Das BfS übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie die Beachtung privater Rechte Dritter. Der Auftraggeber behält sich alle Rechte vor. Insbesondere darf dieser Bericht nur mit seiner Zustimmung ganz oder teilweise vervielfältigt werden.

Der Bericht gibt die Auffassung und Meinung des Auftragnehmers wieder und muss nicht mit der des BfS übereinstimmen.

### **Impressum**

Bundesamt für Strahlenschutz  
Postfach 10 01 49  
38201 Salzgitter

Tel.: +49 30 18333-0

Fax: +49 30 18333-1885

E-Mail: [ePost@bfs.de](mailto:ePost@bfs.de)

De-Mail: [epost@bfs.de-mail.de](mailto:epost@bfs.de-mail.de)

[www.bfs.de](http://www.bfs.de)

BfS-RESFOR-207/22

Bitte beziehen Sie sich beim Zitieren dieses Dokumentes immer auf folgende URN:

urn:nbn:de:0221-2022112435620

Salzgitter, November 2022

# Inhalt

1.	Aufgabenstellung.....	4
2.	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde .....	4
3.	Planung und Ablauf des Vorhabens .....	4
4.	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....	5
5.	Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste .....	5
6.	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	8
7.	Erzielte Ergebnisse.....	9
	I. Aktueller Stand der Wissenschaft und Identifikation relevanter Multiplikatoren*Innen.....	9
	II. Konzeptionelle Vorüberlegungen zu Schulungsformaten und -konzepten.....	17
	III. Erstellung der Schulungsinhalte und der zentralen Botschaften.....	17
	IV. Erarbeitete Lernmaterialien.....	24
8.	Nutzen und Verwertbarkeit .....	27
9.	Bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen .....	27
10.	Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen .....	27
11.	Anhang (Bildungsstrukturanalysen) .....	28

# 1. Aufgabenstellung

Im Kontext der deutschen Energiewende und der zunehmenden Dezentralisierung der Stromerzeugung durch Erneuerbare Energieträger spielt der Ausbau der Netzinfrastruktur eine zentrale Rolle. Doch der Ausbau von Übertragungsleitungen stößt vor Ort häufig auf Ängste, Befürchtungen bis hin zu organisierten Widerständen. Ein häufiges Motiv liegt in Befürchtungen, wonach von elektrischen und magnetischen Feldern (EMF) der Stromleitungen gesundheitliche Risiken ausgehen könnten.

In dieser Situation wenden sich besorgte Bürger\*Innen mit Ihren Fragen und Sorgen an Akteur\*Innen aus ihrem unmittelbaren lokalen Umfeld: Hausärzte\*Innen, Lehrkräfte oder Vertreter\*Innen lokaler Behörden spielen daher eine wichtige Rolle als relevante Wissensvermittler\*Innen zum Thema elektrische und magnetische Felder.

Das Vorhaben hatte daher zum Ziel, diesen drei identifizierten Gruppen von Wissensvermittlern\*Innen Wissen und Fähigkeit an die Hand zu geben, um den Informationsbedürfnissen der Bürger\*Innen gerecht zu werden. Hierzu sollten wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse zu den Auswirkungen elektromagnetischer Felder im Kontext von Stromleitungen aufbereitet und in zielgruppenadäquate Lernformate überführt werden.

## 2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Vorhaben wurde operativ vor allem von den Auswirkungen der Corona-Pandemie getroffen, die ab April 2020 mit den verhängten Kontaktbeschränkungen („Lockdown“) wirksam wurden. Dies fiel zusammen mit Bemühungen zur Mobilisierung geeigneter Probanden\*Innen zur Testung der erarbeiteten Angebote (AP4). Unter diesen Auflagen waren die im Angebot abgebildeten Workshops mit den Zielgruppen-Vertreter\*innen vor Ort nicht umsetzbar und mussten als Online-Format umgesetzt werden, was leider nur teilweise und unter erheblichem Mehraufwand gelang.

## 3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben gliederte sich in insgesamt vier Arbeitspakete:

**Arbeitspaket 1** umfasste die Aufarbeitung des relevanten Standes von Wissenschaft und Technik im Kontext Stromnetze und EMF. Die Ergebnisse bildeten die Grundlage für die in AP 3 zu erarbeitenden Fortbildungsformate an die drei Zielgruppen.

**Arbeitspaket 2** beinhaltete die Identifizierung und Ansprache relevanter Multiplikator\*Innen bzw. Wissensvermittler\*Innen aus den Bereichen Schule, Medizin und Kommunale Verwaltung.

Auf Basis der identifizierten Bedarfe und Anforderungen wurden in **Arbeitspaket 3** dann verschiedene Fortbildungskonzepte für die drei Zielgruppen konzipiert und umgesetzt: Für die Zielgruppe „Lehrkräfte“ wurde ein Online-Weiterbildungsangebot auf der Plattform „Moodle“ inkl. Unterrichtsmaterialien entwickelt. Daneben wurde ein Konzept (inkl. Foliensatz und Unterlagen) für eine kompakte Präsenzveranstaltung umgesetzt. Für die Zielgruppe „Ärzte\*Innen“ wurde ein Skript für ein Lehrvideo entwickelt, das hinsichtlich Inhalt und Umfang anschlussfähig an das offizielle CME-System der Ärztekammer ist. Für die Zielgruppe „Behördenvertreter\*Innen“ wurde eine Broschüre erarbeitet, die wesentliche Informationen rund um Netzausbauvorhaben und gesundheitliche Auswirkungen durch EMF zusammenfasst.

Im Rahmen von **Arbeitspaket 4** erfolgte ein Test der erarbeiteten Materialien durch Vertreter\*Innen der Zielgruppe. Hierzu wurde ein digitaler Workshop mit angehenden Lehrern\*Innen durchgeführt, um direktes Feedback zu den erarbeiteten Materialien zu erhalten. Das erstellte Skript für ein medizinisches Lehrvideo wurde intensiv mit einem umweltmedizinischen Gutachter diskutiert und entsprechend angepasst.

Der Durchführungszeitraum für das Projekt lief vom 8. August 2019 bis einschließlich 30. September 2021. Dabei waren vor allem die Arbeiten von Arbeitspaket 4 von den Auswirkungen der Corona-Pandemie

betroffen. Da die Erprobung der Unterlagen in Form von Präsenzveranstaltungen in vom Netzausbau betroffenen Regionen erfolgen sollte, wurde die Durchführung durch die geltenden Kontaktbeschränkungen deutlich erschwert.

#### **4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Der Stand, von dem ausgegangen worden ist, lässt sich am besten mit dem Vorgängerprojekt (BfS Vertrag 3618S82450) angeben. In diesem Fachgespräch wurden Begriffe identifiziert, für die klare Definitionen vereinbart werden müssen, wenn eine Kommunikation auf Augenhöhe über die Risiken des Netzausbaus gelingen soll. Ein weiteres Ergebnis dieses Fachgesprächs war die Bestätigung der Erkenntnis, dass das BfS alleine diese Kommunikation nicht leisten kann. Es sind Personen vor Ort erforderlich, die aufgrund ihrer gesellschaftlichen Position (z.B. als Lehrpersonen, Ärzt\*innen oder Behördenmitarbeitende) Autorität haben und Vertrauen genießen.

Solche Personen (Multiplikator\*innen) benötigen ein gutes Wissen über die physikalischen und technischen Fragestellungen, die Studienlage bezüglich möglicher gesundheitlicher Risiken und die Praxis des Genehmigungsverfahrens und die gesetzlichen Vorgaben. Um dieses Wissen zu vermitteln sollte Kursmaterial und E-Learning Software entwickelt, erprobt und evaluiert werden, was im hier beschriebenen Projekt auch erfolgt ist.

#### **5. Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste**

Im Folgenden findet sich eine Auswahl der im Rahmen des Vorhabens verwendeten Fachliteratur:

Amoon, A.T. et al. (2018): Proximity to overhead power lines and childhood leukemia: an international pooled analysis, *British Journal of Cancer*, 29th of March 2018.

Ärzttekammer Berlin (2014): Neufassung der Fortbildungsordnung. Online verfügbar unter: [https://www.aerztekammer-berlin.de/10arzt/25\\_Aerztl\\_Fb/30\\_Downloads/08\\_FobiordnungAEKB\\_Amtsblatt.pdf](https://www.aerztekammer-berlin.de/10arzt/25_Aerztl_Fb/30_Downloads/08_FobiordnungAEKB_Amtsblatt.pdf).

Ärzttekammer Berlin (2014): Richtlinien der Ärztekammer Berlin zur Anerkennung und Bewertung von Fortbildungsmaßnahmen und zum Erwerb des Fortbildungszertifikates. Online verfügbar unter: [https://www.aerztekammer-berlin.de/10arzt/25\\_Aerztl\\_Fb/30\\_Downloads/09\\_RiLi-Fortbildungsordnung.pdf](https://www.aerztekammer-berlin.de/10arzt/25_Aerztl_Fb/30_Downloads/09_RiLi-Fortbildungsordnung.pdf).

Bentele, G. (1988): Der Faktor Glaubwürdigkeit. Forschungsergebnisse und Fragen für die Sozialisationsperspektive. In: *Publizistik*, 33 (2/3), 406-426.

Bentele, G.; Seeling, S. (1996): Öffentliches Vertrauen als Faktor politischer Öffentlichkeit und politischer Public Relations. Zur Bedeutung von Diskrepanzen als Ursache von Vertrauensverlust, in: Jarren/Schatz/Weßler (Hrsg.): *Medien und politischer Prozess*, Opladen 1996, S. 155-167.

Bentele, G. (1998): Vertrauen/Glaubwürdigkeit In: Jarren/Sarcinelli/Saxer (Hrsg.): *Politische Kommunikation in der demokratischen Gesellschaft. Ein Handbuch mit Lexikonteil*, Opladen/Wiesbaden, S. 305-311.

Bentele, G. / Seidenglanz, R. (2015): Vertrauen und Glaubwürdigkeit. Begriffe, Ansätze, Forschungsübersicht und praktische Relevanz. In: Fröhlich / Szyszka / Bentele (Hrsg.): *Handbuch der Public Relations*, Wiesbaden 1996, S. 411-429.

BfS (2018): BfS-SCHR-63/18: Action and perception thresholds of static and ELF magnetic and electric fields and contact currents in humans: Workshop Abstracts; Federal Office for Radiation Protection, Oberschleißheim/Neuherberg, 26. – 27.10.2016.

- BfS (2019): Fachgespräch zur Risikobewertung und Risikowahrnehmung beim Stromnetzausbau – Abschlussbericht (BfS-Vorhaben 3618S82450).
- BImSchV (2013): 26. BImSchV, Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266).
- Bundesärztekammer (2015): Empfehlungen zur ärztlichen Fortbildung. Online verfügbar unter: [https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/pdf-Ordner/Fortbildung/EmpfFortb\\_20150424.pdf](https://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/pdf-Ordner/Fortbildung/EmpfFortb_20150424.pdf).
- Grothus, I. et al. (2018): Recherchen für eine Bestandsaufnahme der Lehrkräftefortbildung in Deutschland. Ergebnisse des Projektes Qualitätsentwicklung in der Lehrkräftefortbildung, Deutscher Verein zur Förderung der Lehrerinnen und Lehrerfortbildung e.V. (DVLfB).
- Lewin, G. (2013): Einfluss niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf das sich entwickelnde blutbildende System, das Immunsystem und das ZNS in vivo (BfS-Vorhaben 3608S30006).
- Liebl, M.P. (2014): Auswirkungen niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf die Entstehung und den Verlauf von neurodegenerativen Erkrankungen im experimentellen Modell (BfS-Vorhaben 3608S03008).
- Meyen, M. (2019): Das Artefakt Glaubwürdigkeit. Was Umfragen zur Medienbewertung wirklich messen, in: Michael Meyen (Hrsg.): Medienrealität 2018. Online verfügbar unter: <https://medienblog.hypothesen.org/1435>.
- Pophof, B. (2013): Effekte betriebsbedingter elektrischer und magnetischer Felder sowie thermischer Energieeinträge in den Meeresgrund (BfS-SG-18/13).
- Riedl, A. (2004): Didaktik der beruflichen Bildung, Stuttgart.
- Schütte, G.; Ludes, P. (1996): Medienvertrauen und Schlüsselbilderlebnisse. Eine Analyse von Schlüsselbildern in U.S.-amerikanischen und bundesdeutschen Fernsehnachrichtensendungen. In: Jarren/Schatz/Weßler (Hrsg.): Medien und politischer Prozess, Opladen 1996, S. 213-229.
- Weber, F. (2016): Analyse des öffentlichen Diskurses zu gesundheitlichen Auswirkungen von Hochspannungsleitungen – Handlungsempfehlungen für die strahlenschutzbezogene Kommunikation beim Stromnetzausbau (BfS-Vorhaben 3614S80008).
- Wiedemann, P.M. (2010): Laiengerechte Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheiten im Bereich EMF (BfS-Vorhaben 3608S03016).
- Wiedemann, P.M. (2016): How far is how far enough? Safety perception and acceptance of extra-high-voltage power lines in Germany, Journal of Risk Research, Routledge 2016.
- WHO (2017): Environmental Health Criteria 238 (EXTREMELY LOW FREQUENCY FIELDS), World Health Organization 2017.

Für die medizinischen Schwerpunktthemen wurde auf folgende Studien oder Literatur zurückgegriffen:

#### Neurodegenerative Erkrankungen:

- Liebl, M.; Behl, C.; Clement, A. (2014). Auswirkungen niederfrequenter elektromagnetischer Felder auf die Entstehung und den Verlauf von neurodegenerativen Erkrankungen im experimentellen Modell. URN: urn:nbn:de:0221-2014090311650.

### Leukämie im Kindesalter:

Amoon, A. T.; Crespi, C. M.; Ahlbom, A.; Bhatnagar, M.; Bray, I.; Bunch, K. J. et al. (2018). Proximity to overhead power lines and childhood leukaemia: an international pooled analysis. In: British journal of cancer 119(3): 364–373. DOI: 10.1038/s41416-018-0097-7.

### Mögliche Wirkung hochfrequenter EMF:

Aydin, D.; Feychting, M.; Schüz, J.; Tynes, T.; Andersen, T.V.; Schmidt, L.S. et al. (2011). Mobile phone use and brain tumors in children and adolescents: a multicenter case-control study. Journal of the National Cancer Institute 103 (16): 1264–1276. DOI: 10.1093/jnci/djr244.

INTERPHONE Study Group (2010). Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. International journal of epidemiology 39 (3): 675–694. DOI: 10.1093/ije/dyq079.

COSMOS (2021). About the study. Retrieved 28 Sep 2021, from <http://www.thecosmosproject.org/about-the-study/>.

National Toxicology Program (2018). NTP Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies in Sprague Dawley: Rats Exposed to Whole-body Radio Frequency Radiation at a Frequency (900 Mhz) and Modulations (GSM and CDMA) Used by Cell Phones. U.S. Department of Health and Human Services.

National Toxicology Program (2018). NTP Technical Report on the Toxicology and Carcinogenesis Studies in B6C3F1/N Mice Exposed to Whole-body Radio Frequency Radiation at a Frequency (1,900 MHz) and Modulations (GSM and CDMA) Used by Cell Phones. U.S. Department of Health and Human Services.

Smith-Roe, S. L.; Wyde, M. E.; Stout, M. D.; Winters, J. W.; Hobbs, C. A.; Shepard, K. G. et al. (2020). Evaluation of the genotoxicity of cell phone radiofrequency radiation in male and female rats and mice following subchronic exposure. Environmental and molecular mutagenesis 61 (2): 276–290. DOI: 10.1002/em.22343.

### Elektrosensibilität:

Röösli, M., Frei, P., Mohler, E., Hug, K. (2010): Systematic review on the health effects of exposure to radiofrequency electromagnetic fields from mobile phone base stations. Bull. World Health Organ. 88, 887–896.

Szemerszky, R.; Köteles, F.; Lihi, R. et al. (2010): Polluted places or polluted minds? An experimental sham-exposure study on background psychological factors of symptom formation in 'Idiopathic Environmental Intolerance attributed to electromagnetic fields'. Int. J. Hyg. Environ. Health 213 (5): 387–394.

Witthöft, M.; Rubin, G.J. (2013): Are media warnings about the adverse health effects of modern life self-fulfilling? An experimental study on idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF). Journal of Psychosomatic Research 74 (3): 206–212. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpsychores.2012.12.002>.

Van Moorselaar, I.; Slottje, P.; Heller, P.; van Strien, R.; Kromhout, H.; Murbach, M.; Kuster, N.; Vermeulen, R.; Huss, A. (2017): Effects of personalised exposure on self-rated electromagnetic hypersensitivity and sensibility - A double-blind randomised controlled trial. Environ Int 99: 255-262.

- Schoeni, A.; Roser, K.; Rösli, M. (2017): Symptoms and the use of wireless communication devices: A prospective cohort study in Swiss adolescents. *Environ Res.* 154: 275-283. DOI: 10.1016/j.envres.2017.01.004.
- Van den Bergh, O.; Brown, R.J.; Petersen, S.; Witthöft, M. (2017): Idiopathic environmental intolerance: A comprehensive model. In: *Clinical Psychological Science* 5(3): 551-567.
- Dieudonné, M. (2019): Becoming electro-hypersensitive: A replication study. *Bioelectromagnetics* 40 (3): 188–200. DOI: 10.1002/bem.22180.
- Schmiedchen, K.; Driessen, S.; Oftedal, G. (2019): Methodological limitations in experimental studies on symptom development in individuals with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (iei-emf) - a systematic review. *Environ Health* 18(1): 88.
- Bolte, John F. B.; Clahsen, Sander; Vercrujisse, Wendy; Houtveen, Jan H.; Schipper, C. Maarten A.; van Kamp, Irene; Bogers, Rik (2019). Ecological momentary assessment study of exposure to radiofrequency electromagnetic fields and non-specific physical symptoms with self-declared electrosensitives. *Environment international* 131: 104948. DOI: 10.1016/j.envint.2019.104948
- Rösli, M., Dongus, S., Jalilian, H., Feychting, M., Eysers, J., Esu, E., Oringanje, C.M., Meremikwu, M., Bosch-Capblanch, X. (2021): The effects of radiofrequency electromagnetic fields exposure on tinnitus, migraine and non-specific symptoms in the general and working population: A protocol for a systematic review on human observational studies. *Environ Int.* Sep 6;157:106852. doi: 10.1016/j.envint.2021.106852. Epub ahead of print. PMID: 34500362.
- Oftedal, G. Driessen, S., Schmiedchen, K. (2021): Comments on the article by Dariusz Leszczynski: Review of the scientific evidence on the individual sensitivity to electromagnetic fields (EHS). *Rev Environ Health*.
- Xavier Bosch-Capblanch, Ekpereonne Esu, Stefan Dongus, Chioma Moses Oringanje, Hamed Jalilian, John Eysers, Gunnhild Oftedal, Martin Meremikwu, Martin Rösli (2022): The effects of radiofrequency electromagnetic fields exposure on human self-reported symptoms: A protocol for a systematic review of human experimental studies. *Environment International* 158 (2022) 106953 <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106953>.

Insbesondere ist bei den Arbeiten auf die Literaturrecherche aus dem Vorgängervorhaben [BfS 2019] zurückgegriffen worden. Weitere Information über die physikalischen und technischen Details (Physik / Sachkunde auf unterschiedlichen Niveaus) stammen aus diversen Online-Quellen, darunter u.a. das Portal „Umwelt im Unterricht“ des BMU sowie das Online-Angebot des BfS.

Für die Einrichtung des Lernsystems Moodle wurde die zugehörige Online-Dokumentation [https://docs.moodle.org/311/en/Main\\_page](https://docs.moodle.org/311/en/Main_page) hinzugezogen.

Seitens BfS wurde inhaltlicher Input in Form zweiter Präsentationen (Dr. Ziegelberger und Prof. Dr. Wuschek) sowie in Form eines Papers zum Thema „EMF und Mobilfunk“ für die Zielgruppe Mediziner\*Innen bereitgestellt.

## 6. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Zusammenarbeit, Beratung und Austausch mit anderen Stellen fokussierte sich im medizinischen Sektor auf Herrn Dr. Hauke Brüggemeyer, Aufgabenbereich Strahlenschutz des Niedersächsischen Landesbetriebs für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz und auf Dr. med. Berthild Scholz von der Ärztekammer Berlin. Im Bildungsbereich erfolgte eine umfassendere Abstimmung mit Dr. Götz Bieber vom Landesinstitut für Schule und Medien Berlin-Brandenburg.

## 7. Erzielte Ergebnisse

### I. Aktueller Stand der Wissenschaft und Identifikation relevanter Multiplikatoren\*Innen

In einem ersten Schritt wurden im Rahmen des Vorhabens eine Literaturanalyse und Desktoprecherche zur Identifikation des aktuellen Standes der Wissenschaft im relevanten Themengebiet durchgeführt. Die Literaturanalyse umfasste in ihren Schwerpunkten folgende Themenkomplexe:

- Faktoren der Glaubwürdigkeit für politische Institutionen, Multiplikator\*innen und Wissensvermittler\*innen. Eine Kurzfassung der Recherche ist im Folgekapitel abgebildet.
- Fort- und Weiterbildungsstrukturen von Lehrer\*innen. Der Stand aktueller Literatur, die diesen Themenkomplex abdecken war außerordentlich dünn. Von aktueller Relevanz und hilfreich für die Identifikation der Fort- und Weiterbildungsstrukturen war die Publikation des Deutschen Vereins zur Förderung der Lehrerinnen und Lehrerfortbildung e.V. (DVLfB; siehe Literaturliste). Zentrale Methodik zur Identifikation der aktuellen Strukturen waren jedoch die Desktoprecherche, Expert\*inneninterviews sowie zahlreiche informelle Gespräche mit Vertreter\*innen von Fortbildungsinstitutionen unterschiedlicher Bundesländer.
- Fort- und Weiterbildungsstrukturen von Ärzt\*innen. Hier waren im Wesentlichen die Publikationen der Bundesärztekammer sowie diverser Landesärztekammern zu Empfehlungen und Vorgaben zu ärztlichen Fort- und Weiterbildungen von Relevanz. Aktuelle weiterführende Literatur zu diesem Themenkomplex konnte nicht identifiziert werden und wurde auch nicht als notwendig betrachtet.
- Identifikation von kommunalen Fort- und Weiterbildungsinstitutionen und von Multiplikator\*innen für Behörden und Kommunen. Literatur zu diesem Thema war nicht vorhanden bzw. falls vorhanden, nicht dienlich. Von Relevanz waren hier das ausgeprägte Erfahrungswissen der Auftragnehmer aus der Zusammenarbeit mit Kommunen und kommunalen Verbänden sowie diverse formelle und informelle Telefongespräche mit Vertreter\*innen von kommunalen Fort- und Weiterbildungsinstitutionen sowie von kommunalen Verbänden.

Literaturanalyse und Desktoprecherche dienten als Grundlage für:

- Die Identifikation von relevanten Expert\*innen für Expert\*inneninterviews. Die Kriterien für die Relevanz waren die zu erwartende bundesländerübergreifende Kenntnis von Fort- und Weiterbildungsstrukturen der präferierten Wissensvermittler\*innen.
- Die Identifikation und Dokumentation der Fort- und Weiterbildungsstrukturen von Ärzt\*innen und Lehrer\*innen sowie Institutionen der Multiplikation.
- Die Identifikation und Dokumentation der Fort- und Weiterbildungsstrukturen von Behördenvertreter\*innen sowie Institutionen der Multiplikation.

### Zusammenfassende Befunde zum Thema Vertrauen

Vertrauen wird in der Informations- und Kommunikationsgesellschaft als „öffentliches Vertrauen“ wichtig. Bentele definiert öffentliches Vertrauen als einen kommunikativen Mechanismus zur Reduktion von Komplexität, in dem öffentliche Personen, Institutionen und das gesamte gesellschaftliche System in der Rolle des Vertrauensobjekts fungieren. Glaubwürdigkeit kann als Teilphänomen von Vertrauen verstanden werden. Sie ist eine Eigenschaft, die Personen, Institutionen oder deren kommunikativen Produkten zugeschrieben wird. Ist die Erfahrung vorhanden, dass Aussagen bzw. das gesamte Handeln eines Akteurs konsistent bzw. richtig/wahr sind, wird dieser als glaubwürdig wahrgenommen.

Während sich der Begriff der Glaubwürdigkeit mehr oder weniger auf die kommunikative Dimension bezieht, wird Vertrauen nicht nur Aussagen von Akteuren entgegengebracht, sondern auch technischen, instrumentalen und problemlösungsbezogenen Aspekten von Gegenständen, Institutionen, Umständen oder sozialen Strukturen.

Glaubwürdigkeit kann als Imagedimension öffentlicher Personen, Institutionen oder der Medien selbst verstanden werden. Vertrauen hingegen als Beziehungsdimension zwischen Bevölkerung und politischen oder wirtschaftlichen Personen und Institutionen. Dies zeigt sich z.B. in der Abhängigkeit von Parlament und Regierung vom zeitlich begrenzten Vertrauen der Wähler.

Ein zentrales Problem ist das in den letzten Jahrzehnten generell abnehmende Vertrauen in der Bevölkerung gegenüber der Politik, Bereichen der Wirtschaft und der Medien selbst. Dabei können sich Vertrauenseinbußen zu Vertrauenskrisen entwickeln. In der Politik entstehen Vertrauenskrisen oft aus einer Häufung öffentlich gewordener Skandale. Hier haben vor allem die Medien einen entscheidenden Einfluss, da sie Skandale und kommunikative Diskrepanzen eine gesteigerte Aufmerksamkeit entgegenbringen. Dies wird durch zunehmende Konkurrenz sowie Visualisierung und stärkere Unterhaltungsorientiertheit im Medienbereich begünstigt. Für Politiker\*Innen, Parteien und politische Institutionen stellt sich daher die wichtige Frage nach den Möglichkeiten von Vertrauenserhalt und Vertrauensrückgewinnung.

Erst wenn Glaubwürdigkeit und Vertrauen nicht mehr vorhanden sind, wird man sich der Relevanz dieser beiden Faktoren bewusst. Politische Wählergunst und damit verbundene politische Macht, Politikmüdigkeit, Politikabstinenz oder auch bewusste Wahlverweigerung stehen im direkten Zusammenhang mit mangelndem Vertrauen breiter gesellschaftlicher Gruppen in die Politik.

Bentele stellt heraus, dass die Relevanz des Faktors öffentliches Vertrauen in unserer Informations- und Kommunikationsgesellschaft noch steigen wird, da die Rolle der Medien in der Politikvermittlung eine immer größere Rolle einnimmt. Auf der einen Seite bezieht das Publikum politische Nachrichten, die nicht direkt nachgeprüft werden können, fast ausschließlich aus den Medien. Andererseits muss sich die Politik in ihrer Darstellung immer mehr den Medien anpassen. Dies bedeutet z.B., dass es vergleichsweise wichtiger wird wie eine Information präsentiert wird, während der Inhalt der Information selbst in den Hintergrund tritt. Auch werden das Verhältnis von politischen Personen zueinander und ihr gegenseitig entgegengebrachtes Vertrauen stärker durch ihr Medienverhalten geprägt. Diese Entwicklungen dürften nach Bentele die Anfälligkeit der Politik gegenüber Vertrauenskrisen weiter erhöhen.

Mit Blick auf die Wahl von Wissensvermittler\*innen im Rahmen dieses Vorhabens kann nach der Literaturrecherche zusammenfassend festgehalten werden, **dass Vertreter aus Politik und Personen, die in den Medien als Verursacher des Netzausbaus dargestellt werden, sich nicht für diesen Part eignen**, da sie in der Bevölkerung aufgrund dieser Vorbefassung als relativ unglaubwürdig und erst recht nicht als vertrauenswürdig angesehen werden könnten. Insbesondere beim Thema des Netzausbaus ist es wichtig, dass die Wissensvermittler\*innen sich objektiv dem Thema nähern können und nicht als durch die Politik oder die Netzbetreiber gesteuert angesehen werden. Es ist also eine Unabhängigkeit von der Politik und den Netzbetreibern erforderlich

**Eine stärker ausgeprägte Unabhängigkeit bzw. Objektivität ist für die Gruppe der Ärzt\*innen und Lehrer\*innen gegeben.** Hinzu kommt, dass beide Gruppen unmittelbar zugänglich für Fragen besorgter Bürger\*innen bzw. Kinder und Eltern sind. Lehrkräfte haben auch die Möglichkeit unabhängig von konkreten Fragestellungen von Eltern und Schülern das Thema Netzausbau in ihren Unterricht zu integrieren und über die Thematik zu informieren. Dadurch ist es möglich, sowohl bei Kindern als auch deren Eltern relevante Informationslücken zu schließen und u.U. eine objektivere Meinungsbildung zu ermöglichen und etwaige Ängste abzubauen.

Eine Verankerung des Themas im Unterricht erscheint nur in den Oberschulen sinnvoll, und zwar vorzugsweise im Fach Physik oder artverwandten Fächern. Die Behandlung des Themas in der Berufsschule ist nicht zielführend, da dort die Unterrichtsinhalte spezifisch auf den zu erlernenden Beruf zugeschnitten und nicht unbedingt passend zum Thema Netzausbau sind.

## Durchführung von Expert\*innen-Interviews

Wie oben skizziert bildeten Literaturanalyse und insbesondere die Desktop-Recherche die Grundlage für die Auswahl der Expert\*innen für die Interviews. Die interviewten Expert\*innen haben wiederum Empfehlungen für die Ansprache spezifischer Personen und Institutionen gegeben. In Summe wurden ca. 30-40 informelle Gespräche mit Vertreter\*innen aus den Bereichen Schule, Medizin und Kommunen geführt. Der informelle Charakter war bei vielen Akteur\*innen Voraussetzung für den Zugang zu Mensch und Institution. Allein der Begriff des „Interviews“ in der Email-Anfrage hat bei vielen Vertreter\*innen reflexhafte Reaktionen der Abwehr bzw. der Rückversicherung hervorgerufen, so dass in Einzelfällen eine zeitintensive Abstimmung/Freigabe mit Vertreter\*innen verantwortlichen Ministerien erfolgen musste. Mit elf Vertreter\*innen wurden „offizielle“ und längere Interviews zwischen 30 und 45 Minuten durchgeführt.

## Erstellung von Bildungsstrukturanalysen

Die Erstellung der Bildungsstrukturanalyse erfolgte auf Grundlage der folgenden Punkte:

- Expert\*innen-Interviews: In einem ersten Schritt erfolgen Expert\*innen-Interviews. Interviewt wurden in diesem Schritt ausschließlich Expert\*innen aus den Bereichen, Gesundheit, Bildung und Verwaltung. Ausgewählt wurden Institutionen mit bundesländerübergreifendem und bundesländerspezifischem Know-how.
- Literaturrecherche: Eine Literaturrecherche hat sich in Bezug auf die bundesländerspezifischen Fort- und Weiterbildungsstrukturen für Lehrer\*innen als nicht zielführend erwiesen. Hier gab es keine aktuellen wissenschaftlichen Studien, die Lehrpläne sowie die Strukturen der Fort- und Weiterbildung für Lehrer\*innen für das Projekt gewinnbringend abgebildet hätten. Gleiches galt für den medizinischen Bereich.
- Desktop-Recherche: Ein Desktop-Recherche auf Webseiten der erforderlichen Institutionen hat sich als sehr zielführend herausgestellt. Hier konnten die benötigten Informationen zu Zuständigkeiten und Kontaktdaten ermittelt werden.
- Telefon-Recherche: Die für Bildung und Fortbildung der potenziellen Wissens-vermittler\*innen als relevant identifizierten Institutionen wurden angerufen und für die potentiellen Wissens-vermittler\*innen relevante Institutionen, verantwortliche Abteilungen und konkrete Ansprechpartner\*innen angefragt.

Für die vom Netzausbau betroffenen Bundesländer, wie Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen wurden jeweils übersichtliche Bildungsstrukturanalysen zu den Zielgruppen der Lehrer\*innen und Mediziner\*innen angefertigt. Diese sind jeweils mit einer dazugehörigen Kontaktliste im Anhang dargestellt. Auf eine Bildungsstrukturanalyse der Bundesländer Sachsen, Berlin, Bremen, Hamburg und Saarland wurde aufgrund der geringen Betroffenheit vom Netzausbau verzichtet.

Inhaltlich waren die Bildungsstrukturanalysen gemäß folgendem Analyseraster aufgebaut:

- Basis-Daten zum Bundesland (Demographische Daten, Verwaltungsgliederung, Regierung, relevante Ministerien, Anzahl von Schulen / Schülern\*Innen sowie von Ärzten\*Innen, Darstellung relevanter Ausbauprojekte im Bereich Stromnetze)
- Aus- und Weiterbildungsstrukturen für Lehrer\*Innen
  - o Struktur und Spezifika des Schulsystems
  - o Projektrelevante Schulfächer im Schulsystem
  - o Institutionen der Lehrer\*Innen-Ausbildung
  - o Institutionen der Lehrer\*Innen-Fortbildung

- Übersichtsgrafik Aus- und Fortbildung für Lehrer\*Innen
- Handlungsempfehlungen für Multiplikator\*Innen von EMF-Inhalten
- Aus- und Weiterbildungsstrukturen für Mediziner\*Innen
  - Struktur und Spezifika des Aus- und Weiterbildungssystems für Mediziner\*Innen bundesweit
  - Institutionen der Mediziner\*Innen-Ausbildung
  - Projektrelevante Fachärzte\*Innen
  - CME-Punkte bei Mediziner\*Innen-Fortbildung
  - Institutionen der Mediziner\*Innen-Fortbildung
  - Wichtige Multiplikator\*Innen für Hausärzt\*Innen
  - Übersichtsgrafik Aus- und Fortbildung für Mediziner\*Innen
- Behörden
  - Struktur und Spezifika bei Behörden im Bundesland
- Handlungsempfehlungen für Multiplikator\*Innen von EMF-Inhalten
- Anhang mit relevanten Ansprechpartnern\*Innen und Kontaktdaten für Fort- und Weiterbildungen der relevanten Zielgruppen.

### **Ergebnisse der Bildungsstrukturanalysen**

Aus der Erstellung der Bildungsstrukturanalysen für Ärzt\*innen und Lehrer\*innen lassen sich folgende Ergebnisse zusammenfassen.

#### Für die Zielgruppe der Ärzt\*innen:

- Hohe Synchronität der Fort- und Weiterbildungsstrukturen in den Bundesländern
- Bundes- und Landesärztekammern als zentrale Player
- Hoher Grad der Vernetzung zwischen den Ärztekammern
- Fachverbände als wichtige Multiplikatoren von Fortbildungen.

Daraus resultieren folgende Empfehlungen für ressourceneffiziente und wirkstarke Formate mit den Ärzt\*innen bzw. Multiplikator\*innen im laufenden Projekt:

- Onlineformat I Audiovisuelle Medien: Kategorien D/E - Selbststudium unter Nutzung von audiovisuellen Medien und Online-Angeboten ohne (E) oder mit (D) Lernerfolgskontrolle (LEK).
- Präsenzformate: Kategorie A - Vortrag mit Diskussion: keine Teilnehmendenbegrenzung.
- Blended Learning: Kategorie K- Verzahnung von tutoriell unterstützten Online-Lernmodulen und Präsenzveranstaltungen.

Als ergänzende Formate wurden mit dem BfS zur Diskussion gestellt:

- Onlineformat II eLearning: Kategorie I - Tutoriell unterstützte Online-Fortbildungsmaßnahme mit LEK.
- Kongresse: Kategorie B – BfS-Vortrag auf großen Fachkongressen mit mehreren hundert Teilnehmenden.

### Für die Zielgruppe der Lehrer\*innen:

- Hohe Asynchronität der Fort- und Weiterbildungsstrukturen in den Bundesländern
- Relativ gute Vernetzung bei Onlineformaten und Lehrmaterialien über Bildungsserver
- Hohe Diversität in Bezug auf Institutionen, Strukturen und „Kulturen“ der Fort- und
- Weiterbildung von Lehrer\*innen.

Daraus resultieren folgende Empfehlungen für ressourceneffiziente und wirkstarke Formate mit den Lehrern\*innen bzw. Multiplikator\*innen im laufenden Projekt:

- Unterrichtsmaterialien: Lehrmaterialien als vergleichsweise schnell produzierbare und von Lehrer\*innen gerne genutzte Formate. Nutzung/Integration bereits bestehender EMF-Materialien (Lernblätter, Bilder, Grafiken, Videos u.a.) des Bfs/BMU u.a. Solche Materialien werden sowohl bei Online Angeboten, als auch bei Präsenzveranstaltungen angeboten.
- Onlineformat I eLearning als Selbstlernkurs: Online-Fortbildungsmaßnahme mit oder ohne LEK (bundesländerabhängig).
- Präsenzformate: Vortrag, Vorstellung und Anwendung von Lehrmaterialien, Diskussion: keine Teilnehmendenbegrenzung, in der Praxis bis max. 50 Personen.

Als ergänzendes Format wurde mit dem Bfs zur Diskussion gestellt:

- Onlineformat II eLearning als moderiertes Online-Seminar: Online-Fortbildungsmaßnahme inkl. Moderation, als eLearning-Format oder Webinar mit oder ohne LEK.

Eine Übersicht der Bildungsstrukturanalysen findet sich im Anhang.

### **Formulierung strategischer Empfehlungen für die Ansprache von Multiplikator\*innen**

Desktoprecherche, Telefongespräche und Expert\*inneninterviews bildeten die Grundlage für die Formulierung strategischer Empfehlungen zur Kommunikation mit und über Multiplikator\*innen im Kontext Strahlenschutz / Stromnetzausbau. Die Empfehlungen wurden für die Zielgruppen Ärzt\*innen, Lehrer\*innen und Vertreter\*innen von Behörden visualisiert und den Vertreter\*innen des Bfs am 6. Dezember 2019 präsentiert. Im Folgenden wird nur ein Auszug der visualisierten Empfehlungen dargestellt. Die ausführliche Fassung der Präsentation liegt dem Bfs vor).

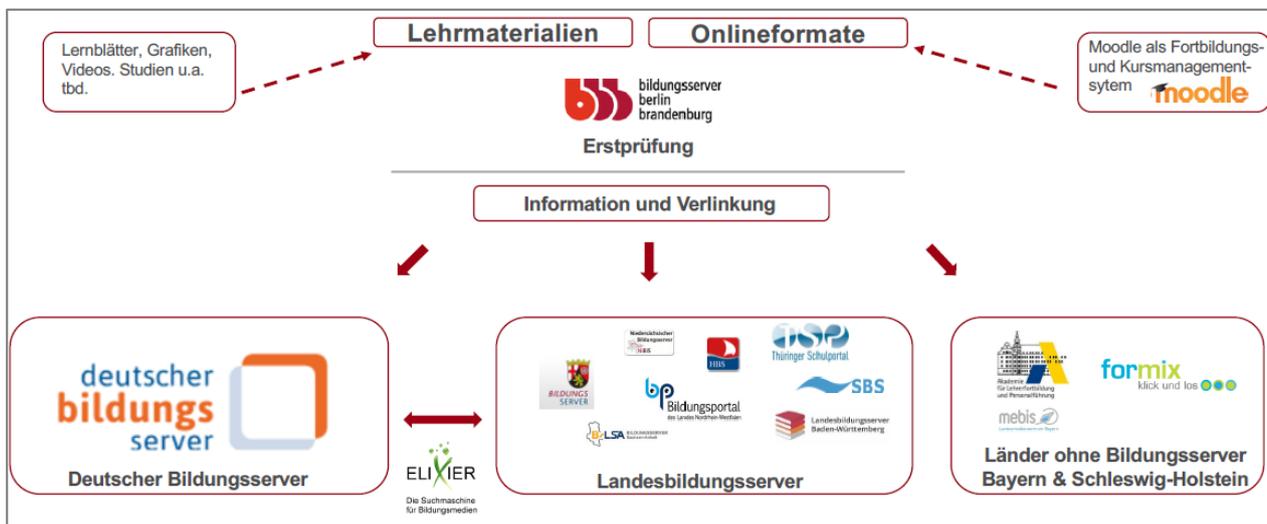


Abbildung 1: Empfehlungen zur Entwicklung von Materialien für die Zielgruppe Lehrer\*Innen.

Die Empfehlungen bildeten die Grundlage für die weiterführende Erarbeitung konkreter Lernformate zur Ansprache der Zielgruppen Lehrer\*Innen, Ärzte\*Innen und Behördenvertreter\*Innen.

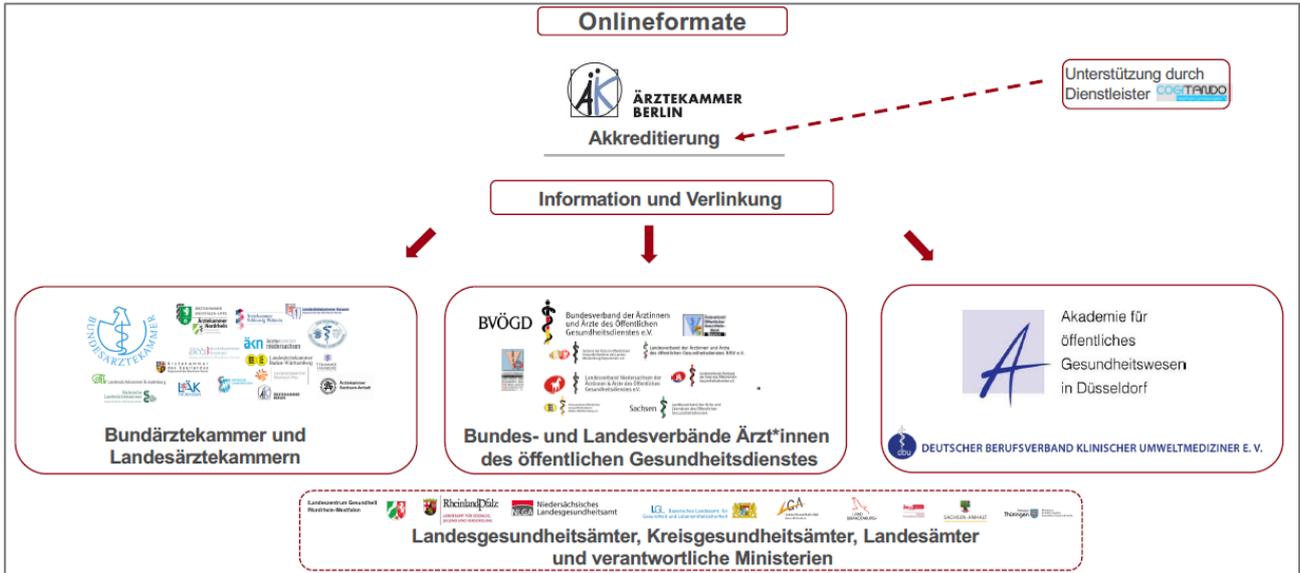


Abbildung 2: Empfehlungen zur Entwicklung von Materialien für die Zielgruppe Ärzte\*Innen

Für die Zielgruppe der Behördenvertreter wurde in der Diskussion mit dem BfS festgehalten:

- Dieses Feld ist sehr anspruchsvoll.
- Empfehlung für eine sinnvolle und ressourcenschonende Erreichbarkeit ist der Deutsche Städte- und Gemeindebund sowie die entsprechenden Landesverbände.
- Ein Erreichen der Landesakademien für Verwaltung sowie die Entwicklung eines Fortbildungsseminars wäre mit großem Aufwand und wahrscheinlich wenig Ertrag verbunden.

Auf dieser Grundlage wurden die nachfolgenden Empfehlungen formuliert:

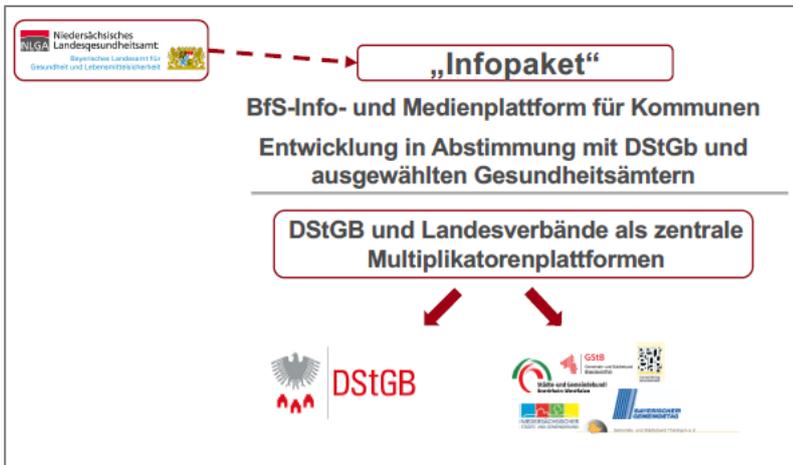


Abbildung 3: Empfehlungen zur Entwicklung von Materialien für die Zielgruppe der Behördenvertreter\*Innen

### Empfehlungen zur Wahl eines passenden E-Learning-Systems

Im weiteren Verlauf des Projekts sollten Lerninhalte in Form von „Tools im Internet“ implementiert werden. Da hierzu Absprachen mit dem Auftraggeber und dessen IT sinnvoll erscheinen, wurden im Vorgriff darauf Informationen zu den entsprechenden Werkzeugen zusammengestellt, um die zugehörige Diskussion zielführend führen zu können.

Für das eLearning, d.h. das Lernen am Rechner gibt es sowohl kommerzielle Software als auch freie Software. Die meisten derzeitigen Systeme sind webbasiert, d.h. sie arbeiten nicht mit einem eigenen Benutzerinterface, sondern sie bedienen sich eines Web Browsers, welcher auf einen zentralen Webserver zurückgreift.

Grundsätzlich können drei Arten von Systemen unterschieden werden:

- Content Management System (CMS): Verwaltung von Inhalten
- Learning Management System (LMS): Verwaltung in der Regel lernender, manchmal auch lehrender Benutzender.
- Kombinierte Systeme (LCMS): Verwaltung von Lerninhalten und auch von Benutzenden.

Reine CMS Systeme werden nicht spezifisch für das eLearning verstanden. Fast jede moderne Website ist heute mittels eines CMS realisiert, so auch die des BfS. Die beiden anderen Learning Management Systeme (LMS) und Learning Content Management Systeme (LCMS) sind zwei für die eLearning-Branche spezifische Akronyme. Bei beiden handelt es sich um Softwareplattformen, mit denen Online-Trainingsinhalte entwickelt und bereitgestellt werden können, und sie konzentrieren sich jeweils auf die Organisation und Verwaltung eines eLearning-Kursdesigns. Die relevanten Unterschiede werden nachfolgend kurz dargestellt:

### **Learning vs. Content Management**

Eine LMS-Software konzentriert sich auf die Benutzerverwaltung von Lernenden. Sie ist zwar in der Lage, Online-Trainingsinhalte zu entwickeln und auch einzusetzen. Diese Lösungen sind jedoch in der Regel auf die Aufnahme, Verfolgung und Bewertung von Lernenden fokussiert. LCMS-Plattformen hingegen sind auf Content Design und Management spezialisiert. Ihre Stärke ist es, Online-Trainingsressourcen für Online-Schulungskurse zu erstellen, anstatt die Online-Schulungskurse selbst zu überwachen.

### **Verwendungszweck**

Ein weiterer wesentlicher Unterschied zwischen LMS- und LCMS-Plattformen besteht in der vorgesehenen Benutzerbasis. Die LMS-Plattform ist ein Werkzeug, das für die Verteilung von Schulungen bestimmt ist. Als Online-Plattform stellt das LMS den Lernenden die Lerninhalte zur Verfügung, registriert den Verlauf der Schulungen (Punktzahl, Zeitaufwand usw.) und erleichtert das Tutoring für die Schulungen.

LCMS-Plattformen sind in erster Linie für Anwendende gedacht, die die Plattform zur Entwicklung, Organisation und Verwaltung von Online-Schulungsunterlagen nutzen, bei denen die eigentliche Verwaltung der zu Schulenden und das Monitoring der erzielten Ergebnisse unwichtig sind.

### **Tracking-Möglichkeiten**

LMS-Plattformen bieten die Möglichkeit, Online-Schulungsinhalte zu verwalten und zu überwachen. Auch Learning Content Management Systeme implementieren solche Fähigkeiten; sie haben jedoch im Vergleich zu LMS-Lösungen diesbezüglich einen eingeschränkten Funktionsumfang.

### **Funktionen für Kooperation von Lerninhaltenserstellern**

LCMS-Plattformen enthalten oft integrierte Online-Kollaborationswerkzeuge. So können alle Teilnehmer\*innen eines Teams Online-Trainingsinhalte hochladen, Feedback austauschen und Online-Trainingsmaterialien überarbeiten.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: LCMS- und LMS-Plattformen haben einen jeweils unterschiedlichen Anspruch. In der Praxis können die Systeme meist beides, wobei die Schwerpunkte unterschiedlich gesetzt sind. Spielen die genaue Verwaltung der Lernenden und die Überwachung deren

Fortschritts keine Rolle, so können auch die Fähigkeiten eines reinen CMS für die Implementierung hinreichen.

Abschließend wurden verschiedene, am Markt erhältliche Lösungen hinsichtlich ihrer Eignung zur Umsetzung eines Weiterbildungsangebots für Lehrer\*Innen bewertet.

<https://moodle.org> (Freie Software)

Moodle ist eine Lernplattform, die Lehrer\*innen, Administrator\*innen und Lernenden ein stabiles, sicheres und integriertes System zur Verfügung stellt, um personalisierte Lernumgebungen zu schaffen. Es wird im akademischen Bereich eingesetzt.

Moodle wird durch das Moodle-Projekt weiterentwickelt, welches von einem Netzwerk von über 80 Moodle-Partner-Dienstleistungsunternehmen weltweit finanziell unterstützt wird.

<http://www.formalms.org/> (Freie Software)

Forma LMS ist ein kostenloses Open-Source-Lernmanagementsystem, das sich darauf konzentriert, den Trainingsbedarf von Unternehmen durch Online-Kurse zu decken. Das Projekt basiert auf dem ursprünglichen Code von Docebo Open-source (jetzt kommerziell) und wird von einem Netzwerk von Unternehmen betreut, die seine Entwicklung unterstützen und die Software unter der Free Open-source-Lizenz halten. Die neue Gruppe von Partnerunternehmen hat einen neuen Workflow für die Software geschaffen und im Oktober 2013 eine neue Version der Plattform mit einem neuen Look und vielen Änderungen in Bezug auf Features und Bugfixes veröffentlicht.

<https://atutor.github.io/> (Freie Software)

ATutor ist ein kostenloses Open Source webbasiertes Lerninhaltsmanagementsystem, das entwickelt wurde, um Online-Kurse einfach zu erstellen und zu verwalten. Das Projekt wurde Ende 2002 von Greg Gay veröffentlicht, nachdem er zwei Studien durchgeführt hatte und zu dem Schluss kam, dass Menschen mit Behinderungen nicht vollständig an einem Online-Kurs über eines der damals gängigen LMS teilnehmen konnten. Auf diese Weise war ATutor das erste Lernmanagementsystem, das die Barrierefreiheitsspezifikationen von W3C WCAG 1.0 auf AA+-Ebene vollständig erfüllt. Seine Zugänglichkeitsfunktionen haben seine Popularität erhöht und ihm zahlreiche Auszeichnungen eingebracht.

<https://www.xyleme.com/> (Kostenpflichtige Software)

Xyleme ist ein Software Anbieter für eLearning Software. Es werden zwei Module angeboten. Studio für die Erstellung der Inhalte (auch im Team) und CDS als System, welches die Inhalte für Kurse bereitstellt. Anscheinend Cloud-basiert.

<https://www.x-cell.com/> (Kostenpflichtige Software)

X-Cell ist eine Consulting Firma auf dem Bereich eLearning. Sie bietet auch eine proprietäre Software namens Academy Maker an. Diese deckt mit verschiedenen Modulen die Erstellung von Kursen (auch im Autoren Team) und die Verwaltung der Lernenden, denen die Kurse angeboten werden, an. Es gibt auch ein Modul, welches Blended Learning unterstützt und eines speziell für Webinare.

<https://www.litmos.com/> (Kostenpflichtige Software)

SAP Litmos bietet ein LCM an, welches sowohl Lernvorgänge verwaltet als auch Module zur Erstellung von Inhalten enthält. Unterstützung von Autoren Teams ist enthalten. Fokus liegt auf Skalierbarkeit (Millionen von Nutzern) und auf der zentralen Datenhaltung. Gleichzeitig werden über 1000 fertige Kurse angeboten.

<https://www.absorblms.com/> (Kostenpflichtige Software)

Absorb bietet ein LMS an, welches aber auch Ansätze zum Zusammenstellen von Kursen bietet. Website ist hoch interaktiv, bietet aber nicht viele Details an.

Gemeinsam mit dem BfS wurde entschieden, bei der Umsetzung des E-Learnings ein Moodle-System zu implementieren, das mit Blick auf Nutzerfreundlichkeit, Bedienbarkeit und verfügbarer Erweiterungen deutliche Vorteile gegenüber anderen Systemen bietet – bei gleichzeitigem Vorteil einer kostenfreien Nutzung.

## II. Konzeptionelle Vorüberlegungen zu Schulungsformaten und -konzepten

In einem nächsten Schritt wurden die inhaltlichen Rahmen der Weiterbildungsangebote für die Zielgruppen Ärzte\*Innen und Lehrkräfte konzipiert und sukzessive mit Inhalten befüllt.

Ausgangspunkt war die Annahme, dass das Hintergrundwissen zu den in den Schulungen zu vermittelnden EMF-Themenkomplexen bei den Zielgruppen nicht identisch ist. Physiklehrer\*innen der Sekundarstufe werden beispielsweise im Bereich der physikalischen Grundlagen zum Thema elektrische und magnetische Felder bereits ausgebildet. Vor diesem Hintergrund werden die physikalischen Grundlagen in den Schulungsmaterialien der Lehrer\*innen nur informierenden Charakter haben, während sie bei den Mediziner\*innen (in Kurzform) zum „Pflichtprogramm“ gehören und daher vorausgesetzt werden können.

Geht es vor allem darum Unsicherheiten und Ängste abzubauen, werden sich besorgte Bürger\*innen eher an Mediziner\*innen wenden, da sie aufgrund des beruflichen Hintergrunds hier eher die Kompetenz vermuten, ihnen diese Ängste nehmen zu können. Daraus folgt, dass der Umgang mit starken Emotionen und Ängsten einen Schwerpunkt des Schulungsinhalts für die Mediziner\*innen darstellen sollte.

**Kernthema der Schulungen für beide Zielgruppen** sollte die **aktuelle Studienlage zu den Auswirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf den Menschen und die Umwelt** darstellen. Die Darstellungstiefe der Studienergebnisse orientiert sich dabei an den zielgruppenspezifischen Erwartungen der Wissensvermittler\*innen. Von Lehrer\*innen werden weniger genaue Details, sondern eher allgemeine Informationen und eventuell noch ein Hinweis erwartet, wo man sich selbst weitergehend informieren kann. Von Mediziner\*innen hingegen werden fundierte Fakten erwartet, die mit dem Hinweis auf konkrete Studien untermauert werden können. Im Rahmen der Schulung werden für die Lehrer\*innen daher die Erkenntnisse der wichtigsten Studien eher allgemein zusammengefasst und nur auf die jeweiligen Quellen als Hintergrundmaterial verwiesen und auch zur Verfügung gestellt. Für die Mediziner\*innen werden die Studien und deren Ergebnisse explizit benannt und im Rahmen der LEK abgefragt. In diesem Kontext werden auch offene Forschungsfragen, widersprüchliche Forschungsergebnisse und laufende Studien explizit benannt.

Sowohl für die Lehrer\*innen als auch für die Mediziner\*innen ist es von äußerster Wichtigkeit, das gleiche Verständnis über die Bedeutung und vor allem über die Verwendung von zentralen Begriffen in der Diskussion über den Netzausbau und den davon ausgehenden möglichen Risiken zu haben wie die mehrheitliche Bevölkerung. In vorausgehenden Fachgesprächen mit verschiedenen Stakeholdern und Expert\*innen konnten bereits zentrale Begriffe des Diskurses identifiziert sowie ein hilfreiches Verständnis über die Bedeutung und Verwendung dieser Begriffe erarbeitet werden. Im Rahmen der Schulungen ist auf die Ergebnisse dieser Fachgespräche Bezug zu nehmen, und es werden insbesondere die dort gefundenen Definitionen weitest möglich verwendet.

## III. Erstellung der Schulungsinhalte und der zentralen Botschaften

Auf Basis der konzeptionellen Vorüberlegungen wurden die Inhalte der Schulungsangebote recherchiert und zielgruppengerecht aufbereitet. Nachfolgend werden die erarbeiteten Schulungsmodule bzw. –pakete für die Lehrer\*innen und Mediziner\*innen im Überblick dargestellt.

### **Schulungsmodul: Kontext Energiewende**

Das Schulungsmodul „Kontext Energiewende“ stellt in Kurzform dar, warum der Neu- und Ausbau der HGÜ für die Energiewende essentiell ist und diesem Kontext das Thema elektrischer und magnetischer Felder und deren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt für viele Bürger\*innen von hoher Relevanz ist. Es dient als motivierender Einstieg in das Thema. Inhaltlich wird im Kontext der deutschen Energiewende gezeigt, dass der elektrische Energietransport ohne diese Felder nicht möglich ist und es folglich stets um ein Abwägen zwischen Nutzen und potenziellem (und auf wissenschaftlicher Basis zu ermittelndem) Risiko geht.

### **Schulungsmodul: Grundlagen der elektrischen Energieübertragung**

Kernpunkt dieses Schulungspakets ist die Betrachtung elektrischer und magnetischer Felder. Dabei geht es besonders um Linienladungen und Linienströme und Dipole aus Linienladungen, da diese eine Freileitung oder ein Erdkabel gut annähern. Der Hinweis, dass die Feldstärke bei einer einzelnen Linienladung linear mit dem Abstand sinkt und dass die Feldstärke bei zwei Linienladungen mit Ladungen unterschiedlichen Vorzeichens (bei vernachlässigbarem Abstand zwischen beiden Ladungen) mit dem Quadrat des Abstands vom Konstrukt sinkt, ist hervorzuheben, denn hieraus resultiert der vergleichsweise geringe Einfluss der Freileitung auf das Wohnumfeld im Vergleich zu elektrischen Geräten in unmittelbarer Nähe.

Das Modul ist untergliedert in die vier Schulungsoakete „Physikalische Grundlagen“ (Schulungspaket 1), Elektrische Felder (Schulungspaket 2), Magnetische Felder (Schulungspaket 3) sowie technische Details zur elektrischen Energieübertragung (Schulungspaket 4). Das Modul stellt Eigenschaften und Wirkung elektrischer und magnetischer Felder sowie die Vor- und Nachteile verschiedener elektrischer Übertragungsarten (Freileitung vs. Erdkabel) dar. Darüber hinaus werden Elektrische und magnetischer Felder im Kontext von Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) und Wechselstromtechnik (HWÜ) erläutert und die Exposition durch Stromleitungen im Vergleich mit anderen Quellen (u.a. elektrische Geräte im Haushalt) erläutert.

### **Schulungsmodul: Risikobewertung**

Fundierte Bewertungen des Risikos sind eine wichtige Grundlage für das Ergreifen von Maßnahmen im Rahmen des Risikomanagements (z.B. Grenzwertsetzung) oder für die Abwägung zwischen einem möglichen gesundheitlichen Schaden einerseits und dem potentiellen Nutzen einer mit Strahlenexposition einhergehenden Technologie andererseits. Ausgangspunkt für die Bewertung eventueller Risiken für die menschliche Gesundheit durch EMF sind wissenschaftliche Studien. Für die Risikobewertung werden vier verschiedene Arten von Studien zu Grunde gelegt: epidemiologische Studien, experimentelle Humanstudien, Tierstudien und in-vitro Studien. Experimentelle Studien am Menschen zu möglichen Langzeitfolgen wie Krebs sind aus ethischen Gründen nicht möglich. Alle Studiendesigns haben verschiedene Stärken und Schwächen in der Eignung zur Risikobewertung.

Dieses Schulungsmodul dient als Grundlage und Einführung in das zentrale Schulungsmodul „EMF – Wirkung auf Mensch und Umwelt“: Hier werden die mathematischen Grundlagen der Statistik zum Verständnis und zur Einschätzung von Ergebnissen von epidemiologischen Studien vermittelt. Neben einer Definition des Risikobegriffs sowie Überlegungen zum Begriff der Kausalität (u.a. Darstellung der Hill-Kriterien) erfolgt in diesem Modul die Gegenüberstellung verschiedener gängiger Studienarten (Epidemiologische Studie, Experimentelle Humanstudie, Tierstudie, In-vitro Studie). Abschließende Überlegungen zur Risikobewertung im Strahlenschutz und die Risikokommunikation schließen das Kapitel ab.

### **Schulungsmodul: EMF - Wirkung auf Mensch und Umwelt**

In allen Lebewesen, also auch im Menschen, kommen natürliche elektrische Felder und Ströme vor. Bei vielen Stoffwechselfvorgängen werden elektrisch geladene Teilchen bewegt. Nerven leiten ihre Signale in

Form von elektrischen Impulsen weiter und auch das Herz ist elektrisch gesteuert. Die natürlichen elektrischen Feldstärken im Körper liegen zwischen 5 und 50 mV/m (Millivolt pro Meter). Von außen einwirkende elektrische wie auch magnetische Felder können im menschlichen Körper zusätzliche elektrische Felder erzeugen. Bleiben die zusätzlichen Felder schwach, das heißt im Bereich der natürlichen körpereigenen Felder, haben sie nach dem heutigen Stand der Wissenschaft keine nachteilige Wirkung.

Dieses Schulungsmodul stellt das Kernstück der Schulungen dar, denn es bietet einen umfassenden Überblick über den aktuellen Forschungsstand zu den Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder auf den Menschen mit einem Fokus auf neurodegenerative Erkrankungen, Krebs im Erwachsenenalter, Leukämie im Kindesalter sowie das Phänomen der Elektrosensibilität.

### **Schulungsmodul: Rechtliche Grundlagen**

Das Schulungsmodul „Rechtliche Grundlagen“ legt in einer kurzen Zusammenfassung die gesetzlichen Grundlagen zu den Themenkomplexen EMF (BImSchG/V) und die Möglichkeiten zur Öffentlichkeitsbeteiligung im Rahmen des Netzausbaus an. Das Modul hat informierenden Charakter und verweist Interessierte auf weitere Quellen bzw. stellt diese zur Verfügung.

Mögliche Langzeitwirkungen von EMF auch unterhalb geltender Grenzwerte sind immer wieder Gegenstand der Diskussion in Gesellschaft und Forschung. Aus diesem wurden die Schulungsinhalte zum Thema „Wirkung von EMF auf den Menschen“ gerade für die Zielgruppe der Mediziner\*Innen noch einmal deutlich tiefer ausgearbeitet, um den aktuellen Forschungsstand adäquat vermitteln zu können. Mit Blick auf die **Wirkung niederfrequenter Felder** lassen sich die zentralen Befunde wie folgt zusammenfassen:

Neurodegenerative Erkrankungen bei Erwachsenen: Die Studienlandschaft zu erhöhtem Auftreten neurodegenerativer Erkrankungen im Zusammenhang mit starker (in der Regel beruflicher) Exposition mit niederfrequenten Feldern ist nicht eindeutig, deutet jedoch eher darauf hin, dass kein Zusammenhang besteht.

Krebserkrankungen bei Erwachsenen: Auch bei Krebserkrankungen bei Erwachsenen ist kein Zusammenhang nachgewiesen. Es ergab sich bisher – bei guter Studienlage – kein Nachweis dafür, dass auch bei lang andauernder Exposition ein erhöhtes Risiko für Erwachsene existiert, an Krebs zu erkranken

Leukämie im Kindesalter: Es gibt allerdings mehrere epidemiologische Studien, in denen bei Kindern, die über längere Zeit Magnetfeldern ausgesetzt waren, konsistent ein geringfügig aber signifikant erhöhtes Risiko gefunden wurde, an Leukämie zu erkranken. Dabei lagen diese Feldstärken deutlich unter dem Grenzwert. Diese Werte lagen allerdings um das 3- bis 4-fache über den Werten, die im Mittel in deutschen Haushalten gemessen werden. Die Hinweise aus den epidemiologischen Studien werden aber nicht als ausreichend angesehen, um als Nachweis einer Ursache-Wirkungs-Beziehung bewertet zu werden. Es ist bisher auch kein biologischer Wirkungsmechanismus bekannt, der die Entstehung von Leukämie oder die Förderung des Wachstums von Leukämie-Zellen durch niederfrequente Magnetfelder erklären würde.

Einstufung niederfrequenter Magnetfelder als „möglicherweise krebserregend“: Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) hat niederfrequente Magnetfelder als für Menschen „möglicherweise krebserregend“ eingestuft. Grundlage hierfür waren vor allem die Unsicherheiten in der Forschung zu Leukämie im Kindesalter. Das mögliche Risiko wird in der Wissenschaft ernst genommen und gibt Anlass zu weiterführender Forschung und die Grundlage von staatlichen Vorsorgeempfehlungen.

**Zusammenfassende Bewertung zu den Wirkungen niederfrequenter Felder auf den Menschen:** Von außen einwirkende elektrische wie auch magnetische Felder können im menschlichen Körper zusätzliche interne elektrische Felder erzeugen. Bleiben die zusätzlichen Felder schwach, das heißt im Bereich der natürlichen körpereigenen Felder, haben sie nach dem heutigen Stand der Wissenschaft keine nachteilige

Wirkung. Während die Akutwirkungen niederfrequenter Felder wissenschaftlich gut abgesichert sind, bestehen bezüglich möglicher Langzeitwirkungen noch offene Fragen.

Bei der **Wirkung hochfrequenter elektromagnetischer Felder** stand unter anderem das Thema Mobilfunk im Mittelpunkt, das mit Blick auf die 5G-Umstellung jüngst neue mediale Aufmerksamkeit erhielt. Die Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Ist der Mensch hochfrequenten elektromagnetischen Feldern ausgesetzt, wird ein Teil der Energie der Felder vom Körper absorbiert und in Wärme umgewandelt. Lokale oder kurzfristige Ganzkörper-Erwärmungen, zum Beispiel bei körperlicher Betätigung, können vom Körper eines gesunden Menschen sehr effektiv reguliert werden. Mit negativen Auswirkungen auf die Gesundheit ist dann zu rechnen, wenn bestimmte Schwellenwerte überschritten werden und die Thermoregulation des Körpers überfordert ist.

Hochfrequente Felder können das Ruhepotenzial von Zellen nicht beeinflussen. Die Erregung von Nerven- und Muskelzellen ist daher nicht möglich. HF-Felder einschließlich der Felder des Mobilfunks gehören zu den nicht ionisierenden Feldern. Ihre Quantenenergie ist zu gering, um Elektronen aus der äußeren Schale von Atomen oder Molekülen herauszuschlagen.

Maßgebend für die Bewertung der Gesundheitsrisiken durch EMF ist die vom Körper aus dem Feld absorbierte Energie. Basisgröße ist dabei die spezifische Absorptionsrate (SAR) mit der Maßeinheit Watt pro Kilogramm (W/kg). Sie gibt die Energie pro Zeiteinheit an, die pro Kilogramm Gewebe absorbiert und im Körper in Wärme umgewandelt wird. Mit negativen Auswirkungen auf die Gesundheit ist zu rechnen, wenn bestimmte Schwellenwerte überschritten werden und die Thermoregulation des Körpers überfordert ist.

Hochfrequente Felder, die dauerhaft auf den gesamten Körper einwirken und dabei zu SAR-Werten von im Mittel 4 W/kg führen, bewirken beim Menschen eine Temperaturerhöhung von etwa 1°C. So eine Exposition tritt z.B. bei Untersuchungen von Patienten im Kernspintomographen auf. Tierexperimente haben bei Überschreitung dieser Schwelle negative gesundheitliche Auswirkungen dokumentiert (etwa gestörte Stoffwechselforgänge, Verhaltensänderungen, Störungen der Embryonalentwicklung oder Gewebeschäden bei starker lokaler Gewebeerwärmung).

Die biologischen Effekte hängen außerdem sehr stark von der Frequenz und der damit verbundenen Wellenlänge ab, was sich in den sehr stark frequenzabhängigen Grenzwerten widerspiegelt. Je höher die Frequenz, desto niedriger die Wellenlänge, desto geringer auch die Eindringtiefe in den Körper. Während niedrige Frequenzen um 900 MHz tief in das menschliche Gewebe eindringen können, liegt die Eindringtiefe bei Wellenlängen im zweistelligen Gigahertz-Bereich unter einem Millimeter. Damit können nur noch die oberen Hautschichten und die Augen betroffen sein (Die genutzten Frequenzbereiche im Mobilfunk liegen je nach Technologie heute meist zwischen 800 MHz und 2,6 GHz). Für den Mobilfunkstandard 5G sind heute gut erforschte und schon für 4G genutzte Frequenzen in Verwendung. In Zukunft ist geplant 5G auch im zweistelligen Gigahertzbereich einzusetzen.

Zu den wissenschaftlich diskutierten biologischen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder lassen sich folgende Ergebnisse zusammentragen:

Nicht-thermische biologische Wirkungen unterhalb der Grenzwerte: Die Ergebnisse des Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms DMF sowie weiterer aktueller nationaler und internationaler Studien konnten die Existenz nicht-thermischer biologischer Wirkungen unterhalb der Grenzwerte nicht bestätigen. Es wurden keine Auswirkungen, etwa auf das Immunsystem, Nervenzellen, dem Melatoninspiegel oder der kognitiven Leistungsfähigkeit, festgestellt. Weiter wird auch die Möglichkeit eines erhöhten Krebsrisikos durch Handynutzung untersucht.

Erhöhtes Krebsrisiko durch Handynutzung: Bisherige epidemiologische Studien zeigen weitgehend übereinstimmend kein erhöhtes Risiko für Krebserkrankungen des Kopfes durch Handynutzung. Der

Zusammenhang zwischen der Entstehung von Hirntumoren und der Handynutzung von Kindern wurde in der europäischen Studie CEPHALO (2011) untersucht. Es konnte kein erhöhtes Risiko nachgewiesen werden. Die INTERPHONE Studie (2000) wertete Daten zu 2.708 Patienten mit einem Gliom und 2.409 Patienten mit Meningeomen sowie den jeweils passenden gesunden Kontrollpersonen aus insgesamt 13 Ländern aus. Der Gebrauch von Mobiltelefonen wurde mit Hilfe standardisierter Interviews erfragt.

Bei Nutzern von Mobiltelefonen, bei denen sich aus den Befragungen eine Gesamtnutzungsdauer von mehr als 1.640 Stunden abschätzen ließ, wurde sowohl für Gliome als auch für Akustikusneurinome ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko errechnet. Allerdings erhielten die Wissenschaftler bei den Befragungen der Mobiltelefonnutzer mit der höchsten Gesamtnutzungsdauer Antworten zur Nutzungshäufigkeit, die nicht nachvollziehbar waren. Dies lässt die Ergebnisse dieses Teils der Studie fraglich erscheinen.

Bei Handynutzern mit besonders langer Gesamtnutzungsdauer zeigten sich die Gliome und Akustikusneurinome eher in den Regionen, die sich nahe am Ohr befinden und auf der Kopfseite, die als bevorzugte Seite zum Telefonieren angegeben wurde. Allerdings wussten Probanden mit Hirntumoren in der Regel auf welcher Kopfseite sich ihr Tumor befand. Bei der Frage nach der bevorzugten Kopfseite beim Telefonieren könnten sie daher die Häufigkeit der Handynutzung auf der Tumorseite überschätzt haben. Verschiedene Auswertungen verstärkten diesen Verdacht. Außerdem gibt es keine biologisch-medizinische Erklärung für diese Beobachtungen.

Um die verbleibenden wissenschaftlichen Fragen zu klären, wurde 2007 in sechs EU-Ländern die COSMOS-Studie gestartet. Sie erforscht an ca. 300.000 Probanden die langfristigen Wirkungen der Handynutzung über einen Zeitraum von 20-30 Jahren.

Eine Langzeitstudie des National Toxicology Program (NTP) wurde an Mäusen und Ratten zur Identifikation möglicher Gefahren einer hohen Ganzkörperexposition mit Mobilfunkfeldern durchgeführt. Die Feldstärken lagen dabei deutlich über den zuvor erwähnten Grenzwerten. Laut NTP-Studie gibt es klare Evidenz für das Auftreten expositionsbedingter Herztumore bei männlichen Ratten.

Im Gegensatz dazu sieht das Bundesamt für Strahlenschutz zwar Hinweise, aber keine klare Evidenz für eine karzinogene Wirkung bei hohen Ganzkörperexpositionen deutlich oberhalb der Grenzwerte. Eine Gefährdung für den Menschen kann aus dieser Studie nicht abgeleitet werden, wenn die Grenzwerte eingehalten werden.

Erhöhtes Krebsrisiko durch Handynutzung: Valide Studien zeigen also weitgehend übereinstimmend kein erhöhtes Risiko bei Einhaltung der Grenzwerte. Langzeitwirkungen werden weiterhin wissenschaftlich untersucht. Die Erkenntnisse können zu einem großen Teil auch auf die neue Technologie 5G und die hierfür zunächst angewandten Frequenzbereiche übertragen werden. Denn es wurden bisher keine Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder identifiziert, die für bestimmte Frequenzbereiche spezifisch sind.

Einstufung hochfrequenter elektromagnetischer Felder als „möglicherweise krebserregend“: Die Internationale Krebsforschungsagentur (IARC) hat hochfrequente elektromagnetische Felder 2011 als "möglicherweise krebserregend" eingestuft. Diese Bewertung bezieht sich ausschließlich auf bei einige wenige Tumorarten im Kopfbereich und die Nutzung von Endgeräten direkt am Kopf. Grund ist die unsichere wissenschaftliche Datenlage bezüglich der Folgen von Langzeitnutzung -diese haben wir ja gerade vor kurzen hier besprochen. Die IARC-Bewertung berücksichtigt nur, ob elektromagnetische Felder überhaupt krebserzeugend wirken können. Die Wahrscheinlichkeit, mit der Krebs als Folge der Exposition entsteht, wird hingegen dabei nicht bewertet.

Zusammenfassende Bewertung zu den Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder auf den Menschen: Ein Teil der Energie hochfrequenter elektromagnetischer Felder kann vom Körper aufgenommen und in Wärme umgewandelt werden. Gesundheitsrelevante Wirkungen unterhalb dieser Grenzwerte können jedoch nicht bestätigt werden, es sind keine nicht-thermischen biologischen

Wirkungen bei niedrigen Intensitäten nachgewiesen. Die Frage, ob Langzeitwirkungen über einen Zeithorizont von mehr als fünfzehn Jahren hinaus bestehen, bleibt weiterhin offen und daher Gegenstand der laufenden Forschung.

Auf Wunsch des BfS wurde auch dem **Phänomen der Elektrosensibilität** (auch elektromagnetische Hypersensibilität genannt) Aufmerksamkeit gewidmet und hinsichtlich gesicherter wissenschaftlicher Befunde bewertet. Studien des BfS haben gezeigt, dass sich knapp zwei Prozent der deutschen Bevölkerung als elektrosensibel bezeichnen. Sie führen unterschiedliche Beschwerden, wie zum Beispiel Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Müdigkeit und Konzentrationsstörungen, auf elektrische und magnetischer Felder zurück.

Die WHO hat dazu 2005 in dem Factsheet N° 296 ausgeführt: „EHS ist durch eine Vielzahl unspezifischer Symptome gekennzeichnet, die von Fall zu Fall variieren. Die Symptome sind zweifellos real und können in ihrem Schweregrad stark schwanken. Was auch die Ursache sein mag, EHS kann die betroffenen Personen stark beeinträchtigen. Es gibt keine eindeutigen Diagnosekriterien für EHS, und es gibt auch keine wissenschaftliche Basis, um die EHS-Symptome mit der Einwirkung von EMF in Verbindung zu bringen. Überdies ist EHS weder ein medizinisches Krankheitsbild, noch steht fest, dass es sich um ein eigenständiges medizinisches Problem handelt.“

In experimentellen Studien wurde untersucht, ob Menschen, die sich selbst als elektrosensibel bezeichnen, tatsächlich auf EMF reagieren. Verschiedene Studien kommen zu dem Schluss, dass eine Exposition von Betroffenen nicht körperlich wahrgenommen wird. Ein Zusammenhang zwischen Exposition und Symptomen konnte nicht gezeigt werden. Auch bei nur vermeintlicher Exposition erlebten Probanden die oben beschriebenen Symptome

Die einzelnen Studien sind inzwischen sehr ausgefeilt. Als beispielhaft kann die Studie von Van Morselaar und Kolleg\*innen<sup>1</sup> genannt werden, die bei 42 selbsterklärt elektrosensiblen Personen die Wirkung von EMF untersucht haben. Für die einzelnen Experimente wurden Probanden zu Hause aufgesucht und konnten die Expositionsbedingungen wie Signalart, Stärke und Dauer selbst wählen. In einer ersten Runde wurde die Exposition nicht verblindet durchgeführt. Es sollte sichergestellt werden, dass die Testpersonen auf die Expositionsbedingungen auch reagierten. In einer zweiten Runde wurde jeder Proband zehn Mal doppelt-verblindet EMF ausgesetzt. Das Ergebnis war, dass keiner der Teilnehmer\*inne besser als nur durch Zufall richtig angeben konnte, ob er oder sie exponiert war oder nicht.

Auch beobachtende Studien über längere Zeiträume konnten keine Zusammenhänge zwischen Exposition und Symptomen finden. Studien, die einen solchen Zusammenhang für EMF durch Handynutzung untersuchten, kamen zu dem Schluss, dass die Symptome im Zusammenhang mit der Nutzung selbst oder anderen Faktoren standen, aber nicht durch elektromagnetische Felder hervorgerufen wurden.

Dass eine Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern unterhalb der geltenden Grenzwerte zu den beschriebenen Symptomen führt, hält die überwiegende Mehrheit von Expertinnen und Experten weltweit für nicht haltbar. In der Wissenschaft wird vermehrt eine andere Erklärung für die auftretenden Krankheitsbilder diskutiert, der so genannte Nocebo-Effekt.

Bei Nocebo-Effekten lösen wirkstofffreie Agentien negative Wirkungen bei Patienten aus. Nocebo-Effekte sind in der klinischen Forschung dokumentiert. Etwa wenn in Placebo-Kontrollgruppen zu Medikamenten-

---

<sup>1</sup> Van Moorselaar, I.; Slottje, P.; Heller, P.; van Strien, R.; Kromhout, H.; Murbach, M.; Kuster, N.; Vermeulen, R.; Huss, A. (2017). Effects of personalised exposure on self-rated electromagnetic hypersensitivity and sensibility - A double-blind randomised controlled trial. *Environ Int* 99: 255-262.

Tests nicht nur unerwartete Verbesserung der Symptome (Placebo-Effekt) auch Nebenwirkungen auftreten, die es gar nicht geben kann. Auch gibt es Hinweise, dass Patienten weniger Nebenwirkungen entwickeln, wenn Nebenwirkungen positiver kontextualisiert oder vorenthalten werden.

Erklären lässt sich der Nocebo-Effekt durch zwei Ansätze: Gemäß der Erwartungstheorie entwickeln Betroffene zunächst eine bewusste Erwartungshaltung zu einem Reiz-Reaktionsschema. Kommen sie dann mit dem Reiz, in diesem Fall einem elektromagnetischen Feld, in Kontakt, wird eine negative Reaktion ausgelöst. Der zweite Erklärungsansatz bezieht sich auf die klassische Konditionierung. Ihm zu Folge haben wir im Falle des Placebo-Effekts „gelernt“, dass Tabletten gesund machen und reagieren entsprechend konditioniert, auch wenn die Tablette keinen Wirkstoff enthält. Dies könnte auch für EMF gelten, nur umgekehrt mit negativen Folgen. Der Unterschied ist, dass nicht mal eine Erwartungshaltung seitens des Betroffenen aufgebaut werden muss.

**Zusammenfassende Bewertung des Phänomens der Elektrosensibilität im Kontext von EMF:** Das Phänomen wird im Strahlenschutz ernst genommen und wissenschaftlich untersucht. Derzeit sind keine Gesundheitsgefahren durch elektrische oder magnetische Felder bei Einhaltung der Grenzwerte bekannt. Ein ursächlicher Zusammenhang mit den erlebten Beschwerden konnte wissenschaftlich nicht nachgewiesen werden. Das BfS rät allen Betroffenen, sich an eine der vom Umweltbundesamt (UBA) empfohlenen umweltmedizinischen Ambulanzen zu wenden, um andere Umweltnoxen als Ursache der Symptome auszuschließen und ggf. eine geeignete medizinische Behandlung der Symptome zu finden. Da elektromagnetische Felder nicht die Ursache für die erlebten Symptome sein können, sollten andere Erkrankungen medizinisch abgeklärt werden (z.B. psychische Erkrankungen, Herz-Kreislauf-Probleme, Burnout, neurodegenerative Erkrankungen).

Um die neuere Forschung zu EHS adäquat beurteilen zu können hat die WHO Wissenschaftler beauftragt, Kriterien zur deren Beurteilung im Rahmen von wissenschaftlichen Reviews zu erstellen. Diese wurden 2021 veröffentlicht. Damit ist die Grundlage geschaffen, auf der sich die WHO weiter mit dieser Fragestellung befassen kann. Bis dahin gelten aber weiterhin die Aussagen aus dem WHO-Factsheet von 2005 als Stand des Wissens.

Über alle Bildungsmodule und -formate hinweg vermitteln die erarbeiteten Schulungsangebote somit die folgenden Kernbotschaften mit Blick auf mögliche Auswirkungen von EMF auf den Menschen und seine Umwelt:

1. Elektrische Felder bauen sich zwischen unterschiedlich geladenen Körpern auf.
2. Ursache von Magnetfeldern sind bewegte elektrische Ladungen.
3. Man unterscheidet zwischen niederfrequenten magnetischen und elektrischen Feldern (wie sie etwa bei Stromnetzen auftreten) und hochfrequenten elektromagnetischen Feldern (die z.B. durch Mobilfunkanlagen und mobile Endgeräte erzeugt werden).
4. Elektrische Felder lassen sich gut abschirmen, magnetische Felder dagegen nicht.
5. Integrierte Elektromagnetische Felder können durch Objekte in Ausbreitungsrichtung reflektiert, gebeugt oder absorbiert werden.<sup>2</sup>
6. Grundsätzlich verringern sich die Feldstärken mit der Entfernung von den Feldquellen.

---

<sup>2</sup> Beispielsweise reflektieren elektrisch leitfähige Materialien, etwa Metalle, hochfrequente elektromagnetische Felder

7. Aussagen zur Feldintensität an einem bestimmten Ort können nur auf der Grundlage von Messungen oder Simulationsrechnungen getroffen werden, da diese durch viele Faktoren beeinflusst wird.
8. Eine fundierte Risikobewertung ist die Basis für das Ergreifen von Maßnahmen, etwa das Setzen von Grenzwerten. Eine ausreichende Studienlage ist dafür entscheidend.
9. Gesichert ist: Niederfrequente elektrische und magnetische Felder können elektrische Felder und Ströme im Körper erzeugen. Durch hochfrequente elektromagnetische Felder kann biologisches Gewebe erwärmt werden.
10. Menschen, die sich selbst als „elektrosensibel“ bezeichnen, entwickeln einen hohen Leidensdruck und sollten daher mit ihren Beschwerden ernst genommen werden. Auch wenn ihre Symptome nach heutigem Wissensstand nicht auf eine Exposition durch elektromagnetische Felder zurückzuführen sind, sollten diese ärztlich untersucht werden, um andere medizinische Erkrankungen auszuschließen.
11. Nach derzeitigem Stand von Wissenschaft und Technik schützen uns die bestehenden Grenzwerte vor allen nachgewiesenen Effekten. Im Rahmen der Grenzwerte sind keine negativen gesundheitlichen Wirkungen zu erwarten.
12. Aufgabe des Strahlenschutzes ist es, durch Definition geeigneter und verbindlicher Grenzwerte potenzielle Schädwirkungen von Technologien auf die Bevölkerung zu minimieren. Im Falle gesundheitlicher Gefahren durch elektrische und magnetische Felder von Gleichstrom- und Niederfrequenzanlagen sind entsprechende Grenzwerte in der 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (26. BImSchV) formuliert. Sie beruhen im Wesentlichen auf den Empfehlungen der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK) sowie der "Internationalen Kommission zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung" (ICNIRP).
13. Bestehende Unsicherheiten werden weltweit weiter erforscht. Auch daran ist das BfS aktiv beteiligt.

#### IV. Erarbeitete Lernmaterialien

Auf Basis der geführten Interviews und Vorab-Recherchen (siehe 7.I), der konzeptionellen Vorüberlegungen zu geeigneten Formaten (siehe 7.II) sowie der erarbeiteten Inhalte und Botschaften (siehe 7.III) wurden konkrete Weiterbildungsformate für die Zielgruppen erarbeitet.

Die im Rahmen des Vorhabens erarbeiteten Formate stellen ein gutes Grundgerüst dar, um ausgewählte Gruppen an Multiplikatoren\*Innen auf Basis aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse zum Thema „gesundheitliche Auswirkungen durch EMF“ zu informieren. Aufgrund der Komplexität und Vielschichtigkeit des Themas lassen sich alle Formate in möglichen Folgevorhaben zielgerichtet erweitern oder vertiefen.

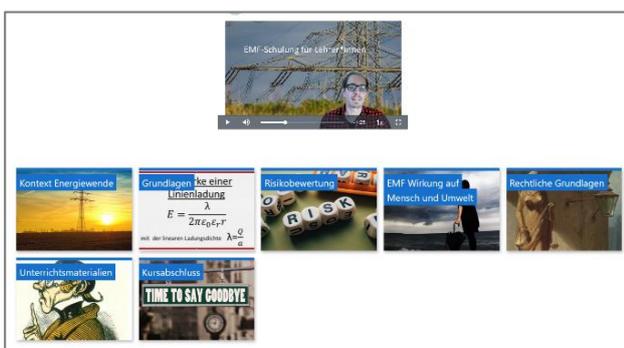


Abbildung 4: Überblick über das Menu des E-Learning-Angebots für die Zielgruppe Lehrer\*Innen

Das E-Learning für Lehrkräfte wurde auf Basis der Lernplattform Moodle umgesetzt und bietet den Teilnehmenden einen gut strukturierten, schrittweisen Einstieg in das Thema. Der Lernstoff ist in die fünf Unterrichtseinheiten „Kontext Energiewende“, „Physikalische Grundlagen“, „Risikobewertung“, „Wirkung auf Mensch und Umwelt“ sowie „Rechtliche Grundlagen.“ Die übersichtlich gestalteten Folien können sukzessive durchgearbeitet werden. Jede Lerneinheit wird mit einer kurzen Lernerfolgskontrolle abgeschlossen, die – nach erfolgreicher Beantwortung – Zugang zu den weiteren Lerneinheiten ermöglicht.



Abbildung 5: Beispielhafte Lernerfolgskontrolle im E-Learning-Angebot

Neben den fünf inhaltlichen Lektionen stehen den Lehrern\*Innen Materialien für den Einsatz im Unterricht als Download zur Verfügung. Die Arbeitsblätter beinhalten interaktionsorientierte Arbeitsaufträge für die Schüler\*Innen zur Aneignung bzw. Vertiefung des Unterrichtsstoffes.

Die Zielgruppe Lehrer\*Innen wird darüber hinaus mit einem Konzept für eine Präsenzveranstaltung angesprochen. Das Konzept beinhaltet einen visuell ansprechenden Foliensatz sowie ein Veranstaltungsskript für die durchführende Person mit detaillierten Anweisungen, Sprechtexten sowie methodischen und didaktischen Hinweise. Die Veranstaltung selbst vermittelt grundlegendes Wissen zu EMF und stellt die Angebote des BfS für Lehrer\*Innen vor. Neben inhaltlichen Inputs sieht das Konzept interaktive, aktivierende Elemente vor wie MENTI-Umfragen und Blitzlichterunden vor. Ebenfalls enthalten ist eine Lernunterlage, die den teilnehmenden Lehrkräften im Nachgang zur Vertiefung der vermittelten Inhalte zur Verfügung gestellt werden kann.



Abbildung 6: Beispielhafte Folie für die Informationsveranstaltung für Lehrkräfte

Für Mediziner\*Innen wurde ein umfangreiches Skript zur Produktion eines Lehrvideos erarbeitet, das in zwei Einheiten zu je 45 Minuten untergliedert ist. Das Dokument enthält fertigen Sprechtext, einen ansprechenden Foliensatz zur Visualisierung der zu vermittelnden Lerninhalte und wurde in Zusammenarbeit mit einem umweltmedizinischen Experten intensiv geprüft und überarbeitet. Umfang und Format der Lerninhalte ermöglichen in einem nächsten Schritt eine einfache Zertifizierung gemäß des gängigen

CME-Systems, sodass das produzierte Video interessierten Mediziner\*Innen zur Verfügung gestellt werden kann.

Für Behördenvertreter\*Innen von Kommunen, die in besonderem Maße von Netzausbauvorhaben betroffen sind, wurde eine Broschüre erstellt, die als Argumentationshilfe und erste Orientierungshilfe rund um das Thema EMF und Stromnetze dient. Neben Erläuterungen zur Rolle neuer Stromleitungen im Kontext der deutschen Energiewende werden Beschaffenheit und Wirkung von EMF auf Mensch und Umwelt auf Basis des aktuellen wissenschaftlichen Standes erklärt. Ein besonderer Schwerpunkt (gegenüber den übrigen Materialien) liegt hier auf der Erläuterung von Grenzwerten und der Erläuterungen von Beteiligungsmöglichkeiten von Bürger\*Innen beim Ausbau der Stromnetze. Denn: Kommunal initiierte Kommunikation zum Netzausbau stärkt das Vertrauen in die lokalen Behörden und erhöht die Akzeptanz für die gesetzlich festgeschriebene Netzausbauprojekte. Darüber hinaus enthält die Broschüre Linksammlungen zu relevanten Institutionen und weiterführenden Informationsangeboten für Behördenvertreter\*Innen im Kontext von Stromnetzen.



Abbildung 7: Titelblatt der Broschüre für Behördenvertreter\*Innen

## **8. Nutzen und Verwertbarkeit**

Die gezielte strategische und kommunikative Integration des Themenkomplexes elektrische und magnetische Felder in den Bildungskanon der medizinischen und schulischen Ausbildung erforderte eine systematische und grundlegende Analyse und Abbildung der jeweiligen Systeme und Schlüsselinstitutionen und somit potenziellen Multiplikator\*innen. Diese Recherchearbeit wurde systematisch für jedes Bundesland für den schulischen und medizinischen Sektor von den Auftragnehmern in den sogenannten „Bildungsstrukturanalysen“ zusammengefasst. Im Ergebnis ist ein Kompendium entstanden, das die Ausbildungssysteme und ihre zentralen ausführenden Institutionen in ganz Deutschland komprimiert und übersichtlich darstellt. Dieses Kompendium kann in regelmäßig aktualisierter Form auch für die weitere Ansprache der Zielgruppen in den jeweiligen gesellschaftlichen Bereichen genutzt werden.

Die von den Auftragnehmern erstellten Schulungsunterlagen für Lehrer\*innen und Mediziner\*innen sind fachlich geprüft und können multipliziert und von den entsprechenden Wissensvermittler\*innen vielfach genutzt werden. Sie bilden einen hilfreichen Grundstock, um ausgewählte Multiplikatoren\*Innen-Gruppen für Belange des Strahlenschutzes zu sensibilisieren.

## **9. Bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Dieses Projekt hat die Charakteristik eines Pionierprojekts: Zwar konnten für einzelne Teilbereiche Schulungsangebote identifiziert werden, darunter u.a. Fortbildungsangebote für Mediziner\*Innen zum Thema Mobilfunk sowie Unterrichtsmaterialien für Lehrkräfte. In der im Rahmen des Vorhabens veranlassten Breite in der Behandlung des Themas „Risiken des Netzausbaus“ sowie in der Breite des angesprochenen Kreises an Multiplikatoren\*Innen hat das Vorhaben jedoch nachwievor Vorbildcharakter.

## **10. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen**

Sämtliche im Rahmen dieses Vorhabens erarbeiteten Fortbildungsunterlagen wurden für das BfS erstellt und stehen diesem zur ausschließlichen Verwendung und Veröffentlichung zur Verfügung. Eine separate Veröffentlichung der Materialien durch die Auftragnehmer ist nicht erfolgt und auch im Weiteren nicht vorgesehen.

## 11. Anhang (Bildungsstrukturanalysen)