

Vorhaben:

Unterlage 22.1

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart



Ausbau- und Neubautrecke Stuttgart – Augsburg

Bereich Stuttgart-Wendlingen mit Flughafenbindung

Planfeststellungsabschnitt 1.3, Filderbereich mit Flughafenbindung

Teilabschnitt 1.3b, Gäubahnführung

Elektrische und magnetische Felder

Erläuterungsbericht

NUR ZUR INFORMATION

Vorhabenträger:

DB Netz AG
Großprojekte Süd
Schwarzwaldstraße 82
76137 Karlsruhe



Vertreter des Vorhabenträgers:

DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH
I.GV (3)
Räpplenstraße 17
70191 Stuttgart

Verfasser:

UMWELT- UND LANDSCHAFTSPLANUNG
DR. SCHLIEBE, DR. SCHMIDT & DR. BOHMANN GbR
Langgasse 3
86650 Wemding

Ergänzung 2009 und 2011:

ELBAS Elektrische Bahnsysteme
Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Hofmann
Königsbrücker Straße 34
01099 Dresden

Überarbeitung 2015, 2016 und 2017:

SIGNON Deutschland GmbH
Berliner Straße 7
01067 Dresden
Dipl.-Ing. Henning Olsen
Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Hofmann

15.03.2017 i.V Breidenstein	15.03.2017 Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Hofmann
Genehmigungsvermerk Eisenbahn-Bundesamt	

Planungsstand: 15.03.2017

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkungen	1
1.1	Ausgangslage und Vorhaben	1
1.2	Aufgabenstellung	2
2	Grundlagen zur Untersuchung niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder	4
2.1	Physikalische Grundlagen und Erläuterungen	4
2.1.1	Elektrische Felder	5
2.1.2	Magnetfelder	6
2.2	Gesetzliche Vorgaben	9
2.3	Berechnungsverfahren	12
2.4	Allgemeine Projektwirkungen	13
2.4.1	Elektrische Felder	13
3	Elektrische und magnetische Felder im Untersuchungsraum	16
3.1	Untersuchungsraum	16
3.2	Prognose der von den Bahnoberleitungen ausgehenden Feldstärken	17
3.2.1	Elektrische Felder	17
3.2.2	Magnetfelder	18
3.3	Prognose der von sonstigen stromführenden Anlagen ausgehenden Feldstärken	24
3.3.1	Elektrische Felder	25
3.3.2	Magnetfelder	25
4	Beeinträchtigungen durch projektbedingte Eingriffe	26

4.1	Baubedingte Beeinträchtigungen	26
4.2	Anlagebedingte Beeinträchtigungen	26
4.3	Betriebsbedingte Beeinträchtigungen	27
5	Möglichkeiten zur Vermeidung und Verminderung projektbedingter Umweltauswirkungen	29
6	Zusammenfassung	30
6.1	Auswirkungen auf den Menschen	30
6.2	Auswirkungen auf empfindliche Geräte	30
7	Literatur und verwendete Unterlagen	32
8	Glossar	36

Anhang

- Anhang 1: Elektrische Feldstärke in der Umgebung einer zweigleisigen Wechselstrom-Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV
- Anhang 2: Magnetische Induktion in der Umgebung einer zweigleisigen Wechselstrom-Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV
- Anhang 3a: Magnetische Induktion in der Umgebung einer eingleisigen Wechselstrom-Fernbahntunnelstrecke mit Oberleitung, 15 kV
- Anhang 3b: Magnetische Induktion in der Umgebung von zwei eingleisigen Wechselstrom-Fernbahntunnelstrecken mit Oberleitung, 15 kV Graphische Überlagerung der Isolinien
- Anhang 3c Überlagerung der magnetischen Induktion von zwei eingleisigen Tunnelstrecken Achsabstand 30 m
- Anhang 3d Überlagerung der magnetischen Induktion von zwei eingleisigen Tunnelstrecken Achsabstand 30 m – Grenzbereich für 100 μ T
- Anhang 3e Überlagerung der magnetischen Induktion von zwei eingleisigen Tunnelstrecken Achsabstand 30 m – Grenzbereich für 1 μ T
- Anhang 4a: Magnetische Induktion in der Umgebung einer zweigleisigen Wechselstrom-Fernbahntunnelstrecke mit Oberleitung, 15 kV
- Anhang 4b: Magnetische Induktion in der Umgebung von zwei zweigleisigen Wechselstrom-Fernbahntunnelstrecken mit Oberleitung, 15 kV Graphische Überlagerung der Isolinien
- Anhang 4c Magnetische Induktion in der Umgebung der zweigleisigen Tunnelstrecke mit Oberleitung 2xRi 100+Cu 95
- Anhang 4d Magnetische Induktion in der Umgebung der zweigleisigen Tunnelstrecke mit Oberleitung 2xRi 100+Cu 95 – Grenzbereich für 100 μ T
- Anhang 4d Magnetische Induktion in der Umgebung der zweigleisigen Tunnelstrecke mit Oberleitung 2xRi 100+Cu 95 –Grenzbereich für 1 μ T
- Anhang 5 Ergänzungsuntersuchung 2016 :
„Anpassung des EMV-Berichtes für den PFA 1.3b“

1 Vorbemerkungen

1.1 Ausgangslage und Vorhaben

Die DB Projekt Stuttgart-Ulm GmbH plant und baut für die DB Netz AG zwischen Stuttgart und Augsburg eine Hochgeschwindigkeitsstrecke. Hierzu wird auch der Eisenbahnknoten Stuttgart 21 neu gestaltet.

Das Projekt Stuttgart 21 wird in acht Planfeststellungsabschnitte (PFA) eingeteilt. Im Einzelnen sind dies:

- PFA 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof,
- PFA 1.2 Fildertunnel,
- PFA 1.3a NBS 4813, 4705 mit Flughafentunnel und Flughafen Fernbahnhof
- PFA 1.3b Flughafenkurve, Station Terminal mit dem 3. Gleis, Bestandsstrecke 4861 bis Rohr, Rohrer Kurve mit neuem Berghautunnel
- PFA 1.4 Filderbereich bis Wendlingen,
- PFA 1.5 Zuführung Feuerbach/Bad Cannstatt, S-Bahn-Anbindung,
- PFA 1.6 a Zuführung Ober-/Untertürkheim,
- PFA 1.6 b Abstellbahnhof Untertürkheim.

Gegenstand der vorliegenden Unterlagen ist der PFA 1.3b mit der Rohrer Kurve einschließlich der Anbindung des Flughafens bzw. der Gäubahn. Im Bereich Rohrer Kurve verläuft die Bahn Böblingen-Rohr überwiegend im Tunnel, die Gäubahn Böblingen-Flughafen verläuft im Einschnitt.

1.2 Aufgabenstellung

Für den Bau oder die Änderung von Anlagen der Eisenbahn des Bundes, die einer Planfeststellung nach dem Allgemeinen Eisenbahngesetz bedürfen, ist nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG 1990) eine Umweltverträglichkeitsprüfung durchzuführen (§ 3 und Anlage zu § 3). Zur Sicherung einer wirksamen Umweltvorsorge nach einheitlichen Grundsätzen (§ 1) sind bei dem geplanten Vorhaben die Auswirkungen durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder auf die Schutzgüter Menschen und sonstige Sachgüter einschließlich möglicher Wechselwirkungen zu ermitteln und zu beschreiben (§ 2), zusammenfassend darzustellen (§ 11) und zu bewerten (§§ 2, 12). Maßnahmen, mit denen erhebliche Beeinträchtigungen vermieden, vermindert oder soweit möglich ausgeglichen werden, sind darzulegen (§ 6). Ergänzend hierzu regelt das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG 1990) in Verbindung mit der Sechszwanzigsten Verordnung zur Durchführung des BImSchG (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV 1996¹) den vorbeugenden Schutz des Menschen und sonstiger Sachgüter vor schädlichen Umweltauswirkungen (§ 1) durch den Bau von Eisenbahnen (§ 2).

Die Ermittlung und Beschreibung der projektbedingt zu erwartenden niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder erfolgt auf der Grundlage von Berechnungen, die vom Forschungs- und Technologiezentrum der Deutschen Bahn AG an ausgesuchten Querschnitten durchgeführt wurden.

Berechnungen zu elektrischen Feldstärken der Fernbahn- bzw. der S-Bahnstrecken in Tunnelbereichen sind nicht erforderlich, da elektrische Felder durch Materialien und Gebäude gut abgeschirmt werden und relevante Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen bzw. auf Sachgüter nicht zu erwarten sind.

Die Bewertung der magnetischen Wechselfelder der Fernbahn- und der S-Bahnstrecken im Hinblick auf den Menschen erfolgt anhand der 26.

¹ Die aktuelle Novelle der 26. BImSchV aus dem Jahre 2013 hat keine Veränderungen der gesetzlichen Grenzwerte ergeben. (Prof. Hofmann, 2016)

BlmSchV. Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen sind Niederfrequenzanlagen demnach so zu errichten und zu betreiben, dass in ihrem Einwirkungsbereich in Gebäuden oder auf Grundstücken, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind die Grenzwerte der 26. BlmSchV nicht überschritten werden.

Die Beeinträchtigung sonstiger Sachgüter wird abgeschätzt. Empfindliche Geräte und Nutzungen zeigen bereits bei magnetischen Feldstärken von rd. 1 μT Störungen der Funktion. Der Bereich, in dem Beeinträchtigungen empfindlicher Geräte und Nutzungen nicht ausgeschlossen werden können, wird auf Grundlage der genannten Berechnungen abgegrenzt.

In dem vorliegenden Erläuterungsbericht werden die Auswirkungen des Vorhabens auf den Menschen sowie auf empfindliche Geräte und deren Nutzung sonstige Sachgüter erfasst, beschrieben und bewertet. Projektbedingte Beeinträchtigungen werden ermittelt und Möglichkeiten zur Vermeidung und Minderung von Umweltauswirkungen durch elektrische und magnetische Felder aufgezeigt.

Die Ergebnisse des Erläuterungsberichtes bilden die Grundlage für die Betrachtungen des Schutzgutes Menschen und des Schutzgutes sonstige Sachgüter im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie zur Planfeststellung.

2 Grundlagen zur Untersuchung niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder

2.1 Physikalische Grundlagen und Erläuterungen

Der physikalische Begriff der elektromagnetischen Wellen und Felder wird eingeteilt in einen ionisierenden Anteil mit höherem Energiegehalt und einen nichtionisierenden Anteil mit niedrigerer Energie. Es werden Gleichstrom- und Wechselstromfelder unterschieden. Eine Übersicht über das Spektrum elektromagnetischer Wellen ist in Abbildung 2/1 dargestellt (Erläuterungen von Fachbegriffen in Kap. 8).

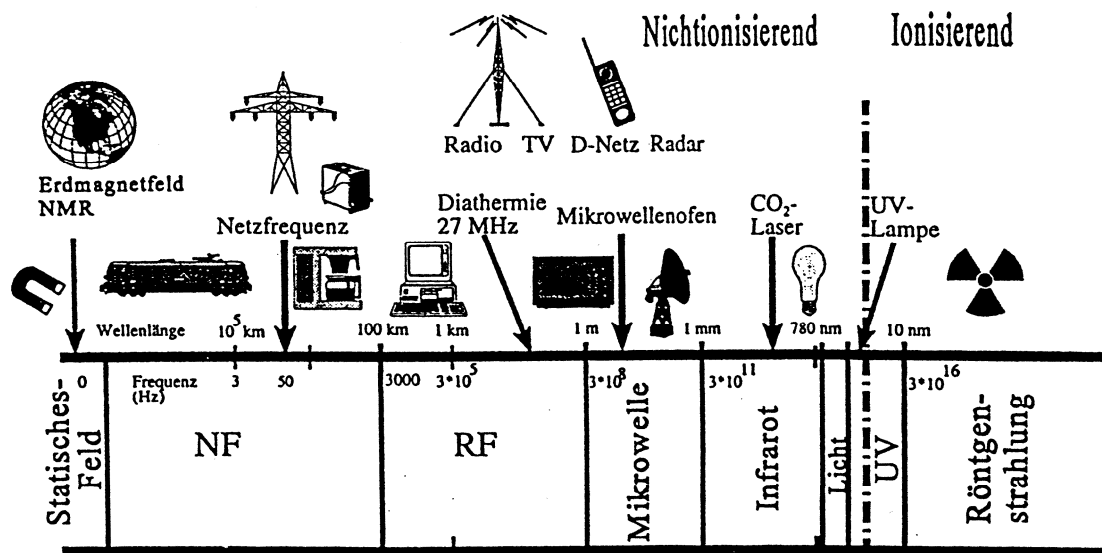


Abb. 2/1: Elektromagnetisches Spektrum (Quelle: BRÜGGEMEYER 1993)

Dieser Abbildung ist zu entnehmen, dass die technischen Wechselfelder der Energieversorgung mit 50 Hertz (Hz) und der Bahn mit 16,7 Hz sehr niederfrequent sind. Hierfür haben sich die im amerikanischen Sprachgebrauch ausgeprägten Begriffe "Extremely low frequency, ELF" oder Sub ELF bewährt. Dieser beinhaltet Schwingungen in einem Frequenzbereich von 0 bis 300 Hz (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN WÜRTTEMBERG 1997).

Niederfrequente Felder bedingen große Wellenlängen. Eine Frequenz von 16,7 Hz korrespondiert mit einer Wellenlänge von 18.000 km, eine Frequenz von 50 Hz mit einer Wellenlänge von 6.000 km.

Anders als im Hochfrequenzbereich, wo elektrisches und magnetisches Feld fest aneinander gekoppelt sind, können bei den niederfrequenten Feldern, die von einer Anlage oder einem Gerät ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder als voneinander unabhängige Größen, mit jeweils spezifischen Umweltauswirkungen, angesehen werden. Beide Felder sind sozusagen "entkoppelt" (LEITGEB 1990).

Das elektrische Feld wird wirksam, sobald eine Spannung an einer Anlage oder einem Gerät anliegt, auch wenn kein Strom fließt. Das elektrische Feld ist unabhängig von der Stromstärke in dem Leiter.

Durch Bewegungen von elektrischen Ladungen entsteht das Magnetfeld.

2.1.1 Elektrische Felder

Ein elektrisches Feld besteht zwischen zwei Punkten, die gegeneinander eine Spannung aufweisen. Die elektrische Feldstärke E ergibt sich daher im einfachsten Fall aus Spannung pro Abstand und hat die Dimension Volt pro Meter (V/m).

Die elektrischen Felder sind an die Entstehungsquelle gebunden. Sie nehmen mit zunehmender Entfernung von dieser ab. Elektrische Felder können zudem relativ leicht abgeschirmt werden. Biologische Materialien und Stoffe, aber auch inerte Materialien z. B. Mauerwerk und Wände schwächen elektrische Felder sehr stark ab (um etwa 90 %). Dies entspricht dem FARADAYschen Käfig.

Abbildung 2/2 zeigt die elektrische Randfeldstärke am menschlichen Körper. Das elektrische Feld dringt in den menschlichen Körper im Wesentlichen in die Hautpartien und die oberen Muskelschichten ein. Es wird durch den elektrisch leitfähigen Körper stark deformiert. Die Form des Körpers verursacht im Kopfbereich eine 10- bis 14-fache Feldstärkenüberhöhung.

Den elektrischen Feldlinien entsprechen im Wechselfeld der Körperumgebung elektrische Verschiebungsströme, die im Wesentlichen über die Körperoberfläche als galvanische Ströme zur Erde abfließen.

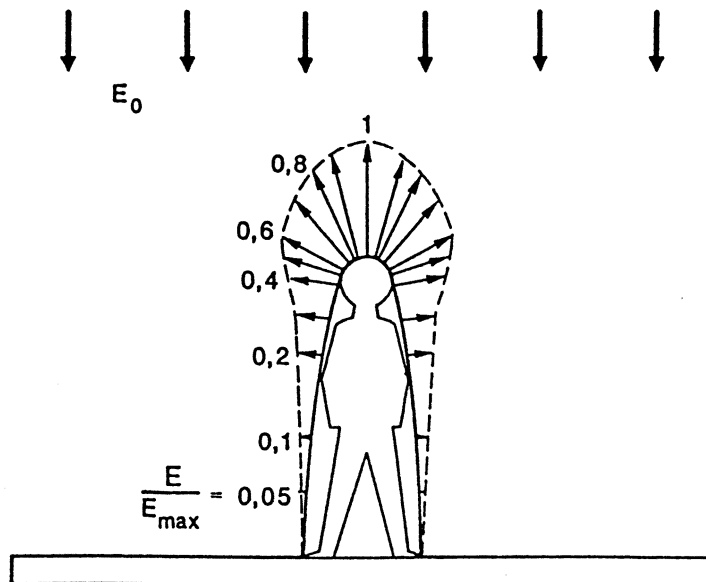


Abb. 2/2: Verteilung der Randfeldstärke E , bezogen auf die Maximalfeldstärke E_{\max} längs der Kontur eines menschenähnlichen Körpers im homogenen Feld E_0 (Quelle: DAVID et al. 1990)

2.1.2 Magnetfelder

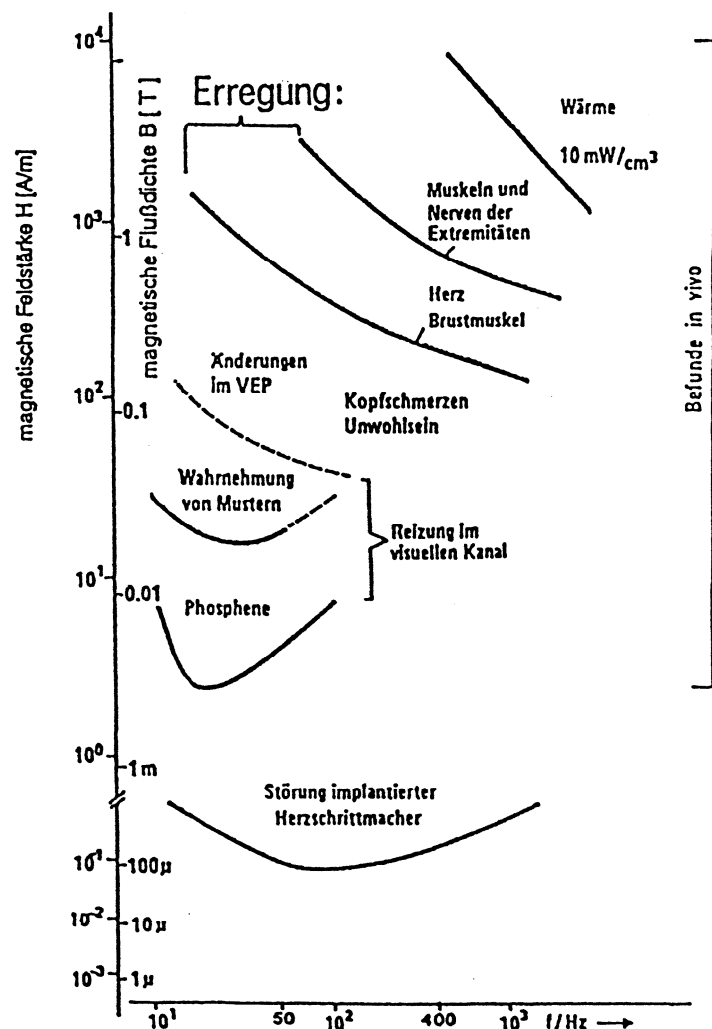
Die magnetische Feldstärke H ist umso stärker, je stärker der Strom und je geringer die Entfernung zum fließenden Strom ist. Die magnetische Induktion (magnetische Flussdichte) B ist proportional zur magnetischen Feldstärke. Durch sie werden jedoch auch die magnetischen Eigenschaften der Materie berücksichtigt, in dem das Magnetfeld auftritt. Die magnetische Feldstärke bestimmt zudem die Größe der Wirkung des Magnetfeldes.

Im Gegensatz zum elektrischen Feld durchdringen die niederfrequenten magnetischen Wechselfelder den menschlichen Körper ohne nennenswerte Dämpfung. Die induzierten Wirbelströme hängen bezüglich der Stromdichte in komplexer Weise von den elektrischen Eigenschaften des exponierten Körperbereiches und der Feldbeschaffenheit ab. Da sich die magnetischen Feldgrößen zeitlich periodisch ändern, werden

sie meist als zeitlicher quadratischer Mittelwert (Effektivwert) angegeben. In der Regel werden Ersatzfeldgrößen aufgeführt, die aus den Beträgen der drei Raumkomponenten ermittelt wurden, ohne zu berücksichtigen, dass sie zu unterschiedlichen Zeiten ihren Maximalwert erreichen können.

Auswirkungen magnetischer Wechselfelder auf den Menschen:

Zahlreiche Wirkungen des magnetischen Wechselfeldes auf einzelne Körpergewebe oder den gesamten Organismus sind durch Untersuchungen an Zellen und Lebewesen belegt. Eine Darstellung zu den Do-



sis-Wirkungs-Zusammenhängen zeigt Abbildung 2/3 (SILNY 1993).

Abb. 2/3: Einflüsse magnetischer Wechselfelder auf den Organismus in Abhängigkeit von der Feldstärke bzw. Flussdichte und von der Frequenz des Magnetfeldes (SILNY 1993). Erklärung: VEP = visuell evoziertes Potenzial.

Bei Zelluntersuchungen wurden Einflüsse schwacher magnetischer Wechselfelder mit Flussdichten im μT -Bereich auf biologische Prozesse festgestellt. Dabei handelt es sich jedoch größtenteils um unüberprüfte Befunde, die teilweise an Pflanzenzellen oder unter nichtphysiologischen Bedingungen gewonnen wurden. Derartige Befunde lassen sich nicht direkt auf den menschlichen Organismus übertragen (SILNY 1993).

Auswirkungen magnetischer Wechselfelder auf Implantate:

Definitionsgemäß versteht man unter einem elektrisch aktiven Implantat ein Gerät, "das ganz oder teilweise durch eine medizinische Intervention in den menschlichen Körper oder in Körperhöhlen eingebracht wird, um dort zu verbleiben. Dieses wird durch eine Energiequelle betrieben, die nicht auf Schwerkraft beruht oder auch nicht durch den menschlichen Körper direkt erzeugt wird" (SILNY 1990).

Ein passives Gerät, das beispielsweise Körperfunktionen wie Elektrokardiogramm oder Temperatur beobachtet und nach außen funkt, ist in diesem Sinne genauso ein aktives Implantat wie ein Herzschrittmacher, der aktiv Körperfunktionen steuert.

Die europäische Norm DIN EN 50061/A1 (1996) definiert die Empfindlichkeitsschwelle der Herzschrittmacher höher. Sie bringt damit beachtliche Verbesserungen mit sich und muss seit 1998 von Herstellern von Herzschrittmachern beachtet werden.

Auswirkungen magnetischer Wechselfelder auf empfindliche Geräte

Die durch die fließenden Ströme verursachten magnetischen Flussdichten üben auf andere geladene Teilchen, z.B. Elektronen, eine Kraft aus, so dass diese abgelenkt werden. Fliegt ein Elektron mit einer bestimmten Geschwindigkeit in einer Kathodenstrahlröhre und wirkt senkrecht zur Bewegungsrichtung ein Magnetfeld mit der Flussdichte B , so wird dieses von der Lorentzkraft abgelenkt. Die Ablenkung ist umso größer, je größer die magnetische Flussdichte und je länger die ursprüngliche Flugbahn ist. Betroffen hiervon sind u.a. Fernsehgeräte oder Computermonitore mit Kathodenstrahlröhre, Rasterelektronenmikroskope oder Massenspektrometer.

2.2 Gesetzliche Vorgaben

Zum Schutz vor schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit wurde für Wechselstromanlagen die 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV 1996) erlassen. Sie trat am 1.1.1997 in Kraft und hat aktuell in der Fassung mit Bekanntmachung vom 14. August 2013 bestand. Diese Verordnung gilt für die Errichtung und den Betrieb von Hoch- und Niederfrequenzanlagen, die gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden und nicht einer Genehmigung nach § 4 des BImSchG bedürfen.

Die 26. BImSchV enthält Anforderungen zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umweltwirkungen und zur Vorsorge gegen schädliche Umweltwirkungen durch elektromagnetische Felder. Die Verordnung berücksichtigt nicht Wirkungen elektromagnetischer Felder auf elektrische oder elektronisch betriebene Implantate. Niederfrequenzanlagen im Sinne der Verordnung sind u.a. Bahnstromfern- und Bahnstromoberleitungen einschließlich Umspann- und Schaltanlagen mit einer Frequenz von 16,7 Hertz oder 50 Hertz.

Gemäß § 3 der 26. BImSchV sind Niederfrequenzanlagen so zu errichten und zu betreiben, dass in ihrem Einwirkungsbereich in Gebäuden oder auf Grundstücken, die nicht nur zum vorübergehenden Aufenthalt von Menschen bestimmt sind, bei höchster betrieblicher Anlagenauslastung und unter Berücksichtigung von Immissionen durch andere Niederfrequenzanlagen, die in der folgenden Tabelle aufgeführten Grenzwerte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte nicht erreicht oder überschritten werden.

Tab. 2/1: Grenzwerte für Niederfrequenzanlagen aus Anhang 1a der 26. BImSchV, Ausgabe 2013-08-14

Frequenz in Hertz (Hz)	Effektivwert der	
	elektrischen Feldstärke in Kilovolt pro Meter	magnetischen Fluss- dichte in Mikrottesla
50-Hz-Felder	5 kV/m	100 µT
16 ² / ₃ -Hz-Felder	5 kV/m	300 µT

Zum Zwecke der Vorsorge haben entsprechend § 4 dieser Verordnung bei der Errichtung oder wesentlichen Änderung von Niederfrequenzanlagen in der Nähe von Wohnungen, Krankenhäusern, Schulen, Kindergärten, Kinderhorten, Spielplätzen oder ähnlichen Einrichtungen bzw. auf diesen Grundstücken auch die maximalen Effektivwerte der elektrischen Feldstärke und magnetischen Flussdichte den Anforderungen hinsichtlich der Grenzwerte zu entsprechen. Den oben genannten Einrichtungen kommt somit eine besondere Schutzbedürftigkeit zu.

Zur Gewährleistung eines einheitlichen Verwaltungshandelns im Hinblick auf die 26. BImSchV wurden vom Länderausschuss für Immissionsschutz Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder formuliert (LAI 1998).

Mit Erlass des Ministeriums für Umwelt und Verkehr vom 28. Dezember 1998 werden die zuständigen Verwaltungsbehörden in Baden-Württemberg gebeten, die Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder des LAI zu beachten (MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERKEHR BADEN-WÜRTTEMBERG 1999).

Die 26. BImSchV verweist im §4 (Anforderungen zur Vorsorge) Absatz (2) auf ein Minimierungsgebot niederfrequenter elektromagnetischer Felder nach einer Verwaltungsvorschrift gemäß § 48 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Diese Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder – 26. BImSchV (26. BImSchVVwV) wurde am 26. Februar 2016 beschlossen.

Nach der 26. BImSCHVVwV sind folgende Betrachtungen anzustellen:

Vorprüfung

1. Liegt ein Neubau vor? Nein
2. Liegt eine wesentliche Änderung vor? Ja
3. Liegt mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Einwirkungsbereich der Anlage (± 100 m von Gleistrassenmittenachse)? Ja

Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen:

1. Liegt mindestens ein maßgeblicher Minimierungsort im Bereich zwischen Anlagenmitte/Trassenachse und dem Bewertungsabstand (± 10 m von Gleistrassenmittenachse)? Nein
2. Deshalb nur Prüfung der Minimierung nur an den Bezugspunkten (liegen im Bewertungsabstand ± 10 m von Gleistrassenmittenachse) erforderlich.
3. Prüfung des Minimierungspotenzials nach Nummer 5 „Technische Möglichkeiten der Minimierung“ hier 5.2.3 Bahnstromoberleitungen mit den Unterpunkten

5.2.3.1 Abstandsoptimierung

5.2.3.2 Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Einsatz von Auto-Transformatoren

5.2.3.3 Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Einsatz von Booster-Transformatoren ohne Isolierstöße

5.2.3.4 Minimieren der Distanzen zwischen zu- und rückfließenden Strömen durch Installation eines Rückleiterseils ohne Isolierstöße

5.2.3.5 Minimieren des Fahrstroms

Ermittlung der Minimierungsmaßnahmen

1. Prüfung der Verhältnismäßigkeit der in Frage kommenden Minimierungsmaßnahmen

Nach dieser Prüfung kommt nur die Minimierungsmaßnahme 5.2.3.1 Abstandsoptimierung in Frage. Für die anderen Möglichkeiten sind umfangreiche Änderungen auch außerhalb des Planfeststellungsabschnitts erforderlich (5.2.3.2 und 5.2.3.3), steht die nicht ausreichenden Maststatik und damit ein unverhältnismäßig hoher Aufwand entgegen (5.2.3.4) bzw. wegen Erliegen des Zugverkehrs auf der Steigung im Falle von 5.2.3.5 nicht möglich.

2. Festlegung der Minimierungsmaßnahmen

Als Minimierungsmaßnahme wird die Abstandsoptimierung festgelegt. Die neu zu verlegenden Verstärkungsleitungen sind in hoher Entfernung auf den Mastköpfen der Fahrleitungsanlage zu verlegen. Damit wird dem Gebot nach Minimierung nur an den Bezugspunkten entsprochen.

Im Jahre 2004 wurde die „RICHTLINIE 2004/40/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 29. April 2004 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (elektromagnetische Felder) (18. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG)“ verabschiedet.

Allgemeingültige Grenzwerte für elektrische und magnetische Wechselstromfelder mit einer energietechnischen Frequenz von 16,7 Hz im Hinblick auf Geräte oder deren Nutzung existieren nicht.

2.3 Berechnungsverfahren

Die projektbedingt zu erwartenden elektrischen Feldstärken und magnetischen Flussdichten wurden vom Forschungs- und Technologiezentrum der DB AG entsprechend § 5 der 26. BImSchV berechnet. Ergebnisse sind Isolinien-Diagramme aus denen sich Näherungen ablesen lassen (vgl. Kap. 3.2).

Zur Berechnung wurde das Programm EMF 1.03 der Firma Siemens AG verwendet. Dieses dient u.a. der Berechnung elektrischer und magnetischer Felder bei Fahrleitungssystemen. Die Berechnung erfolgt in einem vom Benutzer festzulegenden Koordinatensystem unter Berücksichtigung der Anzahl der Gleise, der Stromflussdichten, der Nennspannung und der Anzahl der Hin- und Rückleiter (vgl. Kap. 3 und Anhang 1 bis 4).

Grundlagen der Berechnungen sind die Entwürfe der Regelquerschnitte der Tunnel für offene Bauweise.

Als Berechnungsprogramm wird ELBAS-IMAFEB eingesetzt. Dieses Programm berechnet elektrische und magnetische Felder um Eisen-

bahnstrecken sowie die Impedanzen der verwendeten Fahrleitungen. Das Programm wurde im Jahre 1992 im Zusammenhang mit der Inbetriebnahme der elektrifizierten Strecke Magdeburg – Marienborn mittels Messung verifiziert. Seit Oktober 2013 ist dieses Programm ein seitens des Eisenbahn Bundesamt zugelassenes Berechnungstool.

2.4 Allgemeine Projektwirkungen

2.4.1 Elektrische Felder

Auswirkungen elektrischer Felder auf den Menschen:

Zum Schutz vor schädlichen Umweltauswirkungen durch elektrische Wechselfelder auf die menschliche Gesundheit ist in Bereichen, in denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten der Grenzwert der 26. BImSchV von 5 kV/m einzuhalten. Die Abnahme der elektrischen Feldstärke mit zunehmendem Abstand von der Bahnoberleitung ist in Abbildung 2/4 dargestellt.

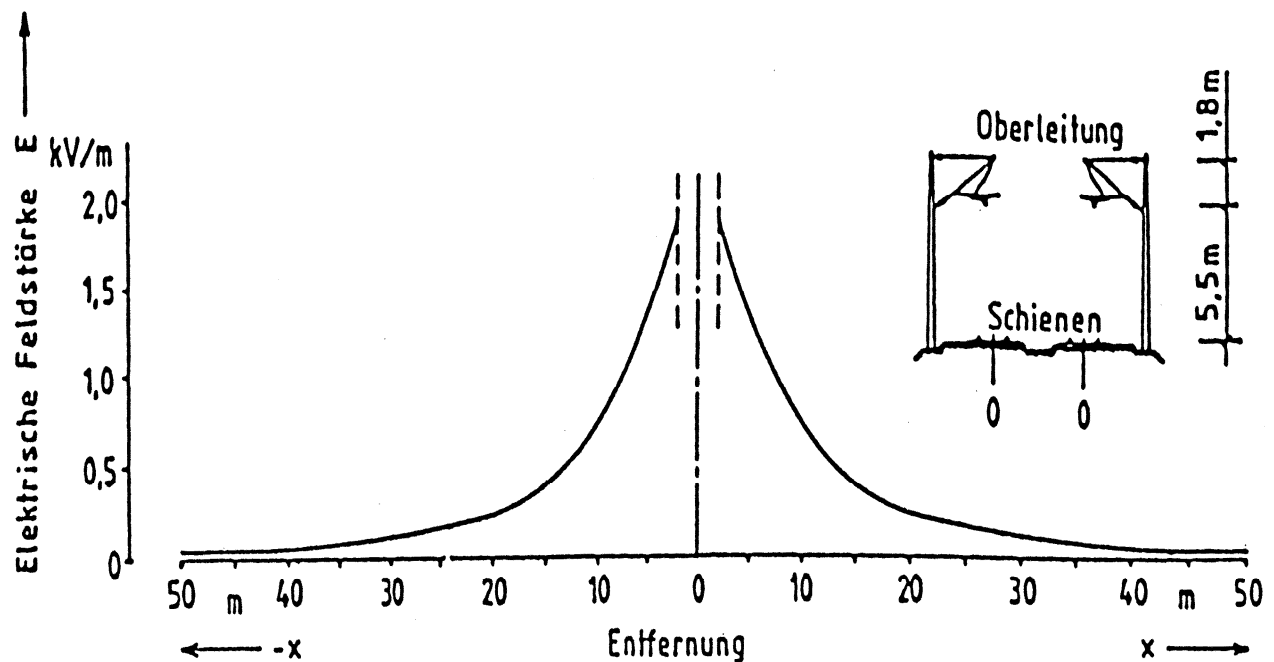


Abb. 2/4: Verlauf der maximalen elektrischen Feldstärke bei höchster Betriebsspannung im Bereich einer Bahnstrecke mit 15-kV-Wechselstrom-Oberleitung (Quelle: DIN VDE E 0228, Teil 6, 1992)

Auswirkungen elektrischer Felder auf empfindliche Geräte

Die Feldstärke der elektrischen Wechselfelder nimmt mit zunehmendem Abstand zur Bahnoberleitung stark ab (vgl. Abb. 2/4) und wird durch Gebäude oder die Tunnelarmierung stark abgeschirmt. Die elektrischen Felder spielen hinsichtlich der Beeinflussung von Geräten oder deren Nutzung keine erhebliche Rolle.

Magnetfelder

Die Wechselstrombahnen der Fernbahn mit der Bahnfrequenz von 16,7 Hz erhalten den Strom über die Bahnoberleitung zugeleitet. Dieser fließt über das Rückleitungssystem zum speisenden Unterwerk zurück. Durch den hin- und zurückfließenden Strom entsteht ein Magnetfeld, das im Wesentlichen quer zur Trasse gerichtet ist.

Das auftretende Magnetfeld hängt u.a. ab von dem fließenden Betriebsstrom und der Fahrleitungshöhe. Wenn hin- und zurückfließender Strom gleich groß sind, kompensiert sich das verursachte Magnetfeld in einer größeren Entfernung von der Bahntrasse. In der Praxis können jedoch größere Differenzen zwischen dem in der Fahrleitung und dem in den Fahrschienen fließenden Strom auftreten.

Auswirkungen magnetischer Wechselfelder auf den Menschen:

Zum Schutz vor schädlichen Umweltauswirkungen durch magnetische Wechselfelder auf die menschliche Gesundheit ist in Bereichen, in denen sich Menschen nicht nur vorübergehend aufhalten, der Grenzwert der 26. BImSchV von 300 μT einzuhalten (vgl. Kap. 2.2).

Auswirkungen magnetischer Wechselfelder auf empfindliche Geräte:

Fernbahnen der Deutschen Bahn AG verursachen magnetische Wechselfelder, die zu Störungen von Geräten, die auf diese Felder empfindlich reagieren, führen können.

Bei magnetischen Wechselfeldern der Frequenz 16,7 Hz stehen Beeinflussungen von Monitoren mit Kathodenstrahlröhren im Vordergrund. Die Beeinflussung führt zu einem vom Rand her beginnenden Bildschirmflimmern im Rhythmus der Störfrequenz. Da der Kathodenstrahl am Bildrand seine größte Ablenkung erfährt, ist dort die Beeinflussung am deutlichsten zu erkennen. Je größer der Bildschirm ist, desto auffälliger treten am Rand etwaige Beeinflussungen durch magnetische Störfelder zutage. Bei 17"-Monitoren treten Beeinflussungen ab rd. 1 μT auf.

Dies entspricht auch den Angaben im Entwurf DIN VDE 0228 Teil 6, in dem als Wert für die Wahrnehmbarkeit der Beeinflussung bei einem rotierenden Magnetfeld etwa 0,5 μT angegeben wird, da z. B. bei Textverarbeitung dieser Wert verdoppelt werden kann. Wissenschaftliche Geräte wie Rasterelektronenmikroskope oder Massenspektrometer können bereits durch geringere magnetische Felder beeinflusst werden. Mögliche Störwirkungen sind abhängig von der Störempfindlichkeit dieser Geräte.

3 Elektrische und magnetische Felder im Untersuchungsraum

3.1 Untersuchungsraum

Stromführende Anlagen der Frequenz 0 Hz (z. B. Stadtbahnen) oder 50 Hz (allgemeine Stromversorgung) spielen für die vorliegende Fragestellung eine untergeordnete Rolle und werden nicht betrachtet.

Die zweigleisige Flughafenkurve (km 0.0+00 bis km +1.9+08) verläuft in einer Tunnelröhre. Die Gleise werden mit einer Oberleitung 15 kV, 16,7 Hz ausgerüstet. In den Tunneln sind jeweils zwei Fahrdrähte 2 x Ri 100 und ein Tragseil 1 x Cu 95 mm² vorgesehen. Die Kettenwerke außerhalb der Tunnel haben einen Fahrdraht 1 x Ri 100, ein Tragseil Bz 50 mm² sowie seitlich angeordnete Verstärkungsleitungen 1 x 240 mm² Al in Parallelschaltung.

Vom bestehenden Unterwerk Stuttgart-Rohr werden auf die S-Bahn-Bestandsstrecke 4861 beidseitig bis zur Station Terminal Speise- bzw. Verstärkungsleitungen errichtet.

Im Bereich der Rohrer Kurve verlaufen die Bahnstrecken Stuttgart-Böblingen und Stuttgart-Flughafen.

Die fast ausschließlich im Tunnel geführte eingleisige Bahntrasse Böblingen-Rohr (km +0.0+00 bis km +0.8+09) unterquert die BAB A 8 und die zweigleisige Trasse der Gäubahn Böblingen-Flughafen (km +0.0+00 bis km +0.8+02), die oberirdisch im Einschnitt geführt wird. Die Bahnstrecke Böblingen-Rohr weist zwischen rd. km 0.2 und rd. km 0.5 eine Überdeckung von mehr als 30 m auf. Hier ergibt sich ein geringes Konfliktpotential für elektrische und magnetische Felder.

3.2 Prognose der von den Bahnoberleitungen ausgehenden Feldstärken

3.2.1 Elektrische Felder

Die Prognose der projektbedingten elektrischen Feldstärken basiert auf Berechnungen. Da das elektrische Feld durch Bauwerke, gleichgültig aus welchen Materialien, um den Faktor 15 bis 20 abgeschirmt wird, sind im Bereich der im Tunnel geführten Trassen keine Auswirkungen zu erwarten. Gegenstand der Untersuchung ist die Gäubahn Böblingen-Flughafen.

Die Prognoseberechnungen wurden vom Forschungs- und Technologiezentrum der DB AG exemplarisch für einen zweigleisigen Querschnitt ohne Verstärkungsleitung durchgeführt, da eine mitgeführte Verstärkungsleitung grundsätzlich keine höheren elektrischen Feldstärken ergibt (DB FTZ 1999b). Die unter Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen (worst case) in der Umgebung der oberirdischen Bahnstrecken zu erwartenden elektrischen Feldstärken sind in Anhang 1 dargestellt.

Die elektrische Feldstärke in der Umgebung der zweigleisigen Bahnstrecke beträgt unmittelbar unter der Oberleitung im Gleisbereich ca. 2 kV/m. Sie nimmt quadratisch mit der Entfernung ab. In rd. 6 m Abstand von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung beträgt die elektrische Feldstärke 0,5 kV/m.

Die Werte der elektrischen Feldstärken im Nahbereich der oberirdischen zweigleisigen Bahnstrecken sind gering. Sie nehmen entfernungsabhängig rasch ab. Wälle und Pflanzen wirken feldschwächend, Gebäude sogar abschirmend. Elektrische Felder sind daher im Außenbereich bedeutungslos (DB FTZ 1998).

Der Grenzwert der 26. BImSchV von 5 kV/m bei Dauerexposition wird bei weitem nicht erreicht.

3.2.2 Magnetfelder

Die Prognose der projektbedingten magnetischen Flussdichten basiert auf Berechnungen. Gegenstand der Untersuchungen zum Magnetfeld sind sämtliche oberirdisch bzw. oberflächennah verlaufenden Fernbahn- und S-Bahnstrecken. Bei Führung der Trassen im Tunnel mit einer Überdeckung von mehr als 30 m sind Untersuchungen nicht erforderlich (vgl. Kap. 3.1).

Die Prognoseberechnungen der projektbedingten magnetischen Flussdichten wurden vom Forschungs- und Technologiezentrum der DB AG durchgeführt (DB FTZ 1999b). Die Berechnung der Magnetfelder erfolgte an drei ausgesuchten Querschnitten unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen. Berechnet wurde eine zweigleisige oberirdische Fernbahnstrecke (vgl. Anhang 2), eine eingleisige Fernbahn- bzw. S-Bahntunnelstrecke (vgl. Anhang 3a) und eine zweigleisige Fernbahntunnelstrecke (vgl. Anhang 4a). Durch additive Überlagerung der Magnetfeldisolinien der Abbildung im Anhang 3a bzw. Anhang 4a kann das summarische Gesamtmagnetfeld in der Umgebung von zwei eingleisigen bzw. von zwei zweigleisigen Fernbahntunnelstrecken ermittelt werden (DB FTZ 1999a). Die Ergebnisse dieser Überlagerung sind in Anhang 3b und 4b dargestellt.

Anhang 2 zeigt das Magnetfeld in der Umgebung einer zweigleisigen oberirdischen Fernbahnstrecke (nicht Gegenstand PFA 1.3b) für die parallel zur BAB A 8 verlaufende NBS Stuttgart-Ulm von km +10.0+30 bis km +15.3+11 verwendet werden.

Die technischen Randbedingungen entsprechen dem Standardfall für zweigleisige Hochgeschwindigkeitsstrecken mit beidseitiger Verstärkungsleitung. Der Berechnung wurde für die Oberleitungen ein Strom von 1600 A und für die Verstärkungsleitungen ein Strom von 1290 A zugrundegelegt. Der Rückstromanteil in den Schienen beträgt 60 %. Unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen erreicht das Magnetfeld in einem Abstand von 12 m von der äußeren Schiene bzw. von der Verstärkungsleitung rd. 20 μT . In einem Abstand von 100 m von der äußeren Schiene bzw. von der Verstärkungsleitung beträgt das Magnetfeld rd. 1 μT .

Anhang 3a zeigt das Magnetfeld in der Umgebung einer eingleisigen Fernbahn- bzw. S-Bahnstrecke im Tunnel und kann im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt im Bereich der Bahnstrecke Böblingen-Rohr (km +0.0+00 bis km +0.8+09) verwendet werden.

Als technische Randbedingungen wurde der Berechnung ein Oberleitungsstrom von 1000 A und ein Rückstromanteil von 100 % zugrundegelegt, der zu 1/3 in den Schienen und zu 2/3 in der Tunnelbewehrung zum Unterwerk zurückfließt. Unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen erreicht das Magnetfeld in einem Abstand von 9 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung rd. 5 μT und in einem Abstand von 20 m rd. 1 μT .

Anhang 3b zeigt das summarische Gesamtmagnetfeld in der Umgebung von zwei eingleisigen Tunnelröhren (nicht Gegenstand PFA 1.3b) mit Normalkorbbewehrung die in einem horizontalen Abstand von 25 m verlaufen und kann im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt als Näherung für die Station NBS und deren östliche Anbindung an die NBS Stuttgart-Ulm (rd. km 1.5 bis rd. km 3.0) verwendet werden. Das Gesamtmagnetfeld erhält man durch graphisch additive Überlagerung der einzelnen Magnetfelder.

Als technische Randbedingungen wurde ein Oberleitungsstrom von jeweils 1000 A und ein Rückstromanteil von jeweils 100 % zugrundegelegt, der zu 1/3 in den Schienen und zu 2/3 in der Tunnelbewehrung zum Unterwerk zurückfließt. Unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen erreicht das Magnetfeld in einem Abstand von 10 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung rd. 5 μT und in einem Abstand von 25 m rd. 1 μT .

Anhang 3c bis 3e zeigen wie durch den Einsatz einer seitlich außen neben der Oberleitung angeordneten Verstärkungsleitung die Ausbreitung der magnetischen Felder in die Umgebung der Eisenbahnstrecke. In den Anhängen 3c bis 3e sind die Ergebnisse für die untersuchte Anordnung unter verschiedenen Aspekten enthalten. Dabei sind die Verstärkungsleitungen in Betracht zu ziehen. Die Tunnelquerschnitte sind als rechteckig anzusetzen. Die Bewehrungskörbe werden entsprechend modernen Gesichtspunkten mit weniger Erdungsstahl angenommen

und verfügen über der Fahrleitung über eine sogenannte EMV-Bewehrung (drei Erdungsstahlleiter 200 mm² in Längsrichtung) und unter den Gleisen über eine Längsbewehrung zur Potenzialsteuerung. In der Seitenwand wird mit einem, in 1 m Höhe in der Wand eingelassenen Prellleiter gerechnet.

Anhang 3c zeigt wiederum einen Gesamteindruck des sich einstellenden Magnetfeldes.

Anhang 3d ermöglicht die Bewertung hinsichtlich der Grenzwerte der 26. BImSchV und der Richtlinie 2004/40/EG indem die Bereiche mit Überschreitung der für Menschen relevanten magnetischen Flussdichte von 100 µT schwarz gekennzeichnet sind. Die Grenzwerte werden direkt unter der Fahrleitung erreicht. Durch den größeren Achsabstand der Tunnelröhren kommt es zu einer geringeren Überlagerung, als am kleineren geschwärzten Bereich erkennbar ist.

Anhang 3e ermöglicht wiederum die Bewertung hinsichtlich der Grenzwerte DIN E VDE 0228-6 in Bezug auf Elektronenstrahlröhren. Der Grenzwert beträgt 1 µT. Dort ist der Bereich um die Bahnstrecke schwarz gekennzeichnet, wo der Wert der magnetischen Induktion von 1 µT überschritten ist. Dieser Bereich ist aufgrund des Achsabstandes der beiden Tunnelröhren breiter und reicht bis jeweils 45 m rechts und links der Trassenmitte. In vertikaler Richtung ist der Bereich in ca. 30 m Höhe begrenzt.

Anhang 3f ermöglicht die Bewertung des Tunnelabschnitts am Flughafen: Brücke BAB A8, Halle 3, Halle 4, Halle 2, FSG, Hotel Wyndham, Parkhaus P6, Luftfracht, Parkhaus P8, Parkhaus P 11 und die Zufahrt zum Hangar hinsichtlich der Gesamtfeldbilder, der Grenzwerte 300 µT und 1 µT. Eine Gefährdung der Bevölkerung durch Überschreitung der 300 µT-Grenze ist daher nicht zu erwarten. Die Beeinflussung von Elektronenstrahlröhren in den unteren Etagen der Gebäude ist wahrscheinlich. Allerdings kommen diese durch die Innovation hin zum Flachbildschirm mit Flüssigkristallen kaum noch zum Einsatz.

Anhang 4a zeigt das Magnetfeld in der Umgebung einer zweigleisigen Fernbahntunnelstrecke mit Normalkorbbewehrung und kann im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt für die Flughafenkurve (km +0.0+00 bis km +1.9+08) verwendet werden.

Als technische Randbedingungen wurde ein Oberleitungsstrom von 2000 A (2×1000 A) und ein Rückstromanteil von 100 % zugrundegelegt, der zu 1/3 in den Schienen und zu 2/3 in der Tunnelbewehrung zum Unterwerk zurückfließt. Unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen erreicht das Magnetfeld in einem Abstand von 12 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung rd. $5 \mu\text{T}$, in einem Abstand von 30 m rd. $1 \mu\text{T}$.

Im Bereich des Flughafens kann es unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen zur Überlagerung verschiedener Magnetfelder kommen. Denkbar ist in der Station NBS eine ICE-Anfahrt Richtung Stuttgart und eine ICE-Anfahrt Richtung Ulm. Gleichzeitig kann in der Station 3. Gleis eine Fernbahn Richtung Stuttgart oder in der Station Terminal eine S-Bahn Richtung Bernhausen sowie S-Bahn Richtung Leinfelden-Echterdingen beschleunigen. Einflüsse durch Magnetfelder der NBS Stuttgart-Ulm sind aufgrund der räumlichen Distanz von mehr als 200 m zum jeweils nächsten Gebäude auszuschließen.

Anhang 4b zeigt das Magnetfeld in der Umgebung von zwei zweigleisigen Fernbahntunnelstrecken mit Normalkorbbewehrung und kann im vorliegenden Planfeststellungsabschnitt für den Bereich der Unterfahrung der Flughafenkurve durch die östliche Anbindung der Station NBS an die NBS Stuttgart-Ulm verwendet werden.

Als technische Randbedingungen wurde in jeder Tunnelröhre ein Oberleitungsstrom von 2000 A und ein Rückstromanteil von 100 % zugrundegelegt, der zu 1/3 in den Schienen und zu 2/3 in der Tunnelbewehrung zum Unterwerk zurückfließt. Unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen erreicht das Magnetfeld in einem Abstand von 40 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung rd. $1 \mu\text{T}$.

In den Anhängen 4c bis 4e sind die Ergebnisse für die untersuchte Anordnung unter verschiedenen Aspekten enthalten. Wie durch den Einsatz einer seitlich außen neben der Oberleitung angebrachten Verstärkungsleitung zu erwarten ist, breiten sich die magnetischen Felder stärker in die Umgebung der Eisenbahnstrecke aus. Dabei sind die Verstärkungsleitungen in Betracht zu ziehen. Die Tunnelquerschnitte sind als rechteckig anzusetzen. Die Bewehrungskörbe werden entsprechend modernen Gesichtspunkten mit weniger Erdungsstahl angenommen und verfügen über der Fahrleitung über eine sogenannte EMV-Bewehrung (drei Erdungsstahlleiter 200 mm² in Längsrichtung) und unter den Gleisen über eine Längsbewehrung zur Potenzialsteuerung. In der Seitenwand wird mit einem, in 1 m Höhe in der Wand eingelassenen Prellleiter gerechnet.

Anhang 4c zeigt einen Gesamteindruck des sich einstellenden Magnetfeldes.

Anhang 4d ermöglicht die Bewertung hinsichtlich der Grenzwerte der 26. BImSchV und der Richtlinie 2004/40/EG indem die Bereiche mit Überschreitung der für Menschen relevanten magnetischen Flussdichte von 100 µT schwarz gekennzeichnet sind.

Anhang 4e ermöglicht die Bewertung hinsichtlich der Grenzwerte DIN E VDE 0228-6 in Bezug auf Elektronenstrahlröhren. Der Grenzwert beträgt 1 µT. Dort ist der Bereich um die Bahnstrecke schwarz gekennzeichnet, wo der Wert der magnetischen Induktion von 1 µT überschritten ist. Dieser Bereich lässt sich als Kreis von ca. 38 m Radius um die Trassenmittelachse beschreiben.

Wie die Berechnungen und Darstellungen zeigen, wird in allen Anliegerbereichen, für die die 26. BImSchV maßgebend ist, der Grenzwert für Dauerexposition von 300 µT für die Bahnfrequenz von 16,7 Hz selbst unter ungünstigsten Betriebsbedingungen bei weitem nicht erreicht.

In der Umgebung der Trasse kann es zu Beeinflussungen von Sachgütern und Nutzungen kommen. Betroffen sind vor allem Monitore mit Ka-

thodenstrahlröhre. Aber auch Geräte im Bereich des Flughafens, die empfindlich gegen Magnetfelder reagieren, können beeinflusst werden (vgl. Kap. 2.1.2).

Betroffen sein können z. B. 17“-Monitore mit Kathodenstrahlröhre bei Führung der Fern- bzw. S-Bahntrasse in einer eingleisigen Tunnelröhre in einem Abstand bis zu 20 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung. Bei Führung der Fernbahntrassen in zwei eingleisigen Tunnelröhren beträgt dieser Abstand bis zu 25 m und bei einer zweigleisigen Fernbahntunnelröhre bis zu 30 m von der äußeren Schiene bzw. der Oberleitung. Im Bereich der Unterfahrung der zweigleisigen Tunnelröhre der Flughafenkurve durch die ebenfalls zweigleisige Tunnelröhre des Flughafentunnels beträgt der Abstand bis zu 40 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung. Bei oberirdischer Führung der Fernbahntrassen können 17“-Monitore mit Kathodenstrahlröhre in einem Abstand von bis zu 100 m von der äußeren Schiene beeinflusst werden. Allerdings kommt diese Art der Monitore durch die Innovation hin zum Flachbildschirm mit Flüssigkristallen kaum noch zum Einsatz.

Bei empfindlichen sonstigen Geräten kann der Abstand, innerhalb dessen es zu einer Beeinflussung kommt, im Einzelfall noch größer sein. Dies ist abhängig von der Störanfälligkeit dieser Geräte.

An den Gebäuden im Bereich des Flughafens können unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen folgende Magnetfelder auftreten. Das Hotel an der Flughafenstraße wird durch die Station NBS bei rd. km 1.7 unterfahren. Die Überdeckung beträgt rd. 20 m. Im Erdgeschoss können Magnetfelder von rd. 1 μ T bis rd. 1,5 μ T nicht ausgeschlossen werden (vgl. Anhang 3b).

Die Luftpostabfertigung wird von der östlichen Anbindung der Station NBS an die NBS Stuttgart-Ulm bei rd. km 2.0 unterfahren. Die Überdeckung beträgt rd. 17 m. In einer Entfernung von rd. 40 m verläuft zudem die Flughafenkurve mit einer Überdeckung von rd. 5 m. Im Erdgeschoss können Magnetfelder von rd. 1 μ T bis rd. 2 μ T nicht ausgeschlossen werden (vgl. Anhang 3b, 4a).

Der Minimarkt wird durch die östliche Anbindung der Station NBS an die NBS Stuttgart-Ulm (nicht Gegenstand des PFA1.3b) bei rd. km 2.1 und durch die Flughafenkurve bei rd. km 1.7 randlich unterfahren. Die Überdeckungen der Tunnel betragen rd. 16 m bzw. rd. 4 m. Im Erdgeschoss können überlagerte Magnetfelder von bis zu 20 μT nicht ausgeschlossen werden (vgl. Anhang 4b).

Die Verkehrsleitung des Flughafen-Stuttgart wird von der östlichen Anbindung der Station NBS an die NBS Stuttgart-Ulm (nicht Gegenstand des PFA1.3b) bei rd. km 2.0 in einer horizontalen Entfernung von rd. 160 m passiert. Die Überdeckung beträgt rd. 20 m. Die Flughafenkurve verläuft bei rd. km 1.8 in einer horizontalen Entfernung von rd. 110 m zur Verkehrsleitung und mit einer Überdeckung von rd. 5 m. Der S-Bahn-Anschluss Richtung Bernhausen, der nicht Gegenstand des Planfeststellungsabschnitts 1.3b ist, verläuft in einer horizontalen Entfernung von rd. 100 m zum Gebäude der Verkehrsleitung. Bei additiver Überlagerung sind am Gebäude der Verkehrsleitung des Flughafen Stuttgart Magnetfelder von unter 0,1 μT zu erwarten.

3.3 Prognose der von sonstigen stromführenden Anlagen ausgehenden Feldstärken

Die Mittelspannungsstation und das Mittelspannungsnetz > 1 kV werden als sonstige stromführende Anlagen gemeinsam betrachtet. Nach Angaben des Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI 1998) zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder verursachen stromführende Anlagen einen Einwirkungsbereich, in dem sich der Immissionsbeitrag signifikant von der Hintergrundbelastung abhebt, unabhängig davon, ob die Immissionen tatsächlich schädliche Umweltauswirkungen auslösen.

Der Einwirkungsbereich der Mittelspannungsstation und des Mittelspannungsnetzes beträgt demnach 1 m.

In der Umgebung der zwei geplanten Mittelspannungsstationen und des Mittelspannungsnetzes kommt es nicht zum Aufenthalt von Menschen im Sinne der 26. BImSchV. Empfindliche Geräte sind ebenfalls nicht vorhanden. Berechnungen zu den von den Mittelspannungsstationen und dem Mittelspannungsnetz ausgehenden elektrischen und magnetischen Feldern sind nicht erforderlich und wurden nicht durchgeführt.

3.3.1 Elektrische Felder

Die von den sonstigen stromführenden Anlagen ausgehenden elektrischen Felder werden durch die umgebenden Baumaterialien weitestgehend abgeschirmt.

Im Einwirkungsbereich der stromführenden Anlagen kommt es nicht zum Aufenthalt von Menschen im Sinne der 26. BImSchV. Empfindliche Geräte sind hier nicht vorhanden.

3.3.2 Magnetfelder

Die von den sonstigen stromführenden Anlagen ausgehenden Magnetfelder sind gering.

Im Einwirkungsbereich der stromführenden Anlagen kommt es nicht zum Aufenthalt von Menschen im Sinne der 26. BImSchV. Empfindliche Geräte sind hier nicht vorhanden.

4 Beeinträchtigungen durch projektbedingte Eingriffe

4.1 Baubedingte Beeinträchtigungen

Das zum Einsatz kommende Auffahrkonzept für den bergmännischen Bau der Tunnelröhren des Flughafentunnels und der Station NBS (nicht Gegenstand des PFA1.3b) an die NBS Stuttgart-Ulm, der Flughafenkurve und der Bahnstrecke Böblingen-Rohr ist die Spritzbetonmethode. Bei Bau der Tunnel in offener Bauweise kommen in erster Linie Baumaschinen und –geräte mit Verbrennungsmotor zum Einsatz. Baubedingte Emissionen von elektrischen und magnetischen Feldern, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder zu Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung führen, sind nicht zu erwarten.

4.2 Anlagebedingte Beeinträchtigungen

Anlagebedingte Emissionen von elektrischen Feldern der Bahnoberleitungen, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit führen, sind nicht zu erwarten, da der Grenzwert der 26. BImSchV von 5 kV/m deutlich unterschritten wird. Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung sind ebenfalls nicht zu erwarten, da im Einwirkungsbereich der Anlagen keine empfindlichen Geräte vorhanden sind. Bei Führung der Trassen im Tunnel wirken zudem die umgebenden Materialien stark abschirmend.

Anlagebedingte Emissionen von magnetischen Feldern der Bahnoberleitungen, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder zu Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung führen, sind nicht zu erwarten, da in den Oberleitungen kein nennenswerter Strom fließt, wenn kein Zug in dem Speiseabschnitt fährt.

Anlagebedingte Emissionen von elektrischen und magnetischen Feldern der Mittelspannungsstation bzw. des Mittelspannungsnetzes, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit füh-

ren, sind nicht zu erwarten, da es im Einwirkungsbereich von 1 m um die Anlagen nicht zu einem dauerhaften Aufenthalt von Menschen im Sinne der 26. BImSchV kommt. Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten und Nutzungen sind ebenfalls nicht zu erwarten, da im Einwirkungsbereich keine empfindlichen Geräte oder Nutzungen vorhanden sind.

4.3 Betriebsbedingte Beeinträchtigungen

Betriebsbedingte Emissionen von elektrischen Feldern der Bahnoberleitungen, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit führen, sind nicht zu erwarten, da die Ergebnisse der Berechnungen belegen, dass auch unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen der Grenzwert der 26. BImSchV von 5 kV/m unterschritten wird. Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung sind nicht zu erwarten, da im Einwirkungsbereich keine empfindlichen Geräte vorhanden sind. Bei Führung der Trassen im Tunnel wirken zudem die umgebenden Materialien stark abschirmend.

Betriebsbedingte Emissionen von magnetischen Feldern der Bahnoberleitungen, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit führen, sind nicht zu erwarten, da die Ergebnisse der Berechnungen belegen, dass in Bereichen, in denen es zu einem Aufenthalt von Menschen im Sinne der 26. BImSchV kommt, auch unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen, der Grenzwert der 26. BImSchV von 300 μ T unterschritten wird.

Betriebsbedingte Emissionen von magnetischen Feldern der Bahnoberleitungen, die zu Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung führen sind nicht auszuschließen. Beeinträchtigungen z. B. von 17“-Monitoren mit Kathodenstrahlröhre, sind unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen bei Führung der Fernbahn- bzw. S-Bahnstrecken in eingleisigen Tunnelröhren in einem Abstand von bis zu 20 m von der äußeren Schiene bzw. der Oberleitung nicht auszuschließen. Bei Führung der Fernbahntrassen in einer zweigleisigen Fernbahntunnelröhre beträgt dieser Abstand bis zu 30 m von der äußeren Schiene bzw. der Oberleitung. Im Bereich der Unterfahrung der zweigleisigen Tunnelröhre der Flughafenkurve durch die ebenfalls zwei-

gleisige Tunnelröhre der Anbindung des Flughafentunnels und der Station NBS an die NBS Stuttgart-Ulm (nicht Gegenstand des PFA1.3b) beträgt der Abstand bis zu 40 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung. Bei oberirdischer Führung der Fernbahntrasse können z. B. 17“-Monitore in einem Abstand von bis zu 100 m von der äußeren Schiene beeinflusst werden. Monitore mit Kathodenstrahlröhren werden durch die Innovation hin zum Flachbildschirm mit Flüssigkristallen jedoch kaum noch eingesetzt.

Bei empfindlichen sonstigen Geräten kann der Abstand, innerhalb dessen es zu einer Beeinflussung kommt, im Einzelfall noch größer sein. Dies ist abhängig von der Störanfälligkeit dieser Geräte. Im Rahmen der Beweissicherung werden ggf. Messungen der Magnetfelder im Einzelfall durchgeführt und im Hinblick auf die derzeitige Nutzung beurteilt.

Betriebsbedingte Emissionen von elektrischen und magnetischen Feldern der Mittelspannungsstation und des Mittelspannungsnetzes, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit führen, sind nicht zu erwarten, da es im Einwirkungsbereich der Anlagen nicht zu einem Aufenthalt von Menschen im Sinne der 26. BImSchV kommt. Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung sind ebenfalls nicht zu erwarten, da im Einwirkungsbereich keine empfindlichen Geräte oder Nutzungen vorhanden sind.

5 Möglichkeiten zur Vermeidung und Verminderung projektbedingter Umweltauswirkungen

Die Möglichkeiten der Reduzierung von Magnetfeldern am Entstehungsort werden anlagentechnisch genutzt, um Beeinflussungen, durch den Zugverkehr und die jeweilig auftretenden Magnetfeldschwankungen, zu begegnen.

Falls die anlagentechnischen Maßnahmen am Entstehungsort oder die Wahl einer geeigneten Tunnelarmierung nicht ausreichen, sind Abschirmungen aus Mu-Metall zu konzipieren und am Ort der Einwirkung anzuordnen. Derartige Abschirmvorrichtungen stehen für Computer-Monitore handelsüblich zur Verfügung.

Zusätzlich sind aktive Abschirmungen möglich, die auftretende Wechselfelder in einem bestimmten Raum kompensieren, indem ein entsprechend großes Gegenfeld erzeugt wird. Dies geschieht über drei Spulenpaare, die nach den drei Raumachsen ausgerichtet sind und von einem Regelkreis angesteuert werden. Sind mehrere Monitore, Anzeige- oder Steuergeräte in einem Raum betroffen, können Raumkompensationen mit Induktionsschleifen nach dem gleichen Prinzip installiert werden.

Monitore ohne Kathodenstrahlröhre wie z. B. Flüssigkristalldisplays (LCD) oder TFT-Flachbildschirme sind gegenüber Magnetfeldern nicht störanfällig und deshalb alternativ zu den genannten Abschirmkonzepten in Bereichen mit einer Störwirkung einsetzbar.

Die Notwendigkeit der Abschirmungen oder des Einsatzes von LCD-Monitoren bzw. TFT-Flachbildschirmen ergibt sich aus dem Ergebnis der Beweissicherung.

6 Zusammenfassung

Der Erläuterungsbericht Elektrische und magnetische Felder beschreibt und bewertet die bau-, anlage- und betriebsbedingt von den Fernbahn- und S-Bahnstrecken sowie den sonstigen stromführenden Anlagen ausgehenden niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder und deren Auswirkungen auf den Menschen sowie auf empfindliche Geräte.

6.1 Auswirkungen auf den Menschen

Die Beurteilung der niederfrequenten elektrischen und magnetischen Wechselstromfelder der Fernbahn- und der S-Bahnstrecken sowie der sonstigen stromführenden Anlagen erfolgt anhand der Grenzwerte der 26. BImSchV.

Die Grenzwerte werden direkt unter der Fahrleitung erreicht. Das ist ein Bereich, der für einen dauerhaften Aufenthalt von Personen wegen der Gefährdung der Betriebsdurchführung der Eisenbahn nicht geeignet ist. Beim Verkehr im Zug haben die metallenen Wagenkästen eine schirmende Wirkung für die Fahrgäste. Es werden damit die Grenzwerte eingehalten.

Auswirkungen auf den Menschen durch von der Mittelspannungsstation bzw. von dem Mittelspannungsnetz ausgehenden elektrischen und magnetischen Wechselfelder der Frequenz 50 Hz sind nicht zu erwarten, da es hier nicht zu einem Aufenthalt von Menschen im Sinne der 26. BImSchV kommt.

6.2 Auswirkungen auf empfindliche Geräte

Allgemeingültige Grenzwerte für elektrische und magnetische Wechselfelder mit einer energietechnischen Frequenz von 16,7 Hz im Hinblick auf Geräte oder deren Nutzung existieren nicht. Auswirkungen werden exemplarisch für Monitore mit Kathodenstrahlröhre untersucht. Beeinflussungen durch niederfrequente magnetische Wechselfelder können ab rd. 1 μT auftreten.

Bau- und anlagebedingte Emissionen von elektrischen und magnetischen Feldern, die zu Beeinflussungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung führen, sind nicht zu erwarten. Dies gilt auch für betriebsbedingte Emissionen von elektrischen Feldern.

Die Grenzwerte werden in Bereichen bis zu 45 m neben der Trassenmittenachse und in vertikaler Richtung bis zu 38 m über der Gleistrasse erreicht. Geräte mit Elektronenstrahlröhren, wie konventionelle Fernsehgeräte oder Computermonitore mit Katodenstrahlröhre können im genannten Bereich beeinflusst werden. Bildschirmflimmern ist die wahrnehmbare Auswirkung der rotierenden magnetischen Felder. Diese Beeinflussung erfolgt jedoch nicht bei modernen LCD-Bildschirmen. Da diese moderne Technik die Elektronenstrahlröhren mehr und mehr ablöst, sind immer weniger Beeinflussungen zu erwarten.

Betriebsbedingte Emissionen von magnetischen Wechselfeldern der Mittelspannungsstation und des Mittelspannungsnetzes, die zu Störungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung führen, sind nicht zu erwarten, da im Einwirkungsbereich der Anlagen keine empfindlichen Geräte vorhanden sind.

Die Ergebnisse des Erläuterungsberichtes Elektrische und magnetische Felder sind die Grundlage für die Betrachtungen zu den Schutzgütern Menschen und sonstige Sachgüter im Rahmen der Umweltverträglichkeitsstudie (vgl. Anlage 15 der Planfeststellungsunterlagen).

7 Literatur und verwendete Unterlagen

26. BImSchV (1996): Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 16. Dezember 1996. Bundesgesetzblatt Jahrgang 1996 Teil I Nr. 66.

AEG – ALLGEMEINES EISENBAHNGESETZ (1993):
Vom 27. Dezember 1993, BGBl. I, S. 2396.

BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz (1990): Gesetz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. BGBl. I S. 880.

BRÜGGEMEYER, H. (1993):
Elektrosmog - Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf Menschen. Niedersächsisches Umweltministerium.

BRÜGGEMEYER, H. (1996):
Niederfrequente elektrische und magnetische Felder und ihre Wirkung auf den Menschen. Niedersächsisches Landesamt für Ökologie.

BSchwAG – BUNDESSCHIENENWEGEAUSBAUGESETZ (1993):
Gesetz über den Ausbau der Schienenwege des Bundes vom 15. November 1993, Bundesgesetzblatt, Teil I, Seite 1874-1876.

BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (1995):
Bekanntmachung einer Empfehlung der Strahlenschutzkommission (Schutz vor niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern der Energieversorgung und Anwendung). Bundesanzeiger 47 Nummer 147 a, 3-20.

BVWP – BUNDESVERKEHRSWEGEPLAN (1992):
Schienennetz der DB/DR. Beschluss der Bundesregierung vom 15. Juli 1992.

DAVID, E., REIßENWEBER, J., PFOTENHAUER, M. (1990):

Biologische Wirkung von Niederfrequenzfeldern. In: HAUBRICH H.-J. (Hrsg.): Sicherheit im elektromagnetischen Umfeld. vde-Verlag. Berlin, 47-64.

DB FTZ - Deutsche Bahn Forschungs- und Technologie-Zentrum (1998):

Projekt Stuttgart 21, PFA 1.2, UVS. 26. BImSchV – Auswirkungen elektrischer und magnetischer Felder der Oberleitung. München.

DB FTZ - Deutsche Bahn Forschungs- und Technologie-Zentrum (1999a):

Projekt Stuttgart 21, PFA 1.2 Fildertunnel; elektrische und magnetische Felder. Nachweis der Grenzwerteinhaltung gem. 26. BImSchV bzw. Aussagen zur Beeinflussungswahrscheinlichkeit von Monitoren. München.

DB FTZ - Deutsche Bahn Forschungs- und Technologie-Zentrum (1999b):

Projekt Stuttgart 21; PFA 1.3, Flughafenbereich; Fachtechnische Stellungnahme zu elektrischen und magnetischen Feldern. München.

DIN E VDE 0228 Teil 6 Entwurf (1992):

Beeinflussung von Einrichtungen der Informationstechnik. Elektrische und magnetische Felder von Starkstromanlagen im Frequenzbereich von 0 bis 10 kHz. Beuth Verlag, Berlin.

INTERNATIONAL NON-IONIZING RADIATION COMMITTEE (IRPA/INIRC) (1990):

Interim Guidelines on Limits of Exposure to 50/60 Hz Electric and Magnetic Fields. Hlth. Phys. 58, 113-122.

IRNICH, W. (1992):

Wirkungen auf elektrisch aktive Implantate. Manuskripte des BfS Symposiums "Wirkungen niederfrequenter Felder" am 3./4. Dezember 1992.

LAI - LÄNDERAUSSCHUSS FÜR IMMISSIONSSCHUTZ (1998):

Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder (26. Bundes-Immissionsschutzverordnung).

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG
(1997):

Elektrische und magnetische Felder im Alltag - Vorkommen, Wirkungen, Grenzwerte. Bericht der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Nr. 20. Karlsruhe.

LEITGEB, N. (1990):

Strahlen, Wellen, Felder. Ursachen und Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit. dtv.

MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERKEHR BADEN-
WÜRTTEMBERG (1999):

Erlass des Ministeriums für Umwelt und Verkehr bzgl. Hinweise zur Durchführung der Verordnung über elektromagnetische Felder; 26. BImSchV. Vom Dezember 1998 - Az.: 43-8820.20/26.VO/30 -. GABl. vom 31. März 1999.

SILNY, J. (1990):

Funktionsverlässlichkeit technischer Implantate in Niederfrequenzfeldern. In: HAUBRICH H.-J. (Hrsg.): Sicherheit im elektromagnetischen Umfeld. vde-Verlag. Berlin 113-128.

SILNY, J. (1993):

Nichtionisierende elektromagnetische Felder. In: WICHMANN, SCHILPKÖTER, FÜLGRAFF (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin. Ecomed. Landsberg.

UVPG - Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung vom 12. Februar 1990, BGBl. S. 205 zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 27. Juli 2001, BGBl. I 1950.

WICHMANN, SCHILPKÖTTER, FÜLLGRAFF (1993):
Handbuch der Umweltmedizin – 2. Erg.Lfg. 9/1993.

8 Glossar

Abschirmung

Elektrische Felder können relativ leicht abgeschirmt werden. Biologische Materialien und Stoffe schwächen elektrische Felder sehr stark ab. Durch inerte Materialien und Stoffe wie z.B. Mauerwerk und Wände werden elektrische Felder ebenfalls reduziert (um etwa 90 %).

Magnetische Felder durchdringen im Gegensatz hierzu belebte und unbelebte Materialien ohne nennenswerte Dämpfung. Die induzierten Wirbelströme hängen bezüglich der Stromdichte in komplexer Weise von den elektrischen Eigenschaften des Materials und der Feldbeschaffenheit ab.

Dauerexposition

Dauerexposition erfolgt in Bereichen, in denen nicht nur mit Kurzzeitexposition gerechnet werden kann. Hierzu zählen Gebiete mit Wohn- und Gesellschaftsbauten, einzelne Wohngrundstücke, Anlagen und Einrichtungen für Sport, Freizeit, Erholung und Arbeitsstätten, in denen eine Felderzeugung bestimmungsgemäß nicht erwartet wird.

EEG (Elektroenzephalographie)

Medizinisches Diagnoseverfahren, das Spannungsschwankungen, hervorgerufen durch die elektrische Tätigkeit des Gehirns, registriert.

Einwirkungsbereich

Der Einwirkungsbereich einer Niederfrequenzanlage beschreibt den Bereich, in dem die Anlage einen sich signifikant von der Hintergrundbelastung abhebenden Immissionsbeitrag verursacht, unabhängig davon, ob die Immission tatsächlich schädliche Umweltauswirkungen auslöst.

EKG (Elektrokardiographie)

Medizinisches Diagnoseverfahren, das die vom Herzen ausgehenden Aktionsströme (Spannungsschwankungen) aufzeichnet.

Elektrisches Feld

Ein elektrisches Feld entsteht überall dort, wo aufgrund getrennter Ladungsträger eine Potentialdifferenz, d.h. eine elektrische Spannung, vorhanden ist. Dies ist auch dann der Fall, wenn kein Strom fließt. Die Einheit der elektrischen Feldstärke ist (V/m).

ELF (Extremely Low Frequency)

Internationale Bezeichnung für den Niederfrequenzbereich von 30 Hz bis 300 Hz.

Emission

bezeichnet den Übertritt von Stoffen, Strahlen, Geräuschen oder Erschütterungen von einer Quelle in ein Medium.

Farraday'scher Käfig

Abschirmung äußerer elektromagnetischer Felder durch metallische Gitter oder Umhüllungen.

Fernfeld

Strahlungsfeld in größerer Entfernung von der Quelle, in dem sich die Strahlung als ebene Welle ausbreitet. Der elektrische und magnetische Feldvektor stehen senkrecht aufeinander und sind in „Phase“, d.h. beide Feldanteile ändern sich in Ausbreitungsrichtung gleichzeitig und in gleicher Weise.

Frequenz

Anzahl der Schwingungen in einer Sekunde. Die Einheit ist Hertz (Hz).

ICNIRP (Intern. Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)

Internationale Kommission für den Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung bei der Internationalen Strahlenschutzvereinigung (IRPA).

Immission

bezeichnet den Übertritt von Stoffen, Strahlen, Geräuschen oder Erschütterungen von einem Medium auf einen Akzeptor.

Implantat

Ein aktives Implantat ist ein Gerät, das ganz oder teilweise durch eine medizinische Intervention in den menschlichen Körper oder in Körperhöhlen eingebracht wird, um dort zu verbleiben. Es wird durch eine Energiequelle betrieben, die nicht auf Schwerkraft beruht oder auch nicht durch den menschlichen Körper direkt erzeugt wird. Ein Gerät, das beispielsweise Körperfunktionen wie Elektrokardiogramm oder Temperatur beobachtet und nach außen funkt, ist in diesem Sinne genauso ein aktives Implantat, wie ein Herzschrittmacher, der aktiv Körperfunktionen steuert.

IRPA

Internationale Strahlenschutzvereinigung.

Kathodenstrahlröhre

Bei Fernsehgeräten und Monitoren erfolgt der Bildaufbau i.d.R. durch eine Kathodenstrahlröhre. Der Kathodenstrahl kann durch Magnetfelder abgelenkt werden. Folgen können Bildschirmflimmern, statisches Bildkippen, Bildversatz oder Farbverfälschungen sein.

LCD (Liquid Crystal Display)

Die Flüssigkristallanzeige wird bei Flachbildschirmen eingesetzt. Diese speziellen Monitore arbeiten nicht nach dem Prinzip der Kathodenstrahl-Bildröhre. Sie sind nicht durch Magnetfelder beeinflussbar.

Magnetisches Feld

Ein magnetisches Feld entsteht überall dort, wo elektrische Ladungen bewegt werden, d.h. wo ein elektrischer Strom fließt. Die Einheit der magnetischen Feldstärke ist Stromstärke pro Meter (A/m) oder, angegeben als magnetische Induktion, Tesla (T).

Nahfeld

Räumlicher Bereich des elektromagnetischen Feldes zwischen der Strahlungsquelle und ihrem Fernfeld.

Niederfrequenzanlagen

Niederfrequenzanlagen sind ortsfeste Anlagen zur Umspannung und Fortleitung von Elektrizität. Hierzu gehören u.a. Bahnstromfern- und Bahnstromoberleitungen einschließlich der Umspann- und Schaltanlagen mit einer Frequenz von 16,7 Hz oder 50 Hz.

Sub ELF (Sub Extremeley Low Frequency)

Internationale Bezeichnung für den Niederfrequenzbereich von 0 Hz bis 30 Hz.

Ungünstigste Betriebsbedingungen

Unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen maximal zu erwartende elektrische bzw. magnetische Felder (worst case). Ungünstigste Betriebsbedingungen ergeben sich z.B. bei gleichzeitigen Anfahr- und Bremsvorgängen auf sämtlichen verfügbaren Gleisen.

Vorbelastung / Zusatzbelastung / Gesamtbelastung

Vorbelastung bezeichnet die vorhandene Belastung durch elektrische und magnetische Felder einer bestimmten Frequenz. Als Zusatzbelastung wird die projektbedingte Emission von elektrischen und magnetischen Feldern durch den Bau, die Anlage oder den Betrieb bezeichnet. Die Vor- und die Zusatzbelastung ergeben zusammen die Gesamtbelastung. Sie kann anhand der gesetzlichen Grenzwerte beurteilt werden.

Wellenlänge

Distanz, die eine Welle während einer Schwingungsdauer zurücklegt.

WHO

Weltgesundheitsorganisation.

Wirbelstrom

Durch Induktion in einem leitfähigen Material erzeugter elektrischer Strom.