



Amt der Oö. Landesregierung  
Direktion Soziales und Gesundheit  
Abteilung Gesundheit  
4021 Linz • Bahnhofplatz 1

Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft	
Eingel.: - 5. JULI 2016	
Zl.	Abt.
	Anl.

Geschäftszeichen:  
Ges-290583/11-2016-Edt

Bearbeiter: Hofrat Dr. Thomas Edtstadler  
Tel: (+43 732) 77 20-141 34  
Fax: (+43 732) 77 20-214 355  
E-Mail: ges.post@ooe.gv.at

www.land-oberoesterreich.gv.at

An das Bundesministerium für Wissenschaft,  
Forschung und Wirtschaft  
Stubenring 1  
1011 Wien

Linz, 23. Juni 2016

**Starkstromwegerecht  
Bewilligungsverfahren ge. §§ 6, 7  
Starkstromwegegesetz; Austrian Power Grid /  
APG); Generalerneuerung der 220 kV-Leitung St.  
Peter am Hart - Ernsthofen (Systeme 203/204);  
Gutachten Umweltmedizin**

zu GZ:BMWFW-556.050/0129-III/4a/2016

Sehr geehrte Damen und Herren !

Mit Schreiben vom 30.03.2016 hat die Austrian Power Grid AG beim Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft um Erteilung der Bewilligung nach den Bestimmungen des Bundesgesetzes vom 6.2.1968 über elektrische Leitungsanlagen, die sich auf zwei oder mehrere Bundesländer erstrecken (Starkstromwegegesetz 1968 – StWG), BGBl. Nr. 70/1968, idGF, für eine Generalerneuerung der 220 kV-Leitung St. Peter am Hart – Ernsthofen (Systeme 203/204) angesucht.

In den von der Austrian Power Grid AG übermittelten Einreichunterlagen finden sich folgende Technische Berichte:

- TB.UAL.15.0007 „Generalerneuerung 220-kV-Leitung St. Peter am Hart – Ernsthofen“ vom 14.3.2016, einen Überblick über die elektrischen und magnetischen Felder sowie Ausführungen zum Thema „Schall“ beinhaltend;
- TB.UAL.16.0001 „Generalerneuerung 220-kV-Leitung St. Peter am Hart – Ernsthofen: Feileitungsprovisorien“ vom 14.3.2016;
- TB.UAM.16.0002 „Generalerneuerung 220-kV-Leitung St. Peter am Hart – Ernsthofen, Analyse elektrische und magnetische Felder“ vom 29.3.2016.

Das Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft ersucht um umweltmedizinische Beurteilung der aus der Neuerrichtung der gegenständlichen 220 kV-Leitung – einschließlich der erforderlichen Leitungsprovisorien – resultierenden

- elektrischen und magnetischen Felder, sowie
- Schallemissionen,

Insbesondere zu beurteilen wäre, ob mit der Errichtung der Leitungsanlage eine Gesundheitsgefährdung verbunden ist.



## BEFUND

Aus dem Technische Bericht T8.UAM.16.0002, Generalerneuerung 220-kV-Leitung St. Peter am Hart – Ernsthofen, Analyse elektrische und magnetische Felder, 29.03.2016 ergeben sich als Basis für die umweltmedizinische Beurteilung unter Hinweis auf die Detailausführungen folgende Angaben

### aus 1.3. Grundlagen zur Beurteilung der elektrischen und magnetischen Felder:

Der vorliegende Bericht dient der Untersuchung der elektrischen und magnetischen Felder der generalerneuerten 220-kV-Leitung, der Bestandsleitung und der in der Bauphase notwendigen einsystemigen Provisorien.

#### aus 1.1. Allgemeines

Die bestehende 220-kV-Leitung St. Peter - Ernsthofen mit einer Trassenlänge von 111 wurde im Jahr 1941 errichtet und steht zur Generalerneuerung an.

#### aus 1.2. Umsichtige Vermeidung

Bei der Ausarbeitung des Projektes wurde von der APG im Sinne einer umsichtigen Vermeidung von Magnetfeldexpositionen bei Annäherung an Wohnobjekte bzw. Siedlungsgebiete eine Optimierung der Mastkonfiguration (Erhöhung der Seillage) sowie der Phasenfolge durchgeführt.

#### Bodenabstände

Laut der Vorschrift für Elektrotechnik ÖVf ÖUORM EN 50341 muss für die Bestandsleitung eine Mindestseilhöhe über der Geländeoberkante von 7 m eingehalten werden.

Um den Bewirtschaftungserfordernissen der modernen Landwirtschaft Rechnung zu tragen, wird eine lichte Durchfahrthöhe von 7,5 m berücksichtigt. Dies bedeutet, dass die generalerneuerte Leitung eine Mindestseilhöhe von 11,5 m aufweist.

### aus 4. Magnetisches Feld Freileitung

#### 4.1. Magnetisches Feld der generalerneuerten Leitung

Im Normalbetrieb ergibt sich für die Einhaltung der (n-1)-Sicherheit der maximale Dauerstrom mit 60% des thermischen Grenzstroms zu 1.290 A je System (= 2.150 A x 0,6). Die magnetische Flussdichte im Normalbetrieb (1 m über Grund für ausgewählte Seilhöhen) ist in Abbildung 6 dargestellt.

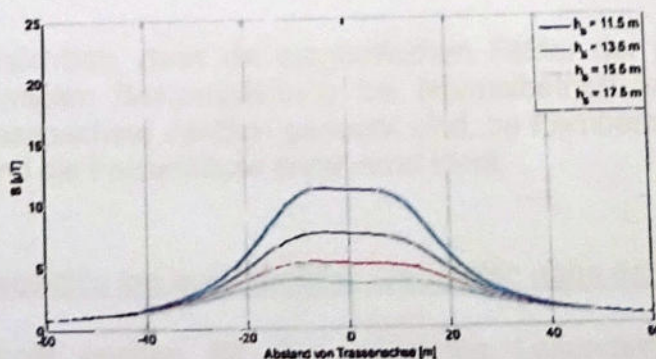


Abbildung 6 Magnetische Flussdichte der generalerneuerten 220-kV-Leitung im Normalbetrieb, (60% von 2.150 A = 1.290 A je System), 1 m über Grund in Abhängigkeit vom Abstand zur Trassenachse und ausgewählten Höhen des untersten Leiterseils  $h_s$

Bei seltenen Ereignissen (2.8. Störfall) die zum Ausfall eines Leitungssystems führen, kann das verbleibende System kurzfristig - abhängig von der Vorbelastung - Stromwerte bis zum thermischen Grenzstrom erreichen. Die magnetische Flussdichte im Störfall ist in Abbildung 7 dargestellt. Dabei gelten die Verläufe der linken Kurvenschar für den Fall, dass das linke System



mit thermischem Grenzstrom bei ausgeschaltetem rechten System betrieben wird (durchgezogene Linien) sowie vice versa für das andere System (strichlierte Linien).

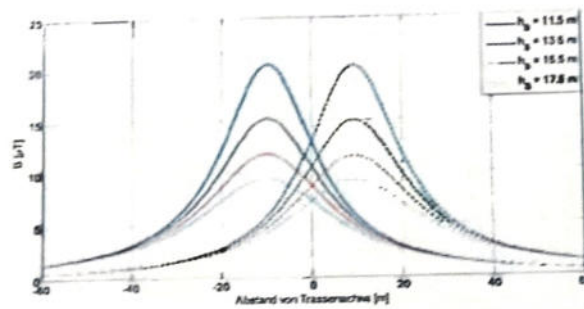


Abbildung 7 Magnetische Flussdichte der generalerneuerten 220-kV-Leitung im Störfall (jeweils ein System mit 2.150 A in Betrieb). 1 m über Grund in Abhängigkeit vom Abstand zur Trassenachse und ausgewählten Höhen des untersten Leiters  $h_L$ ; Kurvenschar für die jeweils stromführende Maststelle

#### 4.2. Vergleich zur Bestandsleitung

In Abbildung 8 sind die Verläufe der magnetischen Flussdichte der Bestands- und der generalerneuerten Leitung bei minimaler Leiterseilhöhe im Normalbetrieb dargestellt. Die blaue Linie stellt die magnetischen Flussdichte, berechnet gemäß gültiger Betriebsgenehmigung der Leitung mit thermischen Grenzstrom (800 A je System), beide Systeme in Betrieb. Die grüne Linie entspricht der im Normalbetrieb zu erwarteten magnetischen Flussdichte der generalerneuerten Leitung unter Einhaltung des nunmehr verbindlichen (n- 1)-Kriteriums (1.290 A je System, entspricht 60% des thermischen Grenzstroms von 2.150 A). Die optimierte Phasenfolge und die Erhöhung der Seilage ist dabei berücksichtigt.

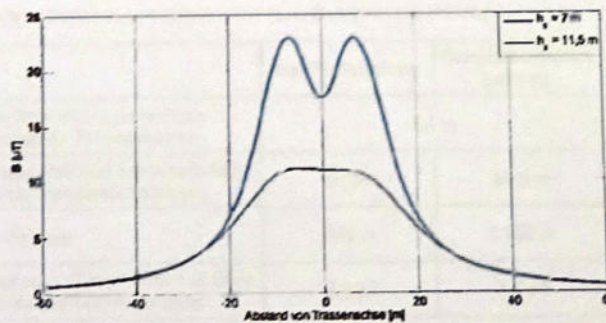


Abbildung 8 Magnetische Flussdichte der 220-kV-Leitungen: Vergleich des Bestands (blau Linie) und der generalerneuerten Leitung mit optimierter Phasenablage (grüne Linie) 1 m über Grund in Abhängigkeit vom Abstand zur Trassenachse bei minimaler Höhe des untersten Leiters  $h_L$

Aus der Grafik ist ersichtlich, dass die magnetischen Felder der generalerneuerten Leitung im Vergleich zur genehmigten Bestandsleitung bei Normalbetrieb im Nahbereich (bis ca. 25 m Abstand von der Trassenachse) deutlich geringer sind. Im Fernbereich (ab ca. 25 m Abstand von der Trassenachse) sind die Feldverläufe annähernd ident.

#### 4.3. Magnetische Flussdichte bei ausgewählten Gebäuden nahe der Freileitung

Im folgenden Abschnitt werden für den gesamten Leitungszug die magnetischen Felder exemplarisch für Nahbereichsobjekte in unmittelbarer Umgebung der Leitung im Normalbetrieb dargestellt. Dafür wurden drei Nahbereichsobjekte herangezogen, die die gegebene Gesamtsituation (Bandbreite an Abständen von Objekten) abdecken: Eines in unmittelbarer Leitungsnähe, eines in ca. 20 m Abstand sowie ein ausgedehntes Objekt bis 50 m Abstand. Es wird die magnetische Flussdichte in 1 m Höhe über dem Gebäudefußpunkt sowohl bei der Bestandsleitung als auch bei der generalerneuerten Leitung angegeben.



#### 4.3.1. Objekt Peterfeld 16, 4963 St. Peter am Hart

Tabelle 4: Abstände und Magnetische Flussdichte für das Nahbereichsobjekt

	Bestandsleitung	Generalerneuerte Leitung
Horizontaler Abstand Nahbereichsobjekt - Trassenachse	0 m	
Vertikaler Abstand Leitersellhöhe - Fußpunkt Nahbereichsobjekt	17,3 m	20,7 m
Strom/System	800 A	1.290 A
Magnetische Flussdichte 1 m über Fußpunkt Nahbereichsobjekt	5,5 $\mu$ T	2,6 $\mu$ T

#### 4.3.2. Objekt Pesenlittring 7, 4652 Steinerkirchen an der Traun

Tabelle 5: Abstände und Magnetische Flussdichte für das Nahbereichsobjekt

	Bestandsleitung	Generalerneuerte Leitung
Horizontaler Abstand Nahbereichsobjekt - Trassenachse	22,1 m	
Vertikaler Abstand Leitersellhöhe - Fußpunkt Nahbereichsobjekt	13,1 m	19,9 m
Strom/System	800 A	1.290 A
Magnetische Flussdichte 1 m über Fußpunkt Nahbereichsobjekt	3,7 $\mu$ T	2,4 $\mu$ T

#### 4.3.3. Objekt Moos 6, 4963 St. Peter am Hart

Tabelle 6: Abstände und Magnetische Flussdichte für das Nahbereichsobjekt

	Bestandsleitung	Generalerneuerte Leitung
Horizontaler Abstand Nahbereichsobjekt - Trassenachse	8,4 m	
Vertikaler Abstand Leitersellhöhe - Fußpunkt Nahbereichsobjekt	19,2 m	25,6 m
Strom/System	800 A	1.290 A
Magnetische Flussdichte 1 m über Fußpunkt Nahbereichsobjekt	4,3 $\mu$ T	1,7 $\mu$ T

### aus 7. Magnetisches Feld Provisorien

Bei seltenen Ereignissen (2.8. Störfall bzw. Ausfall in parallelen Systemen) kann das Leitungssystem des Provisoriums kurzfristig - abhängig von der Vorbelastung - Stromwerte bis zum thermischen Grenzstrom erreichen. Der Verlauf der magnetische Flussdichte im Störfall entspricht dem mit dem Faktor  $110,6 = 1,67$  multiplizierten Verlauf des Normalbetriebs. In Tabelle 9 sind für ausgewählte Punkte die magnetischen Flussdichten im Normalbetrieb und im Störfall für ausgewählte Seilhöhen angegeben, Dabei sind die Maximalwerte „max“ (bei Normalbetrieb sowie Störfall der Wert in Trassenachse gemäß Abbildung 14) angegeben. Weiters wurde für ausgewählte Abstände von der Trassenachse der Maximalwert links bzw. rechts der Leitung angegeben.



Tabelle 9 Magnetische Flussdichten 1 m über Grund für ausgewählte Seilhöhen  $h_s$  und seitliche Abstände

$h_s$ in m	magnetische Flussdichte in $\mu\text{T}$							
	Normalbetrieb (1.286 A)				Störfall (2.143 A)			
	max.	$\pm 30\text{m}$	$\pm 40\text{m}$	$\pm 50\text{m}$	max.	$\pm 30\text{m}$	$\pm 40\text{m}$	$\pm 50\text{m}$
11,5	22	3,9	2,3	1,5	30,7	0,5	3,8	2,5
13,5	17	3,7	2,3	1,5	28,3	6,2	3,8	2,5
15,5	13,4	3,5	2,2	1,5	22,3	5,8	3,7	2,5
17,5	10,8	3,3	2,1	1,5	18	5,5	3,5	2,5

Wie aus Tabelle 9 und Abbildung 14 ersichtlich ist, wird sowohl im Normalbetrieb als auch im Störfall der Referenzwert der magnetischen Flussdichte für die Allgemeinbevölkerung bei 50 Hz gemäß Vornorm ÖVE/ÖNORM E8850 von 100  $\mu\text{T}$  in den allgemein zugänglichen Bereichen wesentlich unterschritten.

## aus 7.2. Magnetische Flussdichte der Provisorien bei ausgewählten Gebäuden

Im folgenden Abschnitt werden die magnetischen Felder exemplarisch für Nahbereichsobjekte in unmittelbarer Umgebung der Provisorien im Normalbetrieb dargestellt. Dafür wurde jeweils das nächste Nahbereichsobjekt der Provisorien St. Peter und Hausruck herangezogen, im Bereich Provisorium Aschach befindet sich kein Nahbereichsobjekt. Es wird die magnetische Flussdichte in 1 m Höhe über dem Gebäudefußpunkt angegeben.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Referenzwert der Vornorm ÖVE/ÖNORM E8850 von 100  $\mu\text{T}$  wesentlich unterschritten wird.

### 7.2.1. Objekt Jahrsdorf 7, 4963 St. Peter am Hart

Tabelle 10: Abstände und Magnetische Flussdichte für das Nahbereichsobjekt (Winkelabspannmast ohne Erdseil)

	Provisorium
Horizontaler Abstand Nahbereichsobjekt - Trassenachse	28,8 m
Vertikaler Abstand Leitersellhöhe - Fußpunkt Nahbereichsobjekt	11 m
Strom/System	1.286 A
Magnetische Flussdichte 1 m über Fußpunkt Nahbereichsobjekt	2,3 $\mu\text{T}$

### 7.2.2. Objekt Schlatt I, 4650 Edt bei Lambach

Tabelle 11: Abstände und Magnetische Flussdichte für das Nahbereichsobjekt (Winkelabspannmast mit Erdseil)

	Provisorium
Horizontaler Abstand Nahbereichsobjekt - Trassenachse	60 m
Vertikaler Abstand Leitersellhöhe - Fußpunkt Nahbereichsobjekt	16,9 m
Strom/System	1.286 A
Magnetische Flussdichte 1 m über Fußpunkt Nahbereichsobjekt	0,7 $\mu\text{T}$



## aus 8 Zusammenfassung

Die elektrischen und magnetischen Felder der generalerneuerten Leitung werden durch eine Anpassung der Phasenfolge und durch die Erhöhung der Seillage optimiert und reduziert. Bei der generalerneuerten Leitung werden sowohl im Normalbetrieb als auch im Störfall die Referenzwerte der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte für die Allgemeinbevölkerung bei 50 Hz gemäß Vornorm ÖVE/ÖNORM E 8850 von 5 kV/m bzw. 100  $\mu$ T in den allgemein zugänglichen Bereichen, sowie bei den Nahbereichsobjekten, wesentlich unterschritten.

Die magnetischen Felder der generalerneuerten Leitung sind im Vergleich zur genehmigten Bestandsleitung bei Normalbetrieb im Nahbereich (bis ca. 25 m Abstand von der Trassenachse) deutlich geringer. Im Fernbereich (ab ca. 25 m Abstand von der Trassenachse) sind sie annähernd ident mit dem Bestand. Hinsichtlich der magnetischen Felder (Werte der magnetischen Flussdichte) kommt es somit durch die Generalerneuerung der 220-kV-Leitung zu keiner Verschlechterung.

Für Nahbereichsobjekte kommt es hinsichtlich der magnetischen Felder, wie anhand der exemplarisch untersuchten Fälle gezeigt wurde, zu Reduktionen.

Die elektrischen Felder der generalerneuerten Leitung sind im Vergleich zur genehmigten Bestandsleitung bei Normalbetrieb im Nahbereich (bis ca. 18 m Abstand von der Trassenachse) deutlich geringer. Im Fernbereich (ab ca. 18 m Abstand von der Trassenachse) sind die Feldverläufe annähernd ident.

Bei den Provisorien werden sowohl im Normalbetrieb als auch im Störfall die Referenzwerte der elektrischen Feldstärke und der magnetischen Flussdichte für die Allgemeinbevölkerung bei 50 Hz gemäß Vornorm ÖV/ÖNORM E 8850 von 5 kV/m bzw. 100  $\mu$ T in den allgemein zugänglichen Bereichen, sowie bei den Nahbereichsobjekten, wesentlich unterschritten.

## GUTACHTEN

### **Elektromagnetische Felder**

Der Mensch ist schon immer aus natürlichen Quellen schwachen elektromagnetischen Feldern ausgesetzt gewesen, ohne dass man negative Folgen feststellen konnte. Seit Anfang des 20. Jahrhunderts hat die zunehmende Elektrifizierung und Technisierung zu einer starken Verstärkung der elektromagnetischen Felder in unserem Lebensraum geführt, sowohl am Arbeitsplatz als auch im unmittelbaren Wohnbereich.

### **Physikalische Grundlagen**

Elektromagnetische Felder (Wellen) [EMF] sind Naturerscheinungen, für deren Wahrnehmung der Mensch über kein entsprechendes Organ verfügt. Elektromagnetische Felder werden in einer Struktur durch die elektrische Spannung und den elektrischen Strom verursacht.

Man unterscheidet Wechselfelder deren Amplitude sich innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit ändert und Gleichfelder, die keine Änderung innerhalb einer bestimmten Zeiteinheit erfahren.

Wechselfelder werden in Bezug auf ihren Verlauf, ihre Dauer und ihre Frequenz (Schwingungen pro Sekunde, Einheit (Hertz: Hz) weiter unterschieden.

In Abhängigkeit von der Frequenz unterscheidet man nichtionisierende Felder (0-300 GHz) und ionisierende ("radioaktive") Strahlen (Frequenzen über 300 GHz).

In Österreich wird das öffentliche Stromversorgungsnetz mit Wechselstrom betrieben, der eine Frequenz von 50 Hz aufweist.

Elektromagnetischen Felder weisen immer eine elektrische (verursacht von der elektrischen Spannung) und eine magnetische (verursacht vom elektrischen Strom, der im Stromleiter "Kabel" fließt) Komponente auf.

Das elektrische Feld wird durch die elektrische Feldstärke E (Einheit Volt pro Meter: V/m) und das magnetische Feld durch die magnetische Feldstärke H (Einheit Ampere pro Meter: A/m) charakterisiert. Die magnetische Feldstärke kann auch als magnetische Flussdichte oder magnetische Induktion (Einheit Tesla: T) angegeben werden.



Das elektrische Feld ist auch verantwortlich für die elektrischen Entladungsphänomene, wie sie beispielsweise durch elektrostatische Aufladungen durch Gehen auf bestimmten Textilbodenbelägen und anschließende Berührungen von Gegenständen bekannt sind. Dabei kommt es zu Entladungsvorgängen.

Das elektrische Feld von Hochspannungsleitungen wird durch leitende Körper verzerrt bzw. verändert (Bäume, Erdreich und Gebäudestrukturen schirmen das elektrische Feld weitgehend ab), sodass es im Wohnbereich schwach ausgeprägt ist und in der freien Natur bzw. im Wohnbereich bei vorliegender Fragestellung vernachlässigt werden kann.

Das magnetische Feld nimmt mit zunehmender Entfernung von der Feldquelle stark ab. Das magnetische Feld wird kaum abgeschwächt und kann Erdreich und Gebäudestrukturen durchdringen. Magnetische Felder von Stromleitungen werden daher nicht durch Gebäudestrukturen (z.B. Mauerwerk, oder auch Bewuchs,...) abgeschwächt.

Innerhalb eines Hauses variieren die elektromagnetischen Felder in Abhängigkeit von der Leitungsführung der Elektroinstallation. Ihre Stärke hängt hauptsächlich von der Menge des Stromes ab, der durch die Leiter fließt, ändert sich also mit dem Stromverbrauch sowohl im Inneren von Gebäuden als auch bei Stromleitungen im Freien.

Bekannt ist, dass im täglichen Leben - auch im Haushalt - häufig Geräte in Verwendung stehen, bei denen es zu relativ hohen magnetischen Induktionen kommen kann (z.B. Haarfön, elektrische Heizdecken, elektrische Küchengeräte und Werkzeuge), wobei Einzelexpositionen zwar ungleich höher sind, aber auch zeitlich begrenzt sind bzw. der Disposition des/der Einzelnen unterliegen. Ein unmittelbarer Vergleich der Expositionen als Beurteilungsgrundlage erscheint hier aber unzulässig.

### **Medizinische Grundlagen**

Die zunehmende Inanspruchnahme der mobilen Telekommunikation, die Verbreitung und Verwendung elektrischer und elektronischer Geräte sowie Hochspannungsleitungen haben in den letzten Jahren zu Diskussionen über Auswirkungen elektromagnetischer Felder geführt. Diskussionen konzentrieren sich auf mögliche langfristige gesundheitliche Auswirkungen wie mutagene, teratogene oder kanzerogene Wirkungen.

### **Magnetische Wechselfelder:**

Bei Magnetfeldern, die den Körper mit konstanten Flussdichten durchdringen, kann es bei über 0,8 T (Tesla) zu Beeinträchtigungen der Herzfunktionen - von Herzrhythmusstörungen bis zum Kammerflimmern - kommen. Bei Flussdichten von über 2 mT (Millitesla) im Kopfbereich können an der Peripherie des Sehfeldes Flimmererscheinungen (magnetische Phosphene) wahrgenommen ("Sterne sehen") werden.

In vivo Untersuchungen (an einem lebenden Organismus) mit Magnetfeldern mit Flussdichten unter 2 mT belegen keinen Einfluss auf den menschlichen Organismus.

Implantatträger: Im Freiland kommt es an Querungen von Hochspannungsleitungen gegenüber dem Freiland zu höheren magnetischen Flussdichten. Bei kurzzeitigen Einwirkungen magnetischer Felder sind nach derzeitigem Wissensstand mögliche Beeinflussungen technischer Geräte von Interesse, die dem Schutz der Träger dienen. Im Vordergrund stehen Personen mit Herzschrittmachern. Bei Herzschrittmachern älterer Bauart sind theoretisch Beeinflussungen der Funktion bei Magnetfeldern über 20  $\mu$ T (Mikrotesla) vorstellbar, bis zu 100  $\mu$ T eher unwahrscheinlich. Als Richtwert können daher 100  $\mu$ T herangezogen werden. In Einzelfällen wurden Störbeeinflussungen bei Werten ab 30  $\mu$ T beobachtet. Für magnetische Gleichfelder legt die Richtlinie 2013/35/EU über elektromagnetische Felder (EMF) am Arbeitsplatz einen Wert von 0,5 mT als Auslösewert für Herzschrittmacher fest, wobei Herzschrittmacher in der Regel die EMF-empfindlichsten Implantate darstellen<sup>1</sup>. Implantatträger werden grundsätzlich vom behandelnden Arzt über den Umgang mit EMF informiert.

<sup>1</sup> Richtlinie 2013/35/EU über elektromagnetische Felder (EMF) am Arbeitsplatz, die Grenzwerte dieser Richtlinie können in Verbindung mit der ÖVE/ÖNORM E 8850 als Stand der Technik für Beurteilungen betreffend § 66 ASchG herangezogen werden.



In vitro Untersuchungen (im Reagenzglas oder an einem isolierten Organ bzw. Zellen, d.h. außerhalb des lebenden Organismus) mit Magnetfeldern im  $\mu\text{T}$  - Bereich wurden Einflüsse auf biologische Prozesse festgestellt. Diese Ergebnisse stammen meist von Untersuchungen an Zellpräparaten oder wurden unter nicht physiologischen Bedingungen durchgeführt und können daher nicht direkt auf den menschlichen Organismus übertragen werden. Festzuhalten ist, dass der Nachweis eines biologischen Effektes a priori noch keine Gesundheitsbeeinträchtigung darstellt, sondern dieser erst weiteren Untersuchungen und Bewertungen zugeführt werden müsste.

Zur Frage der Krebs auslösenden Wirkung (Kanzerogenität) schwach elektromagnetischer 50/60 Hz Felder ließen sich Hinweise für Flussdichten von weniger als  $1 \mu\text{T}$  vermuten. Die Hypothesen basieren bislang ausschließlich auf den Ergebnissen epidemiologischer Studien. Epidemiologische Untersuchungen können dabei ausschließlich statistische Zusammenhänge nachweisen und sind somit nicht alleine beweisend für eine kausale Wirkung. Um den kausalen Zusammenhang zu untermauern, sind zusätzlich entsprechende Ergebnisse von in vitro und in vivo Untersuchungen notwendig. Eine Krebs auslösende Wirkung konnte aber bisher unter experimentellen Bedingungen ("im Laborversuch") nicht nachgewiesen werden. Es gibt auch keine plausiblen Erklärungsmodelle, die experimentell bestätigen könnten, wie derartige Felder auf den Menschen einwirken können.

Die SSK (Strahlenschutzkommission, Deutschland) hat 2011<sup>2</sup> die Klassifizierung der Evidenz von Krebsrisiken nach folgenden Kriterien überarbeitet und darauf aufbauend festgestellt:

- E3: überzeugende Evidenz
- E2: unvollständige Evidenz
- E1: schwache Evidenz
- E0: keine bzw. unzureichende Evidenz für Zusammenhang
- EN: Evidenz für Nicht-Zusammenhang
- D2: widersprüchliche Daten
- D1: unzureichende Daten

*„Während sich für ionisierende Strahlung und UV-Strahlung eine überzeugende Evidenz für ein Krebsrisiko ergibt, die sich auf übereinstimmende Ergebnisse aus unterschiedlichen Untersuchungsansätzen stützt, wird diese mit abnehmender Frequenz der elektromagnetischen Felder immer schwächer. Für sichtbares Licht ergibt sich noch eine schwache Evidenz, die sich auf eine mögliche Karzinogenität des Blaulichtanteils und die Beeinflussung der Melatoninsekretion durch nächtliche Lichtexpositionen gründet. Im Frequenzbereich unterhalb der optischen Strahlung ist die Evidenz für einen Zusammenhang mit Krebserkrankungen zunehmend geringer. Im Bereich des Mobilfunks ergibt die Zusammenschau der verschiedenen wissenschaftlichen Ansätze eine unzureichende Evidenz für einen Zusammenhang. Trotz für sich genommen unvollständiger Evidenz aus epidemiologischen Studien (E2) kann für magnetische Wechselfelder die Evidenz für einen Zusammenhang mit Leukämie im Kindesalter in Übereinstimmung mit der Klassifizierung nach IARC nur als schwach (E1) eingestuft werden. Keine Evidenz für einen Zusammenhang konnte bei elektrischen Wechselfeldern und statischen Magnetfeldern gefunden werden. Bei elektrostatischen Feldern ergibt die Bewertung sogar Evidenz für das Nicht-Vorhandensein eines Zusammenhanges zwischen Exposition und Krebserkrankungen.“*

Es kann daher festgestellt werden, dass nach der Klassifizierung der SSK die Evidenz für Leukämie im Kindesalter in der Einstufung E1 (schwache Evidenz) zwar kein gesicherter Hinweis auf Kanzerogenität für magnetische Wechselfelder besteht, diese zum jetzigen Zeitpunkt der

<sup>2</sup> Vergleichende Bewertung der Evidenz von Krebsrisiken durch elektromagnetische Felder und Strahlungen, Stellungnahme der Strahlenschutzkommission mit wissenschaftlicher Begründung, 248. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 14./15. April 2011



Forschung und der Einstufung durch wissenschaftliche Gremien aber als nicht abgeschlossen gesehen werden kann. Nicht zuletzt finden sich in unterschiedlichen Fachdokumenten immer wieder Hinweise und Aufforderungen, vertiefende Forschungen voranzutreiben. Kanzerogene kommen sowohl in der freien Natur als auch aus zivilisatorischen Belastungen vor.

Der Mensch ist gegenüber Kanzerogenen über unterschiedliche Expositionspfade (z.B. UV-Strahlung, Luftschadstoffen aus unterschiedlichsten Verbrennungsprozessen, Arbeitsstoffen, Treibstoffen, Nahrungsmitteln, Lebensstil, radioaktiver Strahlung uvm.) exponiert, sodass es unrealistisch sein wird, von einem „Nullrisiko“ auszugehen.

Die WHO<sup>3</sup> ist in einer aktualisierten Zusammenfassung nach Sichtung aktueller Daten zu Schluss gekommen, dass die derzeitige Kenntnislage die Existenz irgendwelcher gesundheitlichen Folgen einer Exposition durch schwache elektromagnetische Felder nicht bestätigt. Allerdings wird in bei biologischen Effekten weiterer Forschungsbedarf angeregt. Betrachtet wurden dabei allgemeine Befindlichkeitsstörungen, Effekte in der Schwangerschaft, Grauer Star, EKF und Tumorinduktion, EMF und Depressionen.

Um dem Vorsorgedanken gerecht zu werden könnte

- wohl berücksichtigend, dass die aktuelle Einstufung bei E2 „schwacher Evidenz“ liegt
- gleichzeitig aber zu unterstellen, dass in der bisherigen Forschung Hinweise auf Kanzerogenität nicht vollständig entkräftet werden konnten
- und zusätzlich allenfalls zukünftige Entwicklungen in der Datenlage zu EMF zu berücksichtigen,

die Anwendung eines „ALARA-Prinzipes“ („As Low As Reasonably Achievable“ - englisch für *so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar*) empfohlen werden.

Konkret würde dies bedeuten, dass es bei einem Ersatz einer bestehenden Anlage zu keiner Verschlechterung der bisherigen Expositionen kommen soll bzw. dass Optimierungspotenziale genutzt werden sollen.

## Grenz- und Richtwerte

In **Österreich** gibt es kein gesetzlich verbindliches Regelwerk zum Schutz vor nichtionisierenden elektromagnetischen Feldern. Für die technische Beurteilung werden die Grenzwerte der Vornorm ÖVE/ÖNORM E 8850 herangezogen.

Die Grenzwerte wurden so erstellt, dass Feldstärken unter den angegebenen Werten nach heutigem Wissensstand zu keiner gesundheitlichen Beeinträchtigung bzw. Störung des Wohlbefindens führen.

Der Empfehlungswert für zulässige Expositionen der Allgemeinbevölkerung für zeitlich unbeschränkten Aufenthalt für die magnetische Flussdichte [T] der ÖVE/ÖNORM E8850 entspricht mit 100 µT den Richtlinien der ICNIRP und der EU (Ratsempfehlung, 1999/519/EG).

Für Berufstätige, für die der Umgang mit EMF zur Ausübung des Berufes gehört, ist ein Wert von 500 µT vorgesehen (Arbeitszeit) und von 5000 µT bei zeitlich begrenztem Aufenthalt.

Diese Werte stellen sicher, dass durch magnetische Felder im Körper keine akuten Wirkungen (z.B. Anregung von Nerven- und Muskelzellen) induziert werden. Aus medizinischer Sicht ist der Grenzwert für zeitlich unbegrenzten Aufenthalt (Berufstätige) als Gefährdungsgrenzwert einzustufen.

Die **Schweiz** hat darüber hinaus in ihrer Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV vom Dezember 1999, Verordnung 814.710, Stand am 1. Juli 2012) Immissionsgrenzwerte und einen Anlagegrenzwert als vorsorgliche Emissionsbegrenzung für die

<sup>3</sup> <http://www.who.int/peh-emf/about/en/whatareemfgerman.pdf?ua=1>



von einer Anlage allein erzeugte Strahlung definiert. Die Schweiz trifft hier die Festlegung eines Vorsorgewertes, mit dem auch Effekte, aus denen sich nicht eindeutig ein Gesundheitsrisiko ableiten lässt, berücksichtigt werden sollen. Einmalige oder nicht wiederholbare Befunde und auch epidemiologische Untersuchungen wurden bei der Grenzwertsetzung durch die ICNIRP bislang nicht berücksichtigt, wenn auch Sicherheitsfaktoren bei der ICNIRP-Festlegungen berücksichtigt wurden und auch hier ein Sicherheitsabstand zu zweifelsfrei nachgewiesenen, schädlichen Wirkungen besteht.

Der (Vorsorge-) Anlagegrenzwert für den Effektivwert der magnetischen Flussdichte beträgt  $1 \mu\text{T}$ . Bei Altanlagen ist die Phasenbelegung, soweit dies technisch und betrieblich möglich ist, so zu optimieren, dass die magnetische Flussdichte an diesen Orten minimiert wird bzw. können auch in der Schweiz Ausnahmen gewährt werden.

#### Hochspannungsleitungen<sup>4</sup> - Immissionsgrenzwerte (Schweiz)

Die Immissionsgrenzwerte für die Frequenz von 50 Hz (allgemeine Stromversorgung). Maßgebend ist der höchste Effektivwert.

5 Kilovolt pro Meter (kV/m)  
100 Mikrottesla

für die elektrische Feldstärke  
für die magnetische Flussdichte

Die **Immissionsgrenzwerte** müssen an allen Orten eingehalten werden, wo sich Menschen aufhalten können - also zum Beispiel auch auf einem Acker, der unter einer Hochspannungsleitung liegt. Die vorsorglichen Emissionsbegrenzungen beziehen sich jeweils nur auf eine einzelne Anlage.

In **Deutschland** sind EMF-Immissionen in der 26. BImSchV<sup>5</sup> geregelt, die per definitionem Regelungen zum Schutz und zur Vorsorge vor möglichen Gesundheitsrisiken durch elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder beinhaltet. Sie war im Jahr 1997 als eine der ersten gesetzlich verankerten Regelungen der Grenzwerte für elektromagnetische Felder in Kraft getreten. Rechtskommentaren ist zu entnehmen, dass mit der Novellierung die Vorschriften dem aktuellen technischen und wissenschaftlichen Stand entsprechen. Der Gesetzgeber ist damit den aktuellen Empfehlungen der deutschen Strahlenschutzkommission (SSK<sup>6</sup>) sowie internationalen Expertengremien gefolgt. Sinngemäß ergibt sich aus der 26. BImSchV dass zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen so zu betreiben, dass sie in ihrem Einwirkungsbereich an Orten, die zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung folgende Grenzwerte nicht überschritten werden dürfen:

Frequenz (f) in Hertz (Hz)	Grenzwerte	
	Elektrische Feldstärke in Kilovolt pro Meter (kV/m) (effektiv)	Magnetische Flussdichte in Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ) (effektiv)
25 – 50	5	200

Aus Vorsorgegründen dürfen wesentliche Änderung in der Nähe von Wohnungen, Krankenhäusern, Schulen, Kindergärten, Kinderhorten, Spielplätzen oder ähnlichen Einrichtungen nur vorgenommen werden, wenn in diesen Gebäuden oder auf diesen Grundstücken auch die maximalen Effektivwerte der elektrischen Feldstärke entsprechen. Bei Errichtung und wesentlicher

<sup>4</sup> Bundesamt für Umwelt BAFU, <http://www.bafu.admin.ch/elektromog/01100/01106/index.html?lang=de3690>

<sup>5</sup> Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV), "Verordnung über elektromagnetische Felder in der Fassung der Bekanntmachung vom 14. August 2013 (BGBl. I S. 3266)"

<sup>6</sup> Strahlenschutzkommission Deutschland



Änderung sind die Möglichkeiten auszuschöpfen, die von der jeweiligen Anlage ausgehenden elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Felder nach dem Stand der Technik unter Berücksichtigung von Gegebenheiten im Einwirkungsbereich zu minimieren.

Anlagen zur Fortleitung von Elektrizität mit einer Frequenz von 50 Hertz und einer Nennspannung von 220 Kilovolt und mehr, die in einer neuen Trasse errichtet werden, dürfen Gebäude oder Gebäudeteile nicht überspannen, die zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmt sind. Bestehende Genehmigungen bleiben unberührt.

Viele andere europäische Länder folgen der o.a. Wertekonstellation, wie sie in Deutschland angewendet wird.

Die 26. BImSchV folgt somit den Empfehlungen der SSK<sup>7</sup> (kursiv übernommen):

*Die SSK kommt nach Bewertung des aktuellen Wissensstandes zu dem Schluss, dass sich derzeit keine ausreichenden Gründe ergeben, die bestehenden Expositionsgrenzwerte in Frage zu stellen. Aus den vorliegenden Studien lassen sich insbesondere keine belastbaren Kriterien ableiten, die verringerten Vorsorgewerten zugrunde gelegt werden könnten. Angesichts der bestehenden Unsicherheiten entspricht es jedoch den Grundsätzen des Strahlenschutzes, unnötige Expositionen zu vermeiden bzw. zu minimieren.*

*Angesichts der steigenden Anzahl von Personen mit aktiven Implantaten sieht die SSK jedoch Handlungsbedarf, Störbeeinflussungssituationen im Alltag durch gerätetechnische und regulatorische Maßnahmen zu verringern bzw. zu vermeiden.*

*Die SSK bekräftigt ihre Empfehlung aus dem Jahr 2001, die bestehenden Expositionsgrenzwerte nicht völlig auszuschöpfen. Daher sollten Immissionen von ortsfesten Anlagen zur Energieversorgung an Orten, die der Öffentlichkeit zugänglich sind, deutlich unterhalb der bestehenden Grenzen für die Gesamtexposition gehalten werden. Dies schließt insbesondere auch Wohnbereiche und Räumlichkeiten ein, die für den nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen der Allgemeinbevölkerung vorgesehen sind.*

*In Hinblick auf die spezielle Frage, wie viel Exposition eine einzelne ortsfeste Anlage zur Energieversorgung verursachen darf, hat die SSK folgende Empfehlungen beschlossen:*

*Bei der Bewertung der Immissionen durch ortsfeste Anlagen zur Energieversorgung sind alle vorhandenen Feldquellen zu berücksichtigen und daher z.B. auch die Beiträge der Immissionen häuslicher Feldquellen einzubeziehen.*

*Auch elektrische und magnetische Emissionen von elektrischen Gleichstrom-Energieversorgungsanlagen sind in die gesetzlichen Regelungen aufzunehmen.*

*Bei Planung, Herstellung und Betrieb von ortsfesten Anlagen zur Energieversorgung sind Maßnahmen zu ergreifen, um Expositionen durch elektrische und magnetische Felder im Rahmen der technischen und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten zu minimieren.*

*Zur Vermeidung der Störbeeinflussung von elektronischen Implantaten (z.B. Herzschrittmachern oder Defibrillatoren) sind ortsfeste Anlagen zur Energieversorgung mit der Frequenz 50 Hz (und der Bahnfrequenz 162/3 Hz) so zu planen, zu errichten und zu betreiben, dass auch bei höchster betrieblicher Auslastung die von einer Anlage emittierten magnetischen Induktionen die empfohlenen Grenzen nicht überschreiten. Die Induktionen sollten in Bereichen, die Implantatträgern zugänglich sind, und bei denen Feldquellen, die nicht sichtbar bzw. bei denen ein Exposition-vermeidendes Verhalten nicht möglich oder nicht zumutbar ist, folgende Werte nicht überschreiten:*

- 10  $\mu$ T (50 Hz) bzw. 30  $\mu$ T (162/3 Hz) in Bereichen, in denen mit zusätzlichen Feldquellen gerechnet werden muss (z.B. in Wohnanlagen, Seniorenheimen, Krankenhäusern)*
- 15  $\mu$ T (50 Hz) bzw. 45  $\mu$ T (162/3 Hz) in Bereichen, in denen Einträge zusätzlicher Feldquellen nicht zu erwarten und Feldquellen (z.B. Erdkabel) nicht sichtbar bzw. nicht entsprechend gekennzeichnet sind.*

*Zur Vermeidung von Störbeeinflussungen von elektronischen Implantaten (z.B. Herzschrittmachern oder Defibrillatoren) sind ortsfeste Gleichstrom-Energieversorgungsanlagen so zu*

<sup>7</sup> Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern der elektrischen Energieversorgung und -anwendung  
Empfehlung der Strahlenschutzkommission, 221. Sitzung der Strahlenschutzkommission am 21./22. Februar 2008



*planen, zu errichten und zu betreiben, dass die auftretenden magnetischen Induktionen in nicht gekennzeichneten Bereichen, die Implantatträgern zugänglich sind, auch bei höchster betrieblicher Auslastung 500  $\mu$ T nicht überschreiten.*

In der Fortsetzung der Empfehlungen findet sich folgendes:

*Die SSK stellt ausdrücklich fest, dass nicht erwartet werden kann, dass weitere epidemiologische Studien der bisherigen Art zur Klärung der Frage eines kausalen Zusammenhanges zwischen Magnetfeldexposition und Kinderleukämie beitragen können. (Zitat Ende)*

## **ZUSAMMENFASSUNG:**

### **Elektromagnetische Felder**

Eine umweltmedizinische Beurteilung berücksichtigt in keiner Weise wirtschaftliche Aspekte.

Elektrische Felder können in der medizinischen Beurteilung außer Betracht bleiben.

Mit der lt. Projektsangaben optimierten Phasenbelegung werden geringere Immissionen als jene des Bestandes erreicht. Somit wird der Forderung, Verbesserungspotenziale zu nutzen, nachgekommen.

Der Vergleich der Bestandswerte mit den Projektsberechnungen zeigt, dass Erhöhungen der magnetischen Flussdichte nicht gegeben sind.

Die magnetischen Felder der generalerneuerten Leitung sind im Vergleich zur genehmigten Bestandsleitung bei Normalbetrieb im Nahbereich (bis ca. 25 m Abstand von der Trassenachse) deutlich geringer.

In einigen exemplarisch berechneten Überspannungsfeldern von Objekten ergeben sich Werte von 1,7 bis 2,6  $\mu$ T. Dieser Wert liegt deutlich unter den Bestandwerten.

Für die medizinische Bewertung existieren Beurteilungswerte, die im Gutachten definiert und näher erläutert wurden. Unter Anwendung dieser Werte ergibt sich:

Akute Wirkungen (z.B. neuromuskuläre Effekte oder Störungen von Implantaten) sind aus den o.a. nicht ableitbar.

Der strenge Schweizer Vorsorgegrenzwert von 1  $\mu$ T für Neuanlagen wird vereinzelt überschritten, die prognostizierten Werte für die magnetische Flussdichte liegen jedoch deutlich unter den Beurteilungswerten / Grenzwerten, die in Deutschland (und z.T. in anderen europäischen Ländern) gesundheitsbezogen (unter Berücksichtigung eines Minimierungsgebotes) und in der Schweiz als Immissionsgrenzwert festgelegt sind.

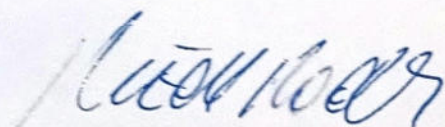
### **Coronageräusche**

Ausgehend von Hochspannungsleitungen sind grundsätzlich Schallemissionen beim Betrieb möglich. Es handelt sich dabei um Geräusche von sog. „Coronaentladungen“. Diese sind Entladungsphänomene an der Oberfläche von Leiterseilen bei bestimmten Wetterlagen, insbesondere bei höherer Luftfeuchtigkeit. Sie können dann wie „Knistern“ oder „Prasseln“ im näheren Umkreis von Stromleitungen wahrnehmbar sein können.



Umweltmedizinische Beurteilung: Nachdem die Entstehung von Coronageräuschen an bestimmte witterungsbedingte Randbedingungen gebunden ist, ist davon auszugehen, dass es sich um eine fallweise Wahrnehmbarkeit der Geräusche handelt. Die Erfahrungen aus anderen vergleichbaren Verfahren und der daraus resultierenden besonderen Beobachtung dieser Phänomene zeigen, dass diese Geräusche wahrnehmbar sein können, dass sie aber in vielen Situationen von anderen, auch natürlichen Umgebungsgeräuschen maskiert / überdeckt werden.  
Eine Veränderung gegenüber dem Ist-Bestand ist nicht ableitbar.  
Eine fallweise Wahrnehmbarkeit einer Schallimmission ist nicht als erhebliche Belästigung oder Gesundheitsgefährdung zu werten.

Zusammenfassend ergibt sich, dass nachteilige gesundheitliche Wirkungen i.S. erheblicher Belästigungen oder Gesundheitsgefährdungen aus dem Projekt nicht ableitbar sind.



Dr. Thomas Edtstadler

**Hinweise:**

Wenn Sie mit uns schriftlich in Verbindung treten wollen, richten Sie Ihr Schreiben bitte an das Amt der Oö. Landesregierung, Direktion Soziales und Gesundheit / Abteilung Gesundheit, Bahnhofplatz 1, 4021 Linz, und führen Sie das Geschäftszeichen dieses Schreibens an. Sie erreichen uns mit öffentlichen Verkehrsmitteln über die Nahverkehrsdrehscheibe (Regional- und städtische Busse, Straßenbahn, Bahnen). Fahrplanauskunft: <http://www.ooevg.at> Im Landesdienstleistungszentrum (LDZ) gibt es ca. 1000 überdachte Fahrrad-Abstellplätze.