



**DB**Projekt  
Stuttgart 21

---

# Planfeststellungsunterlagen

Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart

Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg  
Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenanbindung

Abschnitt 1.1

## Talquerung mit Hauptbahnhof

Bau-km -0.4 -42.0 bis +0.4 +32.0

---

## 22 Elektrische und magnetische Felder

22.1 Erläuterungsbericht - NUR ZUR INFORMATION

Nur zur Information



---

**DB**Projekt GmbH  
Stuttgart 21  
Deutsche Bahn Gruppe  
Wolframstraße 20  
70191 Stuttgart

im Auftrag der



# Projekt Stuttgart 21

- **Umgestaltung des Bahnknotens Stuttgart**
- **Ausbau- und Neubaustrecke Stuttgart - Augsburg**

**Bereich Stuttgart - Wendlingen mit Flughafenbindung**

## Planfeststellungsunterlagen

PFA 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof

### Anlage 22.1

## Elektrische und magnetische Felder

### Erläuterungsbericht

**NUR ZUR INFORMATION**

Vorhabensträger:

**DB Netz AG,**  
vertreten durch  
**DBProjekte Süd GmbH**  
Wolframstraße 20  
70191 Stuttgart

Bearbeitung:

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

in Kooperation mit

**ARGE Wasser ♦ Umwelt ♦ Geotechnik**  
Oberdorfstraße 12  
91747 Westheim  
und  
Heilbronner Str. 81  
70191 Stuttgart

# Anlage 22.1: Elektrische und magnetische Felder

## Erläuterungsbericht

### Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Vorbemerkungen</b>	<b>1</b>
1.1 Ausgangslage und Vorhaben	1
1.1.1 Anlass und Planungsstand	1
1.1.2 Vorgaben und Rahmenbedingungen zur Planfeststellung	2
1.2 Aufgabenstellung	3
<b>2 Grundlagen zur Untersuchung niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder</b>	<b>5</b>
2.1 Physikalische Grundlagen und Erläuterungen	5
2.1.1 Elektrische Felder	6
2.1.2 Magnetfelder	7
2.2 Gesetzliche Vorgaben	10
2.3 Berechnungsverfahren	11
2.4 Allgemeine Projektwirkungen	13
2.4.1 Elektrische Felder	13
2.4.2 Magnetfelder	14
<b>3 Elektrische und magnetische Felder im Untersuchungsraum</b>	<b>17</b>
3.1 Untersuchungsraum	17
3.2 Prognose der von den Bahnüberleitungen ausgehenden Feldstärken	18
3.2.1 Elektrische Felder	18
3.2.2 Magnetfelder	19
3.3 Prognose der von sonstigen stromführenden Anlagen ausgehenden Feldstärken	21
3.3.1 Elektrische Felder	21
3.3.2 Magnetfelder	21

	Seite
<b>4 Beeinträchtigungen durch projektbedingte Eingriffe</b>	22
4.1 Baubedingte Beeinträchtigungen	22
4.2 Anlagebedingte Beeinträchtigungen	22
4.3 Betriebsbedingte Beeinträchtigungen	23
<b>5 Möglichkeiten zur Vermeidung und Minderung projektbedingter Umweltauswirkungen</b>	25
<b>6 Zusammenfassung</b>	26
<b>7 Literatur und verwendete Unterlagen</b>	28
<b>8 Glossar</b>	31
<b>Anhang</b>	A/1
Anhang 1:           Magnetische Induktion im Bereich neuer Hauptbahnhof (achtgleisige Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV), Lageplan des Querschnitts A – A', Querschnitt	A/2
Anhang 2:           Magnetische Induktion im Bereich Südkopf (siebengleisige Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV), Lageplan des Querschnitts B – B', Querschnitt	A/6
Anhang 3:           Magnetische Induktion im Bereich Nordkopf (sechsgleisige Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV), Lageplan des Querschnitts C – C', Querschnitt	A/10

# 1 Vorbemerkungen

## 1.1 Ausgangslage und Vorhaben

### 1.1.1 Anlass und Planungsstand

Die Deutsche Bahn Netz AG hat zwischen Stuttgart und Augsburg eine Hochgeschwindigkeitsstrecke zu realisieren. Hierzu wird auch der Eisenbahnknoten Stuttgart 21 neu gestaltet.

Die grundsätzlichen Fragen des Projektes Stuttgart 21 wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie untersucht. Das Ergebnis der Machbarkeitsstudie wurde im Januar 1995 von der DB AG, dem Bundesverkehrsministerium, dem Land Baden-Württemberg und der Stadt Stuttgart vorgestellt.

Aus den Überlegungen und dem Ergebnis der Machbarkeitsstudie heraus wurden Streckenführungen im Stadtbereich von Stuttgart entwickelt und in einem Vorprojekt untersucht. Wesentliches Ziel war dabei, die Streckenführung im Stadtbereich von Stuttgart zu optimieren und wirtschaftliche, betriebstechnische, städtebauliche und ausführungstechnische Vorteile gegenüber der Machbarkeitsstudie herauszuarbeiten. Des Weiteren wurde in Abstimmung mit dem Arbeitskreis Wasserwirtschaft ein Aufschluss- und Untersuchungsprogramm (zweites Erkundungsprogramm, 2. EKP) konzipiert, durchgeführt und ausgewertet, um die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse zu erkunden und Aussagen zur möglichen Realisierung des Projektes Stuttgart 21 treffen zu können. Auch wurden im Rahmen des Vorprojektes eine umfangreiche historische Erkundung der Bahnbetriebsflächen durchgeführt sowie Aussagen zu Umweltaspekten und zum Immissionsschutz gemacht. Die Ergebnisse des Vorprojektes wurden im November 1995 mit dem Synergiekonzept Stuttgart 21 vorgestellt.

Das Projekt Stuttgart 21 wird in 6 Planfeststellungsabschnitte (PFA) eingeteilt. Im einzelnen sind dies:

- PFA 1.1 Talquerung mit Hauptbahnhof,
- PFA 1.2 Fildertunnel,
- PFA 1.3 Filderbereich mit Flughafenanbindung,
- PFA 1.4 Filderbereich bis Wendlingen,
- PFA 1.5 Zuführung Feuerbach/Bad Cannstatt, S-Bahn-Anbindung,
- PFA 1.6 Zuführung Ober-/Untertürkheim, Wartungsbahnhof.

Gegenstand der vorliegenden Unterlagen ist der PFA 1.1 (Talquerung mit Hauptbahnhof) von km -0.4-42 bis km +0.4+32 im Bereich der Innenstadt von Stuttgart.

### **1.1.2 Vorgaben und Rahmenbedingungen zur Planfeststellung**

Schienenwege für Eisenbahnen einschließlich der für den Betrieb notwendigen Anlagen und Bahnstromfernleitungen dürfen nur gebaut oder geändert werden, wenn der Plan zuvor festgestellt worden ist (§ 18 Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG)). Aussagen zum Ablauf des Planfeststellungsverfahrens enthält § 20 AEG.

Das Abwägungsgebot schreibt neben der Beachtung der Interessen der betroffenen Bürger insbesondere die Beachtung folgender Belange vor:

- Betriebs- und Verkehrssicherheit,
- Wirtschaftlichkeit,
- Umwelt, und zwar Auswirkungen des Vorhabens auf
  - > Menschen, Tiere und Pflanzen, Boden, Wasser, Luft, Klima und Landschaft einschließlich der jeweiligen Wechselwirkungen,
  - > Kultur- und sonstige Sachgüter,
- Denkmalpflege
- andere Verkehrsträger.

Die Umweltverträglichkeitsprüfung ist als unselbständiger Teil der Planfeststellung durchzuführen.

## 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 1 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 1996) den vorbeugenden Schutz des Menschen und sonstiger Sachgüter vor schädlichen Umwelteinwirkungen (§ 1) durch den Bau von Eisenbahnen (§ 2).

Die Ermittlung und Beschreibung der projektbedingt zu erwartenden niederfrequenten magnetischen Felder im Bereich der Fernbahnstrecken basiert auf Berechnungen, die vom Forschungs- und Technologiezentrum der Deutschen Bahn AG in München exemplarisch für drei Querschnitte durchgeführt wurden. Berechnungen der magnetischen Felder im Bereich der Stadtbahnstrecken waren nicht erforderlich, da hier bereits repräsentative Untersuchungen vorliegen (TECHNISCHE AKADEMIE WUPPERTAL 1998).

Berechnungen zu elektrischen Feldstärken der Fernbahnstrecken und der Stadtbahnstrecken sind nicht erforderlich, da elektrische Felder durch Materialien und Gebäude gut abgeschirmt werden und relevante Auswirkungen auf die Gesundheit von Menschen in ihrem Wohnbereich bzw. auf Sachgüter nicht zu erwarten sind.

Die Bewertung der magnetischen Wechselfelder der Fernbahnstrecken im Hinblick auf den Menschen erfolgt anhand der Grenzwerte der 26. BImSchV. 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. BImSchV nicht überschritten werden.

Die Bewertung der magnetischen Gleichfelder der Stadtbahnstrecken erfolgt anhand der DIN V VDE 0848 Teil 4 A3 (1995).

Die Beeinträchtigung sonstiger Sachgüter wird abgeschätzt. Empfindliche Geräte oder deren Nutzung zeigen bereits bei magnetischen Wechselfeldern von rd.  $1 \mu\text{T}$  Störungen der Funktion. Bei magnetischen Gleichfeldern treten Störungen ab rd.  $10 \mu\text{T}$  auf. Der Bereich, in dem Beeinträchtigungen empfindlicher Geräte und Nutzungen durch die magnetischen Wechsel- oder Gleichfelder nicht ausgeschlossen werden können, wird auf Grundlage der Berechnungen abgegrenzt.

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

Die Ergebnisse des Erläuterungsberichtes bilden die Grundlage für die Betrachtungen der Schutzgüter Menschen und 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).

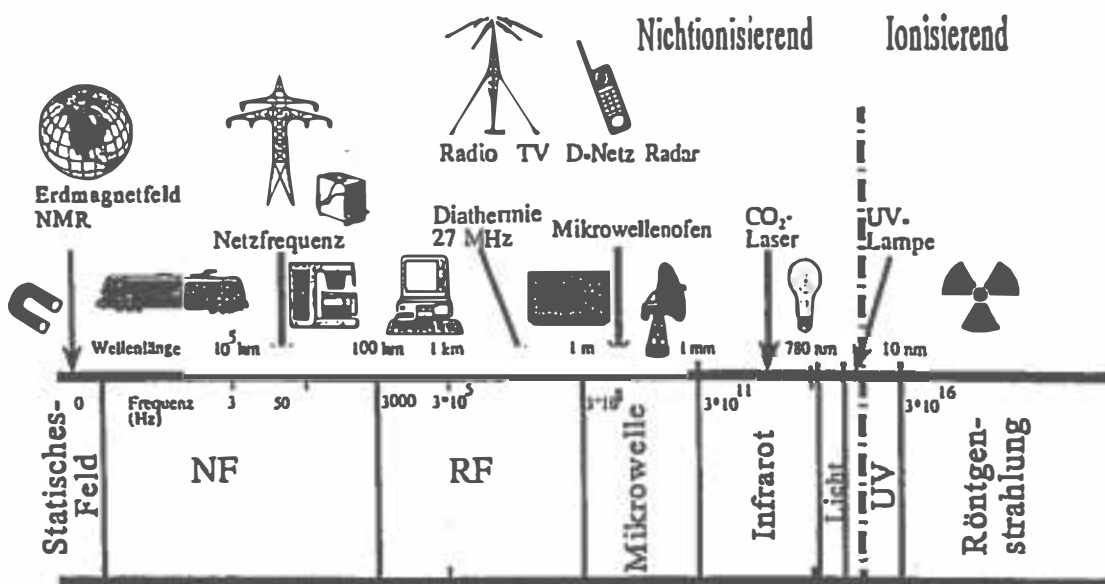


Abb. 2/1: Elektromagnetisches Spektrum (Quelle: BRÜGGEMEYER 1993)

Dieser Abbildung ist zu entnehmen, dass die technischen Wechselfelder der Energieversorgung mit 50 Hertz (Hz) und der Bahn mit 16 2/3 Hz sehr niederfrequent sind. Hierfür haben sich die im amerikanischen Sprachgebrauch ausgeprägten Begriffe "Extremeley low frequency, ELF" oder Sub ELF bewährt. Dieser beinhaltet Schwingungen in einem Frequenzbereich von 0 bis 300 Hz (LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN WÜRTTEMBERG 1997) und umfasst somit auch die elektrischen und magnetischen Gleichstromfelder.

Niederfrequente Felder bedingen große Wellenlängen. Eine Frequenz von  $16 \frac{2}{3}$  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).

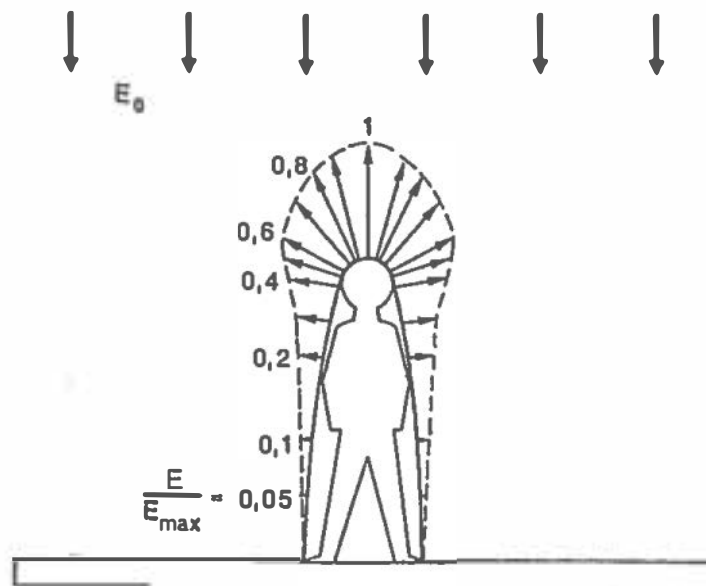
Die elektrischen Felder sind an die Entstehungsquelle gebunden. Sie nehmen mit zunehmender Entfernung von dieser ab. Elektrische Felder können zudem relativ leicht abgeschirmt werden. Biologische Materialien und Stoffe, aber auch inerte Materialien z. B. Mauerwerk und Wände schwächen elektrische Felder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

Bei der Bahnstromversorgung der Deutschen Bahn AG treten elektrische Wechselfelder der Frequenz  $16 \frac{2}{3}$  Hz auf.

Elektrische Gleichstromfelder entstehen auf der Erde z. B. durch atmosphärische Aufladungen. Bei einem Gewitter können Feldstärken bis zu 20 kV/m erreicht werden. Dächer und Wände verursachen eine mehr als hundertfache Dämpfung des elektrostatischen Feldes innerhalb von Gebäuden. Dies entspricht dem FARADAYschen Käfig (WICHMANN et al. 1993). Anthropogen erzeugte Gleichstromfelder finden sich z. B. bei U-Bahnen oder Stadtbahnen, die mit einer Frequenz von 0 Hz betrieben werden.

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

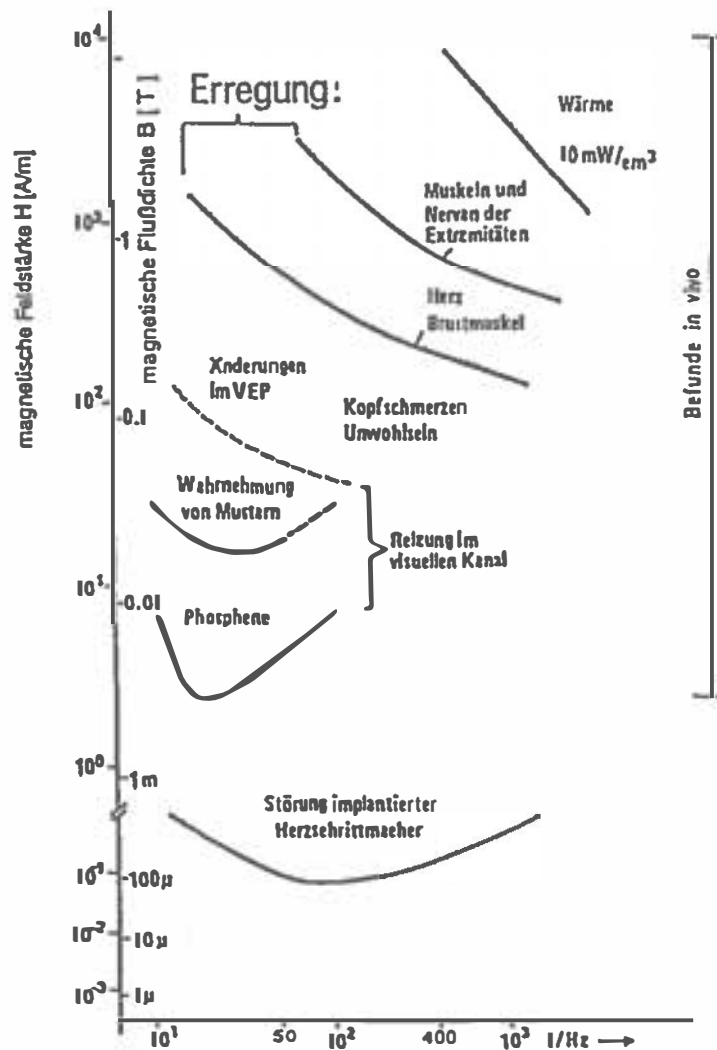
Die magnetische Feldstärke  $H$  ist um so stärker, je stärker der Strom und je geringer die Entfernung zum fließenden Strom ist. Die magnetische Induktion (magnetische Flussdichte)  $B$  ist proportional zur magnetischen Feldstärke. Durch sie werden jedoch auch die magnetischen Eigenschaften der Materie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

Im Gegensatz zum elektrischen Feld durchdringen sowohl die niederfrequenten magnetischen Wechselfelder als auch die magnetischen Gleichfelder 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 graphische Darstellung zu den Dosis-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 Potential.

Bei Zelluntersuchungen wurden Einflüsse schwacher magnetischer Wechselfelder mit Flussdichten im  $\mu\text{T}$ -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, 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.

#### **Auswirkungen magnetischer Gleichfelder auf den Menschen**

Magnetische Gleichfelder durchdringen den menschlichen Körper ohne spezifische Dämpfung. Als denkbare Wirkungsmechanismen werden Kraftwirkungen diskutiert. Bei Flussdichten von 1-2 T, wie sie in Kernspinnresonanzanlagen auftreten, wirken nur geringe Kräfte auf den Menschen ein. Es kommt zu einem physikalischen Effekt mit Ausrichtung der Wasserstoffkerne. Bei stärkeren statischen Magnetfeldern können Orientierungseffekte an der molekularen und zellulären Substanz, z. B. DNS, Netzhautstäbchen und Sichelzellen sowie Konformitätsänderungen an Enzymen auftreten (SILNY 1993, SCHMID et al. 1989).

### Auswirkungen magnetischer Gleichfelder auf empfindliche Geräte

Durch magnetische Gleichfelder kommt es z. B. bei Monitoren mit Kathodenstrahlröhre zu einem statischem Bildkippen, Bildversatz und Farbverfälschungen. Diese Wirkungen sind abhängig von der Intensität und Einwirkrichtung des statischen Feldes.

## 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. 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 Umwelteinwirkungen 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 2/3 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 2 der 26. BImSchV

Frequenz in Hertz (Hz)	Effektivwert der	
	elektrischen Feldstärke in Kilovolt pro Meter (kV/m)	magnetischen Flussdichte in Mikrottesla ( $\mu$ T)
50-Hz-Felder	5	100
16 2/3-Hz-Felder	10	300

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.

Gleichstrombetriebene Anlagen unterliegen nicht der 26. BImSchV. Hier sind die zulässigen Werte der DIN V VDE 0848 4 / A3 maßgebend. Demnach sollte in Bereichen, in denen nicht nur mit Kurzzeitexposition gerechnet werden kann, die elektrische Feldstärke 20 kV/m und die magnetische Flussdichte 21,22 mT nicht erreichen oder überschreiten. Der Grenzwert der Weltgesundheitsorganisation (WHO) für magnetische Gleichfelder liegt mit 40 mT demgegenüber wesentlich höher.

Allgemeingültige Grenzwerte für elektrische und magnetische Wechselstrom- oder Gleichstromfelder im Hinblick auf Geräte oder deren Nutzung existieren nicht.

## 2.3 Berechnungsverfahren

Unter Berücksichtigung der nachfolgend näher aufgeführten Bedingungen des Betriebsprogramms wurde, bezogen auf den am jeweiligen Betrachtungspunkt möglichen, maximalen, kurzzeitigen Betriebsstrom (abhängig von Zahl und Art der eingesetzten Fahrzeuge und der streckenspezifischen Höchstgeschwindigkeit), das magnetische Feld entsprechend § 5 der 26. BImSchV vom Forschungs- und Technologiezentrum der DB AG berechnet. Ergebnisse sind Isolinien-Diagramme aus denen sich Näherungen ablesen lassen (vgl. Kap. 3.3).

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).

Bei dem Betriebsprogramm für den Hauptbahnhof von Stuttgart wurde für alle zu untersuchenden Betrachtungspunkte die maximal mögliche gleichzeitige Anfahrt von Triebfahrzeugen angenommen. Bei den gewählten leistungsstärksten Triebfahrzeugen wurden wegen der Nähe zum Haltepunkt zwei Drittel des maximal der Oberleitung entnehmbaren Stromes angenommen, da Maximalströme immer erst bei Beschleunigung im höchsten Geschwindigkeitsbereich auftreten.

Es wurde ferner unterstellt, dass die den Fahrzeugen zufließenden Ströme nur aus einer Richtung kommen. In Wirklichkeit sind sie durch

eine in der Regel zweiseitige Streckenspeisung am jeweiligen Betrachtungspunkt deutlich niedriger. Dementsprechend verringern sich auch die Magnetfelder.

Die Energiezuführung zum Fernbahntunnel gestaltet sich im übrigen sehr komplex, da insgesamt 5 Schaltposten und 6 Unterwerke mit unterschiedlicher Intensität und aus unterschiedlicher Richtung einspeisen können (DB FTZ 1998a).

Unter der Annahme ungünstigster Betriebsbedingungen (worst case) wurde ein Schienenrückstromanteil von 90 % (d.h. 10 % über Erde u.a.) zugrundegelegt. Er bewirkt eine weitere Verschlechterung der Magnetfeldkompensation, die allein schon durch die Oberleitungs-/Schienen-Geometrie ungünstig bestimmt wird. Dagegen trägt erfahrungsgemäß die vermaschte Tunnelbewehrung bei innerstädtischen, unterirdischen Streckenbauwerken zu einer erheblichen Verbesserung der Bahnrückstromführung und Erdung bei, was wiederum die Ausbreitung des Restmagnetfeldes reduziert.

Diese zahlreichen Faktoren können jedoch in theoretische Voruntersuchungen nicht einbezogen werden. Die Berechnungen (vgl. Kap. 3 und Anhang) ohne Berücksichtigung jedweder Abschirm- und Kompensationswirkungen sind zwar für den Nachweis der Grenzwerteinhaltung gemäß 26. BImSchV opportun; sie lassen aber andererseits häufige und starke Monitorbeeinflussungen befürchten, die jedoch im nachhinein meist deutlich geringer ausfallen (DB FTZ 1998a).



## 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 10 kV/m einzuhalten.

Hinsichtlich der elektrischen Gleichfelder ist der zulässige Wert der DIN V VDE 0848 4/A3 von 20 kV/m einzuhalten.

Die Abnahme der elektrischen Feldstärke mit zunehmendem Abstand von der Bahnoberleitung ist in Abbildung 2/4 dargestellt.

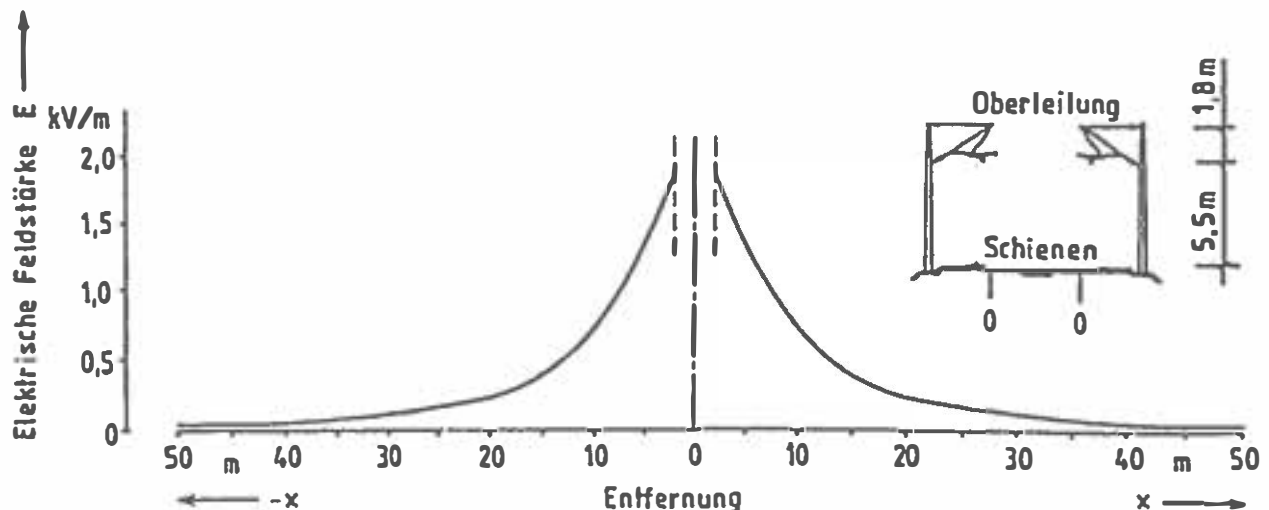


Abb. 2/4: Verlauf der maximalen elektrischen Feldstärke bei höchster Betriebsspannung im Bereich einer Bahnstrecke mit 15-kV-Wechselstrom-Oberleitung (Quelle: DIN VDE E 0228, Teil 6, 1992)

#### Auswirkungen elektrischer Felder auf empfindliche Geräte

Die Feldstärke der elektrischen Wechselfelder bzw. Gleichfelder 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.

## 2.4.2 Magnetfelder

Die Wechselstrombahnen der Fernbahn mit der Bahnfrequenz von  $16\frac{2}{3}$  Hz und die Gleichstrombahnen der Stadtbahn erhalten den Strom über die Bahnüberleitung zugeleitet. Dieser fließt über die Fahr-schienen zum speisenden Unterwerk zurück. Durch den hin- und zu-rückfließenden Strom entsteht ein Magnetfeld, das im wesentlichen quer zur Trasse gerichtet ist.

Das auftretende Magnetfeld hängt u.a. ab von dem fließenden Betriebs-strom 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  $300\ \mu\text{T}$  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  $16\frac{2}{3}$  Hz stehen Beeinflussungen von Monitoren mit Kathodenstrahlröhren im Vordergrund. Die Beeinflussung führt zu einem vom Rand her beginnenden Bildschirmlimmern 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.  $1\ \mu\text{T}$  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  $0,5\ \mu\text{T}$  angegeben wird, da z. B. bei Textverarbeitung dieser Wert verdoppelt werden kann. Wissenschaftliche Geräte wie Rasterelektronenmikroskope oder Massenspektrometer können bereits durch geringere magnetische Wechselfelder beeinflusst werden. Mögliche Störwirkungen sind abhängig von der Störempfindlichkeit dieser Geräte.

### Auswirkungen magnetischer Gleichfelder auf den Menschen

Zum Schutz vor schädlichen Umweltauswirkungen durch magnetische Gleichfelder ist bei der Möglichkeit dauerhafter Feldeinwirkung der zulässige Wert der DIN V VDE 0848 4/A3 von 21,22 mT einzuhalten. Für Personen mit Herzschrittmachern ist ein Effektivwert der magnetischen Ersatzfeldstärke von 0,5 mT zulässig.

### Auswirkungen magnetischer Gleichfelder auf empfindliche Geräte

Beeinflussungen von Geräten durch magnetische Gleichfelder zeigen sich durch Bild Drehungen, Bildverschiebungen in horizontaler und in vertikaler Richtung sowie Farbverfälschungen. Untersuchungen von BETTE und LEMKEMEYER (1997) ergaben, dass bei Gleichfeldänderungen von rd. 10  $\mu\text{T}$  bereits Farbverfälschungen auftreten können.

Wissenschaftliche Geräte wie Rasterelektronenmikroskope oder Massenspektrometer können bereits durch geringere Gleichfeldänderungen beeinflusst werden (BETTE und LEMKEMEYER 1997). Mögliche Störwirkungen sind abhängig von der Störempfindlichkeit dieser Geräte.

Das magnetische Gleichfeld im Einflussbereich von Gleichstrombahnen ist in Abbildung 2/5 schematisch dargestellt. Abbildung 2/6 zeigt die Abnahme der magnetischen Flussdichte mit zunehmender Entfernung von der Oberleitung einer Gleichstrombahn mit Oberleitung.

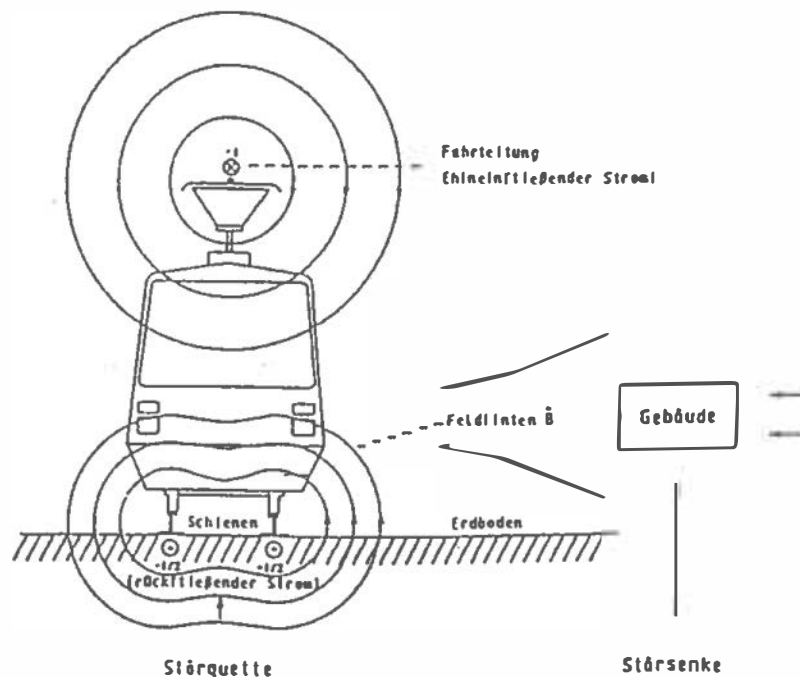


Abb. 2/5: Magnetisches Gleichfeld im Einflussbereich von Gleichstrombahnen (BETTE und LEMKEMEYER 1997)

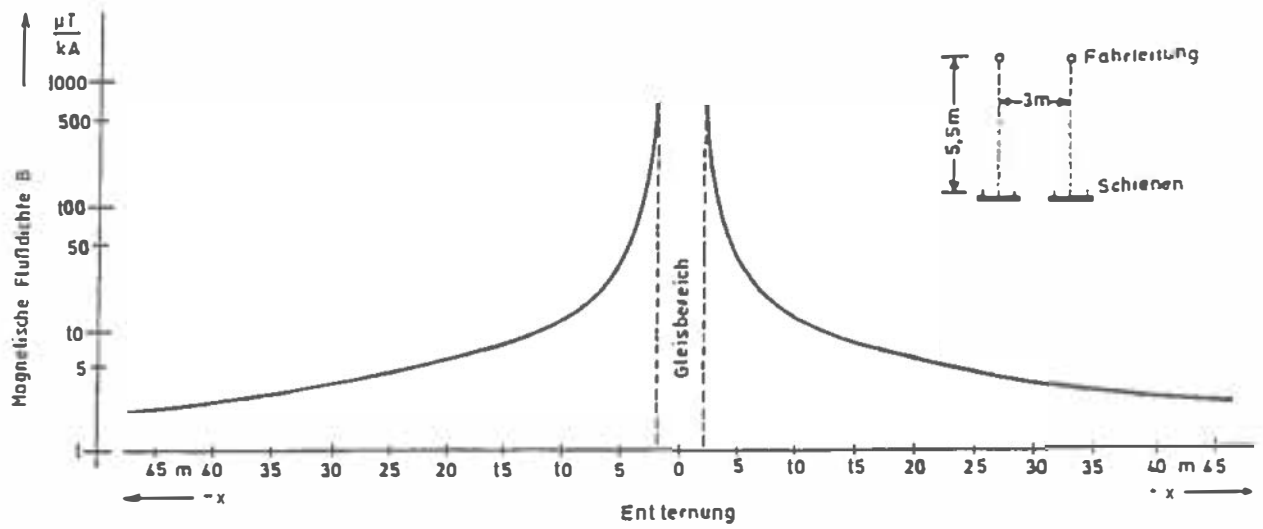


Abb. 2/6: Verlauf der maximalen magnetischen Flussdichte je kA Fahrstrom im Bereich einer Gleichstrombahn (Quelle: DIN VDE E 0228, Teil 6, 1992).

## 3 Elektrische und magnetische Felder im Untersuchungsraum

### 3.1 Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum beginnt im Nordwesten des Hauptbahnhofes in Höhe der Randbebauung Jägerstraße und endet in Höhe der Randbebauung Urbanstraße im Südosten des Hauptbahnhofes. Der Untersuchungsraum umfasst die Gebäude des heutigen und künftigen Hauptbahnhofes und die sich daran anschließenden Bereiche. Gegenstand der Untersuchung ist der Neubau der Fernbahnstrecken und die Verlegung bzw. der Neubau der Stadtbahnstrecken.

#### Fernbahnstrecken

Der Fernbahntunnel im Planfeststellungsabschnitt 1.1 ist 874 m lang. Im Bereich der Bahnhofshalle ist eine achtgleisige Streckenführung mit vier Mittelbahnsteigen geplant. Die Gleise werden mit einer Oberleitung 15 kV, 16 2/3 Hz ausgerüstet. Das Kettenwerk besteht aus jeweils zwei Fahrdrähten (2 x Ri 100) und einem Tragseil (Cu 95 mm<sup>2</sup>).

Bei km -0.4 wird ein Schaltposten innerhalb des geplanten Gleisfeldes errichtet. Ein Schaltposten ist, im Gegensatz zu einem Unterwerk, eine nicht energieliefernde 15-kV-Schaltanlage. Sie dient dazu, Oberleitungseinspeisungen in mehrere getrennte Stromkreise zu unterteilen, um dadurch eine höhere Selektivität und damit Begrenzung von Auswirkungen durch lokale Kurzschlüsse im Oberleitungsnetz zu erhalten (DB FTZ 1998b).

Zur Versorgung der elektrischen Verbraucher für die Gebäudetechnik und die Bahnsteigausrüstung werden im neuen Hauptbahnhof zwei neue Mittelspannungsstationen errichtet.

Am Übergang von der offenen zur bergmännischen Bauweise ist bei km +0.4+00 ein Schwallbauwerk zur Be- und Entlüftung des Fildertunnels sowie des Hauptbahnhofes geplant. Die Ventilatoren des Schwallbauwerkes werden ebenso wie das ESTW mit Niederspannungsstrom versorgt und unterliegen nicht dem Geltungsbereich der 26. BImSchV.

#### Stadtbahnstrecken

Die Gleisanlage der Stadtbahnstrecken beginnt mit dem Arnulf-Klett-Platz und der Schillerstraße südwestlich des Hauptbahnhofes und endet im Nordosten mit dem Anschluss der zu verlegenden Stadtbahnlinien an den Bestand in Höhe Türlenstraße bzw. Am Neckartor. Im Bereich Heilbronner Straße wird die Stadtbahn verlegt (Achse 301 und 302). Sie verläuft dabei im Tunnel und zwar im Bereich des ehemaligen Direktionsgebäudes in zwei 1-gleisigen Tunnelröhren unterhalb des geplanten Fernbahntunnels und steigt im weiteren Verlauf Richtung Heilbronner

Straße mit geringer werdender Überdeckung an. Im Bereich der Verlegung der Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie wird die Trasse neu errichtet (Achse 34). Diese in einem 1-gleisigen Rechteckunnel geführte Strecke reicht in einem Bogen bis ca. 2 m an das Schulgebäude des Königin-Katharina-Stiftes heran. Die Stadtbahnhaltestelle Staatsgalerie rückt zukünftig um etwa 25 m näher an das Carl-Zeiss-Planetarium heran. Sie wird zudem in der Höhe um rd. 3 m angehoben.

Zur Versorgung der Haltestelle Staatsgalerie mit elektrischer Energie für Beleuchtung und maschinelle Anlagen wie Fahrtreppen, Aufzüge oder Pumpen wird eine Mittelspannungsstation errichtet.

### **S-Bahnstrecken**

Die bestehende 2-gleisige S-Bahn Richtung Flughafen und Herrenberg verläuft im S-Bahn-Tunnel in Höhe des zukünftigen Hauptbahnhofs und unterkreuzt die Fernbahnstrecken in einem nahezu rechten Winkel. Die Umlegung der Gleise während der Bauzeit ist nicht Bestandteil des vorliegenden Planfeststellungsabschnittes.

## **3.2 Prognose der von den Bahn Oberleitungen ausgehenden Feldstärken**

### **3.2.1 Elektrische Felder**

Eine Prognose der projektbedingten elektrischen Feldstärken ist nicht erforderlich, da das elektrische Feld durch Bauwerke und -teile, gleichgültig aus welchen Materialien, um den Faktor 15 bis 20 abgeschirmt wird. Demnach sind außerhalb der baulichen Anlagen der Fernbahn und der Stadtbahn keine Auswirkungen zu erwarten.

In der Bahnhofshalle wird der Grenzwert der 26. BImSchV von 10 kV/m für das elektrische Wechselfeld (vgl. Abb. 2/4) und in der Haltestelle Staatsgalerie der zulässige Wert von 20 kV/m der DIN V VDE 0848 4/A3 für das elektrische Gleichfeld deutlich unterschritten.

Die durch die Bahn Oberleitungen entstehenden elektrischen Felder spielen aufgrund der Abschirmung und der in etwa quadratischen Abnahme mit der Entfernung nur eine untergeordnete Rolle. Unter diesen Gesichtspunkten kann das elektrische Feld im folgenden vernachlässigt werden (DB FTZ 1998a).

### 3.2.2 Magnetfelder

#### Fernbahnstrecken

Die Prognose der projektbedingten magnetischen Flussdichten basiert auf Berechnungen, die vom Forschungs- und Technologiezentrum der DB AG durchgeführt wurden (DB FTZ 1998a, 1998b, 1999). Die Berechnung der Magnetfelder erfolgte an drei ausgesuchten Querschnitten unter der Annahme ungünstiger Betriebsbedingungen. Berechnet wurde die achtgleisige Fernbahnstrecke im Bereich der Bahnhofshalle (vgl. Anhang 1), die siebengleisige Fernbahnstrecke am Südkopf (vgl. Anhang 2) und die sechsgleisige Fernbahnstrecke am Nordkopf (vgl. Anhang 3). Als technische Randbedingungen wurden den Berechnungen wegen der Nähe zum Haltepunkt zwei Drittel des maximal entnehmbaren Oberleitungsstromes und ein Rückstromanteil von 90 % zugrundegelegt.

Anhang 1 zeigt das Magnetfeld in der Umgebung der achtgleisigen Fernbahnstrecke in der Bahnhofshalle im Bereich der Verknüpfung der Fernbahnstrecken mit der bestehenden S-Bahn.

Ungünstigste Betriebsbedingungen liegen bei vier gleichzeitigen ICE Anfahrten vor. Das Magnetfeld erreicht in einem Abstand von 10 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung eine Induktion von rd. 5 - 10  $\mu\text{T}$ , in einem Abstand von 40 m rd. 1  $\mu\text{T}$ .

Anhang 2 zeigt das Magnetfeld in der Umgebung der siebengleisigen Fernbahnstrecke am Südkopf im Bereich der Unterführung Fernbahn/ Stadtbahn.

Ungünstigste Betriebsbedingungen liegen bei zwei gleichzeitigen ICE Anfahrten vor. Das Magnetfeld erreicht in einem Abstand von 10 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung eine Induktion von rd. 4 - 12  $\mu\text{T}$ , in einem Abstand von 40 m rd. 1  $\mu\text{T}$ .

Anhang 3 zeigt das Magnetfeld in der Umgebung der sechsgleisigen Fernbahnstrecke am Nordkopf.

Ungünstigste Betriebsbedingungen liegen bei zwei gleichzeitigen ICE Anfahrten vor. Das Magnetfeld erreicht in einem Abstand von 10 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung eine Induktion von rd. 5  $\mu\text{T}$ , in einem Abstand von 40 m rd. 1  $\mu\text{T}$ .

Wie die Berechnungen und Darstellungen zeigen, wird in allen Anliegerbereichen, für die die 26. BImSchV maßgebend ist, der Grenzwert für Dauerexposition von 300  $\mu\text{T}$  für die Bahnfrequenz von 16 2/3 Hz selbst unter ungünstigsten Betriebsbedingungen bei weitem nicht erreicht.

In der Umgebung der Fernbahnstrecken kann es zu Beeinflussungen von Sachgütern und deren Nutzung kommen. Betroffen sind vor allem Monitore mit Kathodenstrahlröhre. Aber auch medizinische und wissenschaftliche Laborgeräte wie Elektrokardiographie- und Elektroenzephalographiegeräte oder Rasterelektronenmikroskope, die empfindlich auf Magnetfelder reagieren, können beeinflusst werden (vgl. Kap. 2.1.2).

Betroffen sein können z. B. 17"-Monitore mit Kathodenstrahlröhre in einem Abstand von bis zu 40 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung. Bei empfindlichen Labor- und Diagnosegeräten kann der Abstand, innerhalb dessen es zu einer Beeinflussung kommt, sogar noch größer sein. Dies ist abhängig von der Störanfälligkeit dieser Geräte.

### **Stadtbahnstrecken**

Die Prognose der projektbedingten magnetischen Gleichfelder im Bereich der Stadtbahnstrecken basiert auf Berechnungen, die an vergleichbaren Stadtbahntrassen durchgeführt wurden.

Berechnungen an der Stadtbahntrasse U12 in Stuttgart haben oberhalb des Tunnels Gleichfeldänderungen von maximal 4  $\mu\text{T}$  ergeben. Bei ebenerdiger Bauweise im Bereich der Haltestelle Mailänder Platz ergaben die Berechnungen Gleichfeldänderungen von weniger als 10  $\mu\text{T}$  bei Abständen von 15 m (TECHNISCHE AKADEMIE WUPPERTAL 1998).

Diese Berechnungen zeigen, dass im Nahbereich der Stadtbahntrassen die Grenzwertempfehlung der WHO/ ICNIRP von 40 mT bei Dauerexposition der Allgemeinbevölkerung ebenso wie der zulässige Wert der Vornorm DIN V VDE 0848 A4/A3 von 21,22 mT bei weitem nicht erreicht wird.

In der Umgebung der Stadtbahntrasse kann es zu Beeinflussungen von Sachgütern und deren Nutzung kommen. Betroffen sind vor allem Monitore mit Kathodenstrahlröhre, bei denen es durch statische Magnetfelder zu statischem Bildkippen, Bildversatz und Farbverfälschungen kommen kann.

Betroffen sein können z. B. Monitore mit Kathodenstrahlröhre in einem Abstand von bis zu 15 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung. Bei empfindlichen Labor- und Diagnosegeräten kann der Abstand, innerhalb dessen es zu einer Beeinflussung kommt, sogar noch größer sein. Dies ist abhängig von der Störanfälligkeit dieser Geräte.



### **3.3 Prognose der von sonstigen stromführenden Anlagen ausgehenden Feldstärken**

Die zwei Mittelspannungsstationen, das Mittelspannungsnetz und der Schaltposten werden als sonstige stromführende Anlagen gemeinsam betrachtet. Berechnungen zu den elektrischen und magnetischen Feldern der sonstigen stromführenden Anlagen wurden nicht durchgeführt, da es in der Umgebung der Anlagen nicht zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen im Sinne der 26. BImSchV kommt.

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 Mittelspannungsstationen und des Mittelspannungsnetzes beträgt demnach 1 m, der des Schaltpostens 5 m.

#### **3.3.1 Elektrische Felder**

Die von den sonstigen stromführenden Anlagen ausgehenden elektrischen Felder werden durch die umgebenden Baumaterialien weitestgehend abgeschirmt. Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit oder von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung sind nicht zu erwarten.

#### **3.3.2 Magnetfelder**

Die von den sonstigen stromführenden Anlagen ausgehenden Magnetfelder sind gering. Beeinträchtigungen der menschlichen Gesundheit sind nicht zu erwarten, da es im Einwirkungsbereich der stromführenden Anlagen nicht zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen im Sinne der 26. BImSchV kommt. Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung sind nicht zu erwarten, da im Einwirkungsbereich der stromführenden Anlagen keine empfindlichen Geräte oder Nutzungen vorhanden sind.

## 4 Beeinträchtigungen durch projektbedingte Eingriffe

### 4.1 Baubedingte Beeinträchtigungen

#### Fernbahnstrecken

Der Fernbahntunnel im PFA 1.1 wird in offener Bauweise errichtet. Zum Einsatz kommen in erster Linie Baumaschinen und –geräte mit Verbrennungsmotor. Baubedingte Emissionen von elektrischen und magnetischen Feldern der Baumaschinen, –geräte und bauzeitlich genutzten stromführenden Anlagen (z. B. Pumpen, Sondertransporteinrichtungen), 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 vorhanden sind.

#### Stadtbahnstrecken

Die Tunnelröhren der Stadtbahnstrecken werden z.T. in bergmännischer Bauweise erstellt. Das zum Einsatz kommende Auffahrkonzept ist die Spritzbetonmethode. Hierbei sind schädliche Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit oder Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung durch elektrische und magnetische Felder nicht zu erwarten.

### 4.2 Anlagebedingte Beeinträchtigungen

#### Fernbahn- und Stadtbahnstrecken

Anlagebedingte Emissionen von elektrischen Feldern der Bahnüberleitungen, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit führen, sind nicht zu erwarten, da der Grenzwert der 26. BImSchV von 10 kV/m für das elektrische Wechselfeld in der Bahnhofshalle und der zulässige Wert der DIN V VDE 0848 4/A3 von 20 kV/m für das elektrische Gleichfeld in der Haltestelle Staatsgalerie deutlich unterschritten werden. Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung sind ebenfalls nicht zu erwarten, da im Einwirkungsbereich keine empfindlichen Geräte vorhanden sind. Zudem wirken die umgebenden Materialien stark abschirmend.

Anlagebedingte Emissionen von magnetischen Feldern der Bahnüberleitungen, 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 Überleitungen kein nennenswerter Strom fließt, wenn kein Zug in dem Speiseabschnitt fährt.

#### **Sonstige stromführende Anlagen**

Anlagebedingte Emissionen von elektrischen und magnetischen Feldern der zwei Mittelspannungsstationen, des Mittelspannungsnetzes und des Schaltpostens, 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.

## **4.3 Betriebsbedingte Beeinträchtigungen**

#### **Fernbahn- und Stadtbahnstrecken**

Betriebsbedingte Emissionen von elektrischen Feldern der Bahnüberleitungen, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit führen, sind nicht zu erwarten, da der Grenzwert der 26. BImSchV von 10 kV/m für das elektrische Wechselfeld in der Bahnhofshalle und der zulässige Wert der DIN V VDE 0848 4/A3 von 20 kV/m für das elektrische Gleichfeld in der Haltestelle Staatsgalerie deutlich unterschritten werden. Beeinträchtigungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung sind ebenfalls nicht zu erwarten, da im Einwirkungsbereich keine empfindlichen Geräte vorhanden sind. Zudem wirken die umgebenden Materialien stark abschirmend.

Betriebsbedingte Emissionen von magnetischen Feldern der Fernbahnüberleitungen, 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 die Grenzwerte der 26. BImSchV unterschritten werden.

Betriebsbedingte Emissionen von magnetischen Feldern der Stadtbahnüberleitungen, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit führen, sind nicht zu erwarten, da die zulässigen Werte der DIN V VDE 0848 4/A3 eingehalten werden.

Betriebsbedingte Emissionen von magnetischen Feldern, die zu Beeinträchtigungen von Geräten oder deren Nutzung führen, sind nicht auszuschließen. Beeinträchtigungen von Monitoren mit Kathodenstrahlröhre sind in der Umgebung der Fernbahnstrecken in einem Abstand von bis zu 40 m zur äußeren Schiene bzw. zur Oberleitung nicht auszuschließen. In der Umgebung der Stadtbahnstrecken reduziert sich dieser Bereich auf bis zu 15 m.

Beeinträchtigungen von empfindlichen Labor- oder Diagnosegeräten sind auch in größerem Abstand in Einzelfällen nicht auszuschließen. Dies ist abhängig von der Störanfälligkeit dieser Geräte.

Im Rahmen der Beweissicherung sind Messungen der Magnetfelder im Einzelfall durchzuführen und im Hinblick auf die derzeitige Nutzung zu beurteilen.

#### **Sonstige stromführende Anlagen**

Betriebsbedingte Emissionen von elektrischen und magnetischen Feldern der zwei Mittelspannungsstationen, des Mittelspannungsnetzes und des Schaltpostens, 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 Minderung projektbedingter Umweltauswirkungen

### Fernbahnstrecken

Die Möglichkeiten zur Reduzierung der Magnetfelder am Entstehungsort werden anlagentechnisch genutzt, um den Beeinflussungen, durch die hohe Anzahl von Zügen und die auftretenden Magnetfeldschwankungen, zu begegnen.

Falls die anlagentechnischen Maßnahmen am Entstehungsort nicht ausreichen, sind Abschirmungen aus Mu-Metall zu konzipieren und anzuordnen. Derartige Abschirmvorrichtungen stehen für Computer-Monitore handelsüblich zur Verfügung.

Zusätzlich sind aktive Schirmungen 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 oder medizinische Diagnosegeräte in einem Raum betroffen, können Raumschirmungen mit Induktionsschleifen nach dem gleichen Prinzip installiert werden.

Monitore ohne Kathodenstrahlröhre wie z. B. Flüssigkristalldisplays (LCD) oder TFT-Flachbildschirme werden von Magnetfeldern nicht beeinflusst und sind in Bereichen mit einer Störwirkung einsetzbar.

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

### Stadtbahnstrecken

Da bei magnetischen Gleichfeldern eine Schirmung an der Störquelle nicht möglich ist und an der Störquelle, z. B. bei Monitoren mit Kathodenstrahlröhre, nur zum Teil den gewünschten Erfolg bringt, lassen sich bei Gleichstrombahnen die auftretenden Gleichfelder z.B. dadurch reduzieren, dass Speisekabel und Rückleiterkabel in einer Trasse verlegt werden und die in diesen Kabeln fließenden Ströme gleich groß sind.

Hinsichtlich der Gleichfelder durch die Anordnung von Fahrleitung und Fahrschienen kann ein in Gleisnähe verlegtes Verstärkungskabel, das in gewissen Abständen mit der Fahrleitung verbunden wird, eine ausreichende Reduzierung bringen.

LCD-Geräte und TFT-Flachbildschirme sind gegenüber Magnetfeldern nicht störanfällig und sind in Bereichen mit einer Störwirkung einsetzbar.

Die Notwendigkeit der Abschirmungen ergibt sich aus dem Ergebnis der Beweissicherung.

## 6 Zusammenfassung

Der Erläuterungsbericht Elektrische und magnetische Felder beschreibt und bewertet die von den Fernbahn- und den Stadtbahnstrecken sowie den sonstigen stromführenden Anlagen ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder und deren Auswirkungen auf den Menschen sowie auf empfindliche Geräte.

### **Auswirkungen auf den Menschen**

Die Beurteilung der niederfrequenten elektrischen und magnetischen Wechselstromfelder der Fernbahnstrecken und der sonstigen stromführenden Anlagen erfolgt anhand der Grenzwerte der 26. BImSchV. Die elektrischen und magnetischen Gleichstromfelder werden anhand der zulässigen Werte der DIN V VDE 0848 4/A3 beurteilt.

Bau-, anlage- oder betriebsbedingte Emissionen von niederfrequenten elektrischen und magnetischen Wechselstrom- oder Gleichstromfeldern, die zu schädlichen Umweltauswirkungen auf die menschliche Gesundheit führen, sind nicht zu erwarten. Die Grenzwerte der 26. BImSchV für Wechselstromfelder werden in Bereichen, in denen es zu einem Aufenthalt von Menschen im Sinne der Verordnung kommt, eingehalten.

Die zulässigen Werte der DIN V VDE 0848 4/A3 für Gleichstromfelder werden in Bereichen, in denen nicht nur mit Kurzzeitexposition von Menschen gerechnet werden kann, ebenfalls eingehalten.

### **Auswirkungen auf empfindliche Geräte**

Allgemeingültige Grenzwerte für elektrische und magnetische Wechselstrom- oder Gleichstromfelder 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.  $1 \mu\text{T}$  auftreten. Durch magnetische Gleichfelder können Monitore mit Kathodenstrahlröhre ab rd.  $10 \mu\text{T}$  beeinflusst werden.

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 die betriebsbedingten Emissionen von elektrischen Feldern.

Betriebsbedingte Emissionen von magnetischen Feldern der Bahnoberleitungen, die zu Beeinflussungen von empfindlichen Geräten oder deren Nutzung führen, sind nicht auszuschließen. Beeinträchtigungen z. B. von Monitoren mit Kathodenstrahlröhre sind in der Umgebung der Fernbahnstrecken in einem Abstand von bis zu 40 m von der äußeren Schiene bzw. von der Oberleitung nicht auszuschließen. In der Umgebung der Stadtbahnstrecken reduziert sich dieser Bereich auf bis zu 15 m.

Beeinflussungen von empfindlichen Labor- und Diagnosegeräten, wie z. B. Elektroenzephalographie- und Elektrokardiographiegeräte, Rasterelektronenmikroskope und Massenspektrometer, sind auch in größerem Abstand im Einzelfall nicht auszuschließen. Dies ist abhängig von der Störanfälligkeit der Geräte.

Um Beeinflussungen von empfindlichen Geräten zu erfassen, werden im Einzelfall weitere Untersuchungen im Rahmen einer Beweissicherung durchgeführt. Die Maßnahmen zur Kompensation sind dann im Einzelfall festzulegen und durchzuführen bzw. zu regeln.

Betriebsbedingte Emissionen von magnetischen Wechselfeldern der zwei Mittelspannungsstationen, des Mittelspannungsnetzes und des Schaltpostens, 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).

## 7 Literatur und verwendete Unterlagen

**26. BImSchV (1996):**

Sechszwanzigste Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes. Verordnung über elektromagnetische Felder - 26. BImSchV. Bundesgesetzblatt Jahrgang 1996 Teil I Nr. 66, 20. Dezember 1996. Bonn.

**AEG – ALLGEMEINES EISENBAHNGESETZ (1993):**

Vom 27. Dezember 1993, BGBl. I, S. 2396, geändert durch Artikel 14 des Gesetzes vom 27. Juli 2001 (BGBl. I 1950).

**BImSchG - Bundes-Immissionsschutzgesetz (1990):**

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. BGBl. I S. 880.

**BETTE, U., LEMKEMEYER, M. (1997):**

1. Zwischenbericht zum Forschungsprogramm Stadtverkehr, FE-Nr. 70506/96. Messtechnische Ermittlung der elektromagnetischen Felder im Bereich von Gleichstrom-Nahverkehrsbahnen. Technische Akademie Wuppertal e. V.

**BETTE, U., LEMKEMEYER, M. (1998):**

2. Zwischenbericht zum Forschungsprogramm Stadtverkehr, FE-Nr. 70506/96. Messtechnische Ermittlung der elektromagnetischen Felder im Bereich von Gleichstrom-Nahverkehrsbahnen. Technische Akademie Wuppertal e. V.

**BRÜGGEMEYER, H. (1993):**

Elektrosmog - Auswirkungen von elektromagnetischen Feldern auf Menschen. Niedersächsisches Umweltministerium.

**BUNDESMINISTERIUM DER JUSTIZ (1995):**

Bekanntmachung einer Empfehlung der Stahlschutzkommission (Schutz vor niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern der Energieversorgung und Anwendung). Bundesanzeiger 47 Nummer 147 a, 3-20.

**BSchwAG – BUNDESSCHIENENWEGEAUSBAUGESETZ (1993):**

Gesetz über den Ausbau der Schienenwege des Bundes vom 15. November 1993, Bundesgesetzblatt, Teil I, Seite 1874-1876.

**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  
(1998a):  
Projekt Stuttgart 21 Planfeststellungsabschnitt 1.1; Umweltverträglichkeitsstudie zu Wirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder. München.

DB FTZ - Deutsche Bahn Forschungs- und Technologie-Zentrum  
(1998b):  
Projekt Stuttgart 21 Planfeststellungsabschnitt 1.1; Ergänzende Berücksichtigung des geplanten Schaltpostens Stg Hbf (neu) in der UVP. München.

DB FTZ - Deutsche Bahn Forschungs- und Technologie-Zentrum  
(1999):  
Projekt Stuttgart 21 Planfeststellungsabschnitt 1.1; Stuttgart Hbf Nordkopf, Bau-km -0,40. München.

DIN EN 50061/A1 (1996):  
Sicherheit implantierter Herzschrittmacher. Beuth Verlag. Berlin.

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.

DIN V VDE 0848 Teil 4 A3 (1995):  
Sicherheit bei elektromagnetischen Feldern; Grenzwerte für Feldstärken zum Schutz von Personen im Frequenzbereich von 0 bis 30 kHz.

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.

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.

Richtlinien für die Planfeststellung und Plangenehmigung von Betriebsanlagen der Deutschen Bahn AG 1994.

SCHMID, K., HARTUNG, M., EMMERLING, G. (1989):  
Arbeitsmedizinische Aspekte bei der Anwendung der NMR-Tomographie. Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Präventivmedizin 24, 260-262.

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, FÜLLGRAFF (Hrsg.): Handbuch der Umweltmedizin - 2. Erg. Lfg. 9/1993.

TECHNISCHE AKADEMIE WUPPERTAL (1998):  
Gutachterliche Stellungnahme hinsichtlich der elektrischen und magnetischen Felder im Bereich der Stadtbahnlinie U12 in Stuttgart.

WICHMANN, SCHILPKÖTER, 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 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 Cristal Display)**

Die Flüssigkristallanzeige wird bei Flachbildschirmen eingesetzt. Diese speziellen Monitore arbeiten nicht nach dem Prinzip der Kathodenstrahlröhre. 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 2/3 Hz oder 50 Hz.

### **SSK (Strahlenschutzkommission)**

Unabhängige Kommission beim Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit.

### **Sub ELF (Sub Extremely Low Frequency)**

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

### **Ungünstige Betriebsbedingungen**

Unter der Annahme ungünstiger Betriebsbedingungen maximal zu erwartende elektrische bzw. magnetische Felder (worst case). Ungünstige 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.

## Anhang

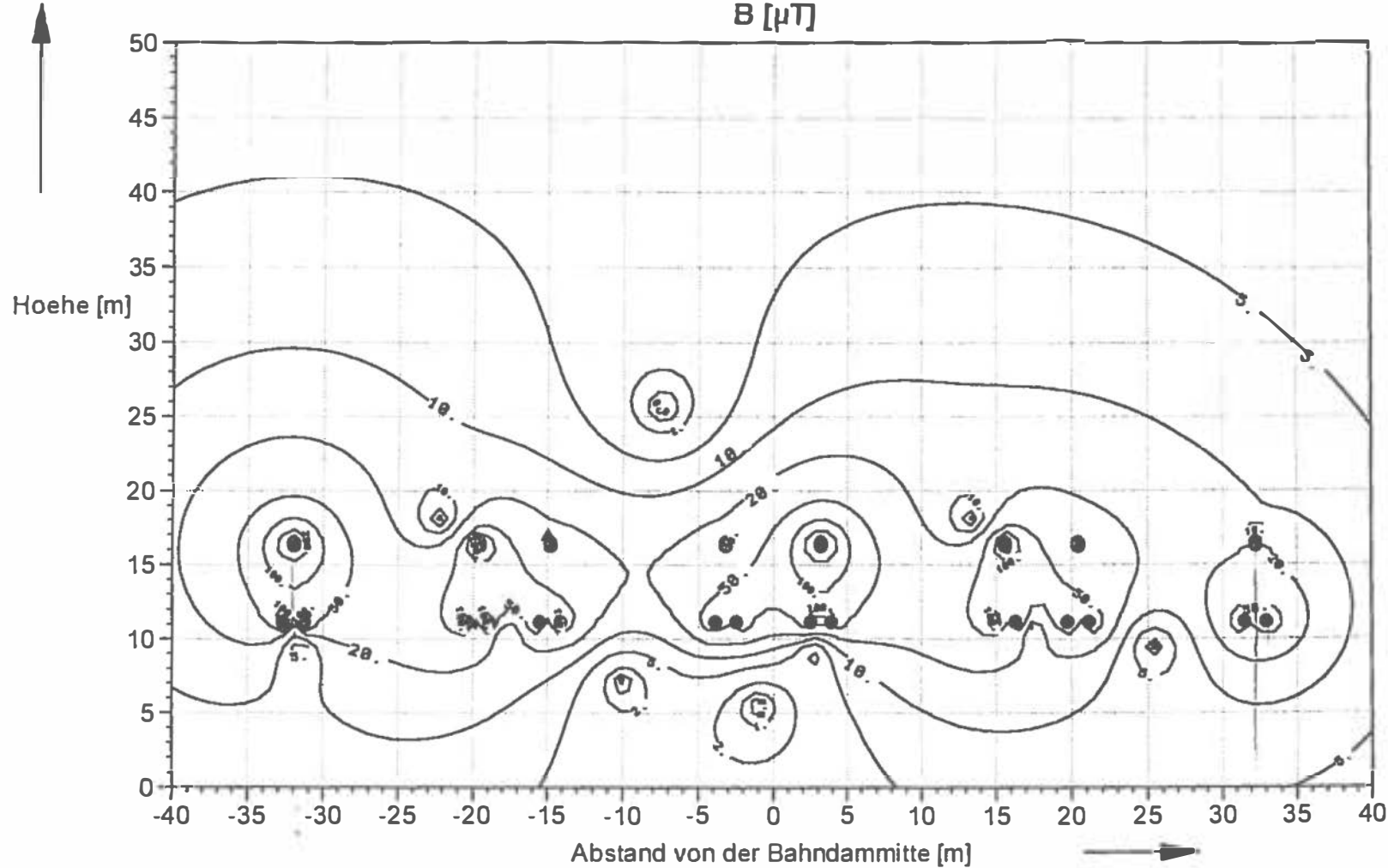
- Anhang 1: **Magnetische Induktion im Bereich neuer Hauptbahnhof (achtgleisige Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV), Lageplan des Querschnitts A – A', Querschnitt**
- Anhang 2: **Magnetische Induktion im Bereich Südkopf (siebengleisige Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV), Lageplan des Querschnitts B – B', Querschnitt**
- Anhang 3: **Magnetische Induktion im Bereich Nordkopf (sechsgleisige Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV), Lageplan des Querschnitts C – C', Querschnitt**

# Anhang 1

**Magnetische Induktion im Bereich neuer Hauptbahnhof  
(achtgleisige Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV),  
Lageplan des Querschnitts A – A', Querschnitt,**

Nachweis der Grenzwerteinhaltung gem. 26.BImSchV

B [ $\mu$ T]



REFINE 9.026

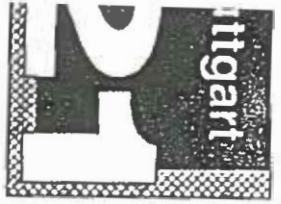
Copyright (C) SIEMENS AG 1998 All Rights Reserved

Magnetische Induktion in der Umgebung der Anlage  
Stuttgart 21, Fernbahn (tief)  
4 gleichzeitige ICE 3/IC-Anfahrten (worst case)

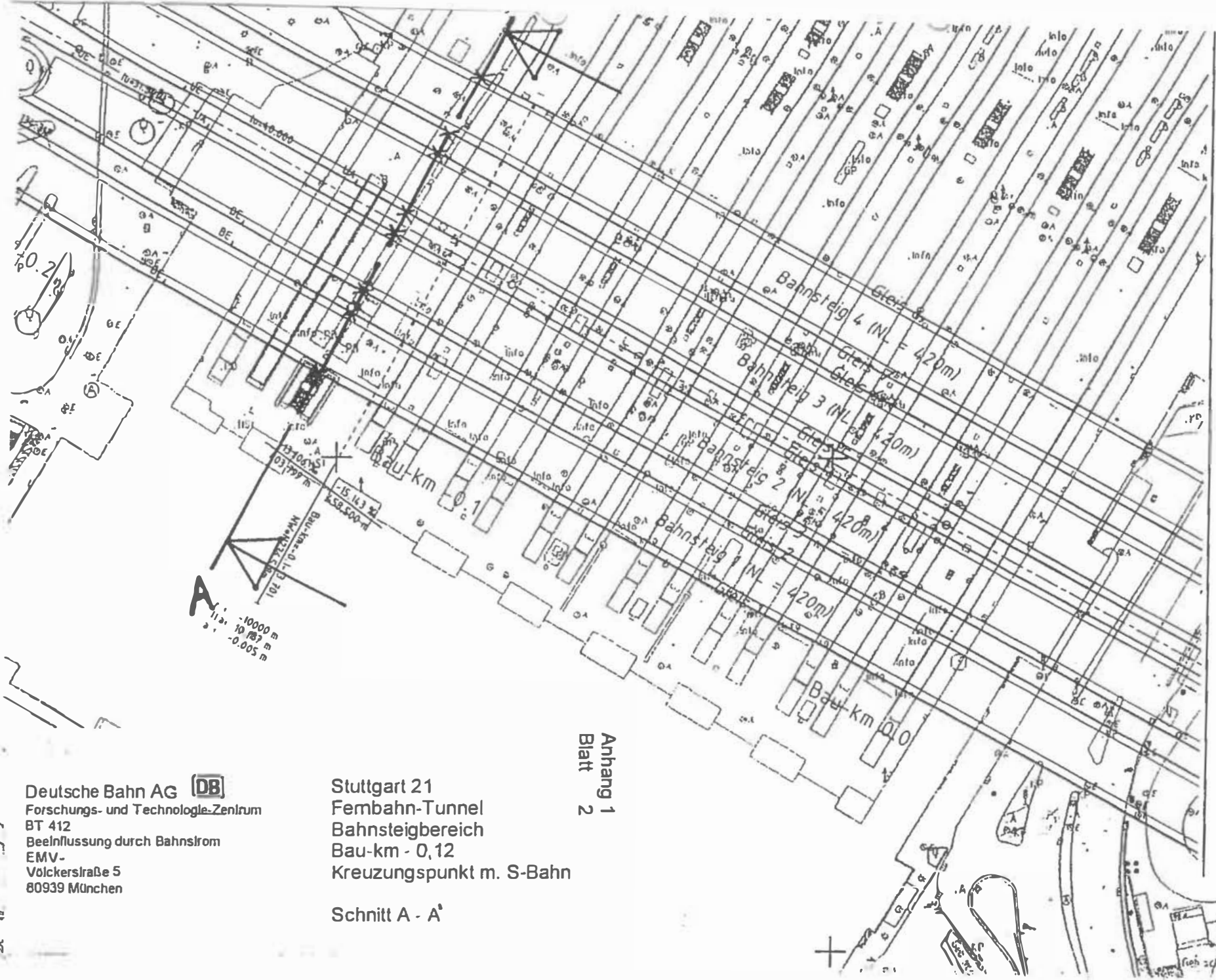
M. Angerer/R. Wiesner  
EMF 1.03  
STG21-1 30.04.1998  
C:\EMF\15

Anhang 1  
Blatt 1





DB Projekt  
Stuttgart 21



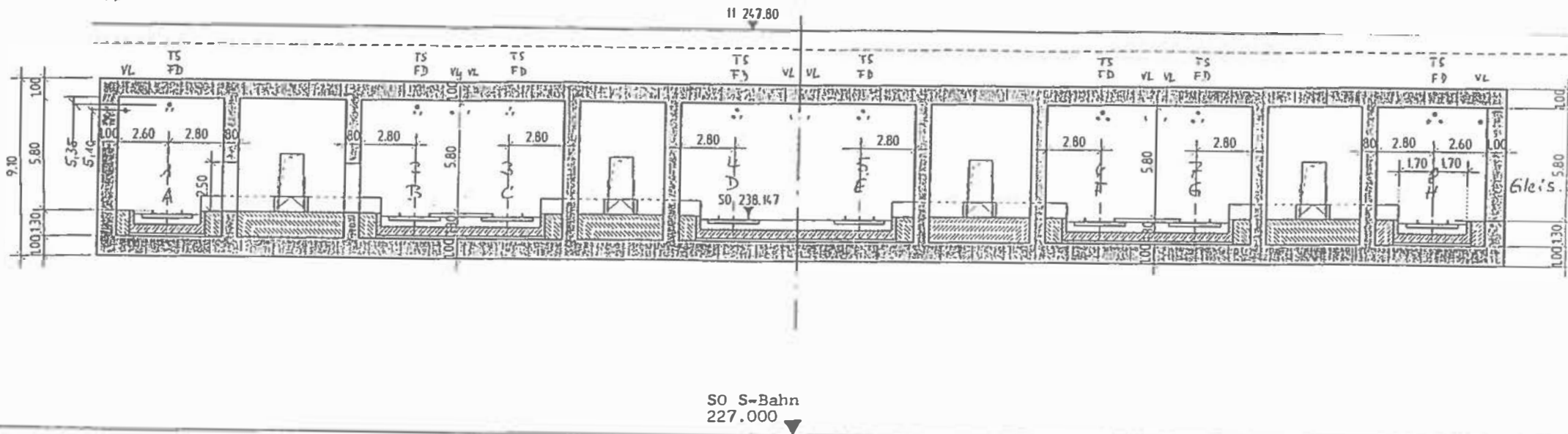
Deutsche Bahn AG   
Forschungs- und Technologie-Zentrum  
BT 412  
Beeinflussung durch Bahnstrom  
EMV-  
Volckersstraße 5  
80939 München

Stuttgart 21  
Fernbahn-Tunnel  
Bahnhofsteigbereich  
Bau-km - 0,12  
Kreuzungspunkt m. S-Bahn  
  
Schnitt A - A'

Anhang 1  
Blatt 2

$TS = 99^2 C_u$   
 $FD = 2 \times R_i 100$   
 $VL = 240^2 A_l$

### Schnitt A-A

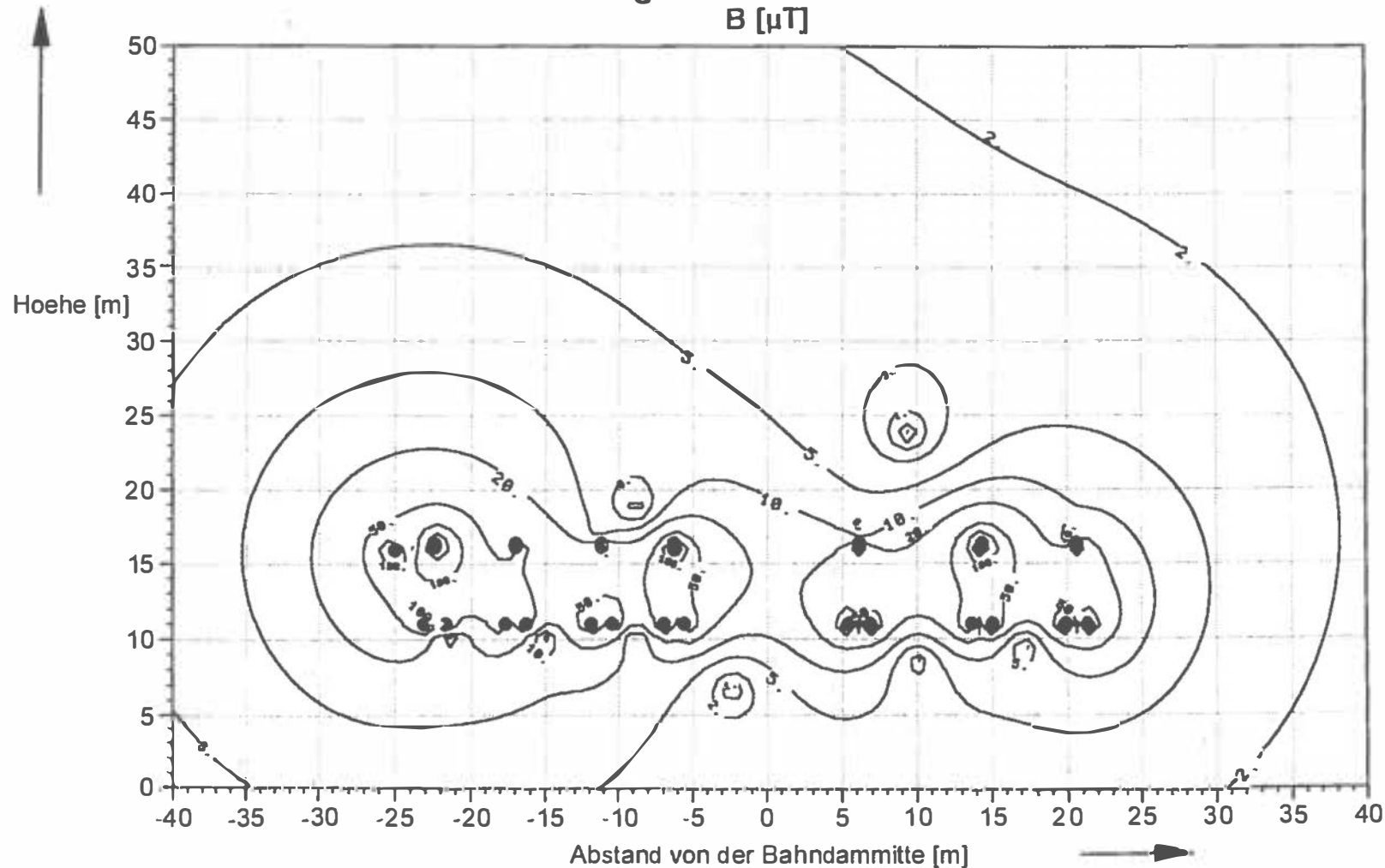


## Anhang 2

Magnetische Induktion im Bereich Südkopf  
(siebengleisige Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV),  
Lageplan des Querschnitts B – B', Querschnitt

REFINE 9 026

## Nachweis 26. BImSchV/Monitorbeeinflussung

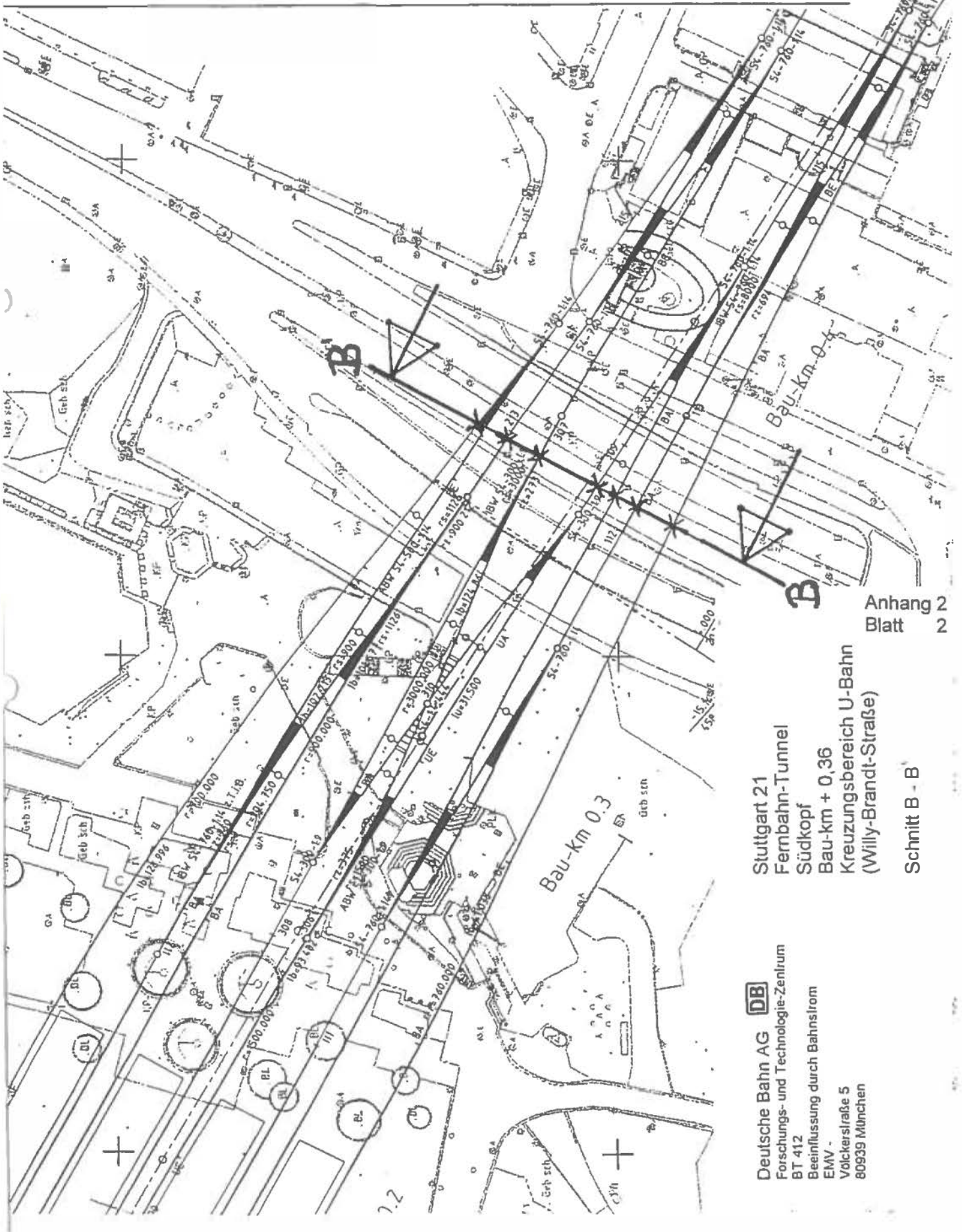


Copyright (C) SIEMENS AG 1998 All Rights Reserved

**Magnetische Induktion in der Umgebung der Anlage**  
**Stuttgart 21, Fernbahn-Tunnel Südkopf, Bau-km +0,36**  
**je 1 gleichzeitige ICE 3/IC-Anfahrt (worst-case-Betriebsbedingungen)**

M. Angerer/R. Wiesner  
EMF 1.03  
STG21-3 04.05.1998  
C:\EMF\15

Anhang 2  
Blatt 1



Deutsche Bahn AG **DB**  
 Forschungs- und Technologie-Zentrum  
 BT 412  
 Beeinflussung durch Bahnstrom  
 EMV -  
 Volkersstraße 5  
 80939 München

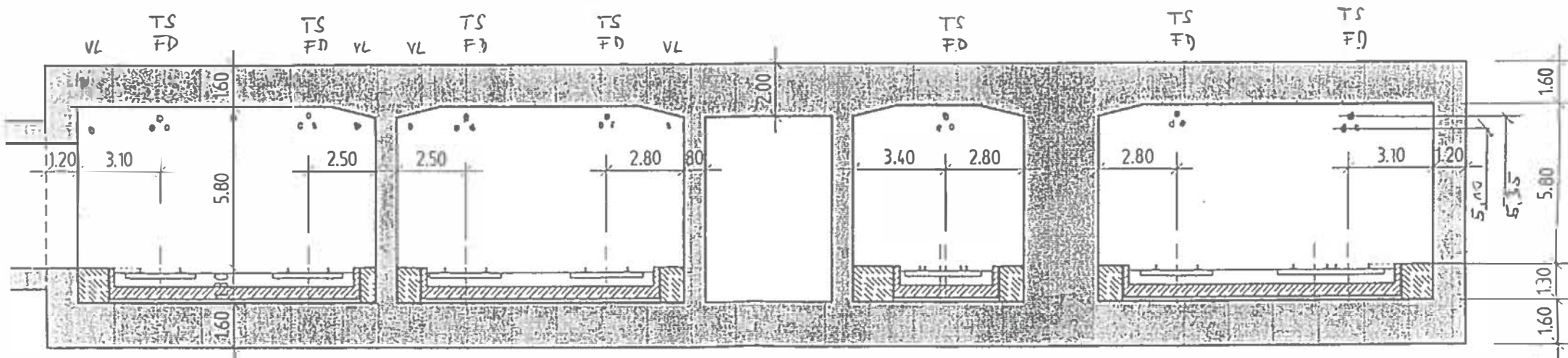
Stuttgart 21  
 Fernbahn-Tunnel  
 Südkopf  
 Bau-km + 0,36  
 Kreuzungsbereich U-Bahn  
 (Willy-Brandt-Straße)

Schnitt B - B


Anhang 2  
 Blatt 2

Schnitt B-B'

HAS Plo.



$TS = 95^2 C_L$   
 $FD = 2 \times R_i 100$   
 $VL = 240^2 A_L$

Deutsche Bahn AG   
 Forschungs- und Technologie-Zentrum  
 BT 412  
 Beeinflussung durch Bahnstrom  
 EMV-  
 Volckersstraße 5  
 80939 München

Stuttgart 21  
 Fernbahn-Tunnel  
 Südkopf  
 Bau-km + 0,36  
 Kreuzungsbereich U-Bahn  
 (Willy-Brandt-Straße)

Schnitt B - B'

## Anhang 3

Magnetische Induktion im Bereich Nordkopf  
(sechsgleisige Fernbahnstrecke mit Oberleitung, 15 kV),  
Lageplan des Querschnitts C – C', Querschnitt

## Nachweis 26. BImSchV/Monitorbeeinflussung

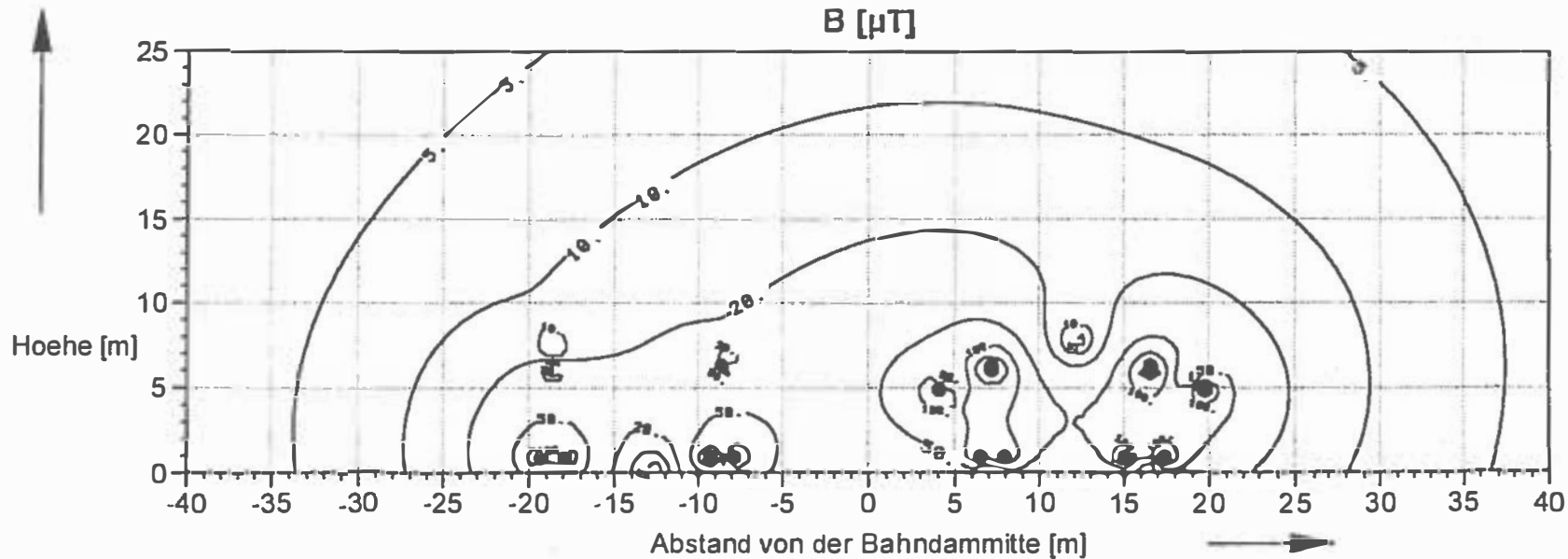
--Annahmen--

Zugeinfahrt

Zugeinfahrt

Zugausfahrt ICE3

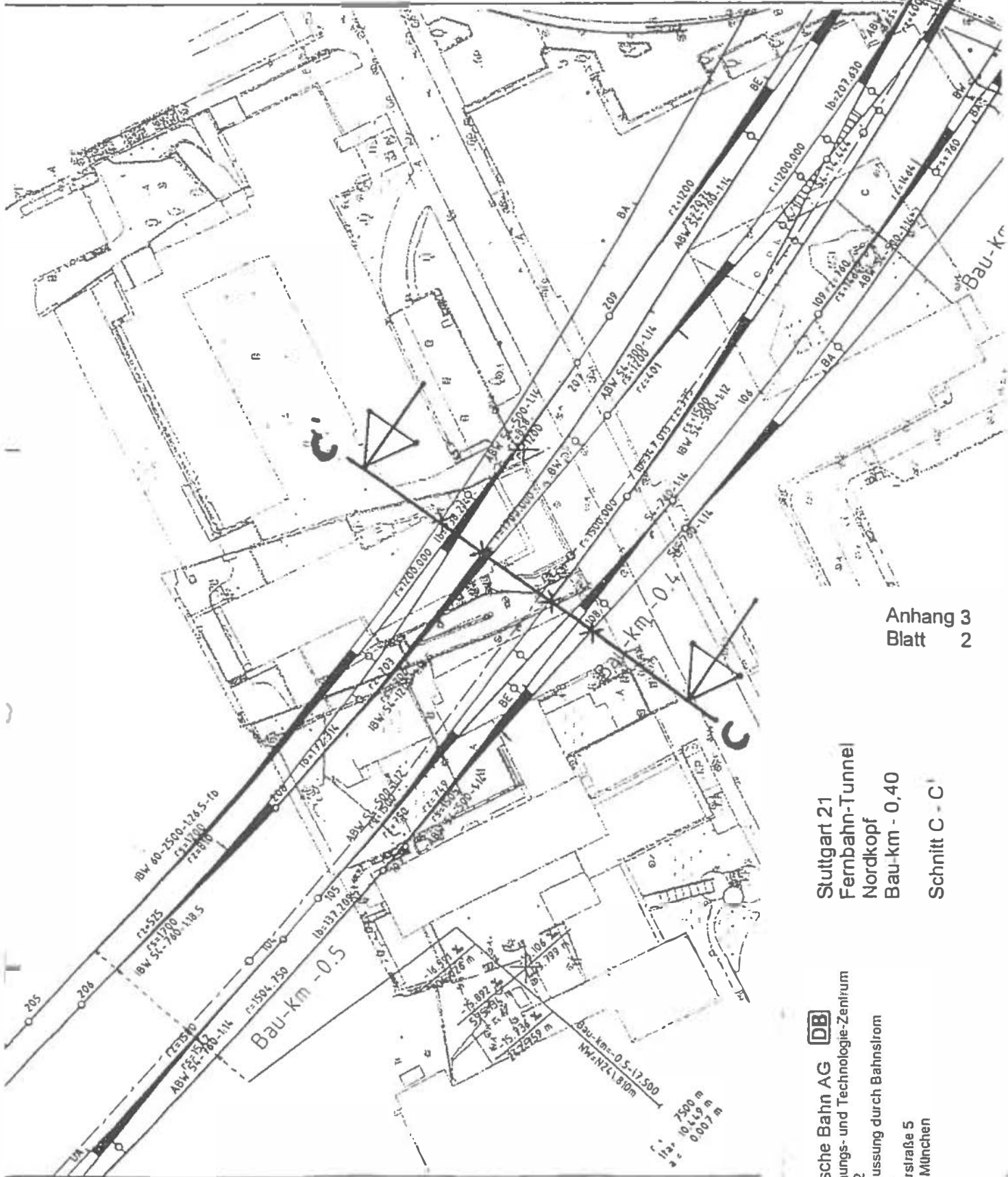
Zugausfahrt IC



Magnetische Induktion in der Umgebung der Anlage  
Stuttgart 21, Fernbahn-Tunnel Nordkopf, Bau-km -0,40  
je 1 gleichzeitige ICE 3/IC-Anfahrt (worst-case-Betriebsbedingungen)

M. Angerer/R. Wiesner  
EMF 1.03  
STG21-2 09.03.1999  
C:\EMF\15





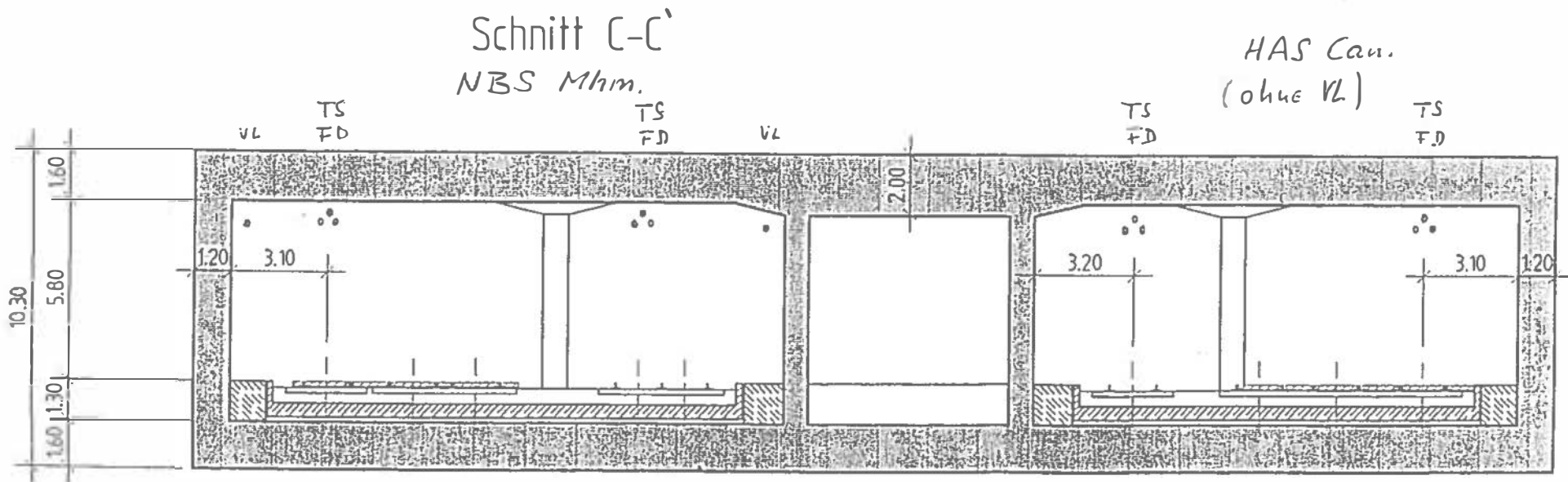
Anhang 3  
 Blatt 2


Stuttgart 21  
 Fernbahn-Tunnel  
 Nordkopf  
 Bau-km - 0,40  
 Schnitt C - C'

Deutsche Bahn AG **DB**  
 Forschungs- und Technologie-Zentrum  
 BT 412  
 Beeinflussung durch Bahnsitrom  
 EMV -  
 Volkersstraße 5  
 80939 München



# DB Projekt Stuttgart 21



Deutsche Bahn AG   
Forschungs- und Technologie-Zentrum  
BT 412  
Beeinflussung durch Bahnstrom  
EMV-  
Völckersstraße 5  
80939 München

Stuttgart 21  
Fernbahn-Tunnel  
Nordkopf  
Bau-km - 0,40

Schnitt C - C'