



CREOS Luxembourg S.A.  
2, rue Thomas Edison  
L-1445 Strassen

Références : 97705  
Dossier suivi par : Charel Gleis  
Tél. : (+352) 247-86872  
E-mail : charel.gleis@mev.etat.lu

Luxembourg, le **28 MARS 2024**

**Objet :** Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE)  
Evaluation du projet « 380 – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem  
Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de Lorentzweiler,  
Steinsel, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange– avis sur la deuxième version du  
rapport d'évaluation

Madame, Monsieur,

Le projet sous rubrique figure au point 36 de l'annexe I du règlement grand-ducal du 15 mai 2018 établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement.

En date du 22 décembre 2023, le maître d'ouvrage Creos Luxembourg S.A. a soumis pour avis le rapport d'évaluation. Vous trouverez en annexe l'avis établi par l'autorité compétente au sujet du rapport d'évaluation « UVP - Bericht für die geplante Modernisierung einer Hochspannungsleitung und den Bau einer Umspannanlage auf der Strecke Bofferdange - Bertrange – 2 Auflage » du 12 décembre 2023, élaboré par le bureau d'études Oeko-Bureau s.à r.l.. Afin de faciliter les consultations transfrontalières avec les autorités allemandes pour le tracé Bofferdange-Aach (D)<sup>1</sup>, l'avis du ministère pour ce tracé est également rédigé en langue allemande.

L'avis qui suit comprend également les avis des autres autorités avec des responsabilités spécifiques en matière environnementale (voir liste en annexe).

Au vu des avis reçus, et notamment l'étude sur les effets cumulatifs présentée par la commune de Junglinster, le maître d'ouvrage et le bureau d'études sont invités à se prononcer dans un document à part sur cette étude et les demandes d'informations supplémentaires.

En outre, l'autorité compétente demande en parallèle encore un avis supplémentaire sur la prédite étude aux autorités ayant des compétences spécifiques en la matière, à savoir l'Administration de l'environnement, le Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale, le Ministère de l'Economie - Direction générale Énergie.

---

<sup>1</sup> Réf. 97708



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité

Sur demande du maître d'ouvrage une réunion de concertation avec les autorités ayant fourni une contribution pourra être organisée dans les meilleurs délais.

Je vous prie d'agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes sentiments les plus distingués.

Serge Wilmes  
Ministre de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité



N° Dossier: 97705		
Projet CREOS Bofferdange-Bertrange		
EIE Phase:	Rapport (2 <sup>ème</sup> Version)	
Autorité	Saisine	Avis
Administration de la nature et des forêts	oui	19.02.2024
Administration de la gestion de l'eau	oui	04.03.2024
Administration de l'environnement	oui	14.03.2024
Inspection du travail et des mines	oui	21.02.2024
Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale	oui	15.02.2024
Institut national de recherches archéologiques	oui	21.02.2024
Ministère de la Mobilité et des Travaux publics - Direction de l'aviation civile	oui	26.02.2024
Ministère de l'Economie - Direction générale Énergie	oui	21.02.2024
Ministère du Logement et de l'Aménagement du territoire – Département de l'Aménagement du territoire	oui	-
Institut national pour le patrimoine architectural	oui	-
Administration communale de Lorentzweiler	oui	20.02.2024
Administration communale de Steinsel	oui	04.03.2024
Administration communale de Walferdange	oui	31.01.2024
Administration communale de Lintgen	oui	04.03.2024
Administration communale de Mersch	oui	-
Administration communale de Kopstal	oui	30.01.2024
Administration communale de Luxembourg	oui	19.02.2024
Administration communale de Strassen	oui	29.01.2024
Administration communale de Bertrange	oui	19.02.2024
Administration communale de Mamer	oui	-
Administration communale de Fischbach	oui	19.02.2024
Administration communale de Junglinster	oui	01.03.2024



## **Stellungnahme des Ministeriums für Umwelt, Klima und Biodiversität zur zweiten Version des UVP-Berichtes**

Der „UVP-Bericht für die geplante Modernisierung einer Hochspannungsleitung und den Bau einer Umspannanlage auf der Strecke Bofferdange - Bertrange)“ 2. Auflage vom 12 Dezember 2023 wurde von Oeko-Bureau (EIE-Zulassung bis zum 31 Oktober 2026) erstellt.

Die folgenden Feststellungen und Anmerkungen sind für die Fertigstellung des UVP-Berichtes zu berücksichtigen. Die verbleibenden Punkte sind aus praktischen Gründen in einem separaten Dokument, welches dem UVP-Bericht beigelegt wird, zu behandeln.

### **1. Allgemeines**

- 1.1. Die vorgeschlagenen Maststandortbereiche mit ihren jeweiligen Umweltauswirkungen, sowie die Vorschläge für die notwendigen Anpassungen der Maststandorte im Rahmen der anschließenden Genehmigungsprozeduren sind im UVP-Bericht ausreichend dargestellt. Bei der Festlegung der finalen Standorte müssen die jeweiligen Datenblätter der Masten für die Genehmigungsanfragen aktualisiert werden.

### **2. Beschreibung des Projektes**

- 2.1. Der Anhang 2 „Übersichtspläne“ ist aus Transparenzgründen im Hinblick auf die Bevölkerungsbeteiligung mit einem Übersichtsplan mit den jeweiligen Maststandorten mit Angabe der Mastbezeichnungen zu ergänzen.

### **3. Bewertung des Projektes**

#### **3.1. Bevölkerung und menschliche Gesundheit**

- 3.1.1 Bezüglich des Schutzgutes „Bevölkerung und menschliche Gesundheit“ wird auf das Dokument „Recommandations luxembourgeoises concernant les lignes électriques aériennes et souterraines et les stations de transformation à haute et très haute tension (65 kV, 110 kV, 220 kV, 380 kV)“ hingewiesen, welches in der Stellungnahme der „Direction générale Energie“ des Wirtschaftsministeriums übermittelt wurde. Es wird bestätigt, dass der UVP-Bericht diesen Empfehlungen Rechnung trägt.
- 3.1.2 Der UVP-Bericht wurde mit einer Karte ergänzt, welche die bestehenden, verbleibenden und abzubauenen Hochspannungsleitungen (65-380 kV; oberirdisch und unterirdisch) zeigt. Des Weiteren befinden sich im UVP-Bericht allgemeine Aussagen zu kumulativen Auswirkungen von Leitungen. Zu etwaigen kumulativen Auswirkungen der 380kV Leitung mit bestehenden Hochspannungsleitungen wurde eine verbal-argumentative Bewertung geliefert.



### 3.2. Biologische Vielfalt

#### *Europäische Schutzgebiete (Natura 2000)*

- 3.2.1. Der UVP-Gutachter stellt in den aktualisierten FFH-Verträglichkeitsprüfungen mit den aktuellen Maststandortbereichen der untersuchten Varianten fest, dass die Erhaltungsziele der betroffenen Natura 2000 Gebiete mit entsprechenden Vermeidungsmaßnahmen nicht beeinträchtigt werden. Diese Feststellung ist auf der Ebene der Genehmigungsprozeduren nach der Festlegung der finalen Maststandorte zu überprüfen.

#### *Artikel-17-Biotop / Habitate*

- 3.2.2. Der vorgelegte UVP-Bericht liefert eine gute Übersicht der betroffenen Biotop und Habitaten pro Maststandortbereich. Für den Antrag der Naturschutzgenehmigung müssen die notwendigen Ausgleichsmaßnahmen (Kompensation, Schadensbegrenzung, etc.) pro Maststandort oder Leitungsabschnitt angegeben werden.

### 3.3. Fläche und Boden

Keine Anmerkungen

### 3.4. Wasser

- 3.4.1. Bezüglich des Schutzgutes „Wasser“ hat sich ergeben, dass verschiedene Maststandorte im Rahmen der Detailplanung auf der Genehmigungsebene voraussichtlich verschoben werden müssen (siehe auch die Stellungnahme der Wasserverwaltung). Wie im UVP-Bericht dargelegt ist darauf zu achten, dass durch diese Maßnahme keine erheblichen Auswirkungen auf andere Schutzgüter entstehen.

### 3.5. Luft und Klima

Keine Anmerkungen

### 3.6. Sachgüter und kulturelles Erbe

- 3.6.1. Bezüglich des Schutzgutes Sachgüter und kulturelles Erbe muss geprüft werden, ob die finalen Maststandorte eventuell Auswirkungen auf diese Schutzgüter haben (z.B. geschützte Wegekreuze).



### **3.7. Landschaft**

Keine Anmerkungen

### **3.8. Kumulative Auswirkungen**

Keine Anmerkungen

### **3.9. Risiken schwerer Unfälle und/oder von Katastrophen**

Keine Anmerkungen



CREOS Luxembourg S.A.  
2, Rue Thomas Edison  
**L-2084 Luxembourg**

19 Februar 2024

**Concerne :** **Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE)**

**Dossier 97705 - Evaluation du projet « 380 – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange – Demande d'avis sur la deuxième version (adaptation) du rapport d'évaluation.**

**Dossier 97708 - Evaluation du projet « 380 Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Aach (DE) » sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinseil, Niederanven, Junglinster, Fischbar, Bech, Biwer, Betzdorf, Manternach, Mertert et Rosport-Mompach - Demande d'avis sur la deuxième version (adaptation) du rapport d'évaluation.**

### **Allgemeines**

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Biodiversität hat die Bezirke Osten, Süden, Zentrum-Westen und Zentrum-Osten der Naturverwaltung beauftragt eine Stellungnahme bezüglich des angepassten Umweltverträglichkeitsberichts (UVP-Bericht) im Rahmen der Errichtung bzw. Modernisierung einer 380kV-Höchstspannungsleitung von Aach (DE) über Bofferdange nach Bertrange sowie den Bau einer 380/220/110-65kV-Umspannanlage (Innenraumschaltanlage und Transformatoren im Freien) auf dem Plateau östlich von Bofferdange zu erstellen. Der Neubau ersetzt die bestehende 220kV-Leitung und ermöglicht es die grenzüberschreitende Übertragungskapazität zwischen Deutschland und Luxemburg so zu erhöhen, dass zukünftig potenzielle Einschränkungen der Energieversorgung in Luxemburg verhindert werden können.

Der UVP-Bericht vom 30. September 2022 wurde auf Basis der Stellungnahme vom Ministerium für Umwelt, Klima und Biodiversität durch das Planungsbüro Oeko-Bureau s.à r.l. angepasst und ergänzt. Die Aktualisierung des UVP-Berichts beinhaltet unter anderem die Festlegung potentieller Maststandorte, Ergänzungen und Aktualisierungen bezüglich der Bauphase und des Rückbaus sowie der geplanten Umspannstation, die Bewertung der alternativen Mikro-Variante CR181, Ergänzungen und Aktualisierungen der Bewertung der Natura2000-Verträglichkeit (Oeko-Bureau, 2023), der Bewertung der

Auswirkungen auf Schutzgebiete von nationalem Interesse, eine Aktualisierung der faunistischen Studien der beiden Büros Ecorat (Ecorat, 2023) und Milvus (Milvus, 2023) sowie eine hydro-geologische Stellungnahme des Büros Geoconseils (2023).

Des Weiteren wurde in dem angepassten UVP-Bericht eine abschnittbezogene Plangrundlage in Form von Steckbriefen mit (provisorischen) Maststandorten für die Detailvarianten erarbeitet. Neben den Standorten und der Masthöhe wurden ebenfalls die Zuwegungen und Baufenster, potenziellen Auswirkungen auf die Schutzgüter und möglichen Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen untersucht und bewertet. Die Maststandorte wurden so ausgewählt, dass weitestgehend eine Zufahrt über bestehende Wege gewährleistet werden kann.

Die Masthöhen reichen von 45 bis 75 Meter. Eine maximale Höhe von 100 Metern wird bei Waldüberspannungen erreicht. Der maximale Abstand zwischen zwei Masten beträgt ca. 480 Meter. Für jeden Maststandort werden temporär Baustellen- und Lagerflächen sowie schwerlastfähige Zuwegung von 3,5 bis 4 Meter benötigt.

Der Rückbau der bestehenden 220kV- und 65kV-Leitungen und Umspannanlagen wurde im UVP-Bericht von Oekobureau detaillierter untersucht. Durch einen gezielt geplanten Rückbau der alten Maststandorte können Auswirkungen des Gesamtprojekts auf die Schutzgüter (u.a. Landschaftsbild, Biotop, Habitate, geschützte Arten, etc.) reduziert werden. Auch für den Rückbau sind temporäre Zuwegungen und Baufelder erforderlich, hier müssen ebenfalls Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen berücksichtigt werden, falls Rodungen auf sensiblen Standorten durchgeführt werden.

Die faunistischen Studien schlagen artspezifisch erforderliche Vermeidungs-, Minderungs- und Kompensationsmaßnahmen vor. Ein detailliertes artenschutzrechtliches Kompensationskonzept muss nach Festlegung der finalen Trassen und den definitiven Maststandorte im Rahmen der naturschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren festgelegt werden. Die standortspezifischen Impakte sind vor Ort zu definieren. Hierzu gehören ebenfalls die Zuwegungen für die Bauphase und spätere Betrieb, welche die Begutachtung der zu fällenden Bäume auf Vogel- oder Fledermausbesatz mit sich bringen. Kleinräumige Verschiebungen der Maststandorte und Zuwegungen können Auswirkungen auf nationale Schutzgebiete, Trinkwasserschutzgebiete, geschützte Arten, Biotop und Habitate mit sich bringen. Die Fledermausstudie wurde durch eine Bewertung der Maststandorte bezüglich des Quartierpotentials vorhandener Bäume und demnach Empfehlungen zur Konfliktminimierung ergänzt. Allgemein sollten Maststandorte außerhalb von höherwertigen Wäldern vorgesehen werden. Die Studie von eco rat wurden durch eine Tabelle der planungsrelevanten Vogelarten mit deren Präsenz und Empfindlichkeit im Plangebiet ergänzt.

Eine hydro-geologische Stellungnahme (Geoconseils, 2023) wurde zu den potenziellen Auswirkungen auf das Grundwasser in Trinkwasserschutzgebieten ausgearbeitet. Insgesamt befinden sich 51 Masten der Detailvarianten des 380kV-Gesamtprojektes in provisorischen oder nicht provisorischen Trinkwasserschutzzonen.

Wie bereits in der ersten Stellungnahme erläutert, soll weitestgehend auf Maststandorte innerhalb von Wäldern verzichtet werden. In den Steckbriefen zu den Maststandorten sind die Baufenster dargestellt, die im Wald auf ein Minimum reduziert werden müssen. Auch wenn die Baustellenfläche nach Inbetriebnahme der Leitung nicht mehr benötigt wird, ist der sensible Waldboden durch die Rodungen sowie das Befahren des Bodens mit schweren Maschinen dauerhaft geschädigt. Dies führt zu einer



Verschlechterung des Waldklimas. Sammelstellen im Offenland sollten hierfür vermehrt genutzt werden und das Wegenetz sollte so gewählt werden, dass so wenig wie möglich neue Schneisen im Wald angelegt werden müssen. Zusätzlich sollen bestehende und schmalere Wege nicht verbreitert werden.

### **Abschnitt Bertrange – Tossenber**

Keine neuen Anmerkungen.

### **Abschnitt Bambësch**

Keine neuen Anmerkungen.

### **Abschnitt Bridel**

Für den Abschnitt Bridel wurde neben der Variante Biergerkräiz (4 neue Masten und 1,1 km Freileitung) in der Aktualisierung des UVP-Berichts eine alternative Mikro-Variante CR181 (4 neue Masten und 1,2 km Freileitung) ausgearbeitet. Bezüglich der Einsehbarkeit und Unberührtheit der Landschaft, Biotope und Habitate werden bei der alternativen Mikro-Variante geringere Auswirkungen erwartet. Die Variante quert das Natura2000-Schutzgebiet LU0001018 sowie das auszuweisende nationale Naturschutzgebiet Roudebësch. Ein Großteil der Waldgebiete kann durch diese Variante und im Rahmen von kleinräumigen Optimierungen und Verschiebungen der Maststandorte überspannt werden. Die neue Variante CR181 verläuft näher am CR, so dass im Vergleich zur Variante Biergerkräiz die Auswirkungen auf das Landschaftsbild leicht reduziert werden können. Die südlichen Maststandorte sollen in das nördlich angrenzende Offenland verschoben werden (vgl. nachfolgendes Luftbild). Die Mikro-Variante CR181 wird empfohlen.

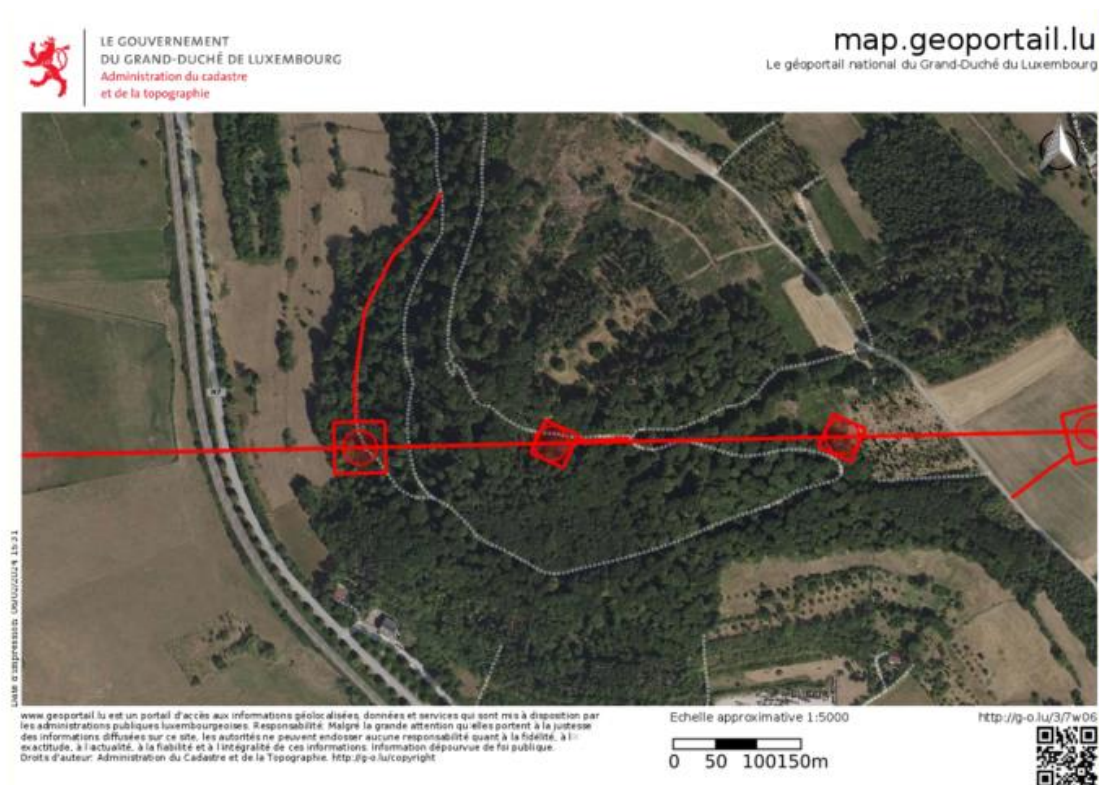


## Abschnitt Kléngelbur

Für den Abschnitt Kléngelbur wurden die möglichen Maststandorte der Detailvariante Kléngelheck eingehender untersucht. Der Abschnitt beträgt 3 km und insgesamt 10 mögliche Maststandorte.

## Abschnitt Alzettetal-Steinseler-Plateau

Von den ursprünglich 7 untersuchten Varianten des Abschnitts Alzettetal - Steinseler Plateau wurden die beiden Detailvarianten Variante 2 (18 neue Masten und 6,5 km Freileitung) und Variante 7 (20 neue Masten und 6,2 km Freileitungen) zurückbehalten und jeweils die möglichen Maststandorte eingehender untersucht. Die Trasse der Variante 7 ist etwa 300 m kürzer als die Variante 2, jedoch sind für die Überspannung von Wäldern zwei zusätzliche Masten erforderlich. Bei Variante 7 werden einige Maststandorte in einem steilen bewaldeten Hang in einem unberührten Seitental aufgebaut, das nördliche Steinseler Plateau könnte jedoch so für andere Nutzungen nutzbar bleiben. Variante 2 wird empfohlen, sie durchquert am wenigsten Waldfläche und die Maststandorte könnten entlang des bestehenden Weges auf dem Steinseler Plateau verlaufen, so dass die Zufahrten auf ein Minimum reduziert werden könnten. Die definitive Auswahl der östlichen Maststandorte müssen so gewählt werden, dass die Felsen im Hang während der Bauarbeiten nicht beschädigt werden (vgl. nachfolgendes Luftbild).



## Abschnitt Lorentzweiler-Nord

Der Abschnitt Lorentzweiler - Nord beträgt 3,3 km und insgesamt 12 mögliche Maststandorte. Dieser Abschnitt durchquert das nationale Schutzgebiet Gréngewald (in der Ausweisungsprozedur) und die ZPS Weissbaach. Durch kleinräumige Standortanpassung kann für diesen Abschnitt die Betroffenheit verringert werden.

## **Umspannstation Bofferdange**

Die Detailvarianten 2 und 4 wurden als mögliche Standorte für die Umspannanlage nahe der Ortschaft Bofferdange identifiziert und dementsprechend genauer untersucht. Die Aktualisierung des UVP-Berichts enthält Ergänzungen zu dem Platzbedarf, den Dimensionen der einzelnen Gebäude, den Zuwendungen sowie den Anschlüssen bestehender Leitungen. Die definitive Fassadengestaltung der Umspannstation wurde noch nicht bestimmt. Es wurden neue Datengrundlagen (Geoconseils, 2023) zur potenziellen Betroffenheit von Grundwasserleitern in Trinkwasserschutzgebieten ausgearbeitet. Bei einer Errichtung der östlichen Standortvariante 2 wären weniger 380kV-Masten notwendig, jedoch ist die von Süden kommende 220kV- Leitung durch zusätzliche Masten bis zur Umspannstation zu führen. Bei einer Errichtung der westlich gelegenen Standortvariante 4 verhält es sich umgekehrt. Varianten 2 und 4 wurden bereits in der ersten Stellungnahme empfohlen.

## **Abschnitt Bofferdange – Junglinster**

Der Bericht wurde entsprechend der ministeriellen Stellungnahme an die neue großherzogliche Verordnung vom 28. Oktober 2022 bezüglich des Natura2000 Gebietes LU0001022 Gréngewald angepasst. Die großherzogliche Verordnung, welche die Ausweisung des nationalen Naturschutzgebietes „Gréngewald“ festlegt ist am 24. Januar 2023 in Kraft getreten ist. In Artikel 4 8° ist die Ausnahmeregelung für den Bau von Hochspannungsleitungen festgelegt.

Eine Überprüfung der Variante Asselscheier-Bourglinster Nord wie in Punkt 3.2.6. gefordert, erfolgte nicht, da keine Maststandorte in diesem Abschnitt in der Natura2000 Zone vorgesehen sind und demnach keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten sind.

Im Abschnitt Bofferdange-Junglinster verläuft die Variante Asselscheier-Bourglinster-Nord durch das nationale Naturschutzgebiet Amberkneppchen, dessen großherzogliche Verordnung dies nicht erlaubt. Demnach wäre für die Umsetzung eine Anpassung der Verordnung notwendig. Das Büro schlägt hierfür eine Anpassung des nationalen Naturschutzgebiets durch eine Erweiterung des Gebietes im Norden/Nordosten und eine Reduzierung im Süden.

Von den ursprünglich 7 untersuchten Varianten des Abschnitts Bofferdange - Junglinster wurden die Detailvarianten Kléngelscheier - Nord (20 Masten und 6,5 km Freileitung) und Bourglinster – Ost (20 Masten und 6,6 km Freileitung) identifiziert und jeweils die möglichen Maststandorte eingehender untersucht. Die Variante Kléngelscheier - Nord quert das ausgewiesene nationale Schutzgebiet Amberkneppchen. Für das von der Variante Bourglinster - Ost gequerte nationale Schutzgebiet Gréngewald, welches sich noch in der Ausweisungsprozedur befindet, ist eine Ausnahmeregelung vorgesehen, welche die Querung von 380kV-Trassen ermöglicht. Durch eine Verschiebung von Maststandorten der Variante Bourglinster-Ost heraus aus dem Grewald könnte die Anzahl der Waldstandorte und die Einsehbarkeit reduziert werden.

Die Variante Bourglinster - Ost hält einen großen Abstand zu Siedlungskörpern ein, diese Variante wird empfohlen.

## **Abschnitt Junglinster – Belenhaff und Abschnitt Berbourg-Moesdorf**

Für den Abschnitt Berbourg-Moesdorf und Junglinster- Belenhaff erfolgte die Durchführung der Phase 3 der Verträglichkeitsprüfung. Die Entwicklung von Alternativen erfolgte nicht mit der Begründung seitens des Büros, dass die Auswirkungen auf die Umwelt bei diesen Alternativen viel signifikanter wären und, dass für diese sich demnach auch die Streckenführung verlängern würde und folglich mehr Maststandorte vorgesehen werden müssten. Das Büro kommt zum Entschluss, dass bei der Umsetzung der vorgeschlagenen Schadensbegrenzungsmaßnahmen keine erheblichen Auswirkungen auf die Schutzziele des Natura2000 Gebietes zu erwarten sind und folglich die Durchführung der Phase 4 nicht notwendig ist.

### **Variante „Hierbermillen Süd“**

Wie bereits in der ersten Stellungnahme erwähnt, orientiert sich die Variante Hierbermillen-Süd an der Bestandstrasse.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Maßnahmen in Kapitel 5.4 des UVP-Berichtes (S. 149) können negative Auswirkungen auf die verschiedenen Schutzgüter weitestgehend vermieden werden. Außerdem wurde festgestellt, dass durch diese Schadensbegrenzungsmaßnahmen keine erheblichen Auswirkungen auf die Natura 2000 Schutzgebiete und auf die Erhaltungsziele der Populationen der Arten Raubwürger (Revier seit 2012 nicht mehr besetzt) und Schwarzstorch erwartet werden. Trotzdem sollte die Brutzeit von bedrohten Arten respektiert werden.

Im Falle einer Biotopzerstörung muss eine Biotopbilanzierung vor dem Baubeginn erstellt werden. Des Weiteren ist vor und während der Bauphase darauf zu achten, dass die Baustelleneinrichtung nicht auf einem geschützten Biotop angelegt wird und kein Aushubmaterial auf Flächenbiotopen (Bsp. Mastnummer: BA61BMHS) zwischengelagert wird. Die genaue Zuwegung muss noch festgelegt werden und sollte sich auf ein Minimum beschränken. Der Rückbau ist nach Abschluss der Arbeiten erforderlich. Nach der Demontage der Freileitungsseile und der Masten werden die Fundamente zurückgebaut und der Standort in seinen ursprünglichen Zustand versetzt. Auch für den Rückbau sind temporäre Zuwendungen und Baufelder erforderlich, hier müssen ebenfalls Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen berücksichtigt werden. Während der gesamten Bauphase sollte eine ökologische Baubegleitung erfolgen.

## **Abschnitt Belenhaff – Berbourg**

Für den Abschnitt Belenhaff-Berbourg erfolgte eine Überprüfung der Variante am Faascht (3 Phase der Verträglichkeitsprüfung). Diese wurde ebenfalls in den faunistischen Studien ergänzend untersucht.

Die Variante am Faascht verläuft in weiten Teilen am Verlauf der bestehenden 220kV-Trasse. Die Variante am Faascht wurde im Hinblick auf den Raubwürger als vorrangige Variante in der Studie des Büros Ecorat bewertet. Im Vergleich zum Ist-Zustand sind somit nur geringe Veränderungen zu erwarten. Für das Schutzgut Pflanzen, Tiere, biologische Vielfalt werden mittlere Auswirkungen, insbesondere für die Avifauna (Raubwürger) und damit verbunden eine Natura2000-Verträglichkeit, erwartet.

Laut Planungsbüro ist die Variante am Faascht eine Optimierung der ursprünglichen Variante Graulinster und sorgt durch eine kleinräumige Verschiebung in das Waldgebiet Faascht für einen größeren Abstand zu bestehenden Wohngebäuden. Auch die artenschutzrechtlich sensiblen Bereiche (insb. Vogelarten des Offenlandes und der Feuchtgebiete) nördlich des Waldes und südlich von Beidweiler können so umgangen werden. Weitere artenschutzrechtliche Betroffenheiten können über Minderungs- und Kompensationsmaßnahmen hinreichend berücksichtigt und ausgeglichen werden. Die 25 Masten und 8,8km Freileitung der bestehenden 220kV-Leitung werden dabei im Rahmen des Projektes 380kV (Variante am Faascht) durch 26 Masten und 9km Freileitung ersetzt. Die Variante am Faascht verläuft dabei ohne direkte Ersatzneubauten großräumig parallel zur Bestandsleitung, im zentralen Abschnitt parallel 50m nach Süden versetzt, im östlichen Abschnitt nach Norden und im westlichen Abschnitt nach Süden versetzt. Allerdings muss eine Ausnahmeregelung für die Querung von 380kV-Trassen in den RGD der drei noch auszuweisenden NSG (NSG Reischwisen/ Groeknapp, Beidlerbaach/ Laangbaach und Bech/ Berbourg - Sauerbaach, Jakobsbiert) vorgesehen werden.

Da diese Variante Altholzbereiche entlang von Horsten der beiden geschützten Art Rot- und Schwarzmilan tangiert sowie Bereiche mit einer hohen Habitatqualität für Fledermäuse, wird im Gesamten von Ecorat die Variante Graulinster bevorzugt. Im Hinblick auf die letzten verbliebenen Raubwürgerreviere, wird die Variante am Faascht aus naturschutzfachlicher Sicht bevorzugt, wenn im Rahmen des Genehmigungsverfahrens durch Detailstudien entsprechende Kompensationsmaßnahmen umgesetzt werden können.

Unter Berücksichtigung von Schadensbegrenzungsmaßnahmen sind laut dem Büro keine erheblichen Auswirkungen auf den Raubwürger und den Kiebitz zu erwarten. Demnach wird vom Büro empfohlen diese Variante gegenüber der Variante Graulinster und Beidweiler-Süd vorzuziehen. Demnach ist die Durchführung der Phase 4 der Verträglichkeitsprüfung nicht notwendig.



Leudelange, 26/01/2024

**Concerne :** **Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE)**

**Dossier 97705 – Evaluation du projet « 380 – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange – Demande d'avis sur la deuxième version du rapport d'évaluation.**

Monsieur le Ministre,

Pour donner suite à votre demande du 10 janvier 2024, je me permets de vous fournir par la présente mon avis sur la deuxième version du rapport d'évaluation.

Comme convenu lors de la réunion de concertation du 07 décembre 2022 et vu la transnationalité du dossier, je me permets de vous adresser mon avis en langue allemande.

Der Antragsteller hat seinen Bericht infolge des Schreibens vom 26 Januar 2023 seitens des Umweltministeriums angepasst. Die jeweils betroffenen Punkte, welche in den Kompetenzbereich der Außenstelle Süden der Naturverwaltung fallen sind im Folgenden aufgelistet:

- Die Informationen zu den FFH-Gebieten wurden angepasst (3.2.1; 3.2.2; 3.2.3; 3.2.4)
- Die geforderte Anpassung bezüglich der nationalen Schutzgebiete (jetzt Seite 57) wurde realisiert (3.2.5); ebenso wurde keine Variante aufgrund der Querung eines Schutzgebietes per se ausgeschlossen. (3.2.7)
- Die von der ANF vorgeschlagene Mikrovariante „CR 181“ wurde genauer untersucht (2.6.)
- Das Thema Rückbau der bestehenden Masten wurden detaillierter beschrieben (1.7; 3.2.13; 3.2.15). Zudem werden kumulative Effekte mit bestehenden Leitungen beschrieben. (3.2.14)
- Die Faunistischen Studien wurden aktualisiert (3.2.8; 3.2.10; 3.2.11; 3.2.12)

- Die Steckbriefe mit den Maststandorten pro Abschnitt erlauben es die jeweiligen Varianten detaillierter zu betrachten (2.1; 3.2.16; 3.10)
- Der Gutachter schlägt gegebenenfalls Minderungsmaßnahmen für die betroffenen Arten vor (1.6; 3.2.9; 3.2.17)
- Die Informationen zum Landschaftsschutz wurden ebenfalls beigefügt (3.7.1.; 3.7.2)

### **Schlussfolgerung**

Der Antragsteller hat die gefragten Informationen geliefert. Sobald die einzelnen Varianten definiert sind, bleiben die standortspezifischen Impakte genau vor Ort zu definieren. Hierzu gehörten die genaue Zuwegung, mögliche Rodungen und genaue Begutachtung der zu fällende Bäume auf Vogel- oder Feldermausbesatz.

Der Antragsteller hat seinen Bericht derart ergänzt, dass zum jetzigen Zeitpunkt alle Informationen für meinen Kompetenzbereich vorliegen. Somit erlaube ich mir vorzuschlagen den Bericht anzunehmen.

Veillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de mes sentiments distingués.

Le Chef-adjoint de l'Arrondissement  
de la nature et des forêts Sud

Michel KRISCHEL



Schoenfels, der 9. Februar 2024

Monsieur Serge WILMES  
Ministère de l'Environnement,  
du Climat et de la Biodiversité

Akte N°: 97705-M-M & 97708-M-M-M  
Antragsteller: CREOS Luxembourg S.A.  
Gemeinden: Lorentzweiler, Lintgen, Steinsel, Kopstal

---

Betreff: E.I.E. Bericht Projekt "380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur zwischen Aach (D) und Bertrange, Teilabschnitt der Gemeinden Lorentzweiler, Lintgen, Steinsel, Kopstal – 2. Version

---

Sehr geehrter Herr Minister,

## 1. ALLGEMEINES

Nach Stellungnahme des Ministeriums für Umwelt, Klima und Biodiversität zum Umweltverträglichkeitsprüfungs-Bericht (UVP) für die geplante Modernisierung einer Hochspannungsleitung und den Bau einer Umspannanlage auf der Strecke Aach (D) und Bertrange vom 26 Januar 2023 wurde der UVP-Bericht vom 30. September 2022 von Oeko-Bureau s.à r.l. angepasst und ergänzt. Die Aktualisierung beinhaltet unter anderem die Festlegung potentieller Maststandorte, Ergänzungen und Aktualisierungen bezüglich der Bauphase und des Rückbaus, Ergänzungen bezüglich der Umspannstation, die Bewertung der alternativen Mikro-Variante CR181, Ergänzungen und Aktualisierungen der Bewertung der Natura2000-Verträglichkeit (Oeko-Bureau, 2023), Ergänzungen und Aktualisierungen der Bewertung von Auswirkungen auf nationale Schutzgebiete, eine Aktualisierung der faunistischen Studien von Ecorat (Ergänzungen Oktober 2023) und Milvus (Ergänzungen November 2023), sowie eine hydro-geologische Stellungnahme (Geoconseils, 2023).

Eine abschnittbezogene Plangrundlage in Form von Steckbriefen mit (wahrscheinlichen) Maststandorten für die Detailvarianten wurde erarbeitet. Neben den Standorten und der Masthöhe wurden auch die Zuwegungen und Baufenster, potenziellen Auswirkungen auf die Schutzgüter und spezifische Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen untersucht und bewertet. Die Maststandorte wurden so ausgewählt, dass weitestgehend eine Zufahrt über bestehende Wege gewährleistet werden kann. Zuwegungen zum Baufeld führen meistens über landwirtschaftlich genutzte Flächen und werden nach der Baumaßnahme wieder rückgebaut.

Durchschnittliche Masthöhen von 45 bis 75 Meter gewählt, maximal um 100 Meter bei Waldüberspannungen. Der maximale Abstand zwischen zwei Masten beträgt ca. 480 Meter. Für jeden Maststandort werden temporär Baustellen- und Lagerflächen sowie schwerlastfähige Zuwegung von 3,5 bis 4 Meter hergestellt.



Der Rückbau der bestehenden 220kV- und 65kV-Leitungen und Umspannanlagen wurde detaillierter berücksichtigt. Durch ihn können Auswirkungen des Gesamtprojekts (Landschaftsbild, Biotope, Habitate, geschützte Arten, etc.) reduziert werden. Durch den Rückbau der 220kV-Bestandstrasse und die Umsetzung eines neuen Standortes für die neue Umspannstation auf dem Bofferdanger Plateau werden Umweltauswirkungen in den Ortschaften Heisdorf, Helmsange, Steinsel und Müllendorf im Alzettetal verringert.

Nach Demontage der Freileitungsseile und der Masten werden die Fundamente rückgebaut und der Standort in seinen ursprünglichen Zustand versetzt. Alte Maststandorte könnten für Aufforstungen oder im Rahmen von Naturschutzprojekten genutzt werden um hier Lebensräume für geschützte Arten zu schaffen. Auch für den Rückbau sind temporäre Zuwendungen und Baufelder erforderlich, hier müssen ebenfalls Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen berücksichtigt werden, falls es zu Rodungen oder das Befahren sensibler Standorte kommt. Die Altanlage Heisdorf wird in Phasen vollständig abgebaut und durch eine neue kleinere Innenraumanlage auf einem benachbarten Grundstück (genauer Standort ist derzeit noch nicht bekannt) ersetzt.

Die avifaunistischen Studien schlagen artspezifisch erforderliche Vermeidungs-, Minderungs- und Kompensationsmaßnahmen vor. Ein detailliertes artenschutzrechtliches Kompensationskonzept kann nach Festlegung der finalen Trassen und definitiven Maststandorte im Rahmen der naturschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren festgelegt werden. Kleinräumige Verschiebungen der Maststandorte und Zuwendungen könnten Auswirkungen auf nationale Schutzgebiete, Trinkwasserschutzgebiete, geschützte Arten, Biotope und Habitate, Waldbetroffenheit oder steile Hangbereiche vermeiden oder mindern.

Eine hydro-geologische Stellungnahme (Geoconseils, 2023) wurde zu den potenziellen Auswirkungen auf das Grundwasser in Trinkwasserschutzgebieten ausgearbeitet. Insgesamt befinden sich 51 Masten der Detailvarianten des 380kV-Gesamtprojektes in provisorischen oder nicht provisorischen Trinkwasserschutzzonen.

Allgemein sollte weitestgehend auf Maststandorte innerhalb von Wäldern verzichtet werden (geringere Masthöhe im Offenland und Kulissen-Effekt durch den Wald als direkten Hintergrund der Leitungen). Auf den Steckbriefen zu den Maststandorten sind die Baufenster dargestellt, die im Wald auf ein Minimum reduziert werden müssen. Auch wenn die Baustellenfläche nachher nicht mehr beansprucht wird, ist der sensible Waldboden durch das Befahren der schweren Maschinen dauerhaft geschädigt und dies führt zu negativen Effekten auf das Waldklima. Sammelstellen im Offenland sollten hierfür vermehrt genutzt werden und das Wegenetz sollte so gewählt werden, dass so wenig wie möglich neue Schneisen im Wald angelegt werden müssen und bestehende, schmalere Wege nicht noch breiter aufgerissen werden müssen.

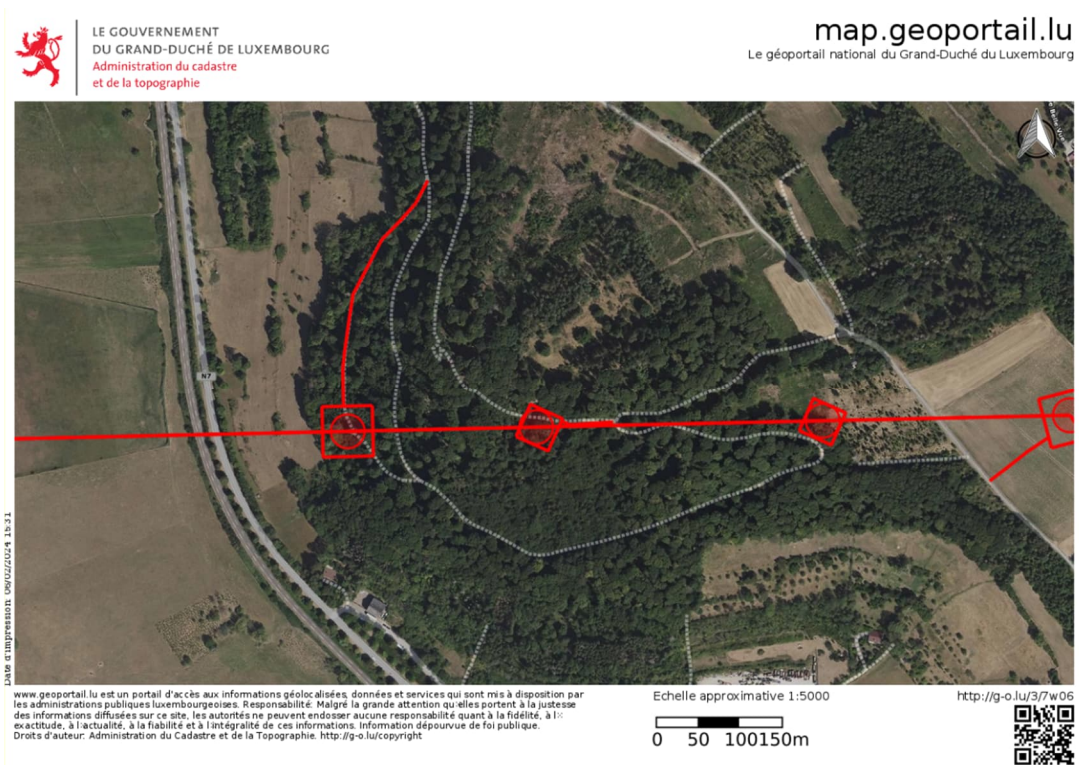
## 2. BEWERTUNG DER TEILSTÜCKE

Die Detailvarianten 2 und 4 wurden als mögliche Standorte für die Umspannanlage nahe Bofferdange identifiziert und dementsprechend genauer untersucht. Die Aktualisierung des UVP-Berichts enthält Ergänzungen zu dem Platzbedarf, den Dimensionen der einzelnen Gebäude, den Zuwendungen, den Anschlüssen bestehender Leitungen, etc. Die definitive Fassadengestaltung wurde noch nicht bestimmt. Es wurden neue Datengrundlagen (Geoconseils, 2023) zur potenziellen Betroffenheit von Grundwasserleitern in Trinkwasserschutzgebieten ausgearbeitet. Bei einer Errichtung der östlichen Standortvariante 2 wären weniger 380kV-Masten notwendig, jedoch ist die von Süden kommende 220kV-Leitung durch zusätzliche Masten bis zur Umspannstation zu führen. Bei einer Errichtung der westlich gelegenen Standortvariante 4 verhält es sich umgekehrt. Varianten 2 und 4 wurden bereits in der ersten Stellungnahme vom Bezirk Zentrum-Westen empfohlen.

Von den ursprünglich 7 untersuchten Varianten des Abschnitts Bofferdange - Junglinster wurden die Detailvarianten Kléngelscheier - Nord (20 Masten und 6,5 km Freileitung) und Bourglinster – Ost (20 Masten und 6,6 km Freileitung) identifiziert und jeweils die möglichen Maststandorte eingehender untersucht. Die Variante Kléngelscheier - Nord quert das ausgewiesene nationale Schutzgebiet Amberkneppchen. Für das von der Variante Bourglinster - Ost gequerte nationale Schutzgebiet Gréngewald, welches sich noch in der Ausweisungsprozedur befindet, ist eine Ausnahmeregelung vorgesehen, welche die Querung von 380kV-Trassen ermöglicht. Durch eine Verschiebung von Maststandorten der Variante Bourglinster-Ost heraus aus dem Gréngewald könnte die Anzahl der Waldstandorte und die Einsehbarkeit reduziert werden. Die Variante Bourglinster - Ost hält einen großen Abstand zu Siedlungskörpern ein, diese Variante wird empfohlen.

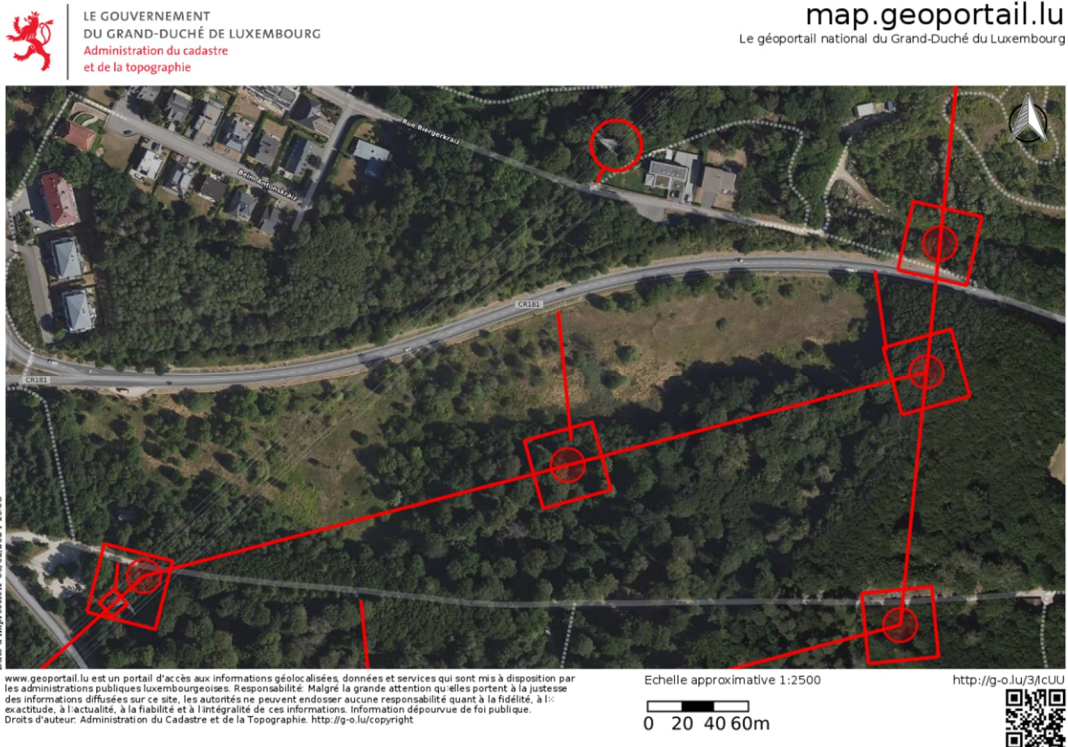
Der Abschnitt Lorentzweiler - Nord beträgt 3,3 km und insgesamt 12 mögliche Maststandorte. Dieser Abschnitt durchquert das nationale Schutzgebietes Gréngewald (in der Ausweisungsprozedur) und die ZPS Weissbaach. Durch kleinräumige Standortanpassung kann hier die Betroffenheit verringert werden.

Von den ursprünglich 7 untersuchten Varianten des Abschnitt Alzettetal - Steinseler Plateau wurden die beiden Detailvarianten Variante 2 (18 neue Masten und 6,5 km Freileitung) und Variante 7 (20 neue Masten und 6,2 km Freileitungen) zurückbehalten und jeweils die möglichen Maststandorte eingehender untersucht. Die Trasse der Variante 7 ist zwar etwas ca. 300m kürzer als die Variante 2, jedoch sind für die Überspannung von Wäldern zwei zusätzliche Masten erforderlich. Bei Variante 7 werden einige Maststandorte in einem steilen bewaldeten Hang in einem bislang unberührten Seitental aufgebaut, das nördliche Steinseler Plateau könnte jedoch so für andere Nutzungen (Windräder) nutzbar bleiben. Variante 2 wird vom Bezirk Zentrum-Westen empfohlen, sie durchquert am wenigsten Waldfläche und die Maststandorte könnten entlang des bestehenden Weges auf dem Steinseler Plateau verlaufen, so dass die Zufahrten auf ein Minimum reduziert werden könnten. Die definitive Auswahl der östlichen Maststandorte müssen so gewählt werden, dass die Felsen im Hang nicht während der Bauarbeiten beschädigt werden (siehe Luftbild).



Für den Abschnitt Kléngelbur wurden die möglichen Maststandorte der Detailvariante Kléngelheck eingehender untersucht. Der Abschnitt beträgt 3 km und insgesamt 10 mögliche Maststandorte.

Für den Abschnitt Bridel wurde neben der Variante Biergerkräiz (4 neue Masten und 1,1 km Freileitung) in der Aktualisierung eine alternative Mikro-Variante CR181 (4 neue Masten und 1,2 km Freileitung) ausgearbeitet. Bezüglich der Einsehbarkeit und Unberührtheit werden hier geringe Auswirkungen erwartet. Die Variante quert das Natura2000-Schutzgebiet LU0001018 sowie das auszuweisende nationale Naturschutzgebiet Roudebësch. Ein Großteil der Waldgebiete kann hier durch Optimierungen/ Verschiebungen der Maststandorte überspannt werden. Die neue Variante CR181 verläuft näher am CR, so dass im Vergleich zur Variante Biergerkräiz die Auswirkungen auf das Landschaftsbild leicht reduziert werden können. Wenn möglich sollten die südlichen Maststandorte heraus aus dem Waldrand hinein in das nördlich angrenzende Offenland verschoben werden (siehe Luftbild). Die Variante CR181 wird empfohlen.



Hochachtungsvoll

Die regionale Försterin des  
Bezirks Zentrum-Westen

**Julie Eicher** Digitally signed by Julie Eicher  
Date: 2024.02.09 10:19:01 +01'00'

Julie EICHER

Der Chargé d'études des Bezirks  
Zentrum-Westen

**Marc Schmit** Digitally signed by Marc Schmit

Marc SCHMIT

Der Leiter des Bezirks Zentrum-  
Westen

**Jeannot Jacobs** Digitally signed by Jeannot Jacobs  
DN: cn=Jeannot.Jacobs, c=LU,  
email=Jeannot.Jacobs@anf.etat.lu  
Date: 2024.02.09 10:22:18 +01'00'

Jeannot JACOBS



Diekirch, le 14 février 2024

**Akte N°:** 97705-M-M & 97708-M-M  
**Antragsteller:** CREOS Luxembourg S.A.  
**Gemeinden:** Rosport-Mompach, Bech

---

**Betreff: E.I.E. Bericht Projekt "380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur zwischen Aach (D) und Bertrange, Teilabschnitte der Gemeinde Rosport-Mompach und Bech**

---

## 1. ALLGEMEINES

Nach Stellungnahme des Ministeriums für Umwelt, Klima und Biodiversität zum Umweltverträglichkeitsprüfungs-Bericht (UVP) für die geplante Modernisierung einer Hochspannungsleitung und den Bau einer Umspannanlage auf der Strecke Aach (D) - Bertrange vom 26 Januar 2023 wurde der UVP-Bericht vom Planungsbüro Oeko-Bureau s.à r.l. angepasst und ergänzt.

Im Rahmen der Aktualisierung wurde den Anmerkungen 1.1, 1.2 und 1.3 Rechnung getragen. Zu Punkt 1.5 sei erwähnt, dass das Planungsbüro eine abschnittbezogene Plangrundlage in Form von Steckbriefen mit (wahrscheinlichen) Maststandorten für die Detailvarianten erarbeitet hat. Analysiert wurden neben den Standorten und der Masthöhe wurden die Zuwegungen und Baufenster, potenziellen Auswirkungen auf die Schutzgüter und spezifische Vermeidungs- und Minderungsmaßnahmen.

Im Rahmen des aktualisierten Umweltverträglichkeitsprüfungs-Berichts wurde dem Punkt 1.6 zum Teil Rechnung getragen. Es sei allerdings erwähnt, dass ein detailliertes artenschutzrechtliches Kompensationskonzept nach Festlegung der finalen Trassen und definitiven Maststandorte im Rahmen der naturschutzrechtlichen Genehmigungsprozedur festgelegt werden müssen. Kleinräumige Verschiebungen der Maststandorte und Zuwendungen könnten Auswirkungen auf nationale Schutzgebiete, Trinkwasserschutzgebiete, geschützte Arten, Biotope und Habitate, Waldbetroffenheit oder steile Hangbereiche vermeiden oder mindern.

Des Weiteren wurde der Rückbau der bestehenden 220kV- und 65kV-Leitungen und Umspannanlagen wurde im UVP-Bericht von Oekobureau detaillierter untersucht und somit Punkt 1.7 der Stellungnahme Rechnung getragen. Allerdings kann es auch im Rahmen des Rückbaus zu erforderlichen Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen kommen.

## **2. BEWERTUNG DER TEILABSCHNITTE**

### **Abschnitt Berbourg-Moersdorf- Variante „Hierbermillen Süd“**

Wie bereits in der ersten Stellungnahme erwähnt, orientiert sich die Variante *Hierbermillen-Süd* größtmöglich an der Bestandstrasse.

Unter Berücksichtigung der beschriebenen Maßnahmen in Kapitel 5.4 des UVP-Berichtes (Seite 149) können negative Auswirkungen auf die verschiedenen Schutzgüter weitestgehend vermieden werden. Außerdem wurde festgestellt, dass durch diese Schadensbegrenzungsmaßnahmen keine erheblichen Auswirkungen auf die Natura 2000 Schutzgebiete und auf die Erhaltungsziele der Populationen der Arten Raubwürger (Revier seit 2012 nicht mehr besetzt) und Schwarzstorch erwartet werden. Trotzdem sollte die Brutzeit von bedrohten Arten respektiert werden.

Im Falle einer Biotopzerstörung muss eine Biotopbilanzierung vor dem Baubeginn erstellt werden. Des Weiteren ist vor und während der Bauphase darauf zu achten, dass die Baustelleneinrichtung nicht auf einem geschützten Biotop angelegt wird und kein Aushubmaterial auf Flächenbiotopen (Bsp. Mastnummer: BA61BMHS) zwischengelagert wird. Die genaue Zuwegung muss noch festgelegt werden und sollte sich auf ein Minimum beschränken. Der Rückbau ist nach Abschluss der Arbeiten erforderlich.

Nach der Demontage der Freileitungsseile und der Masten werden die Fundamente zurückgebaut und der Standort in seinen ursprünglichen Zustand versetzt. Auch für den Rückbau sind temporäre Zuwendungen und Baufelder erforderlich, hier müssen ebenfalls Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen berücksichtigt werden.

Während der gesamten Bauphase sollte eine ökologische Baubegleitung erfolgen.

### **Abschnitt Belenhaff-Berbourg**

Die Detailvarianten *Graulinster*, Variante *Beidweiler-Süd* und am *Faascht* wurden für die den Teilabschnitt Berbourg-Moersdorf im Detail analysiert. Entsprechend der Stellungnahmen des MECDD zum UVP-Bericht (N/Réf: 97708, 26. Januar 2023) wurde die alternative Variante *am Faascht* hinsichtlich möglicher Maststandorte eingehender untersucht.

Die Variante *am Faascht* verläuft in weiten Teilen am Verlauf der bestehenden 220kV-Trasse. Im Vergleich zum Ist-Zustand sind somit nur geringe Veränderungen zu erwarten. Für das Schutzgut Pflanzen, Tiere, biologische Vielfalt werden mittlere Auswirkungen, insbesondere für die Avifauna (Raubwürger) und damit verbunden eine Natura2000-Verträglichkeit, erwartet.

Laut Planungsbüro ist die Variante *am Faascht* eine Optimierung der ursprünglichen Variante Graulinster und sorgt durch eine kleinräumige Verschiebung in das Waldgebiet *Faascht* für einen größeren Abstand zu bestehenden Wohngebäuden. Auch die artenschutzrechtlich sensiblen Bereiche (insb. Vogelarten des Offenlandes und der Feuchtgebiete) nördlich des Waldes und südlich von Beidweiler können so umgangen werden. Weitere artenschutzrechtliche Betroffenheiten können über Minderungs- und Kompensationsmaßnahmen hinreichend berücksichtigt und ausgeglichen werden. Die 25 Masten und 8,8km Freileitung der bestehenden 220kV-Leitung werden dabei im Rahmen der Projektes 380kV (Variante *am Faascht*) durch 26 Masten und 9km Freileitung ersetzt. Die Variante *am Faascht* verläuft dabei ohne direkte Ersatzneubauten großräumig parallel zur Bestandsleitung, im zentralen Abschnitt parallel 50m nach Süden versetzt, im östlichen Abschnitt nach Norden und im westlichen Abschnitt nach Süden versetzt. Allerdings muss eine Ausnahmeregelung für die Querung von 380kV-Trassen in den RGD der drei noch auszuweisenden NSG (NSG Reischwisen/ Groeknapp, Beidlerbaach/ Laangbaach und Bech/ Berbourg - Sauerbaach, Jakobsbiert) vorgesehen werden.

Le préposé  
de la nature et des forêts  
du triage Rosport-Mompach

 Administration  
de la nature et des forêts  
Luc  
ETRINGER

Luc ETRINGER

Le préposé  
de la nature et des forêts  
du triage Marscherwald

Digitally signed by David Farinon  
DN: cn=David Farinon, c=LU,  
email=David.Farinon@anf.etat.lu  
Date: 2024.02.15 11:34:41  
+01'00'

David FARINON

Pour l'arrondissement de la  
nature et des forêts Centre-Est

Elisabeth  
Olga Anne  
Freyermann  
Digitally signed  
by Elisabeth Olga  
Anne Freyermann  
Date: 2024.02.15  
12:23:18 +01'00'

Elisabeth FREYMANN  
Chef adjoint d'arrondissement



Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité  
Monsieur le Ministre  
4, Place de l'Europe  
L-1499 Luxembourg

**Concerne : Evaluation du projet „380 – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Aach (DE)“ sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Niederanven, Junglinster, Fischbach, Bech, Biwer, Betzdorf, Manternach, Mertert et Rosport-Mompach-avis concernant le contenu du rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement adapté**

An das Ministerium für Umwelt, Klima und Biodiversität mit den folgenden Informationen:

Das Ministerium hat den Bezirk Osten der Naturverwaltung beauftragt eine Stellungnahme bezüglich des angepassten Umweltverträglichkeitsberichts (UVP-Bericht) im Rahmen der geplanten Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange – Ach (D) sowie dem Bau der Umspannanlage Bofferdange zu erstellen.

Die Stellungnahme bezieht sich auf die Abschnitte des Projektes, welche unter die Zuständigkeiten des Bezirks Osten fallen. Um die Lesbarkeit zu vereinfachen, erfolgt die Bewertung wie in der Stellungnahme vom Ministerium nach verschiedenen Punkten. Die vorliegende Bewertung bezieht sich dabei lediglich auf die Anpassungen und Ergänzungen.

Anzumerken ist, dass die großherzogliche Verordnung, welche die Ausweisung des nationalen Naturschutzgebietes „Gréngewald“ festlegt, am 24. Januar 2023 in Kraft getreten ist. In Artikel 4 8° ist die Ausnahmeregelung für den Bau von Hochspannungsleitungen festgelegt.

Für den Abschnitt Belenhaff-Berbourg erfolgte die Untersuchung einer alternativen Variante *am Faascht*. Diese wurde auch in den faunistischen Studien ergänzend untersucht.

#### Europäische Schutzgebiete (Natura 2000) /Naturschutzgebiete von nationalem Interesse

Der Bericht wurde entsprechend der ministeriellen Stellungnahme an die neue großherzogliche Verordnung vom 28. Oktober 2022 bezüglich des Natura2000 Gebietes LU0001022 *Gréngewald* angepasst. Eine Überprüfung der Variante *Asselscheier-Bourglinster Nord* wie in Punkt 3.2.6. gefordert, erfolgte nicht, da keine Maststandorte in diesem Abschnitt in der Natura2000 Zone vorgesehen sind und demnach keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten sind.

Für den Abschnitt Belenhaff-Berbourg erfolgte eine Überprüfung der Variante *am Faascht* (3 Phase der Verträglichkeitsprüfung). Unter Berücksichtigung von Schadensbegrenzungsmaßnahmen sind laut dem Büro keine erheblichen Auswirkungen auf den Raubwürger und den Kiebitz zu erwarten. Demnach wird vom Büro empfohlen diese Variante gegenüber der Variante *Graulinster* und *Beidweiler-Süd* vorzuziehen. Demnach ist die Durchführung der Phase 4 der Verträglichkeitsprüfung nicht notwendig. Für den Abschnitt Berbourg-Moersdorf und Junglinster- Belenhaff erfolgte ebenfalls die Durchführung der Phase 3 der Verträglichkeitsprüfung. Die Entwicklung von Alternativen erfolgte nicht mit der Begründung, dass die Auswirkungen auf die Umwelt bei diesen enormer wären und, dass für diese sich demnach auf die Streckenführung verlängern würde und folglich mehr Maststandorte vorgesehen werden müssten. Das Büro kommt zum Entschluss, dass bei Umsetzung der vorgeschlagenen Schadensbegrenzungsmaßnahmen keine erheblichen Auswirkungen auf die Schutzziele der Natura2000 Zone zu erwarten sind und folglich die Durchführung der Phase 4 nicht notwendig ist.

Im Abschnitt Bofferdange-Junglinster verläuft die Variante *Asselscheier-Bourglinster-Nord* durch das nationale Naturschutzgebiet *Amberkneppchen*, dessen großherzogliche Verordnung dies nicht erlaubt. Demnach wäre für die Umsetzung eine Anpassung der Verordnung notwendig. Das Büro schlägt hierfür eine Anpassung des nationalen Naturschutzgebiets durch eine Erweiterung des Gebietes im Norden/Nordosten und eine Reduzierung im Süden. Für die Variante *Bourglinster-Ost* wird durch vorgeschlagene Optimierungen der Maststandorte die Auswirkungen reduziert. Aus dieser Sicht wird die Variante ***Bourglinster-Ost*** für die Genehmigungsprozedur bevorzugt.

#### Geschützte Arten

Die Fledermausstudie wurde durch eine Bewertung der Maststandorte bezüglich des Quartierpotentials vorhandener Bäume und demnach Empfehlungen zur Konfliktminimierung ergänzt. Allgemein sollten Maststandorte außerhalb von höherwertigen Wäldern vorgesehen werden.

Die Studie von eco rat wurden durch eine Tabelle der planungsrelevanten Vogelarten mit deren Präsenz und Empfindlichkeit im Plangebiet ergänzt.

Die zusätzlich untersuchte Variante *am Faascht* wurde im Hinblick auf den Raubwürger als vorrangige Variante in der Studie von eco rat bewertet. Da diese aber Altholzbereiche entlang von Horsten von Rot- und Schwarzmilan tangiert sowie Bereiche mit einer hohen Habitatqualität für Fledermäuse, wird im Gesamten von eco rat die Variante *Graulinster* bevorzugt. Im Hinblick



auf die letzten verbliebenen Raubwürgerreviere, wird die Variante **am Faascht** aus naturschutzfachlicher Sicht bevorzugt, wenn im Rahmen des Genehmigungsverfahrens durch Detailstudien entsprechende Kompensationsmaßnahmen umgesetzt werden können.

Hochachtungsvoll,

Für den Bezirk Osten

Jennifer Karin Speltz  
Digitally signed by Jennifer Karin Speltz  
Date: 2024.02.12 11:42:07 +01'00'

Jennifer SPELTZ  
Chargée d'études régionale stagiaire



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité

Administration de la gestion de l'eau



Direction  
Référence : EAU/EIE/20/0063 – EIE-COMPL  
Votre référence : 97705  
Dossier suivi par : Service autorisations FGA  
Tél. : 24556 - 920  
E-mail : autorisations@eau.etat.lu

Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité

Monsieur le Ministre Serge Wilmes  
4, Place de l'Europe  
L-1499 Luxembourg

Esch-sur-Alzette, le 29 FEV. 2024

**Objet :** Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement.



**Evaluation du projet « 380 kV — Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Lintgen, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange.**

Demande d'avis sur la deuxième version du rapport d'évaluation.

Monsieur le Ministre,

En réponse à votre demande d'avis du 10 janvier 2024 relative au dossier sous rubrique, veuillez trouver ci-dessous l'avis de l'Administration de la gestion de l'eau.

#### 1. Volet « eaux de surface », « zones inondables » et « crues subites »

##### Volet « zones inondables » et « crues subites »

Die nachgereichte Analyse und Wirkungsprognose zum Schutzgut Wasser, mit den Plänen zu den Detailvarianten und den Maststandorten, gibt einen guten Überblick in Bezug auf die Hochwasser- und Starkregengefahren.

Einige Maststandorte befinden sich in einem Hochwasser oder Starkregen Gefahrenbereich, aber nur bei zwei ist sofort ein wenn auch möglicherweise kleiner Einfluss zu erkennen.

Der Maststandort BB18ASV7 in der Nähe des Millebaach bei Schwunnendall befindet sich in einer breiten Starkregenzzone und dürfte somit den Starkregenabfluss nur unwesentlich beeinflussen.

Der Maststandort BB16ASV7 im Alzettetal bei Prettingen befindet sich in der Nähe eines Abwassersammlers und in ausreichendem Abstand zur Alzette, sowie auch zum Planungsbereich der vorgesehenen Gewässerrenaturierung mit einer Verlegung der Alzette näher an die östlich gelegene Eisenbahntrasse.

Durch die Breite der Hochwasserzone dürfte der Maststandort den Hochwasserabfluss nur unwesentlich beeinflussen.



Die im UVP Bericht 380kV BB unter 3.2.6 Alternative unterirdische Trassenführung (Erdkabel) beschriebenen Trassenführungen hätten einen großen negativen Einfluss auf die Alzette, den Bodenwasserhaushalt im Alzettetal und auf die vorgesehene Gewässerrenaturierung. Somit wird auch in dieser Hinsicht, keine unterirdische Trassenführung empfohlen.

Für die Detailplanung und Standortoptimierung, können unter [zones.inondables@eau.etat.lu](mailto:zones.inondables@eau.etat.lu) und [flashfloods@eau.etat.lu](mailto:flashfloods@eau.etat.lu), die Wasserstände und Fließgeschwindigkeiten für die Hochwasser- und Starkregenbereiche angefragt werden.

Einen Plan der geplanten Gewässerrenaturierung der Alzette können wir ebenfalls zur Verfügung stellen.

#### Volet « eau de surface »

Der nachgereichte Umweltbericht und die dazugehörigen Detailvarianten und Maststandorten geben einen guten Überblick in Bezug auf die betroffenen Gewässer.

Gemäß den Dokumenten im Anhang 5 „Steckbriefe zu den Maststandorten“, würden einzelne Maststandorte und Baufelder in der Nähe zu Oberflächengewässer errichtet werden.

Entsprechend müssen Maßnahmen zum Schutz der Gewässer ergriffen werden, um besonders während der Bauphase die Oberflächengewässer vor stofflichen und bautechnischen Beeinträchtigungen zu schützen.

Deshalb muss neben den im Umweltbericht erwähnten Maßnahmen zusätzlich eine ausreichende Distanz zu dem Uferbereich der Gewässer gewährleistet werden. Aus Gewässer und uferschutztechnischer Sicht wäre eine Distanz von 5 m angepasst.

Des Weiteren, sind mehrere Baufelder im Planungsabschnitt „Bertrange Bofferdange“ von Starkregen betroffen. Entsprechend müssen neben den im Umweltbericht erwähnten Maßnahmen, weiterführende Maßnahmen zum Schutz der Gewässer vor stofflichen Einträgen im Falle eines Starkregenereignisses während der Bauphase getroffen werden.

Angepasste Maßnahmen wären zum Beispiel eine erhöhte Distanz zu den Uferbereichen von Gewässer welche in Folge von Starkregen über die Ufer treten können und Starkregenabflüssen zu gewährleisten, beziehungsweise in den betroffenen Bereichen keine wassergefährdenden Stoffe zu lagern

Unter anderem für die Masten:

- BB18ASV7, angrenzend an den Millebaach und für das gesamte Baufeld gilt mäßige und hohe Starkregengefahr ;
- BB22ASV7 angrenzend an einem temporären Wasserlauf.

#### Fazit

Der Umweltbericht enthält aus oberflächengewässerschutztechnischer Sicht die benötigten Informationen.

Die eingeplanten Verminderungsmaßnahmen wären um die oben genannten zusätzlichen Maßnahmen zu ergänzen.



## 2. Volet « eaux souterraines et eau potable »

Das Projekt "380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Aach (DE)" ist von verschiedenen großherzoglichen Verordnungen, provisorische Gutachten von Trinkwasserschutzzonen, und provisorischen Schutzzonen betroffen.

Wie bereits in unserem Nachtrag vom 13.01.2023 und auch vom EIE-COMPL Bericht erwähnt, ist zu beachten, dass in der Schutzzone I und in der Schutzzone II-V1 keine Handlungen, Baustelleneinrichtungen, Materialienablagen und Vorgänge durchgeführt werden dürfen. In der Schutzzone II werden Handlungen, Baustelleneinrichtungen, Materialienablagen und Vorgänge nur bedingt durchgeführt und wasserrechtliche Genehmigungen müssen angefragt werden. Es ist auch zu beachten, dass alle Arbeiten (Bau, Rückbau, Baustelleneinrichtungen, Materialienablagen, usw.) in einer Trinkwasserschutzzone genehmigungspflichtig sind.

Die verschiedenen großherzoglichen Verordnungen, die in Kraft sind, und die Entwürfe großherzoglicher Verordnungen (ZPS provisoires & ZPS en cours de procédure publique), wenn diese in Kraft treten, setzen voraus dass Beschränkungen und Pflichten berücksichtigt werden müssen.

Andere Beschränkungen und großherzoglichen Verordnungen müssen auch angesehen werden, wie :

- règlement grand-ducal modifié du 9 juillet 2013, fixant les mesures administratives dans l'ensemble des zones de protection pour les masses d'eau souterraine ou parties de masses d'eau souterraine servant de ressource à la production d'eau destinée à la consommation humaine ;
- règlement grand-ducal du 12 décembre 2016, relatif à la protection des eaux souterraines contre la pollution et la détérioration.

Bestimmte Elemente, wie das Vorhandensein und die Verletzlichkeiten der Grundwasserleiter, die für Trinkwassererzeugung verwendet wird und in verschiedenen Zonen durch nicht undurchlässige geologische Schichten geschützt sind, müssen berücksichtigt werden.

Einschränkungen wie ein Verbot von Neubauzonen in engen Schutzzonen (Zone II und Zone II-V1) oder sogar ein Verbot von Eingriffen im Grundwasser und innerhalb von 20 Metern um den Grundwasserspiegel in den Grundwasserleiter, die zur Herstellung von Wasser für den menschlichen Gebrauch verwendet wird, werden angesetzt um die Trinkwassererfassungen zu schützen.

Wie bereits in unserem Nachtrag vom 13.01.2023 unter „Volet « eaux souterraines et eau potable » erwähnt wurde und in der Sitzung am 08.02.2023 diskutiert wurde, sind Baustelleneinrichtungen, Materialienablage, usw. auch in engen Schutzzonen (Zone II) verboten. Diese Information fehlt weiterhin im EIE-Bericht und sollte ergänzt werden.

Im Folgenden wird näher auf die kritischen Maststandorte in den jeweiligen Trinkwasserschutzzonen eingegangen.



Bezüglich der Schutzzone Tenneberg :

Schutzzone in laufendem öffentlichen Verfahren für welche folgender Entwurf existiert: <i>Projet de règlement grand-ducal portant création de zones de protection autour du captage d'eau souterraine Tenneberg situées sur les territoires des communes de Bertrange et Strassen</i>		
Bezüglich des Mastes P54 (BB54BBBB)		
Geoconseil schreibt in der hydrogeologischen Studie u.a.:	Der Steckbrief des EIE-COMPL-Berichts schreibt:	Avis AGE:
« (...) Un déplacement du pylône ou l'utilisation de l'emplacement d'un ancien pylône est donc à envisager. »	„Unter Berücksichtigung der zu errichtenden Fundamente kann der Mindestabstand von 20m (Avis der AGE, 2023) zum Grundwasserleiter mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht eingehalten werden.“ „Eine wasserrechtliche Genehmigung (ZPS) ist bei der AGE anzufragen.“ „Durchführung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Sicherstellung einer ausreichenden Standsicherheit und Bestimmung der geeigneten Fundamentart und -tiefe unter Berücksichtigung des Grundwasserleiters und der geologischen Gegebenheiten.“	Der Mast P54 befindet sich in der engeren Schutzzone [Zone II] der ZPS Tenneberg. Wie auch von Geoconseil in der hydrogeologischen Studie korrekt aufgefasst, ist eine Versetzung des Mastes oder die Nutzung des Standortes eines alten Mastes in Betracht zu ziehen. Für Zweiteres ist jedoch zu beachten, dass diese Änderung der bestehenden Situation nicht tiefer als der bestehende Mast versenkt werden darf. Hiervon wird daher abgeraten und eine Versetzung bzw. die Durchführung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Sicherstellung einer ausreichenden Standsicherheit ist zu bevorzugen. Die weitere Planung dieses Mastes sollte mit der AGE diskutiert werden.
Bezüglich des Mastes P55 (BB55BTTW) und P55A (BB79BTTB)		
Geoconseil schreibt in der hydrogeologischen Studie u.a.:	Der Steckbrief des EIE-COMPL-Berichts schreibt:	Avis AGE:
«En revanche, ils se trouvent tous dans une zone critique, qui ne permettra pas l'utilisation de n'importe quel type de fondation. »	„Unter Berücksichtigung der zu errichtenden Fundamente kann der Mindestabstand von 20m (Avis der AGE, 2023) zum Grundwasserleiter mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht eingehalten werden.“ „Eine wasserrechtliche Genehmigung (ZPS in laufender öffentlicher Verfahrungsweise) ist bei der AGE anzufragen.“ „Durchführung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Sicherstellung einer ausreichenden Standsicherheit und Bestimmung der geeigneten Fundamentart und	Der Mast P55 und der Mast P55A befinden sich in der weiteren Schutzzone [Zone III] der ZPS Tenneberg. Es wird Geoconseil zugestimmt, dass beide Varianten hinsichtlich des Risikos für den Grundwasserspiegel gleichwertig sind. Keine der beiden ist in dem hier bewerteten hydrogeologischen Kontext günstiger als die andere. Die genannten Maßnahmen aus den entsprechenden Steckbriefen werden befürwortet.



	-tiefe unter Berücksichtigung des Geländegefälles am Maststandort, der geologischen Gegebenheiten und des Grundwasserleiters.“	
--	--	--

Bezüglich der Schutzzone Schanz :

Provisorische Schutzzone		
Bezüglich des Mastes P07 (BB07LNLN), P08 (BB08LNLN), P09 (BB09LNLN) & P11 (BB11LNLN)		
Geoconseil schreibt in der hydrogeologischen Studie u.a.:	Die Steckbriefe des EIE-COMPL-Berichts schreiben jeweils:	Avis AGE:
« Vu la situation géologique complexe, le manque d'études hydrogéologiques et de forages équipés dans les couches concernées, il a été décidé de ne pas estimer des niveaux de nappe pour les pylônes situés dans la ZPS provisoire de « Schanz ». Des études approfondies seraient nécessaires pour obtenir des informations fiables. »	„Da zu dieser provisorischen ZPS nur wenige Daten zur Verfügung stehen und sich diese zudem in unmittelbarer Nähe zur Autobahn und der Tunnelausfahrt Grouft befindet, scheint eine Ausweisung der ZPS mit Unsicherheiten behaftet zu sein (Geoconseils, 2023).“ „Eine wasserrechtliche Genehmigung (provisorische ZPS) ist bei der AGE anzufragen.“ „Durchführung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Sicherstellung einer ausreichenden Standsicherheit und Bestimmung der geeigneten Fundamentart und -tiefe unter Berücksichtigung der geologischen Gegebenheiten und des Grundwasserleiters.“	Der Mast P07, P08, P09 sowie P11 befindet sich in der provisorischen Schutzzone Schanz. Wie von Geoconseil erwähnt, wären umfangreiche Studien erforderlich, um zuverlässige Informationen zu erhalten. Die genannten Maßnahmen aus den entsprechenden Steckbriefen werden befürwortet.

Bezüglich der Schutzzone Grouft :

Schutzzone, für welche es folgende Verordnung gibt: <i>Règlement grand-ducal du 7 octobre 2020 portant création de zones de protection autour des captages d'eau souterraine Weissbach et Grouft situées sur le territoire de la commune de Lorentzweiler.</i>		
Bezüglich des Mastes P05 (BB05LNLN)		
<u>Geoconseil schreibt in der hydrogeologischen Studie u.a.:</u>	<u>Der Steckbrief des EIE-COMPL-Berichts schreibt:</u>	<u>Avis AGE:</u>
« Il est recommandé de déplacer le point d'environ 10 m vers le nord-est pour sortir de la zone II, car aucune construction nouvelle ou	„Eine Verschiebung des Maststandortes in östliche Richtung außerhalb der ZPS oder mindestens der engeren	Der Mast P05 befindet sich in der engeren Schutzzone [Zone II] der ZPS Grouft und Weissbach.



installation de chantier ne sera autorisée dans la ZII du captage. »	Schutzzone (Zone II) wird empfohlen.“ „Eine wasserrechtliche Genehmigung (ZPS) ist bei der AGE anzufragen.“ „Durchführung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Sicherstellung einer ausreichenden Standsicherheit und Bestimmung der geeigneten Fundamentart und -tiefe unter Berücksichtigung der geologischen Gegebenheiten und des Grundwasserleiters.“	Die genannten Maßnahmen aus dem entsprechenden Steckbrief werden befürwortet. Außerdem sollte die weitere Planung dieses Mastes mit der AGE diskutiert werden.
<b>Bezüglich des Mastes P06 (BB06LNLN)</b>		
<b>Geoconseil schreibt in der hydrogeologischen Studie u.a.:</b>	<b>Der Steckbrief des EIE-COMPL-Berichts schreibt:</b>	<b>Avis AGE:</b>
« La distance à la nappe du P6 est de seulement 22,46 m, c'est qui ne permet la réalisation d'aucun type de fondation proposé dans le chapitre 6.2.1. Il est donc recommandé de déplacer le pylône d'environ 50 m vers l'est afin de sortir de la ZIII de la ZPS Grouft. »	„Unter Berücksichtigung der zu errichtenden Fundamente kann der Mindestabstand von 20m (Avis der AGE, 2023) zum Grundwasserleiter mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht eingehalten werden.“ „Eine Verschiebung des Maststandortes in östliche Richtung außerhalb der ZPS oder mindestens der engeren Schutzzone (Zone II) wird empfohlen.“ „Eine wasserrechtliche Genehmigung (ZPS) ist bei der AGE anzufragen.“ „Durchführung eines hydrogeologischen Gutachtens zur Sicherstellung einer ausreichenden Standsicherheit und Bestimmung der geeigneten Fundamentart und -tiefe unter Berücksichtigung der geologischen Gegebenheiten und des Grundwasserleiters.“	Der Mast P06 befindet sich in einem kritischen Bereich, der nicht jede Art von Fundament zulassen wird. Der Mindestabstand von 20m zum Grundwasserleiter kann mit den präsentierten Fundamentvarianten mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht eingehalten werden und die Wahl dieser Variante sollte näher mit der AGE diskutiert werden. Die genannten Maßnahmen aus dem entsprechenden Steckbrief werden befürwortet.



### 3. Fazit

Die Übersichtlichkeit des Projektberichtes, vor allem in Hinblick auf das Volumen dieses Projektes und die Quantität an Dokumenten, ist sehr lobenswert.

Bezüglich der Regelungsbereiche, welche unter die Zuständigkeit des Wasserwirtschaftsamtes fallen, ist der Umweltbericht als vollständig zu betrachten, vorausgesetzt die oben genannten Punkte werden berücksichtigt.

In den Dokumenten der wasserrechtlichen Genehmigungsanfrage sind die genauen Standorte der Masten inklusive der Zuwegung anzugeben und eventuelle zusätzliche hydrogeologische Studien zu den kritischen Maststandorten sind beizulegen.

Veillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de ma haute considération.

Jean-Paul Lickes  
Directeur







LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité

Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité

14-03-2024

N° .....

Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité  
4, place de l'Europe  
L – 1499 Luxembourg

V/Réf. : 97705

N/Réf. : 846xf8cb2

Dossier suivi par : Claude Haas et Carlo Hippe

Esch-sur-Alzette, le 29 février 2024

**Concerne :** EIE – Avis sur la deuxième version du rapport EIE  
**Projet :** 380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf der Strecke  
Bofferdange - Bertrange  
**Maître d'ouvrage :** Creos Luxembourg S.A.

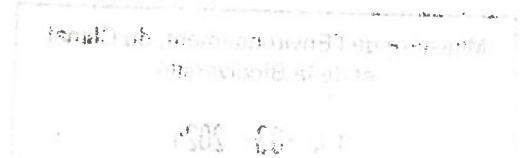
Madame, Monsieur,

Par courrier du 10 janvier 2024, le Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité sollicite, en tant qu'autorité compétente, l'avis de l'Administration de l'environnement sur les informations fournies dans le rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement élaboré le 12 décembre 2023 en vertu des dispositions de l'article 6 de la loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement par la société Oeko-Bureau s.à r.l. et intitulé « Umweltverträglichkeitsprüfung UVP – Bericht für die geplante Modernisierung einer Hochspannungsleitung auf der Strecke Bofferdange – Bertrange entsprechend dem UVP-Gesetz, loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement – 2. Auflage – 12. Dezember 2023 ». Les informations en question ont été communiquées le 11 janvier 2024 par voie électronique.

L'avis qui suit se réfère au document précité et se limite aux domaines de l'environnement suivis par l'Administration de l'environnement tout en considérant les dispositions des articles 3 et 6 de la loi modifiée du 15 mai 2018 susmentionnée et de l'annexe III de la même loi.

D'une façon générale, les observations exprimées dans notre avis du 19 janvier 2023 relatif à la première version du rapport EIE ont été prises en compte par le maître d'ouvrage. Toutefois, il y a lieu de noter que le rapport EIE révisé omet de se prononcer quant à quelques points rappelés ci-après.

Considérant que le rapport à aviser est présenté en langue allemande, la suite du présent avis est rédigée dans la même langue dans un souci de clarté et pour éviter des problèmes de traduction.



Der überarbeitete Bericht nimmt weiterhin keine Stellung zu den elektromagnetischen Hochfrequenzfelder an der Oberfläche von Hochspannungsleiterseilen, der Nutztierwelt und dem 380 m Sicherheitsabstand zu bestehenden Bauzonen und zu bewohnten Gebäuden außerhalb des Bauperimeters. Letztgenannter Punkt wird jedoch in dem vom Oeko-Bureau am 3. März 2023 erstellten Sitzungsprotokoll „Sitzungsbericht UVP – 97705 CREOS 380 kV – Bofferdange-Bertrange“ behandelt. Die Quelle der angeführten Geräuschemissionswerte von Hochspannungsleitungen bleibt auch unklar.

Die Abweichung zwischen der textuellen Erklärung zur Auslastung der Leitung und der Graphik zur Dauer unterschiedlicher Auslastungen (Abbildung 86; Seite 148) wurde nicht korrigiert.

Veillez agréer, Madame, Monsieur, l'expression de mes salutations distinguées.



Gérard Hofmann  
Responsable d'unité



Le Ministre de l'Environnement,  
du Climat et de la Biodiversité,  
4, Place de l'Europe,  
**L-1499 Luxembourg**

**V/Réf. : 97705**

**N/Réf. : ESA-EIE-2022-63442-160**

**Concerne : Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE)**

- **Evaluation du projet « PROJET 380 – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Lintgen, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange**
- **Demande d'avis sur la deuxième version du rapport d'évaluation**

Monsieur le Ministre,

Par courrier, l'Inspection du travail et des mines (ITM) a été saisie d'un avis concernant le projet « PROJET 380 – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » conformément à l'annexe I (point 36) du règlement grand-ducal du 15 mai 2018 établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement en application la loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement.

Pour l'établissement du présent avis, l'ITM s'est basée sur le document élaboré par le bureau d'études « Oeko - Bureau » et intitulé « Umweltverträglichkeitsprüfung für die geplante Modernisierung einer Hochspannungsleitung auf der Strecke Bofferdange – Bertrange » dans la deuxième version datant du 12 décembre 2023 y compris ses annexes.

L'ITM étant dans le cadre de la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés l'administration compétente pour la sécurité du public et du voisinage en général ainsi que la sécurité, l'hygiène et la santé sur le lieu de travail, la salubrité et l'ergonomie, n'a à ce stade pas de remarques particulières à faire et les informations reçues dans le cadre de l'EIE du « PROJET 380 – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » peuvent être considérées comme suffisantes.

.../...

---

**Inspection du travail et des mines**

Adresse postale:

B.P. 27

L-2010 Luxembourg

Tel.: +352 247-76100

Bureaux:

3, rue des Primeurs

L-2361 Strassen

Fax: +352 247-96100

Site internet:

<http://www.itm.lu>

Email: [contact@itm.etat.lu](mailto:contact@itm.etat.lu)

Nous vous rendons attentifs que le présent avis ne renseigne pas sur l'état du dossier par rapport aux dispositions de loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés.

En restant à votre disposition pour toutes informations complémentaires, nous vous prions d'agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de notre très haute considération.



Marco BOLY  
Directeur



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de la Santé  
et de la Sécurité sociale

Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité  
4, Place de l'Europe  
L-2918 Luxembourg

Luxembourg, le 15 février 2024

**Concerne:** 97705 / 97708 - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur Teilabschnitt  
Bofferdange-Bertrange/Aach  
**Réf. :** 847x7365e

- Retourné à Monsieur le Ministre de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité l'avis demandé et auquel je me rallie.

Martine DEPREZ  
Ministre de la Santé  
et de la Sécurité sociale





LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de la Santé

Ministère de la Santé et de la Sécurité sociale
ENTRÉE LE
15 FEV. 2024
No.

Transmis MSSS  
pour suivi  
Luxembourg, le 14.02.24  
Direction de la Santé  
le Directeur,

Direction de la Santé

14 FEV. 2024

Ministère de l'Environnement, du  
Climat et de la Biodiversité  
4, place de l'Europe  
L-1499 Luxembourg

Luxemburg, den 14. Februar 2024

Betreff: Evaluierung der 2. Auflage des UVP-Berichts bezüglich der Modernisierung einer Hochspannungsleitung auf der Gesamtstrecke Bofferdange-Aach

Sehr geehrte Frau Zimmer,

Die folgende Stellungnahme betrifft den überarbeiteten UVP-Bericht bezüglich der geplanten Modernisierung einer Hochspannungsleitung auf der Strecke Bofferdange-Aach und der Strecke Bofferdange-Bertrange, in Zusammenhang mit dem Schutzgut Mensch.

Im Sinne des Vorsorgeprinzips und zum maximalen Schutz der menschlichen Gesundheit, sollte über den ganzen Streckenverlauf der geplanten Hochspannungsleitung Bertrange-Aach der Vorsorgewert von  $0,4\mu\text{T}$  für niederfrequente magnetische Felder in menschlichen Daueraufenthaltsräumen nicht überschritten werden. Dies ganz im Sinne der Empfehlung "Recommandations concernant les infrastructures public servant à l'approvisionnement en électricité en matière de santé humaine", welche rezent in interministerieller Zusammenarbeit ausgearbeitet wurde.

Auf der Gesamtstrecke Bertrange-Aach gibt es laut dem UVP-Bericht 3 Varianten bei denen höhere Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch im Bereich der niederfrequenten magnetischen Felder zu erwarten sind und welche somit nicht den Angaben der interministeriellen Empfehlung entsprechen. Hierbei handelt es sich um die Variante Graulinster des Streckenabschnittes Belenhaff – Berbourg, so wie die Variante Bestand des Streckenabschnittes Bridel und die Variante 6 des Streckenabschnittes Alzettetal - Steinseler Plateau. Bei allen Streckenabschnitten liegen aber alternative Varianten vor, welche eine höhere Verträglichkeit für die menschliche Gesundheit aufweisen.



#### Streckenverlauf Bofferding-Aach

Beim Streckenabschnitt Belenhaff – Berbourg werden für die Variante Beidweiler-Süd keine Auswirkungen auf das Schutzgut Mensch im Bereich der niederfrequenten magnetischen Felder erwartet. Alternativ gibt es noch die unter Punkt 6.4.4 vorgeschlagene alternative Trassenführung (Variante Faasch), bei der, im Vergleich zur Variante Graulinster, größere Abstände zu bestehenden Wohngebäuden der Ortschaft Graulinster eingehalten werden und damit eine höhere Verträglichkeit für die menschliche Gesundheit gegeben ist.

#### Streckenverlauf Bofferding-Bertrange

Beim Streckenabschnitt Bridel werden sowohl für die Variante Biergerkräiz als auch für die Variante CR181 nur geringe Auswirkungen im Bereich der niederfrequenten magnetischen Felder erwartet.

Beim Streckenabschnitt Alzettetal - Steinseler Plateau können durch Maststandortoptimierungen einiger Varianten eine Reduzierung der zu erwartenden niederfrequenten magnetischen Felder angestrebt werden, so dass hier eine höhere Verträglichkeit für die menschliche Gesundheit erreicht werden kann.

Hochachtungsvoll,

Carole Eicher  
Service Santé Environnementale





À Monsieur le Ministre Serge WILMES  
c/o Monsieur Charel GLEIS  
Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité  
4, place de l'Europe  
L-1499 Luxembourg

Bertrange, le 21 février 2024

**Lettre recommandée avec AR**

Référence INRA : 0408-AU/20.3681

Référence du MECB : 97705

**Objet : Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE). Evaluation du projet « Hochspannungsinfrastruktur Bofferdange-Bertrange »**

**Concerne : Avis de l'INRA (conformément à l'art. 7 de la loi précitée)**

Monsieur le Ministre,

J'ai l'honneur d'accuser réception de la deuxième version du rapport d'évaluation relatif au projet référencé en objet, qui nous a été transmis le 10 janvier 2024.

Suite à l'examen de ce dossier, nous constatons que l'impact que le projet peut avoir sur le patrimoine archéologique a bien été analysé dans le rapport d'évaluation. Cependant, nous souhaitons préciser que la sous-zone de la *Zone d'observation archéologique* (ZOA) fait partie intégrante de la ZOA. Ainsi, les travaux d'aménagement (aménagement de pylônes, de voies d'accès, de plateformes de stockage et les travaux de pose de conduites) à effectuer sur les terrains situés dans la sous-zone de la ZOA devront aussi faire l'objet d'une opération de diagnostic archéologique. Le type d'opération de diagnostic archéologique à réaliser sera défini lorsque les endroits précis des travaux d'aménagement seront déterminés. Par ailleurs, en fonction des résultats des opérations de diagnostic archéologique, ces opérations peuvent être complétées par des opérations de fouilles ponctuelles.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de ma haute et respectueuse considération.

Foni LE BRUN-RICALES  
Directeur



LE GOUVERNEMENT  
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG  
Ministère de la Mobilité  
et des Travaux publics

Direction de l'aviation civile

Référence: 2024 – 132425  
Dossier suivi par Regis Ossant  
(+352) 247-74919  
aerodrome@av.etat.lu

Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité  
Direction des Evaluations des incidences  
sur l'environnement  
M. Charel Gleis  
Attaché  
4, place de l'Europe  
L-1499 Luxembourg

Email : [charel.gleis@mev.etat.lu](mailto:charel.gleis@mev.etat.lu)

Luxembourg, le 26 FEV. 2024

**V/Réf : EIE 97705 et EIE 97708**

**Objet : Ligne haute-tension Creos 380kV Bertrange-Bofferdange-Aach**

Monsieur Gleis,

J'ai l'honneur de me référer à vos transmis du 10 janvier 2024 concernant les rapports d'évaluation fournis dans le cadre du projet en objet.

La DAC n'a pas de commentaire à formuler quant aux informations complémentaires apportées au rapport. Cependant il est à noter que la formulation (indiquée en page 97, section 3.3.1.6 du rapport 97705 Bofferdange-Bertrange) „Des Weiteren werden Stromleitungen in die Flugpläne eingepflegt“ est inexacte: en effet, les tracés des lignes à haute tension ne font pas partie des plans de vol déposés par les exploitants d'aéronefs.

Concernant les sites d'implantation des mâts, ainsi que les éventuels franchissements de vallée, il est essentiel que la DAC soit informée au plus tôt des emplacements retenus de manière définitive, ceci afin d'initier la mise à jour nécessaire des publications aéronautiques.

Veillez agréer, Monsieur Gleis, l'expression de mes considérations respectueuses.



Pierre JAEGER

Directeur de l'Aviation Civile



21 FEV 2026

## Recommandations luxembourgeoises concernant les lignes électriques aériennes et souterraines et les stations de transformation à haute et très haute tension (65 kV, 110 kV, 220 kV, 380 kV)

Les recommandations en aval concernent les ouvrages électriques publics et notamment les lignes à haute et très haute tension (65 kV, 110 kV, 220 kV 380 kV) soit aériennes soit souterraines, et les stations de transformation y relatives.

Elles viennent remplacer les recommandations antérieures, à savoir la circulaire numéro 1644 du ministère de l'intérieur du 11 mars 1994 et le Règlement-type sur les Bâtisses, les Voies publiques et les Sites (ministère de l'Intérieur, 2018), et sont intégrées dans ce dernier.

Elles concernent d'une part les nouvelles lignes à planifier ou à édifier et d'autre part, la construction des bâtiments d'habitation ou fonctionnels.

Elles concernent également d'éventuelles modifications de lignes existantes pour autant que celles-ci soient susceptibles d'augmenter significativement les émissions de champs magnétiques au-delà du seuil de 0,4  $\mu$ T, et plus précisément les modifications suivantes : ajout/déplacement de pylônes, abaissement des câbles électriques.

### Limites légales

Les **limites légales de 100  $\mu$ T pour la population et de 500  $\mu$ T pour les lieux de travail** pour le champ magnétique et de **5 kV/m pour le champ électrique** conformément à la législation en vigueur restent inchangées et valables comme restriction minimale.

### Principe de précaution concernant les personnes vulnérables et les zones sensibles

Les personnes vulnérables sont les enfants de moins de 15 ans, les nourrissons, les femmes enceintes, les personnes à maladies chroniques.

Les zones sensibles concernent des endroits à séjour prolongé susceptibles d'héberger des personnes vulnérables ou des personnes âgées, à savoir les structures suivantes : habitations, écoles, foyers scolaires, crèches, maternités, hôpitaux, maisons de soins, maisons de retraite, aires de jeux publiques, parcs et structures de loisirs.

Interdiction de passage au-dessus de bâtiments (« Überspannverbot »)

Le passage au-dessus des zones sensibles est interdit. De même, aucune autorisation à construire ne devra plus être accordée à des projets de construction directement sous une ligne aérienne existante ou au-dessus d'un câble souterrain existant ou planifié.

### Seuil de précaution

A titre de précaution, un seuil plus restrictif et se basant sur les effets sur la santé tels que la leucémie infantile, certaines maladies neurodégénératives (Alzheimer, SLA) ainsi que sur certains effets biologiques avérés, sur les patients EHS et sur la protection des personnes vulnérables selon le principe de précaution et qui concerne les zones sensibles est proposé :

**0,4  $\mu$ T pour les zones sensibles**



Ce seuil concerne le cumul en cas de plusieurs lignes parallèles (aériennes et/ou enterrées).<sup>1</sup>

Il se mesure sur base de moyennes sur une semaine et se base sur les résultats concernant les risques constatés de leucémies des études concernées.

Les éléments de preuves concernant la valeur seuil de précaution (0,4  $\mu$ T) se font par :

- ✓ simulations / calculs théoriques,
- ✓ mesures de minimisation des émissions considérées, décrites et évaluées et qui dans la mesure du possible seront réalisées,
- ✓ procédures de surveillance (vérification sur terrain – mesures de contrôle).

Distances garantissant le respect du seuil de précaution (0,4  $\mu$ T)

Sur base des mesures disponibles pour des lignes existantes dans différents pays européens, les seuils de 0,4  $\mu$ T sont respectés d'office à partir de certaines distances de sorte qu'au-delà de ces distances la preuve du respect du seuil de 0,4  $\mu$ T ne s'avère pas obligatoirement nécessaire. Ces distances<sup>2</sup> sont de plus de 30 mètres pour les lignes aériennes de 110 kV, de plus de 60 mètres pour les lignes aériennes de 220 kV et de plus de 80 mètres pour les lignes aériennes de 380 kV, ainsi que de plus de 10 mètres pour les lignes souterraines de 100 ou 220 kV et de 20 mètres pour les lignes souterraines de 380 kV.

Nouvelles constructions par rapport aux lignes existantes

Par analogie, aucune construction constituant une zone sensible ne sera admise endéans de la zone critique correspondant au seuil > 0,4  $\mu$ T (moyenne - 1 semaine) ou à défaut à une distance inférieure aux distances dérogatoires citées en amont. A cette fin le ministère de l'Intérieur émettra un avis tenant compte des futures évolutions des PAG communaux et pourra le cas échéant conseiller les communes concernées.

---

<sup>1</sup> Sont considérées comme lignes parallèles les lignes qui se trouvent à une distance inférieure à 100 mètres.

<sup>2</sup> Entre la ligne extérieure du tracé (aplomb) et la zone sensible en question.

## Annexe 1 :

### Recommandations concernant les infrastructures publiques servant à l’approvisionnement en électricité en matière de santé humaine

Les infrastructures de transports d’électricité génèrent un champ électrique et un champ magnétique de basses fréquences (50 Hertz). Ces champs sont, au-delà de certains seuils, susceptibles d’engendrer des troubles de santé. De ce fait de nombreuses études ont été et sont toujours réalisées afin d’élucider de manière scientifique ces effets de santé potentiels et les seuils nécessaires à une prévention efficace. Ainsi, à titre d’exemple, l’hôpital universitaire de Aachen regroupe actuellement plus de 36.000 publications scientifiques sur le sujet.

En absence de conclusions définitives, certaines institutions internationales préconisent le principe de précaution sanitaire et notamment le respect de certains seuils ou de distances de sécurité.

Les recommandations luxembourgeoises en la matière datent de 1994 (circulaire aux communes par le ministère de l’intérieur). Le même ministère a édité des consignes supplémentaires divergentes dans un règlement-type sur les bâtisses, les voies publiques et les sites en 2018. De même, certains avis lors d’EIE émis par le ministère de la santé (Fridhaff, 2017 et 380 kV-Bofferdange en 2020) sont à première vue contradictoires. D’autre part, les analyses et méta-études scientifiques internationales se sont accumulées durant les dernières années.

Il semble donc opportun de faire le point des dernières acquis et publications scientifiques et d’adapter en conséquence les recommandations en terme de précaution sanitaire en matière de champs électriques ou magnétiques de basses fréquences.

Ainsi, certains pays européens ont au-delà des limites légales (restrictions de base, valeurs de référence) édité des seuils nettement plus restrictifs à titre de précaution sanitaire du moins pour des endroits « sensibles ».

Afin de bien comprendre la façon de procéder, il y a lieu de rappeler les différents champs émis et susceptibles de porter atteinte à la santé des personnes exposées.

#### Les champs électriques et magnétiques de basses fréquences (50Hz)

Le **champ électrique** dépend de la tension (V) de la source électrique, donc au voltage de l’émetteur. Il s’exprime en V/m ou Volt/mètre et est stable dans le temps. Ainsi, à titre d’exemple une ligne aérienne de 380kV émettra un champ électrique plus important qu’une ligne aérienne à 220 kV.

Le **champ magnétique** dépend du courant (A) qui passe en un temps donné et peut donc varier dans le temps en fonction du nombre et des puissances des consommateurs en activité à ce moment. Il en résulte que le champ magnétique émis par une ligne aérienne de 380 kV n’est pas forcément plus élevé que celui d’une ligne aérienne de 220 kV. Au contraire pour une même consommation (même nombre de consommateurs et une même puissance totale de ces consommateurs) le champ magnétique d’une ligne 380 kV sera inférieur à celui d’une ligne de 220 kV, du fait que les pertes sur les lignes seront moins importantes.

A titre d’illustration, une lampe de nuit émet un champ électrique lorsqu’elle est éteinte du fait qu’elle est branchée. Lorsqu’elle est éteinte et ne consomme pas de courant elle n’émet pas de champ magnétique. Lorsque la lampe est allumée, elle émet un champ électrique identique à celui de la

lampe éteinte (du fait que le courant de 220 Volt reste le même). De plus, le fait de consommer de l'électricité engendre également un champ magnétique relatif à la consommation spécifique (p.ex. 60 Watt) pendant le temps que la lampe reste allumée.

### **Protection contre les émissions des champs**

Le champ électrique peut facilement être modifié ou changé (principe cage de Faraday, terre) et ne traverse pas les matériaux électro-conductibles (métaux, briques massives, béton, ...). Le champ électrique diminue donc considérablement en fonction de :

- blindage (cage de Faraday)
- mise à terre
- distance

Ainsi le champ électrique est pratiquement complètement atténué par les murs et les toitures des bâtiments.

En revanche, le champ magnétique est beaucoup plus difficilement modifiable techniquement. Il existe trois méthodes :

- blindage

Certains matériaux ferromagnétiques peuvent dévier les champs magnétiques et par conséquent servir de blindage. Cette technologie se limite cependant à un blindage proche de sources ponctuelles (p.ex. des transformateurs) ou dans le but de protéger un espace réduit (p.ex. un local isolé) mais n'est guère réalisable à grande échelle, notamment pas pour les lignes à haute tension.

- compensation

Le champ magnétique mesuré est en fait le champs magnétique résultant qui correspond aux différents champs magnétiques générés par la phase et le retour de phase (ou des différentes phases dans le cas des lignes à haute tension) et qui se compensent plus ou moins en fonction de la distance entre la phase et le retour de phase (ou entre les phases des lignes à haute tension). Plus ceux-ci sont rapprochés, plus la compensation est importante et plus le champ magnétique résultant diminue avec la distance (c'est pour cette raison que les champs magnétiques émis par les lignes souterraines sont nettement moins élevés que ceux émis par les lignes aériennes où les différentes phases sont espacées de plusieurs mètres afin d'éviter tout court-circuitage en cas de rafale de vent).

- distance

Le champ magnétique diminue plus ou moins rapidement avec la distance à la source. Ici encore, plus la phase et le retour de phase (voire les différentes phases pour les lignes à haute tension) sont rapprochés l'un de l'autre, plus le champs magnétique résultant diminue rapidement avec la distance. En conclusion la diminution du champ mesurable en fonction de la distance par rapport à la source est plus importante pour une ligne souterraine que pour une ligne aérienne, du fait du rapprochement des phases).

L'exposition de l'homme en tant qu'occupant d'un bâtiment (bureau ou domicile) aux champs électriques et magnétiques peut résulter soit de sources internes (appareils électroménagers, installation électrique) soit de sources externes notamment de lignes électriques souterraines ou aériennes ou de transformateurs.

Pour les source externes, l'exposition à l'intérieur des bâtiments se limite surtout aux champs magnétiques étant donné que l'enveloppe du bâtiment constitue un blindage ou une cage de Faraday par rapport aux champs électriques (en fonction de l'électro-conductibilité des matériaux de construction utilisés).

### Effets de santé

En terme d'effets de santé il faut distinguer entre des effets prouvés (« Beweis »), des suspicions (« Verdacht ») et des indices (« Hinweis »). D'autre part, il faut faire la différence entre des effets de santé et des effets biologiques. Ces derniers peuvent mais ne doivent pas obligatoirement induire des effets de santé.

Les effets de santé et les effets biologiques sont étudiés et démontrés le cas échéant par différents types d'études :

- Etudes de populations (épidémiologiques, cohortes)
- Etudes expérimentales (laboratoire) in vitro (cellules ou cultures) ou in vivo (animaux de laboratoire, végétaux)

Parmi de tels effets potentiels, il faut distinguer des effets cancérogènes, des effets neurologiques ou neurodégénératifs, des effets endocriniens et d'autres effets potentiels.

Les nombreuses études de populations réalisées durant les dernières décennies en la matière sont en grande partie inconsistantes voire même contradictoires de sorte qu'il est actuellement impossible de dresser un bilan définitif et conclusif en matière d'effets de santé en relation avec les champs électromagnétiques de basses fréquences.

Certaines institutions ont dressé un bilan sur base des études existantes et notamment des études épidémiologiques ou études de population (métaétudes) :

- **ICNIRP** (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) 1998 & 2010
- **femu** / clinique universitaire RWTH Aachen (Allemagne) 2022
- **ULB-ESP** université libre de Bruxelles école de santé publique (Belgique) 2021
- **Europaem** (European Academy for Environmental Medicine) 2016
- **Bioinitiative Working Group** (groupe de chercheurs indépendants) 2007 & 2012
- **CIRC** (Centre International de Recherche sur le Cancer) ou **IARC** en anglais (International Agency for Research on Cancer) 2002 & 2007
- **OMS** (organisation mondiale de la santé), **WHO** en anglais ( World Health Organisation) 2007
- **SCENIHR** (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks) 2015
- **ANSES** (agence nationale de sécurité sanitaire, alimentation, Environnement, travail) 2019
- **SSM** (Stral säkerhets myndigheten – swedish radiation safety authority) 2014 & 2021

### Etudes de populations (épidémiologiques)

Les principaux effets retenus sont certaines formes de tumeurs, en l'occurrence les leucémies infantiles ou encore certaines maladies neurodégénératives (Alzheimer, SLA). De même, divers effets biologiques sont désormais reconnus (du moins à des expositions élevées, dépassant largement les seuils légaux, soit sur cellules humaines soit sur animaux de laboratoire) sans pour autant différencier si ces effets biologiques sont susceptibles de porter atteinte à la santé humaine ou non.

Pour de nombreux autres effets de santé (Parkinsonisme, cancers adultes, cancer du sein, troubles cardio-vasculaires) les études récentes ne confirment pas les études anciennes de sorte que les effets semblent peu probables ou du moins que les résultats sont inconsistants.

- Cancer

Certaines études épidémiologiques mettent en évidence un accroissement de leucémies infantiles soit à proximité de lignes électriques aériennes de haute tension (moins de 50 mètres) soit pour des champs magnétiques supérieurs à 0,4 microTesla<sup>1</sup> ( $\mu$ T). En revanche, d'autres formes de cancer n'ont pas été mis en évidence de manière cohérente. Sur base de ce risque de leucémies infantiles, l'organisation mondiale de la santé (OMS – WHO en anglais) respectivement le centre international de recherche sur le cancer CIRC (IARC en anglais) ont classifié les champs magnétiques de basses fréquences en classe 2 b « potentiellement cancérigènes pour l'homme » et les champs électriques de basses fréquences en classe 3 (« non classifiable pour l'homme en terme de cancérologie »).

- Maladies neurodégénératives

Sur base des études épidémiologiques, les champs magnétiques de basses fréquences augmenteraient les risques de sclérose latérale amyotrophique SLA en exposition professionnelle respectivement de l'Alzheimer (exposition résidentielle, inconsistance pour les expositions occupationnelles). En revanche aucune association avec le parkinsonisme ou la démence n'a été mis en évidence.

- Electro Hyper Sensitivity (EHS) (syn IEI-CEM ou SICEM)

L'hypersensibilité électromagnétique fait référence aux personnes qui souffrent de symptômes en présence de champs ou d'ondes électromagnétiques. L'OMS décrit le phénomène d'hypersensibilité électromagnétique comme un ensemble de symptômes attribuables à l'exposition à des champs électromagnétiques parmi lesquels on peut mentionner des symptômes dermatologiques (rougeurs, picotements et sensations de brûlure) ou des symptômes neurasthéniques et végétatifs (fatigue, lassitude, lourdeur dans la tête, irritation des yeux, difficultés de concentration, maux de tête, angoisses, acouphènes, vertiges, étourdissements, nausées, palpitations cardiaques et troubles digestifs).

Les réactions d'électrosensibilité s'accompagnent de processus biochimiques bien définis et décrits dans la littérature scientifique. Les biomarqueurs mis en évidence lors des réactions EHS (histamine Ig E, HSP, ...) sont sensiblement les mêmes que dans les réactions MCS (multiple chemical sensitivity)

---

<sup>1</sup> Il s'agit de l'intensité moyenne sur plusieurs jours ou semaines et non pas des valeurs maximales et des expositions de longues dates (plusieurs années).



donc les réactions aux polluants chimiques ce qui suggère une corrélation entre ces deux pathologies et notamment que l'EHS pourrait être induit par le MCS (toxicant induced loss of tolerance – TILT).

### Effets biologiques

Parmi les effets biologiques mis en évidence, il faut citer en premier lieu le stress oxydatif (radicaux libres) et les effets génotoxiques, notamment des cassures DNA, mais également des troubles du rythme cardiaque, l'hypertension artérielle, la synthèse de la mélatonine, et certains marqueurs de stress (heatshock proteins, histamine, mélatonine, glutamate, cortisol, ...) ou encore l'accumulation extracellulaire de ions calcium (perturbation des VGCC ou voltage gated calcium channels).

Il s'agit en premier lieu d'effets biologiques voire en partie physiologiques et non pas d'effets de santé. En effet, l'organisme humain est capable dans certaines limites de réparer ou de compenser de tels effets biologiques et ce n'est que dans certains cas que ces limites peuvent être dépassées et induire des conséquences sanitaires irréversibles. De plus, ces effets biologiques sont typiquement démontrés dans des conditions expérimentales (in vitro, in vivo) à des expositions supérieures à 500  $\mu$ T, le plus souvent dans les milliTesla, donc des champs nettement plus élevés que les seuils existants.

Dans son rapport de 2007, l'OMS émet des recommandations en matière de recherche pour combler les lacunes de connaissances notamment en ce qui concerne les maladies neurodégénératives et le comportement neurologique, la leucémie infantile et d'autres effets cancérigènes, les effets immunologiques, les effets sur la reproduction et le développement et certaines interférences avec des mécanismes biologiques (lacunes confirmées par les études et appréciations récentes de 2021).

D'autre part et en attendant des données scientifiques plus concluantes, l'OMS préconise une approche de précaution sanitaire au-delà des valeurs guides internationales (ICNIRP 1998, IEEE 2002) notamment pour la construction de nouvelles installations électriques.

### Limites légales et recommandations en vigueur

Normes officielles / limites légales

L'ICNIRP (« International Committee on non-ionizing radioprotection ») est une organisation indépendante d'ingénieurs qui ont établi des recommandations de limites en se fondant sur des effets aigus et avérés. L'ICNIRP a préconisé en 1998 des limites de 5 kV/m pour les champs électriques de 50Hz et de 100  $\mu$ T pour les champs magnétiques de 50 Hz pour la population générale. En 2010, ils ont adapté les valeurs des champs magnétiques à 200  $\mu$ T.

Ces valeurs limites (5 kV et 100  $\mu$ T) ont été reprises par diverses organisation, notamment par l'OMS, le Conseil de l'Europe (1999/519/EC) et l'Union européenne et constituent par conséquent les limites légales officielles pour la plupart des pays, y compris le Luxembourg (dans le cadre de la loi sur les établissements classés).

### Principe de précaution

Au-delà des valeurs légales, certains organismes et pays préconisent des restrictions plus sévères à titre de précaution sanitaire.

Le principe de précaution est une disposition qui préconise que malgré l'absence de certitudes, à un moment donné et dues à un manque de connaissances techniques, scientifiques ou économiques, il convient de prendre des mesures anticipatives de gestion de risques eu égard aux dommages potentiels immédiats et futurs sur l'environnement et la santé.

En d'autres termes, le principe de précaution prévoit que lorsque des incertitudes subsistent quant à l'existence ou à la portée de risques pour la santé de personnes, des mesures de protection peuvent être prises sans avoir à attendre que la réalité et la gravité de ces risques soient pleinement démontrés (Cour de justice des Communautés européennes).

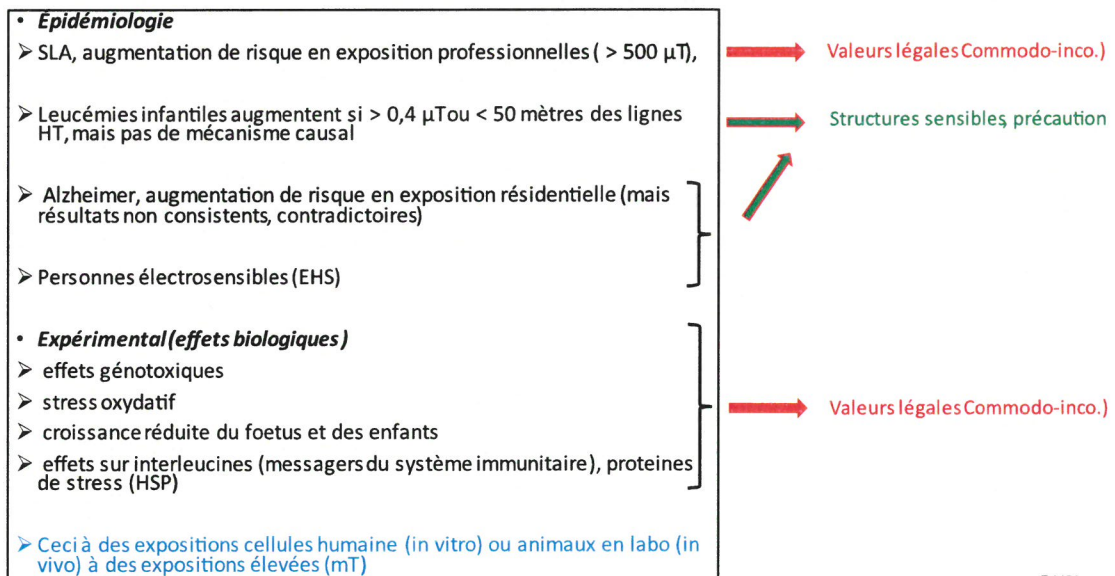
L'application du principe de précaution repose sur un risque potentiel, mais étayé, c'est-à-dire un risque dont la plausibilité est soutenue par des retours d'expérience.

**ALARA « as low as reasonably achievable »**

C'est une des formes que peut prendre le principe de précaution dans le domaine de la toxicologie ou de la radioprotection et notamment lors d'exposition à de faibles doses, quand il y a incertitude sur la relation dose-effet.

Définition : Dans les domaines où le risque existe lors d'expositions à de faibles doses, le principe ALARA est appliqué par un industriel ou une organisation responsable d'un risque, quand et si toutes les dispositions raisonnablement possibles ont été mises en place pour réduire l'exposition d'individus à un toxique ... à un niveau aussi bas que raisonnablement possible. Le qualificatif « raisonnablement » signifie que cela est entendu aux conditions économiques et sociales existant au moment où l'on parle dans le contexte du sujet.

**Avis effets de santé & effets biologiques**



© MEA

Certains pays ont admis des seuils plus stricts à titre de précaution sanitaire notamment en rapport avec des populations vulnérables ou particulièrement sensibles tels que des enfants, des femmes enceintes, des personnes âgées ou malades.

### Seuils dans autres pays

La plupart des Etats Membres ont adopté la recommandation du conseil de l'Union européenne, à savoir un seuil de 100  $\mu\text{T}$  pour le champ magnétique et 5 kV/m pour le champ électrique.

Certains pays en revanche ont adopté des limites d'exposition plus strictes (Italie, Belgique, Croatie, Pays-Bas, Pologne, Bulgarie, Slovaquie, Finlande, ...)

Le gouvernement flamand prévoit pour la planification de nouvelles lignes électriques que le passage au-dessus des écoles et des centres de soins pour les enfants doit être évité et que le passage au-dessus des habitations doit être réduit au minimum. D'autre part, ils prévoient à l'intérieur des habitations une limite de 10  $\mu\text{T}$  pour la valeur d'intervention (logement classé non habitable) et 0,2  $\mu\text{T}$  pour la valeur guide (donc souhaitable).

La Croatie fixe à 40  $\mu\text{T}$  la limite pour les zones « sensibles » telles les habitations, bureaux, écoles, terrains de jeux, jardins d'enfants, maternités, hôpitaux, foyers pour personnes âgées et pour personnes handicapées et pour les hébergements touristiques.

Les Pays-Bas limitent à 0,4  $\mu\text{T}$  les champs magnétiques provenant des lignes électriques aériennes dans les maisons, les écoles et les garderies lorsque de nouvelles lignes ou de nouvelles maisons sont construites ou les lignes existantes rénovées.

La Pologne prévoit également des limites plus sévères notamment pour les zones résidentielles.

La Bulgarie préconise des limites nettement moins élevées pour des zones d'exposition continue et les zones où se trouvent des groupes sensibles (enfants, femmes enceintes, personnes âgées, malades).

De même, la Slovaquie applique des limites 10 fois plus sévères dans les zones sensibles (écoles, centres de jour, hôpitaux et habitations).

La Finlande, stipule que les champs magnétiques soient maintenus aussi bas que raisonnablement possible dans les zones où le public, notamment les enfants, est susceptible de rester pendant une période non négligeable.

Le Portugal préconise des seuils particulièrement prudents dans certains types d'établissements, notamment les établissements de soin de santé et les établissements similaires, les établissements éducatifs, les crèches et jardins d'enfants, les maisons de retraite, de repos et similaires, les parcs et terrains de jeux, les espaces et installations sportifs et les bâtiments résidentiels.

Enfin, la Suisse a fixé une valeur limite de 1  $\mu\text{T}$  partout où des personnes séjournent durablement (salons, chambres, écoles, aires de jeux) dans le souci de protéger la population des risques pour la santé aujourd'hui non avérés mais envisageables.

Récapitulatif des seuils et limites proposées par diverses institutions :

pays	seuil légal	précaution	qui	quand
Allemagne	100			
Autriche	100			
Croatie	100	40	structures sensibles	
Danemark	100			
Espagne	100			
Belgique	100	0,4-10	enfants < 15 ans > 6 heures/jour	
Wallonie	100			
Flandres	10	0,2	indoor	10 = intervention value 0,2 = "goal value"
Finlande	100	0,4	endroits où les enfants séjournent ( home, école primaire, school, préscolaire)	nouvelles lignes & projets construction
France	100	1	nouveaux bâtiments & usure sensible (hôpitaux, préscolaire, primaire)	
Israël	100	0,4	long-terme moyenne 24 heures	exposition 5 jours à >4h
Italie	100	3-10	habitations > 4 heures/jour, pour nouvelles habitations ou lignes, 3 pour sensibles	10 = attention values, 3 = quality goals
Pays-Bas	200	0,4	nouveaux bâtiments avec enfants, exposition long-terme	
Norvège	200	0,4	nouveaux bâtiments proches de lignes électriques	
Slovénie	100	10	bâtiments sensibles	
Suède	100	0,4		
Suisse	100	1	proche lignes électriques	

### Distances de sécurité dans les autres pays ( en mètres)

D'autre part, certains pays préconisent des distances de sécurité à respecter lors de la construction de nouvelles lignes électriques aériennes respectivement de lotissements ou d'urbanisation autour des lignes existantes.

pays	<110 kV	110 kV	220 kV	380 kV	
Allemagne	5	10	15	20	conducteur externe
Brême		30	60	80	axe central
Brandebourg		30		50	conducteur externe
Rhénanie Nord-Westphalie		10	20	40	axe central
Espagne		5	5	5	conducteur externe
Israël		3	20	35	?
Pays-Bas (sensibles)	40	50	150	200	axe central
Suède		10	10	10	?
Luxembourg (1994)	20 (65kV)	30 (terrain)	30 (terrain)	-	axe central
Luxembourg 2018		50	50	50	

L'ANSES (Agence Nationale de sécurité, sanitaire, alimentation, environnement, travail en France) dans son rapport de 2019 recommande de mesurer l'exposition aux champs à moins de 50 mètres de lignes de très hautes tensions THT (> 225 kV) et d'éviter par précaution l'implantation de nouveaux établissements sensibles (hôpitaux, maternités, établissements accueillant des enfants tels que crèches, maternelles, écoles primaires, etc.).

Alors que certaines études notamment en France et en Suisse ont constaté une augmentation du risque de développer une leucémie infantile à proximité, en l'occurrence moins de 50 mètres des lignes à haute tension et au contraire aucune augmentation dudit risque pour des distances supérieures à 50 mètres (Semarge-Faure, 2013), d'autres études (Danemark et Royaume-Uni) concluent à une absence d'un tel risque pour des distances inférieures à 200 mètres des lignes à haute tension (Pederson, 2014 ; Bunch, 2014).

### **Relation entre distances et intensités des champs électriques et magnétiques**

L'estimation d'une distance minimale afin d'éviter toute exposition nocive en matière de champs magnétiques est hypothéquée dans la mesure où l'intensité du champ magnétique n'est pas corrélée avec la distance mais est variable en fonction de plusieurs paramètres :

- Distance verticale, donc la hauteur des pylônes (qui vient s'ajouter à la hauteur horizontale)
- Distance entre la phase et le retour de phase (compensations) ou entre les différentes phases qui dépend du type de pylône utilisé (à titre d'exemple la distance entre les phases est généralement plus faible pour un pylône en béton que pour un pylône en acier)
- Nombre de consommateurs en marche simultanément à un certain moment (champ magnétique variable dans le temps)
- Tension de la ligne (plus la tension est élevée, moins il y aura des pertes et donc plus le champ magnétique sera réduit pour une même consommation)

Il en est de même pour les champs électriques ou la nature du sol, l'humidité relative de l'air, la présence de végétaux ou d'autres obstacles naturels ou artificiels interfèrent et modifient le champ émis.

### **Relation champs – distances selon études et mesures**

Différents organismes internationaux ont estimé, calculé ou mesuré les intensités des champs magnétiques en fonction de la distance par rapport aux lignes à haute ou très haute tension.

L'OMS, dans son rapport de 2007, évoque les distances typiques calculés par le NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences aux Etats-Unis (1995). Ainsi pour les lignes de 115, 230 et 500 kV, les champs magnétiques moyens étaient inférieurs à 0,4  $\mu$ T et les champs magnétiques maximaux inférieurs à 1  $\mu$ T à partir de 60 mètres.

Le EMF-Protal de l'université de Aachen (RWTH Aachen) rapporte que les études mettent en évidence les distances de sécurité mesurées dans les tableaux suivants. Ces résultats sont complétés par des mesures (Neitzke).

- Lignes aériennes :

origine	tension	n	< 1 $\mu$ T	< 0,4 T
EMF-Portal	110 kV	27	20 m	30 m
Neitzke	110 kV	10	20 m	50 m*
EMF-Portal	220 kV	42	50 m	60 m
Neitzke	220 kV	1	20 m	50 m*
EMF-Portal	380 kV	28	60 m	50<x<100
Neitzke	380 kV	11	50	>> 50

\*Pas de mesures à des distances intermédiaires entre 20 et 50m de distance

Concernant les lignes 380 kV, les résultats des mesures ou calculs se limitent aux distances de 50 et de 100 mètres. Des valeurs pour des distances de 60 ou 70 mètres font défaut. Les champs magnétiques aux distances de 100 mètres sont sensiblement inférieurs à 0,2  $\mu$ T (études) alors qu'à une distance de 50 mètres elles varient entre 0,2 et 1,1  $\mu$ T (EMF-Portal) et entre 0,1 et 0,8  $\mu$ T (Neitzke). On peut donc estimer que le seuil de 0,4  $\mu$ T est respecté à partir de 70-80 mètres.

Il en résulte que les distances de sécurité suivantes semblent de toute évidence garantir des intensités inférieures à 0,4  $\mu$ T et donc inférieures aux seuils correspondant à une augmentation de risque de leucémies infantiles selon les études en question :

Lignes aériennes	Distance de sécurité
110 kV	30 mètres
220 kV	60 mètres
380 kV	80 mètres

- Câbles souterrains

origine	tension	n	< 1 $\mu$ T	< 0,4 T
EMF-Portal	110-380 kV	33	10 m	20 m
Neitzke	110 kV	6	10 m	10 m
Neitzke	220 kV	1	10 m	10 m
Neitzke	380 kV	3	10 m	20 m

Il en résulte que selon les mesurages dans de nombreuses études, les intensités préconisées de 1 ou de 0,4  $\mu$ T ne sont plus dépassées à partir des distances suivantes :

câbles souterrains	Distance de sécurité
110 kV	10 mètres
220 kV	10 mètres
380 kV	20 mètres

## Organismes consultés

- Bioinitiative

Le « bioinitiative working group » constitue un groupe de 29 scientifiques et experts de santé publique indépendants qui ont documenté en 2007 et en 2012 les connaissances en matière d'effets biologiques et de santé concernant les champs électromagnétiques de basses et de hautes fréquences. A ce titre ils ont consulté plus de 2000 études en termes de cancers (enfants et adultes), effets sur le système nerveuse, d'effets génétiques, d'effets sur le système immunitaire et de mécanismes biologiques plausibles

- Europaem

L'académie européenne en médecine environnementale est une asbl en Allemagne qui regroupe les médecins spécialisés en médecine environnementale européens.

- SCENIHR

Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks est un comité scientifique indépendant qui conseille la commission européenne chargée de développer des politiques en matière de protection des consommateurs en matière de santé publique et d'environnement.

- ANSES

L'agence nationale de sécurité sanitaire alimentation, environnement, travail a été saisie en 2013 par les ministères en charge de la santé, du travail, de l'environnement et de l'agriculture pour la réalisation d'une expertise concernant la mise à jour de l'expertise relative aux champs électromagnétiques d'extrêmement basses fréquences.

- SSM

Le conseil scientifique sur les champs électromagnétiques de la « Swedish Radiation Safety Authority (SSM) publie annuellement un rapport incluant les dernières études scientifiques internationales réalisées.

- OMS

Organisation mondiale de la santé

- CIRC

Le centre international pour la recherche en cancer (IARC international agency for research on cancer) situé à Lyon classifie les différentes substances chimiques ou facteurs physiques quant à leur éventuel risque cancérigène en différentes classes qui sont reprises par l'OMS.

- ULB-SEP

L'ULB-SEP (Université Libre de Bruxelles – école de Santé Publique) a réalisé une étude commandée par la Région wallonne dans le cadre du Marché public de services incluant deux volets, sont les impacts à court, moyen et à long terme des CEM anthropiques non-domestiques sur la santé de l'homme et une analyse comparative « des législations pertinentes en matière de CEM d'origine anthropique non-domestique (lignes à haute et à moyenne tension) afin de permettre aux décideurs de la région wallonne d'évaluer la nécessité d'adopter des règles visant à protéger les êtres vivants des CEM émis par les lignes électriques à haute et moyenne tension.

- RWTH Aachen / femu

Le « femu » (Forschungszentrum für ElektroMagnetische Umweltverträglichkeit des Instituts für Arbeits-, Sozial und Umweltmedizin) de l'hôpital universitaire RWTH Aachen regroupe une banque de données de littérature portant sur plus de 36.000 publications scientifiques et 7000 résumés d'études (emf-portal).

- Neitzke HP et al. (2010): Bestimmung und Vergleich der von Erdkabeln und Hochspannungsfreileitungen verursachten Expositionen gegenüber niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern - Vorhaben 3608S03011

## **Annexe 2 : Les champs électromagnétiques de basses fréquences au Luxembourg concernant les infrastructures publiques ?**

Les valeurs limites légales au Luxembourg sont de 100  $\mu$ T pour la population générale et de 500  $\mu$ T pour les travailleurs pour le champ magnétique et de 5 kV pour le champ électrique (loi concernant les établissements classés).

Au-delà, certaines recommandations ou avis ont été formulées à titre de précaution sanitaire, sans pour autant posséder un caractère légal :

- La circulaire 1644 du ministère de l'intérieur du 11 mars 1994

En 1994, le ministère de l'intérieur prévoyait une distance de sécurité de 20 mètres (65 kV) et de 30 mètres (>65 kV) entre une ligne électrique aérienne (milieu du tracé) et la limite du terrain constructible destiné à des fins d'habitation.

Il s'agit d'une recommandation sans aucune validité légale si ce n'est que certains jugements l'ont invoqué par la suite et s'y sont référés.

- Le Règlement-type sur les Bâtisses, les Voies publiques et les Sites (ministère de l'intérieur, 2018) préconise :

« les constructions abritant des pièces destinées au séjour prolongé de personnes, situées à une distance inférieure à 50 m par rapport à toutes les lignes à haute tension aérienne (i.e. > 65kV) ou au-dessus de lignes à haute tension enterrées sont interdites ».

- L'avis de la division de la direction de la santé concernant le dossier « Fridhaff, 2017) confirmant :

« ... l'utilité de la justification de la politique de l'évitement prudent menée suite à la circulaire 1644 ... » et « recommande aux communes de continuer à appliquer la circulaire 1644 dans le cadre de décisions concernant l'aménagement de leur territoire » tout en évoquant deux jugements du tribunal interdisant aux administrations étatiques de prévoir des couloirs de sécurité et de prévoir des niveaux de référence pour champs magnétiques inférieurs à 100  $\mu$ T pour la construction de nouvelles lignes aériennes à haute tension (cf. avis DRP, 2017))

- Le jugement de 2007 du tribunal administratif concernant une ligne aérienne 65 kV



stipulant que « en imposant une distance entre la ligne à haute tension et les habitations existantes (sic 20 mètres suivant circulaire 1644) le ministre (de l'Environnement) a fait une saine application du principe de précaution ».

- Avis de la division de l'inspection sanitaire (médecine environnementale) concernant l'EIE d'une ligne à 380 kV à l'est du pays de 2020

recommandant l'application du principe de précaution et le respect d'un seuil de  $0,4\mu\text{T}$  (la recommandation initiale de 1 mètre par kV soit 380 mètres de part et d'autre de ladite ligne et qui se base exclusivement sur un avis d'un institut de biologie de l'habitat privé n'a pas été retenue dans l'avis final du ministère).

Les compétences en la matière ne sont pas clairement définies et se partagent entre différentes administrations gouvernementales :

- Ministère du Travail / ITM (établissements classés)
- MCDD / AEV (établissements classés, environnement humain, pollution extérieure, EIE)
- Division de la radioprotection / Service Environnement du ministère de la santé (avis)
- Ministère de l'intérieur (PAG, PAP)
- Département construction durable et département énergie du ministère de l'énergie (infrastructures énergétiques, construction durable)
- Département de l'aménagement du territoire du ministère de l'énergie





Grand-Duché de Luxembourg  
Großherzogtum Luxemburg

Commune de  
Gemeinde

Lorentzweiler

# Extrait du registre aux délibérations

du Conseil Communal de la commune de Lorentzweiler

## Séance du 20 février 2024

Date de l'annonce publique de la séance: 14.02.2024

Date de la convocation des conseillers: 14.02.2024

Présents : Mme Kirsch-Hirtt, bourgmestre, Bach, Mersch, échevins, Alexander, Kremer A., Kremer B., Mme Schmit, Mme Ney épouse Prim, Mme Calvario, Wietor, Weyerich, conseillers. Flener, secrétaire.

Excusé : / Absent : /

### **Point de l'ordre du jour: 2**

Objet : 2<sup>ème</sup> Avis sur le rapport d'évaluation du projet « 380kV – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf den Teilabschnitten Bofferdange-Bertrange und Bofferdange-Aach »

Le conseil communal,

Vu la délibération du conseil communal du 15 décembre 2022 portant approbation de deux avis sur le rapport d'évaluation du projet « 380kV – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf den Teilabschnitten Bofferdange-Bertrange und Bofferdange-Aach »

Vu le projet CREOS 380kV prévoyant des lignes électriques à haute tension 380kV avec un poste de transformation, lignes électriques à haute tension 380kV reliant sur le territoire du Grand-Duché de Luxembourg les communes de Rosport-Mompach à Bertrange ;

Considérant que le projet CREOS 380kV est d'intérêt général et d'utilité publique et s'impose ainsi pour satisfaire les besoins de la société moderne en énergie électrique du point de vue de toutes les facettes ;

Considérant qu'il est absolument indispensable de veiller à ce que le projet constitue un minimum de nuisance pour l'environnement naturel et humain, et notamment de veiller à la sauvegarde de la beauté du paysage,

Vu les dispositions de la loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement ;

Vu les deux courriers du 10 janvier 2024 émanant du Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité priant la commune de Lorentzweiler d'émettre un avis sur le nouveau rapport d'évaluation ;

Vu le rapport modifié sur l'évaluation des incidences sur l'environnement réalisé par le bureau d'ingénieurs « Oeko – Bureau » de Rumelange pour les deux tronçons Bofferdange– Bertrange et Bofferdange-Aach ;

Vu la réunion d'information portant sur l'évolution du projet de la nouvelle infrastructure à très haute tension 380 kV et organisée le 6 février 2024 par la société CREOS Luxembourg SA ;

Considérant que les avis supplémentaires émis par le conseil communal ont été rédigés en langue allemande et ne concernent que les informations complémentaires fournies dans la version adaptée du rapport d'évaluation comme demandé dans le courrier du 10 janvier 2024 ;

Décide à l'unanimité d'émettre les deux avis complémentaires annexés et de les transmettre au Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité

Ainsi délibéré date qu'en tête  
Le conseil communal,  
Pour extrait conforme,  
Lorentzweiler, le 21 février 2024

Le Bourgmestre,  
Marguy KIRSCH-HIRTT

Le Secrétaire,  
Frank FLENER





*Lorentzweiler, den 20. Februar 2024*

## **Umweltverträglichkeitsprüfung des Projektes**

### **« 380 kV – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange – Bertrange »**

#### **(UVP) -Bericht**

**2te Auflage vom 12.12.2023**

#### ***Stellungnahme des Gemeinderates***

#### ***der Gemeinde Lorentzweiler***

Das Ministerium für Umwelt, Klima und Biodiversität hat die vom Projekt CREOS 380 betroffenen Gemeinden gebeten eine Stellungnahme zur 2ten Auflage des UVP-Berichtes für die geplante Modernisierung einer Hochspannungsleitung auf der Strecke Bofferdange – Bertrange bis zum 23. Februar 2024 einzureichen.

Der Gemeinderat begrüsst die Vorgehensweise, welche ermöglicht Einwände und/oder Vorschläge der betroffenen Gemeinden zu berücksichtigen.

Entsprechend der Stellungnahmen zum UVP-Bericht vom 23. Januar 2023, konnten Varianten identifiziert werden, die in einer weiteren Detailanalyse genauer untersucht wurden.

### Anmerkungen des Gemeinderates

- Der Gemeinderat befürwortet die genauere Untersuchung der einzelnen Detailvarianten und der potenziellen Maststandorte. Die Angaben von Orientierungswerten zu den magnetischen Feldern mit den  $1\mu\text{T}$ - bzw.  $0,4\mu\text{T}$ -Linien sowie der 380m-Entfernungslinien in den Karten ermöglichen eine bessere Analyse des Verlaufs der Leitung bezüglich der Distanz zu bestehenden Wohngebieten sowie deren Wirkungsprognose.
- Bei dem variantenlosen Abschnitt **Lorentzweiler – Nord** müssen die nötigen Anpassungen zum Schutz der ZPS Weissbach getroffen werden. Auch soll der Verlauf der Leitung so weit wie möglich von den Wohngebieten geplant werden, um den grösstmöglichen Schutz unserer Einwohner zu gewährleisten. Eine Optimierung des Abschnittes zwischen den Masten BB08LNLN – BB12LNLN zur Erweiterung der Distanzen zum Wohngebiet (Rue Belle-Vue) soll untersucht werden. Des Weiteren verläuft die Variante Lorentzweiler – Nord durch ein unberührtes Waldgebiet und beeinträchtigt wesentlich die Qualität des Naherholungsgebietes und die touristische Nutzung dieses Gebietes (ein „Guttland Trail“ in diesem Bereich ist in Ausarbeitung). Auch das Neolithikum, welches durch Schulklassen in Zusammenarbeit mit dem Naturmuseum genutzt wird, wird beeinträchtigt. Ausserdem werden geschützte Landschaftsräume zerstört.
- Der Gemeinderat begrüsst, dass die **Überquerung des Alzettetals** an der schmalsten Stelle des Tales, nördlich der bestehenden Autobahnbrücke von Lorentzweiler verläuft.
- Es wird jedoch bemängelt, dass für den Abschnitt **Alzettetal – Steinseler Plateau** neben den Varianten 2 und 7 keine anderen Varianten näher untersucht wurden. Der Gemeinderat von Lorentzweiler hatte sich in seiner ersten Stellungnahme für die Variante 1, welche auf dem Hünsdorf - Steinseler Plateau am Waldrand entlangläuft, ausgesprochen und alle anderen Varianten verworfen. Daher fordert der Gemeinderat, dass die Variante 1 ebenfalls in Betracht gezogen wird und näher analysiert wird.
  - *Die Variante 2 verläuft quer über das Plateau. Dies bewirkt nicht nur die Zerstörung einer bis jetzt unberührten Landschaft und des Naherholungsgebietes. Sie beeinträchtigt auch das Projekt „Bau von 2 Windkraftanlagen auf dem Hünsdorf - Steinseler Plateau“, für das die Umwelt-Studien schon in Ausarbeitung sind.*

- *Die Variante 7 verläuft durch das unberührte Seitental „Baachlach“ welches ebenfalls als Naherholungsgebiet dient. Ausserdem führt die Trasse nahe an einem Pferdegehöft mit Wohnhaus, sowie an Tierställen vorbei.*
- *Da beide Varianten 2 und 7 starke Auswirkungen auf das Landschaftsbild haben werden, kann keine der beiden Varianten aus Lorentzweiler Sicht überzeugen. Der Gemeinderat spricht sich daher gegen beide Varianten aus.*
- *Es sollte eine alternative Trasse zur Variante 7 ausgearbeitet werden, welche weniger Auswirkungen auf das Schutzgut Bevölkerung und Gesundheit des Menschen sowie das Landschaftsbild hat, besonders im Bereich Umgehung von Hunsdorf („Baachlach“). Eine Verbindung zwischen z.B. den Masten BB64ASV2 bzw. BB17ASV7 und BB23ASV7 soll untersucht werden. (Vorschläge siehe Anhang)*

### **Forderungen des Gemeinderates**

- Durch den Bau der neuen 380 kV - Hochspannungsleitung dürfen keine schädlichen Einwirkungen durch elektromagnetische Felder für die Einwohner entstehen. Daher ist auf maximale Distanz zu Wohngebieten zu achten;
- Die Überquerung der Freileitung des Alzettetals soll an der schmalsten Stelle des Tales mit möglichst niedrigen Masten erfolgen;
- Der Bau von 2 geplanten Windkraftanlagen auf dem Hünsdorf - Steinseler Plateau darf nicht beeinträchtigt werden.
- Die Nutzung der landwirtschaftlichen genutzten Flächen soll weitgehend erhalten bleiben.
- Das regionale Naherholungsgebiet darf nicht negativ beeinträchtigt werden.
- Das aktuelle Landschaftsbild soll nicht durch die Leitung zerstört werden!
- Im Rahmen der öffentlichen Untersuchung (enquête publique) soll eine **Informationsversammlung** für die Bürger der Gemeinde Lorentzweiler abgehalten werden, da unsere Gemeinde besonders stark vom Bau dieser neuen 380kV - Leitung betroffen ist.
- Eine **Unterredung** des Schöffenrates mit den Verantwortlichen der CREOS und dem Auftraggeber (Energieminister) bezüglich der Detailplanung auf dem Gebiet der Gemeinde Lorentzweiler wird beantragt.

## **Zusammenfassung und Schlussfolgerung**

Durch die zentrale Lage, 10km nördlich der Stadt Luxemburg, mitten im Alzettetal mit seinen grünen Weideflächen und bewaldeten Hängen, gilt die Gemeinde Lorentzweiler als attraktive Wohngemeinde in der es sich gut leben lässt.

Die Fahrradpisten im Tal, die nahegelegenen Wälder sowie die beiden Plateaus (Bofferdange und Hünsdorf-Steinsel) bieten viele Möglichkeiten zur Freizeitgestaltung und sind als Naherholungsgebiet sehr beliebt und tragen zur Lebensqualität der Einwohner und Besucher bei.

Obwohl bestehende 220kV - Leitungen zurückgebaut werden, wird, durch den Bau der neuen 380kV - Leitung, in ihrer Gesamtheit betrachtet (Teilabschnitt Bofferdange - Aach(D) und Teilabschnitt Bofferdange – Bertrange) die Lebensqualität in der Gemeinde Lorentzweiler stark beeinträchtigt.

Sowohl der Bau des Umspannwerkes (Variante 2 oder 4) als kilometerlange Leitungsabschnitte mit bis zu 36 Masten sind auf dem Gebiet der Gemeinde Lorentzweiler geplant. Die Gemeinde wird von der 380kV – Hochspannungsleitung regelrecht umzingelt!

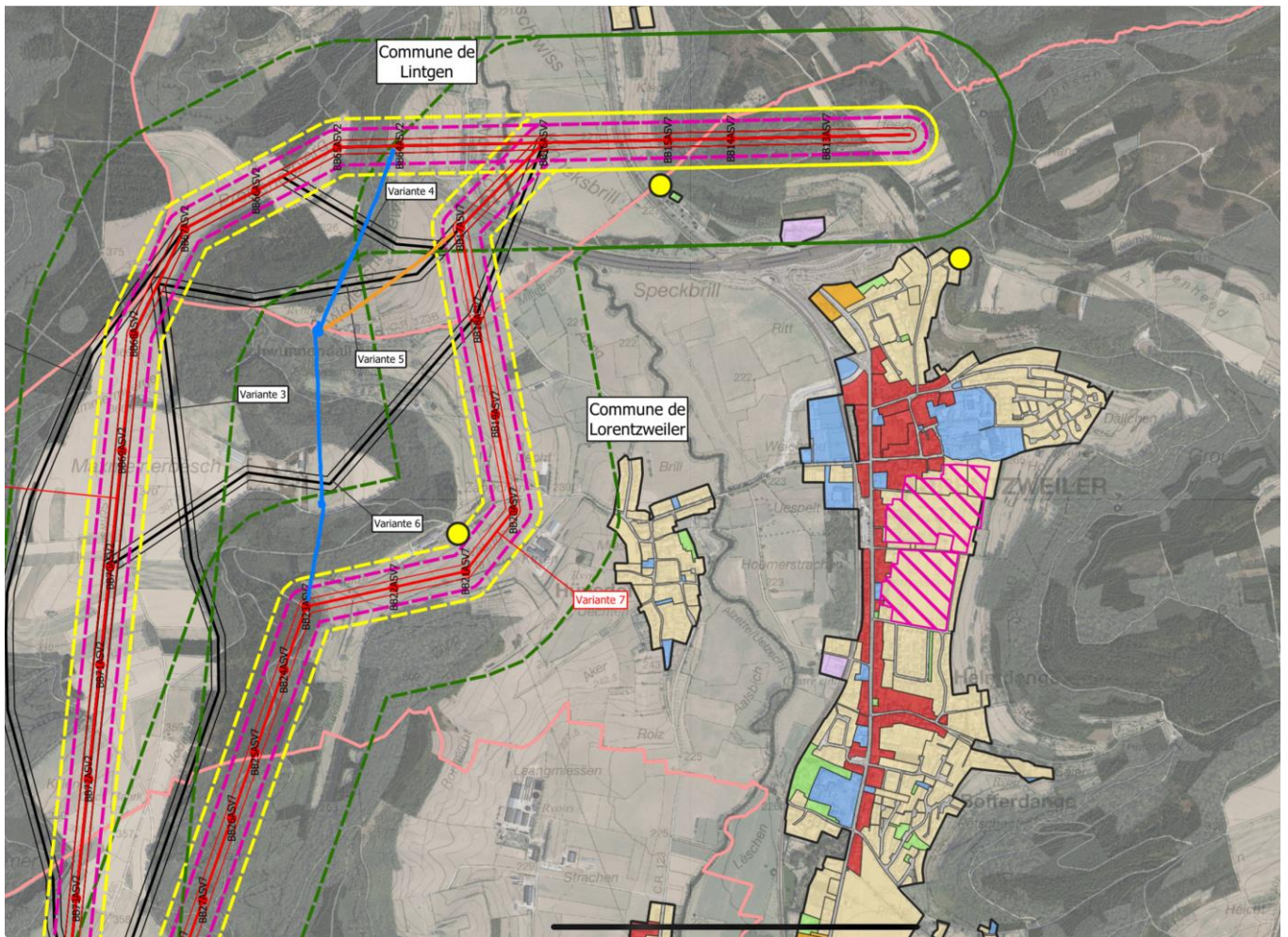
Dort wo jetzt unberührte Natur existiert, werden bald technische Infrastrukturen Einzug halten.

Der Gemeinderat ist sich bewusst, dass das Projekt von öffentlichem Interesse ist und als gemeinnützig eingestuft ist, und weder durch seine Stellungnahme noch durch Proteste verhindert werden kann.

Daher fordert der Gemeinderat den Energieminister als Auftraggeber sowie CREOS als Projekteigentümer dazu auf, die Gemeinde Lorentzweiler aktiv in die Detailplanung des Projektes einzubeziehen und gemeinsam über eine entsprechende Entschädigung für den drastischen Verlust der Lebensqualität mit dem Schöffenrat zu verhandeln.

Keine andere Gemeinde wird durch das CREOS 380 Projekt derart gravierend geschädigt wie die Gemeinde Lorentzweiler!

Anhang:  
Teilabschnitt Alzettetal – Steinseler Plateau,  
Alternativen zur Variante 7 (blau / orange)





**Extrait du Registre aux Délibérations  
du Conseil Communal  
de la Commune de Steinsel**

**Séance publique du 27 février 2024**

Date de l'annonce publique : 21 février 2024

Date de convocation des conseillers : 21 février 2024

**Présents:** MM. Marchetti, Rausch; Schintgen, Wies, Engel-Lenertz, Degrott, Schiltz, Morbach, Paulus, Kolber-Hoffmann, Lynn Steinmetz, secrétaire communale

**Excusé(e)s) :** M. Lanners

**Point de l'ordre du jour:** 07 // projet « CREOS 380 KV » avis du conseil communal sur le rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) – rapport complémentaire

*Conformément à l'article 19bis de la loi communale modifiée du 13 décembre 1988, M. Lanners Jacques, conseiller a délégué à Monsieur Schintgen Claude, échevin, le pouvoir de voter en son nom.*

Le Conseil communal,

Considérant que le Ministère de l'Environnement, du Climat et de la Biodiversité a été sollicité par CREOS Luxembourg S.A. pour rendre un avis sur les informations fournies par le maître d'ouvrage dans le cadre du rapport d'évaluation du projet CREOS 380KV – emplacement du poste de transformation et tracé des lignes électriques à haute tension 380KV,

Considérant que les autorités sollicitées ont déjà fourni un avis sur la première version du rapport d'évaluation,

Considérant que ce 2<sup>e</sup> avis porte uniquement sur les informations complémentaires fournies dans la version adaptée du rapport d'évaluation initiale,

Considérant que le conseil communal doit donner cet avis conformément aux dispositions de l'article 7 de la loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement,

Vu le projet CREOS 380KV prévoyant des lignes électriques à haute tension 380KV, reliant sur le territoire du Grand-Duché de Luxembourg les communes de Rosport – Mompach à Bertrange,

et faisant disparaître les craintes de longue date de la population riveraine en ce qui concerne l'influence du champ électromagnétique sur la santé.

Vu la loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement,

Vu la loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles,

Vu la loi communale modifiée du 13 décembre 1988,

**décide unanimement**

- de se porter fort pour les propositions ci-avant, propositions étayées par l'avis requis par la loi, et
- ne s'oppose pas à la réalisation du projet CREOS 380KV qui devra cependant garantir un strict minimum de nuisances pour l'environnement naturel et humain.

En outre, le conseil communal souhaite avoir des informations précises par rapport à la consultation publique, particulièrement quant à la procédure.



Bourgmestre,



Secrétaire communale,

Le Conseil Communal,  
Pour extrait conforme,  
Steinsel, le 27 février 2024

Walferdange, le 26 janvier 2024

Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité

31 -01- 2024

N°

Monsieur  
Serge Wilmes  
Ministre de l'Environnement, du Climat et  
de la Biodiversité

L-2918 Luxembourg

Dossier traité par :  
Christiane Dreis  
330144-212  
secretariat@walfer.lu

**Objet :** Loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE)  
Evaluation du projet « 380 kV– Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf  
dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de  
Lorentzweiler, Steinsel, Lintgen, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange –

Demande d'avis sur la deuxième version du rapport d'évaluation

Monsieur le Ministre,

Par la présente, j'ai l'honneur de vous informer que le collège échevinal a émis un avis favorable  
quant au projet soumis. Les dossiers présentés ne donnent pas lieu à des observations en ce qui  
concerne le territoire de la commune de Walferdange.

Veillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de ma très haute considération.

Le Secrétaire,



Patrick Delmarque

Le Bourgmestre,



François Sauber

EXTRAIT DU REGISTRE AUX DELIBERATIONS

**du Conseil Communal de Lintgen**

**Séance publique du 6 février 2024**

*Date de l'annonce publique de la séance: 30/01/2024*

*Date de la convocation des conseillers: 30/01/2024*

Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité  
04 MARS 2024

Présents: M. PINTO Louis, bourgmestre  
MM. HERR Jeff et TOISUL Jeannot, échevins  
Mmes BISENIUS Anne Holm, HAAG Christiane  
et WAGNER Nathalie, conseillères  
MM. CONSRUCK Jos, DECKER Guy, MARGUE Charles,  
ROBERT Patrick et SCHMALEN Joël, conseillers  
M. WEYLAND Yves, secrétaire communal

Absents excusés : /

*Point de l'ordre  
du jour : 16*

**Objet : Evaluation du projet « 380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Lintgen, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange – Demande d'avis sur la deuxième version du rapport d'évaluation**

**Le conseil communal,**

Revu la délibération du conseil communal du 21 novembre 2022 avisant favorablement le rapport d'évaluation du projet « 380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Lintgen, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange ;

Vu la loi communale modifiée du 13 décembre 1988 ;

Vu la loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement ;

Vu la deuxième version du rapport d'évaluation du projet « 380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Lintgen, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange ;

Considérant que ce deuxième avis porte uniquement sur les informations complémentaires fournies dans la version adaptée du rapport d'évaluation ;

Considérant que l'information et la consultation du public sur le rapport d'évaluation aura lieu dans une prochaine étape après considération des avis demandés auprès des autorités ayant des responsabilités spécifiques en matière environnementale et après l'acceptation du rapport par l'autorité compétente ;

Après délibération conformément à la loi, procédant par vote à main levée,

**à l'unanimité des voix décide**

d'aviser favorablement la deuxième version du rapport d'évaluation du projet « 380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Lintgen, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange.

Ainsi décidé, suivent les signatures.

Le conseil communal,  
Pour expédition conforme,  
Le Bourgmestre, Le Secrétaire.

**Registre aux délibérations  
du conseil communal de Kopstal**

**Séance publique du 30 janvier 2024**

Dates de l'annonce publique et de la convocation des conseillers : 23 janvier 2024

Présents : Thierry Schuman, bourgmestre, Josy Popov et Raoul Weicker, échevins, Maria Scheppach, Patrick Neuman, Lisa Ewen, Claire Simon, Simone Hédo, Jennifer Bintener et Anne Thoma, conseillers communaux ; Pierre Schmit, secrétaire communal ;  
Absent, excusé : Romain Adam, conseiller communal ;  
Nombre de délégations du droit de vote : 0.

**Point de l'ordre du jour numéro 7) Objet : Avis complémentaire à donner sur le rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) relatif au projet CREOS380 ;**

**Le Conseil Communal,**

- Vu la loi communale modifiée du 13 décembre 1988 ;
- Vu la loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE), et notamment ses articles 6 et 7 ;
- Revu sa délibération du 14 décembre 2022 concernant un premier avis à donner sur le rapport d'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) relatif au projet CREOS380 ;
- Vu le rapport en question, élaboré et modifié par la société Oeko-Bureau SARL pour compte de la société Creos Luxembourg S.A., et notamment les pages 227 et 240 à 245, ainsi que ses annexes ;

**à l'unanimité des voix :**

**statuant en continuation de son avis du 14 décembre 2022 :**

- a) **s'oppose** toujours formellement à la réalisation de la variante « Bestand », alors que sa proximité avec les logements existants à Bridel mènerait à un niveau de champs magnétiques beaucoup trop élevé pour ces habitants ;
- b) **s'oppose** toujours formellement à la réalisation de la variante « Antonkräiz », alors que sa proximité avec les logements existants à Bridel mènerait à un niveau de champs magnétiques trop élevé pour ces habitants ;
- c) **préconise** principalement la nouvelle variante « CR181 Bridel », et subsidiairement la variante « Biergerkräiz », avec l'indication supplémentaire que la proposition de reclassement d'une partie de la carrière à cet endroit en une zone d'activités économiques communale type 1, telle que projetée au PAG de la Commune de Kopstal, actuellement en procédure, ne sera probablement pas maintenue. Or des employés de la carrière s'y trouvent en permanence et il y a lieu, malgré l'abandon de la proposition de reclassement en question, de s'assurer de leur sécurité lors de la mise en place du projet sous rubrique.

Ainsi délibéré à Kopstal. Suivent les signatures



19 FEV. 2024

N°

Ministère de l'Environnement, du  
Climat et de la Biodiversité  
Monsieur le Ministre Serge Wilmes  
4. Place de l'Europe  
L-2918 Luxembourg

**Réf.: 27/2020/30**

(Prière de rappeler ce numéro dans la réponse)

Gestionnaire : nfischer

Luxembourg, le

- 7 FEV. 2024

**Concerne : EIE /évaluation du projet « 380 kV – modernisation de la ligne haute tension entre Bofferdange et Bertrange »**

Monsieur le Ministre,

Faisant suite à votre lettre du 10 janvier 2024, par laquelle vous avez sollicité l'avis de la Ville de Luxembourg sur les informations complémentaires fournies dans la version adaptée du rapport d'évaluation du projet mentionné ci-dessus j'ai l'honneur de vous faire part des considérations suivantes.

Du point de vue urbanistique rien ne s'oppose à l'exécution de ce projet, pour lequel uniquement une petite partie du territoire de la Ville de Luxembourg à la hauteur de la rue de Kopstal est concernée. La plus grande partie des fonds concernés par ce projet est classée comme zone forestière [FOR] et une minuscule partie comme zone agricole [AGR].

Néanmoins, la Ville tend clairement vers la variante CR181 qui, contrairement au tracé alternatif dit "Variante Biergerkräiz", aura moins de répercussions selon le tableau comparant l'impact des différentes variantes (voir rapport page 227) et ce pour les raisons suivantes:

- l'impact sur la qualité des espaces récréatives et le tourisme est moins important (Schutzgut Bevölkerung und Gesundheit der Menschen -Auswirkungen auf Naherholungsqualität und Tourismus);

- l'impact sur le paysage est moins important (Schutzgut Landschaft – Unberührtheit).

Par ailleurs, avec la variante « CR181 », le nombre de mâts sur le territoire de la Ville de Luxembourg n'augmente pas par rapport au tracé existant (3 mâts), tandis qu'avec la variante « Biergerkräiz » un mât supplémentaire serait implanté sur le territoire de la Ville de Luxembourg (4 mâts).

En ce qui concerne la distance des pylônes à haute tension, planifiés à l'intérieur des zones de protection des eaux souterraines de la Ville de Luxembourg, par rapport à la nappe phréatique, celle-ci a été évaluée dans le cadre d'une prise de position hydrogéologique du bureau d'étude Géoconseils.

La future mise en oeuvre des travaux étant basée sur des avis hydrogéologiques détaillés et élaborés en concertation avec l'Administration de la Gestion de l'eau, ce point ne soulève pas d'objections de la part de la Ville.

Il y a lieu de considérer qu'il faudra s'attendre à un impact majeur par ce chantier de longue durée, notamment sur l'état des chemins forestiers et sentiers pédestres de la Ville ainsi qu'à une éventuelle fermeture du nouveau tracé envisagé par l'administration Ponts & Chaussées pour la piste cyclable PC1 suite à la circulation d'engins lourds;

Reste à soulever que si CREOS projette d'occuper temporairement des terrains de la Ville pour les besoins du chantier, une demande est à faire par formulaire électronique sur le site vdl.lu :

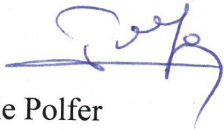
[https://form-server.vdl.lu/BIENS/Controler?action=login&documentId=form\\_disposition\\_fr&mediaType=ji\\_html](https://form-server.vdl.lu/BIENS/Controler?action=login&documentId=form_disposition_fr&mediaType=ji_html)

Lorsque les différentes parties concernées se seront mises d'accord sur une variante définitive concernant la section « Bridel », la Ville de Luxembourg donnera son accord de principe. Après réalisation d'un plan « as built » après travaux, les services de la Ville se tiendront à disposition pour la rédaction d'un acte de servitude.

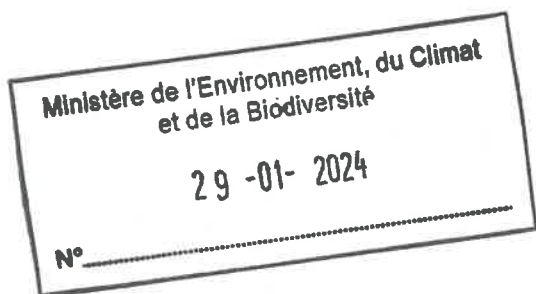
Madame Annick Leick ([anleick@vdl.lu](mailto:anleick@vdl.lu); 4796-4779) du Service du Délégué à l'Environnement, se tient à votre disposition pour toute question supplémentaire.

Je vous prie de croire, Monsieur le Ministre, à l'assurance de ma haute considération.

Le Bourgmestre,



Lydie Polfer



À l'attention de Monsieur le Ministre  
Serge Wilmes

Ministère de l'Environnement, du Climat  
et de la Biodiversité  
L-2918 Luxembourg

**Lettre recommandée et avis de réception**

**Objet:** Loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE)  
Evaluation du projet « 380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange » sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Lintgen, Kopstal, Luxembourg, Strassen et Bertrange - Demande d'avis sur la deuxième version du rapport d'évaluation (Référence : 97705)

Monsieur le Ministre,

Suivant votre courrier du 10 janvier 2024 portant sur votre demande d'avis sur la deuxième version du rapport d'évaluation du projet « 380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Bertrange », notre commune ne conteste aucune des modifications et aucunes des informations complémentaires fournies dans la version adaptée du rapport et n'a pas de modifications à proposer.

En restant à votre disposition pour tout renseignement complémentaire, nous vous prions d'agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de nos sentiments distingués.



le Bourgmestre



le Secrétaire

**Aline WIRTGEN**  
**SERVICE TECHNIQUE**

1, place Grande-Duchesse Charlotte  
L-8041 Strassen  
www.strassen.lu

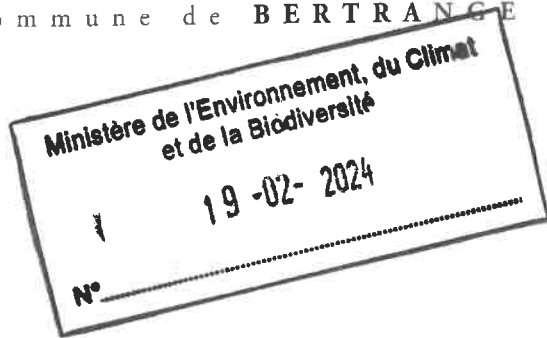
Tél. : +352 31 02 62 - 256  
Email : [aline.wirtgen@strassen.lu](mailto:aline.wirtgen@strassen.lu)

Adresse postale :  
B.P. 22  
L-8001 Strassen





Commune de BERTRANGE



Ministère de l'Environnement, du Climat et  
du Développement durable  
4, Place de l'Europe  
L-1499 Luxembourg

*Lettre recommandée !*

Contact: HUMBERT Sophie  
Tél: 26 312 - 332  
e-mail: [sophie.humbert@bertrange.lu](mailto:sophie.humbert@bertrange.lu)

**OBJET: EIE - CREOS 380 kV – Bertrange – notre avis**

---

Monsieur le Ministre,

Par la présente et conformément à l'article 7 de la loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement, nous nous permettons de vous transmettre notre avis sur le rapport d'évaluation dans le cadre du projet « 380 kV – Ersatzneubau der Hochspannungsleitung auf der Strecke Bofferdange – Bertrange ».


L'avis élaboré par le bureau d'urbanisme et d'aménagement 4urba, daté du 14 février 2024, est joint en annexe.

Veillez agréer, Monsieur le Ministre, l'expression de nos sentiments très distingués.



Bertrange, le 14 février 2024

  
Monique SMIT-THIJS  
Bourgmestre

  
Sophie HUMBERT  
secrétaire adjointe

Annexe :

Zweite Stellungnahme de Gemeinde Bertrange zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP/EIE) zum  
Projekt « 380 kV – Ersatzneubau der Hochspannungsleitung auf der Strecke Bofferdange – Bertrange »



## Zweite Stellungnahme der Gemeinde Bertrange zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP/EIE) zum Projekt "380 kV-Ersatzneubau der Hochspannungsleitung auf der Strecke Bofferdange - Bertrange"

Grundlage dieser Stellungnahme sind die Aktualisierungen innerhalb des EIE-Dokuments und seiner Anhänge vom 12/12/2023. Die vorliegende Stellungnahme befasst sich nur mit diesen Aktualisierungen.

### A. Bewertung der Maststandorte und der vorgesehenen Maßnahmen:

#### Maststandorte der Trassenvariante „Tossenberg-West“

Insbesondere der Maststandort BB56TTW (Lage zwischen Domaine des Ormilles und Tossenberg, siehe Abb. 1) ist im Folgenden zu bewerten, da dieser wichtig zur Realisierung der seitens der Gemeinde Bertrange gewünschten Trassenvariante „Tossenberg-West“ ist.



Abb. 1: Mast BB56TTW

(Quelle: Oekobureau, 12-2023)

- **Nachteile:** Lage im geplanten Naturschutzgebiet Mamerdall, Baufeld tangiert den Wald
- **Vorteile:** Insbesondere bezüglich des Schutzguts „Bevölkerung und Gesundheit des Menschen“ weist die Variante „Tossenberg-West“ mit dem Maststandort BB56TTW“ nur geringe Auswirkungen auf (im Vergleich zur Trassenvariante „Tossenberg Bestand“, wo mittlere Auswirkungen auf dieses Schutzgut erwartet werden (elektromagnetische Beeinträchtigung des angrenzenden Wohngebiets „Domaine des Ormilles“))
- **Fazit:** Unter Berücksichtigung der VMA-Maßnahmen und Empfehlungen sollte der Maststandort BB56TTW gewählt werden.

Im Fall der anderen Masten der Trassenvariante „Tossenberg-West“ wurde der Standort bestehender Masten nur geringfügig verändert. Unter Berücksichtigung der VMA-Maßnahmen und Empfehlungen sowie den Empfehlungen des Büros Geoconseils (étude hydrogéologique) und vorbehaltlich weiterer Abstimmungen mit der AGE sollte der Maststandort BB56TTW gewählt werden (laut Büro Geoconseils ist keine der beiden Trassenvarianten im Vergleich zur jeweils anderen zu bevorzugen, da beide die gleichen Vor-/Nachteile bezüglich des Grundwassers aufweisen).

Bezüglich der Masthöhen müssen die Höhen der neuen Maststandorte zwischen Domaine des Ormilles und Tossenberg etwas höher gewählt werden als im Fall der Variante „Tossenberg Bestand“ (etwa 63,75 m statt 57 m, dies ist bezogen auf Meeresspiegelhöhe etwa 1 m höher). Laut Aussagen der EIE ist der neue Maststandort bezüglich des Kriteriums „Einsehbarkeit“ im Vergleich zum Maststandort BB80BTTB (siehe Abb. 2) gleich zu bewerten (jeweils mittlere Auswirkungen).

Die in den Steckbriefen dargestellten Zuwegungen und Seilzugflächen werden durch die Gemeinde Bertrange sinnvoll erachtet.

#### Maststandorte der Trassenvariante „Tossenberg Bestand“

Wesentliche Unterschiede der Maststandorte im Vergleich zur Trasse „Tossenberg-West“ bestehen nur zwischen den Standorten BB56BTTW / BB80BTTB (siehe Abb. 1 und Abb. 2 im Vergleich). Wie in den vorherigen Stellungnahmen der Gemeinde dargestellt, befürwortet die Gemeinde die Trassenvariante „Tossenberg-West“ mit dem Maststandort BB56BTTW.



Abb. 2: Mast BB80BTTB

(Quelle: Oekobureau, 12-2023)

#### **Fazit:**

- Im Vergleich der beiden Trassenvarianten spricht sich die Gemeinde Bertrange weiterhin für die Trassenvariante „Tossenberg-West“ aus.
- Ferner spricht sich die Gemeinde dafür aus, den Mast BB61BTTW, der sich nur etwas mehr als 100 m westlich von Wohngebäuden in der Rue des Champs befindet, im Rahmen der Maststandortoptimierung um mindestens 10 m nach Westen zu versetzen, so dass die möglichen Belastungen durch magnetische Felder sicher auf einen Wert von weniger als 0,4µT verringert werden.
- Trotz Subbeauftragung weiterer Firmen sollte für Gemeinden/Behörden, Eigentümer und Anwohner ein in allen Umsetzungsphasen kundiger, zentraler Ansprechpartner eingesetzt werden.

- Im Rahmen der Beteiligung der Bürger sollten in allen betroffenen Gemeinden Informationsveranstaltungen durchgeführt werden, jeweils unter Beschränkung auf die in der jeweiligen Gemeinde wichtigen Themen.



Verfasser: Jens Stangier, 14/02/2024





# COMMUNE DE FISCHBACH

Grand-Duché de Luxembourg

## Extrait du registre aux délibérations du Conseil communal

### Séance publique du 7 février 2024

Date de l'annonce publique de la séance : 1<sup>er</sup> février 2024

Date de la convocation des conseillers : 1<sup>er</sup> février 2024

Présents :

BROSIUS Lucien – bourgmestre ;

MOURA Daniel et SCHILTZ Laurent – échevins ;

DURRER Eric, FERNANDES Isabel, JAWORSKI David et SIMON Marc - conseillers ;

HEUSKIN Viviane – secrétaire communal ;

Absent(s) :

a) excusé(s) : BROSIUS-KOLBER Marianne et OLINGER Kevin, conseillers

b) sans motif : /

Point de l'ordre du jour : N° 8

**Objet : Emission d'un avis concernant l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) dans le cadre du projet « 380 kV – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Aach (D) sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Niederanven, Junglinster, Fischbach, Bech, Biver, Betzdorf, Manternach, Mertert et Rosport-Mompach »**

### Le conseil communal,

Vu la loi communale modifiée du 13 décembre 1988 ;

Vu la loi modifiée du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) ;

Vu la loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles et son règlement d'exécution du 1<sup>er</sup> août 2018 ;

Vu la correspondance de la part de la Ministre de l'Environnement, du Climat et du Développement durable en date du 10 janvier 2024 soumettant pour avis au Conseil communal l'évaluation des incidences sur l'environnement (EIE) dans le cadre du projet « 380 kV – Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange-Aach (D) sur le territoire des communes de Lorentzweiler, Steinsel, Niederanven, Junglinster, Fischbach, Bech, Biver, Betzdorf, Manternach, Mertert et Rosport-Mompach » - référence 97708 ;

Sur proposition du collège des bourgmestre et échevins ;

Après délibération conformément à la loi ;

### à l'unanimité

**décide de réitérer** l'avis émis en date du 8 décembre 2022 comme suit :

- aucun biotope protégé ou habitat sur le territoire de la commune de Fischbach et visé par l'art. 17 de la loi du 18 juillet 2018 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles et de son règlement d'exécution du 1<sup>er</sup> août 2018 ne devra être réduit, détruit ou détérioré aussi bien dans la partie aérienne que souterraine ;
- dans le cadre de la protection du paysage, les habitants du hameau de Weyer seront confronté à une importante modification, voire dégradation de l'état actuel de leur environnement paysagé.

Ainsi décidé en séance, date qu'en tête.

(suivent les signatures)

Pour extrait conforme  
Fischbach, le 14 février 2024

le secrétaire communal  
(contreseing art. 74 L.C.)

le bourgmestre





**Séance publique du 01 mars 2024**

**Date de l'annonce publique de la séance :** 23 février 2024  
**Date de la convocation des conseillers :** 23 février 2024

**Présents :** Ries, bourgmestre, Baum et Schmitz échevins ; Breden, Boden, Chergui, Degraux, Haas, Hagen, A.Schroeder, M. Schroeder, Trierweiler et Weber conseillers ;  
Waterkeyn, secrétaire ff

**Absent et excusé :** néant

**N° ordre du jour :** 03

**Objet: Stellungnahme des Gemeinderates der Gemeinde Junglinster bezüglich der 2. Version des Umweltberichts zum Projekt „380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange - Aach (D)“**

**Der Gemeinderat,**

bezugnehmend auf das Gesetz « loi du 15 mai 2018 relative à l'évaluation des incidences sur l'environnement » ;

bezugnehmend auf die großherzogliche Verordnung « Règlement grand-ducal du 15 mai 2018 établissant les listes de projets soumis à une évaluation des incidences sur l'environnement » ;

bezugnehmend auf das „Scoping“ vom 17. Februar 2021;

bezugnehmend auf den Gemeinderatsbeschluss vom 18. Dezember 2020;

bezugnehmend auf den Gemeinderatsbeschluss vom 24. September 2021;

bezugnehmend auf den Gemeinderatsbeschluss vom 16. Dezember 2022;

bezugnehmend auf das Schreiben des Umweltministeriums vom 10. Januar 2024 mit der Bitte um Stellungnahme der Gemeinde Junglinster betreffend die 2. Version des Umweltberichts zum Projekt „380kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange - Aach (D)“;

bezugnehmend auf die 2. Auflage des Berichts zur Umweltverträglichkeitsprüfung, UVP-Bericht vom 12. Dezember 2012, erstellt durch Oeko-Bureau s.à r.l.;

**nimmt einstimmig wie folgt Stellung**

*betreffend Abschnitt Bofferdange – Junglinster :*

- Von den ursprünglich 7 untersuchten Varianten für den Abschnitt Bofferdange - Junglinster wurden in der vorliegenden 2. Auflage des UVP-Berichts nur die beiden Detailvarianten Klängelscheier Nord und Bourglinster Ost eingehender untersucht und auf mögliche Maststandorte geprüft; Es ist jedoch nicht ersichtlich, warum insbesondere die Variante Imbringen Ost nicht weiter geprüft wurde, obwohl damit sowohl die konfliktbehafteten Bereiche um die Ortschaft Imbringen als auch der Höhenrücken zwischen Bourglinster und Gonderange umgangen werden könnten;
- Die Variante Altlinster-West mit einem optionalen Standort der Umspannanlage bei Altlinster wurde aufgrund hoher potenzieller Auswirkungen vorerst nicht



zurückbehalten; dies wird von der Gemeinde Junglinster sehr begrüßt, da es sich um eine extrem weit sichtbare und mit teils erheblichen Auswirkungen auf die Schutzgüter Wasser, Pflanzen & Tiere sowie die biologische Vielfalt verbundene Variante handelt; die erheblichen Bedenken hinsichtlich zusätzlich notwendiger 220 KV Leitungen als Verbindung zwischen einer Umspannanlage Altlinster und den bestehenden 220 KV-Trassen nach Süden (Blooren) und nach Norden (Roost) bleiben weiter bestehen, da diese potenziell erforderlichen zusätzlichen Trassen auch in der 2. Auflage des UVP-Berichts nicht weiter dargestellt oder untersucht wurden und sich damit noch immer faktisch der Stellungnahme der Gemeindeverwaltungen entziehen;

- Auf Anregung des Gemeinderats von Junglinster im Avis vom 16.12.2022 wurden Aussagen zu kumulativen Effekten bestehender und künftiger Leitungen zwar nachträglich ergänzt (UVP-Bericht Seite 201, Ergänzungen Kapitel 5.7), allerdings handelt es sich hierbei nur um recht oberflächliche, allgemeine Aussagen und Darstellungen ohne fachliche Bewertung oder wissenschaftliche Begründung;
- Die Gemeinde Junglinster hat zur Untersuchung der kumulativen Effekte im Bereich der Ortschaft Imbringen ein „Sachverständigengutachten zur Feststellung der Belastung durch niederfrequente elektrische und magnetische Wechselfelder“ beauftragt, erstellt von EMF-Institut, Fachinstitut für elektromagnetische Verträglichkeit zur Umwelt (UMVU) aus Köln durch Dipl. Phys. Dr. rer. nat. Peter Nießen, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für EMVU; das Gutachten ist dieser Stellungnahme als Anhang 3 beigefügt; im Gutachten wurde die geplante 380 kV Hochspannungsfreileitung Bofferdange-Aach und auch die vorhandene 65 kV / 20 kV Erdkabeltrasse Heisdorf – Junglinster sowohl auf individuelle als auch auf kumulative Belastungen geprüft;
- Auf Basis der Ergebnisse dieses Gutachtens bekräftigt die Gemeinde Junglinster nochmals ihre großen Bedenken der beiden vorhergehenden Stellungnahmen hinsichtlich der Nähe der Leitungen zu bestehenden Siedlungsbereichen;
- Die Variante Klélengelscheier Nord liegt noch immer relativ nahe an den Wohngebäuden von Imbringen und kann deshalb absolut nicht gutgeheißen werden; denn durch kumulative Effekte der bestehenden und geplanten Leitungen wird unter Vollast laut des Gutachtens für einen größeren Teil der Wohnbebauung von Imbringen der Grenzwert von 0,4 µT für elektromagnetische Felder überschritten; Zwar könnte ein Verlegen der Trasse soweit wie möglich an die Kernzone des Naturschutzgebiets (NSG) Amberknéppchen heran die Auswirkungen vermutlich deutlich mindern, da die Kernzone noch weitere rund 100 m entfernt liegt als die untersuchte Trasse; allerdings ist eine Änderung des bestehenden Reglements zur Ergänzung einer Ausnahmeregelung zugunsten einer Überspannung laut Auskunft des Oekobureau juristisch nicht möglich (Infositzung der CREOS vom 06.02.2024);
- Als Alternative wird auf Seite 233 des UVP-Berichts vorgeschlagen, das Schutzgebiet Amberknéppchen neu abzugrenzen, da die Bereiche Richtung Ortschaft Imbringen ohnehin kaum eine avifaunistische Bedeutsamkeit besitzen; in diesem Bereich könnte das Schutzgebiet zurückgenommen werden, wobei allerdings unklar ist, wie weit an die Kernzone heran dies möglich wäre; Kompensierend dazu könnte eine Erweiterung in avifaunistisch bedeutsames Offenland im Norden und Nordosten des Schutzgebiets erfolgen (siehe „Ausschnitt avifaunistische Studie“ im Anhang); Allerdings wäre diese Vorgehensweise vermutlich langwierig und von ungewissem Ausgang, sodass weder für eine Überspannung des Schutzgebietes noch für eine Trassenverschiebung nach Norden rechtssichere Rahmenbedingungen vorlägen;
- Hinzu kommt, dass für einige Maststandorte in der Trinkwasserschutzzone Weissbach auch bei Standortverschiebung der Mindestabstand zum Grundwasserleiter von 20m mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht eingehalten werden kann, was ebenfalls zu rechtlichen Unsicherheiten führt;
- Die Variante Bourglinster Ost hat eine geringfügig (0,1km) größere Länge der neuen Freileitung; wie im Bericht vorgeschlagen sollte durch eine Verschiebung der Maststandorte der Bereich des im Verfahren befindlichen Naturschutzgebiets

„Gréngewald“ so weit wie möglich gemieden werden; Allerdings wird bei dieser Variante ein erheblicher Impakt auf das Landschaftsbild aufgrund des Verlaufs auf dem Höhenrücken zwischen Bourglinster und Gonderange nicht zu vermeiden sein, weshalb diese Variante ebenfalls äußerst kritisch gesehen wird;

- Die Variante Imbringen Ost wird hinsichtlich des Landschaftsschutzes in der Bewertungsmatrix schlechter bewertet als die Variante Bourglinster Ost, was absolut nicht nachvollziehbar ist, da damit ein Verlauf über die freie Hochebene des Biergerbiereg zwischen Gonderange und Bourglinster weitestgehend vermieden würde; durch weitere Mastverschiebungen im Bereich „Hierber“ könnten negative Auswirkungen auf das zukünftige NSG Gréngewald weiter reduziert werden; die kritische Nähe zur Ortschaft Imbringen wird durch diese Variante ebenfalls vermieden;
- **FAZIT: Für den Abschnitt Bofferdange – Junglinster wird die Variante Imbringen Ost ganz eindeutig favorisiert**, da diese als Kombination der Varianten Bourglinster Ost und Klégelscheier Nord deren jeweils konfliktbehafteten Bereiche (Nähe zu Siedlungen, Naturschutzgebiet „Amberknéppchen“, Plateau „Biergerbiereg“) meidet und folglich deutlich verträglicher sein müsste; Da eine Detailprüfung unter Berücksichtigung der Maststandorte der Verbindungsstrecke vom erhöht liegenden Bereich „im Puddel“ in Richtung Tal zwischen Imbringen und Bourglinster („Däichgewan“) leider noch nicht vorliegt, müsste der UVP-Bericht dahingehend ergänzt werden; Quantitativ dürfte es sich jedoch lediglich um 2 Masten handeln, die für die Variante Imbringen-Ost mehr benötigt werden; Im Bereich des Anschlusspunktes „Däichgewan“ kann durch Mastverschiebungen der Verlauf der Ernz Noire umgangen werden und muss im Gegensatz zur Variante Klégelscheier Nord nicht einmal gequert werden; (siehe Plan Anhang 1 „favorisierte Variante Abschnitt Bofferdange – Junglinster“)

*betreffend Abschnitt Junglinster - Belenhaff :*

- Der Trassenabschnitt folgt der 220 kV Bestandsleitung und wird diese ersetzen; hinsichtlich der Bewertung des Schutzguts „Bevölkerung und Gesundheit des Menschen“ ist jedoch darauf hinzuweisen, dass im angrenzenden Gewerbegebiet Ronnheck sehr wohl eine Dauerexposition von dort arbeitenden Personen zu erwarten ist, da sich in den Gebäuden Richtung Strasse zahlreiche Büros befinden; laut Karte Nr. Jun-Bel\_01 befinden sich die Gebäude im Bereich, in dem mit einer elektromagnetischen Belastung zwischen 0,4 und 1,0  $\mu\text{T}$  zu rechnen ist; es sollte deshalb geprüft werden, ob durch Mastverschiebungen die sensiblen Aufenthaltsbereiche aus den Belastungsbereichen herausgeholt werden können

*betreffend Abschnitt Belenhaff – Berbourg:*

- Im Bereich der Ortschaft Graulinster ist die neue Alternativvariante Am Faascht eine deutliche Verbesserung gegenüber den ursprünglichen Varianten Graulinster und Beidweiler Sud und wird deshalb ganz klar favorisiert; durch Optimierung der Maststandorte können wie im Bericht beschrieben eventuelle negative Auswirkungen im Waldbereich gemindert werden;
- Die ursprüngliche Variante Graulinster, die wie bisher unmittelbar über die Ortschaft verlief, wird weiterhin ausdrücklich abgelehnt;
- Im UVP-Bericht 2. Auflage, Seite 246 ist im Kapitel 6.4.5 „Empfehlungen für die weitere Vorgehensweise“ der Text aus der 1. Auflage des UVP-Berichts anzupassen, um potenzielle Verwirrung beim Leser zu vermeiden; die Variante Am Faascht sollte hier als weiterzuentwickelnde Trasse genannt werden (nicht die Variante Graulinster). Die Aussagen im zweiten Absatz sollten ebenfalls aktualisiert werden.

Abschließend möchte die Gemeinde Junglinster darauf hinweisen, dass die Details insbesondere zum Ablauf der vorgesehenen Öffentlichkeitsbeteiligung noch nicht klar kommuniziert wurden (wo findet die Auslegung statt, werden Dossiers in Papierform bereitgestellt, wer ist für Auskünfte zuständig, an wen muss eine Reklamation gerichtet werden etc.).

Angesichts der schieren Menge der Informationen, die zudem größtenteils sehr technisch sind, hält die Gemeinde Junglinster eine Vorstellung der Ergebnisse des UVP-Berichts pro betroffene Gemeinde für unerlässlich. Dabei sollte sich auf die wesentlichen Punkte konzentriert werden, die die jeweilige Gemeinde betreffen.

Ainsi délibéré à Junglinster, date qu'en tête.

Suivent les signatures,

Pour expédition conforme,

Junglinster, le 1<sup>er</sup> mars 2024

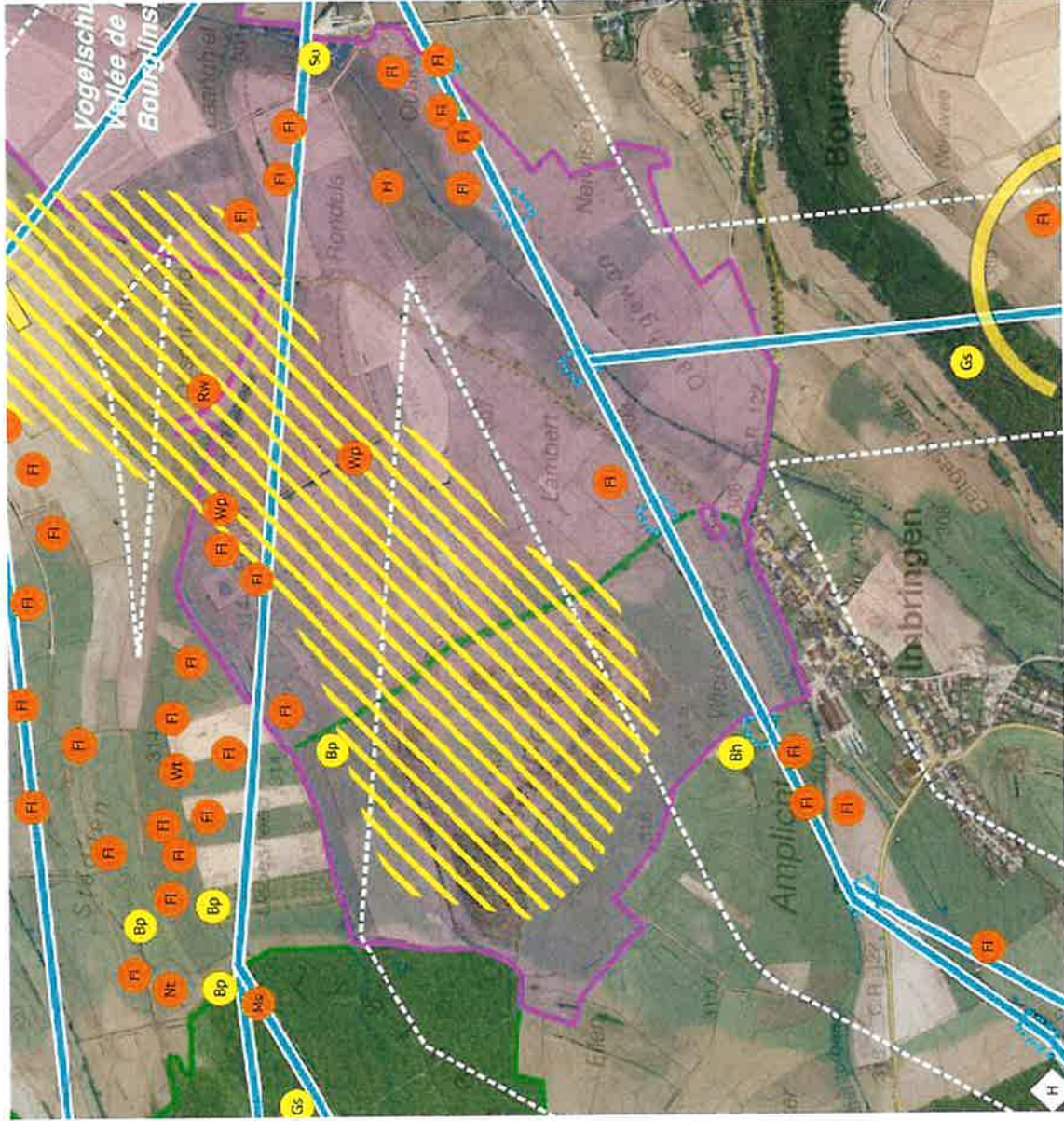
Le bourgmestre

le secrétaire ff

The image shows two handwritten signatures in blue ink. The signature on the left is a large, stylized scribble. The signature on the right is more legible, appearing to be 'M. S.'. Both signatures are written over a circular official stamp. The stamp features a central coat of arms with a crown on top, surrounded by the text 'ADMINISTRATION COMMUNALE' and 'JUNGLINSTER'.

# Anhang zur Stellungnahme des Gemeinderates der Gemeinde Junglinster bezüglich der 2. Version des Umweltberichts zum Projekt „380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange - Aach (D)“

## Anhang 1 „Ausschnitt avifaunistische Studie“



### Brutvögel und Nahrungsgäste

- Brutnachtsweiser/Revier
- regelmäßiger Revier-/Nahrungsflug/Zugbeobachtung
- Horstbaum (H)
- Schwarzspechthöhle (S)

- Art nach Anhang I bzw. Art. 4(2) der Vogelschutzdirektive
- sonstige Art der Roten Liste oder bemerkenswerte Art

Art	Schutzstatus (RL Lux., VS-RL, EHZ)
Bf	Baumfalke V,- U1
Bh	Bluthänfling V,- U1
Bp	Baumpleper V,- U1
Dg	Dorngrasmücke 3. Art. 4.2 U1
Fl	Feldlerche V,- U1
Fs	Feldsperling V,- U1
Ga	Gartenrotschwanz V, Art. 4.2 U1
Go	Goldammer V,- U1
Gs	Grünspecht V,- U1
Ms	Mittelspecht 3. Art. 4.1 U1
Nt	Neuntöter 3. Art. 4.1 U1
Rw	Raubwürger 1. Art. 4.2 U1
Su	Sumpfrotsänger V,- U1
Wb	Wespenbussard 1. Art. 4.2 U1
Wp	Wiesenpleper 2. Art. 4.2 U1
Wt	Wachtel V,- U1

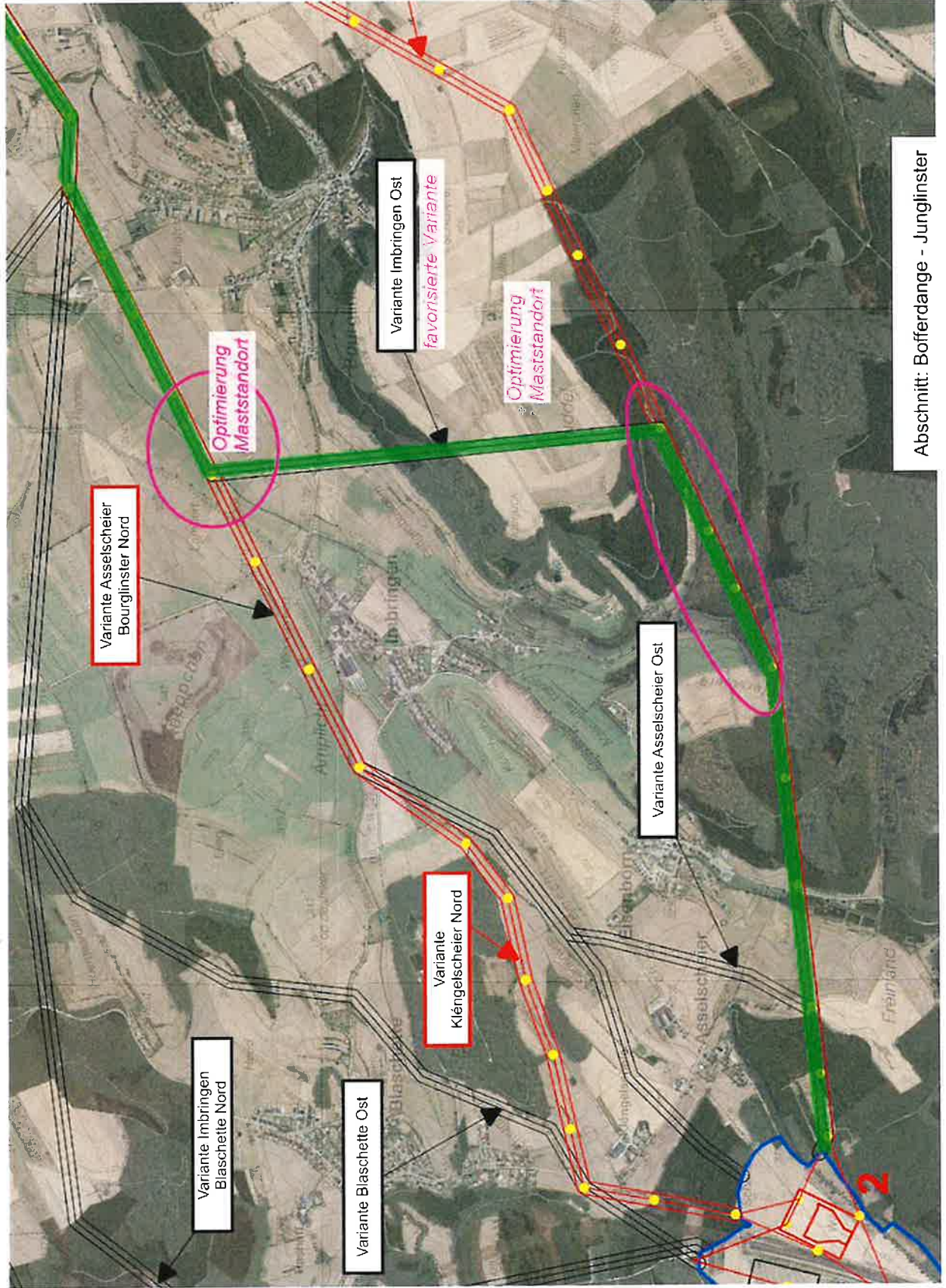
- Revier/Aktionsraum des Raubwürgers  
Abgrenzung nach eigenen Kartierungen (2017 bis 2022)
  - geplante 380 kV-Leitungstrasse (einschl. Varianten)
  - Baufeld/Maststandort
  - Korridor 500 m
  - Vogelschutzgebiet
  - FFH-Gebiet
- Bestandsaufnahme im Kartenblatt 2017, 2019, 2021, 2022  
nicht dargestellt sind:  
- Reviere von siedlungsbewohnenden Arten  
- Revierlage von Rot- und Schwarzrücken





**Anhang zur Stellungnahme** des Gemeinderates der Gemeinde Junglinster bezüglich der 2. Version des Umweltberichts zum Projekt „380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange - Aach (D)“

Anhang 2 „Favorisierte Variante Abschnitt Bofferdange – Junglinster“

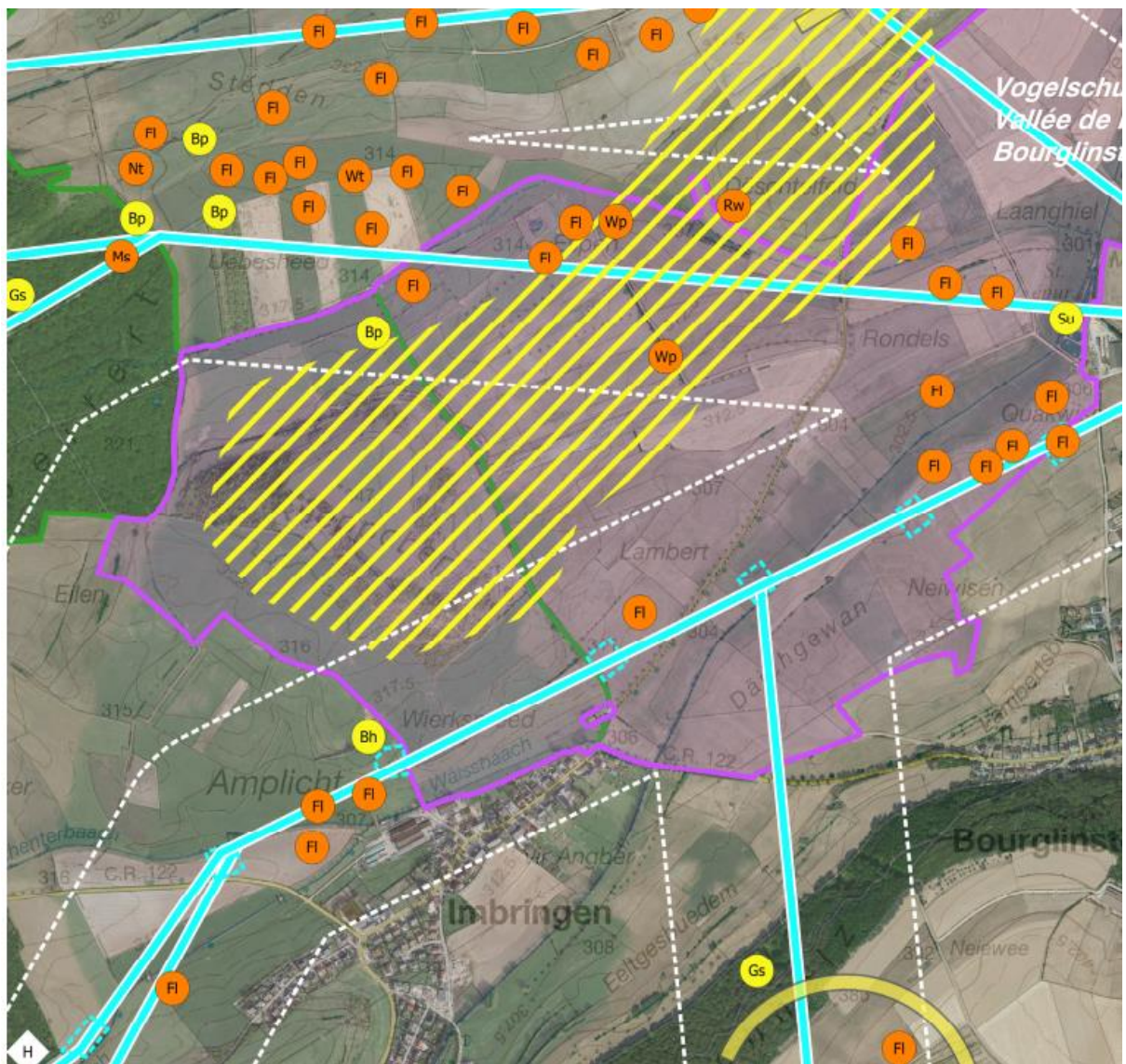


Abschnitt: Bofferdange - Junglinster



# Anhang zur Stellungnahme des Gemeinderates der Gemeinde Junglinster bezüglich der 2. Version des Umweltberichts zum Projekt „380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange - Aach (D)“

## Anhang 1 „Ausschnitt avifaunistische Studie“



**Brutvögel und Nahrungsgäste**

- Brutnachweis/Revier
- ⇨ regelmäßiger Revier-/Nahrungsflug/Zugbeobachtung
- ◇ Horstbaum (H)
- ◡ Schwarzspechthöhle (S)

Art nach Anhang I bzw. Art. 4(2) der Vogelschutzdirektive  
 sonstige Art der Roten Liste oder bemerkenswerte Art

Art		Schutzstatus (RL Lux, VS-RL, EHZ)
Bf	Baumfalke	V, - <span style="background-color: green; color: white;">U1</span>
Bh	Bluthänfling	V, - <span style="background-color: yellow; color: black;">U1</span>
Bp	Baumpieper	V, - <span style="background-color: yellow; color: black;">U1</span>
Dg	Dorngrasmücke	- , - <span style="background-color: yellow; color: black;">U1</span>
Fl	Feldlerche	3, Art. 4.2 <span style="background-color: red; color: white;">U2</span>
Fs	Feldsperling	V, - <span style="background-color: yellow; color: black;">U1</span>
Ga	Gartenrotschwanz	V, Art. 4.2 <span style="background-color: yellow; color: black;">U1</span>
Go	Goldammer	V, - <span style="background-color: yellow; color: black;">U1</span>
Gs	Grünspecht	- , - <span style="background-color: yellow; color: black;">U1</span>
Ms	Mittelspecht	- , Art. 4.1 <span style="background-color: yellow; color: black;">U1</span>
Nt	Neuntöter	3, Art. 4.1 <span style="background-color: yellow; color: black;">U1</span>
Rw	Raubwürger	1, Art. 4.2 <span style="background-color: red; color: white;">U2</span>
Su	Sumpfrohsänger	- , - <span style="background-color: yellow; color: black;">U1</span>
Wb	Wespenbussard	- , Art. 4.1 <span style="background-color: green; color: white;">U1</span>
Wp	Wiesenpieper	1, Art. 4.2 <span style="background-color: red; color: white;">U2</span>
Wt	Wachtel	2, Art. 4.2 <span style="background-color: red; color: white;">U2</span>

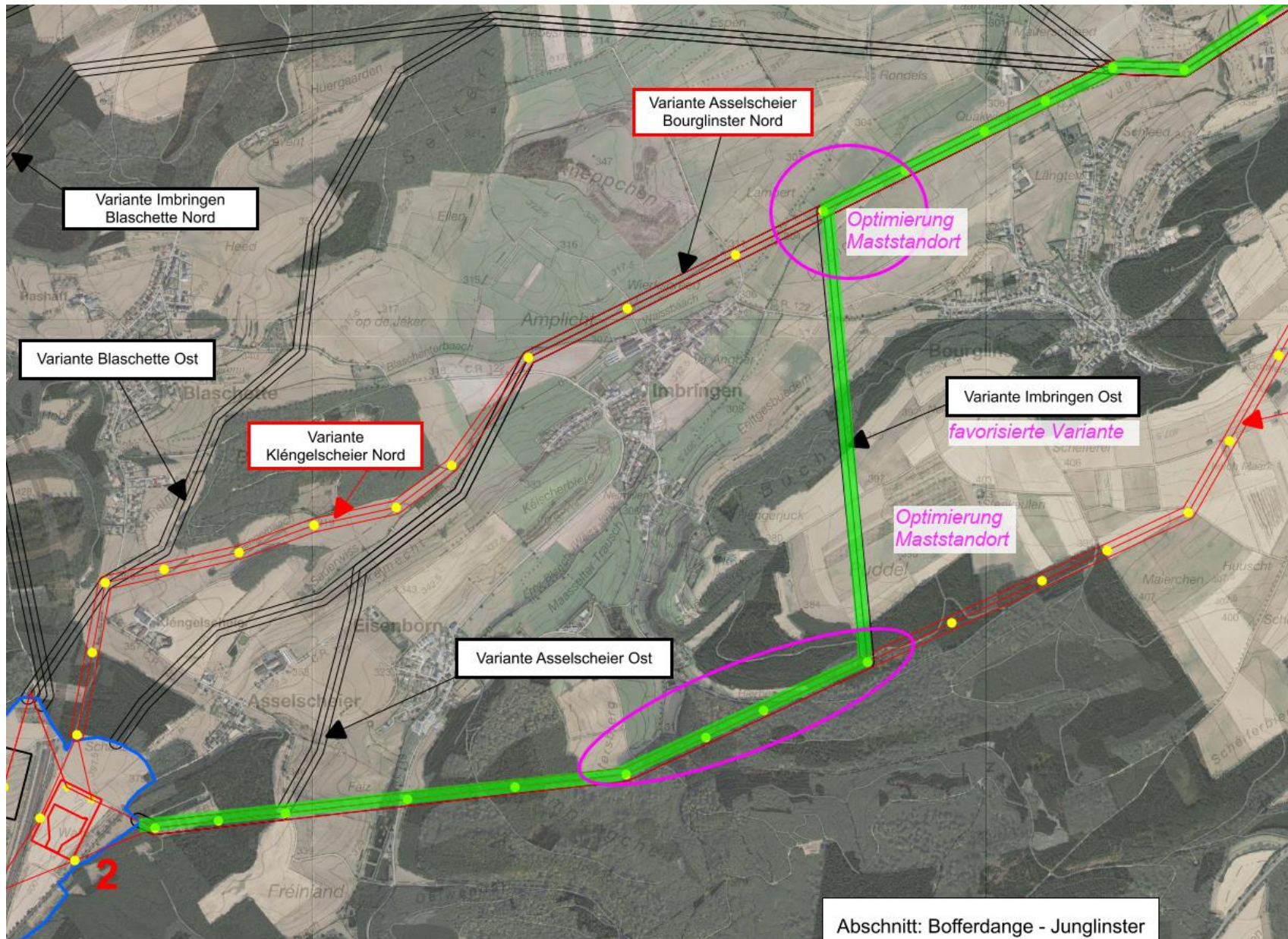
- Revier/Aktionsraum des Raubwürgers  
Abgrenzung nach eigenen Kartierungen (2017 bis 2022)
- geplante 380 kV-Leitungstrasse (einschl. Varianten)
- Baufeld/Maststandort
- Korridor 500 m
- Vogelschutzgebiet  FFH-Gebiet

Bestandserfassung im Kartenblatt: 2017, 2019, 2021, 2022  
 nicht dargestellt sind:  
 - Reviere von siedlungsbewohnenden Arten  
 - Revierflüge von Rot- und Schwarzmilan



**Anhang zur Stellungnahme** des Gemeinderates der Gemeinde Junglinster bezüglich der 2. Version des Umweltberichts zum Projekt „380 kV - Modernisierung der Hochspannungsinfrastruktur auf dem Teilabschnitt Bofferdange - Aach (D)“

Anhang 2 „Favorisierte Variante Abschnitt Bofferdange – Junglinster“



Dr. Peter Nießen  
Siebengebirgsallee 60  
50939 Köln  
Tel. 0221 / 9 41 59 77  
Fax 0221 / 9 41 59 76  
info@EMF-Institut.de  
www.EMF-Institut.de

## **Sachverständigengutachten**

zur Feststellung der Belastung durch  
niederfrequente elektrische und magnetische Wechselfelder  
in der Umgebung der

**geplanten 380 kV Hochspannungsfreileitung Bofferdange-Aach**

sowie der

**vorhandenen 65 kV / 20 kV Erdkabeltrasse Heisdorf – Junglinster**

Immissionsberechnungen für das Gebiet  
**Junglinster Imbringen**

**26.01.2024**

<b>Auftraggeber</b>	Administration Communale de Junglinster 12, rue de Bourglinster L-6112 Junglinster Luxembourg
<b>Untersuchungs- objekt</b>	Immissionsbelastung der Ortschaft Junglinster-Imbringen durch die geplante 380 kV Hochspannungsfreileitung Bofferdange-Aach in der Variante Asselscheier – Bourglinster Nord sowie durch die innerhalb der Ortschaft verlaufende 65 kV / 20 kV Erdkabeltrasse Heisdorf – Junglinster

## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Auftrag und Zweck des Gutachtens .....</b>	<b>4</b>
<b>2 Grenz- und Vorsorgewerte .....</b>	<b>5</b>
2.1 Magnetische Wechselfelder im Niederfrequenzbereich .....	5
2.1.1 Grenzwerte für die Allgemeinbevölkerung .....	5
2.1.2 Vorsorgestrategien und Vorsorgewerte.....	6
2.1.3 Grenzwerte für den Arbeitsschutz (berufliche Exposition).....	6
2.1.4 Grenz- und Vorsorgewerte für Implantatträger.....	6
2.1.5 Gesundheitliche Bedeutung niederfrequenter Magnetfelder .....	7
2.2 Elektrische Wechselfelder im Niederfrequenzbereich .....	9
<b>3 Modellierung der geplanten Hochspannungsfreileitung .....</b>	<b>10</b>
3.1 Modellierung der Hochspannungsfreileitung .....	11
3.2 Maststandorte .....	11
3.3 Mastaufbau .....	12
3.4 Leiterseilführung.....	13
3.5 Auslastung der Freileitungen.....	13
3.5.1 Magnetische Wechselfelder .....	13
3.5.2 Elektrische Wechselfelder .....	14
3.5.3 Umwelteinwirkungen .....	14
<b>4 Modellierung des vorhandenen Erdkabels .....</b>	<b>15</b>
4.1 Modellierung der Erdkabeltrasse.....	15
4.2 Auslastung der Erdkabel .....	17
4.2.1 Magnetische Wechselfelder .....	17
4.2.2 Elektrische Wechselfelder und Umwelteinwirkungen .....	17
<b>5 Durchführung der Berechnungen .....</b>	<b>18</b>
5.1 Berechnung der elektrischen und magnetischen Wechselfelder .....	18
5.2 Immissionspunkthöhen.....	18
<b>6 Berechnungsergebnisse und Bewertung.....</b>	<b>19</b>
6.1 Darstellung der Berechnungsergebnisse .....	19
6.2 Bewertung der Berechnungsergebnisse des magnetischen Feldes.....	19
6.3 Bewertung der Berechnungsergebnisse des elektrischen Feldes.....	21
6.4 Gesamteinschätzung.....	21
<b>7 ANHANG Auszug Umweltverträglichkeitsprüfung (Oeko-Bureau) .....</b>	<b>23</b>
<b>8 ANHANG Circulaire aux administrations communales No 1644 .....</b>	<b>30</b>

<b>9 ANHANG Stellungnahme zur Ansiedlung einer CGDIS-Kaserne in Fridhaff in der Umgebung einer 220-kV-Hochspannungsleitung .....</b>	<b>35</b>
<b>10 ANHANG: Diskutierte gesundheitliche Auswirkungen niederfrequenter Magnetfelder .....</b>	<b>39</b>
10.1 Bundesamt für Strahlenschutz (Auszug aus Anhang 12): Wissenschaftlich diskutierte biologische und gesundheitliche Wirkungen ... ..	39
10.1.1 Ursache-Wirkungs-Beziehung.....	39
10.2 Bundesamt für Strahlenschutz (Auszug aus Anhang 13): WHO-Risikobewertung .....	41
10.2.1 Empfehlungen der WHO (Auszug).....	41
10.2.2 WHO-Abschätzung möglicher Fallzahlen für Deutschland.....	41
10.3 Strahlenschutzkommission: Schutz vor Feldern der Energieversorgung (als separates PDF-Dokument beigelegt) .....	42
10.3.1 Empfehlungen der SSK.....	42
10.3.2 Durchschnittliche Exposition .....	42
10.3.3 Bewertung biologischer Studien durch die SSK.....	42
10.3.4 IARC-Bewertung .....	43
10.3.5 Quantitative Abschätzung .....	43
<b>11 ANHANG: IARC-Klassifikation .....</b>	<b>45</b>
11.1 Kategorie 2B .....	45
<b>12 ANHANG: Stellungnahme des Bundesamtes für Strahlenschutz (Deutschland): „Wissenschaftlich diskutierte biologische und gesundheitliche Wirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder“ .....</b>	<b>46</b>
12.1 Neurodegenerative Erkrankungen bei Erwachsenen .....	46
12.2 Krebserkrankungen bei Erwachsenen.....	47
12.3 Leukämie im Kindesalter .....	47
12.4 Elektrosensibilität .....	48
<b>13 ANHANG: Stellungnahme des Bundesamtes für Strahlenschutz (Deutschland) zur „WHO Risikobewertung“ .....</b>	<b>49</b>
13.1 Aussagen der Weltgesundheitsorganisation zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen von Magnetfeldern.....	49
13.2 Empfehlungen der WHO .....	50
13.3 Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) unterstützt Empfehlungen der WHO mit Maßnahmenkatalog und verstärkt Forschung und Kommunikation .....	51
<b>14 Literatur.....</b>	<b>52</b>
<b>15 ANHANG Karten der Berechnungsergebnisse .....</b>	<b>53</b>
15.1 Kartenverzeichnis:.....	53

## 1 Auftrag und Zweck des Gutachtens

Zwischen den Umspannwerken Aach (Deutschland) und Bofferdange (Luxemburg) ist eine Hochspannungsfreileitung mit zwei Stromkreisen zu 380 kV Betriebsspannung geplant.

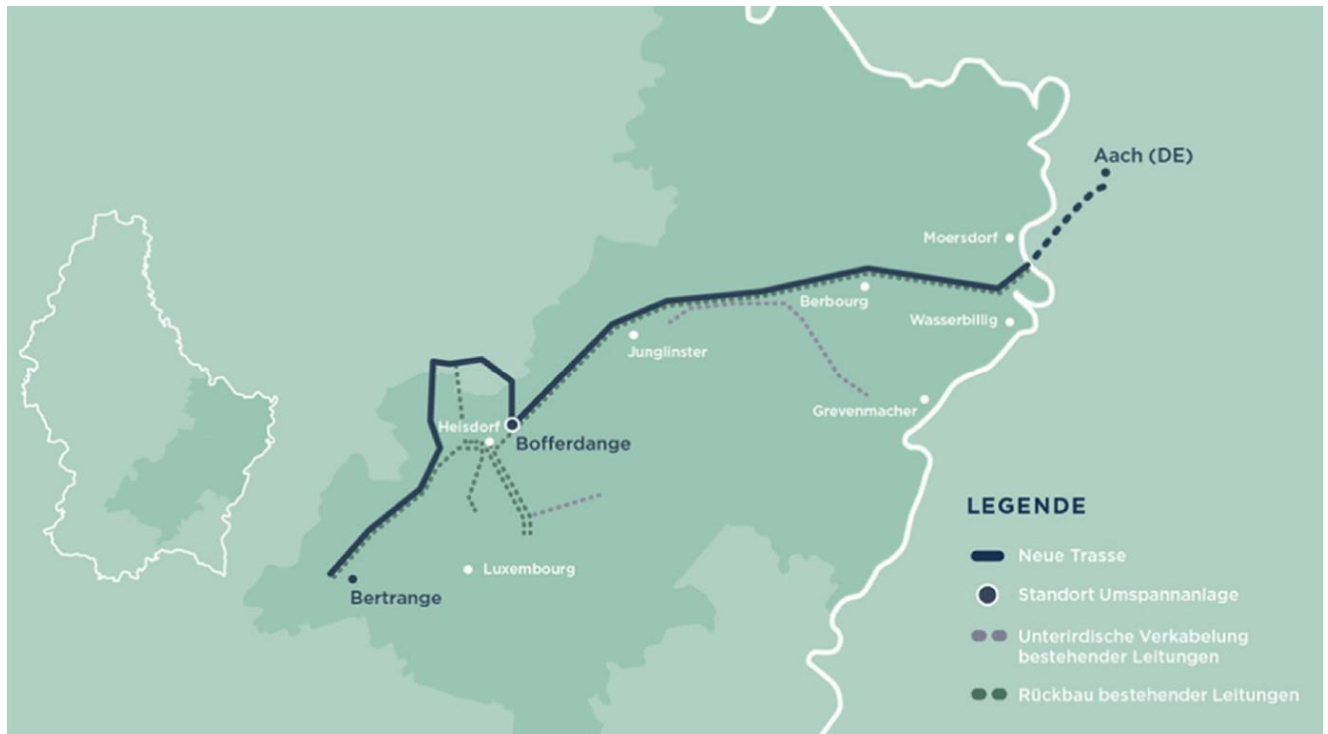


Abbildung 1: Vorläufige 380kV-Trasse. Quelle: CREOS, Mai 2022.

Für die Leitungsführung werden verschiedene Trassenvarianten diskutiert, die auch durch das Gebiet der Gemeinde Junglinster führen.

Die Variante Asselscheier – Bourglinster Nord verläuft unmittelbar nördlich der Ortschaft Imbringen (s Abbildung 2, S. 10). Mit diesem Gutachten soll untersucht werden, welche elektrischen und magnetischen Wechselfelder in der Umgebung der geplanten Hochspannungsfreileitung, insbesondere in der Ortschaft Junglinster-Imbringen, zu erwarten sind. Weiterhin soll dabei berücksichtigt werden, welche Felder durch das vorhandene Erdkabel Heisdorf – Junglinster verursacht werden, das durch die Ortschaft Imbringen verläuft.

Die elektrischen und geometrischen Daten der Hochspannungsfreileitung wurden – über den Auftraggeber – vom Betreiber der geplanten Freileitung (CREOS) bereitgestellt. Darauf basierend wurden Berechnungen der zu erwartenden elektrischen und magnetischen Felder durchgeführt.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden im vorliegenden Gutachten dargestellt und in Relation gesetzt zu den Grenzwerten der 26. BImSchV [1] und – zum Vergleich – zu weiteren Grenzwerten im europäischen Raum (z.B. Schweiz [2]) sowie Vorsorgewertempfehlungen.

## 2 Grenz- und Vorsorgewerte

In der Gesetzgebung des Großherzogtums Luxemburg sind keine verbindlichen Grenzwerte für die Immissionen elektrischer und magnetischer Felder von Hochspannungsfreileitungen festgelegt. In der Praxis werden daher im Allgemeinen die von der EU empfohlenen Grenzwerte angewandt (5 kV/m für elektrische und 100  $\mu$ T für magnetische Felder).

Diese Situation wird näher erläutert in dem Bericht zur Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Bericht) für die geplante 380 kV-Hochspannungsfreileitung. Zwei Auszüge aus diesem UVP-Bericht [3] sind in Anhang 7 (S. 23) beigefügt, woraus hier kurz zitiert wird: *„Zudem sind die Vorgaben des Circulaire 1644 des Innenministeriums vom 11.03.1994 zur Einhaltung von Abständen beim Bau von Gebäuden zu berücksichtigen [4] (Anhang 8, S. 30). Dort werden Abstände von 30 m zwischen Leitungen und der nächsten bebaubaren Parzelle für 100-220 kV-Hochspannungsleitungen sowie 20 m Abstand für 65 kV-Hochspannungsleitungen zur nächsten bebaubaren Parzelle benannt.*

*Im rezenteren „Réglement-type sur les Bâtisses“ (Bautenreglement) des Ministère de l’Intérieur (MI) wird in Art. 24 für Hochspannungsleitungen (> 65 kV) ein Abstand von 50 m vorgeschlagen.“*

Die aktuelle Grenzwertdiskussion in Luxemburg wird auch durch eine Stellungnahme des luxemburgischen Energieministeriums zur Ansiedlung einer CGDIS-Kaserne im Ort Fridhaff in der Umgebung einer 220-kV-Hochspannungsleitung [5] verdeutlicht, aus der (in Übersetzung) ein Auszug in Anhang 9 (S. 35) beigefügt ist.

Nachfolgend wird die Situation in Deutschland geschildert, die weitgehend den von der EU empfohlenen Grenzwerten entspricht. In dem UVP-Bericht [3] wird darauf hingewiesen, dass – über die von der EU empfohlenen Grenzwerte hinausgehend – in Luxemburg für die geplante 380 kV-Hochspannungsfreileitung auch die Grenzwertempfehlungen 1  $\mu$ T und 0,4  $\mu$ T betrachtet werden.

Die Grenzwerte für die Exposition der Allgemeinbevölkerung mit elektrischen und magnetischen Feldern werden in Deutschland durch die 26. BImSchV (26. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz) [1] festgelegt, die sich weitgehend auf die gleichen Quellen wie die EU-Empfehlungen stützt. Die Darstellungen in folgenden Unterkapiteln gelten daher ebenso für die Situation in Luxemburg.

### 2.1 Magnetische Wechselfelder im Niederfrequenzbereich

#### 2.1.1 Grenzwerte für die Allgemeinbevölkerung

Die Grenzwerte der 26. BImSchV [1] für magnetische Felder stützen sich ausschließlich auf gut reproduzierbar nachgewiesene Spontaneffekte der magnetischen Wechselfelder. Das heißt, Probanden werden Feldern zunehmender Intensität ausgesetzt, bis sie unmittelbar an ihrem Körper Wirkungen dieser Felder verspüren. Mit einem hinreichenden Sicherheitsabstand zu den so ermittelten Feldern mit spontan spürbaren Wirkungen werden daraufhin Grenzwerte festgesetzt, bei denen mit Sicherheit keine

spontan spürbaren Effekte auftreten. Alle über diese Spontaneffekte hinausgehenden möglichen Wirkungen magnetischer Felder, die in der wissenschaftlichen Literatur diskutiert und untersucht werden, haben in Deutschland keinen Einfluss auf die Grenzwertfestsetzung.

### 2.1.2 Vorsorgestrategien und Vorsorgewerte

Einige Genehmigungsbehörden im europäischen Ausland sowie auch in einigen Bundesländern (exemplarisch hier für Nordrhein-Westfalen aufgeführt) legen bei der Festlegung von Grenz- und Vorsorgewerten deutlich strengere Maßstäbe an als der Bundesgesetzgeber. So hat zum Beispiel die Schweiz aus Vorsorgegründen für Daueraufenthaltsbereiche von Menschen (OMEN = Orte mit empfindlicher Nutzung, vgl. Fußnote 3) einen gesetzlichen Grenzwert von 1  $\mu\text{T}$  festgelegt. In den Niederlanden gilt für die Neuanlage von Hochspannungsleitungen (nicht für den Ausbau vorhandener Trassen) ein im Jahresmittel einzuhaltender Grenzwert von 0,4  $\mu\text{T}$ .

Das Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes NRW (MKULNV NRW) stützt sich bei den Abstandsempfehlungen für Wohngebäude in der Nähe von Hochspannungsleitungen intern auf einen Vorsorgewert von 10  $\mu\text{T}$  (vgl. [6]); es sei aber darauf hingewiesen, dass in [6] ein Vorsorgewert nicht explizit genannt wird.

### 2.1.3 Grenzwerte für den Arbeitsschutz (berufliche Exposition)

Die bisher von den deutschen Berufsgenossenschaften bzw. der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) festgelegten Grenzwerte zum Arbeitsschutz sind zum 1.7.2016 bzw. 15.11.2016 durch die „Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern“ EMFV [7] abgelöst worden, die die EU-Richtlinie 2013/35/EU in nationales Recht umsetzt. Für den Niederfrequenzbereich werden sowohl in der EU-Richtlinie als auch in der EMFV zwei „Auslöseschwellen“ festgelegt:

- niedrige Auslöseschwelle: Auslöseschwelle für sensorische Wirkung
- hohe Auslöseschwelle: Auslöseschwelle für gesundheitliche Wirkung

Die Einhaltung der niedrigen Auslöseschwelle dient zum Schutz vor vorübergehenden (störenden) Sinnesempfindungen; bei Unterschreitung dieser Schwelle ist ein Aufenthalt ohne zeitliche Beschränkung zulässig. Demgegenüber dient die Einhaltung der hohen Auslöseschwelle zum Schutz vor der Stimulation von Nerven und Muskelgewebe; bei Unterschreitung dieser Schwelle ist ein (nicht näher spezifizierter) vorübergehender Aufenthalt zulässig.

Die numerischen Werte dieser Auslöseschwellen sind in Tabelle 1 außer für den hier interessierenden Frequenzbereich (50 Hz, öffentliche Stromversorgung) auch für den Frequenzbereich 16,7 Hz (Bahnstrom) angegeben.

### 2.1.4 Grenz- und Vorsorgewerte für Implantatträger

Herzschrittmacher der Kategorie 1 (angemessen störfest) sind nach [8] in kontinuierlichen sinusförmigen 16,7 bzw. 50 Hz-Feldern bei kleinen elektrischen Feldstärken

bis zu einem Effektivwert der magnetischen Flussdichte von ca. **300  $\mu\text{T}$**  bzw. **65  $\mu\text{T}$**  sicher.

Allerdings empfiehlt die Strahlenschutzkommission zur Vermeidung der Störbeeinflussung von elektronischen Implantaten im Allgemeinen (z.B. Herzschrittmachern oder Defibrillatoren) [9] ortsfeste Anlagen zur Energieversorgung mit der Frequenz 50 Hz und der Bahnfrequenz 16,7 Hz so zu planen, zu errichten und zu betreiben, dass auch bei höchster betrieblicher Auslastung folgende Werte nicht überschritten werden:

- **30  $\mu\text{T}$**  (16,7Hz) bzw. **10  $\mu\text{T}$**  (50 Hz) in Bereichen, in denen mit zusätzlichen Feldquellen gerechnet werden muss (z.B. in Wohnanlagen, Seniorenheimen, Krankenhäusern)
- **45  $\mu\text{T}$**  (16,7 Hz) bzw. **15  $\mu\text{T}$**  (50 Hz) in Bereichen, in denen Einträge zusätzlicher Feldquellen nicht zu erwarten und Feldquellen (z.B. Erdkabel) nicht sichtbar bzw. nicht entsprechend gekennzeichnet sind.

#### 2.1.5 Gesundheitliche Bedeutung niederfrequenter Magnetfelder

Die breite Diskussion um die gesundheitlichen Auswirkungen niederfrequenter Magnetfelder kann in diesem Gutachten nicht wiedergegeben werden. In **Anhang 10** (S. 39) sind Auszüge aus offiziellen Stellungnahmen

- des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS, Deutschland)
- der Strahlenschutzkommission (SSK, Deutschland)
- der Weltgesundheitsorganisation (WHO)

dargestellt.

Die dort angesprochene IARC-Klassifikation ist in **Anhang 11** (S. 45) beigefügt.

Zusätzliche Informationen zur Diskussion um die gesundheitlichen Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder finden sich in

#### **Anhang 12** (S. 46)

ANHANG: Stellungnahme des Bundesamtes für Strahlenschutz (Deutschland): „Wissenschaftlich diskutierte biologische und gesundheitliche Wirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder“

und

#### **Anhang 13** (S. 49)

ANHANG: Stellungnahme des Bundesamtes für Strahlenschutz (Deutschland) zur „WHO Risikobewertung“



**Tabelle 1: Empfehlungen und Grenzwerte für magnetische Wechselfelder (Effektivwerte)**  
Im vorliegenden Fall interessiert nur die rechte Spalte (50 Hz Magnetfeld)

	Magnetfeld (16,7 Hz)	Magnetfeld (50 Hz)
EMFV [7], Umsetzung der EU-Richtlinie EU-RL 2013/35/EU (ersetzt ab 1.7.2016 die deutsche Regelung DGUV Vorschrift 15)		
▪ ohne zeitliche Beschränkung (niedrige Auslöseschwelle)	1.497,0 $\mu\text{T}^{\text{a)}$	1.000 $\mu\text{T}^{\text{a)}$
▪ vorübergehender Aufenthalt zulässig (hohe Auslöseschwelle)	17.964,1 $\mu\text{T}^{\text{a)}$	6.000 $\mu\text{T}^{\text{a)}$
▪ für Extremitäten (Faktor 3)	53.892,2 $\mu\text{T}^{\text{a)}$	18.000 $\mu\text{T}^{\text{a)}$
DGUV Vorschrift 15 (Deutsche Gesetzliche Unfall-Versicherung) [10], näher erläutert in den Berufsgenossenschaftlichen Regeln DGUV Regel 103-013 [11] (übereinstimmend mit den bisherigen berufsgenossenschaftlichen Vorschriften BGV/B11 bzw. Regeln BGR/B11)		
▪ ohne zeitliche Beschränkung	1.270,7 $\mu\text{T}^{\text{a)}$	424,4 $\mu\text{T}^{\text{a)}$
▪ bis 8 Stunden pro Tag	4.065,9 $\mu\text{T}^{\text{a)}$	1.358 $\mu\text{T}^{\text{a)}$
▪ bis 2 Stunden pro Tag	7.622,8 $\mu\text{T}^{\text{a)}$	2.546 $\mu\text{T}^{\text{a)}$
▪ für Extremitäten (Faktor 2,5)	19.057 $\mu\text{T}^{\text{a)}$	6.365 $\mu\text{T}^{\text{a)}$
Gesetzlicher Grenzwert / 26. BImSchV [1] <sup>1</sup>	300 $\mu\text{T}^{\text{a,b)}$	100 $\mu\text{T}^{\text{a,b)}$
Abstandserlass des Landes NRW [6] <sup>2</sup>		10 $\mu\text{T}$
Anlagengrenzwert Schweiz OMEN <sup>3</sup> (NISV)	1 $\mu\text{T}^{\text{c)}$	1 $\mu\text{T}^{\text{c)}$
Grenzwert Niederlande für Neuanlagen		0,4 $\mu\text{T}^{\text{d,e)}$
Vorsorgeempfehlung IARC <sup>4</sup> [12,13]		0,4 $\mu\text{T}$
Vorsorgewert kritischer Institute	0,6 $\mu\text{T}^{\text{d)}$	0,2 $\mu\text{T}^{\text{d)}$
Vorsorgewert ECOLOG-Institut		0,1 $\mu\text{T}$
zum Vergleich: Typische Werte in Wohn- und Büroräumen		0,05 bis 0,2 $\mu\text{T}$

\*  $\mu\text{T}$  = Mikrotesla

a) Maximalwert (keine zeitliche Mittelwertbildung)

b) Bei Altanlagen (Errichtung vor 22.8.2013) ist für bis zu 72 Minuten pro Tag eine Überschreitung um 100 % zulässig.

c) Bei Bahnanlagen Mittelwert über 24 Stunden, ansonsten keine Mittelwertbildung

d) Jahresmittelwert (Langzeitmittelwert zur Durchschnittsbelastung)

e) bei einer angenommenen mittleren Auslastung der Leitung von 30 Prozent

<sup>1</sup> Die gesetzlichen Grenzwerte in Deutschland für magnetische und elektrische Wechselfelder stützen sich weitgehend auf die Empfehlungen der internationalen Strahlenschutzkommission ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection)

<sup>2</sup> Im Abstandserlass ist **nicht** explizit ein Grenzwert für Magnetfelder genannt, die empfohlenen Abstände zu Hochspannungsfreileitungen beruhen aber auf dem genannten Wert

<sup>3</sup> OMEN = Orte mit empfindlicher Nutzung. Damit sind Orte gemeint, an denen sich Menschen regelmäßig während längerer Zeit aufhalten, z.B. Wohnungen, Schulen, Krankenhäuser, Büros oder Kinderspielplätze, aber nicht: z.B. Balkone, Dachterrassen, Treppenhäuser, Eisenbahnabteile, etc.

<sup>4</sup> IARC = International Agency for Research on Cancer, Lyon

## 2.2 Elektrische Wechselfelder im Niederfrequenzbereich

Weiterhin treten im Einwirkungsbereich der Leiterseile elektrische Felder auf. Bezüglich der möglichen Umwelteinwirkungen ist zu beachten, dass elektrische Felder kaum ins Innere von Bauwerken aus massiver Bausubstanz eindringen, wohingegen Magnetfelder solche Bauwerke weitgehend ungestört durchdringen (vgl. Kap. 3.5.3).

**Tabelle 2: Empfehlungen und Grenzwerte für elektrische Wechselfelder (Effektivwerte)**

Im vorliegenden Fall interessiert nur die rechte Spalte (Elektrisches Feld 50 Hz)

	El. Feldstärke (16,7 Hz)	El. Feldstärke (50 Hz)
EMFV [7], Umsetzung der EU-Richtlinie EU-RL 2013/35/EU (ersetzt ab 1.7.2016 die deutsche Regelung DGUV Vorschrift 15)		
▪ ohne zeitliche Beschränkung (niedrige Auslöseschwelle)	20.000 V/m <sup>a)</sup>	10.000 V/m <sup>a)</sup>
▪ vorübergehender Aufenthalt zulässig (hohe Auslöseschwelle)	20.000 V/m <sup>a)</sup>	20.000 V/m <sup>a)</sup>
DGUV Vorschrift 15 (Deutsche Gesetzliche Unfall-Versicherung) [10], näher erläutert in den Berufsgenossenschaftlichen Regeln DGUV Regel 103-013 [11] (übereinstimmend mit den bisherigen berufsgenossenschaftlichen Vorschriften BGV/B11 bzw. Regeln BGR/B11)		
▪ ohne zeitliche Beschränkung	19.958 V/m <sup>a)</sup>	6.666 V/m <sup>a)</sup>
▪ bis 8 Stunden pro Tag	30.000 V/m <sup>a)</sup>	21.320 V/m <sup>a)</sup>
▪ bis 2 Stunden pro Tag	30.000 V/m <sup>a)</sup>	30.000 V/m <sup>a)</sup>
Gesetzlicher Grenzwert / 26. BImSchV	5.000 V/m <sup>a,b,c)</sup>	5.000 V/m <sup>a,b)</sup>
Gesetzlicher Grenzwert Schweiz (NISV)	10.000 V/m	5.000 V/m
Empfehlungen kritischer Institute für 24-stündige Dauerbelastung		25 V/m
zum Vergleich: schwedische Bildschirmnorm MPR 3		25 V/m
zum Vergleich: Typische Werte in Wohn- und Büroräumen		5 bis 40 V/m

a) Maximalwert (keine zeitliche Mittelwertbildung)

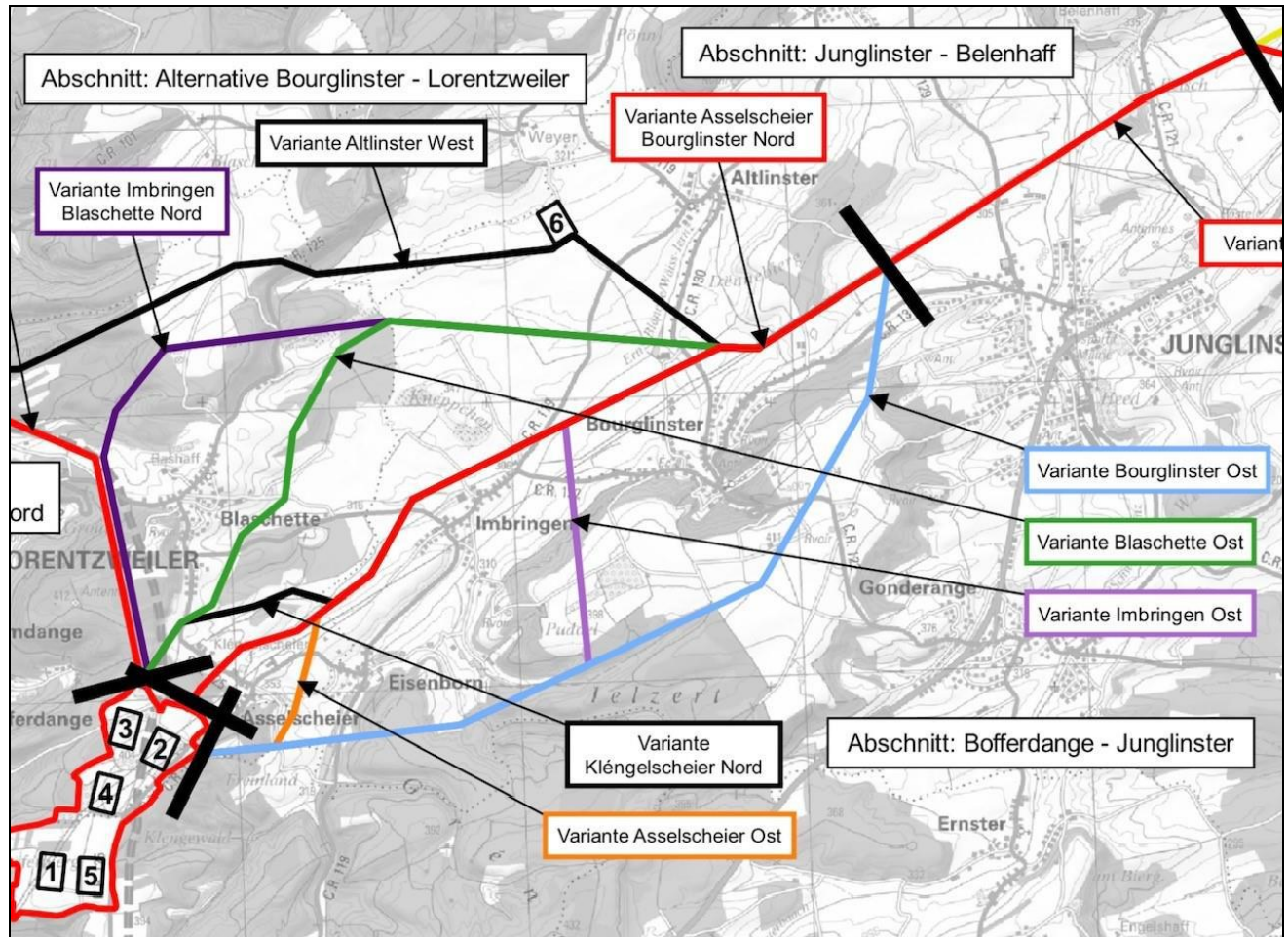
b) Bei Altanlagen (Errichtung vor 22.8.2013) sind außerhalb von Gebäuden kleinräumige Überschreitungen um 100 % zulässig.

c) Für existierende Bahnstromanlagen (16,7 Hz) gilt bis zum 22.8.2018 als Übergangsregelung ein Grenzwert von 10 000 V/m

Erläuterung: Auch bei elektrischen Wechselfeldern werden die Grenzwerte so festgelegt, dass die im Körper hervorgerufenen Stromdichten auf solche Werte begrenzt bleiben, bei denen keine Spontanwirkungen auftreten. Bei den elektrischen Feldern ist es allerdings wissenschaftlich weniger klar, ob die induzierten Stromdichten den alleinigen Wirkungsmechanismus darstellen. Es ist durchaus denkbar, dass auch unmittelbare Wirkungen des elektrischen Feldes biologische Effekte auslösen.

### 3 Modellierung der geplanten Hochspannungsfreileitung

Für die geplante Hochspannungsfreileitung Bofferdange-Aach werden im Gebiet der Gemeinde Junglinster verschiedene Trassenvarianten diskutiert. Die Variante Asselscheier – Bourglinster Nord (in der folgenden Abbildung rot markiert) verläuft unmittelbar nördlich der Ortschaft Imbringer, für die die zu erwartenden Immissionen in diesem Gutachten betrachtet werden.



**Abbildung 2: Trassenvarianten der geplanten Hochspannungsfreileitung**

Für die geplante Hochspannungsfreileitung ist eine Ausführung mit zwei Stromkreisen einer Betriebsspannung von 380 kV (50 Hz) vorgesehen, die im Normalbetrieb parallel geschaltet sind.

Im vorliegenden Gutachten wurden – basierend auf einer Modellierung dieser Hochspannungsfreileitungen – Immissionsverteilungen der elektrischen und magnetischen Wechselfelder berechnet. Die Berechnungen erfolgten mit dem Programm WinField<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> <http://www.fgeu.de/html/wf.htm>

### 3.1 Modellierung der Hochspannungsfreileitung

Die geometrischen und elektrischen Daten der geplanten Hochspannungsfreileitung wurden vom Netzbetreiber CREOS zur Verfügung gestellt bzw. der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP-Bericht) entnommen.

#### Elektrische Daten der 380 kV-Stromkreise der Freileitung:

- Nennbetriebsspannung (Systemspannung): 380 kV
- Maximalstrom (für jeden Stromkreis): 3600 A
- Betriebsfrequenz: 50 Hz

Die für die vorliegenden Berechnungen verwendeten geometrischen Daten der Freileitungstrasse einschließlich des Mastbildes (mit Abstand der Leiterseile vom Boden und von der Trassenachse) und dem Durchhang der Leiterseile sind in den folgenden Unterkapiteln dargestellt.

### 3.2 Maststandorte

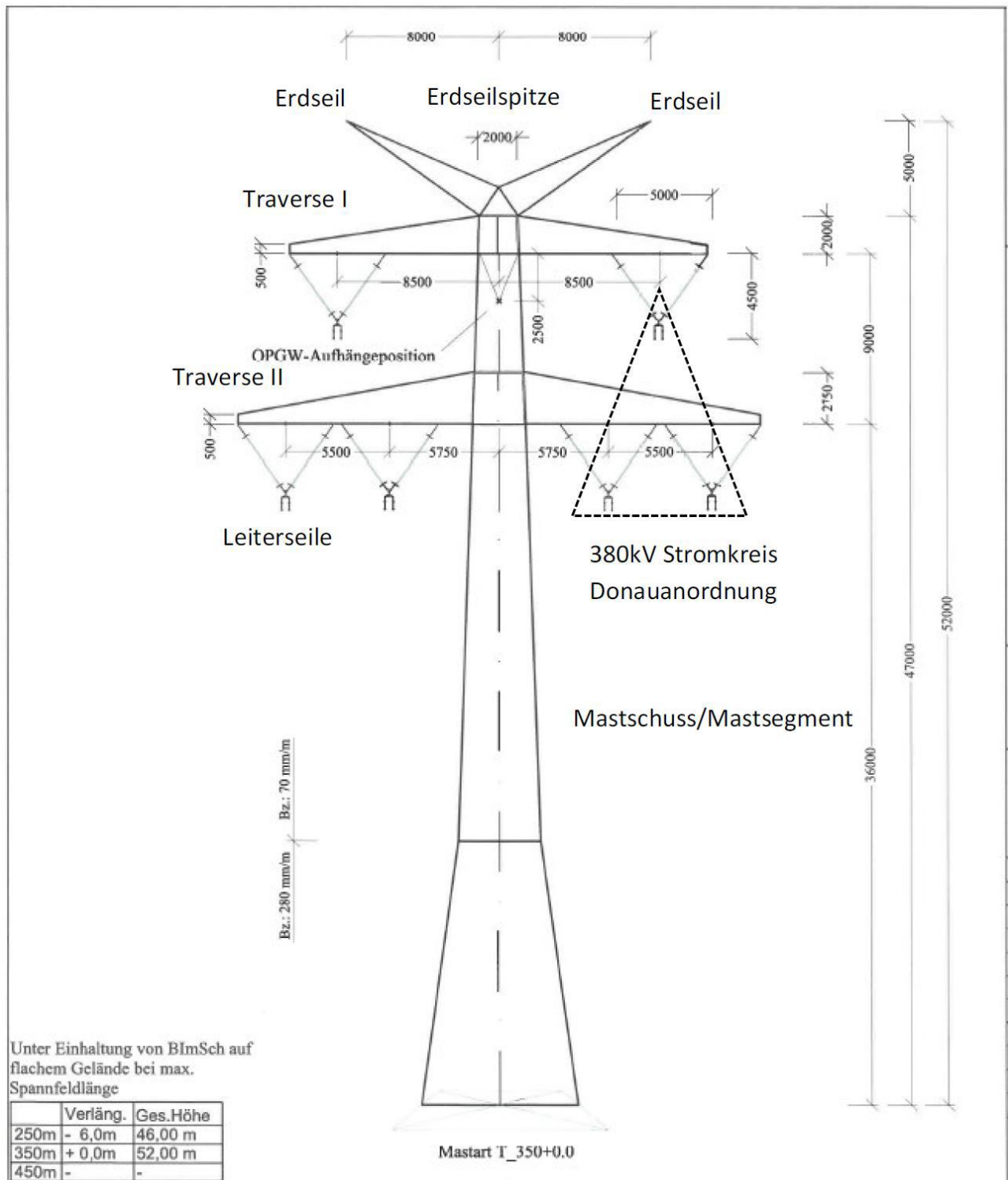
Für die geplante Freileitung liegt noch keine endgültige Planung mit Maststandorten usw. vor. Die voraussichtlichen Maststandorte wurden einer Präsentation des Leitungsbetreibers Creos entnommen und sind in der folgenden Abbildung durch rote Punkte markiert.



**Abbildung 3: Voraussichtliche Maststandorte der geplanten Hochspannungsfreileitung in der Variante Asselscheier – Bourglinster Nord (rote Punkte)**

### 3.3 Mastaufbau

Die geplante 380 kV-Hochspannungsfreileitung soll mit dem in der folgenden Abbildung dargestellten Masttyp realisiert werden.



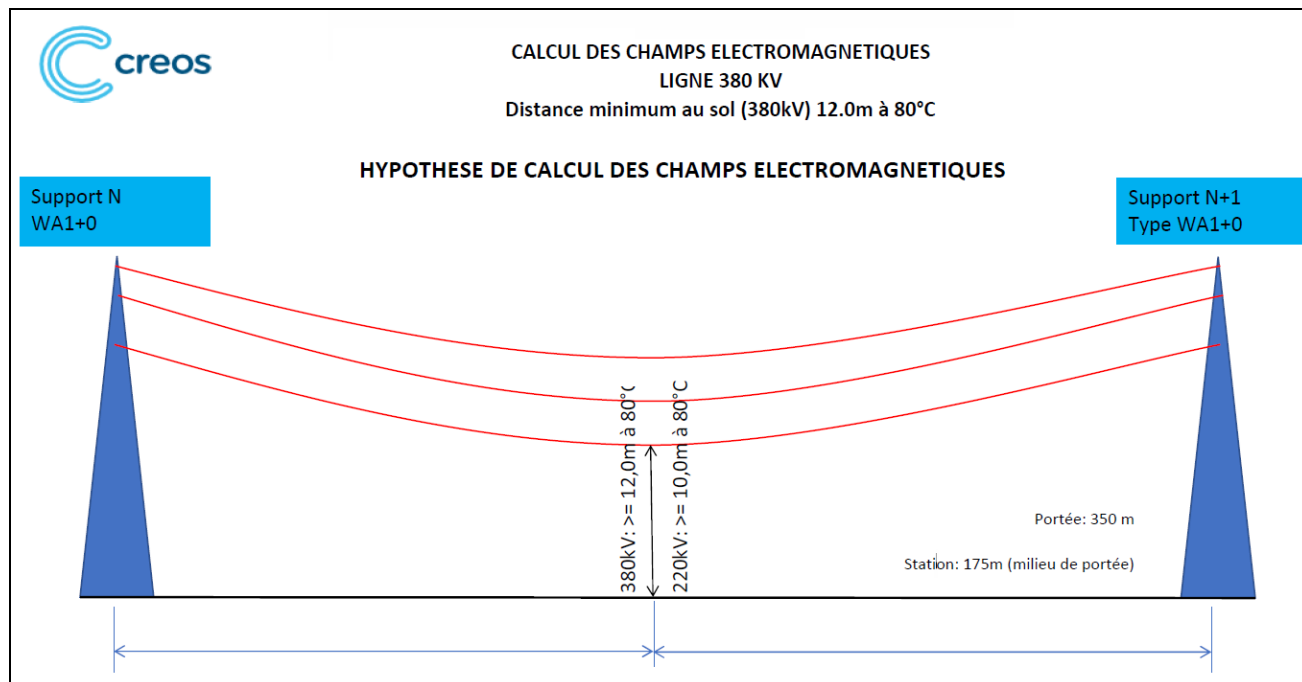
**Abbildung 4: Geplanter Masttyp mit Leiterseilpositionen zur Realisierung der 380 kV-Hochspannungsfreileitung (aus UVP-Bericht)**

Es handelt sich um einen Stahlgittermast von (im Normalfall) 52 m Höhe, wobei die beiden 380 kV-Drehstromkreise in der sogenannten Donau-Anordnung (Anordnung

der Leiterseile im Dreieck) am Mast angebracht sind. Die Ausführung der Mastspitze ist mit 2 Erdseilhörnern vorgesehen, wodurch sich im Vergleich zu einer mittigen (einzelnen) Mastspitze die Gesamthöhe etwas verringert.

### 3.4 Leiterseilführung

Es ist geplant, die Spannfelder der Hochspannungsfreileitung so auszuführen, dass in der ungünstigsten Situation (d.h. maximaler Durchhang der Leiterseile bei maximal zulässiger Stromführung der Freileitung bei sehr hoher Lufttemperatur und Windstille) ein minimaler Bodenabstand der Leiterseile von 12 m gewährleistet ist.



**Abbildung 5: Geplante Ausführung der Spannfelder mit einem Bodenabstand der unteren Leiterseile von mindestens 12 m**

Für das vorliegende Gutachten wurden die Spannfelder mit dem genannten minimalen Bodenabstand der Leiterseile von 12 m und den in Abbildung 3 dargestellten Maststandorten modelliert.

### 3.5 Auslastung der Freileitungen

#### 3.5.1 Magnetische Wechselfelder

Magnetische Wechselfelder werden durch die Ströme in elektrischen Leitungen verursacht, wobei eine lineare Abhängigkeit der Magnetfelder zur Stromführung der Leitung besteht. Die Ströme in allen Anlagen der elektrischen Energieversorgung unterliegen zeitlichen Schwankungen entsprechend der wechselnden Auslastung der Anlagen, umgangssprachlich ausgedrückt entsprechend der tageszeitlichen Schwankung des „Stromverbrauchs“. Mit der tageszeitlichen Schwankung der Stromführung der Hochspannungsfreileitungen unterliegen auch die dadurch verursachten Magnetfelder den gleichen Schwankungen.

Die Stromtragfähigkeit jedes Stromkreises (thermischer Grenzstrom) der geplanten Hochspannungsfreileitung beträgt 3600 A. Im Normalbetrieb soll ein Strom von 1800 A pro Stromkreis nicht überschritten werden, damit bei Ausfall eines Stromkreises der verbliebene Stromkreis den Gesamtstrom übernehmen kann. In Ausnahmesituationen (Ausfall anderer Hochspannungsfreileitungen, erhöhter Strombedarf usw.) ist der dauerhafte Betrieb beider Stromkreise mit je 3600 A möglich, ohne dass es zu einer thermischen Überlastung käme.

Für das vorliegende Gutachten wurden folgende Betriebssituationen betrachtet:

- Ein Stromkreis mit 1800 A Betriebsstrom, zweiter Stromkreis außer Betrieb
- Beide Stromkreis mit je 1800 A Betriebsstrom
- Ein Stromkreis mit 3600 A Betriebsstrom, zweiter Stromkreis außer Betrieb
- Beide Stromkreis mit je 3600 A Betriebsstrom

### 3.5.2 Elektrische Wechselfelder

Bei elektrischen Feldern besteht dieses Problem der wechselnden Auslastung nicht, da die Felder durch die elektrische Spannung verursacht werden und diese keinen nennenswerten Schwankungen unterliegt, solange die Hochspannungsfreileitungen mit dem Stromnetz verbunden sind.

### 3.5.3 Umwelteinwirkungen

Für die möglichen Umwelteinwirkungen elektrischer Felder ist als weiterer Unterschied zwischen elektrischen und magnetischen Feldern zu beachten, dass elektrische Felder von massiven Baumaterialien weitgehend abgeschirmt werden und daher – abgesehen von größeren Fensterflächen mit freier Sicht auf die Leiterseile der Hochspannungsfreileitungen)<sup>6</sup> – kaum ins Innere von Bauwerken aus massiver Baustanz (Stein, Beton, Metall) eindringen, wohingegen Magnetfelder solche Bauwerke weitgehend ungestört durchdringen.

---

<sup>6</sup> Grundsätzlich können erhöhte elektrische Felder auch unmittelbar unterhalb einer (elektrisch isolierenden) Dachkonstruktion auftreten (z.B. Dachpfannen, hölzerner Dachstuhl, Rigipsverkleidung)

## 4 Modellierung des vorhandenen Erdkabels

Das vorhandene Erdkabel verläuft durch den Ort Imbringen auf der nördlichen Seite des durch den Ort führenden Straßenverlaufs Cité Beaulieu / Route de Luxembourg.



**Abbildung 6: Trassenverlauf des vorhandenen Erdkabels in Imbringen**

Die Erdkabeltrasse enthält zwei Stromkreise zu 65 bzw. 110 kV und einen Stromkreis zu 20 kV, jeweils 50 Hz.

Im vorliegenden Gutachten wurden – basierend auf einer Modellierung dieser Erdkabeltrassen – Immissionsverteilungen der magnetischen Wechselfelder berechnet. Die magnetischen Felder durchdringen das überdeckende Erdreich weitestgehend ungestört und führen daher zu einer Magnetfeldbelastung oberhalb des Trassenverlaufs.

### 4.1 Modellierung der Erdkabeltrasse

Die geometrischen und elektrischen Daten der vorhandenen Erdkabeltrasse wurden (über den Auftraggeber) vom Netzbetreiber CREOS zur Verfügung gestellt.

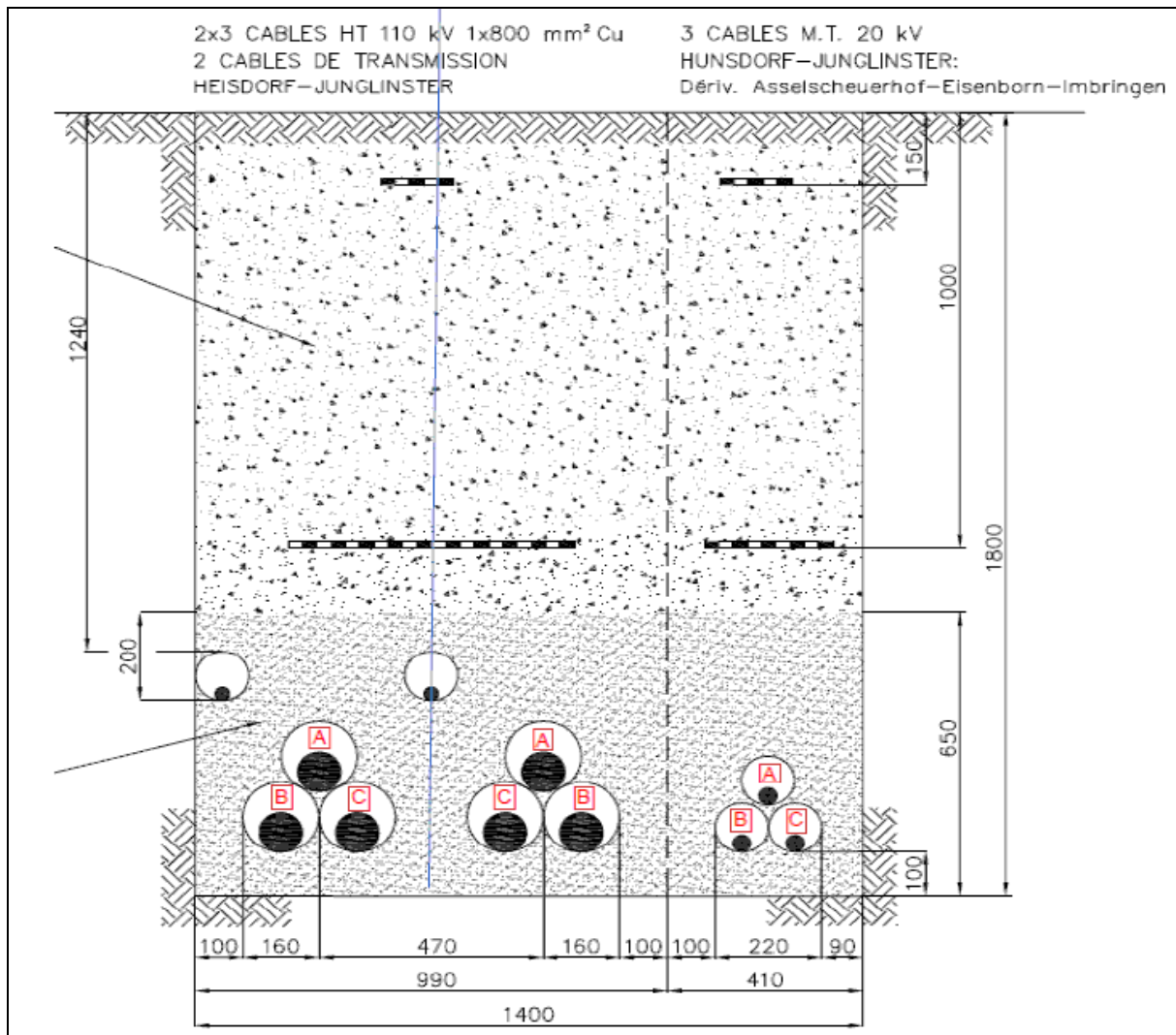
#### **Elektrische Daten des 20 kV-Stromkreises der Erdkabeltrasse:**

- Nennbetriebsspannung (Systemspannung): 20 kV
- Maximalstrom (für jeden Stromkreis): 325 A
- Betriebsfrequenz: 50 Hz
- Phasenfolge: siehe nachfolgende Abbildung 7



**Elektrische Daten der 65 bzw. 110 kV-Stromkreise der Erdkabeltrasse:**

- Nennbetriebsspannung (Systemspannung): 65 kV, zukünftig möglicherweise 110 kV
- Maximalstrom (für jeden Stromkreis): 645 A
- Betriebsfrequenz: 50 Hz
- Phasenfolge: siehe nachfolgende Abbildung 7

**Abbildung 7: Verlegegeometrie des vorhandenen Erdkabels**

## 4.2 Auslastung der Erdkabel

### 4.2.1 Magnetische Wechselfelder

Wie bereits in Kap. 3.5.1 erläutert, unterliegen auch die Ströme auf den Erdkabeln und somit auch die dadurch verursachten Magnetfelder tageszeitlichen Schwankungen.

Für die Berechnungen in diesem Gutachten wurde im Sinne einer Worst-Case-Betrachtung die Vollaustung der Stromkreise des Erdkabels mit dem thermischen Grenzstrom betrachtet:

- 65 bzw. 110 kV-Stromkreise: 645 A
- 20 kV-Stromkreis: 325 A

Weiterhin wurde die Situation mit halber Auslastung der Erdkabel (50 Prozent Stromführung) betrachtet:

- 65 bzw. 110 kV-Stromkreise: 322,5 A
- 20 kV-Stromkreis: 162,5 A

### 4.2.2 Elektrische Wechselfelder und Umwelteinwirkungen

Die innerhalb eines Erdkabels vorliegenden elektrischen Felder werden bereits durch den Kabelmantel vollständig abgeschirmt. Auch ohne diese interne Abschirmung der Kabel würde ein elektrisches Feld durch das überdeckende Erdreich vollständig abgeschirmt. Eine Betrachtung des elektrischen Feldes ist daher bei Erdkabeln nicht erforderlich.

Daraus ergibt sich auch, dass die möglicherweise in Zukunft erfolgende Erhöhung der Betriebsspannung der derzeitigen 65 kV-Kabeltrassen auf 110 kV Betriebsspannung keinen nachteiligen Einfluss auf die Immissionssituation in der Umgebung des Kabels hat. Im Gegenteil: Falls die gleiche elektrische Leistung über das Kabel übertragen wird wie bisher, so genügt hierfür bei höherer Betriebsspannung ein geringerer Strom und die magnetischen Felder würden geringer als bisher.

Die maximale Stromtragfähigkeit des Erdkabels ändert sich durch die Erhöhung der Betriebsspannung nicht, und die hier durchgeführten Worst-Case-Berechnungen (maximal möglicher Strom auf allen Leitern der Erdkabeltrasse) bleiben unabhängig von der Betriebsspannung unverändert gültig.

Die elektrischen Wechselfelder spielen daher bei Erdkabeln bezüglich der Umwelteinwirkungen keine Rolle, wohingegen die Magnetfelder außer normalen Baumaterialien auch das überdeckende Erdreich weitgehend ungestört durchdringen.

## 5 Durchführung der Berechnungen

### 5.1 Berechnung der elektrischen und magnetischen Wechselfelder

Die Berechnungen für das vorliegende Gutachten wurden durchgeführt mit der Software WinField<sup>7</sup>. Für die Berechnung der Magnetfelder wurden die geplante Freileitung und die vorhandenen Erdkabel gemeinsam betrachtet. Wie in Kap. 4.2.2 erläutert spielen die elektrischen Felder der Erdkabel für die Umwelteinwirkungen keine Rolle. Die Berechnung der elektrischen Felder wurde daher ausschließlich für die geplante Freileitung durchgeführt. Da die elektrischen Felder unabhängig von der Auslastung der Freileitung sind, ist hierbei eine Unterscheidung der Auslastungssituationen nicht erforderlich.

### 5.2 Immissionspunkthöhen

Wie oben erläutert ist für die zu erwartenden elektrischen Felder nur die Hochspannungsfreileitung von Belang. Mit zunehmender Aufenthaltshöhe über Boden (d.h. Verringerung des Abstandes zu den Leiterseilen) werden die elektrischen Felder größer. Die Berechnungen für die elektrischen Felder wurden für folgende Höhen über Boden vorgenommen:

- 2 m über Boden (Kopfhöhe eines Menschen beim Aufenthalt im Freien)
- 5 m über Boden (Kopfhöhe eines Menschen beim Aufenthalt im 1. Obergeschoss eines Gebäudes, z.B. auf einem Balkon oder einer Dachterrasse)
- 8 m über Boden (Kopfhöhe eines Menschen beim Aufenthalt im 2. Obergeschoss eines Gebäudes, z.B. auf einem Balkon oder einer Dachterrasse)

Für die zu erwartenden magnetischen Felder sind sowohl die Hochspannungsfreileitung als auch die Erdkabel von Belang. Im Bereich des Erdkabels sind daher auch die Erdbodenoberfläche und geringe Höhen über Boden von Belang, z.B. für Kinder, die auf dem Boden spielen

Die Berechnungen für die magnetischen Felder wurden daher zusätzlich zu den oben genannten Höhen für folgende Höhen über Boden vorgenommen:

- 0,0 m über Boden (Erdbodenhöhe)
- 0,2 m über Boden
- 0,5 m über Boden
- 1,0 m über Boden

---

<sup>7</sup> <http://www.fgeu.de/html/wf.htm>

## 6 Berechnungsergebnisse und Bewertung

### 6.1 Darstellung der Berechnungsergebnisse

Die Berechnungsergebnisse sind in den Karten im Anhang im Detail dargestellt, wobei die Höhe der Immissionen durch unterschiedliche Einfärbung der Karten kenntlich gemacht ist.

Als Berechnungsgrundlage dienten die in Kap. 3.5.1 und 4.2.1 genannten Auslastungen der einzelnen Stromkreise der Hochspannungsfreileitung und der Erdkabel.

Die Kartendarstellungen zeigen die Berechnungsergebnisse in der Reihenfolge:

- Elektrisches Feld (nur Hochspannungstrasse): Karte 1 bis Karte 3
- Magnetisches Feld (nur Hochspannungstrasse): Karte 4 bis Karte 15
- Magnetisches Feld (Hochspannungstrasse und Erdkabel): Karte 16 bis Karte 43
- Ausschnitt-Darstellungen magnetisches Feld (Hochspannungstrasse und Erdkabel): Karte 44 bis Karte 49

Die durch die Erdkabeltrasse verursachten Immissionen sind wegen ihrer Kleinräumigkeit in den Kartendarstellungen des gesamten Untersuchungsgebiets teilweise nur schwierig zu erkennen. Obwohl die PDF-Version des Gutachtens durch entsprechende Vergrößerung die Ansicht im Detail ermöglicht, sind zur einfacheren Darstellung in Karte 44 bis Karte 49 exemplarisch einige vergrößerte Ausschnittdarstellungen beigelegt.

Die zur Bewertung der Berechnungsergebnisse dienenden Grenz- und Vorsorgewerte sind dargestellt

- für die Magnetfelder: in Kap. 2.1 (S. 5), insbesondere in Tabelle 1 (S. 8)
- für die elektrische Felder: in Kap. 2.2 (S. 9), insbesondere in Tabelle 2 (S. 9)

### 6.2 Bewertung der Berechnungsergebnisse des magnetischen Feldes

Die Berechnungsergebnisse für die magnetischen Wechselfelder sind in Karte 4 bis Karte 15 für die Hochspannungstrasse allein und in Karte 16 bis Karte 43 für die zusätzliche Berücksichtigung der Erdkabeltrasse dargestellt, wobei die Karten unterschiedliche Immissionspunkthöhen und Auslastungssituationen zeigen (Details siehe Kartenverzeichnis S. 53).

Insgesamt zeigt sich, dass in unmittelbarer Nähe der Leitung die Immissionspunkthöhe einen großen Einfluss auf die zu erwartenden Immissionen hat, im Bereich der vorhandenen Bebauung in Imbringen aber nur noch ein sehr geringer Einfluss der Immissionspunkthöhe (also der Bebauungshöhe) auf die Immissionen festzustellen ist.

Großräumig ist die Abnahme der Magnetfelder mit zunehmendem Abstand zur Trassenachse deutlich erkennbar, wobei aber in der Nähe des Erdkabels kleinräumig erhebliche Erhöhungen des magnetischen Feldes vorliegen, die durch die kumulative

Wirkung des vorhandenen Erdkabels und der geplanten 380 kV-Hochspannungsfreileitung verstärkt werden.

Betrachtet man exemplarisch die Maximalauslastung der geplanten Hochspannungsfreileitung (Worst-Case-Situation), so ergibt sich ohne Berücksichtigung des Erdkabels für das Siedlungsgebiet von Imbringen folgende Immissionssituation für 50 Hz-Magnetfelder – weitgehend unabhängig von der Höhe über Boden:

- Im nördlichen Ortsteil werden einige Wohngebäude von Immissionen oberhalb von 0,4  $\mu\text{T}$  betroffen (gelb eingefärbt). Gewerbliche Gebäude liegen dort im Immissionsbereich zwischen 0,4 und 1  $\mu\text{T}$ , in einem Einzelfall auch oberhalb von 1  $\mu\text{T}$ .
- Der größte Teil des Siedlungsgebiets wird von Immissionen zwischen 0,2 und 0,4  $\mu\text{T}$  betroffen (grün eingefärbt)
- Im südöstlichen Teil des Ortes (an der C.R. 119) liegen die Immissionen zwischen 0,1 und 0,2  $\mu\text{T}$  (hellblau eingefärbt)

Betrachtet man zusätzlich das vorhandene Erdkabel (ebenfalls bei Vollaustattung), so zeigt sich für die Magnetfelder:

- Die wesentlichen Auswirkungen des Erdkabels beschränken sich auf einen Bereich von jeweils 15 bis 20 m zu beiden Seiten der Erdkabeltrasse, d.h. auf eine Gesamtbreite von 30 bis 40 m. Dabei sind durch das Erdkabel allein auf einer Gesamtbreite von ca. 30 m (d.h. jeweils 15 m zu beiden Seiten) Immissionen oberhalb von 0,2  $\mu\text{T}$  (hellgrün eingefärbt) zu erwarten und auf einer Gesamtbreite von ca. 20 m (d.h. jeweils 10 m zu beiden Seiten) Immissionen oberhalb von 0,4  $\mu\text{T}$  (gelb eingefärbt). Somit ergeben sich allein durch das vorhandene Erdkabel Immissionen oberhalb von 0,3  $\mu\text{T}$  auf einer Gesamtbreite von ca. 25 m.
- Berücksichtigt man zusätzlich die kumulative Wirkung zusammen mit der geplanten Freileitungstrasse, so dehnt sich der Bereich mit zu erwartenden Immissionen oberhalb von 0,3  $\mu\text{T}$  erheblich aus und viele Wohngebäude entlang der Erdkabeltrasse gelangen dadurch in den Bereich oberhalb von 0,3  $\mu\text{T}$ .
- Einige Wohngebäude entlang der Erdkabeltrasse gelangen sehr nahe an den gelb eingefärbten Bereich, d.h. in den Immissionsbereich von ca. 0,4  $\mu\text{T}$ .

Unmittelbar oberhalb der Erdkabeltrasse sind die Immissionen erheblich höher und betragen bei Vollaustattung der Erdkabeltrasse auf Straßenniveau:

- mehr als 1  $\mu\text{T}$  auf einer Gesamtbreite von ca. 15 m (orange eingefärbt)
- mehr als 2  $\mu\text{T}$  auf einer Gesamtbreite von ca. 10 m (rot eingefärbt)
- mehr als 5  $\mu\text{T}$  auf einer Gesamtbreite von ca. 6 m (petrol eingefärbt)
- mehr als 10  $\mu\text{T}$  auf einer Gesamtbreite von ca. 3 m (dunkelblau eingefärbt)

### 6.3 Bewertung der Berechnungsergebnisse des elektrischen Feldes

Die Ergebnisse der Berechnungen des elektrischen Wechselfeldes sind in Karte 1 bis Karte 3 (im Anhang) dargestellt, wobei die Karten unterschiedliche Immissionspunkthöhen zeigen.

Zur (geringeren) Bedeutung der elektrischen Felder für mögliche Langzeitwirkungen wird nochmals auf Kap. 3.5.2 und 3.5.3 (S. 14) hingewiesen.

Aus den Karten im Anhang gut zu erkennen, dass die elektrischen Felder mit zunehmendem seitlichem Abstand zu den Leiterseilen schnell abnehmen.

Die Berechnungsergebnisse zeigen, dass sich der Bereich stark erhöhter elektrischer Felder im Wesentlichen auf die nähere Umgebung der Freileitung beschränkt. Im Einzelnen ergeben sich ungefähr folgende Maximalwerte des elektrischen Feldes:

- mehr als 10 V/m bis ca. 200 m Abstand von der Trassenachse (hellblau)
- mehr als 20 V/m bis ca. 150 m Abstand von der Trassenachse (grün)
- mehr als 50 V/m bis ca. 100 m Abstand von der Trassenachse (gelb)
- mehr als 100 V/m bis ca. 75 m Abstand von der Trassenachse (orange)
- mehr als 200 V/m bis ca. 55 m Abstand von der Trassenachse (rot)

Die elektrischen Felder von Hochspannungsfreileitungen sind für den Innenbereich von Gebäuden in den meisten Fällen ohne Bedeutung, da massive Bausubstanz elektrische Felder zum großen Teil abschirmt. In Innenräumen sind erhöhte elektrische Felder daher nur in seltenen Fällen zu erwarten, z.B. bei großflächigen Fensterfronten mit freier Sicht auf die Leiterseile der Hochspannungsfreileitungen.

Die Bedeutung der elektrischen Felder für mögliche biologische Langzeitwirkungen ist – nach Einschätzung des EMF-Instituts – wesentlich geringer als die der magnetischen Felder. Diese Einschätzung beruht im Wesentlichen darauf, dass die elektrischen Felder nur wenig in die Innenräume der Wohnungen eindringen und daher für Daueraufenthaltsbereich eine erheblich geringere Bedeutung haben als magnetische Felder, die weitgehend ungestört in Gebäude eindringen.

### 6.4 Gesamteinschätzung

Für die Gesamtbewertung relevant sind im Wesentlichen die zu erwartenden magnetischen Felder, wohingegen die elektrischen Felder für den besiedelten Bereich eher eine untergeordnete Bedeutung haben

Die Magnetfeld-Immissionen durch das vorhandene Erdkabel betreffen im Wesentlichen den unbebauten Bereich unmittelbar oberhalb der Kabeltrasse, wo kleinräumig hohe Magnetfelder vorliegen. Unmittelbar oberhalb des Erdkabels treten dabei Magnetfelder in ähnlicher Intensität (10 bis 20 Mikrottesla) auf, wie sie auch unmittelbar unterhalb der geplanten Hochspannungsfreileitung zu erwarten sind. Durch den ku-

umulativen Effekt beider Trassen (Erdkabel und Freileitung) erhöht sich die Wirkung auf die Anwohner.

Die Magnetfelder durch die geplante Hochspannungsfreileitung betreffen großräumig den größten Teil des Siedlungsgebiets der Ortschaft Imbringen und führen für einen großen Teil der Wohngebäude zu einer Magnetfeldbelastung oberhalb der empfohlenen Vorsorgewerte entsprechend Tabelle 1 (S. 6).

Entsprechend den in Kap. 2 und in den Anhängen diskutierten Vorsorgewerten sollte zumindest für die Daueraufenthaltsbereiche (d.h. auch für alle Wohngebiete) ein Magnetfeld von 0,3 Mikrottesla nicht überschritten werden, das entsprechend den beigefügten Berechnungen ca. in der Mitte des hellgrün eingefärbten Bereiches zu erwarten ist und somit die meisten Wohngebäude entlang der Hauptstraße durch den Ort Imbringen betrifft. Durch die kumulative Wirkung zusammen mit dem vorhandenen Erdkabel gelangen viele Wohngebäude in den Bereich von Magnetfeldexpositionen ab 0,4  $\mu\text{T}$  (gelb eingefärbt).

Betrachtet man die in Abbildung 2 (S. 10) dargestellten Trassenvarianten, so wird auch ohne zusätzliche Immissionsberechnungen unmittelbar klar, dass durch die Nähe der derzeit geplanten Trasse (rot dargestellt in Abbildung 2) zur Ortslage Imbringen dort erheblich höhere Immissionen verursacht werden als durch die anderen Trassenvarianten, die im wesentlichen Trassenverlauf deutlich größere Abstände zu den umliegenden Siedlungsgebieten (nicht nur zur Ortslage Imbringen) einhalten. Angesichts der in den Anhängen dargestellten möglichen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit ist daher zu empfehlen, eine Trassenvariante mit größeren Abständen zu Siedlungsgebieten zu wählen.

Köln, 26.01.2024



Dipl.-Phys. Dr. Peter Nießen, EMF-Institut  
öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für EMVU

Dieses Dokument unterliegt dem Urheberschutz. Eine Vervielfältigung oder Speicherung des Berichts in Auszügen bedarf der vorhergehenden schriftlichen Genehmigung durch den Autor. Das vollständige Gutachten darf mit Angabe der Quelle, des Autors und diesem ©-Vermerk vervielfältigt oder veröffentlicht werden.

## **7 ANHANG Auszug Umweltverträglichkeitsprüfung (Oeko-Bureau)**

Im Auftrag des Vorhabenträgers CREOS wurde vom Oeko-Bureau, L-3701 Rumelange eine „Umweltverträglichkeitsprüfung für die geplante Modernisierung einer Hochspannungsleitung und den Bau einer Umspannanlage auf der Strecke Bofferdange - Aach (D)“ erstellt (30.09.2022).

Nachfolgend sind 2 Auszüge aus diesem UVP-Bericht wiedergegeben:

- S. 124-128
- S. 134



Bei Beachtung aller gesetzlichen Vorgaben zur Baustellensicherheit sind keine erheblichen Auswirkungen zu erwarten. Das Thema Baustellensicherheit wird nicht mehr bei der Bewertung der einzelnen Trassenabschnitte behandelt.

## 5.2 BETRIEBS- UND ANLAGENBEDINGTE AUSWIRKUNGEN

### 5.2.1 Elektrische und magnetische Felder

Elektrische und magnetische Felder entstehen durch elektrische Ladung bzw. durch deren Bewegung durch einen Leiter. Demzufolge ist auch das Umfeld einer Hochspannungsleitung während des Betriebes permanent von einem elektrischen und einem magnetischen Feld umgeben. Die Stärke wird in Volt pro Meter (V/m) für elektrische Felder und in Ampere pro Meter (A/m) für magnetische Felder ausgedrückt. In der Praxis werden für elektrische Felder kV/m und für magnetische Felder die magnetische Flussdichte (welche direkt mit der Feldstärke zusammenhängt) in Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ) angewendet.

Im direkten Umfeld ist der Mensch von zahlreichen messbaren Magnetfeldern umgeben. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht repräsentative Werte magnetischer Flussdichten von Haushaltsgeräten in unterschiedlichen Abständen.

Neben den Abständen sind Expositionsdauer, Sensibilität der betroffenen Person (insbesondere Kinder) sowie die tatsächliche Feldstärke in Abhängigkeit der Auslastung wichtige Faktoren zur Beurteilung der Erheblichkeit einer Betroffenheit.

Auch Hochspannungsleitungen sind Quellen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder. Anders als bei den Strahlenfeldern von Handys oder WLAN, denen sich die Menschen freiwillig aussetzen und deren Nutzung sie selbst begrenzen können, sind die von Hochspannungsleitungen und/ oder Transformatoren ausgehenden Felder, nicht durch eigenes Handeln verursacht. Aus diesem Grunde sind die Betreiber dafür verantwortlich, dass keine gesundheitlichen Schäden auftreten.

Zumeist ist die Feldstärke der von elektrischen Alltags-, Haushalts- und Kommunikationsgeräten ausgehenden elektrischen und magnetischen Felder für den menschlichen Körper weitaus größer als die von Hochspannungsleitungen, da die Geräte meist in unmittelbarer Nähe genutzt werden. Dies ergibt sich aus dem stark zunehmenden Zerfall der Felder mit zunehmender Distanz zur Ladung. Allerdings besteht häufig keine Dauerausstellung, da derartige Geräte in der Regel temporär begrenzt eingesetzt werden.

Eindeutige wissenschaftliche Nachweise für negative gesundheitliche Auswirkungen in Folge einer längeren Aussetzung elektrischer und magnetischer Felder existieren nicht. Die Internationale Agentur für Krebsforschung (IARC) der Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat jedoch im Jahr 2011, die von WLAN und Mobiltelefonen ausgehende Strahlung, als für den Menschen potenziell krebserregend eingestuft.

Durch den Rat der europäischen Union wurden mit der „Empfehlung zum Schutz der Bevölkerung bei Einwirken elektrischer und magnetischer Felder“ unverbindliche Grenzwerte für die Stärke der Felder festgelegt.

Da in der Gesetzgebung Luxemburgs keine verbindlichen Grenzwerte vorhanden sind, werden beim Neubau von Hochspannungsleitungen in der Praxis die von der EU empfohlenen Grenzwerte von 5kV/m für elektrische und 100 $\mu\text{T}$  für magnetische Felder angewandt. Zudem sind die Vorgaben des

Circulaire 1644 des Innenministeriums vom 11.03.1994 zur Einhaltung von Abständen beim Bau von Gebäuden zu berücksichtigen. Dort werden Abstände von 30m zwischen Leitungen und der nächsten bebaubaren Parzelle für 100-220kV-Hochspannungsleitungen sowie 20m Abstand für 65kV-Hochspannungsleitungen zur nächsten bebaubaren Parzelle benannt. Im rezenten „Règlement-type sur les Bâtisses“ (Bautenreglement) des Ministère de l'Intérieur (MI) wird in Art. 24 für Hochspannungsleitungen (> 65kV) ein Abstand von 50m vorgeschlagen.

Die CREOS als landesweit größter Stromnetzbetreiber setzt sich mit dieser Thematik sowohl im Zusammenhang mit bestehenden Leitungen als auch bei allen Neuplanungen von Leitungsinfrastrukturen auseinander.

**Repräsentative Werte magnetischer Flussdichten\* von Haushaltsgeräten in unterschiedlichen Abständen**

Gerät	3 cm	30 cm	1 m
Haarfön	6-2000	0,01-7	0,01-0,3
Rasierapparat	15-1500	0,08-9	0,01-0,03
Bohrmaschine	400-800	2-3,5	0,08-0,2
Staubsauger	200-800	2-20	0,13-2
Leuchtstofflampe	40-400	0,5-2	0,02-0,25
Mikrowellengeräte	73-200	4-8	0,25-0,6
Radio (tragbar)	16-56	1	< 0,01
Küchenherd	1-50	0,15-0,5	0,01-0,04
Waschmaschine	0,8-50	0,15-3	0,01-0,15
Bügeleisen	8-30	0,12-0,3	0,01-0,03
Geschirrspüler	3,5-20	0,6-3	0,07-0,3
Computer	0,5-30	< 0,01	
Kühlschrank	0,5-1,7	0,01-0,25	< 0,01
Fernsehgerät	2,5-50	0,04-2	0,01-0,15

\* gemessen in Mikrottesla ( $\mu T$ ) Quelle: Berichte der Strahlenschutzkommission (SSK), Heft 7, 1997 „Schutz vor niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern der Energieversorgung und -anwendung“

Abbildung 63: Repräsentative Werte magnetischer Flussdichten von Haushaltsgeräten in unterschiedlichen Abständen. Quelle: SSK, 1997.

### 5.2.1.1 Bisherige Behandlung der Thematik im UVP-Prozess

Bereits im Zuge der **Scoping-Prozedur** wurde diese in der Öffentlichkeit häufig kontrovers diskutierte Problematik ausführlich thematisiert. Die Erklärungen aus dem Scoping-Dokument vom Oktober 2020 werden im Folgenden noch einmal dargestellt:

Die elektrischen und magnetischen Feldstärken in der Nähe von Freileitungen sind von der Spannungsebene, der Masthöhe und -form, der Anordnung der Leiterseile, der Anzahl und dem Durchhang der Leiterseile, der Spannung bzw. Stromstärke sowie von der Umgebungstemperatur abhängig. Während die Stärke der elektrischen Felder nur geringen Schwankungen unterliegt, ist die magnetische Feldstärke vom Lastfluss abhängig und unterliegt demnach größeren Schwankungen. Wie sich die elektrischen und magnetischen Felder einer 380kV-Hochspannungsfreileitung ausbreiten, ist in nachfolgender Abbildung schematisch dargestellt.

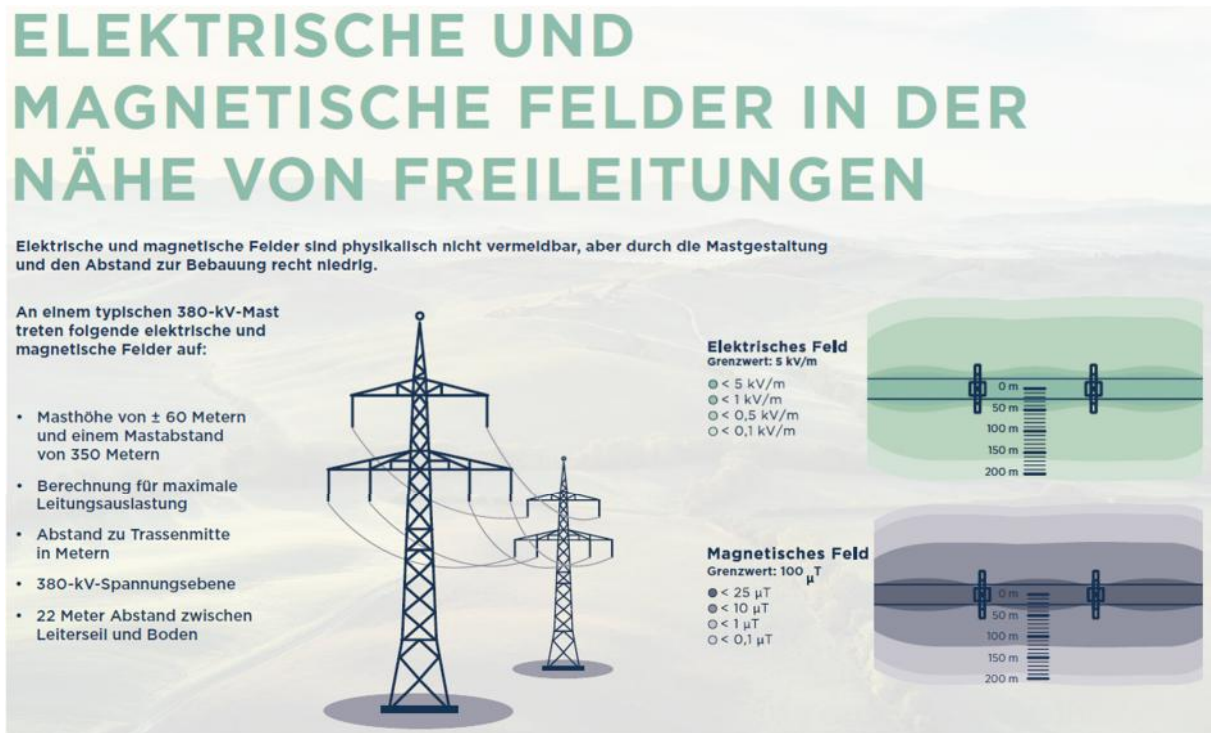


Abbildung 64: Wirkungsbereich und Stärke von elektrischen und magnetischen Feldern bei Höchstspannungsfreileitungen, Quelle: Amprion, o. A.

CREOS verpflichtet sich, sämtliche gesetzliche Vorgaben sowie die Vorgaben, welche durch öffentliche Genehmigungen erteilt werden, einzuhalten. Hierzu zählen die Grenzwerte für das elektrische Feld von 5kV/m sowie für das magnetische Feld von 100 $\mu$ T.

**Im Sinne des Vorsorgeprinzips sollen bei der Umsetzung des Vorhabens 380kV jedoch strengere Grenzwerte als 100 $\mu$ T für das magnetische Feld verwendet werden, deren Ermittlung nachfolgend erläutert wird.**

Beim **Scoping-Termin** (Protokoll siehe Anhang), der als Online-Meeting am 06.05.2021 abgehalten wurde, kamen mehrere Meinungen zum Tragen, die auf unterschiedlichen mehr oder weniger wissenschaftlich abgesicherten Ansätzen beruhen. Ob und wie stark sich das gesundheitliche Risiko für Menschen und/ oder Tiere durch den Aufenthalt in einem elektromagnetischen Feld im Umfeld von Hochspannungsleitungen erhöht, ist Gegenstand kontroverser Diskussionen. Im Umgang mit der Thematik gibt es keine einheitliche Regelung. Es kommen verschiedene Empfehlungen im Sinne einer Gesundheitsvorsorge zur Anwendung, die im Folgenden beispielhaft dargestellt werden.

In **Luxemburg** gibt es (noch) keine Gesetzgebung oder Verordnungen, welche die Abstände zu Hochspannungsleitungen einheitlich regelt. Zur Anwendung kommen aber Abstandsempfehlungen, die für

Hochspannungsleitungen bis 220kV gelten. Für 380kV-Leitungen existieren keine derartigen Empfehlungen. Im Circulaire 1644 des Innenministeriums vom 11.03.1994 zur Einhaltung von Abständen beim Bau von Gebäuden werden Abstände von 30m zwischen Leitungen und der nächsten bebaubaren Parzelle für 100-220kV-Hochspannungsleitungen sowie 20m Abstand für 65kV-Hochspannungsleitungen zur nächsten bebaubaren Parzelle benannt. Im rezenten „Règlement-type sur les Bâtisses“ (Bautenreglement) des Ministère de l'Intérieur (MI) wird in Art. 24 für Hochspannungsleitungen (> 65kV) ein Abstand von 50m vorgeschlagen.

Trotzdem gibt es Fälle, wo eine Unterschreitung dieser Abstandsempfehlungen oder sogar eine direkte Überspannung von bewohnten Gebäuden vorliegt. Laut Aussage von CREOS kamen diese Situationen zumeist dadurch zustande, dass ein Gebäude nachträglich zu nah an die bestehende Leitung gebaut wurde.

**CREOS strebt bei der Planung aller neuen Trassen, insbesondere auch bei dem Projekt 380kV eine Vermeidung derartiger Konflikte an, indem auf eine direkte Überspannung von Gebäuden mit sensibler Nutzung verzichtet werden soll.**

Zur weiteren Annäherung an eine sinnvolle Vorgehensweise zum Umgang mit elektromagnetischen Feldern empfiehlt sich ein Blick auf europäische Nachbarländer.

Im Jahr 1999 hat der Rat der **Europäischen Union (EU)** eine Empfehlung zum Schutz der Bevölkerung bei Einwirken elektromagnetischer Felder (1999/519/EG) verabschiedet. Diese stützt sich auf die EMF-Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) der International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) aus dem Jahr 1998. Die EU-Ratsempfehlung enthält unter anderem Empfehlungen bezüglich der einzuhaltenden Grenzwerte und daraus abgeleiteter Referenzwerte für die Stromversorgung. Als Referenzwerte für die Stromversorgung (50 Hertz) sind für elektrische Felder 5 Kilovolt pro Meter (5kV/m) und für Magnetfelder 100 Mikrottesla (100 $\mu$ T) festgelegt. ICNIRP hat die Guidelines im Jahr 2010 geändert und empfiehlt für die Frequenz 50 Hz einen Referenzwert von 200 $\mu$ T für Magnetfelder. Die EU-Ratsempfehlung wurde aber nicht geändert, es bleibt bei dem Referenzwert von 100 $\mu$ T. Innerhalb der Europäischen Union (EU) und in angrenzenden Ländern gibt es einen uneinheitlichen Umgang mit den Ratsempfehlungen.

**Belgien** hat in seiner nationalen Gesetzgebung keine Höchstwerte für die magnetische Feldstärke festgelegt, orientiert sich aber an den Empfehlungen der EU aus dem Jahre 1999, nach denen die magnetische Feldstärke maximal 100 $\mu$ T betragen darf. Die elektrische Feldstärke wird in einem „Règlement général pour les installations électriques“ geregelt. Dort sind Höchstwerte von 10kV/m bzw. 5kV/m (für Wohnzonen) definiert. Bei Umspannanlagen gilt in den Regionen Wallonie und Bruxelles ebenfalls ein Grenzwert von 100 $\mu$ T. Die Richtlinien in Flandern fordern beim Bau neuer Hochspannungsfreileitungen, dass die Anzahl an bestehenden Wohneinheiten im 0,4 $\mu$ T-Korridor auf ein Minimum beschränkt wird. Der Wert von 0,4 $\mu$ T ist ein Richtwert aus einem Dekret des Innenministeriums. Die Richtwerte darin geben die Quantität an, ab der Gesundheitsrisiken plötzlich auftreten können. Sie sind auf Risiken der Langzeitexposition ausgerichtet und dienen primär der Sensibilisierung. Der Interventionswert liegt bei 20 $\mu$ T. Ab diesem Wert können Maßnahmen ergriffen werden.

**Frankreich** hat im „Arrêté du 17 mai 2001 fixant les conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les distributions d'énergie électrique“ den EU-Vorgaben entsprechend festgelegt, dass an allen Orten, die regelmäßig von Menschen aufgesucht werden, die elektrische Feldstärke maximal 5kV/m und die

magnetische Feldstärke maximal  $100\mu\text{T}$  betragen darf. Eine Studie der agence nationale de sécurité sanitaire (anses) zu Auswirkungen einer Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern aus dem April 2019 empfiehlt die Einhaltung eines Abstandes von 50m ab 225kV gegenüber sensiblen Einrichtungen (Aufenthaltsorte von Kindern, Wohngebäude, Schulen, Kindertagesstätten, Krankenhäuser). Im Falle einer Unterschreitung eines 50m Abstandes sollen Feldstärkenmessungen die tatsächliche Belastung ermitteln.

In **Deutschland** sind die Grenzwerte für elektrische und magnetische Felder in der 26. Bundesimmissionschutzgesetzverordnung (BImSchV) geregelt. Als Grenzwerte gelten für 50Hz-Wechselstromleitungen bei Höchstspannungsleitungen für die magnetische Flussdichte  $100\mu\text{T}$  und für die elektrische Feldstärke  $5\text{kV/m}$ . Laut Bundesamt für Strahlenschutz ist nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand bei Einhaltung dieser Grenzwerte der Gesundheitsschutz der Bevölkerung auch bei Dauereinwirkung gewährleistet. Der deutsche Grenzwert von  $100\mu\text{T}$  gilt für Messungen einen Meter über dem Boden direkt unter der Leitung. Bei Neubau einer Höchstspannungstrasse ( $>220\text{kV}$ , 50Hz) ist zudem eine Überspannung von zum dauerhaften Aufenthalt von Menschen bestimmten Gebäuden und Gebäudeteilen zu vermeiden.

In der **Schweiz** wird ein vorsorglicher Grenzwert für Neuanlagen und Orte mit empfindlicher Nutzung (Aufenthaltsorte von Kindern) von  $1\mu\text{T}$  benannt.

In den **Niederlanden** gibt es eine Empfehlung des Ministeriums für Bau, Raumplanung und Umwelt zu Hochspannungsfreileitungen an Orten, an denen sich Kinder für lange Zeit aufhalten,  $0,4\mu\text{T}$  nicht zu überschreiten.

#### 5.2.1.2 CREOS Modellrechnungen

Eine detaillierte Beschreibung der Ausgangssituation und der Vorgehensweise in der Modellrechnung erfolgt in der note technique (CREOS, 2022) im Anhang des vorliegenden UVP-Berichtes.

Es ist geplant, gemäß dem Entwicklungsplan von CREOS, zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit in Luxembourg, einen 380kV-Abschnitt zwischen Aach (Deutschland) und Bofferdange sowie einen 380kV-Abschnitt zwischen Bofferdange und Bertrange zu installieren und die derzeitige 220kV-Leitung stillzulegen. Zwischen Bofferdange und Bertrange wird die neue 380kV-Leitung zunächst mit 220kV betrieben und später auf 380kV umgestellt.

Um neben den Richt- und Grenzwerten aus nationalen und internationalen Richtlinien konkrete Angaben zu möglichen Feldstärken der geplanten Infrastruktur zu erhalten, hat die CREOS Standard-Modellrechnungen und standortspezifische Modellrechnungen für das Projekt 380kV durchgeführt. Die möglichen elektromagnetischen Felder für verschiedene Auslastungsszenarien bzw. unterschiedliche Betriebssituationen wurden in einer technischen Studie ermittelt.

Als Ausgangswert der Modellrechnung wurden die erzeugten Felder im Zeithorizont 2026-2027 der aktuellen 220kV-Leitung herangezogen und mit den errechneten Werten der neuen 380kV-Leitung, im 380kV-Betrieb, verglichen. Dabei wurde der kritischste Fall bewertet, d. h. das Feld, das in der Mitte der Spannweite zwischen zwei Masten mit dem Minimalabstand zum Boden erzeugt wird, d. h. 12m bei der 380kV-Leitung und 10m bei der 220kV-Leitung. Alle Berechnungen wurden mit der gleichen Phasenanordnung, d. h. in Dreiecksform, durchgeführt.

Dabei wird deutlich, dass die magnetische Feldstärke auch bei einer maximalen Auslastung (absolute Lastspitze, die nur sehr selten auftritt, <1%) unmittelbar unterhalb der Leitung in der standortspezifischen Modellrechnung bei maximal  $9,30\mu\text{T}$  und in der Standard-Modellrechnung bei  $11,82\mu\text{T}$  liegen. In beiden Berechnungen liegen die Werte somit weit unterhalb des Grenzwertes von  $100\mu\text{T}$ . Im konservativen maximalrealistischen Szenario für 2040 wird der Wert von  $1\mu\text{T}$  ab 64m unterschritten und  $0,4\mu\text{T}$  wird ab 101m unterschritten.

### 5.2.1.3 Vorgehensweise im UVP-Bericht

Die bisherigen Ausführungen zeigen die Komplexität der Thematik. Für die Bewertung der Erheblichkeit der Betroffenheit von Anwohnern durch elektrische und magnetische Felder, ausgehend von den unterschiedlichen Trassenvarianten und der Umspannanlage, wird daher folgende Vorgehensweise zurückbehalten:

1. Im Falle einer Annäherung einer geplanten 380kV Hochspannungsleitung oder Umspannanlage an Gebäude und Orte mit Dauerexposition sind für die Bewertung der Verträglichkeit folgende Faktoren zu berücksichtigen: Abstand zur Leitungsmittelpunkt, Sensibilität der Nutzer (Kinder und Einrichtungen für/ mit Kindern), Aufenthaltsdauer, Betriebsszenario, tatsächliche Feldstärke in Abhängigkeit der Auslastung, Topographie, Masthöhen, Seildurchhang
2. Unter Berücksichtigung der Vorgehensweise im europäischen Vergleich und rezenter Studien werden die Werte  $100\mu\text{T}$ ,  $1\mu\text{T}$  und  $0,4\mu\text{T}$  betrachtet. Der Wert von  $100\mu\text{T}$  kann dabei an allen Standorten, auch direkt unterhalb der Leitungstrasse, eingehalten werden. Der Wert  $1\mu\text{T}$  wird als maßgeblicher Orientierungswert für die Bewertung der Varianten angewendet. Zudem wird der Wert  $0,4\mu\text{T}$  dargestellt und für den vollständigen Ausschluss möglicher Auswirkungen durch magnetische Felder herangezogen. Bei allen Werten steht die Dauerexposition gegenüber der sensibelsten Personengruppe der Kinder im Vordergrund (Aufenthaltsorte Kinder in Wohngebäuden, Schulen, Kindergärten, -tagesstätten, Krankenhäuser)
3. Auf Grundlage der durchgeführten Standard-Modellberechnung sowie standortspezifischen Modellberechnung unter Anwendung eines maximalrealistischen Auslastungsszenarios im Jahr 2040, welches einer möglichen Dauerexposition gegenübergestellt werden kann, können folgende Abstände als Orientierungswert herangezogen werden:

**Falls verfügbar werden die Werte der standortspezifischen Modellberechnung unter Berücksichtigung der tatsächlichen Topographie, der Maststandortverteilung und der Masthöhen herangezogen. Die Werte der standortspezifischen Modellberechnung bestätigen die angewendete Methodik der Standard-Modellrechnung als konservative Vorgehensweise. Die 16 standortspezifischen Werte unterschreiten die Werte der Standard-Modellrechnung.**

**Standard-Modellberechnung:**

**$100\mu\text{T}$  werden nicht erreicht**

**$1\mu\text{T}$  wird unterschritten ab 64m**

**$0,4\mu\text{T}$  wird unterschritten ab 101m**

Wenn für bestimmte Näherungsbereiche an sensible Nutzungen in den Trassenabschnitten keine standortspezifische Berechnung vorliegt, werden diese Orientierungswerte angewendet.

## **8 ANHANG Circulaire aux administrations communales No 1644**

**Circulaire aux administrations communales No 1644, Grand-Duché de Luxembourg, Ministère de l'Intérieur, 11 Mars 1994;**

**Objet: Nuisances éventuelles liées à l'exploitation de lignes de haute tension**

Die hier beigefügte Fassung wurde entnommen aus:

Gutachten zu Messungen magnetischer u. elektrischer Wechselfelder im Plangebiet Ettelbruck „Fridhaff“ am 09.05.2017. Verfasser: Dr.-Ing. Martin H. Virnich, ibu,

41063 Mönchengladbach; Datum der Gutachtenerstellung (ergänzt): 15.08.2017

Auftraggeber: Stadt Ettelbruck, Place de l'Hotel de Ville, L-9002 Ettelbruck

Luxembourg, le 11 mars 1994  
19, rue Beaumont

Références: 26/94

Annexes:

Ministère de la Santé
ENTRÉE LE 15 MARS 1994
No. 776194

Soit la présente circulaire transmise pour information à Monsieur le Ministre de la Santé, suite sa correspondance en date du 1er mars 1994.

Le Ministre de l'Intérieur,

*A. Lyant*

Jean SPAUTZ

Service juridique  
*M. Mousty*

*[Signature]*



Luxembourg, le 11 mars 1994

Circulaire No 1644

Références: 26/94

Annexes:

C I R C U L A I R E  
aux administrations communales □

Objet: Nuisances éventuelles liées à l'exploitation de lignes de haute tension

Madame, Monsieur le Bourgmestre,

A la demande de Monsieur le Ministre de la Santé, j'ai l'honneur de porter à votre connaissance les informations suivantes, en attirant particulièrement votre attention sur la recommandation de ne plus créer des terrains à bâtir à proximité immédiate d'une ligne à haute tension.

1) Effets des champs électriques et magnétiques sur la santé

La présence d'une ligne à haute tension implique la présence de champs électriques et de champs magnétiques.

Les effets des champs électriques et magnétiques des lignes à haute tension peuvent être classés en deux catégories: Effets immédiats et effets à long terme.

**Effets immédiats:**

Les champs électriques et magnétiques ont pour effet de produire des courants électriques dans l'organisme humain.

L'homme peut percevoir un champ électrique à partir de quelques kilovolts par mètre.

Des décharges et des courants de contact peuvent s'établir lorsque l'homme touche de grands objets métalliques (comme une voiture). Aucun de ces effets atteint des niveaux dangereux dans la vie

courante comme la contraction des muscles ou la fibrillation cardiaque. Dans certains cas défavorables, un mauvais fonctionnement de vieux implants (p.ex. stimulateur cardiaque) ne peut être exclu.

Les champs magnétiques en-dessous des lignes à haute tension ne sont pas très intenses et ne sont pas directement perceptibles.

#### Effets à long terme:

Des études récentes (Suède, Danemark, Etats Unis) indiquent pour les enfants vivant à proximité d'une ligne à haute tension la suspicion d'une augmentation du risque de développer une leucémie. Les problèmes majeurs de ces études sont toutefois:

- 1) un nombre absolu faible de cas de leucémies et
- 2) des difficultés de déterminer l'intensité du champ magnétique.

#### 2) Initiatives dans d'autres pays et au Luxembourg

En Suède aucune ligne aérienne d'une tension supérieure à 1kV (=1000 Volt) ne passe directement au-dessus d'une maison. Pour des raisons de sécurité électrique et de protection contre des incendies, il existe une distance latérale minimale de 10 mètres entre les conducteurs externes des lignes à haute tension supérieure à 55 kV et les maisons. Pour l'instant l'institut suédois pour la protection contre les rayonnements tient compte des résultats de ces études récentes. Actuellement, on veut fixer des limites d'exposition pour le public et garantir des distances minimales de 30 à 75 mètres entre les lignes à très haute tension et les habitations.

En Italie, le Décret du Conseil des Ministres a décidé que toutes les lignes à haute tension doivent respecter des distances minimales aux maisons (10 m pour une ligne à 132 kV et 18 m pour 220 kV). Des transformations éventuelles sur ces lignes devant être réalisées jusqu'au 31.12.2004.

Au Luxembourg, des autorisations récentes de construction de lignes à haute tension de 220 kV limitent la construction d'habitations à des fins de logement à une distance supérieure à 30 mètres de ces lignes.

#### 3) Conclusions et recommandations

Etant donné qu'un risque sanitaire lié aux champs magnétiques et électriques ne peut être exclu avec certitude, il y a lieu de

limiter l'exposition de la population à un niveau aussi bas qu'raisonnablement possible. Par conséquent, il est recommandé pour des raisons préventives de ne plus créer des terrains à bâtir en proximité immédiate d'une ligne à haute tension.

Vu les résultats des études épidémiologiques internationales et vu les recommandations et législations dans d'autres pays européens il est recommandé de prendre pour les conduites électriques aériennes les mesures préventives suivantes:

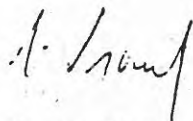
Pour des lignes à haute tension de 100 à 220 kV, il est recommandé de garder pour des raisons préventives une distance minimale de 30 mètres entre le centre du tracé de la ligne et la limite de la propriété la plus proche à bâtir ou susceptible d'être couverte par une autorisation de bâtir en vertu de la réglementation communale existante.

Pour des lignes à haute tension de 65 kV, des distances de 20 mètres entre le centre du tracé de la ligne et la limite des propriétés sont suffisantes.

Pour des renseignements complémentaires éventuels, vous êtes priés de contacter la Division de la Radioprotection, tél.: 44 55 71 qui dispose des équipements nécessaires à la mesure des champs électriques et magnétiques.

Veillez agréer, Madame, Monsieur le Bourgmestre, l'expression de ma parfaite considération.

Le Ministre de l'Intérieur,



Jean SPAUTZ

## 9 ANHANG Stellungnahme zur Ansiedlung einer CGDIS-Kaserne in Fridhaff in der Umgebung einer 220-kV-Hochspannungsleitung

Aus Anlass der Ansiedlung einer CGDIS-Kaserne am Ort Fridhaff in der Umgebung einer 220-kV-Hochspannungsleitung wurde vom Energieministerium des Großherzogtums Luxemburg eine Stellungnahme erarbeitet:

“Avis concernant l’implantation d’une caserne CGDIS au lieu Fridhaff dans les environs d’une ligne à haute tension 220 kV en matière d’exposition aux champs électromagnétiques“

Nachfolgend ist ein Auszug aus dieser Stellungnahme in deutscher Übersetzung wiedergegeben (Kasten), daran anschließend das Original:

### Stellungnahme zur Ansiedlung einer CGDIS-Kaserne am Ort Fridhaff in der Umgebung einer 220-kV-Hochspannungsleitung hinsichtlich der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern.

Hochspannungsleitungen senden ein elektrisches Feld (V/m), das sich auf die Spannung (V oder kV) bezieht, und ein magnetisches Feld ( $\mu\text{T}$ ), das sich auf den Strom bezieht, der zu einem bestimmten Zeitpunkt fließt, aus. Während ersteres konstant ist und nicht durch die Wände eines (massiven) Gebäudes fließt, ist letzteres zeitlich veränderlich (abhängig von der Anzahl der gleichzeitig eingeschalteten Verbraucher) und durchdringt selbst massive Wände praktisch ungedämpft.

Das elektrische Feld wird von jedem elektrisch leitfähigen, mit der Erde verbundenen Objekt (massive Wände, Metallfassade, Graphitanstriche, ...) nach dem Prinzip eines Faradayschen Käfigs problemlos abgeschirmt.

Daraus folgt, dass im Inneren eines Gebäudes vor allem das Magnetfeld betrachtet werden muss.

#### Grenzwerte und Empfehlungen

Die offiziellen, von der Europäischen Union anerkannten Grenzwerte liegen bei 100 MikroTesla ( $\mu\text{T}$ ) für die Bevölkerung und 500  $\mu\text{T}$  für Arbeitnehmer. Diese offiziellen Grenzwerte sind jedoch umstritten und können dem gesundheitlichen Vorsorgeprinzip nicht gerecht werden. So befürworten verschiedene Institutionen oder Organisationen (Bioinitiative, Europaem, SCENIHR,...) einen Richtwert von 0,4  $\mu\text{T}$ , da einige wissenschaftliche Studien einen signifikanten Anstieg des Risikos für Kinderleukämie und Alzheimer-Krankheit ab Expositionen in der Größenordnung von 0,4 bis 1  $\mu\text{T}$  belegen (SCENIHR Scientific Committee on Emerging and Newly Identified health Risks 2009, CIRC International Agency for Research on cancer).

Während der gesetzliche Grenzwert in allen europäischen Ländern bei 100  $\mu\text{T}$  liegt, haben einige Länder oder Regionen strengere Empfehlungen oder Richtwerte angenommen, die zwischen 0,2 (Venetien, Toskana, Flandern) 0,3 (Bremen) 0,4 (Niederlande, Schweden) und 3  $\mu\text{T}$  (Italien) variieren. Flandern und Italien haben darüber hinaus einen Interventionswert von 10  $\mu\text{T}$  festgelegt.

#### Sicherheitsabstand

In Bezug auf die Entfernung variieren die Sicherheitsabstände oder der Abstand, der von einer 20-kV-Leitung eingehalten werden muss, stark zwischen 10 m (Schweden) und 15 m von der Mittelachse (Deutschland) einerseits und 120 m (Toskana) und 150 m (Niederlande für sensible Orte) über 30 m vom äußeren Rand (Brandenburg) und 60 m von der Mittelachse (Bremen) andererseits.

In Luxemburg ist eine Empfehlung aus dem Jahr 1994, die einen Abstand von 30 Metern (Mittelachse) von der Grenze des Grundstücks, das bebaut werden kann, empfiehlt, mangels aktuellerer Angaben immer noch gültig.

Die Emissionen variieren jedoch nicht nur in Abhängigkeit vom Abstand, sondern auch von anderen Parametern wie Höhe und Form der Masten, Abstand zwischen Phasen und Phasenumkehr usw., so dass die Grenzwerte für die magnetische Feldstärke für die Bewertung des Gesundheitsrisikos deutlich besser geeignet erscheinen.

Derzeit wird in Luxemburg eine interministerielle Empfehlung ausgearbeitet, in der empfohlen wird:

- Gesetzlicher Grenzwert von 100  $\mu\text{T}$  für die Exposition der Bevölkerung und 500  $\mu\text{T}$  für Arbeitnehmer (Commodo-Incommodo-Gesetz).
- Eine Empfehlung von 0,4  $\mu\text{T}$  (Langzeitmittelwert) bzw. ein Sicherheitsabstand von 60 Metern bei 220 kV-Hochspannungsleitungen für Gebäude, in denen sich gefährdete Personen (Kinder, Schwangere, Kranke oder ältere Menschen, ...) mit längerem Aufenthalt (über 4 Stunden) aufhalten.

...

Ralph BADEN

Biologiste de l'habitat (Baubiologe)

Expert "qualité de l'air intérieur" et "santé" en rapport avec la construction durable

Die nachfolgend beigefügte Fassung wurde entnommen aus:

Gutachten zu Messungen magnetischer u. elektrischer Wechselfelder im Plangebiet Ettelbruck „Fridhaff“ am 09.05.2017. Verfasser: Dr.-Ing. Martin H. Virnich, ibu,

41063 Mönchengladbach; Datum der Gutachtenerstellung (ergänzt): 15.08.2017

Auftraggeber: Stadt Ettelbruck, Place de l'Hotel de Ville, L-9002 Ettelbruck



## **Avis concernant l'implantation d'une caserne CGDIS au lieu Fridhaff dans les environs d'une ligne à haute tension 220 kV en matière d'exposition aux champs électromagnétiques**

Les lignes à haute tension émettent un champ électrique (V/m) relatif à la tension (V ou kV) et un champ magnétique ( $\mu\text{T}$ ) relatif au courant qui passe à un moment précis. Alors que le premier est constant et ne traverse pas les murs d'un bâtiment (massif), le deuxième est variable dans le temps (en fonction du nombre de consommateurs en marche simultanément) et traverse pratiquement sans atténuation même des murs massifs.

Le champ électrique est facilement dévié par tout objet électro-conductible relié à la terre (murs massifs, façade métallique, peintures en graphite, ...) selon le principe d'une cage de Faraday.

Il en résulte qu'à l'intérieur d'un bâtiment il faut surtout considérer le champ magnétique.

### Limites et recommandations

Les limites officielles reconnues par l'Union Européenne sont de 100 microTesla ( $\mu\text{T}$ ) pour la population et de 500  $\mu\text{T}$  pour les travailleurs. Cependant ces limites officielles sont contestées et ne sauraient respecter le principe de précaution sanitaire. Ainsi, différentes institutions ou organisations (Bioinitiative, Europaem, SCENIHR,...) préconisent une valeur guide de 0,4  $\mu\text{T}$  puisque certaines études scientifiques mettent en évidence une augmentation significative des risques de leucémie infantile et de la maladie d'Alzheimer à partir d'expositions de l'ordre de 0,4 à 1  $\mu\text{T}$  (SCENIHR Scientific Committee on Emerging and Newly Identified health Risks 2009, CIRC International Agency for Research on cancer)

Alors que la valeur limite légale est de 100  $\mu\text{T}$  dans l'ensemble des pays européens, certains pays ou régions ont adopté des recommandations ou valeurs guides plus sévères variant de 0,2 (Vénétie, Toscane, Flandre) 0,3 (Brême) 0,4 (Pays-Bas, Suède) jusqu'à 3  $\mu\text{T}$  (Italie). La Flandre et l'Italie ont par ailleurs fixé une valeur d'intervention à 10  $\mu\text{T}$ .

### Distance de sécurité

En terme de distance, les distances de sécurité ou distance à respecter par rapport à une ligne de 20 kV varient largement entre 10 m (Suède) et 15 m de l'axe centrale (Allemagne) d'une part et 120 m (Toscane) et 150m (Pays-Bas pour lieux sensibles) en passant par 30m du bord extérieur (Brandenbourg) et 60 m de l'axe centrale (Brême).

Au Luxembourg une recommandation de 1994 préconisant une distance de 30 mètres (axe central) par rapport à la limite du terrain susceptible d'être bâti est toujours d'actualité faute d'indications plus récentes.

Néanmoins les émissions ne varient pas seulement en fonction de la distance mais également d'autres paramètres tels que la hauteur et la forme des pylônes, la distance entre phases et retours de phases, etc. de sorte que les limites d'intensité du champ magnétique semblent nettement plus appropriées en terme d'évaluation de risque sanitaire.

Actuellement une recommandation interministérielle est en train d'être élaborée au Luxembourg préconisant :

- Limite légale de 100  $\mu\text{T}$  pour l'exposition de la population et de 500  $\mu\text{T}$  pour les travailleurs (loi commodo-incommodo)
- Une recommandation de 0,4  $\mu\text{T}$  (valeur moyenne long terme), voire une distance de sécurité de 60 mètres pour les lignes à haute tension 220 kV pour les bâtiments hébergeant des personnes vulnérables (enfants, femmes enceintes, personnes malades ou âgées, ...) à séjours prolongés (supérieur à 4 heures)

#### Situation CIS Nordstad

Selon les plans avant-projet (version 13/12/22), les locaux à séjour prolongé ont été planifiés du côté opposé à la ligne à haute tension existante de façon à maximiser la distance et donc de minimiser l'exposition.

Ainsi la salle de séjour se trouve à 40 mètres du fil extérieur de la ligne à haute tension et la salle de repos à 84 mètres (coupe H-H) et de 80 mètres (coupe F-F) respectivement.

Même si le bâtiment n'abritera pas de populations vulnérables et que par conséquent la limite de 100 voire 500  $\mu\text{T}$  constitue la seule contrainte en matière d'exposition aux champs électromagnétiques, les préconisations à titre de précaution envers des personnes sensibles ou vulnérables sont néanmoins respectées selon les plans actuels.

Un mesurage des champs magnétiques de basses fréquences en date du 27 mai 2022 vers 14.00 heures a permis de situer l'exposition en-dessous de la ligne à haute tension vers 0,4  $\mu\text{T}$  et à 0,1  $\mu\text{T}$  à 30 mètres de distance. Même si ces valeurs peuvent varier au cours du temps, cette mesure donne néanmoins un ordre de grandeur des champs émis actuellement et donc de la distance à maintenir à titre de précaution sanitaire.

En conclusion selon les plans actuels (décembre 2022) aussi bien la distance de sécurité préconisée que les valeurs guide quant à l'intensité des champs magnétiques à titre de précaution sont respectées.

#### **Recommandations à titre de précaution sanitaire:**

- demander une simulation et un calcul des intensités en provenance de la ligne à haute tension actuelle à l'opérateur CREOS
- demander les prévisions concernant l'utilisation future de la ligne à l'opérateur

#### **Ralph BADEN**

Biologiste de l'habitat (Baubiologe)

Expert "qualité de l'air intérieur" et "santé" en rapport avec la construction durable

## 10 ANHANG: Diskutierte gesundheitliche Auswirkungen niederfrequenter Magnetfelder

Nachfolgend sind Auszüge aus offiziellen Stellungnahmen des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS, Deutschland), der Strahlenschutzkommission (SSK, Deutschland) und der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wiedergegeben.

### 10.1 Bundesamt für Strahlenschutz (Auszug aus Anhang 12): Wissenschaftlich diskutierte biologische und gesundheitliche Wirkungen ...

Langzeitwirkungen sind seit geraumer Zeit Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung.

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

Es finden Untersuchungen zu Langzeitwirkungen und Effekten bei Feldintensitäten unterhalb der Grenzwerte statt.

Untersucht werden unter anderem die Wirkungen niederfrequenter Felder auf:

- die Zellmembran,
- den Hormonhaushalt,
- das Immunsystem,
- das Nervensystem,
- Enzymaktivitäten,
- die DNA-Synthese und
- auf bestimmte biologische Botenstoffe.

Auch der Frage nach einer neurodegenerative Erkrankungen oder das Krebswachstum fördernden Wirkung wird nachgegangen.

#### **Leukämie im Kindesalter**

In einigen epidemiologischen Studien wurde bei Kindern, die über längere Zeit Magnetfeldern ausgesetzt waren, die deutlich unter dem Grenzwert lagen, konsistent ein geringfügig aber signifikant erhöhtes Risiko gefunden, an Leukämie zu erkranken. Die Höhe der Exposition, ab der das erhöhte Leukämie-Risiko beobachtet wurde, (etwa 0,3 bis 0,4 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ )) liegt um das 3- bis 4-fache über den Werten, die im Mittel in deutschen Haushalten gemessen werden (im Mittel in ländlichen Regionen bei weniger als 0,1  $\mu\text{T}$ , in städtischen Regionen bei etwa 0,12  $\mu\text{T}$ ).

Die Studie stellt fest, dass **in Deutschland etwa ein Prozent der Leukämiefälle bei Kindern** durch eine erhöhte Exposition gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern zu erklären wären, wenn hier wirklich ein ursächlicher Zusammenhang bestünde.

#### 10.1.1 Ursache-Wirkungs-Beziehung

Die Hinweise aus den epidemiologischen Studien reichen nicht aus, um als Nachweis einer Ursache-Wirkungs-Beziehung bewertet zu werden. Ein biologischer Wirkungsmechanismus, der die Entstehung von Leukämie oder die Förderung des Wachstums von Leukämie-Zellen durch niederfrequente Magnetfelder erklären wür-



de, konnte bisher ebenfalls nicht gefunden werden. Auch tierexperimentelle Studien konnten die Hinweise aus epidemiologischen Studien bisher nicht unterstützen. Bei der Entstehung der Leukämie im Kindesalter sind möglicherweise mehrere Faktoren beteiligt, deren Zusammenwirken noch nicht verstanden wird. Es wird derzeit von einer Kombination verschiedener genetischer und umweltbedingter Faktoren ausgegangen, die zur Entstehung der Krankheit führen.

Bereits 2002 wurden niederfrequente Felder von der mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO) assoziierten International Agency for Research on Cancer (IARC) als Klasse 2B "möglicherweise kanzerogen" eingestuft. [...] Das mögliche Risiko für Kinder aufgrund niederfrequenter Magnetfelder muss daher sehr ernst genommen werden und gibt Anlass zu weiterführenden Forschungsaktivitäten.

## 10.2 Bundesamt für Strahlenschutz (Auszug aus Anhang 13): WHO-Risikobewertung

Bereits 2002 wurden niederfrequente Felder von der mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO) assoziierten "International Agency for Research on Cancer" (IARC) als Klasse 2B "möglicherweise kanzerogen" eingestuft. Ausschlaggebend hierfür waren die epidemiologischen Beobachtungen einer statistischen Assoziation von Leukämie im Kindesalter und einer zeitlich gemittelten Magnetfeldexposition der Kinder im Bereich von mehr als 0,3 bis 0,4 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ).

Die seither durchgeführten epidemiologischen Studien erzielten ähnliche Ergebnisse. Parallel zu den epidemiologischen Studien wurden experimentelle Untersuchungen durchgeführt. Diese konnten jedoch ein krebsauslösendes oder krebsförderndes Potenzial von Magnetfeldern bis heute nicht bestätigen.

- Die neuen epidemiologischen Studien geben keinen Anlass, die Einschätzung zu ändern, dass Magnetfelder "möglicherweise kanzerogen" sind. Allerdings ist die Aussagekraft der epidemiologischen Studien durch methodische Probleme geschwächt (Grund: ein möglicher Selektionsbias). Zudem ist der zugrunde liegende Wirkmechanismus unbekannt und die epidemiologischen Beobachtungen werden von zahlreichen Studien am Tiermodell nicht unterstützt.
- Leukämie im Kindesalter ist bezogen auf die Weltbevölkerung eine relativ seltene Krankheit (weltweit etwa 49.000 neue Fälle pro Jahr). Ebenfalls selten ist die zeitlich gemittelte häusliche Magnetfeldexposition über 0,3  $\mu\text{T}$  (nur etwa 1 bis 4 Prozent der Kinder sind über 0,3  $\mu\text{T}$  exponiert). Wäre der beobachtete statistische Zusammenhang kausal, dann könnten weltweit zwischen 100 und 2.400 Fälle pro Jahr auf erhöhte Magnetfeldexpositionen zurückgeführt werden. Dies bedeutet, dass das berechnete Ausmaß begrenzt ist, selbst wenn Magnetfelder das Risiko tatsächlich erhöhen würden.
- Studien zu anderen Phänomenen wie Krebs bei Erwachsenen, Depression und Selbstmord, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Entwicklungsstörungen, immunologische Veränderungen, Verhaltensänderungen etc. zeigen keine Beeinflussungen durch Magnetfelder.

### 10.2.1 Empfehlungen der WHO (Auszug)

Die WHO empfiehlt, im Rahmen der Planung neuer Hochspannungsleitungen, Umspannwerke, etc., aber auch neuer Geräte, Wege der Expositionsreduzierung zu beschreiten; angemessene Maßnahmen zur Expositionsminimierung können von Land zu Land verschieden ausfallen. Willkürlich gesetzte, niedrigere Expositionsgrenzwerte werden als nicht gerechtfertigt angesehen.

### 10.2.2 WHO-Abschätzung möglicher Fallzahlen für Deutschland

Wenn die Vor-Ort-Messungen bei Fall-Kontrollstudien zugrunde gelegt werden, wären im Falle eines Kausalzusammenhangs **etwa ein Prozent der Leukämiefälle bei Kindern** in Deutschland auf eine über den Tag gemittelte Magnetfeldexposition über etwa 0,3 bis 0,4  $\mu\text{T}$  zurückzuführen.

Der Anteil würde etwa vier Prozent betragen, wenn die Expositionsverteilung aus dem Alltag der Bevölkerung zugrunde gelegt würde. Letztgenannter Datensatz wurde allerdings ausschließlich für Erwachsene erhoben und enthält auch Expositionen aus dem beruflichen Umfeld. Die Werte sind deshalb nicht repräsentativ für die Exposition von Kindern.

### **10.3 Strahlenschutzkommission: Schutz vor Feldern der Energieversorgung (als separates PDF-Dokument beigefügt)**

Die Strahlenschutzkommission (SSK) hat in ihrer 221. Sitzung am 21./22. Februar 2008 Empfehlungen erarbeitet zum

#### **Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern der elektrischen Energieversorgung und –anwendung**

Hier werden nur kurze Auszüge daraus dargestellt:

##### **10.3.1 Empfehlungen der SSK**

Die SSK bekräftigt ihre Empfehlung aus dem Jahr 2001 [5], die bestehenden Expositionsgrenzwerte nicht völlig auszuschöpfen. Daher sollten Immissionen von ortsfesten Anlagen zur Energieversorgung an Orten, die der Öffentlichkeit zugänglich sind, deutlich unterhalb der bestehenden Grenzen für die Gesamtexposition gehalten werden. Dies schließt insbesondere auch Wohnbereiche und Räumlichkeiten ein, die für den nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen der Allgemeinbevölkerung vorgesehen sind.

##### **10.3.2 Durchschnittliche Exposition**

Der Medianwert der häuslichen Magnetfeldexpositionen über 24 Stunden ist meist gering. Gestützt auf 1.835 Messungen in von Familien mit Kindern bewohnten Wohnungen ergaben sich im Rahmen einer deutschlandweiten Studie [12] in nur 1,5% der Kinderzimmer über 24 Stunden ermittelte Medianwerte der 50 Hz-Magnetfelder von über 200 nT, in 0,2% der Kinderzimmer überschritt der Medianwert 400 nT. Die Ergebnisse der Messungen in Kinderzimmern sind vergleichbar mit Messreihen in anderen westeuropäischen Ländern. Bezüglich des 162/3 Hz-Magnetfeldes lag der 24 Stunden-Medianwert bei 0,7% der Wohnungen über 200 nT (der Grenzwert beträgt 300 µT). In Nord-amerika sind höhere Magnetfelder wegen der nur halb so großen Netzspannung häufiger. In einer vergleichbar angelegten Studie in den USA wurden bei 60 Hz in 9,2% der Wohnungen über 200 nT und in 0,9% über 400 nT gemessen [16].

In Deutschland waren Hochspannungsfreileitungen nur zu 29% für 50 Hz-Magnetfelder über 200 nT verantwortlich [12]. In 46% der Wohnungen waren dies andere Quellen außerhalb des Wohnungsbereichs im Niederspannungsbereich (z.B. Niederspannungs-Erdkabel, Dachständer) und in 25% der Wohnungen wohnungseigene Verursacher, vor allem die hausinterne Elektroinstallation.

In einer repräsentativen, 1.952 Erwachsene umfassenden bayrischen Studie [26] wurde der Personen-bezogene 24h-Mittelwert der Magnetfeldexposition mit Hilfe von am Körper getragenen Messgeräten ermittelt. Der Medianwert der 50 Hz-Messungen betrug 47 nT. In nur ca. 5% der Fälle lag er über 300 nT. Eine frequenzgewichtete Summation von Oberwellen wurde jedoch nicht durchgeführt.

##### **10.3.3 Bewertung biologischer Studien durch die SSK**

In ihrer Stellungnahme vom Jahr 2001 [5] hat die SSK nach Aktualisierung ihrer vorangegangenen Bewertungen zusammengefasst, dass bezüglich der Exposition gegenüber niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern lediglich in der Frage der kindlichen Leukämie und bei neurodegenerativen Erkrankungen ein wissenschaftlich begründeter Verdacht auf eine mögliche Beeinflussung durch Magnetfeldexpositionen besteht. Dieser Verdacht stützt sich allerdings primär auf Ergebnisse epidemiologischer Studien. In der Zwischenzeit sind weitere epidemiologische Studien veröffentlicht worden. Insgesamt wurde dieser Verdacht nicht entkräftet. Er besteht daher weiterhin.

### 10.3.4 IARC-Bewertung

Aufgrund der Bewertung der vorliegenden experimentellen und epidemiologischen Studien und unter Berücksichtigung des Wissens über mögliche Wirkungsmechanismen kommt die IARC bezüglich der Exposition gegenüber niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern zu folgender Bewertung:

Niederfrequente Magnetfelder werden in die Gruppe 2B als möglicherweise karzinogen für Menschen eingeteilt. Dies wird gestützt auf

- begrenzte Evidenz für einen Zusammenhang von Magnetfeldern mit Kinderleukämie. Die Zufälligkeit der Ergebnisse der epidemiologischen Studien wird als unwahrscheinlich angesehen, es wird jedoch nicht ausgeschlossen, dass sie durch eine Kombination von Selektionsbias, Störfaktoren und Zufall erklärt werden könnten. Wenn die beobachtete Assoziation kausal wäre, könnte das Risiko auch größer sein als berichtet.
- unzureichende Evidenz für einen Zusammenhang von Magnetfeldern mit allen anderen Krebserkrankungen.

### 10.3.5 Quantitative Abschätzung

Als Grundlage für quantitative Vorsorgeüberlegungen können verschiedene Ansätze herangezogen werden.

- Würden trotz der berechtigten Zweifel an einer Kausalität Begrenzungen der Immissionen einer ortsfesten Anlage von den Ergebnissen der epidemiologischen Studien abgeleitet werden, so wäre, basierend auf den Meta-Analysen [18, 19], ab Magnetfeldimmissionen von ca. 300 nT bis 400 nT mit einem erhöhten Kinderleukämierisiko von  $OR=1,7$  bzw.  $OR=2$  zu rechnen. Wenn Vorsorgewerte von diesen epidemiologischen Studien abgeleitet werden würden, müssten sie entsprechend niedriger als 300 nT angesetzt werden, um diese potentiellen Risikoerhöhungen zu vermeiden.
- Will man den mit derart niedrigen Vorsorgewerten verbundenen hypothetischen Nutzen abschätzen, so ist zu berücksichtigen, dass nur in wenigen Kinderschlafzimmern Magnetfeldimmissionen über 300 nT auftreten und diese wiederum nur zum geringeren Teil durch Hochspannungsfreileitungen verursacht werden [12].
- Auf Basis der Risikoschätzer der Meta-Analysen ergeben verschiedene Szenarien für deutsche Verhältnisse eine **Schätzung von jährlich bis etwa 6 expositionsbedingten Kinderleukämie-Erkrankungsfällen**, die durch flächendeckende und das private Umfeld einschließende, ausreichend niedrige Vorsorgewerte verhindert werden könnten. Berücksichtigt man, dass die magnetischen Immissionen nur in ca. einem Drittel aller Wohnungen mit höheren Magnetfeldern auf ortsfeste Hochspannungsanlagen zurückzuführen sind, wären selbst bei angenommener Kausalität durch Vorsorgewerte, die sich nur auf ortsfeste Anlagen beschränken, nur ca. 1 bis 2 Erkrankungsfälle pro Jahr zu vermeiden.
- Um die Vermeidung dieser Erkrankungsfälle zu erreichen, müssten die Vorsorgewerte unter Berücksichtigung der hauseigenen Felder mit einem ausreichenden Sicherheitsfaktor unter 300 nT gehalten werden. Unter Berücksichtigung der hauseigenen Hintergrundfelder von durchschnittlich 70 nT und eines Sicherheitsfaktors von lediglich 2 wäre für den Eintrag durch eine ortsfeste Anlage ein Zielwert bei 100 nT anzustreben. Dies hätte allerdings gravierende Auswirkungen auf die Errichtung von ortsfesten Anlagen der Energieversorgung und von Bahnanlagen, z.B. mit Bauverbotsstreifen, die bis zu über einem halben Kilometer Breite

und bei Bahnanlagen, wegen der ungünstigeren Bedingungen der Rückströme, auch noch weiter hinausreichen könnten<sup>4</sup>.

- Die nach wie vor nicht durch Laborstudien oder Wirkungsmodelle unterstützten singulären Befunde aus epidemiologischen Studien über einen möglichen Zusammenhang zwischen Leukämieerkrankungen von Kindern und Magnetfeldexpositionen sind jedoch zu wenig gesichert, und ein allfälliger gesundheitlicher Nutzen wäre zu gering, um aufwändige Maßnahmen zur Emissionsreduzierung zu rechtfertigen, insbesondere in Hinblick auf die Dringlichkeit von effizienteren Kinderschutzmaßnahmen gegen größere und gesicherte Risiken wie z.B. übermäßige UV- Strahlung.

## 11 ANHANG: IARC-Klassifikation

In ihrer Bewertung des möglichen Krebsrisikos für Menschen unterscheidet die IARC grundsätzlich 5 verschiedene Gruppen:

- Gruppe 1:** Karzinogene: Es besteht ausreichende Evidenz für die Karzinogenität, entweder direkt gestützt auf Humanergebnisse oder abgeleitet von Tierexperimenten, mit starker Evidenz für eine kanzerogene Wirkung über einen relevanten Mechanismus auch am Menschen.
- Gruppe 2A:** Vermutliche Karzinogene: In diesem Fall besteht begrenzte Evidenz für eine Karzinogenität beim Menschen, aber eine ausreichende Evidenz aus Tierstudien.
- Gruppe 2B:** Mögliche Karzinogene: In diesem Fall besteht begrenzte Evidenz für eine Karzinogenität beim Menschen und eine nicht ausreichende Evidenz aus Tierversuchen. Im Fall unzureichender Evidenz für die Karzinogenität beim Menschen und begrenzte Evidenz aus Tierversuchen ist dennoch eine Einstufung in diese Gruppe möglich, wenn dies durch andere relevante Ergebnisse unterstützt wird.
- Gruppe 3:** Nicht klassifizierbar: In diesem Fall besteht unzureichende Evidenz der Karzinogenität für Menschen und unzureichende oder begrenzte Evidenz aus Tierversuchen.
- Gruppe 4:** Vermutlich nicht karzinogen: In diesem Fall gibt es Evidenz, die das Fehlen von Karzinogenität in Menschen und Tieren nahelegt.

### 11.1 Kategorie 2B

Die Kategorie 2B (möglicherweise krebserregend) beinhaltet ca. 300 Einwirkungen, hauptsächlich chemische Substanzen. Nachfolgend ist eine kleine Auswahl davon aufgeführt:

- Dieseltreibstoff
- Benzintreibstoff
- Abgas von Benzinmotoren (Abgas von Dieselmotoren ist Kategorie 1)
- Pickled vegetables (traditional Asian)
- Hochfrequente elektromagnetische Strahlung
- Nickel, Kobalt, Blei
- Ginkgo biloba extract

(Kaffeetrinken ist mittlerweile auf Kategorie 3 herabgestuft worden)

## 12 ANHANG: Stellungnahme des Bundesamtes für Strahlenschutz (Deutschland): „Wissenschaftlich diskutierte biologische und gesundheitliche Wirkungen niederfrequenter elektrischer und magnetischer Felder“

Quelle: <http://www.bfs.de/DE/themen/emf/nff/wirkung/nff-diskutiert/nff-diskutiert.html>

Abruf: 5.9.2019

Langzeitwirkungen sind seit geraumer Zeit Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung.

Während die [Akutwirkungen](#) niederfrequenter Felder wissenschaftlich abgesichert sind, bestehen bezüglich möglicher Langzeitwirkungen noch offene Fragen.

Es finden Untersuchungen zu Langzeitwirkungen und Effekten bei Feldintensitäten unterhalb der Grenzwerte statt.

Untersucht werden unter anderem die Wirkungen niederfrequenter Felder auf

- die Zellmembran,
- den Hormonhaushalt,
- das Immunsystem,
- das Nervensystem,
- Enzymaktivitäten,
- die DNA-Synthese und
- auf bestimmte biologische Botenstoffe.

Auch der Frage nach einer neurodegenerative Erkrankungen oder das Krebswachstum fördernden Wirkung wird nachgegangen.

In vielen Fällen konnten Ergebnisse einzelner Arbeitsgruppen, die biologische Wirkungen aufzeigten, durch andere Arbeitsgruppen nicht bestätigt werden. Auch die Übertragbarkeit von biologischen Wirkungen aus Zelluntersuchungen bzw. von Tierversuchen auf den Menschen und die gesundheitliche Relevanz der Effekte für den Menschen ist oft nicht geklärt. Im Zusammenhang mit der Energiewende werden in Deutschland Stromnetze ausgebaut. Dadurch ist eine Erhöhung der Exposition der Bevölkerung mit niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern zu erwarten. Um bestehende wissenschaftliche Unsicherheiten in der Risikobewertung niederfrequenter Felder zu verringern und offene Fragen zu beantworten führt das BfS das Forschungsprogramm "[Strahlenschutz beim Stromnetzausbau](#)" durch. In insgesamt acht Themenfeldern sollen 36 einzelne Forschungsvorhaben durchgeführt werden.

### 12.1 Neurodegenerative Erkrankungen bei Erwachsenen

Neurodegenerative Erkrankungen sind meist langsam fortschreitende Erkrankungen des Nervensystems mit zunehmendem Verlust von Nervenzellen, die häufig zu Demenz und/oder Bewegungsstörungen führen. Einige epidemiologische Studien deuten auf ein erhöhtes Auftreten von neurodegenerativen Erkrankungen bei starker (beruflicher) Exposition mit niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern hin. Es wurde in mehreren, aber nicht in allen vorliegenden Studien ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen beruflicher Exposition und Alzheimer Erkrankung sowie amyotropher Lateralsklerose (eine Art Muskel-

schwäche) festgestellt. Es ist aber nicht geklärt, ob es sich um einen ursächlichen Zusammenhang handelt und welche Wirkmechanismen zugrunde liegen.

Das [Risiko](#), an der Parkinson-Krankheit oder an multipler Sklerose zu erkranken, war durch berufliche Exposition mit niederfrequenten Magnetfeldern nicht erhöht. Eine epidemiologische Studie an der allgemeinen Bevölkerung aus der Schweiz, der sehr geringe Fallzahlen zugrunde liegen, zeigte ein erhöhtes [Risiko](#) für Alzheimer Krankheit bei Personen, die in einer Entfernung von weniger als 50 m zu einer Hochspannungsleitung wohnen. Eine spätere dänische Studie konnte die Ergebnisse nicht bestätigen.

Um den möglichen Zusammenhang zwischen niederfrequenten Feldern und neurodegenerativen Erkrankungen zu klären, hat das BfS eine [experimentelle Studie](#) an genetisch veränderten Mausmodellen zu Alzheimer Demenz und der amyotrophen Lateralsklerose gefördert. Die Tiere wurden lebenslang einem niederfrequenten [Magnetfeld](#) ausgesetzt. In Gewebeuntersuchungen und Verhaltenstests wurde kein negativer Einfluss der Felder auf den Verlauf der genannten Krankheiten bei diesen Mäusen gefunden.

Weitere Forschung zum Zusammenhang zwischen niederfrequenten Magnetfeldern und neurodegenerativen Erkrankungen wird im Rahmen des [Forschungsprogramms "Strahlenschutz beim Stromnetzausbau"](#) durchgeführt.

## 12.2 Krebserkrankungen bei Erwachsenen

Seit dem Ende der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts wird ein möglicher Zusammenhang zwischen niederfrequenten Feldern geringer [Intensität](#) und Krebserkrankungen auch in epidemiologischen Studien untersucht. Bei Erwachsenen ergab sich kein Nachweis dafür, dass bei lang andauernder Exposition gegenüber niederfrequenten Feldern ein erhöhtes [Risiko](#) existiert, an Krebs zu erkranken.

## 12.3 Leukämie im Kindesalter

Anders stellt sich die Situation in Bezug auf die Leukämieerkrankung bei Kindern dar. In einigen epidemiologischen Studien wurde bei Kindern, die über längere Zeit Magnetfeldern ausgesetzt waren, die deutlich unter dem [Grenzwert](#) lagen, konsistent ein geringfügig aber signifikant erhöhtes [Risiko](#) gefunden, an [Leukämie](#) zu erkranken.

Die Höhe der [Exposition](#), ab der das erhöhte [Leukämie-Risiko](#) beobachtet wurde, (etwa 0,3 bis 0,4 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ )) liegt um das 3- bis 4-fache über den Werten, die im Mittel in deutschen Haushalten gemessen werden (im Mittel in ländlichen Regionen bei weniger als 0,1  $\mu\text{T}$ , in städtischen Regionen bei etwa 0,12  $\mu\text{T}$ ).

Die Studie stellt fest, dass in Deutschland etwa ein Prozent der Leukämiefälle bei Kindern durch eine erhöhte [Exposition](#) gegenüber niederfrequenten Magnetfeldern zu erklären wären, wenn hier wirklich ein ursächlicher Zusammenhang bestünde (siehe [Abschlussbericht der Studie](#)).

### Ursache-Wirkungs-Beziehung

Die Hinweise aus den epidemiologischen Studien reichen nicht aus, um als Nachweis einer Ursache-Wirkungs-Beziehung bewertet zu werden. Ein biologischer Wirkungsmechanismus, der die Entstehung von [Leukämie](#) oder die Förderung des Wachstums von [Leukämie](#)-Zellen durch niederfrequente Magnetfelder erklären würde, konnte bisher ebenfalls nicht gefunden werden. Auch tierexperimentelle Studien konnten die Hinweise aus epidemiologischen Studien bisher nicht unterstützen.

Bei der Entstehung der [Leukämie](#) im Kindesalter sind möglicherweise mehrere Faktoren beteiligt, deren Zusammenwirken noch nicht verstanden wird. Es wird derzeit von einer Kombination verschiedener genetischer und umweltbedingter Faktoren ausgegangen, die zur Entstehung der Krankheit führen.

Bereits 2002 wurden niederfrequente Felder von der mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO) assoziierten International Agency for Research on Cancer (IARC) als Klasse 2B



"möglicherweise kanzerogen" eingestuft. Ausschlaggebend hierfür waren die genannten epidemiologischen Beobachtungen einer statistischen Assoziation von kindlicher [Leukämie](#) und einer zeitlich gemittelten Magnetfeldexposition der Kinder im Bereich von mehr als 0,3 - 0,4  $\mu$ T. Das mögliche [Risiko](#) für Kinder aufgrund niederfrequenter Magnetfelder muss daher sehr ernst genommen werden und gibt Anlass zu weiterführenden Forschungsaktivitäten.

### **Erforschung der Ursachen für Leukämie im Kindesalter**

Die vom BfS geförderte [KiKK-Studie](#) ergab einen weiteren strahlenschutzrelevanten Befund, der sich mit dem derzeitigen wissenschaftlichen Kenntnisstand über Strahlenwirkungen ebenfalls nicht erklären lässt - nämlich einen Zusammenhang zwischen der Nähe des Wohnortes zu einem Kernkraftwerk und dem [Risiko](#) für [Leukämie](#) im Kindesalter. Daher muss verstärkt nach den [Ursachen für die Leukämie](#)-Erkrankung bei Kindern gesucht werden, um so dem Zusammenwirken von genetischen und Umweltfaktoren bei deren Entstehung auf die Spur zu kommen. Das BfS setzt sich für ein umfangreiches Forschungsprogramm ein, das diese Zusammenhänge aufklären soll. Hierzu hat das BfS in Zusammenarbeit mit internationalen Experten eine [Forschungsagenda](#) erstellt und fünf Pilotstudien durchgeführt. Die Ergebnisse der Pilotstudien wurden im Online-Repository DORIS des BfS veröffentlicht. Sie legen es nahe, die neuen, interdisziplinären Forschungsansätze weiter zu verfolgen. Dies hat auch der im November 2016 durchgeführte [5. Internationale Workshop zu Ursachen von Leukämie im Kindesalter](#) bestätigt.

Weitere Forschung zur [Leukämie](#) im Kindesalter wird auf der Basis der Ergebnisse der Pilotstudien und des Workshops im Rahmen des [Forschungsprogramms "Strahlenschutz beim Stromnetzausbau"](#) mit mehreren Forschungsvorhaben durchgeführt.

### **12.4 Elektrosensibilität**

Etwa zwei Prozent der bundesdeutschen Bevölkerung bezeichnen sich selbst als elektrosensibel, das heißt, sie führen unterschiedliche Beschwerden, wie zum Beispiel Kopfschmerzen, Schlafstörungen, Müdigkeit, Konzentrationsstörungen auf das Vorhandensein elektromagnetischer Felder in ihrer Umwelt zurück. Lange Zeit bezogen sich die Beschwerden vor allem auf die niederfrequenten elektrischen und magnetischen Felder. Seit dem raschen Ausbau des Mobilfunks werden aber zunehmend auch hochfrequente Felder als Verursacher genannt. In mehreren wissenschaftlichen Studien (z. B. im Rahmen des [Deutschen Mobilfunk Forschungsprogramms](#)) wurde und wird das Phänomen "[Elektrosensibilität](#)" untersucht. Ziel ist vor allem, die Beschwerden zu objektivieren und die von Betroffenen vermuteten ursächlichen Zusammenhänge zwischen elektromagnetischen Feldern und den gesundheitlichen Beeinträchtigungen aufzuklären. Bisher ist es allerdings nicht gelungen, diese von Betroffenen vermuteten Zusammenhänge wissenschaftlich fundiert nachzuweisen. So zeigte sich im Rahmen eines vom BfS betreuten [Forschungsvorhabens](#), dass elektrosensible Personen schlechter als Kontrollpersonen in der Lage sind, echte magnetische Impulse von Scheinimpulsen zu unterscheiden.

Als Fazit der zahlreichen bisher durchgeführten Studien ergibt sich, dass ein ursächlicher Zusammenhang zwischen elektromagnetischen Feldern und den Beschwerden elektrosensibler Personen mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden kann. Diese Einschätzung wird auch von der WHO geteilt. In ihrem [Fact sheet Nr. 296](#) vom Dezember 2005 stellt sie fest, dass es keine wissenschaftliche Basis gibt, um die Symptome der Elektrosensiblen mit der Einwirkung von elektromagnetischen Feldern in Verbindung zu bringen. Diese Aussage wurde 2015 in der Risikobewertung elektromagnetischer Felder durch das "Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks" (SCENIHR) bestätigt. Aus diesem Grund führt das BfS keine weiteren Forschungsvorhaben zum Thema Elektrosensibilität durch.

## 13 ANHANG: Stellungnahme des Bundesamtes für Strahlenschutz (Deutschland) zur „WHO Risikobewertung“

Quelle: [http://www.bfs.de/DE/themen/emf/nff/wirkung/who-risikobewertung/who-risikobewertung\\_node.html](http://www.bfs.de/DE/themen/emf/nff/wirkung/who-risikobewertung/who-risikobewertung_node.html)

Abruf: 6.9.2019

- Bereits 2002 wurden niederfrequente Felder von der mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO) assoziierten "International Agency for Research on Cancer" (IARC) als Klasse 2B "möglicherweise kanzerogen" eingestuft.
- Ausschlaggebend hierfür waren die epidemiologischen Beobachtungen einer statistischen Assoziation von [Leukämie](#) im Kindesalter und einer zeitlich gemittelten Magnetfeldexposition der Kinder im Bereich von mehr als 0,3 bis 0,4 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ).
- Auf dieser Risikobewertung aufbauend hat die WHO ein begleitendes Papier (Fact Sheet) mit dem Titel "Electromagnetic fields and public health - exposure to extremely low frequency fields" veröffentlicht, in dem unter anderem Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise dargelegt werden.
- Das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) unterstützt die Empfehlungen der WHO mit einem Maßnahmenkatalog und verstärkt die Forschung und Kommunikation.

Bereits 2002 wurden niederfrequente Felder von der mit der Weltgesundheitsorganisation (WHO) assoziierten "International Agency for Research on Cancer" (IARC) als Klasse 2B "möglicherweise kanzerogen" eingestuft. Ausschlaggebend hierfür waren die epidemiologischen Beobachtungen einer statistischen Assoziation von Leukämie im Kindesalter und einer zeitlich gemittelten Magnetfeldexposition der Kinder im Bereich von mehr als 0,3 bis 0,4 Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ).

Die seither durchgeführten epidemiologischen Studien erzielten ähnliche Ergebnisse. Parallel zu den epidemiologischen Studien wurden experimentelle Untersuchungen durchgeführt. Diese konnten jedoch ein krebsauslösendes oder krebsförderndes Potenzial von Magnetfeldern bis heute nicht bestätigen. Die aktuellen Studienergebnisse wurden in einem umfassenden Review ([Environmental Health Criteria monograph No. 238 on Extremely Low Frequency Fields](#)) zusammengefasst und bewertet. Auf dieser Risikobewertung aufbauend hat die WHO ein begleitendes Papier (Fact Sheet) mit dem Titel [Electromagnetic fields and public health - exposure to extremely low frequency fields](#) veröffentlicht, in dem unter anderem Empfehlungen zur weiteren Vorgehensweise dargelegt werden.

### 13.1 Aussagen der Weltgesundheitsorganisation zu möglichen gesundheitlichen Auswirkungen von Magnetfeldern

Die wesentlichen Aussagen der WHO im vorgenannten Papier (Fact Sheet) sind:

- Die neuen epidemiologischen Studien geben keinen Anlass, die Einschätzung zu ändern, dass Magnetfelder "möglicherweise kanzerogen" sind. Allerdings ist die Aussagekraft der epidemiologischen Studien durch methodische Probleme geschwächt (Grund: ein möglicher Selektionsbias). Zudem ist der zugrunde liegende Wirkmechanismus unbekannt und die epidemiologischen Beobachtungen werden von zahlreichen Studien am Tiermodell nicht unterstützt.
- [Leukämie](#) im Kindesalter ist bezogen auf die Weltbevölkerung eine relativ seltene Krankheit (weltweit etwa 49.000 neue Fälle pro Jahr). Ebenfalls selten ist die zeitlich gemittelte häusliche Magnetfeldexposition über 0,3  $\mu\text{T}$  (nur etwa 1 bis 4 Pro-

zent der Kinder sind über  $0,3 \mu\text{T}$  exponiert). Wäre der beobachtete statistische Zusammenhang kausal, dann könnten weltweit zwischen 100 und 2.400 Fälle pro Jahr auf erhöhte Magnetfeldexpositionen zurückgeführt werden. Dies bedeutet, dass das berechnete Ausmaß begrenzt ist, selbst wenn Magnetfelder das Risiko tatsächlich erhöhen würden.

- Studien zu anderen Phänomenen wie Krebs bei Erwachsenen, Depression und Selbstmord, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Entwicklungsstörungen, immunologische Veränderungen, Verhaltensänderungen etc. zeigen keine Beeinflussungen durch Magnetfelder.

### 13.2 Empfehlungen der WHO

Aus diesen Fakten zieht die WHO folgende Schlüsse:

- Um akute und gut untersuchte gesundheitsrelevante Wirkungen von Magnetfeldern zu vermeiden, sollten die Länder die auf internationaler Ebene erarbeiteten Grenzwertempfehlungen (ICNIRP 1998) einführen (dies ist in Deutschland durch die 26. Bundes-Immissionsschutzverordnung (26. BImSchV) erfolgt).
- Bei Langzeitwirkungen wird die Wahrscheinlichkeit eines Kausalzusammenhangs zwischen [Leukämie](#) im Kindesalter und Magnetfeldexposition als schwach angesehen. Daher empfiehlt die WHO
  - dass die Regierungen und die Industrie die Forschung beobachten und Forschungsprogramme initiieren mit dem Ziel, die wissenschaftlichen Unsicherheiten zu reduzieren;
  - die Kommunikation mit allen zu Beteiligten (Stakeholdern) zu forcieren; das betrifft auch die Koordination und Konsultation zwischen der Industrie, den örtlichen Behörden sowie den Bürgerinnen und Bürgern bereits in der Planungsphase für neue Anlagen zur elektrischen Energieversorgung.
  - im Rahmen der Planung neuer Hochspannungsleitungen, Umspannwerke, etc., aber auch neuer Geräte, Wege der Expositionsreduzierung zu beschreiten; angemessene Maßnahmen zur Expositionsminimierung können von Land zu Land verschieden ausfallen. Willkürlich gesetzte, niedrigere Expositionsgrenzwerte werden als nicht gerechtfertigt angesehen.

Im Anhang des umfassenden Dokuments [Environmental Health Criteria monograph No. 238 on Extremely Low Frequency Fields](#) wird auch für einzelne Länder auf Basis vorliegender Expositionsdaten eine quantitative Risikoabschätzung durchgeführt. Für Deutschland wurden zwei Datensätze verwendet. Wenn die Vor-Ort-Messungen bei Fall-Kontrollstudien zugrunde gelegt werden, wären im Falle eines Kausalzusammenhangs etwa ein Prozent der Leukämiefälle bei Kindern in Deutschland auf eine über den Tag gemittelte Magnetfeldexposition über etwa  $0,3$  bis  $0,4 \mu\text{T}$  zurückzuführen. Der Anteil würde etwa vier Prozent betragen, wenn die Expositionsverteilung aus dem Alltag der Bevölkerung zugrunde gelegt würde. Letztgenannter Datensatz wurde allerdings ausschließlich für Erwachsene erhoben und enthält auch Expositionen aus dem beruflichen Umfeld. Die Werte sind deshalb nicht repräsentativ für die Exposition von Kindern.

### 13.3 Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) unterstützt Empfehlungen der WHO mit Maßnahmenkatalog und verstärkt Forschung und Kommunikation

Die WHO-Empfehlungen zum vorsorglichen Gesundheitsschutz werden vom BfS in allen Punkten mitgetragen. Folgende Maßnahmen wurden vom BfS bereits ergriffen:

- Die Ursachenforschung zur [Leukämie](#) im Kindesalter wurde intensiviert. Auf der Basis mehrerer internationaler Workshops wurde eine [strategische Forschungsagenda](#) erstellt und auch 5 Pilotprojekte umgesetzt. Deren Abschlussberichte sind in [DORIS](#), dem Digitalen Online Repository und Informations-System des BfS, zu finden. Eine Fortführung der Forschung in Zusammenarbeit mit anderen Ministerien wird angestrebt.
- Die [Risikokommunikation](#) wurde verstärkt und durch begleitende Forschungsprojekte unterstützt. Ein erstes [Fachgespräch zu verschiedenen Aspekten der Kommunikation im Stromnetzausbau](#) ist bereits abgeschlossen.
- Das BfS weist auf verschiedene [Möglichkeiten zur Verringerung der individuellen Exposition](#) hin.

Außerdem wurden bei der Novellierung der [26. BImSchV](#) in § 4 Anforderungen zur Vorsorge festgelegt. Demzufolge besteht seit 2013 für die Planung und den Neubau von Niederfrequenzanlagen ein Minimierungsgebot. In einer [Allgemeinen Verwaltungsvorschrift](#) wurden geeignete Maßnahmen zur Minimierung bei neuen und oder wesentlich veränderten Wechsel- und Gleichstromanlagen definiert.

## 14 Literatur

---

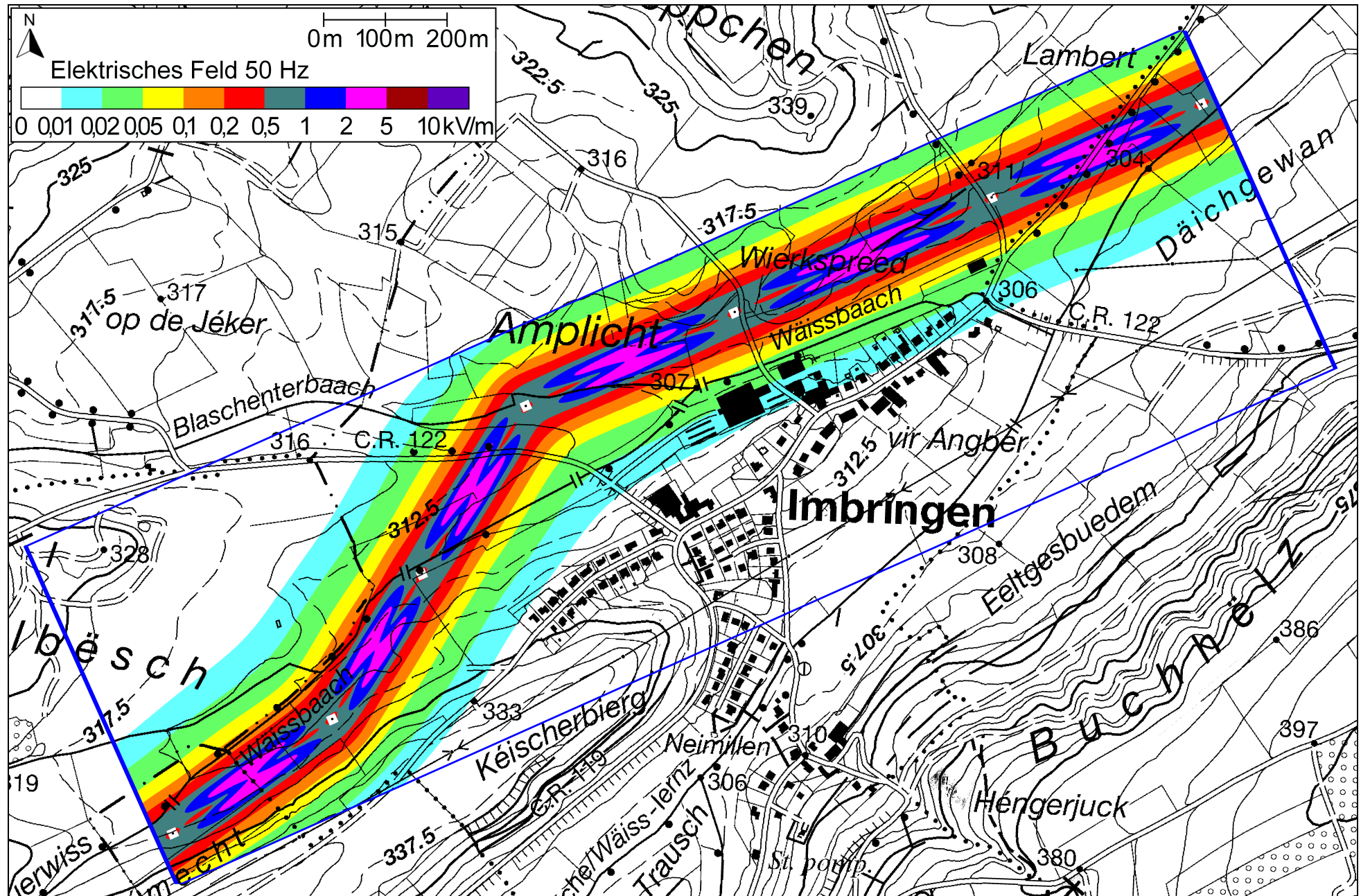
- [1] 26. BImSchV: 26. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über elektromagnetische Felder) vom 16. Dezember 1996, Neufassung 14.08.2013, I 3266
- [2] NISV: Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung 814.710, 23.12.1999
- [3] CREOS, Oeko-Bureau: Umweltverträglichkeitsprüfung UVP – Bericht für die geplante Modernisierung einer Hochspannungsleitung und den Bau einer Umspannanlage auf der Strecke Bofferdange - Aach (D), 30.09.2022, S. 124-128, S. 134
- [4] Circulaire aux administrations communales No 1644, Grand-Duché de Luxembourg, Ministère de l'Intérieur, 11 Mars 1994; Objet: Nuisances éventuelles liées à l'exploitation de lignes de haute tension, entnommen aus: Gutachten zu Messungen magnetischer u. elektrischer Wechselfelder im Plangebiet Ettelbruck „Fridhaff“ am 09.05.2017, Dr.-Ing. Martin H. Virnich, ibu, 41063 Mönchengladbach; Auftraggeber: Stadt Ettelbruck, Place de l'Hotel de Ville, L-9002 Ettelbruck
- [5] Avis concernant l'implantation d'une caserne CGDIS au lieu Fridhaff dans les environs d'une ligne à haute tension 220 kV en matière d'exposition aux champs électromagnétiques, entnommen aus: Gutachten zu Messungen magnetischer u. elektrischer Wechselfelder im Plangebiet Ettelbruck „Fridhaff“ am 09.05.2017, Dr.-Ing. Martin H. Virnich, ibu, 41063 Mönchengladbach; Auftraggeber: Stadt Ettelbruck, Place de l'Hotel de Ville, L-9002 Ettelbruck
- [6] Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz (MKULNV NRW) ehemals MUNLV: Immissionsschutz in der Bauleitplanung, Abstandserlass 2007
- [7] Verordnung zum Schutz der Beschäftigten vor Gefährdungen durch elektromagnetische Felder (Arbeitsschutzverordnung zu elektromagnetischen Feldern vom 15.11.2016 (BGBl. I S. 2531) - EMFV), <http://www.gesetze-im-internet.de/emfv>
- [8] E DIN VDE 0848-3-1 Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern; Schutz von Personen mit aktiven Körperhilfsmitteln im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz; Mai 2002
- [9] Strahlenschutzkommission (SSK): Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern der elektrischen Energieversorgung und -anwendung; Empfehlung der Strahlenschutzkommission; Februar 2008
- [10] BG ETEM, DGUV Vorschrift 15, Unfallverhütungsvorschrift Elektromagnetische Felder (bisher BGV B11), Köln, 01.06.2001
- [11] BG ETEM, DGUV Regel 103-013, Elektromagnetische Felder, Aktualisierte Fassung, Berlin 2006.
- [12] IARC: Non-ionizing radiation, Part 1: Static and extremely lowfrequency (ELF) electric and magnetic fields. IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Vol. 80. International Agency for Research on Cancer, Lyon 2002
- [13] IARC: World Cancer Report 2008. International Agency for Research on Cancer, Lyon, 2008

## 15 ANHANG Karten der Berechnungsergebnisse

### 15.1 Kartenverzeichnis:

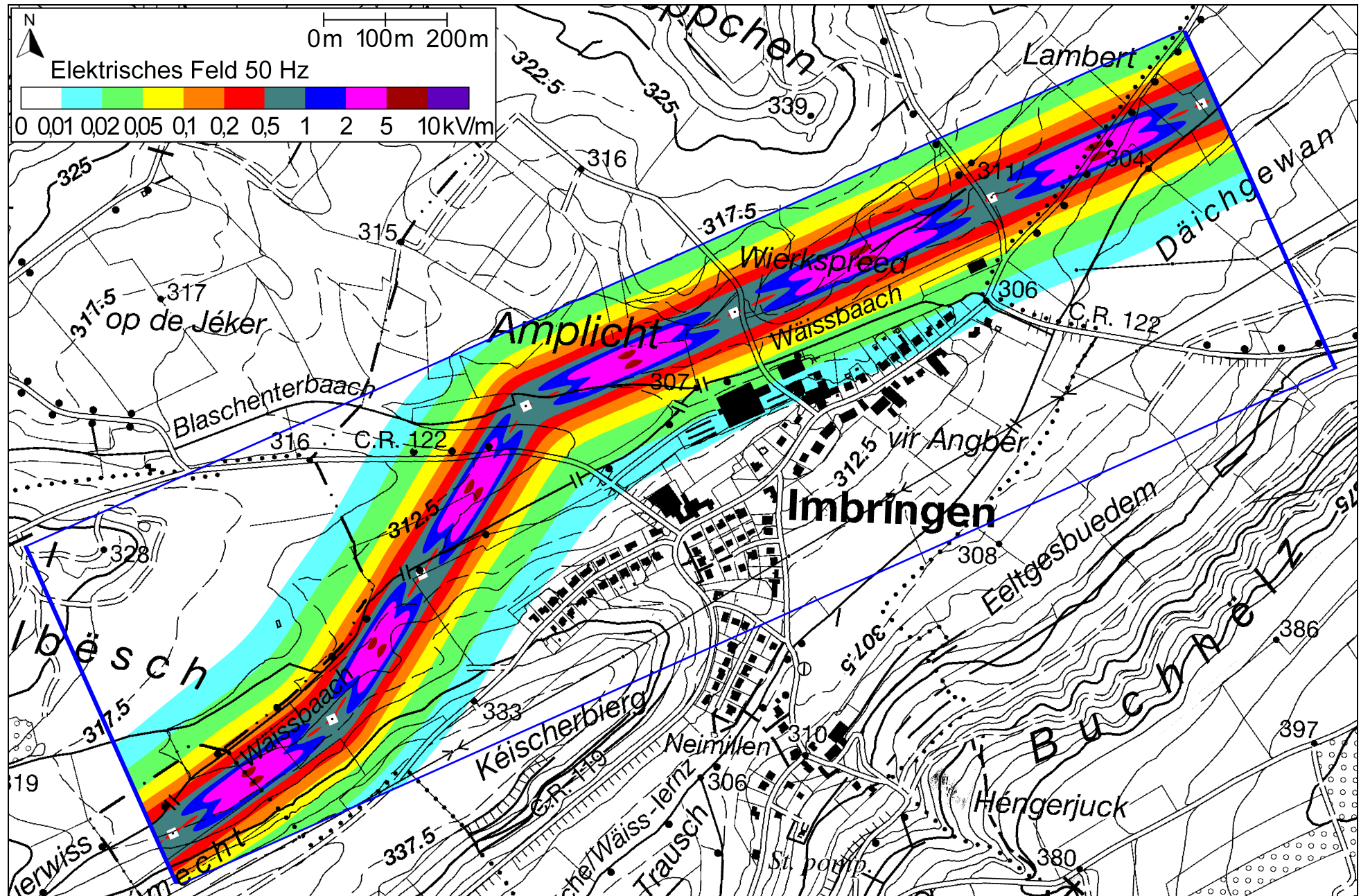
<b>Karte 1:</b> Immissionen elektrisches Feld in 2 m Höhe über Boden, beide Stromkreis aktiv	55
<b>Karte 2:</b> Immissionen elektrisches Feld in 5 m Höhe über Boden, beide Stromkreis aktiv	56
<b>Karte 3:</b> Immissionen elektrisches Feld in 8 m Höhe über Boden, beide Stromkreis aktiv	57
<b>Karte 4:</b> Immissionen Magnetfeld in 2 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 1800 A Stromführung	58
<b>Karte 5:</b> Immissionen Magnetfeld in 5 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 1800 A Stromführung	59
<b>Karte 6:</b> Immissionen Magnetfeld in 8 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 1800 A Stromführung	60
<b>Karte 7:</b> Immissionen Magnetfeld in 2 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 1800 A Stromführung	61
<b>Karte 8:</b> Immissionen Magnetfeld in 5 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 1800 A Stromführung	62
<b>Karte 9:</b> Immissionen Magnetfeld in 8 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 1800 A Stromführung	63
<b>Karte 10:</b> Immissionen Magnetfeld in 2 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 3600 A Stromführung	64
<b>Karte 11:</b> Immissionen Magnetfeld in 5 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 3600 A Stromführung	65
<b>Karte 12:</b> Immissionen Magnetfeld in 8 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 3600 A Stromführung	66
<b>Karte 13:</b> Immissionen Magnetfeld in 2 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 3600 A Stromführung	67
<b>Karte 14:</b> Immissionen Magnetfeld in 5 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 3600 A Stromführung	68
<b>Karte 15:</b> Immissionen Magnetfeld in 8 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 3600 A Stromführung	69
<b>Karte 16:</b> Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	70
<b>Karte 17:</b> Magnetfeld in 0,2 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	71
<b>Karte 18:</b> Magnetfeld in 0,5 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	72
<b>Karte 19:</b> Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	73
<b>Karte 20:</b> Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	74
<b>Karte 21:</b> Magnetfeld in 5,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	75
<b>Karte 22:</b> Magnetfeld in 8,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	76
<b>Karte 23:</b> Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	77
<b>Karte 24:</b> Magnetfeld in 0,2 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	78
<b>Karte 25:</b> Magnetfeld in 0,5 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	79
<b>Karte 26:</b> Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	80

<b>Karte 27:</b> Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	81
<b>Karte 28:</b> Magnetfeld in 5,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	82
<b>Karte 29:</b> Magnetfeld in 8,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	83
<b>Karte 30:</b> Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	84
<b>Karte 31:</b> Magnetfeld in 0,2 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	85
<b>Karte 32:</b> Magnetfeld in 0,5 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	86
<b>Karte 33:</b> Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	87
<b>Karte 34:</b> Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	88
<b>Karte 35:</b> Magnetfeld in 5,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	89
<b>Karte 36:</b> Magnetfeld in 8,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A	90
<b>Karte 37:</b> Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	91
<b>Karte 38:</b> Magnetfeld in 0,2 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	92
<b>Karte 39:</b> Magnetfeld in 0,5 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	93
<b>Karte 40:</b> Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	94
<b>Karte 41:</b> Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	95
<b>Karte 42:</b> Magnetfeld in 5,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	96
<b>Karte 43:</b> Magnetfeld in 8,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A	97
<b>Karte 44:</b> Ausschnitt 1 aus Karte 37: Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation	98
<b>Karte 45:</b> Ausschnitt 1 aus Karte 40: Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation	99
<b>Karte 46:</b> Ausschnitt 1 aus Karte 41: Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation	100
<b>Karte 47:</b> Ausschnitt 2 aus Karte 37: Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation	101
<b>Karte 48:</b> Ausschnitt 2 aus Karte 40: Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation	102
<b>Karte 49:</b> Ausschnitt 2 aus Karte 41: Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation	103

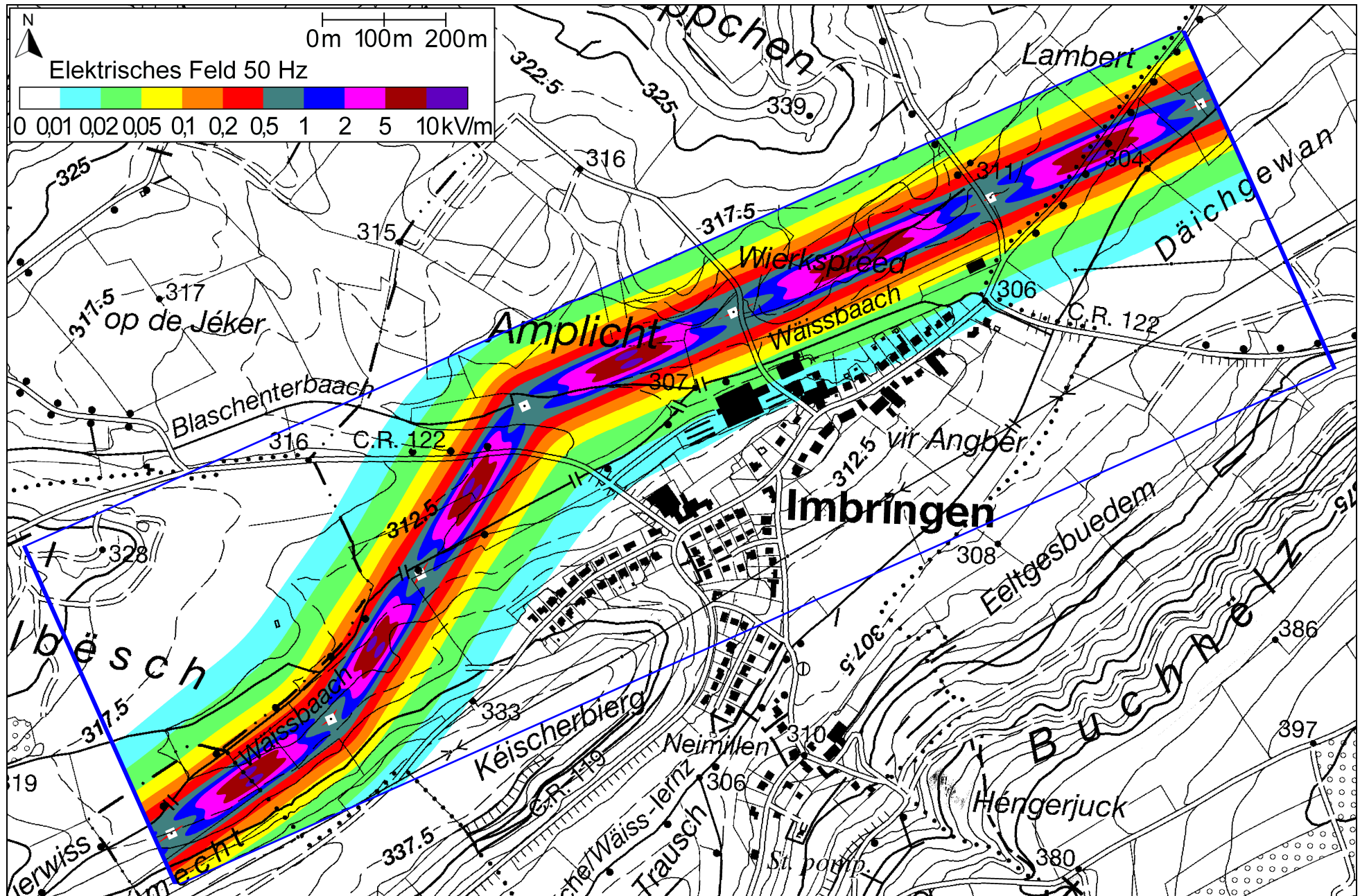


Karte 1: Immissionen elektrisches Feld in 2 m Höhe über Boden, beide Stromkreis aktiv

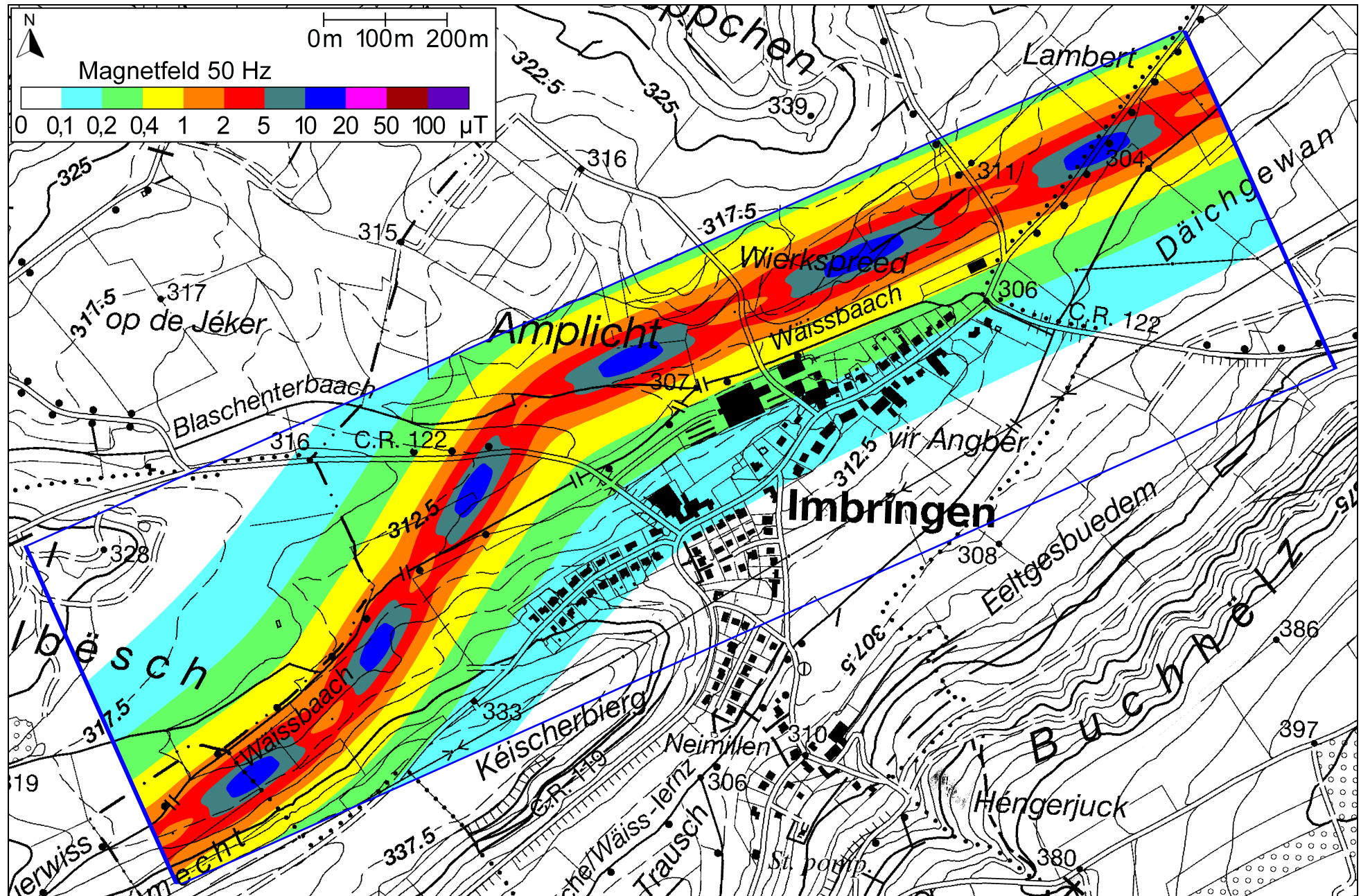




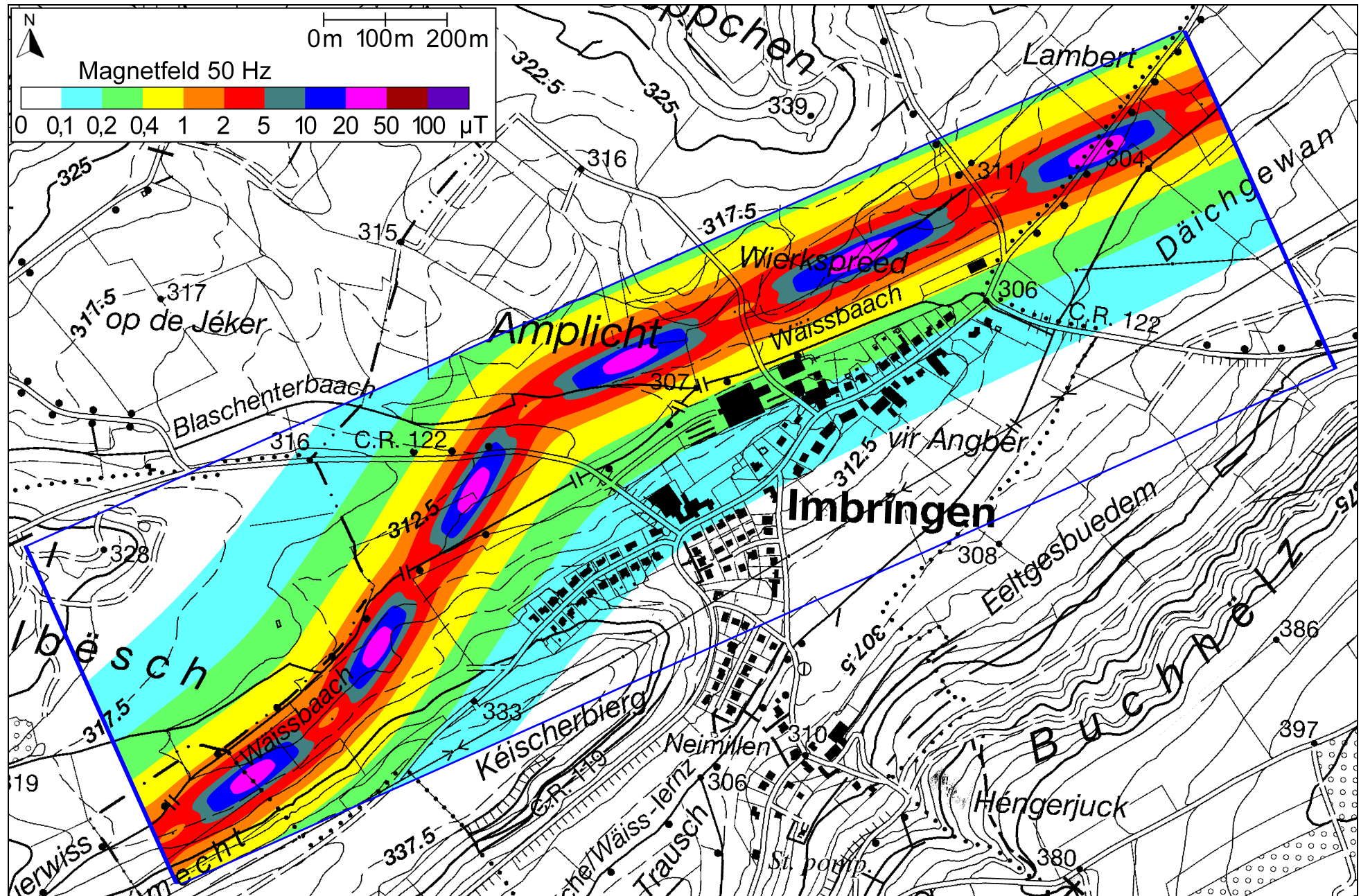
Karte 2: Immissionen elektrisches Feld in 5 m Höhe über Boden, beide Stromkreis aktiv



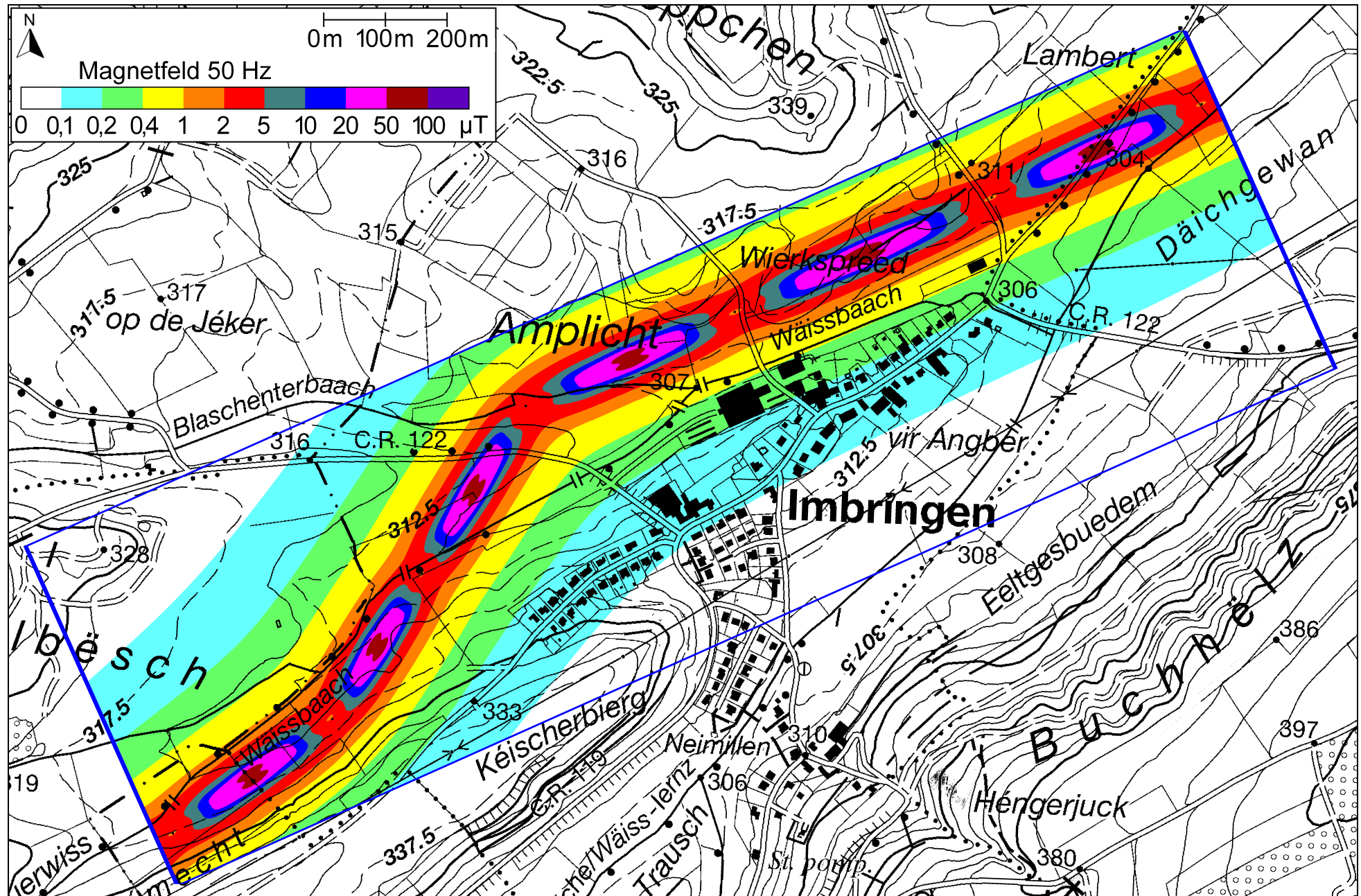
Karte 3: Immissionen elektrisches Feld in 8 m Höhe über Boden, beide Stromkreis aktiv



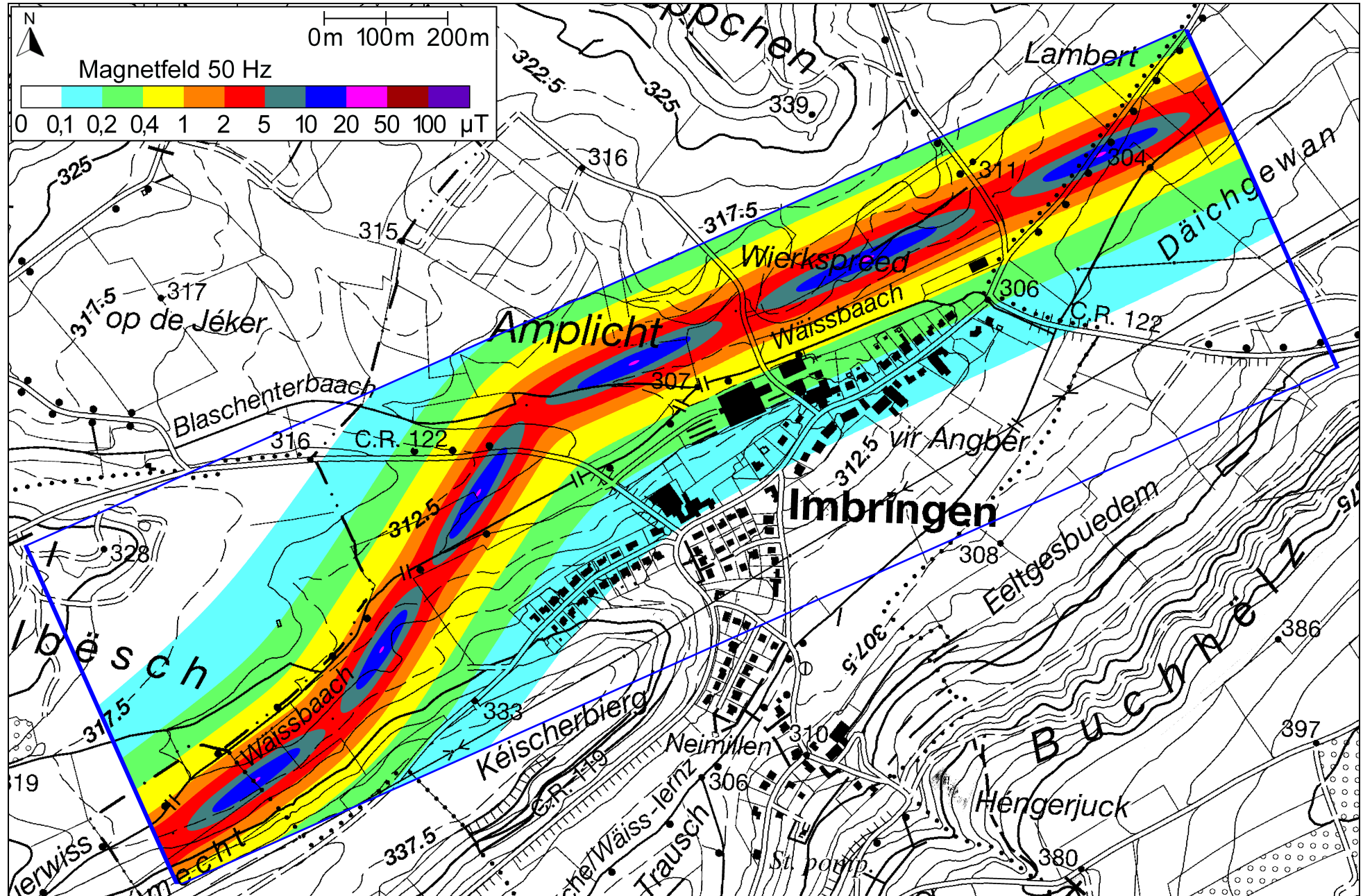
**Karte 4:** Immissionen Magnetfeld in 2 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 1800 A Stromführung



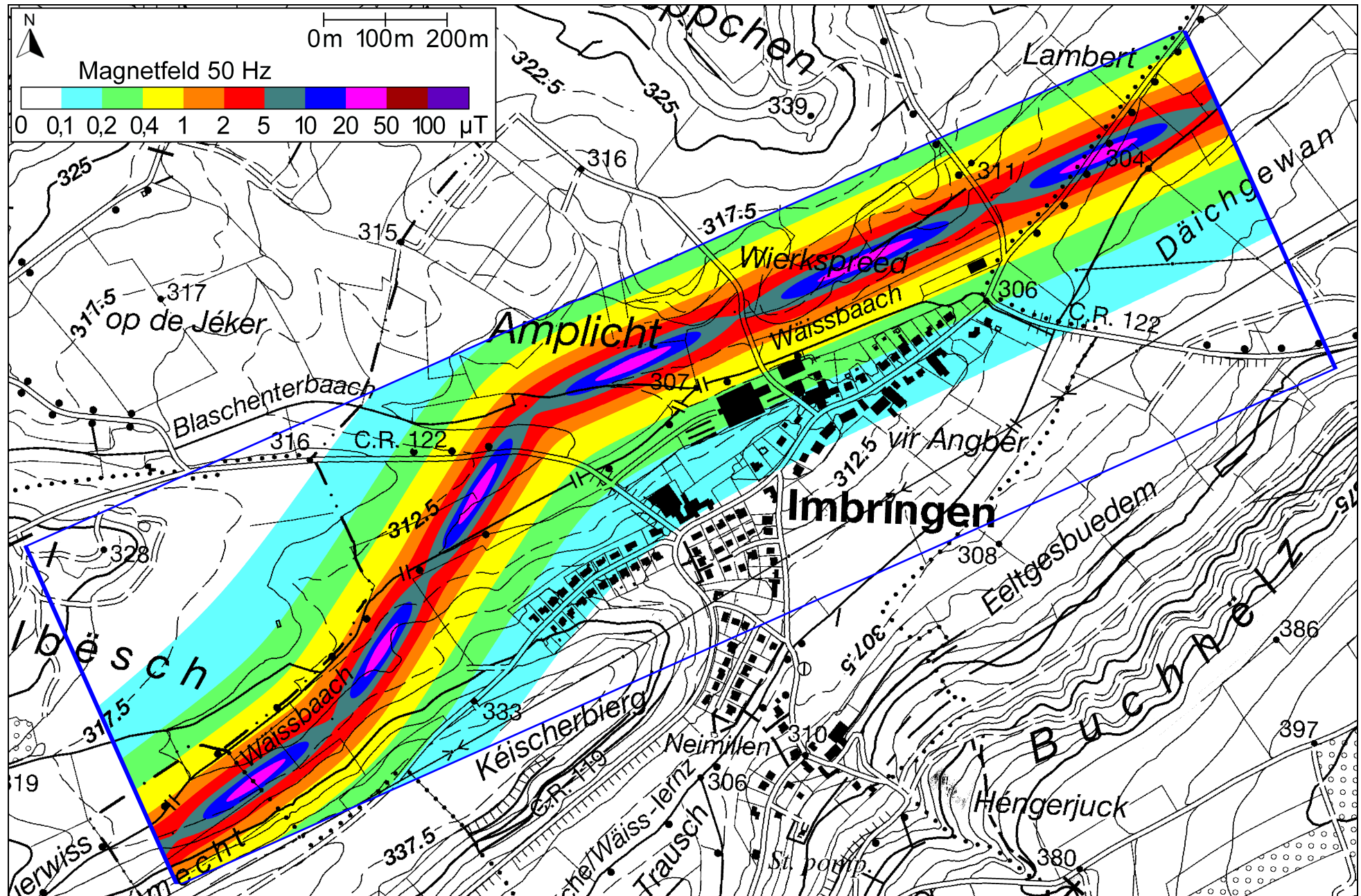
**Karte 5:** Immissionen Magnetfeld in 5 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 1800 A Stromführung



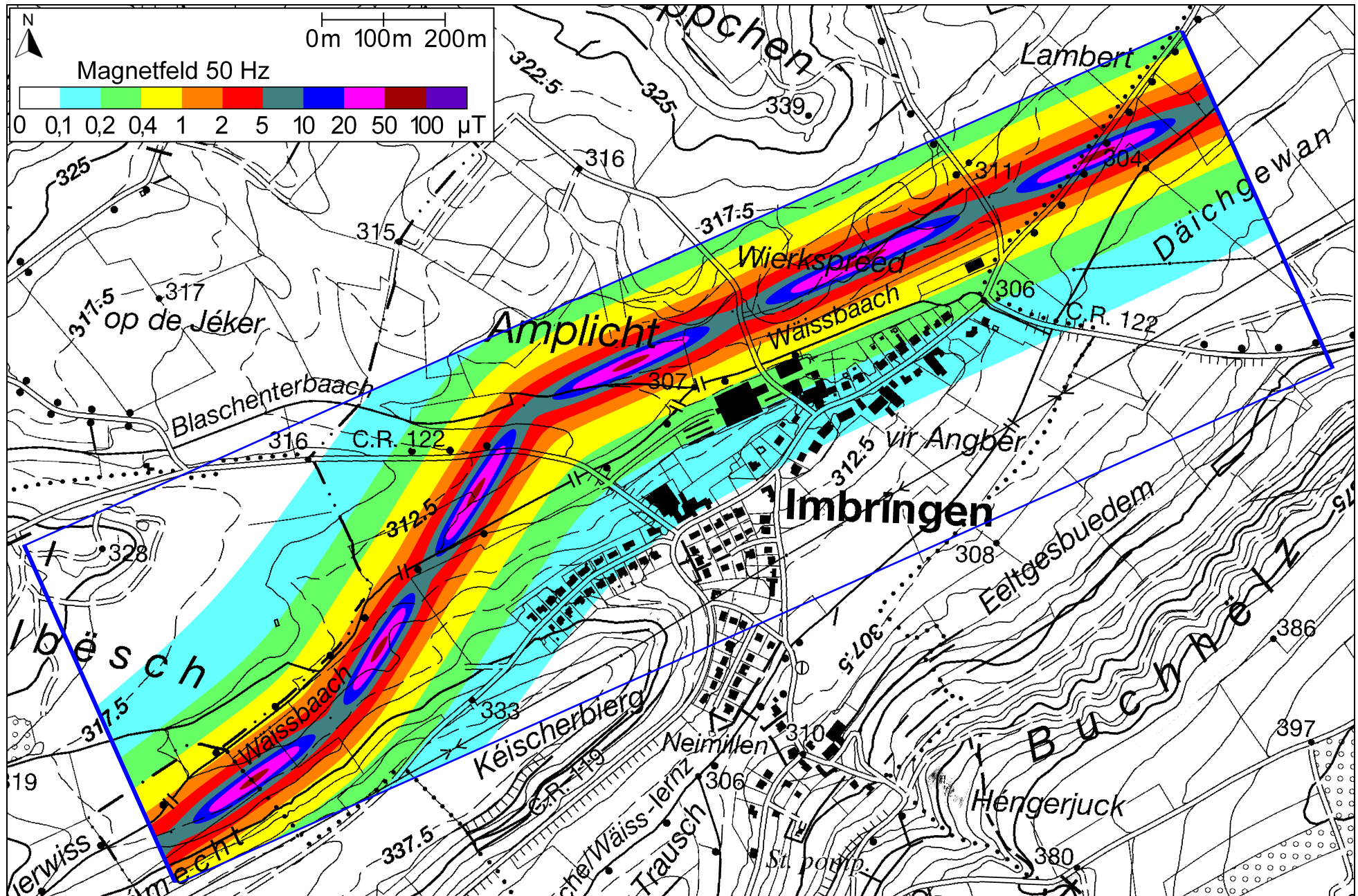
**Karte 6:** Immissionen Magnetfeld in 8 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 1800 A Stromführung



Karte 7: Immissionen Magnetfeld in 2 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 1800 A Stromführung

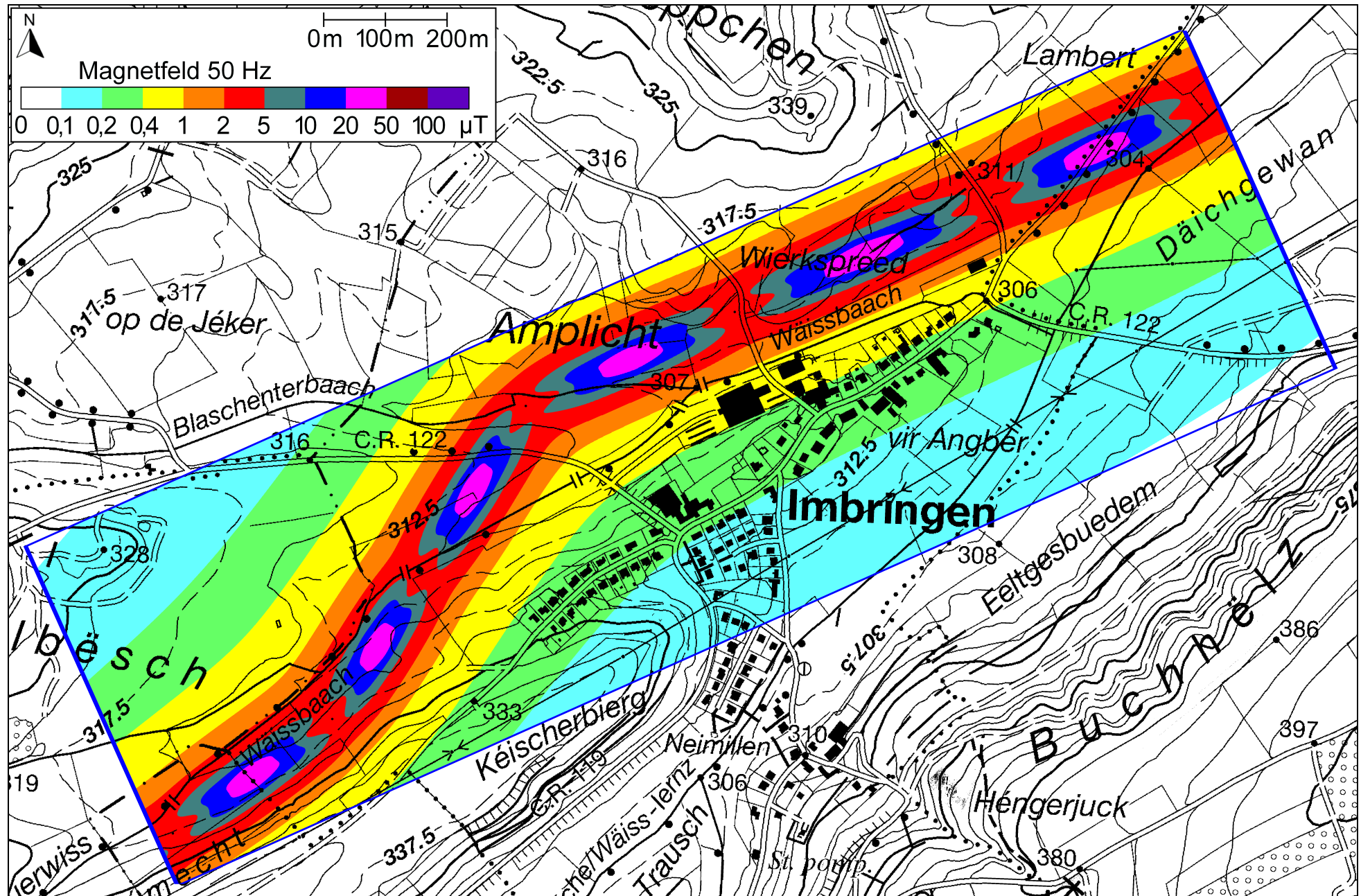


Karte 8: Immissionen Magnetfeld in 5 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 1800 A Stromführung

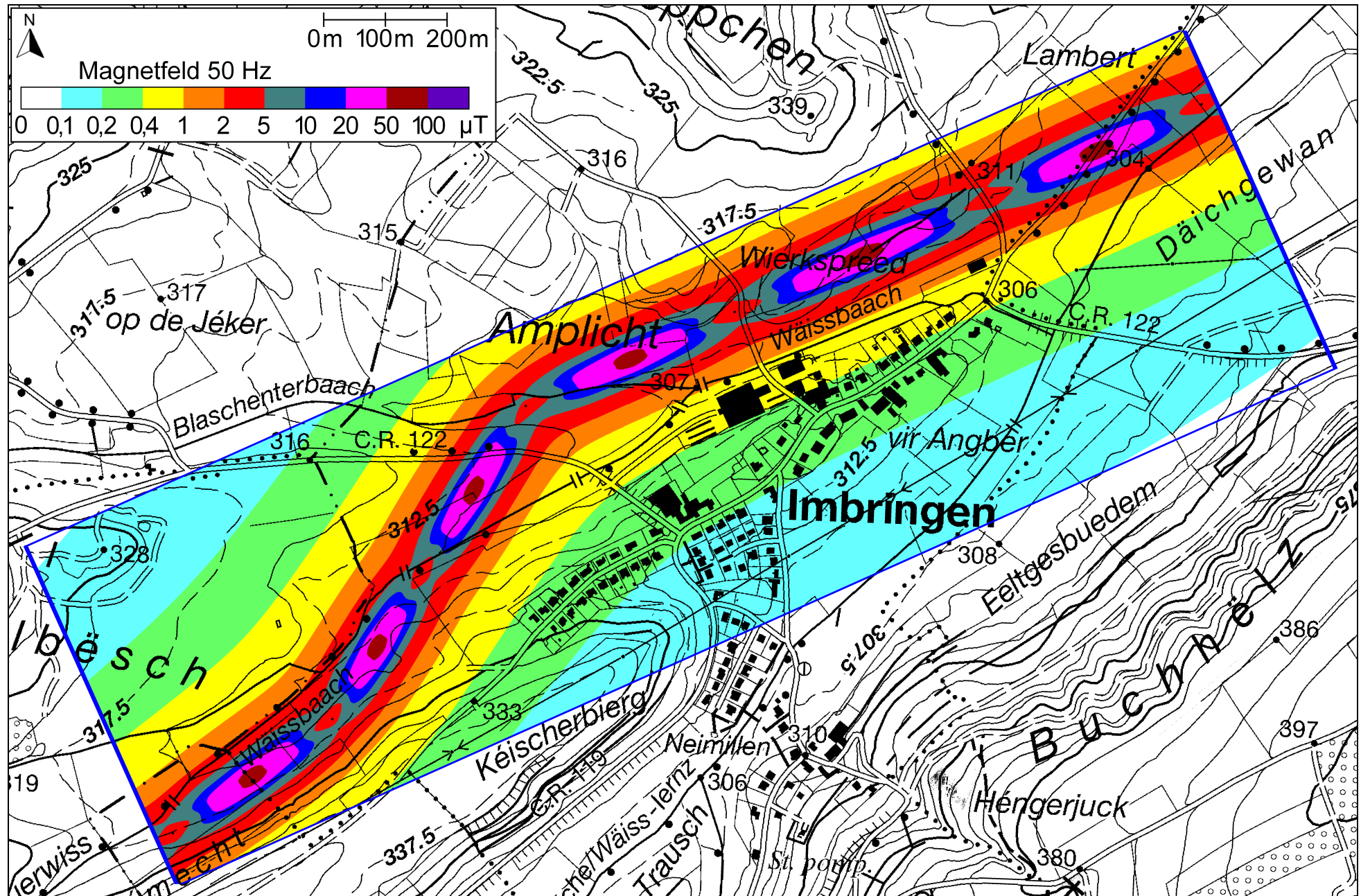


**Karte 9:** Immissionen Magnetfeld in 8 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 1800 A Stromführung

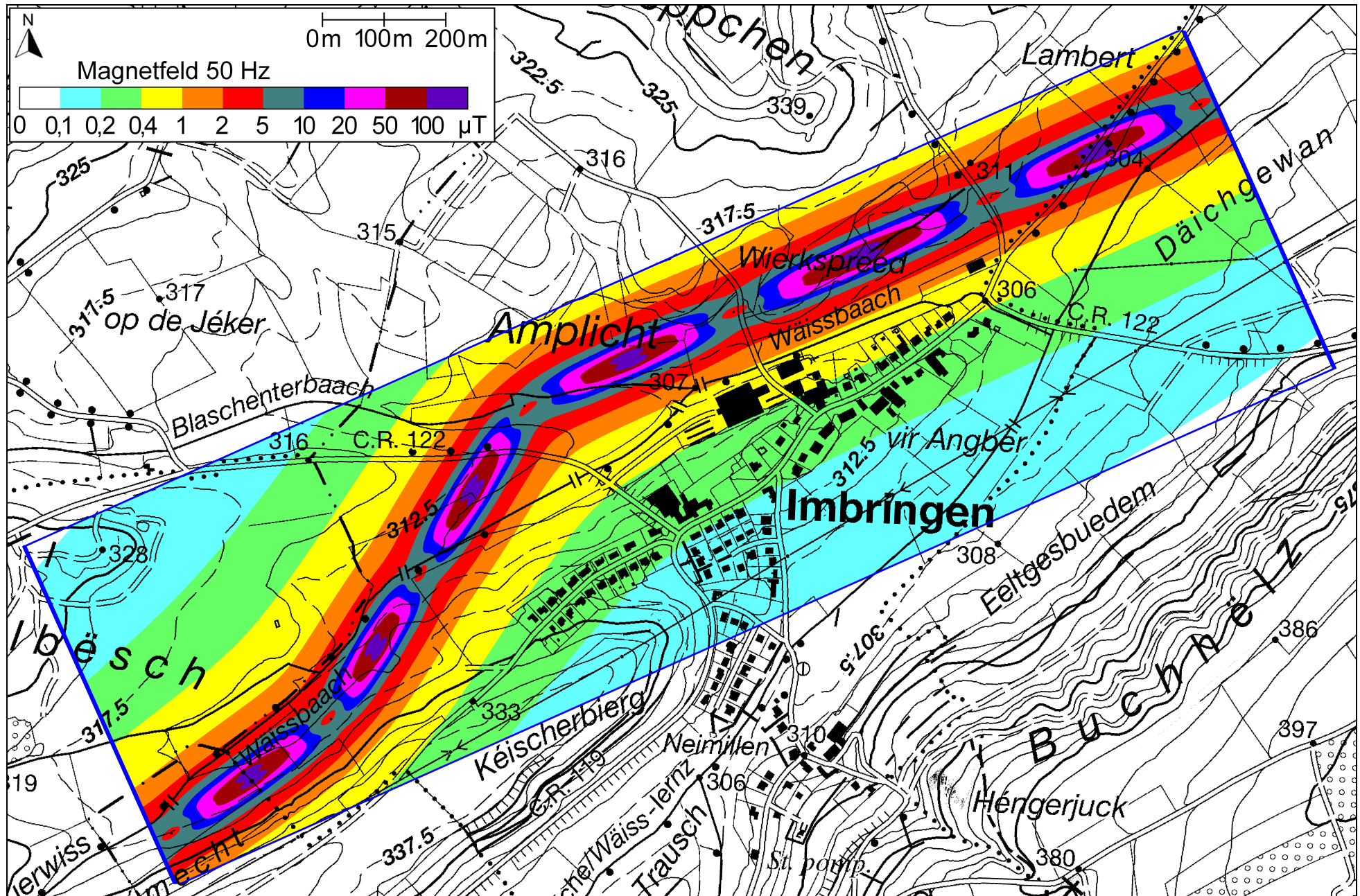




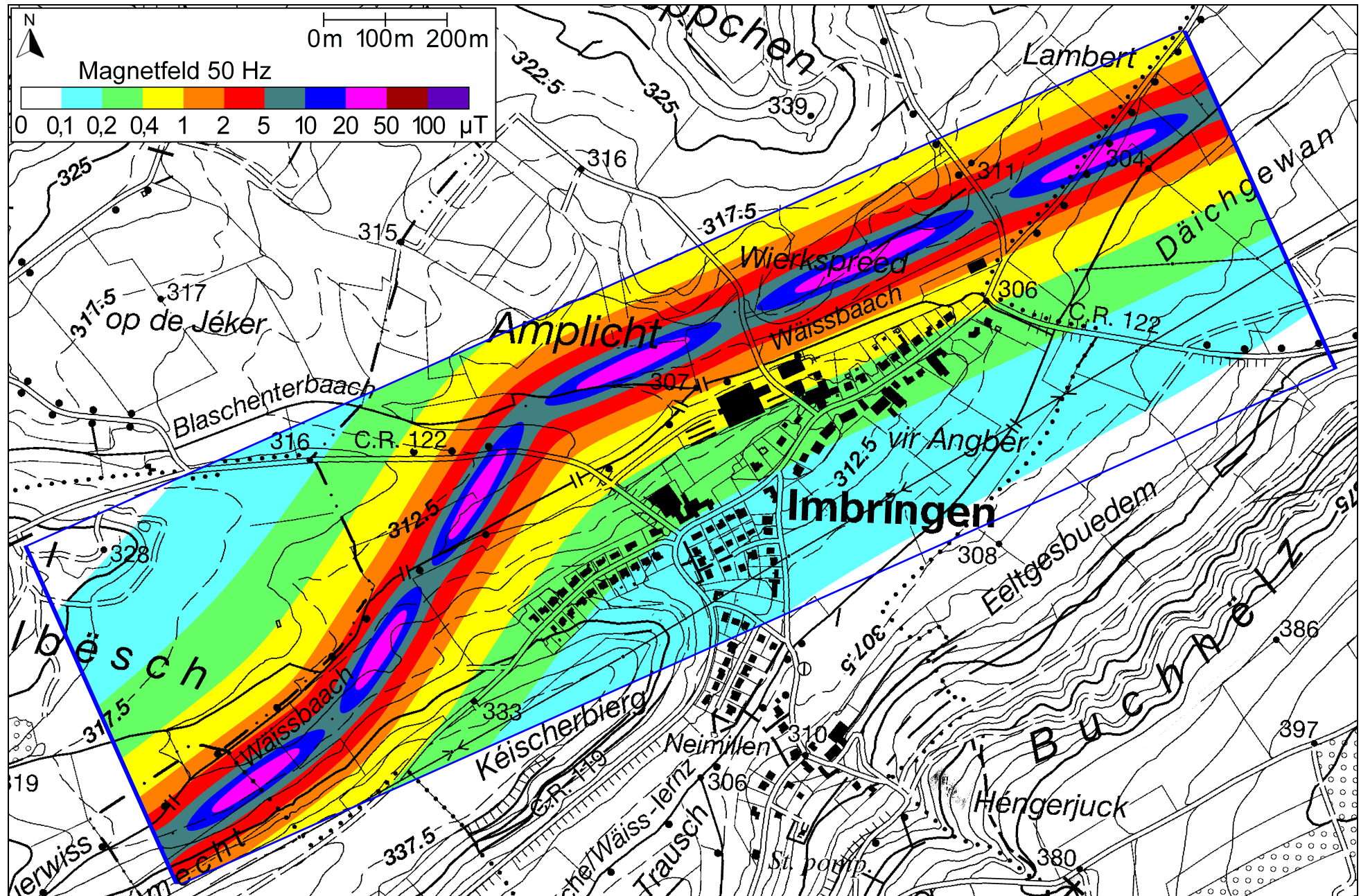
**Karte 10:** Immissionen Magnetfeld in 2 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 3600 A Stromführung



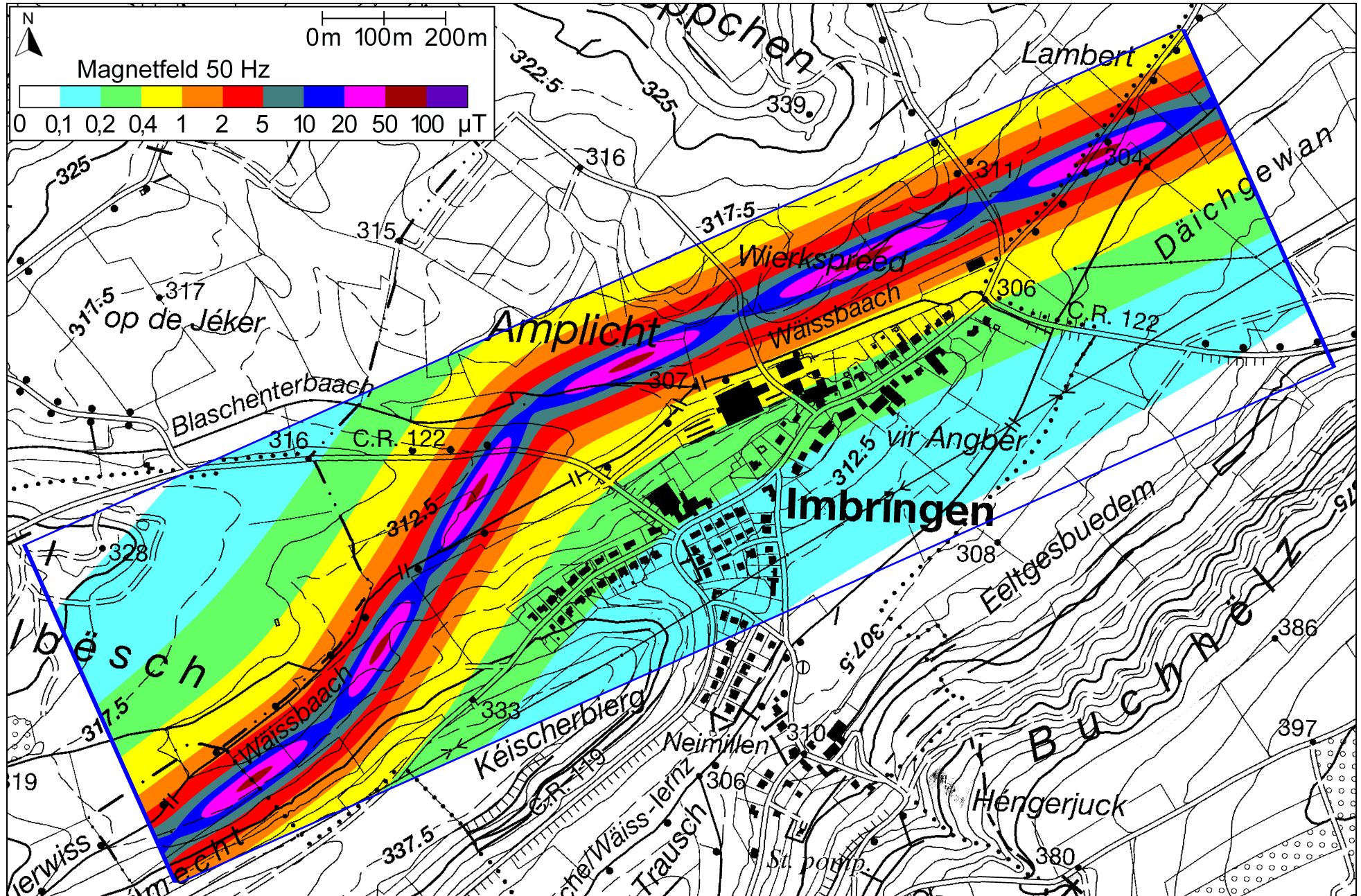
Karte 11: Immissionen Magnetfeld in 5 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 3600 A Stromführung



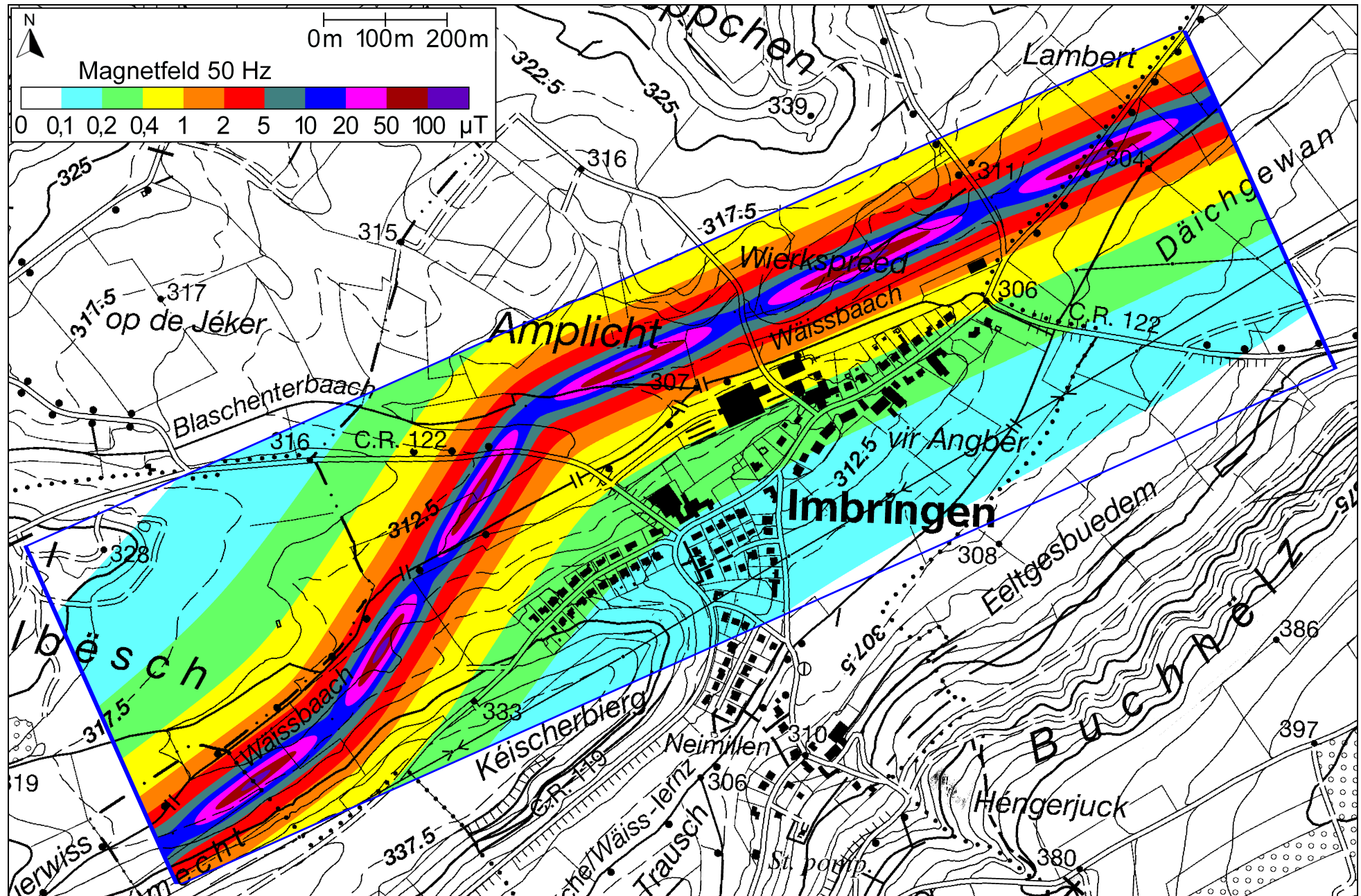
Karte 12: Immissionen Magnetfeld in 8 m Höhe über Boden, nur Freileitung, beide Stromkreise aktiv mit je 3600 A Stromführung



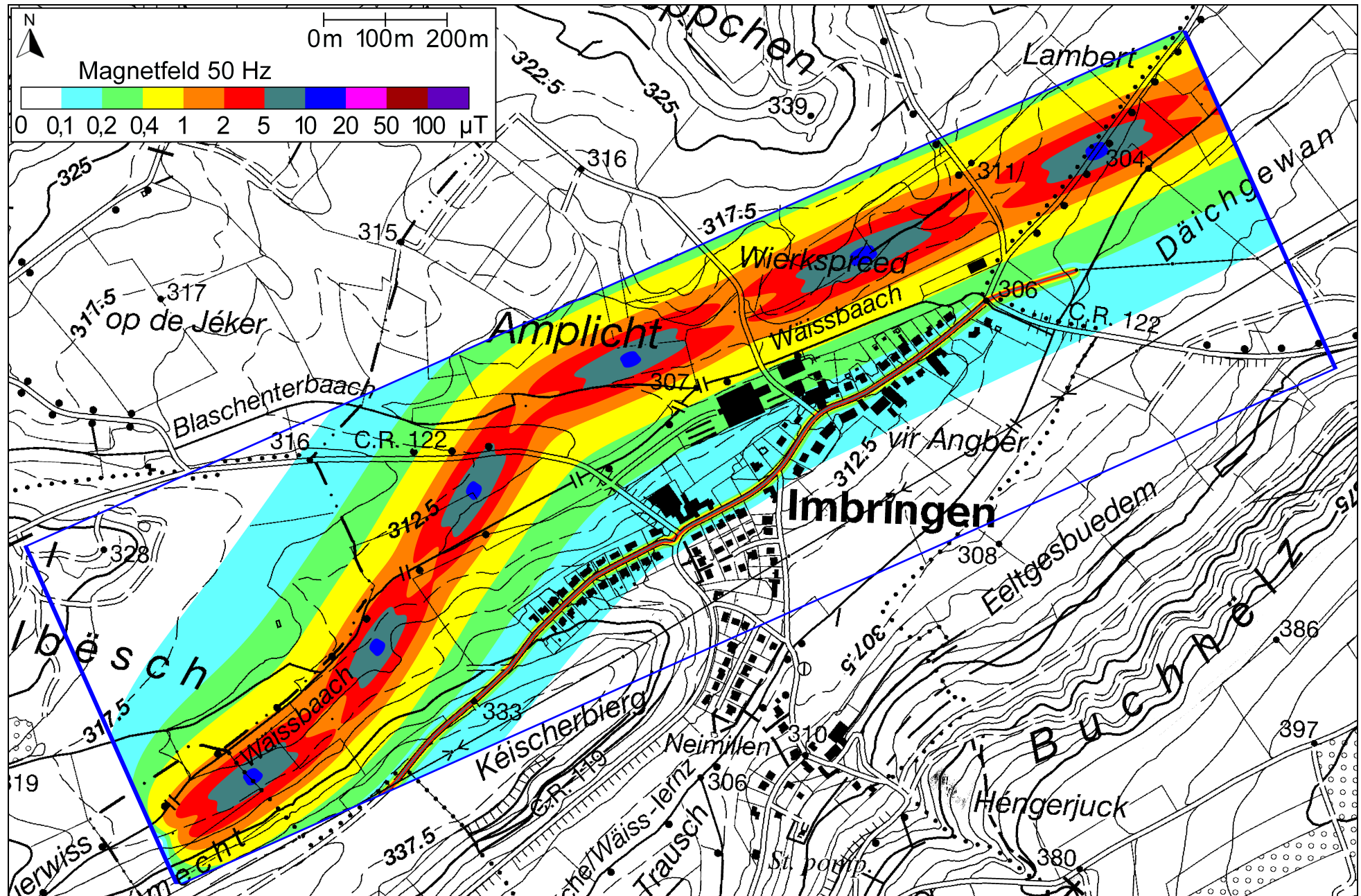
Karte 13: Immissionen Magnetfeld in 2 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 3600 A Stromführung



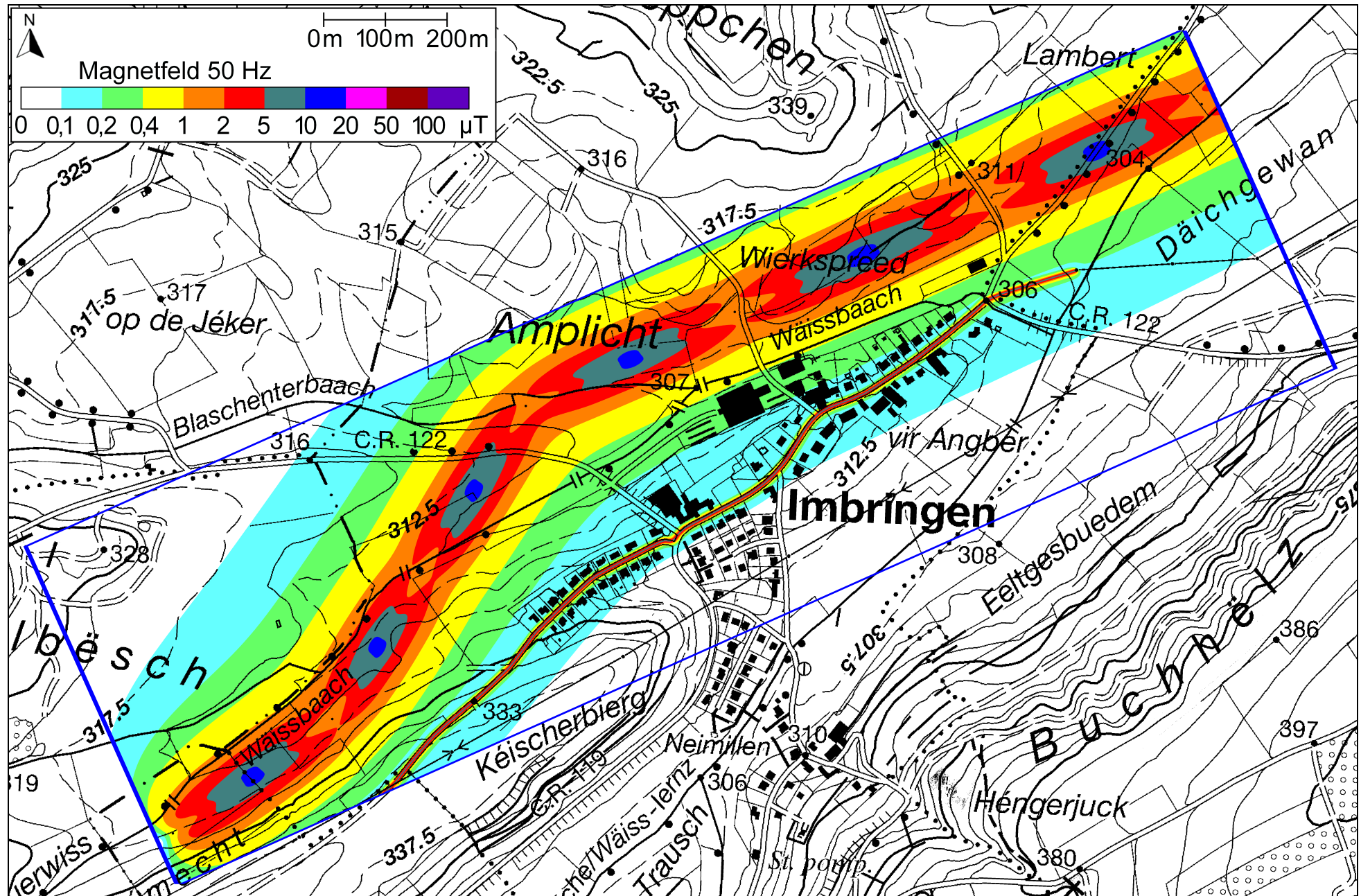
Karte 14: Immissionen Magnetfeld in 5 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 3600 A Stromführung



**Karte 15:** Immissionen Magnetfeld in 8 m Höhe über Boden, nur Freileitung, nur Stromkreis rechts aktiv mit 3600 A Stromführung

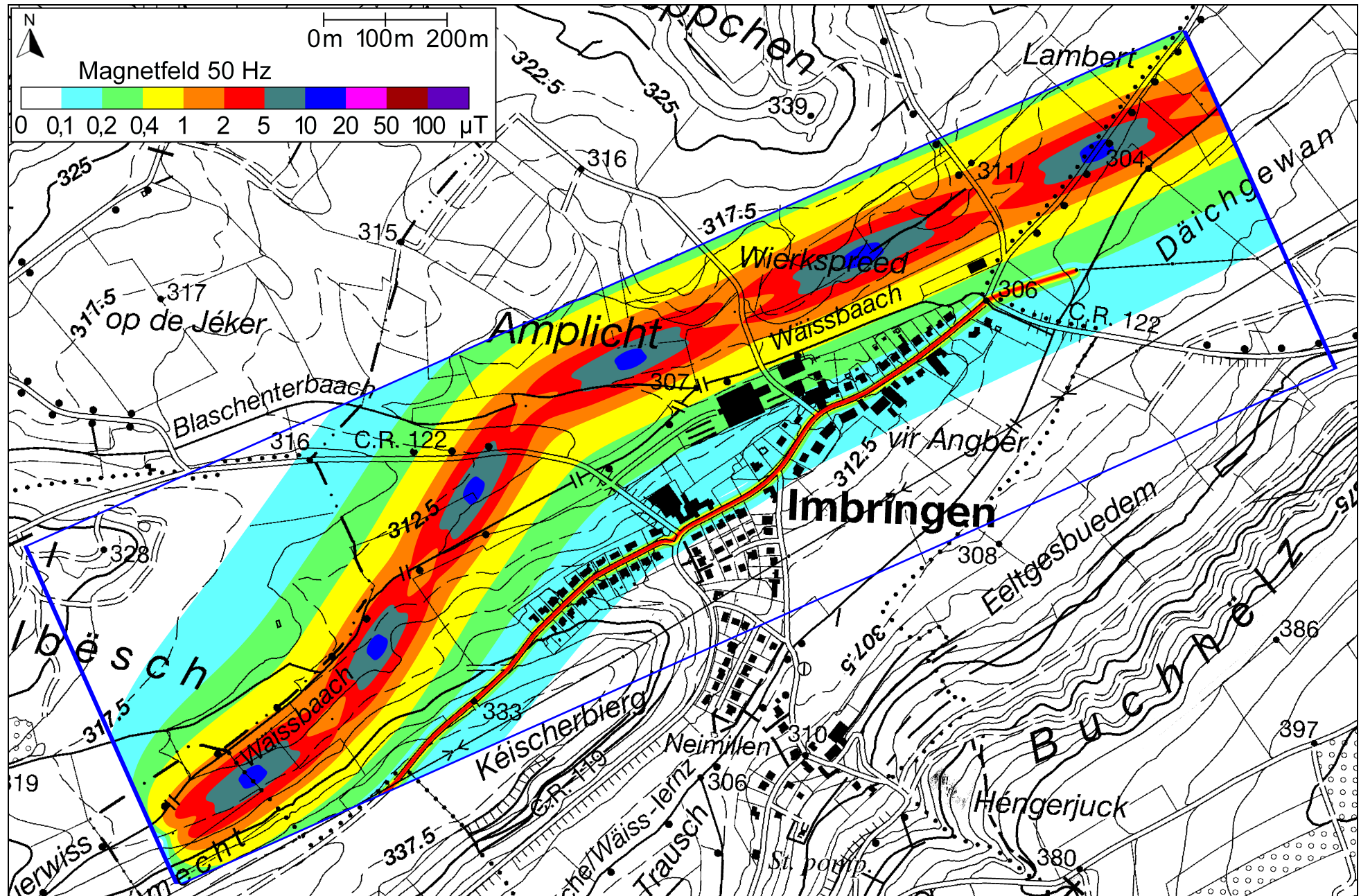


Karte 16: Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A

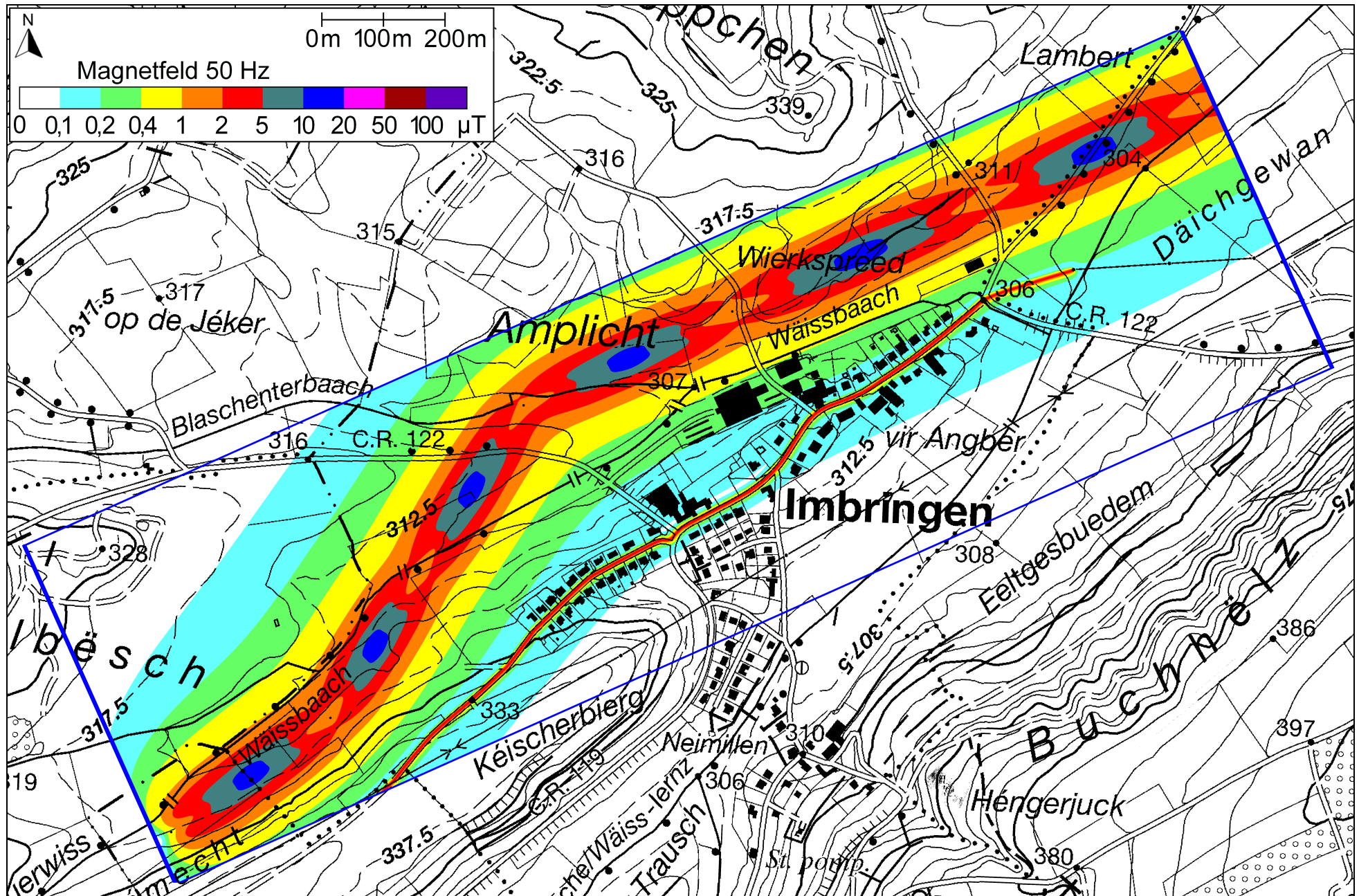


Karte 17: Magnetfeld in 0,2 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A

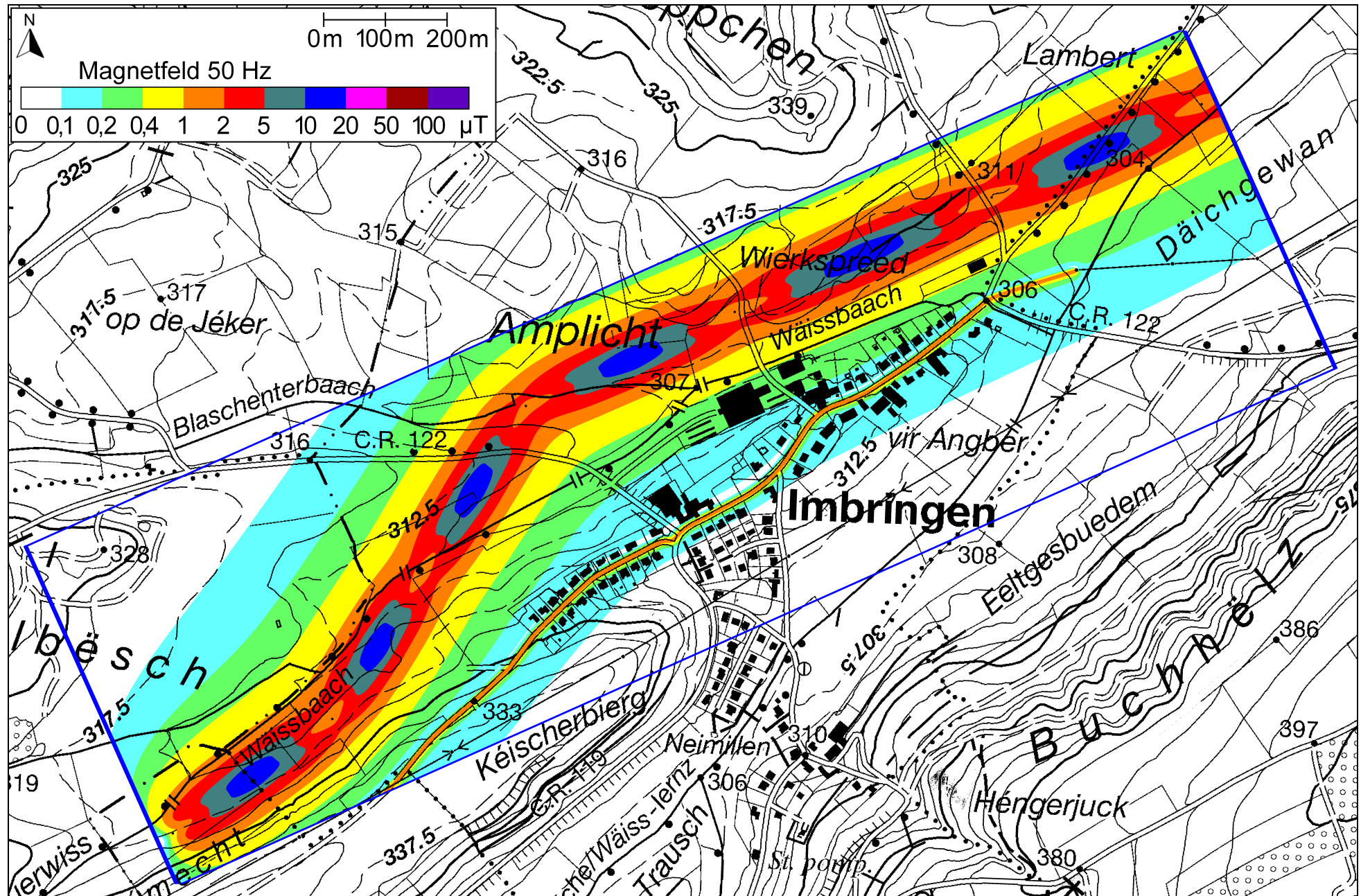




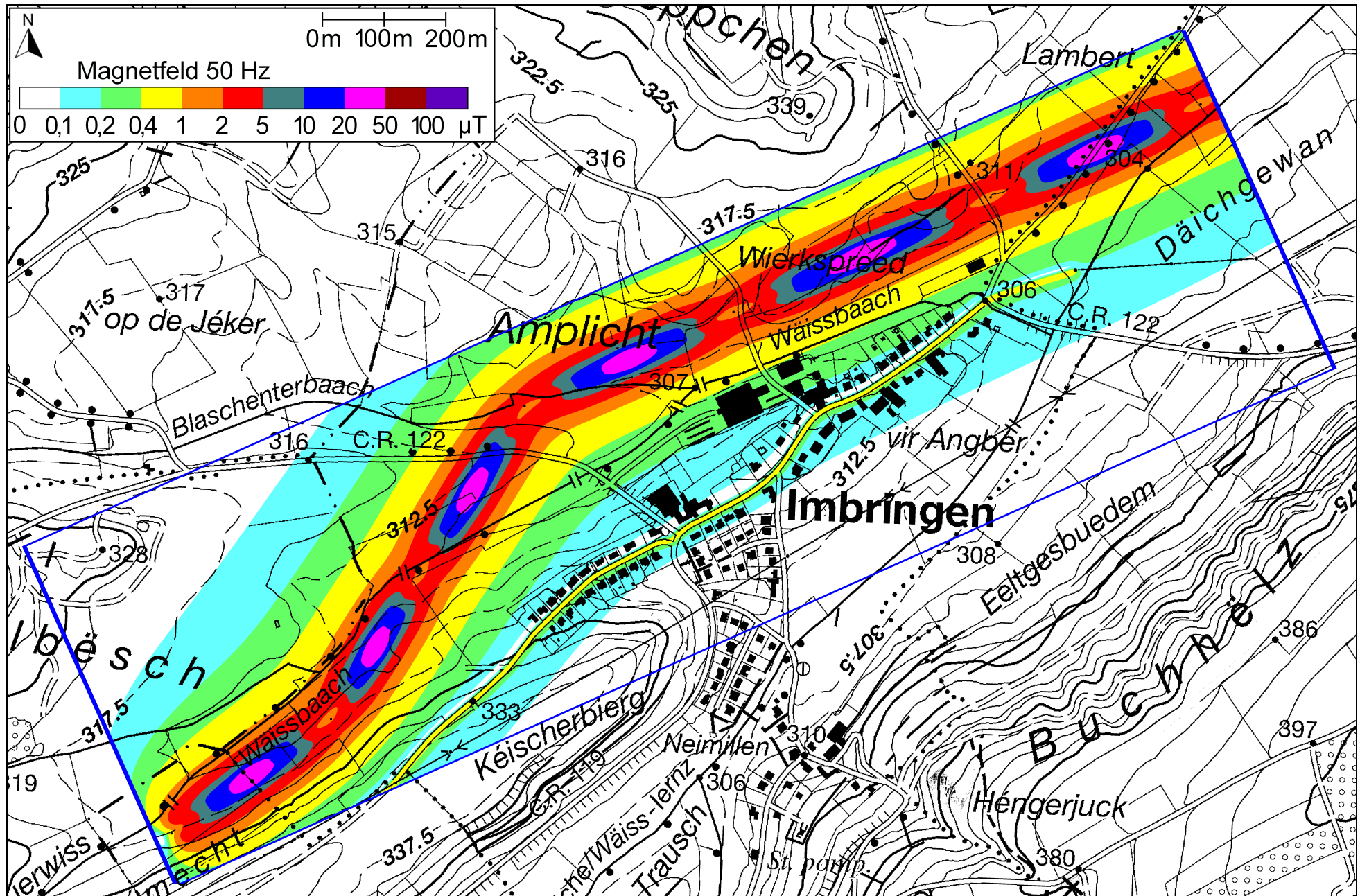
Karte 18: Magnetfeld in 0,5 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A



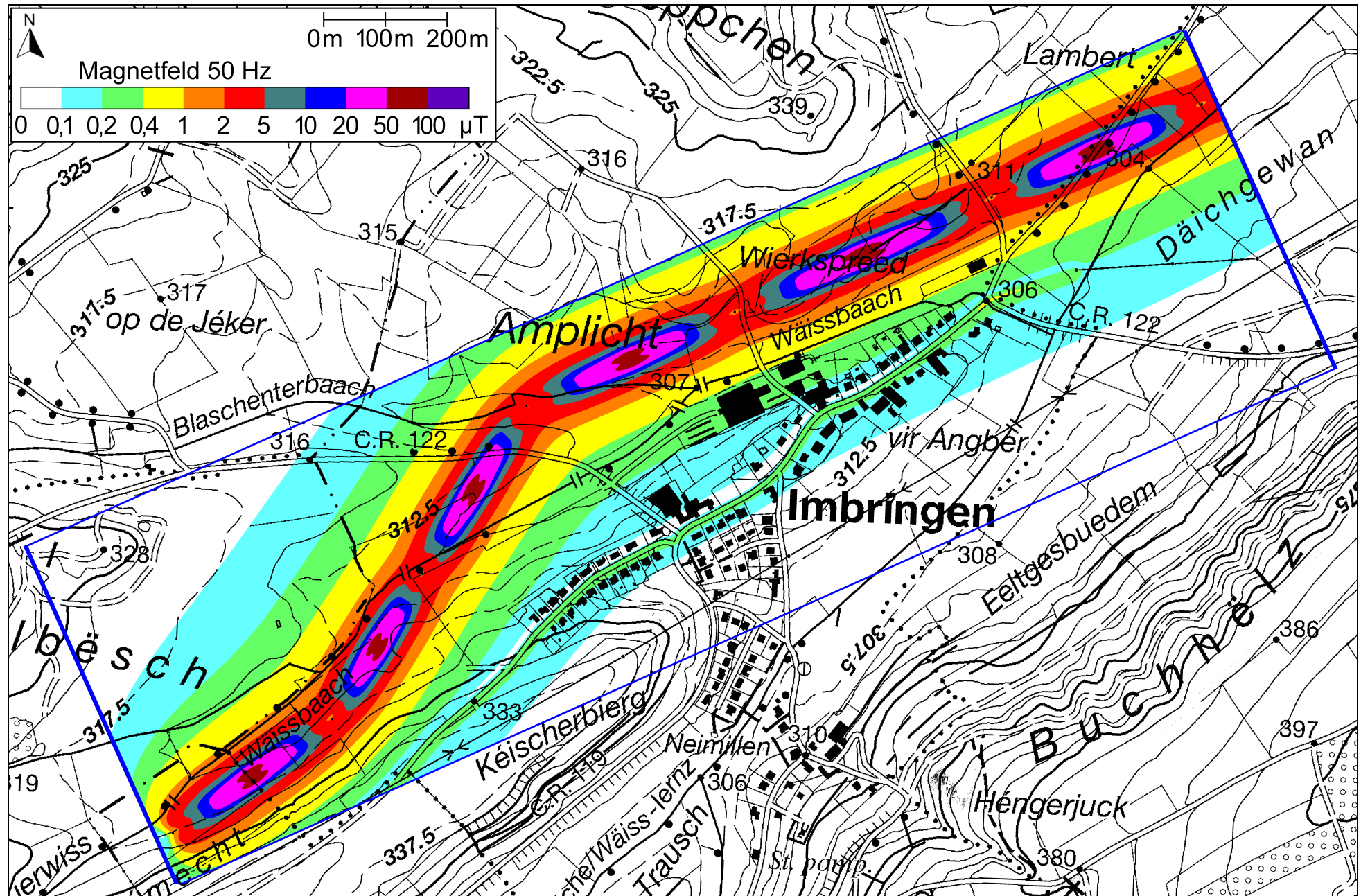
Karte 19: Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A



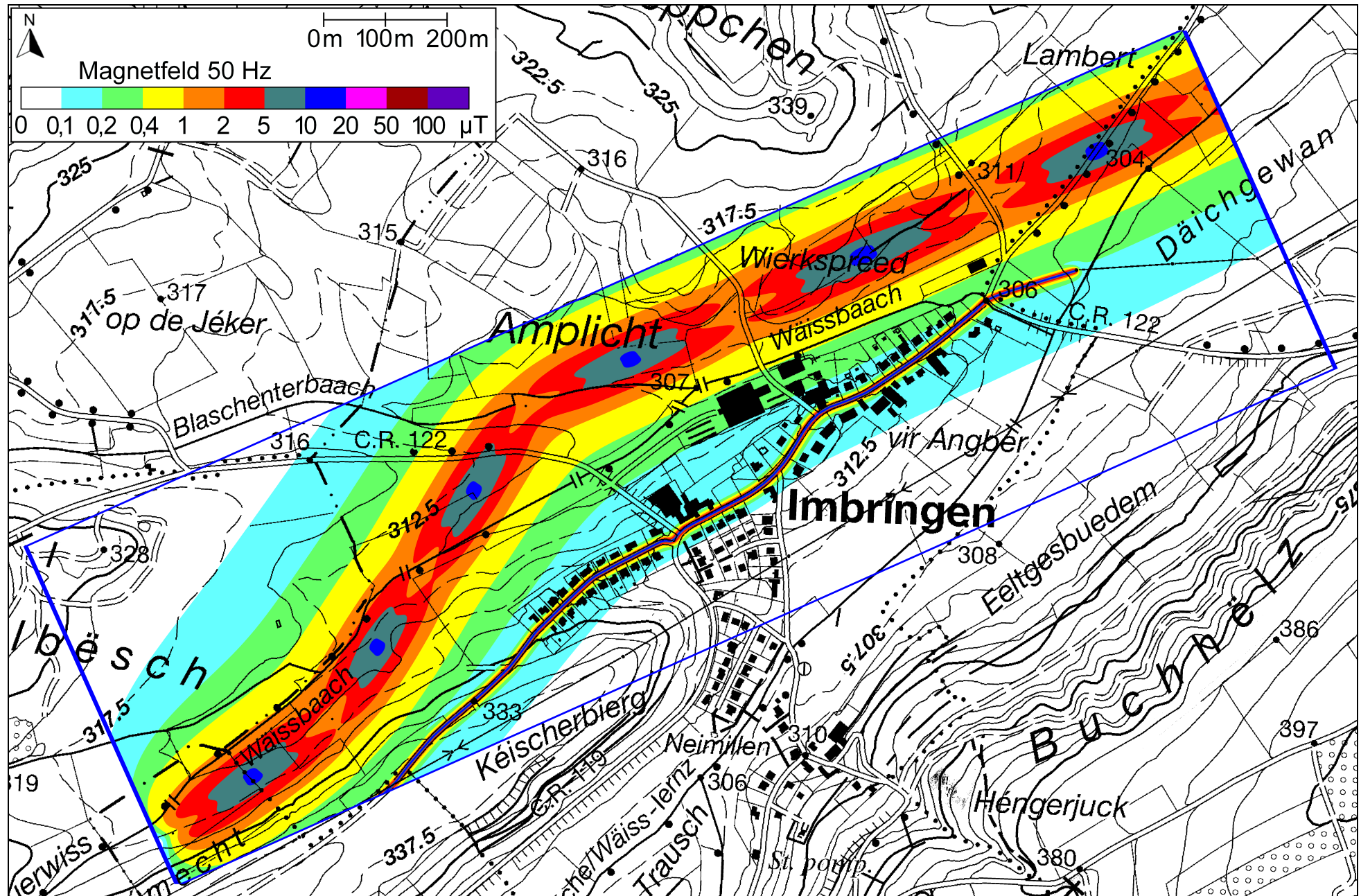
Karte 20: Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A



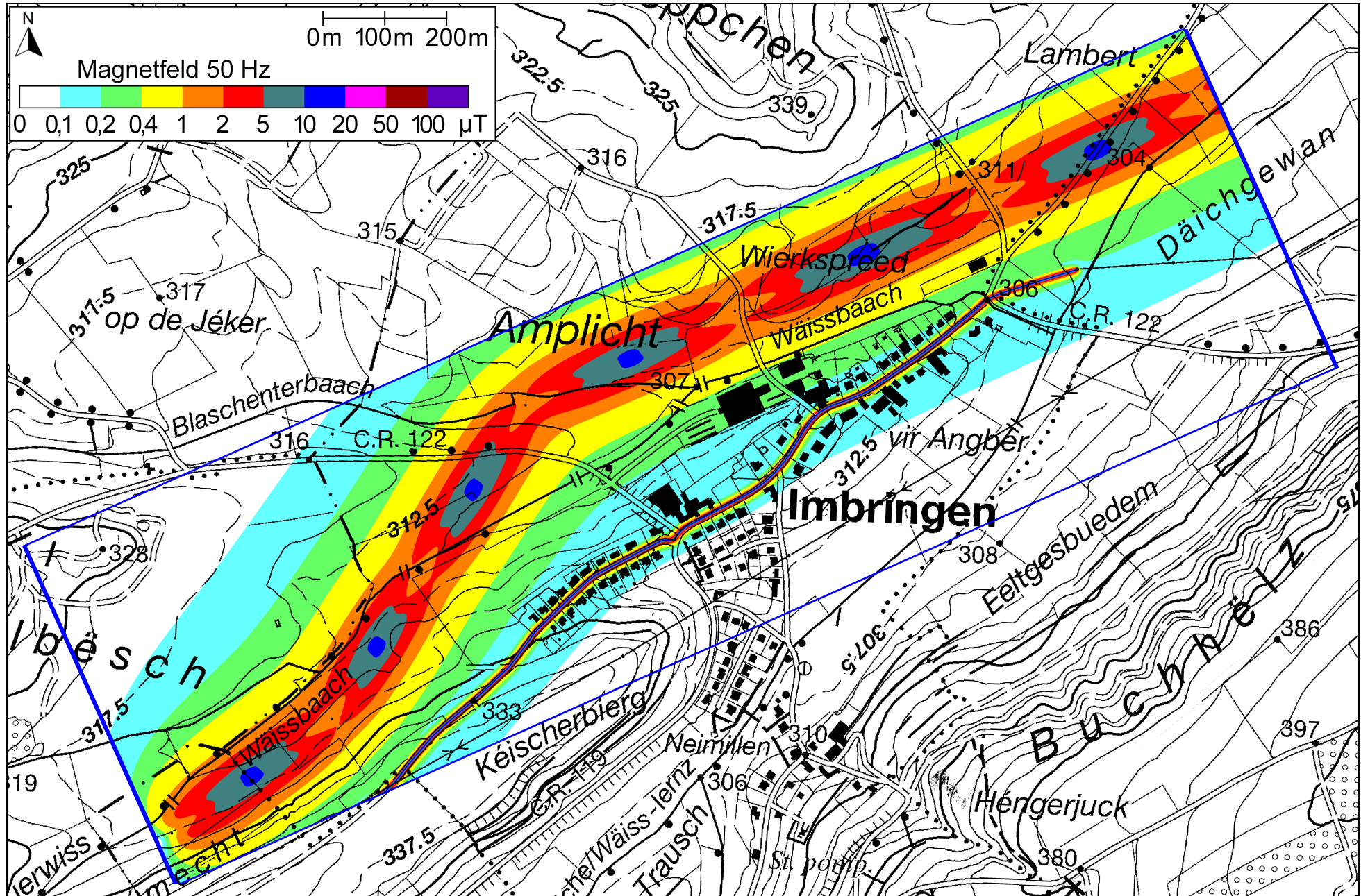
Karte 21: Magnetfeld in 5,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A



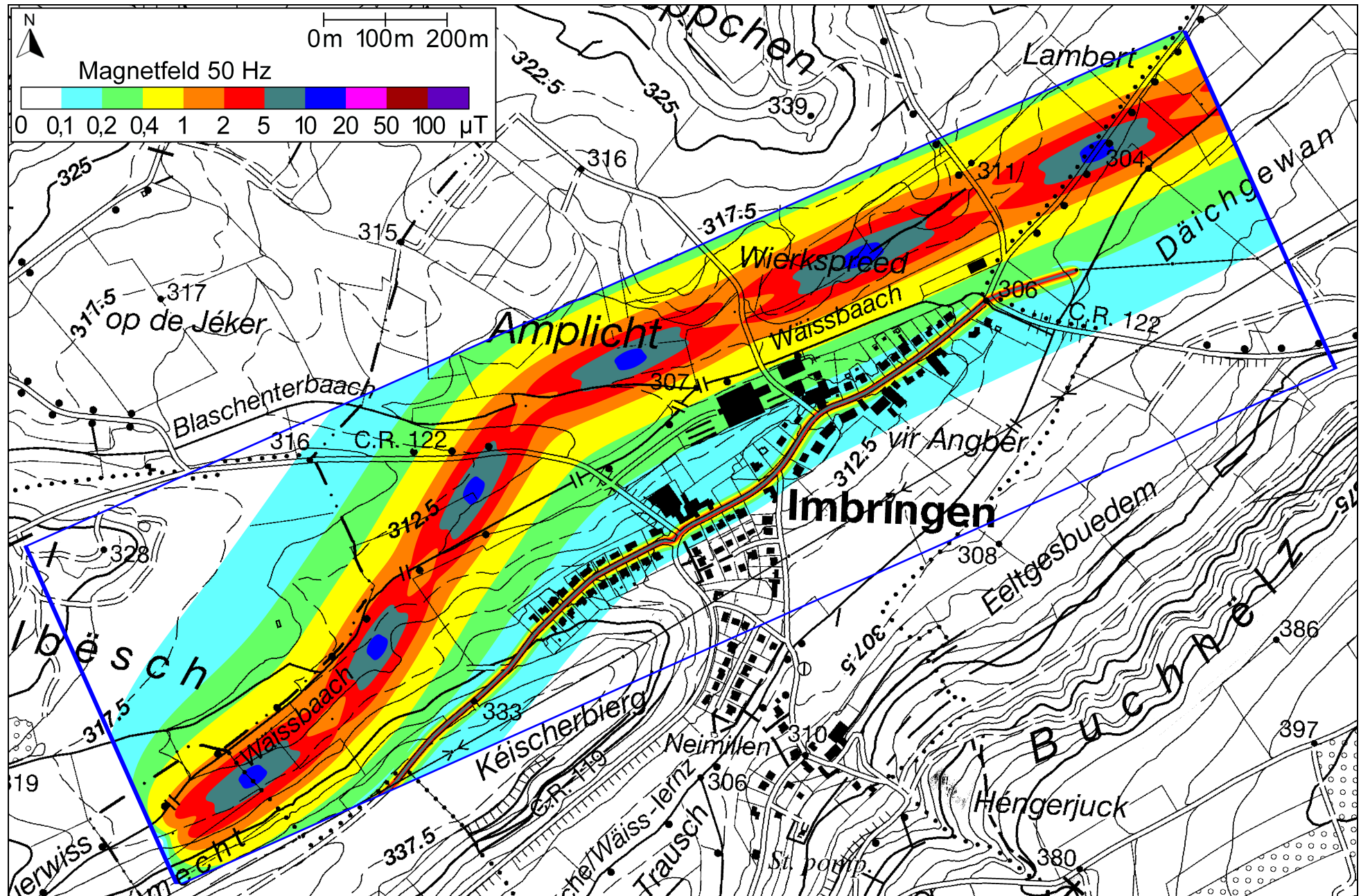
Karte 22: Magnetfeld in 8,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A



Karte 23: Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A

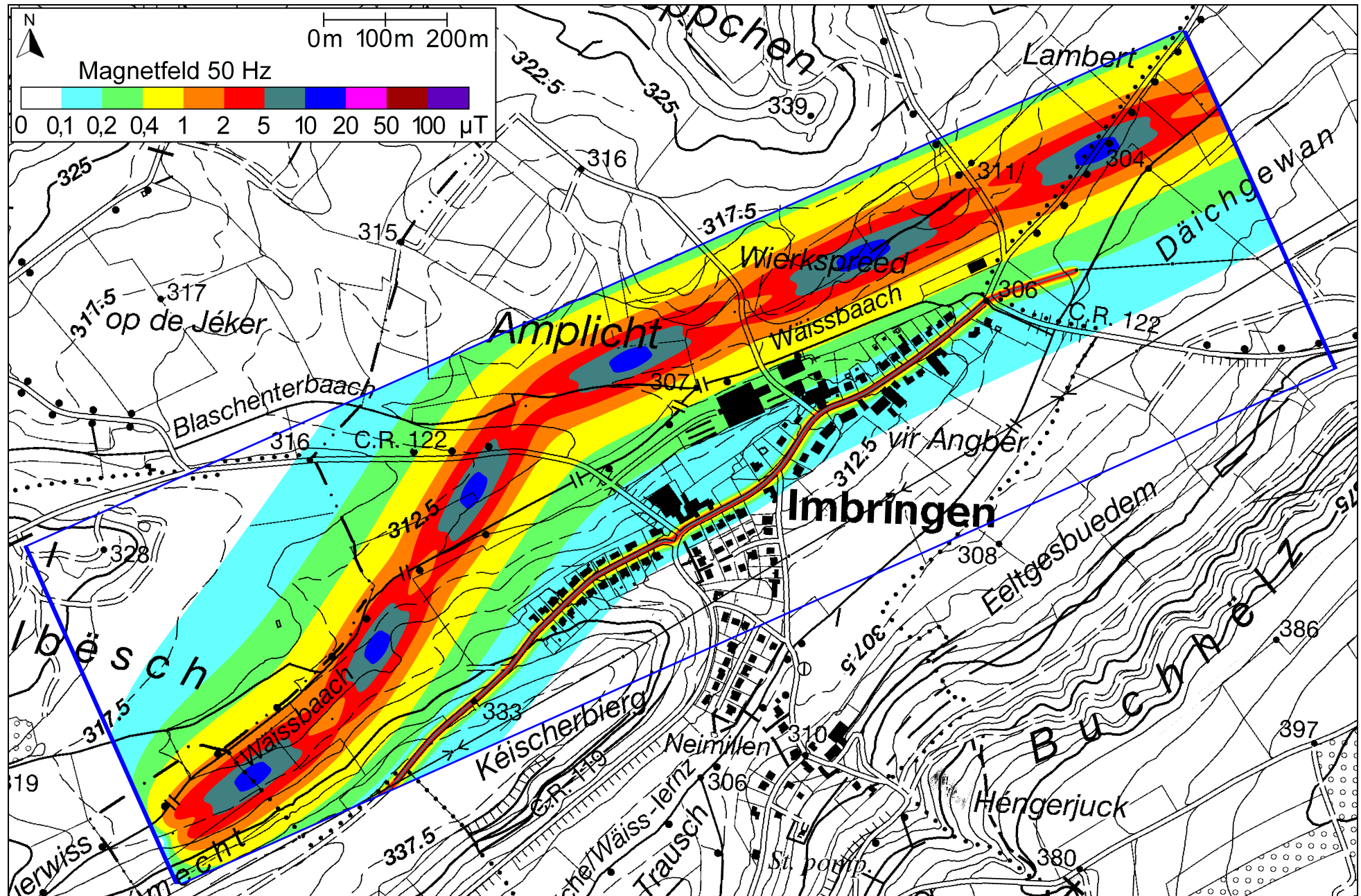


Karte 24: Magnetfeld in 0,2 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A

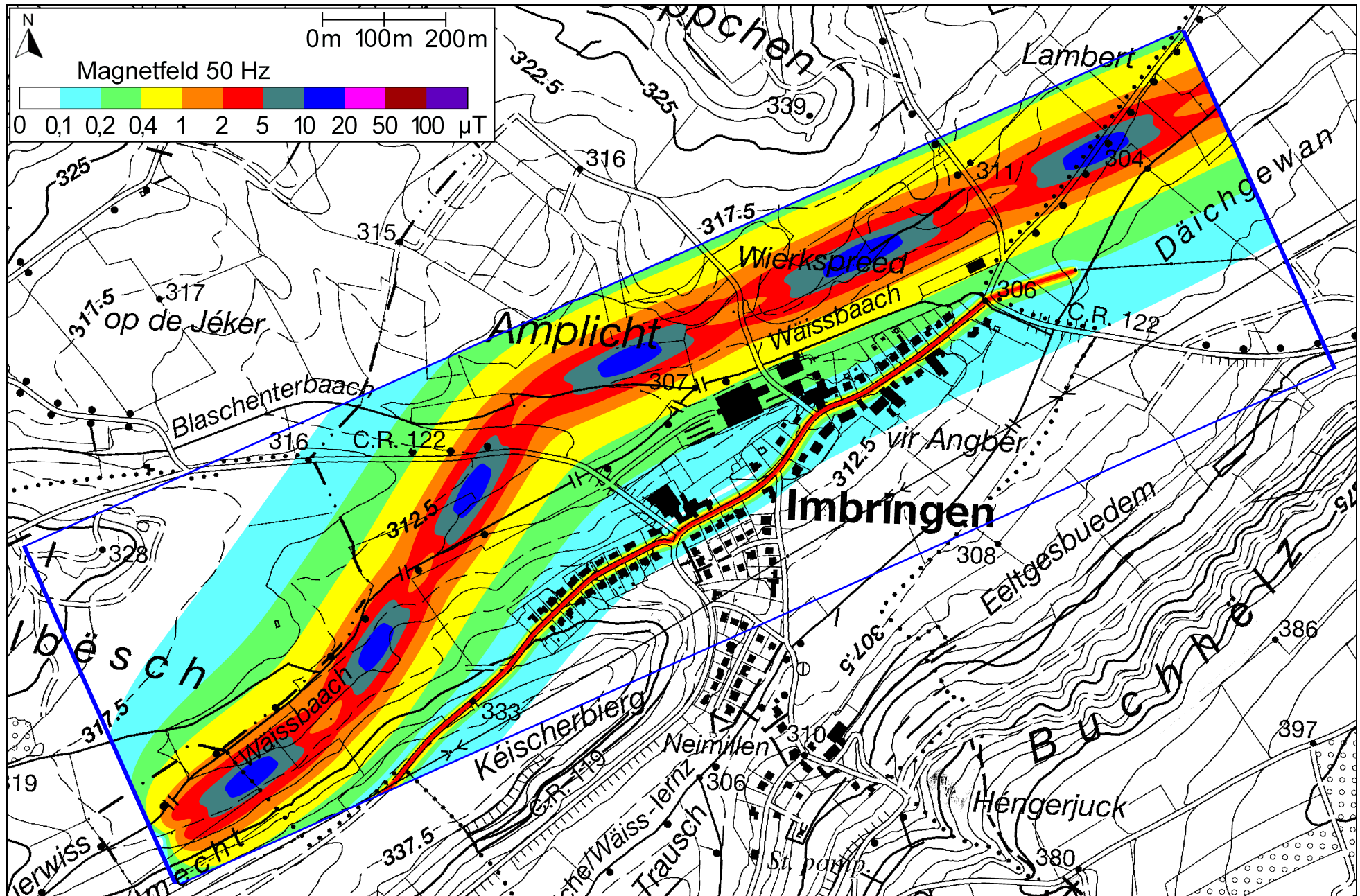


Karte 25: Magnetfeld in 0,5 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A

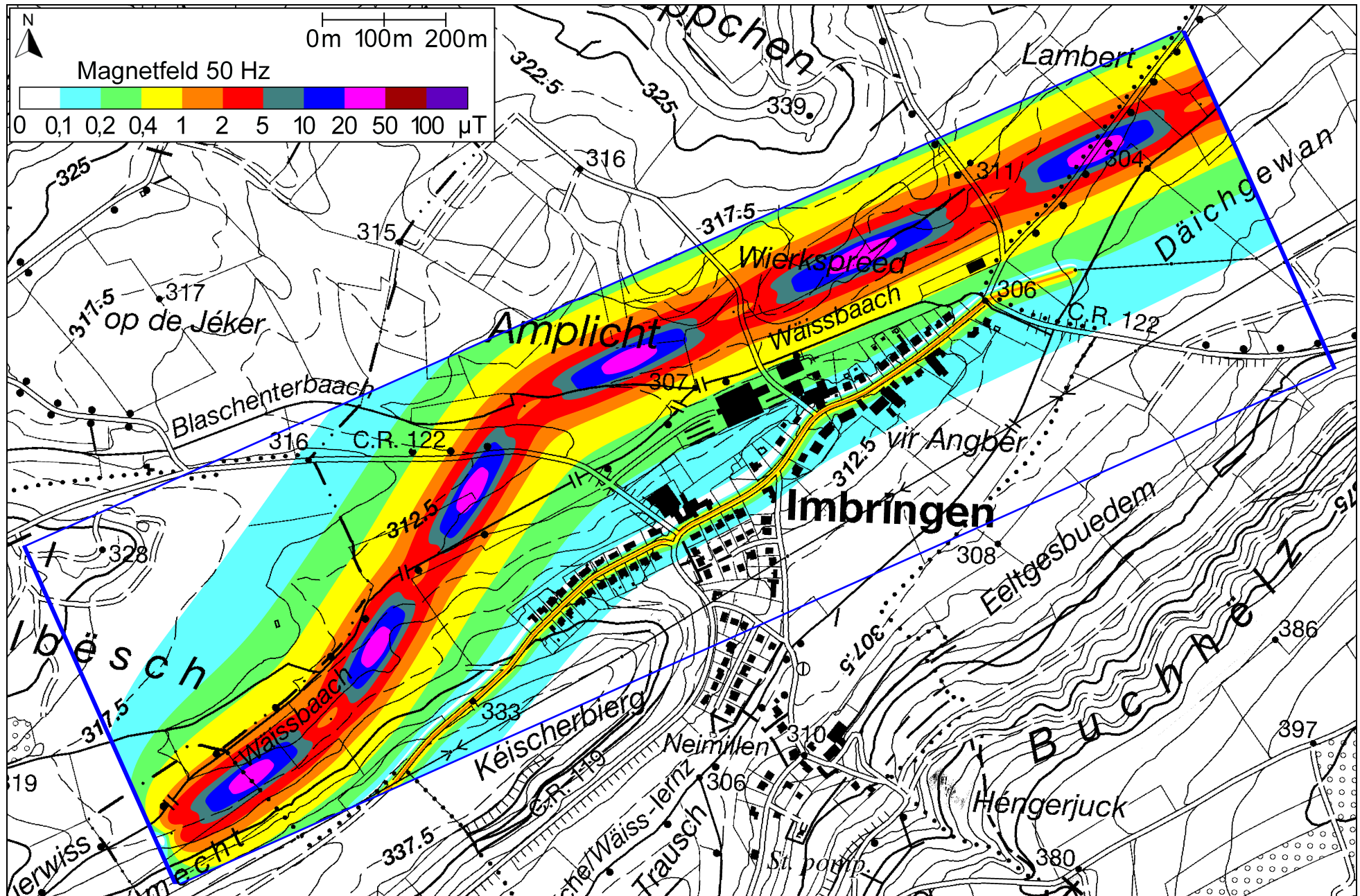




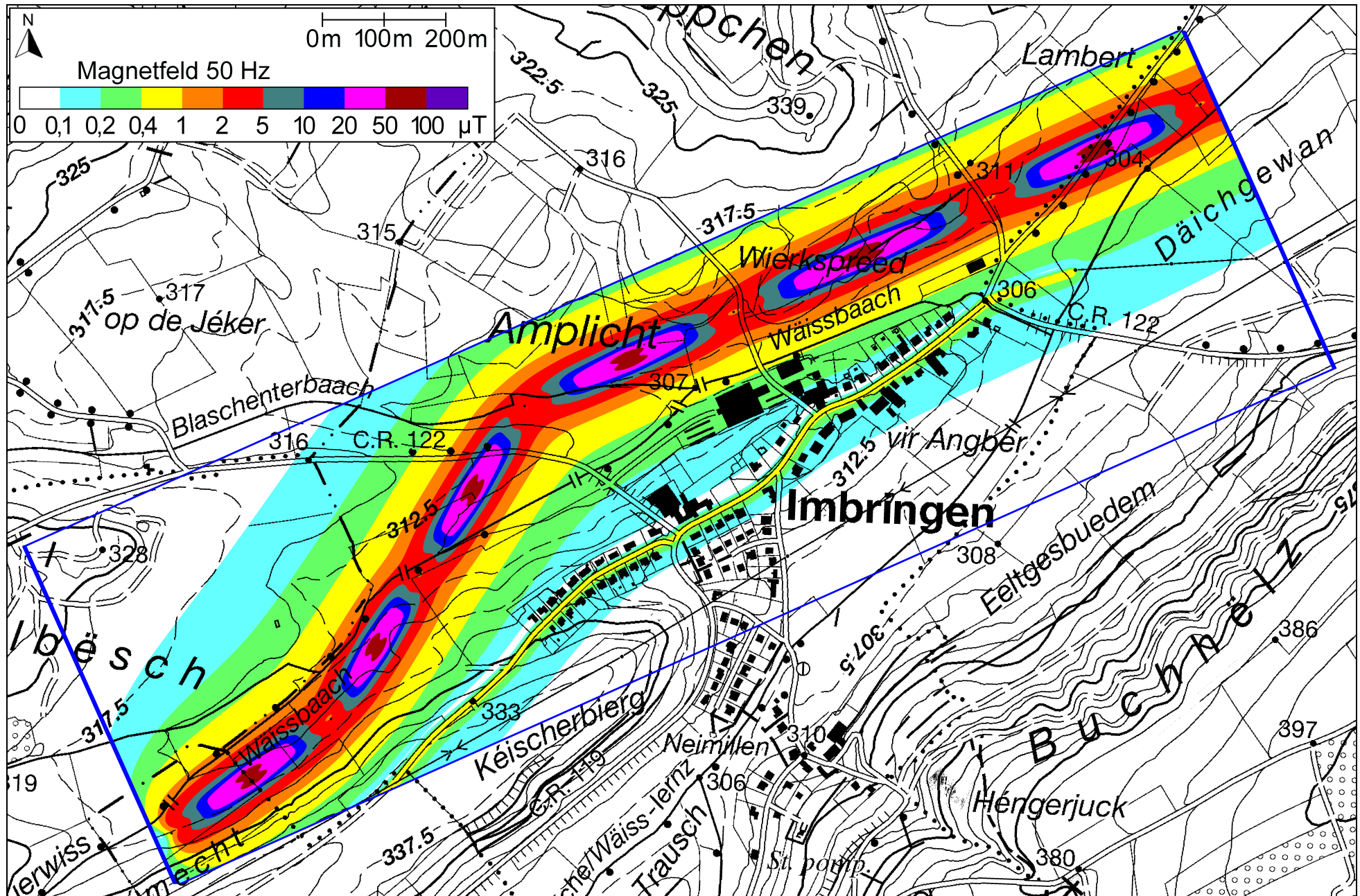
Karte 26: Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A



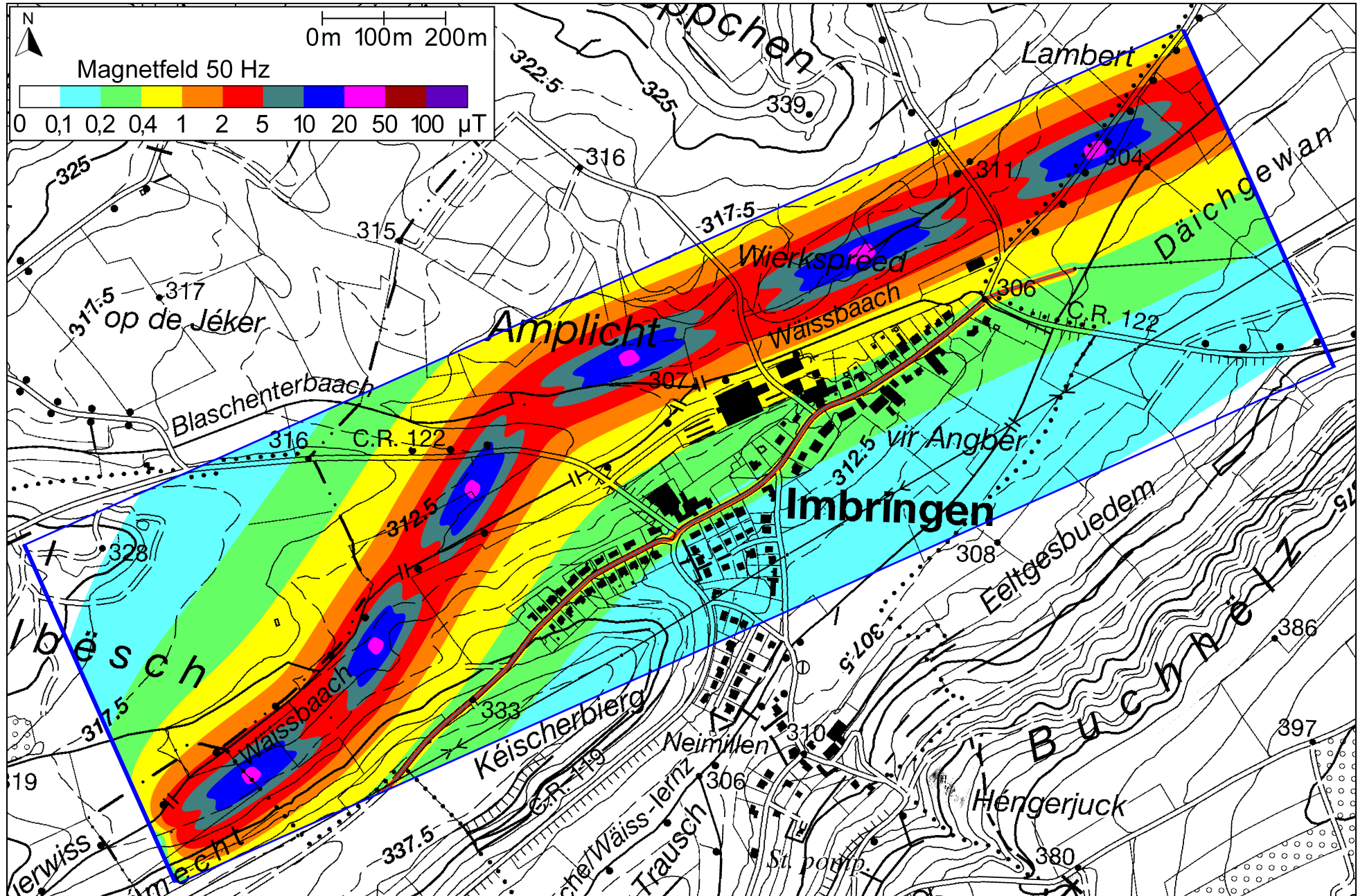
Karte 27: Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A



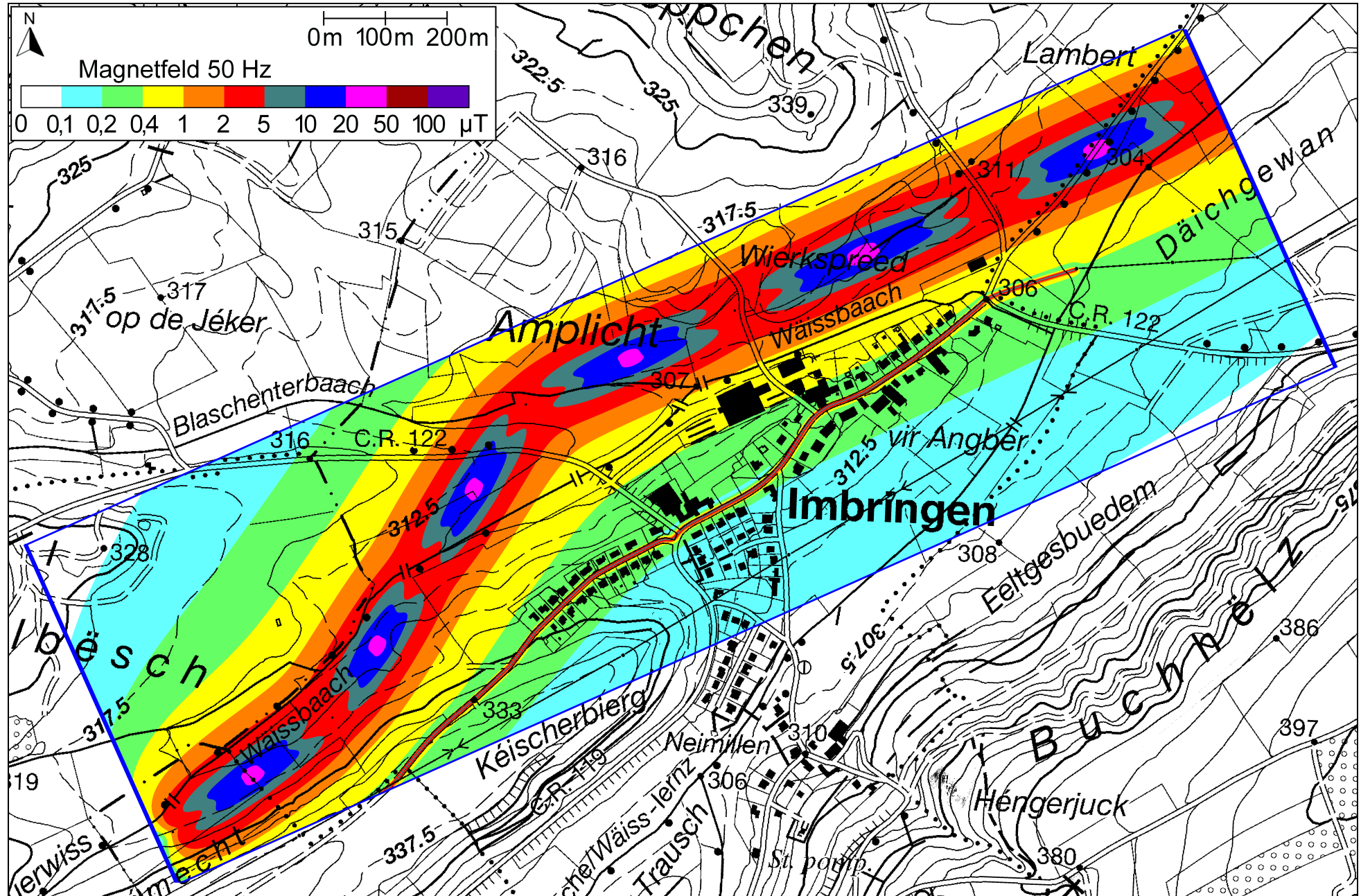
Karte 28: Magnetfeld in 5,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A



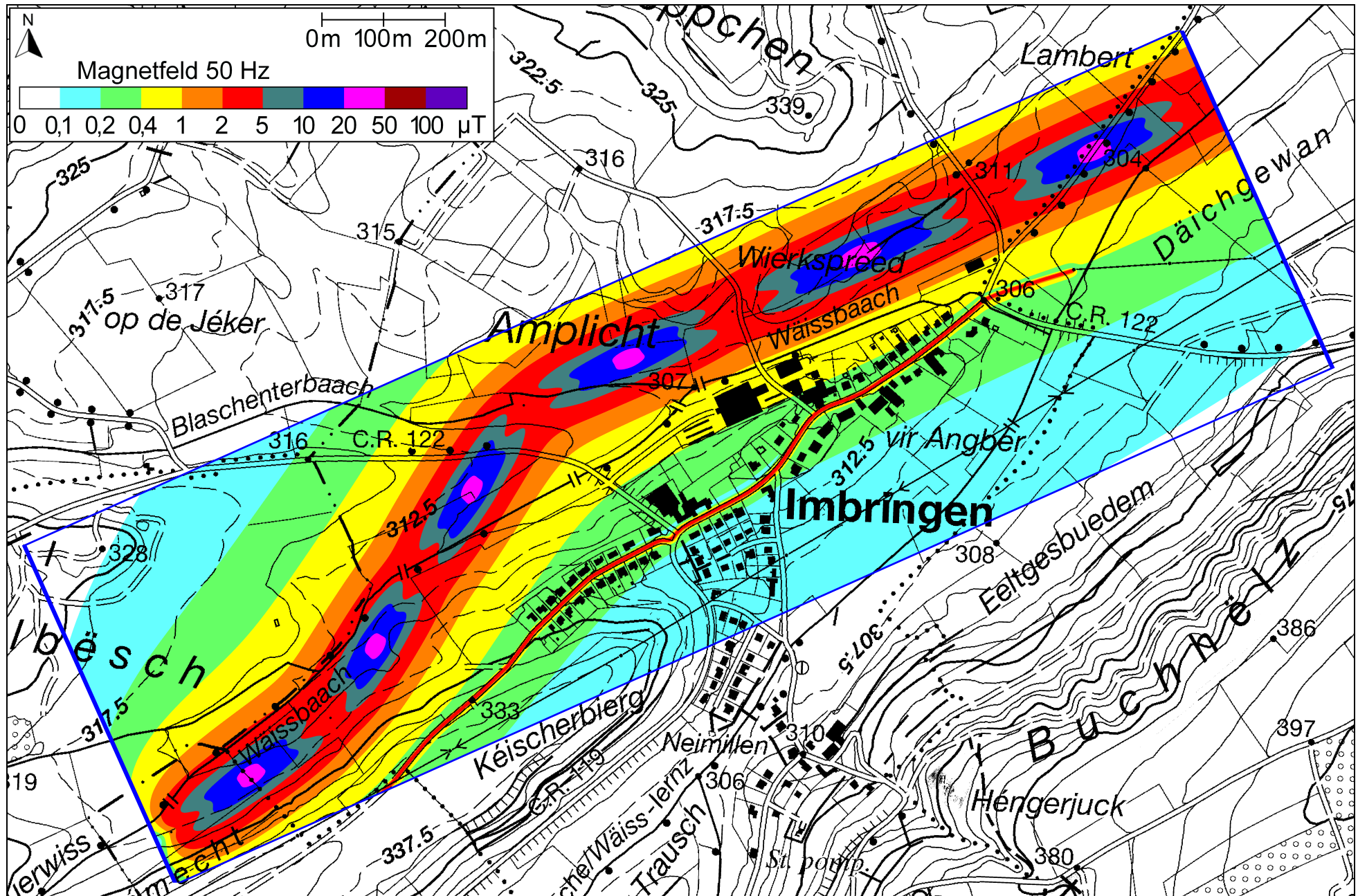
Karte 29: Magnetfeld in 8,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 1800 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A



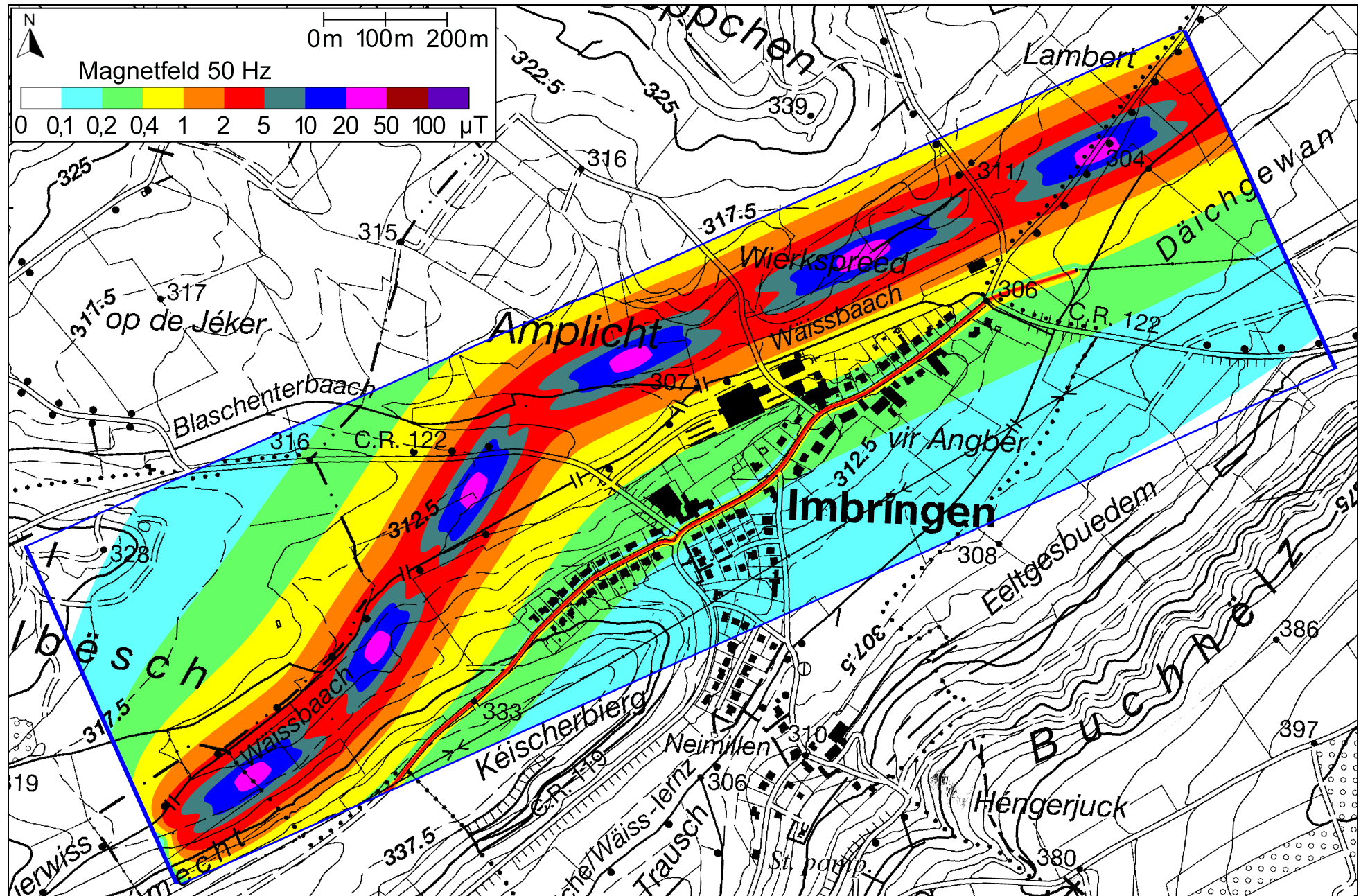
Karte 30: Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A



Karte 31: Magnetfeld in 0,2 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A

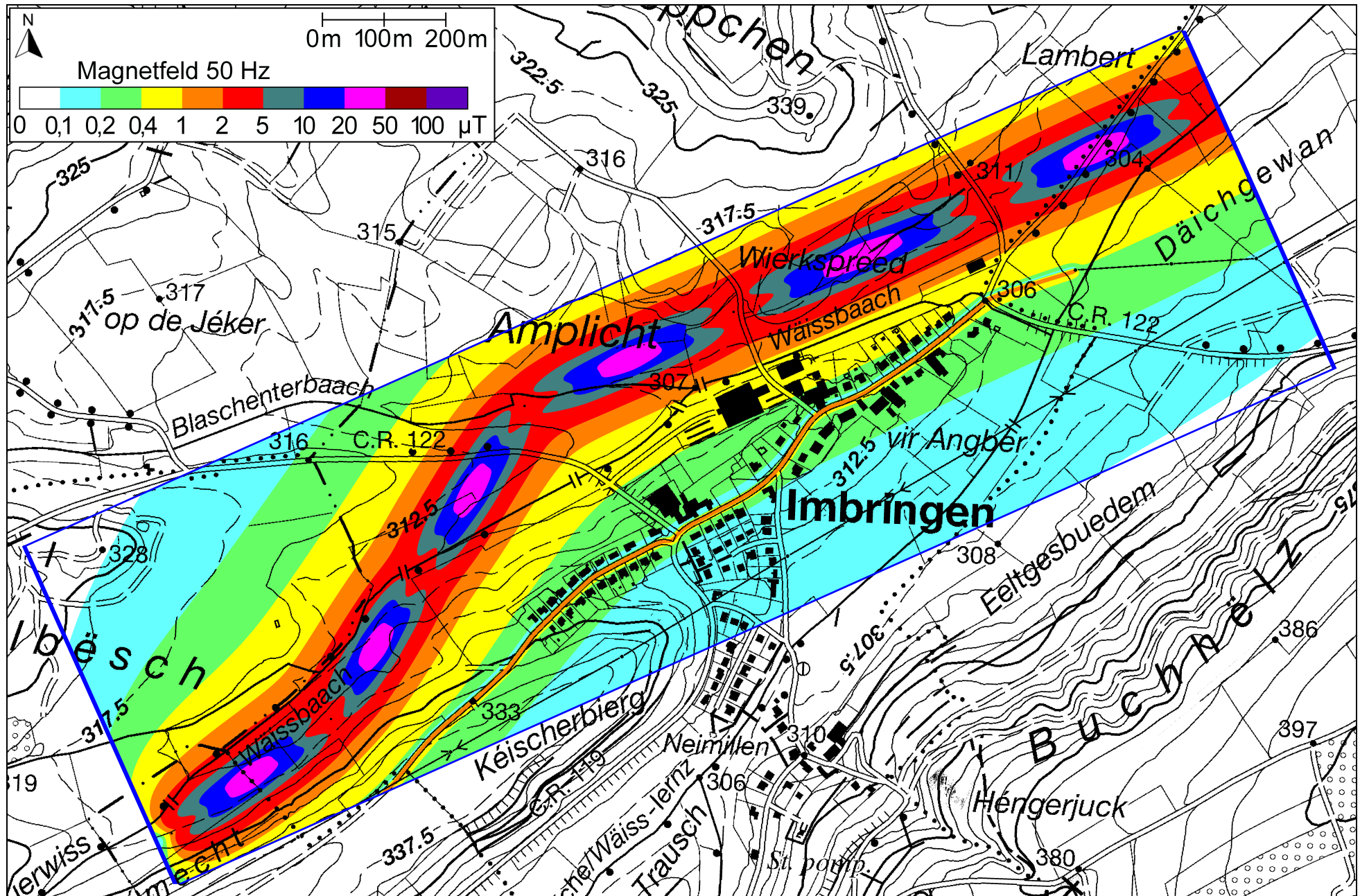


Karte 32: Magnetfeld in 0,5 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A

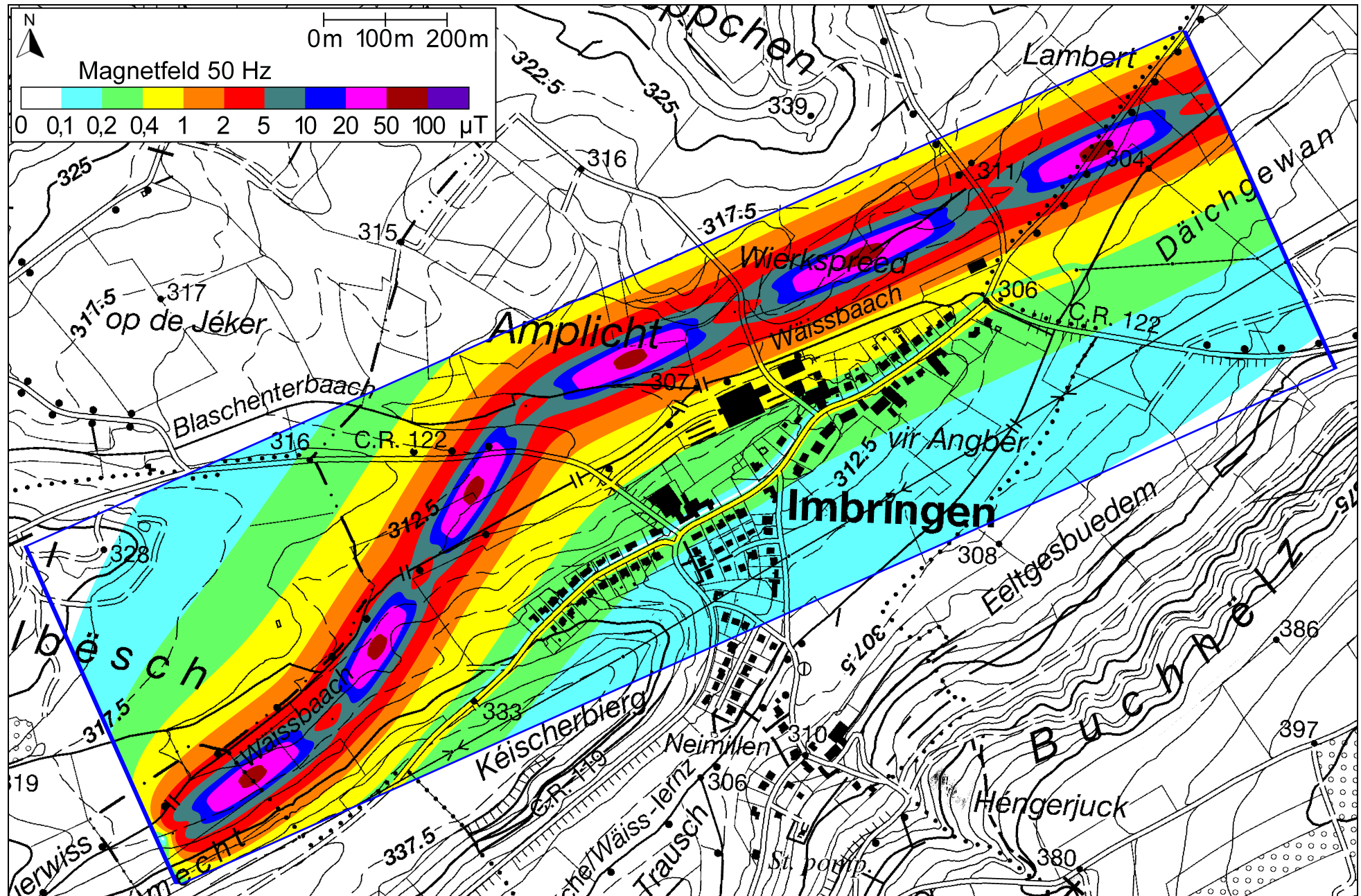


Karte 33: Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A

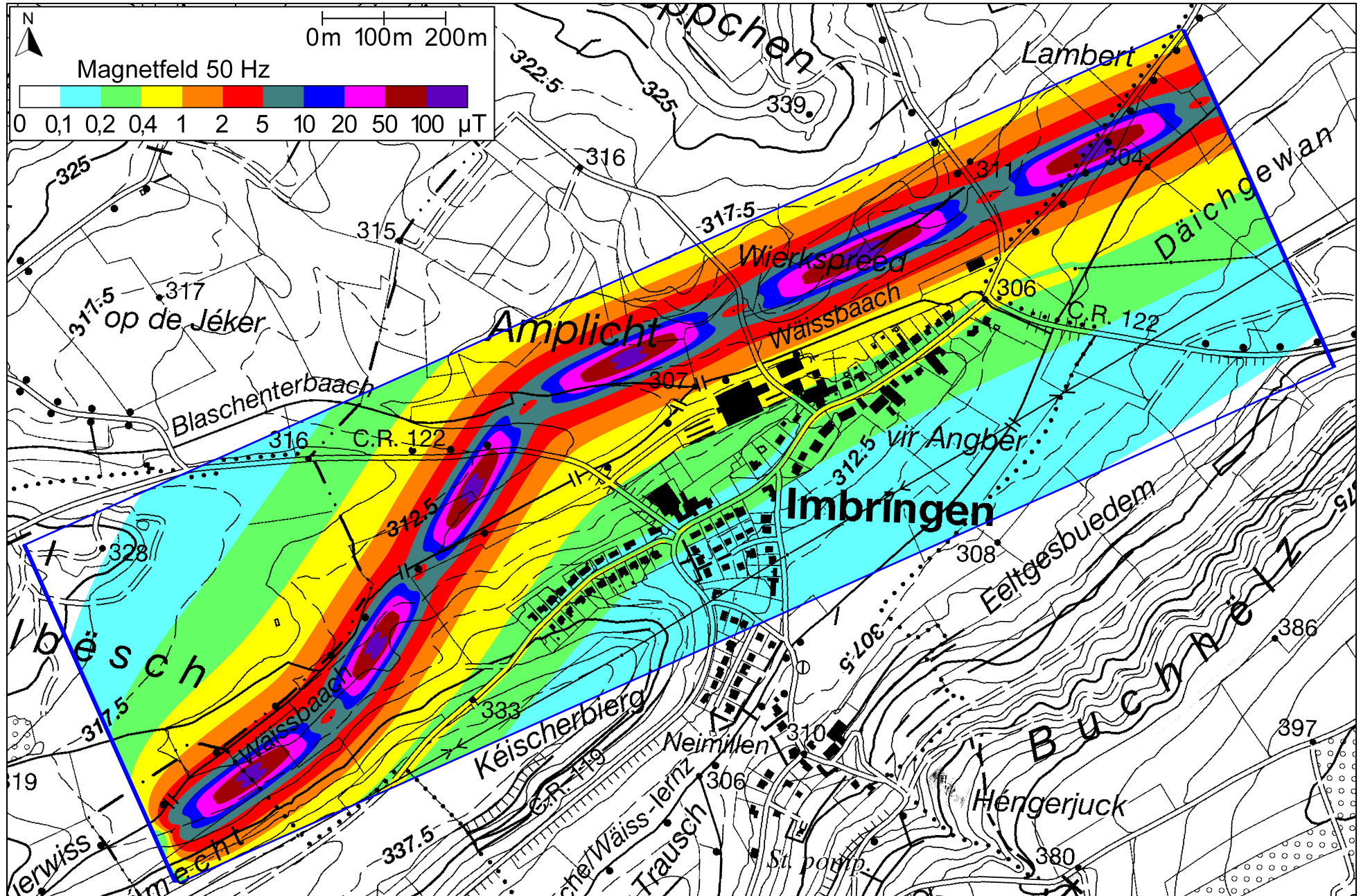




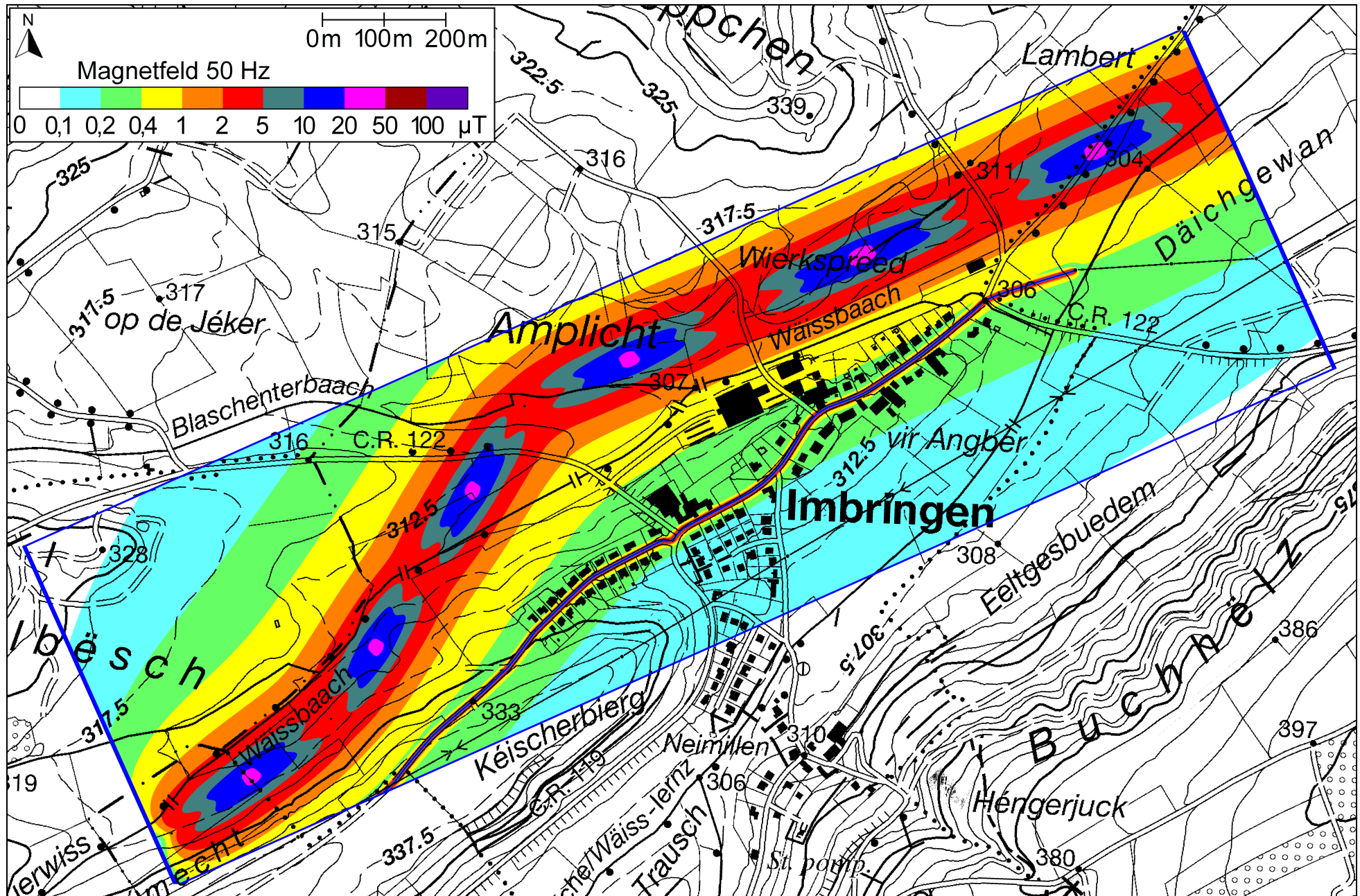
Karte 34: Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A



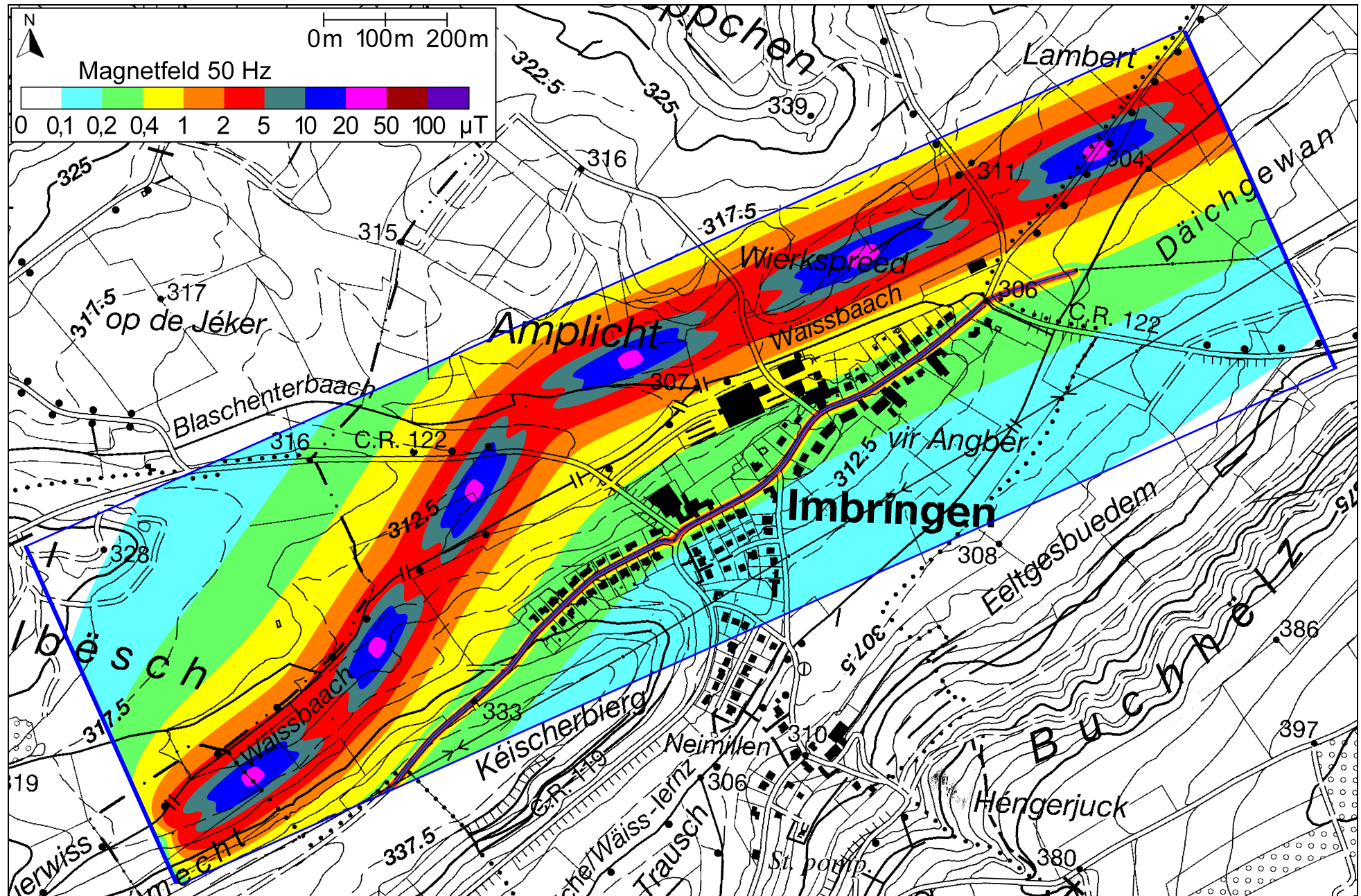
Karte 35: Magnetfeld in 5,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A



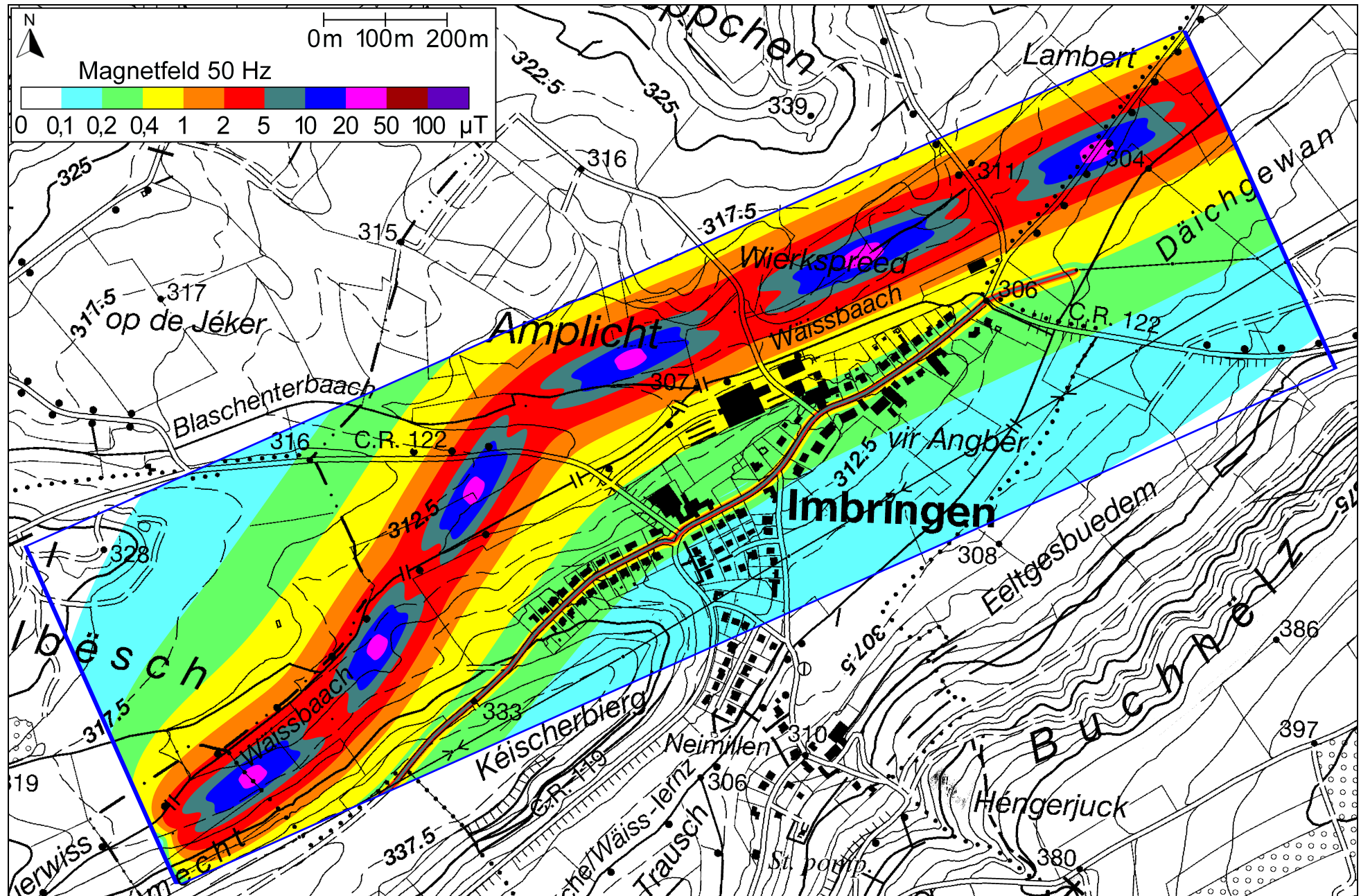
Karte 36: Magnetfeld in 8,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 322,5 A und 1 x 162,5 A



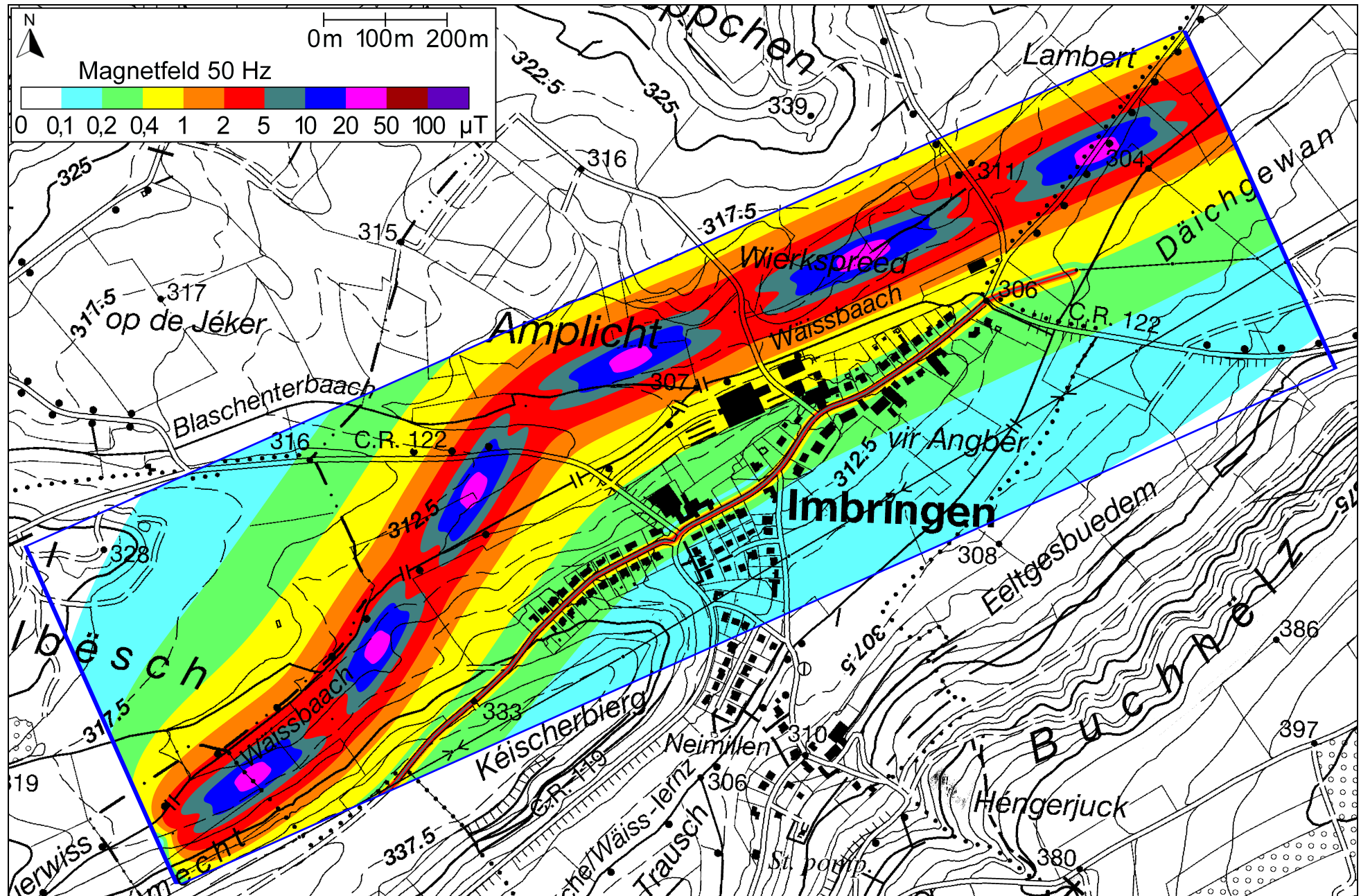
Karte 37: Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A



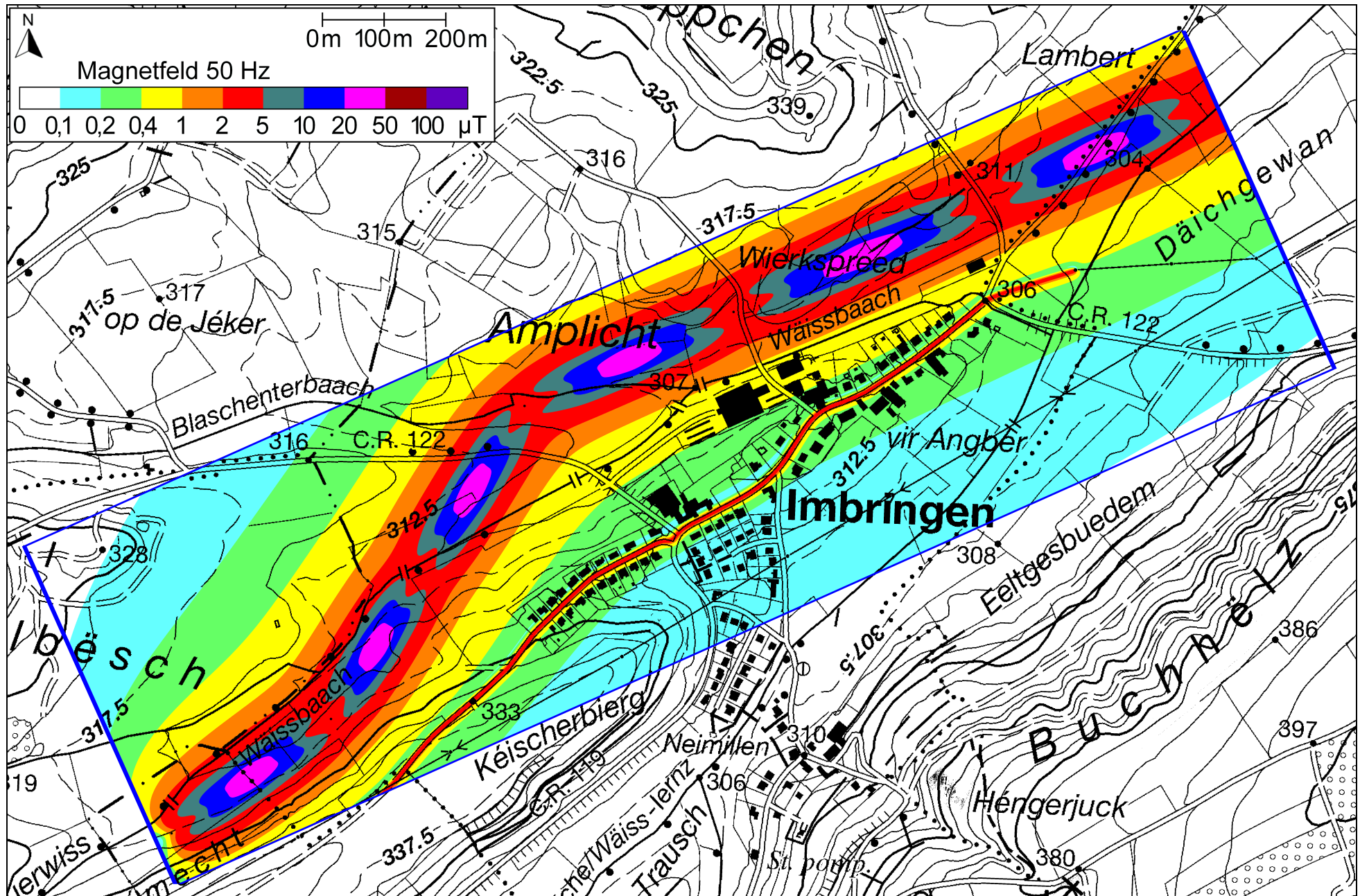
Karte 38: Magnetfeld in 0,2 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A



Karte 39: Magnetfeld in 0,5 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A

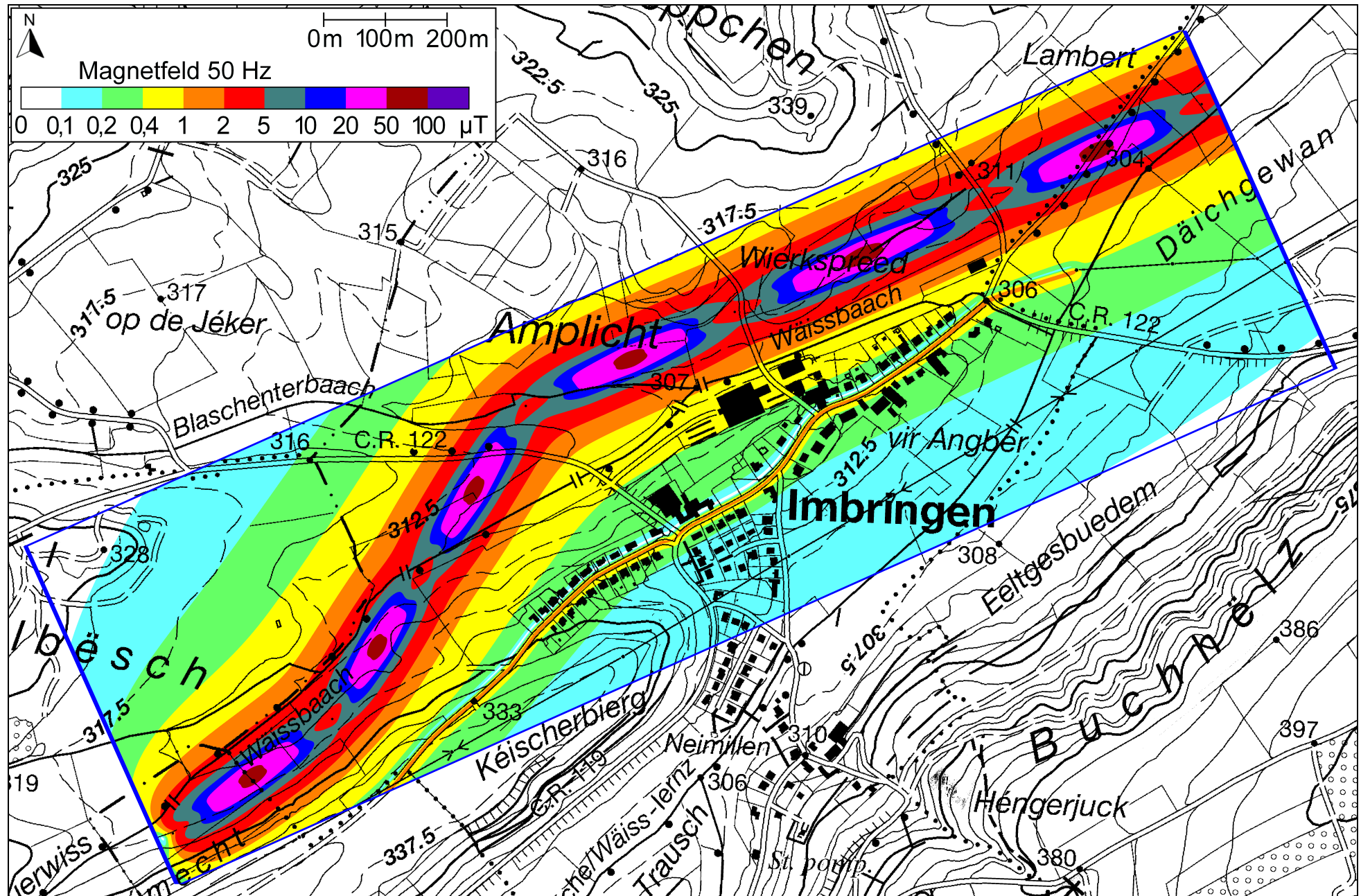


Karte 40: Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A

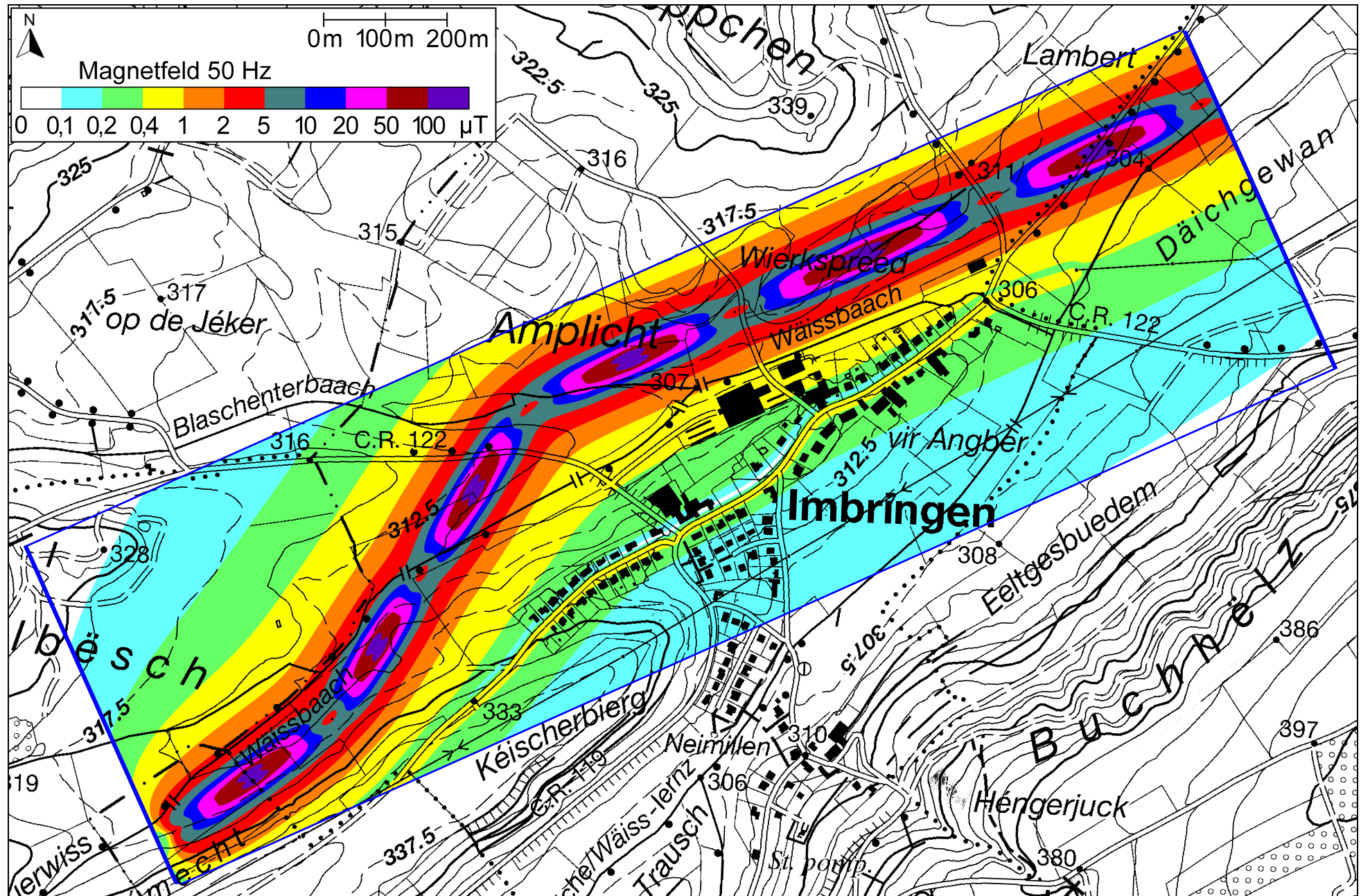


Karte 41: Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A

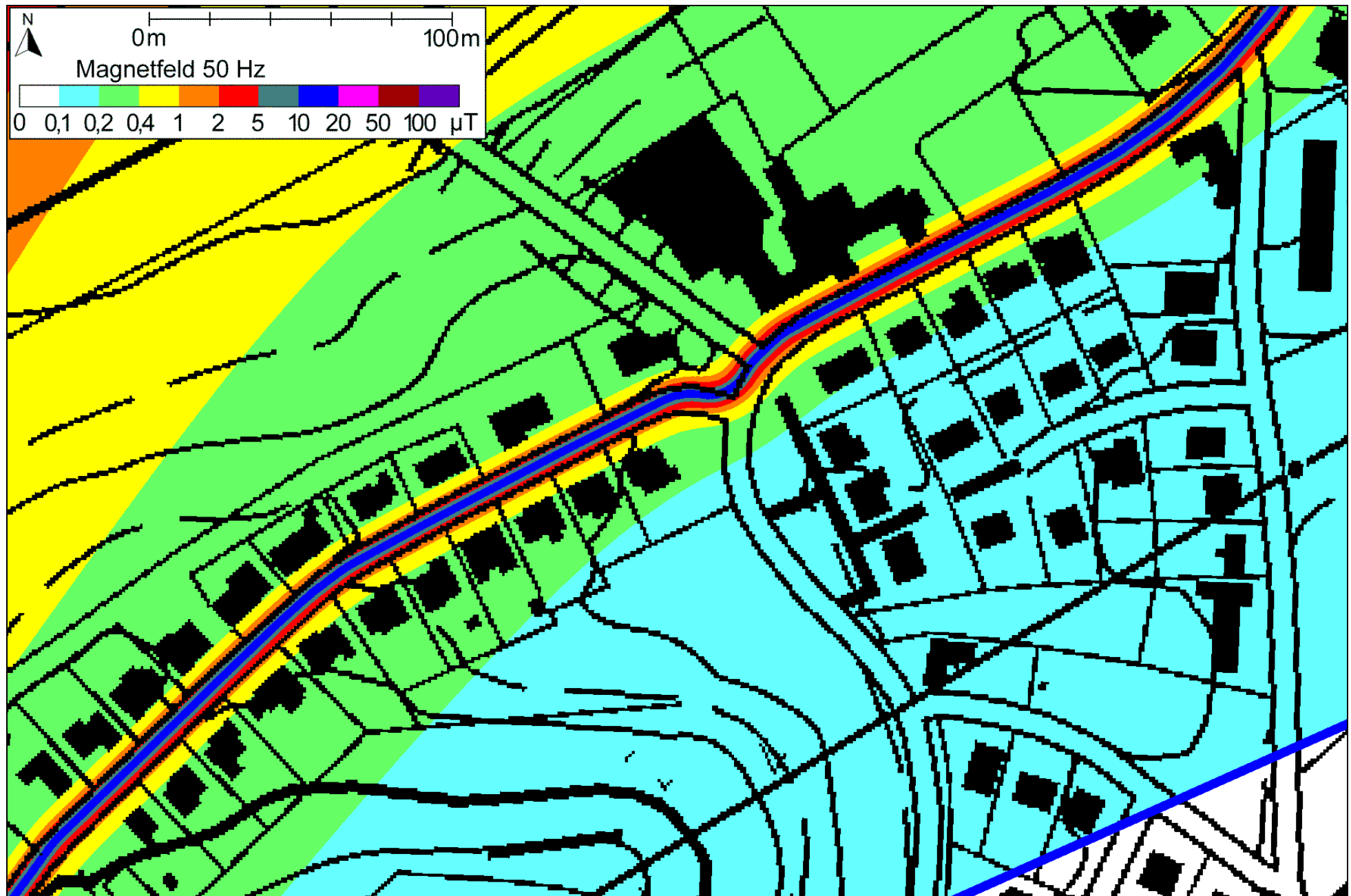




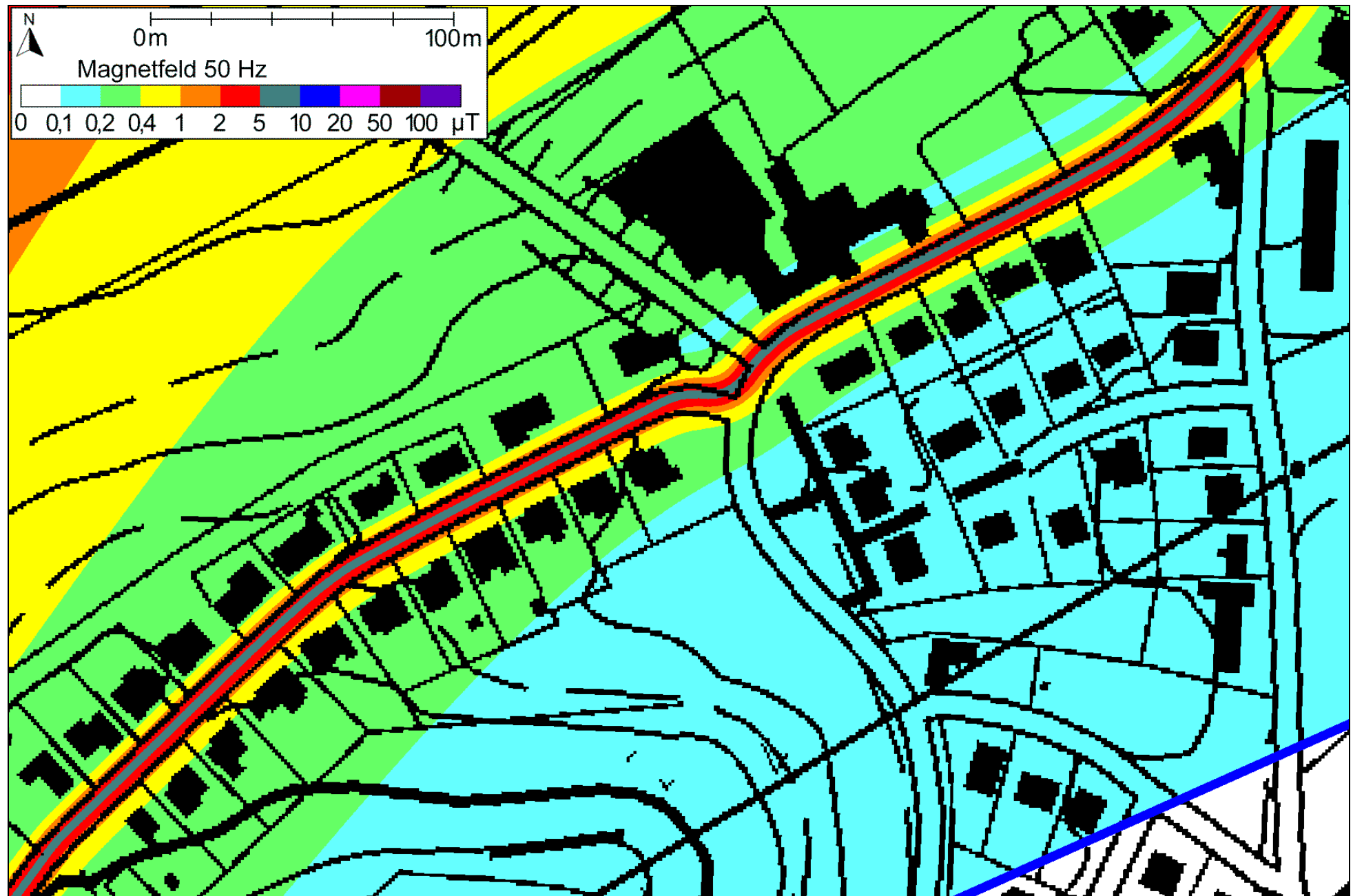
Karte 42: Magnetfeld in 5,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A



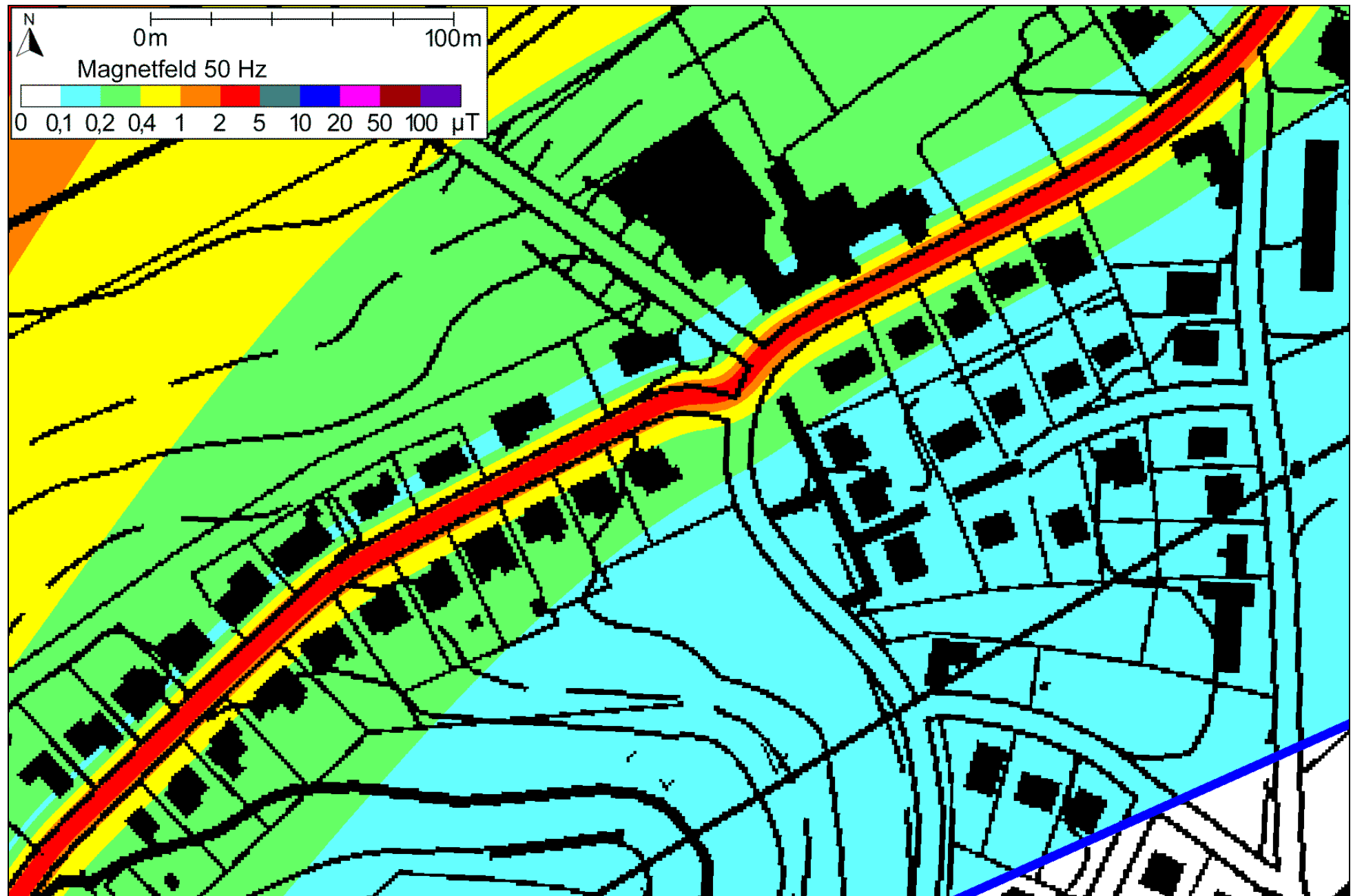
Karte 43: Magnetfeld in 8,0 m Höhe über Boden, Freileitung 2 Stromkreise aktiv mit je 3600 A, Erdkabel 2 x 645 A und 1 x 325 A



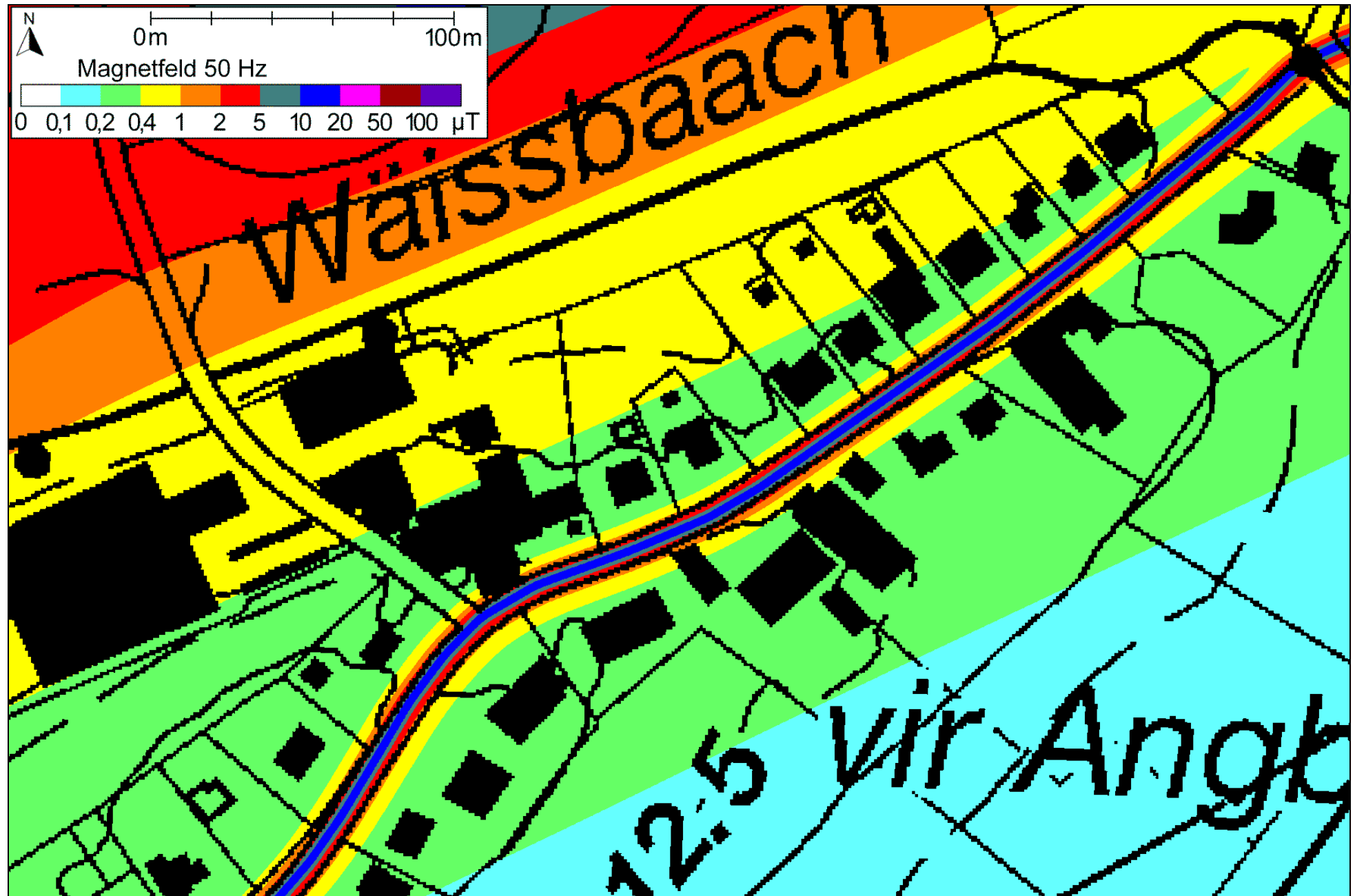
**Karte 44:** Ausschnitt 1 aus Karte 37: Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation



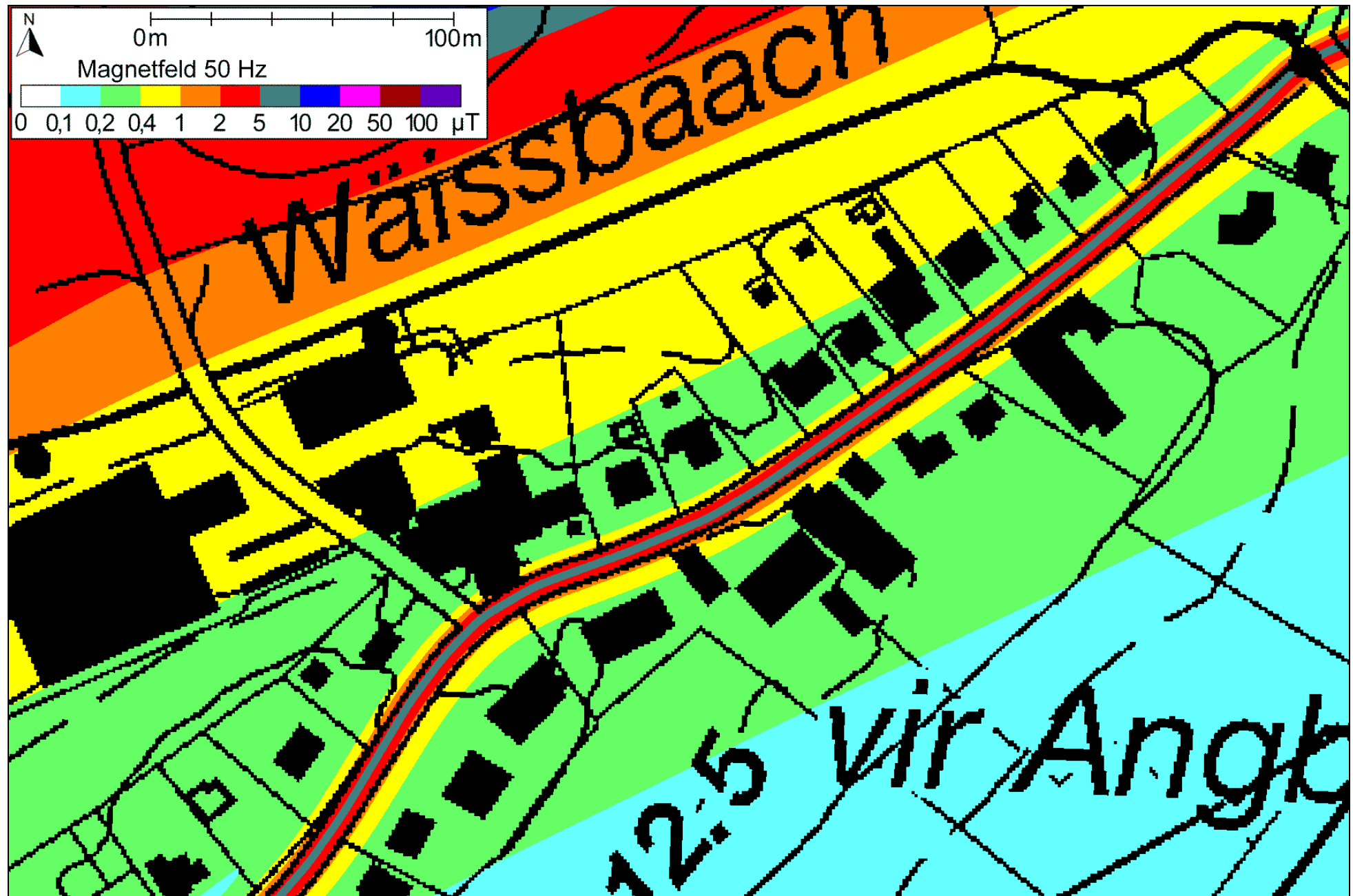
**Karte 45:** Ausschnitt 1 aus Karte 40: Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation



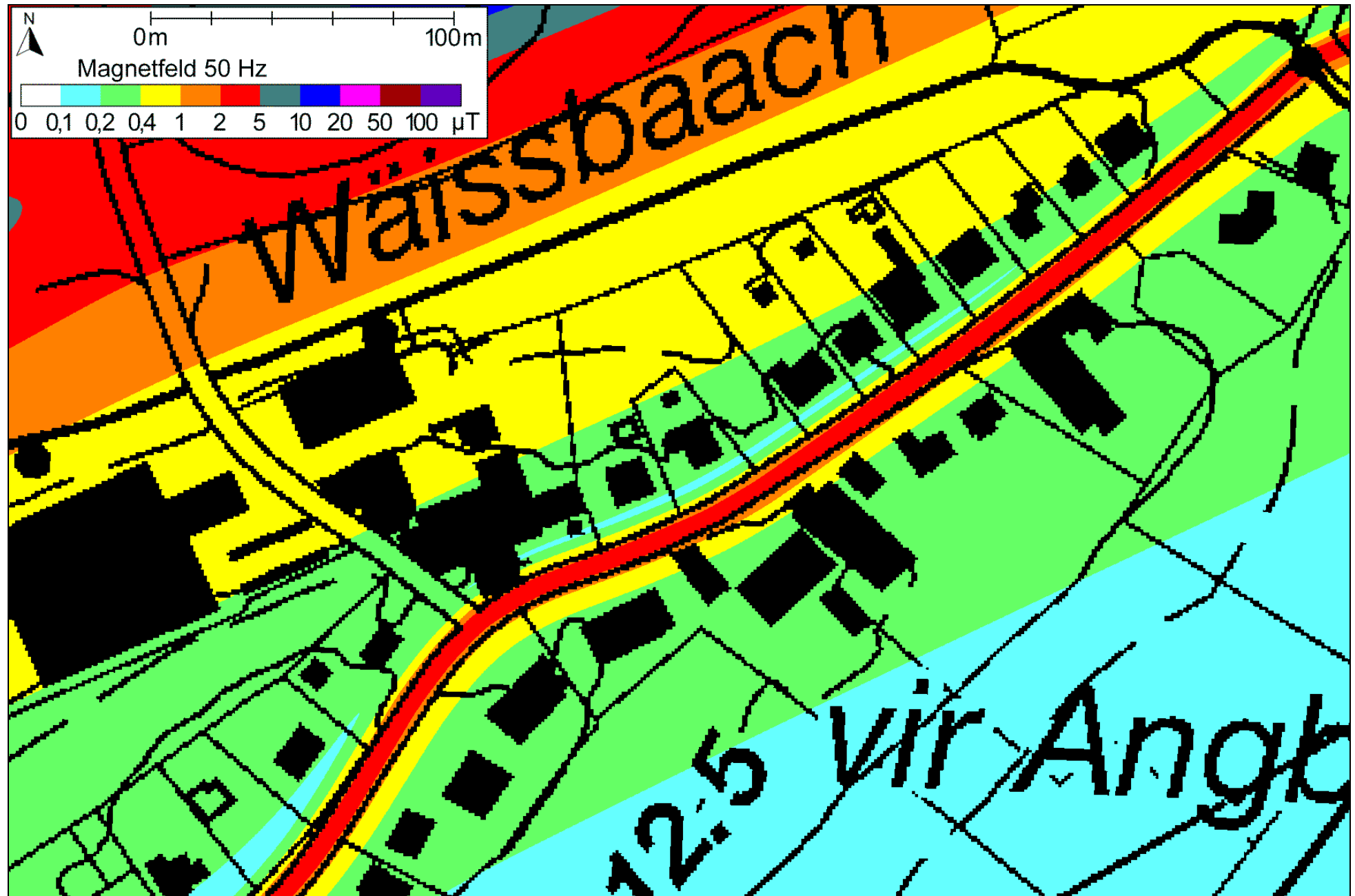
**Karte 46:** Ausschnitt 1 aus Karte 41: Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation



**Karte 47:** Ausschnitt 2 aus Karte 37: Magnetfeld in 0,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation

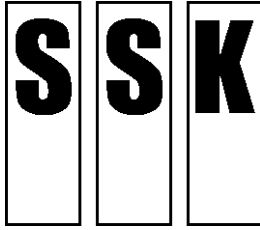


**Karte 48:** Ausschnitt 2 aus Karte 40: Magnetfeld in 1,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation



**Karte 49:** Ausschnitt 2 aus Karte 41: Magnetfeld in 2,0 m Höhe über Boden, Freileitung und Erdkabel in Volllastsituation





Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der  
Strahlenschutzkommission  
Postfach 12 06 29  
D-53048 Bonn

<http://www.ssk.de>

---

**Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern der  
elektrischen Energieversorgung und -anwendung**

Empfehlung der Strahlenschutzkommission

---

## Inhaltsverzeichnis

### Empfehlung der Strahlenschutzkommission

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Bewertung</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Empfehlungen der SSK</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Empfehlungen zur Forschung</b> .....	<b>6</b>

### Wissenschaftliche Begründung

<b>1</b>	<b>Feldquellen</b> .....	<b>8</b>
1.1	Physikalische Grundlagen.....	8
1.2	Netzfrequente Energieübertragung .....	8
1.2.1	Elektrische Felder.....	8
1.2.2	Magnetische Felder.....	10
1.3	Energieübertragung für den Bahnbetrieb .....	12
1.4	Gleichspannungs-Energieübertragung.....	13
1.5	Expositionen im Haushalt.....	14
1.5.1	Kurzzeit-Expositionen.....	14
1.5.2	Durchschnittliche Exposition.....	14
<b>2</b>	<b>Biologische Wirkungen</b> .....	<b>15</b>
2.1	Wirkmechanismen.....	15
2.2	Biologische Studien.....	16
2.2.1	Bewertung der SSK.....	16
2.2.2	Internationale Bewertungen.....	19
<b>3</b>	<b>Elektronische Implantate</b> .....	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>Vorsorge</b> .....	<b>26</b>
4.1	Internationale Regelungen .....	26
4.2	Quantitative Abschätzung .....	27
	<b>Literatur</b> .....	<b>30</b>

# 1 Einleitung

Die Nutzung elektrischer Energie ist mit der Entstehung elektrischer und magnetischer Felder verbunden. Es ist unbestritten, dass sehr starke elektrische und magnetische Felder die Gesundheit und sogar das Leben gefährden können und dass daher ihre Begrenzung erforderlich ist.

Zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft und zur Vorsorge vor schädlichen Umwelteinwirkungen wurde im Jahre 1996 die Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (26. BImSchV) für die Errichtung und den Betrieb von ortsfesten Hochfrequenz- und Niederfrequenzanlagen erlassen, die gewerblichen Zwecken dienen oder im Rahmen wirtschaftlicher Unternehmungen Verwendung finden und nicht einer Genehmigung nach § 4 BImSchG bedürfen [1]. Im Niederfrequenzbereich bezieht sie sich auf ortsfeste Hochspannungsanlagen mit den Frequenzen 50 Hz (allgemeine Energieversorgung) und  $16^{2/3}$  Hz (Bahnstromversorgung).

Bereits im Jahre 1997 hat die Strahlenschutzkommission darüber hinaus angeregt, die Grenzwerte auch allgemein für die Exposition der Bevölkerung durch elektrische und magnetische 50 Hz-Felder anzuwenden [2]. In einer weiteren Empfehlung hat die SSK im Jahre 2001 [5] vorgeschlagen, den gesamten Frequenzbereich der nichtionisierenden Strahlung von 0 Hz bis 300 GHz in die Grenzwertsetzung einzubeziehen und auf Basis der Richtlinien der International Commission on Nonionizing Radiation Protection (ICNIRP) [3] und der EU-Ratsempfehlung [4] den Schutz durch Basisgrenzwerte für intrakorporale Größen und davon abgeleitete, messtechnisch leichter überprüfbare Referenzwerte für äußere Feldgrößen zu gewährleisten.

Darüber hinaus hat die SSK im Jahr 2001 [5] empfohlen, die bestehenden Expositionsgrenzwerte nicht vollständig auszuschöpfen und an öffentlich zugänglichen Orten die Immissionen durch die Summe der Beiträge aller vorhandenen Feldquellen deutlich unterhalb der bestehenden Grenzwerte zu halten.

Im Lichte des verstärkten Ausbaus der Energieversorgungssysteme hat die SSK die Aufgabe übernommen, die Empfehlung zum Schutz vor niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern der Energieversorgung und -anwendung aus dem Jahre 1995 unter Berücksichtigung der zwischenzeitlich veröffentlichten wissenschaftlichen Studien über biologische Wirkungen elektrischer und magnetischer Felder und des erweiterten differenzierteren Bewertungsansatzes der SSK und unter den Vorsorgegesichtspunkten, wie sie in der Empfehlung der SSK im Jahr 2001 erarbeitet wurden, zu aktualisieren.

## 2 Bewertung

Die Strahlenschutzkommission kommt zu dem Schluss, dass auch nach Bewertung der neueren wissenschaftlichen Literatur keine wissenschaftlichen Erkenntnisse in Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen der Gesundheit durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder vorliegen, die ausreichend belastungsfähig wären, um eine Veränderung der bestehenden Grenzwertregelung der 26. BImSchV zu rechtfertigen. Aus der Analyse der vorliegenden wissenschaftlichen Literatur ergeben sich auch keine ausreichenden Belege, um zusätzliche verringerte Vorsorgewerte zu empfehlen, von denen ein quantifizierbarer gesundheitlicher Nutzen zu erwarten wäre.

Die SSK stellt fest, dass im häuslichen Bereich ortsfeste Anlagen zur Energieversorgung nur in einem kleineren Teil der Fälle für überdurchschnittlich hohe Magnetfeldexpositionen verantwortlich sind. In der überwiegenden Zahl der Fälle werden diese durch wohnungsinterne Feldquellen und durch die hauseigenen Elektroinstallationen verursacht. Eine vorsorgliche

Expositionsreduktion wäre daher nicht nur auf ortsfeste Energieversorgungsanlagen zu beschränken, sondern müsste vor allem auch den privaten Bereich mit einschließen, z.B. im Hinblick auf die Planung und Ausführung der Elektroinstallation und die Beschaffung und Verwendung von Elektrogeräten.

Die Überlegungen der SSK zum Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern der Energieversorgung und -anwendung beziehen sich auf folgende Endpunkte:

1. Angesichts der weiterhin steigenden Zahl von Personen mit implantierten elektronischen Geräten (z.B. Herzschrittmacher, intrakardiale Defibrillatoren) sieht die SSK in der derzeitigen Möglichkeit der Störbeeinflussung im Alltag durch elektrische und magnetische Felder unterhalb der zulässigen Grenzwerte (z.B.  $10 \mu\text{T}$ , 50 Hz bzw.  $300 \mu\text{T}$ ,  $16^{2/3}$  Hz) ein zunehmend wichtiges Problem. Untersuchungen haben ergeben, dass elektromagnetische Störbeeinflussungen von Herzschrittmachern im Alltag häufig sind, ca. 30% werden auf niederfrequente Feldquellen zurückgeführt [29]. Experimentell wurde das erste Auftreten von Schrittmacher-Fehlfunktionen bei Exposition gegenüber von 50 Hz-Magnetfeldern (je nach Implantationsart und Herzschrittmacher) zwischen  $16 \mu\text{T}$  und  $552 \mu\text{T}$  festgestellt [30]. Langzeit-EKG-Überwachungen haben ergeben, dass im Alltag bei ca. 26% der überwachten Patienten Tachykardien auftreten, die in 10% gesundheitsgefährdend waren [22]. Eine Identifizierung der Ursachen war dabei jedoch nicht möglich. Berechnungen haben für eine Sensing-Schwelle von 0,2 mV und eine Induktionsfläche bis  $315 \text{ cm}^2$  ergeben, dass Störbeeinflussungen bei magnetischen Induktionen ab ca.  $20 \mu\text{T}$  auftreten können.

Die Vermeidung der Gefahr von Störbeeinflussungen elektronischer Implantate durch Expositionen im Alltag ist primär Aufgabe der Normungsgremien und Medizinproduktehersteller. Darüber hinaus ist jedoch die Vermeidung von Expositionen über der Störempfindlichkeitsgrenze der Geräte anzustreben, wenn dies mit vertretbarem Aufwand möglich ist. Dies betrifft insbesondere jene Fälle, in denen eine Störbeeinflussung durch vorbeugendes Verhalten von Patienten nicht vermieden werden kann. Dies ist dort anzunehmen, wo die Störquelle nicht erkennbar ist oder wo der Patient durch seine Erkrankung und/oder sein Alter nicht mehr in der Lage ist, vorbeugend und umsichtig auf die Präsenz von Störquellen zu reagieren. In diesen Fällen ist es daher anzustreben, die bestehende Grenzwertregelung zu ergänzen. Da im Alltag insbesondere im Wohnbereich zusätzlich mit weiteren (auch mobilen) Feldquellen gerechnet werden muss, sollte der Expositionsspielraum bis zur Störschwelle von einer einzigen Feldquelle nicht zur Gänze ausgeschöpft werden. Angesichts der Konservativität der Annahmen erachtet es die SSK als ausreichend, von der festgestellten unteren Störbeeinflussungsgrenze  $16 \mu\text{T}/50 \text{ Hz}$  einen Abstand von ca. einem Drittel für die Beiträge weiterer Feldquellen zu veranschlagen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass Störbeeinflussungen von Herzschrittmachern vermieden werden können, wenn die magnetischen Immissionen stationärer elektrischer Feldquellen bei 50 Hz unter  $10 \mu\text{T}$  bzw. in Bereichen, in denen Beiträge zusätzlicher Feldquellen nicht zu erwarten sind, unter  $15 \mu\text{T}$  bleiben.

2. Die Ergebnisse von epidemiologischen Studien über einen möglichen Zusammenhang zwischen Leukämieerkrankungen von Kindern und Magnetfeldexpositionen werden nach wie vor weder durch Laborstudien (in vitro und in vivo) noch durch Wirkungsmodelle unterstützt und sind daher zu wenig gesichert, um Grenzwertregelungen zu rechtfertigen. Die SSK sieht daher in den alleinigen Ergebnissen der epidemiologischen Studien keine geeignete Basis, aufwändige Maßnahmen zu rechtfertigen, um Emissionen um mehrere Größenordnungen zu reduzieren.
3. Die SSK stellt fest, dass die Bedeutung von ortsfesten Gleichstromanlagen zur Energieversorgung künftig zunehmen wird und derzeit Referenzwerte sowie Grenzwertregelungen für Gleichstrom- Energieversorgungsanlagen fehlen.

### 3 Empfehlungen der SSK

Die SSK kommt nach Bewertung des aktuellen Wissensstandes zu dem Schluss, dass sich derzeit keine ausreichenden Gründe ergeben, die bestehenden Expositionsgrenzwerte in Frage zu stellen.

Aus den vorliegenden Studien lassen sich insbesondere keine belastbaren Kriterien ableiten, die verringerten Vorsorgewerten zugrunde gelegt werden könnten. Angesichts der bestehenden Unsicherheiten entspricht es jedoch den Grundsätzen des Strahlenschutzes, unnötige Expositionen zu vermeiden bzw. zu minimieren.

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

Die SSK bekräftigt ihre Empfehlung aus dem Jahr 2001 [5], die bestehenden Expositionsgrenzwerte nicht völlig auszuschöpfen. Daher sollten Immissionen von ortsfesten Anlagen zur Energieversorgung an Orten, die der Öffentlichkeit zugänglich sind, deutlich unterhalb der bestehenden Grenzen für die Gesamtexposition gehalten werden. Dies schließt insbesondere auch Wohnbereiche und Räumlichkeiten ein, die für den nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Personen der Allgemeinbevölkerung vorgesehen sind.

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

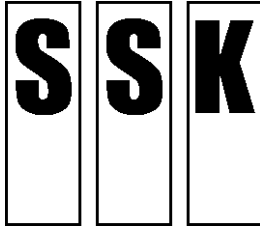
- Bei der Bewertung der Immissionen durch ortsfeste Anlagen zur Energieversorgung sind alle vorhandenen Feldquellen zu berücksichtigen und daher z.B. auch die Beiträge der Immissionen häuslicher Feldquellen einzubeziehen.
- Auch elektrische und magnetische Emissionen von elektrischen Gleichstrom-Energieversorgungsanlagen sind in die gesetzlichen Regelungen aufzunehmen.
- Bei Planung, Herstellung und Betrieb von ortsfesten Anlagen zur Energieversorgung sind Maßnahmen zu ergreifen, um Expositionen durch elektrische und magnetische Felder im Rahmen der technischen und wirtschaftlich sinnvollen Möglichkeiten zu minimieren.
- Zur Vermeidung der Störbeeinflussung von elektronischen Implantaten (z.B. Herzschrittmachern oder Defibrillatoren) sind ortsfeste Anlagen zur Energieversorgung mit der Frequenz 50 Hz und der Bahnfrequenz  $16^{2/3}$  Hz so zu planen, zu errichten und zu betreiben, dass auch bei höchster betrieblicher Auslastung die von einer Anlage emittierten magnetischen Induktionen die empfohlenen Grenzen nicht überschreiten. Die Induktionen sollten in Bereichen, die Implantatträgern zugänglich sind, und bei denen Feldquellen, die nicht sichtbar bzw. bei denen ein Exposition-vermeidendes Verhalten nicht möglich oder nicht zumutbar ist, folgende Werte nicht überschreiten:
  - 10  $\mu$ T (50 Hz) bzw. 30  $\mu$ T ( $16^{2/3}$  Hz) in Bereichen, in denen mit zusätzlichen Feldquellen gerechnet werden muss (z.B. in Wohnanlagen, Seniorenheimen, Krankenhäusern)
  - 15  $\mu$ T (50 Hz) bzw. 45  $\mu$ T ( $16^{2/3}$  Hz) in Bereichen, in denen Einträge zusätzlicher Feldquellen nicht zu erwarten und Feldquellen (z.B. Erdkabel) nicht sichtbar bzw. nicht entsprechend gekennzeichnet sind.
- Zur Vermeidung von Störbeeinflussungen von elektronischen Implantaten (z.B. Herzschrittmachern oder Defibrillatoren) sind ortsfeste Gleichstrom-Energieversorgungsanlagen so zu planen, zu errichten und zu betreiben, dass die auftretenden magnetischen In-

duktionen in nicht gekennzeichneten Bereichen, die Implantatträgern zugänglich sind, auch bei höchster betrieblicher Auslastung 500  $\mu$ T nicht überschreiten.

## 4 Empfehlungen zur Forschung

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

- Aufgrund der durch die Ergebnisse der epidemiologischen Studien aufgeworfenen Fragen hält die SSK jedoch weitere experimentelle Forschungsarbeiten zur Klärung eines potentiellen Zusammenhanges zwischen Magnetfeldexposition und Kinderleukämie für erforderlich. Sie unterstützt auch die Weiterführung der Untersuchungen zur Kanzerogenität und Genotoxizität niederfrequenter Felder.
- Da unter Hochspannungsfreileitungen elektrische und magnetische Felder gleichzeitig auftreten, empfiehlt die SSK, dosimetrische Untersuchungen über die gleichzeitige Exposition gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern unter besonderer Berücksichtigung der spärlichen Datenlage bezüglich fetaler Exposition durchzuführen.
- Im Bereich der  $16^{2/3}$  Hz-Felder von Bahnanlagen empfiehlt die SSK, die Datenlage durch Expositionserhebungen im Umfeld von Bahnanlagen zu verbessern und durch wissenschaftliche Untersuchungen potentielle biologische Besonderheiten der Exposition gegenüber  $16^{2/3}$  Hz-Feldern abzuklären. Besonderes Augenmerk sollte auch auf die Erfassung und biologische Bewertung zeitlich transienter und räumlich inhomogener Felder gerichtet werden.
- Die SSK empfiehlt, die wissenschaftlichen Grundlagen zu verbessern, die für eine Grenzwertregelung im Bereich elektrischer und magnetischer Gleichfelder erforderlich sind.
- Die SSK empfiehlt, Studien zur Erfassung des Störbeeinflussungsrisikos von Herzschrittmacherpatienten durchzuführen.



Strahlenschutzkommission

Geschäftsstelle der  
Strahlenschutzkommission  
Postfach 12 06 29  
D-53048 Bonn

<http://www.ssk.de>

---

**Schutz vor elektrischen und magnetischen Feldern der  
elektrischen Energieversorgung und -anwendung**

**Wissenschaftliche Begründung**  
zur Empfehlung der Strahlenschutzkommission

---

# 1 Feldquellen

Auch wenn das rasche Abklingen mit zunehmender Entfernung von der Quelle berücksichtigt wird, sind Elektrogeräte nach der Stärke der Emission die häufigsten und relevantesten Feldquellen in unserem Alltag. Um die elektrische Energie von den Erzeugungsorten an die Verbraucher weiterleiten zu können, sind darüber hinaus Leitungssysteme erforderlich, die für die Überbrückung längerer Distanzen mit Hochspannung betrieben werden und magnetische und meist auch elektrische Felder erzeugen, die sich über einen größeren Bereich erstrecken können. Im Gegensatz zu Elektrogeräten, die Emissionen nur während vergleichsweise kurzer Zeitabschnitte erzeugen, sind Felder von Energieversorgungssystemen über lange Zeit vorhanden, auch wenn der magnetische Anteil mit den Lastschwankungen variiert.

## 1.1 Physikalische Grundlagen

Im Gegensatz z.B. zum Temperaturfeld, bei dem sich die Temperaturwerte verschiedener Quellen betragsmäßig addieren, sind sowohl elektrische als auch magnetische Felder Vektorfelder, wie z.B. das Strömungsfeld eines Windes. Dies bedeutet, dass die Feldgrößen nicht nur durch ihren Betrag, sondern auch durch ihre Richtung charakterisiert werden. Bei der Addition der Beiträge verschiedener Feldquellen führt daher die vektorielle Summe der einzelnen Feldbeiträge zu einem Ergebnis, das im Allgemeinen deutlich kleiner ist als es der additiven Summe der Beträge entsprechen würde. Bei Stromleitungen im Haushalt, die aus zwei Drähten bestehen, können sich daher die gegensinnig gerichteten Beiträge der Magnetfelder der Hin- und Rückleitung weitgehend aufheben. Die Kompensationswirkung ist dabei umso besser, je näher die beiden Leitungen aneinander liegen.

Bei Hochspannungsfreileitungen und Hochspannungskabeln wird die elektrische Energie durch ein oder mehrere Leitungssysteme mit jeweils drei Phasenleitern übertragen, wobei die Vektoren der zugeordneten elektrischen und magnetischen Feldgrößen eines Systems gegeneinander so versetzt sind, dass sie sich auch in diesem Fall umso besser aufheben (kompensieren), je geringer die Entfernungsunterschiede der exponierten Stelle zu den einzelnen Leitern sind. Im Nahbereich der Hochspannungsfreileitung sind die unterschiedlichen Entfernungen zu den Leiterseilen nicht mehr vernachlässigbar. Die Größe der auftretenden Felder hängt dann sowohl von der horizontalen Entfernung als auch von der Leiterhöhe und der Leiteranordnung bzw. dem Masttyp ab. Die relativ höchsten Feldwerte treten an der Stelle des größten Durchhanges in Spannfeldmitte unter den Leiterseilen auf. Da die Entfernungsunterschiede umso unbedeutender werden und daher die Kompensationswirkung umso besser wird, je weiter man sich von der Hochspannungsfreileitung entfernt, nehmen die Felder außerhalb der Leitungstrasse sehr rasch, etwa mit dem Quadrat der Entfernung, ab, und der Einfluss der Leiterhöhe verschwindet. Aus diesem Grund werden dann die Unterschiede des Magnetfeldes in Spannfeldmitte (an der Stelle des größten Durchhanges und damit der größten Bodennähe) und in Mastnähe (bei größter Leiterhöhe) vernachlässigbar.

## 1.2 Netzfrequente Energieübertragung

### 1.2.1 Elektrische Felder

Elektrische Energie wird in Form der elektrischen Spannung bereitgestellt und diese (und nicht der Stromverbrauch) ist es, die die Stärke des elektrischen Feldes bestimmt. Da die Spannung aus verschiedenen Gründen sehr konstant gehalten wird bzw. werden muss, ist der Betrag der elektrischen Feldstärke keinen zeitlichen Schwankungen ausgesetzt. Auch wenn



die Netzfrequenz 50 Hz beträgt, kann es jedoch durch Netzurückwirkungen und Nichtlinearitäten im Stromkreis zum Auftreten zusätzlicher Frequenzen (Oberwellen) kommen. Unter Berücksichtigung der frequenzabhängigen Wechselwirkung mit dem Körper könnten daher bei der biologischen Bewertung der Exposition insgesamt selbst kleine Frequenzanteile Bedeutung erlangen. Der Oberwellenanteil relativ zur Grundwelle wird bei höheren Spannungsebenen geringer.

Bei gleicher Übertragungsleistung sind die elektrischen Übertragungsverluste umso geringer, je höher die elektrische Spannung ist. Aus diesem Grund werden zur Energieübertragung und -verteilung verschiedene Spannungsebenen verwendet:

- für die überregionale Verteilung über lange Strecken: 380 kV und 220 kV
- für die regionale Verteilung 110 kV
- für die lokale (kommunale) Verteilung: 30 kV, 20 kV und 10 kV.

Die maximal zulässige Betriebsspannung kann um ca. 10% höher liegen.

### **Hochspannungsfreileitungen**

Die Maximalwerte der elektrischen Feldstärken von Hochspannungsfreileitungen treten an der Stelle des tiefsten Durchhanges (in Spannfeldmitte zwischen zwei Masten) auf. Sie können bis an den Referenzwert und bei älteren Hochspannungsfreileitungen auch darüber hinaus reichen.

*Tab. 1: Berechnete maximale elektrische 50 Hz-Feldstärken  $E_{\max}$  direkt unter 2-systemigen Hochspannungsfreileitungen verschiedener Spannungsebenen für den Bodenabstand  $h$  (Wertebereich für verschiedene Mastformen und jeweils ungünstigste Anordnung der Leiterseile der Systeme zueinander) [7].*

<b>Nennspannung</b> <b>kV</b>	<b>h</b> <b>m</b>	<b><math>E_{\max}</math></b> <b>kV/m</b>
110	8	1,1 - 2,0
220	10	2,2 - 4,1
380	10	4,6 - 6,8

Da elektrische Felder durch elektrisch leitfähige Gebilde (Bäume, Häuser) sehr gut abschirmbar sind, können äußere Feldquellen im Inneren von Wohnungen Feldeinträge verursachen, die bei 50 Hz im Vergleich zu den Werten im Freien um mehrere Größenordnungen abgeschwächt sind.

### **Hochspannungskabel**

In Hochspannungskabeln sind die elektrischen Phasenleiter mit einem elektrisch leitfähigen Schirm umgeben. Dieser verhindert, dass elektrische Felder nach außen austreten können. Bei Hochspannungskabeln treten daher keine Expositionen gegenüber elektrischen Feldern auf. Außer zur Versorgung von Inseln, wo sie im Wasser verlegt sind, werden Hochspannungskabel üblicherweise als Erdkabel ausgeführt.

### 1.2.2 Magnetische Felder

Magnetische Felder werden von Strömen verursacht. Sie schwanken daher ständig mit dem aktuellen Stromverbrauch, der wiederum von der Anzahl der Abnehmer und der gleichzeitig betriebenen Energieverbraucher abhängig ist. Dies hat wichtige Konsequenzen:

- Die Stromschwankungen in einer Stromversorgungsleitung sind umso größer, je weniger Verbraucher von ihr versorgt werden müssen. Aus diesem Grund sind sie bei lokalen Leitungen (niedrigeren Spannungsebenen) deutlicher und können einen ausgeprägten Tagesgang mit Morgen-, Mittag- und Abendspitze aufweisen. Während der Nacht ist hier der Stromverbrauch meist am geringsten.
- Bei regionalen und überregionalen (Hochspannungs-) Freileitungen mittelt sich das Verbrauchsverhalten der einzelnen Abnehmer heraus, und der Stromfluss ist gleichmäßiger.
- Stromversorgungsleitungen sind konstruktiv auf eine maximale Strombelastbarkeit (thermischen Grenzstrom) ausgelegt, deren Überschreitung zu Schäden an den Leitungsverbindungen führen würde. Um die Möglichkeit beizubehalten, auf erhöhte Nachfrage reagieren zu können, ohne die Leitung zu gefährden, darf der Leitungsstrom nicht auf Dauer die Höhe des thermischen Grenzstromes erreichen. Der maximal zulässige Dauerstrom beträgt 60% des thermischen Grenzstromes ((n-1)-Kriterium). Bei der Beurteilung der magnetischen Emissionen von Stromleitungen ist daher die der Beurteilung zugrundeliegende Stromführung (Momentanwert, Dauerstrom, thermischer Grenzstrom) bedeutsam. Die 26. BImSchV sieht die Beurteilung bei höchster betrieblicher Auslastung vor.

Auch wenn die Netzfrequenz 50 Hz beträgt, kann es durch Netzurückwirkungen von Verbrauchern und Nichtlinearitäten zum Auftreten zusätzlicher Frequenzen (Oberwellen) kommen. Oberwellen des Magnetfeldes sind in der Regel deutlich höher als bei elektrischen Feldern. Ihr Anteil relativ zur Grundwelle nimmt zwar mit zunehmender Nennspannung ab, unter Berücksichtigung der frequenzabhängigen Wechselwirkung mit dem Körper können aber auch hier bei der biologischen Bewertung der Exposition selbst kleine Anteile Bedeutung erlangen.

#### **Hochspannungsfreileitungen**

Da Hochspannungsfreileitungen höherer Spannungsebenen in der Regel auch mit dickeren Leiterseilen und/oder Mehrfachleiter-Bündeln ausgeführt sind, steigt die maximale Strombelastbarkeit mit der Spannungsebene an. An der Stelle des tiefsten Durchhanges direkt unterhalb der Freileitung ergeben sich auch im ungünstigsten Lastfall des thermischen Grenzstroms magnetische Induktionen, die bei maximalem Dauerstrom deutlich und selbst beim thermischen Grenzstrom noch unterhalb des Referenzwertes 100  $\mu\text{T}$  bleiben. Die Tabelle 2 enthält maximale Induktionswerte, die für eine Leiterhöhe von 8 m bzw. 10 m für zweisystemige Hochspannungsfreileitungen berechnet wurden (die bei einsystemigen Freileitungen auftretenden Induktionen sind wegen der ungünstigeren Kompensationswirkung tendenziell höher) [6]. Durch die geeignete Wahl der Mastform und bei zweisystemigen Freileitungen auch durch die gegenseitige Leiteranordnung kann eine Herabsetzung der auftretenden Induktionswerte bis auf ca. die Hälfte erreicht werden.

Tab. 2: Maximale magnetische Induktion  $B_{\max}$  pro kA Strombelastung direkt unter 2-systemigen Hochspannungsfreileitungen verschiedener Spannungsebenen für den Bodenabstand  $h$  (Wertebereich für verschiedene Mastformen und jeweils ungünstigste Anordnung der Leiterseile zueinander) sowie maximale Induktion bei typischen thermischen Grenzströmen  $B_{\max}(I_{th})$  [7]

Nennspannung kV	$h$ m	$B_{\max}/kA$ $\mu T$	$I_D$ kA	$B_{\max}(I_{th})$ $\mu T$
110	8	11 - 21	$1 \cdot 0,635^{*)}$	22
220	10	11 - 20	$2 \cdot 1,060^{**)}$	71
380	10	13 - 27	$3 \cdot 0,695^{***)}$	94

<sup>\*)</sup> Einzelseil, <sup>\*\*)</sup> Zweierbündel, <sup>\*\*\*)</sup> Dreierbündel

### Hochspannungskabel

Im Vergleich zu Freileitungen, bei denen zur Isolation ausreichend große Luftstrecken eingehalten werden können, muss bei Hochspannungskabeln die hohe Spannung durch entsprechende Isolationstücken isoliert werden. Zur Isolation können derzeit Öl, Isoliergas oder Kunststoff verwendet werden.

- Bei Hochspannungskabeln bedingt dies einerseits eine erhebliche Zunahme des Kabeldurchmessers und damit eine Begrenzung der mit einem LKW transportierbaren Kabellängen bis auf nur mehr ca. 500 m bei 380 kV-Kabeln. Diese Kabelstücke müssen jeweils mit Hilfe von Verlängerungsmuffen zusammengefügt werden. Dies kann den Bau eigener Muffenkammern erfordern, in deren Umfeld die Magnetfeldexpositionen erhöht sein können.
- Andererseits muss die durch die elektrischen Übertragungsverluste entstehende Wärme abgeführt werden. Aus diesem Grund können die einzelnen Phasenleiter von Hochspannungserdkabeln nicht wie bei Niederspannung in ein einziges mehradriges Kabel gebündelt, sondern müssen zur erleichterten Wärmeabfuhr getrennt und in ausreichendem Abstand voneinander verlegt werden. Dies führt z.B. bei Verlegung im Erdreich zu einer Verbreiterung des erforderlichen Kabelgrabens, z.B. ca. 10 m für 380 kV-Erdkabelleitungen (bei Verlegung am Meeresboden kann hingegen die Kühlung durch das umgebende Wasser ausgenutzt werden und die Verlegung enger erfolgen). Die getrennte Verlegung der einzelnen Leiterkabel verschlechtert die Kompensationswirkung der Feldbeiträge der einzelnen Phasenleiter im Vergleich zu gebündelten Niederspannungskabeln und führt zu höheren Magnetfeldemissionen.

Während die elektrischen Felder vollständig abgeschirmt werden, können die magnetischen Felder durch das Kabelmaterial und das Erdreich unbeeinflusst nach außen austreten. Da die einzelnen Phasenleiter trotz der getrennten Verlegung im Vergleich zur Hochspannungsfreileitung einen erheblich geringeren Abstand aufweisen, ist die Kompensationswirkung der drei Phasenanteile zwar grundsätzlich besser als bei Freileitungen. Wegen des vergleichsweise geringeren Bodenabstandes (die Verlegetiefen betragen je nach Spannungshöhe ca. 0,7 bis 1,6 m) kann jedoch die magnetische Induktion direkt über der Erdkabeltrasse gleich oder sogar erheblich höher sein als bei Freileitungen gleicher Übertragungsleistung (Abbildung 1).

Ein wesentlicher Unterschied ergibt sich hinsichtlich der seitlichen Abnahme der Magnetfelder: Bereits nach wenigen Metern (z.B. ca. 10 m bei 380 kV-Erdkabelleitungen) sind und bleiben die Induktionen von Erdkabelleitungen wesentlich kleiner als jene einer Freileitung.

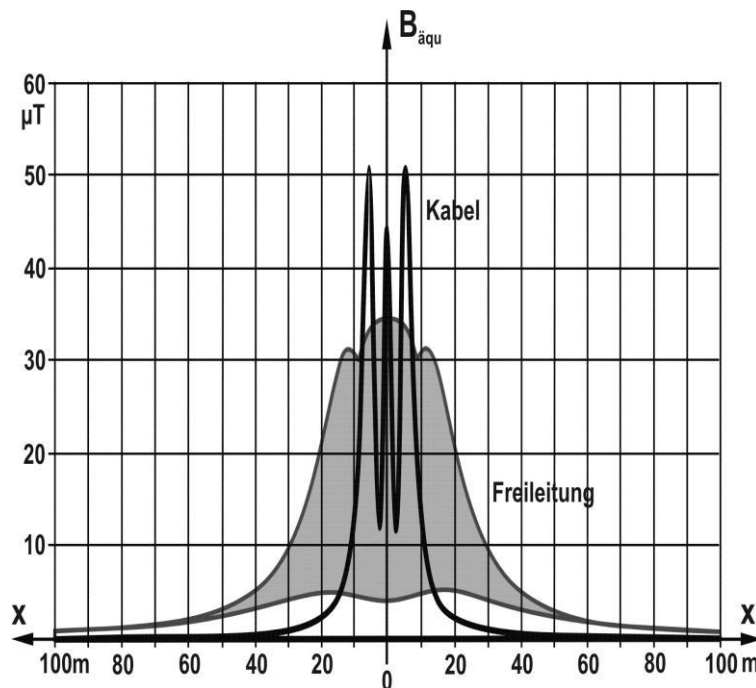


Abb. 1: Vergleich der Querprofile der magnetischen Induktionen in 1 m Höhe einer (wegen der geringeren Strombelastbarkeit des Kabels) dreisystemigen 380 kV-Hochspannungskabelverbindung (Verlegetiefe 1,6 m) und einer zweisystemigen 380 kV-Freileitung (Donaumast,  $I_{th} = 3,5$  kA) mit gleicher elektrischer Übertragungsleistung von 3,7 GW (Die Ober- und Untergrenze des grauen Bereichs ergibt sich durch die verschiedenen Leiterhöhen zwischen der Stelle des tiefsten Durchhangs und dem größten Bodenabstand an der Mastaufhängung) [28].

### 1.3 Energieübertragung für den Bahnbetrieb

Für den Betrieb elektrischer Eisenbahnen wird die niedrigere Frequenz  $16^{2/3}$  Hz verwendet. Die Energie wird in gesonderten Kraftwerken erzeugt und über ein einphasiges 110 kV-Bahnstrom-Freileitungsnetz an die Einspeisestellen in die Fahrdrähtleitungen übertragen. Diese werden mit 15 kV Fahrdrähtspannung betrieben. Wegen der einphasigen Systeme ist die Kompensationswirkung der Phasenkomponenten weniger gut als bei dreiphasigen Hochspannungsfreileitungen. Entlang der Bahnstrecken selbst ist die Kompensation der emittierten elektrischen und magnetischen Felder besonders schlecht, weil die Fahrleitung einphasig eingespeist wird und die Rückströme von der Lokomotive über die Schienen ins Erdreich abgeleitet werden. Darüber hinaus verlaufen die im Erdreich fließenden Rückströme über undefinierte Wege auch abseits der Bahnstrecke, kürzen Kurven ab und können somit bahnfrequente Felder auch kilometerweit abseits der Bahnstrecke verschleppen.

Der Stromverbrauch und damit die Magnetfelder hängen von der Anzahl und Art der im Streckenabschnitt zwischen zwei Einspeisestellen fahrenden Züge (Personenzüge, Lastzüge, Zuglänge) und dem Gelände ab. Lokomotiven verursachen beim Anfahren hohe Stromspitzen, die im Rollbetrieb verschwinden. Erst bei Steigungen und Beschleunigungen kommt es neuerlich

zu erhöhtem Stromverbrauch. Dies verursacht zeitlich stark schwankende Magnetfelder, die außer dem  $16^{2/3}$  Hz- Anteil der Grundwelle noch weitere Oberwellen enthalten und messtechnisch schwierig zu erfassen sind. Über die Exposition durch Bahnfrequenzen gibt es daher nur vergleichsweise wenige und schwer zu extrapolierende Daten. In einer bayrischen Studie [26] über die personenbezogene Exposition gegenüber  $16^{2/3}$  Hz-Magnetfeldern ergab sich trotz der räumlichen Begrenztheit der Bahnanlagen der Bevölkerungs-Medianwert<sup>1</sup> der über 24 h gemittelten Mittelwerte von 17 nT, bei Anwohnern von 102 nT. In Einzelfällen konnten kurzzeitig maximale Expositionen bis 277  $\mu$ T festgestellt werden. Da dies bereits außerhalb des Messbereichs des Gerätes lag, konnte auch eine Grenzwertüberschreitung nicht ausgeschlossen werden. Insgesamt ist die Datenlage zur Exposition gegenüber Magnetfeldern von Bahnanlagen für eine umfassende Beurteilung noch zu gering.

## 1.4 Gleichspannungs-Energieübertragung

Gleichspannungs-Energieübertragung wird derzeit in größerem Ausmaß zum Betrieb von Bahnanlagen (z.B. Straßenbahn, U-Bahn) verwendet. Darüber hinaus ist in Zukunft für die Übertragung elektrischer Energie über lange Strecken wegen der deutlich niedrigeren Übertragungsverluste auch in Europa die Errichtung von Gleichspannungs-Freileitungen zu erwarten. Da in diesem Fall im Gegensatz zu Wechselspannungs-Freileitungen an den Leiterseilen die Polarität gleich bleibt, bilden sich um die Leiterseile Wolken elektrischer Raumladungen aus. Diese haben einerseits zur Folge, dass die elektrischen Feldstärken (je nach Polarität) bis zu doppelt so groß sein können und dass die Raumladungen mit dem Wind verfrachtet werden und sich die elektrischen Gleichfelder über größere seitliche Bereiche ausdehnen können als bei Wechselspannungs-Freileitungen. Erhöhungen im Vergleich zu Wechselspannungs-Freileitungen ergeben sich sowohl bezüglich der elektrischen als auch der magnetischen Emissionen auch wegen der schlechteren Kompensationswirkung der Zwei-Phasen-Systeme im Vergleich zu den Wechselstrom-Drei-Phasen-Systemen.

Gleichfelder sind grundsätzlich biologisch weniger effizient als Wechselfelder. Dies hat zwei Gründe: Einerseits ist für die Erregung von Nerven- und Muskelzellen durch intrakorporale Stromdichten außer der ausreichenden Amplitude auch eine zeitliche Änderung des Reizes erforderlich, die bei Gleichfeldern naturgemäß fehlt. Andererseits sind die Wechselwirkungsmechanismen, z.B. die Induktion von intrakorporalen Stromdichten, weniger wirksam. Dies bedeutet jedoch nicht, dass Immissionen unbegrenzt zulässig wären. Derzeit fallen Gleichstromanlagen nicht in den Geltungsbereich der 26. BImSchV. Die bestehenden Grenzwertvorschläge der ICNIRP [3] und der EU [4] sind bezüglich Gleichfeldern uneinheitlich und unvollständig.

Zum Schutz der Allgemeinbevölkerung empfiehlt die ICNIRP einen Basisgrenzwert für von elektrischen und magnetischen Gleichfeldern verursachten intrakorporalen elektrischen Gleichstromdichten von 8 mA/m<sup>2</sup>. Dieser Wert schützt naturgemäß nicht vor indirekten Effekten elektrischer Gleichfelder, wie z.B. Elektrisierungen durch Entladungsfunken. Referenzwerte für elektrische Gleichfelder fehlen. Für magnetische Gleichfelder liegt der Referenzwert bei 40 mT. Angesichts der zu erwartenden zukünftigen Entwicklung ist es erforderlich, Gleichstromanlagen in die gesetzlichen Regelungen aufzunehmen.

---

<sup>1</sup> Der Median beschreibt eine Grenze zwischen zwei Hälften; im genannten Fall bedeutet ein Medianwert von z.B. 200 nT, dass jeweils die Hälfte der Messwerte der Messung über 24 Stunden oberhalb und unterhalb dieses Wertes lag bzw. dass das Magnetfeld höchstens 12 Stunden kleiner als 200 nT und höchstens 12 Stunden größer als 200 nT war.

## 1.5 Expositionen im Haushalt

### 1.5.1 Kurzzeit-Expositionen

Die Nutzung von Elektrogeräten kann zu mit Abstand höchsten Expositionen gegenüber elektrischen und magnetischen Feldern führen. Sie sind zeitlich wiederkehrend, jedoch im Allgemeinen kurzzeitig. Darüber hinaus sind sie charakterisiert durch inhomogene Feldverteilungen und nicht zuletzt wegen der verstärkten Nutzung der elektronischen Leistungsregelung durch komplexe Mischungen vieler Frequenzen charakterisiert. Da zur gesundheitlichen Beurteilung eine frequenzgewichtete Bewertung erforderlich wäre, sind die bisher in der Literatur publizierten breitbandig gemessenen Effektivwerte für Strahlenschutzüberlegungen nicht (mehr) geeignet. In einer umfassenden Marktstudie [8] an 1.146 Elektrogeräten aus 166 verschiedenen Gerätekategorien zeigte sich, dass die Emissionen von Geräten aus 73 untersuchten Kategorien, gemessen mit einer 100 cm<sup>2</sup>-Sonde an der Geräteoberfläche und jeweils bei Nennlast, den Magnetfeld-Referenzwert bis zu 80fach überschreiten können. Überprüfungen mittels numerischer Dosimetrie [9] ergaben, dass z.B. bei Küchenmaschinen und Bohrmaschinen auch der Basisgrenzwert überschritten werden kann. In 16 Gerätekategorien, z.B. bei Küchengeräten, Elektrowerkzeugen und Röhrenfernsehern, wurde der Referenzwert für elektrische Feldstärken bis zu 11fach überschritten [27].

Die SSK hat bereits darauf hingewiesen, dass einzelne Feldquellen den Grenzwert nicht völlig ausschöpfen sollten und sieht Handlungsbedarf zur Reduzierung der Emission von Elektrogeräten.

### 1.5.2 Durchschnittliche Exposition

Der Medianwert der häuslichen Magnetfeldexpositionen über 24 Stunden ist meist gering. Gestützt auf 1.835 Messungen in von Familien mit Kindern bewohnten Wohnungen ergaben sich im Rahmen einer deutschlandweiten Studie [12] in nur 1,5% der Kinderzimmer über 24 Stunden ermittelte Medianwerte der 50 Hz-Magnetfelder von über 200 nT, in 0,2% der Kinderzimmer überschritt der Medianwert 400 nT.

Die Ergebnisse der Messungen in Kinderzimmern sind vergleichbar mit Messreihen in anderen westeuropäischen Ländern. Bezüglich des 16<sup>2</sup>/<sub>3</sub> Hz-Magnetfeldes lag der 24 Stunden-Medianwert bei 0,7% der Wohnungen über 200 nT (der Grenzwert beträgt 300 µT). In Nordamerika sind höhere Magnetfelder wegen der nur halb so großen Netzspannung häufiger. In einer vergleichbar angelegten Studie in den USA wurden bei 60 Hz in 9,2% der Wohnungen über 200 nT und in 0,9% über 400 nT gemessen [16].

In Deutschland waren Hochspannungsfreileitungen nur zu 29% für 50 Hz-Magnetfelder über 200 nT verantwortlich [12]. In 46% der Wohnungen waren dies andere Quellen außerhalb des Wohnungsbereichs im Niederspannungsbereich (z.B. Niederspannungs-Erdkabel, Dachständer) und in 25% der Wohnungen wohnungseigene Verursacher, vor allem die hausinterne Elektroinstallation.

In einer repräsentativen, 1.952 Erwachsene umfassenden bayrischen Studie [26] wurde der Personen-bezogene 24h-Mittelwert der Magnetfeldexposition mit Hilfe von am Körper getragenen Messgeräten ermittelt. Der Medianwert der 50 Hz-Messungen betrug 47 nT. In nur ca. 5% der Fälle lag er über 300 nT. Eine frequenzgewichtete Summation von Oberwellen wurde jedoch nicht durchgeführt.

## 2 Biologische Wirkungen

Aufgrund der Kenntnisse über die physikalische Natur der elektrischen und magnetischen Felder kommen für biologische Wechselwirkungen folgende physikalische Mechanismen in Frage [10, 11]:

### 2.1 Wirkmechanismen

Die Kenntnis der Wechselwirkungsmechanismen ist erforderlich, um Expositionsbedingungen verschiedener Stärke und Frequenz beurteilen und Ergebnisse von Laborexperimenten an nicht-menschlichen Objekten auf äquivalente Expositionsbedingungen eines Menschen übertragen zu können.

#### ***Elektrische Wechselfelder***

- Influenz von im Takt des Wechselfeldes schwankenden Oberflächenladungen. Diese können bei ausreichender Stärke Haarvibrationen und Mikroentladungen verursachen.
- Intrakorporale Verschiebungsströme als Folge des Influenzgesetzes. Diese können Erregungen von Nerven- und Muskelzellen verursachen.

#### ***Magnetische Wechselfelder***

- Induktion von intrakorporalen Wirbelströmen als Folge des Induktionsgesetzes. Diese können Erregungen von Nerven- und Muskelzellen verursachen.
- Induktion von elektrischen Spannungen in bewegten Körperteilen (z.B. Herz) und Bereichen mit bewegten elektrischen Ladungen (z.B. Blutbahnen) als Folge der Lorentzkraft und des magnetohydrodynamischen Effektes.
- Ein weiterer diskutierter Wirkmechanismus ist die mögliche Veränderung des Energieniveaus von Valenzelektronen aufgrund des Zeemann-Effektes mit der Möglichkeit der damit verbundenen Veränderung der Rekombinationswahrscheinlichkeit von freien Radikalen.

#### ***Elektrische Gleichfelder***

- Elektrische Felder wirken über Kraftwirkungen auf elektrische Ladungen. Influenz verursacht Ladungsumverteilungen mit der damit verbundenen Aufladung der Körperoberfläche. Diese elektrischen Aufladungen können bei ausreichender Stärke zum Aufrichten der Haare und zu Mikroentladungen führen. Das Körperinnere ist jedoch vor dem Eindringen elektrischer Gleichfelder geschützt (Faraday-Effekt).

#### ***Magnetische Gleichfelder***

- Magnetfelder wirken über Kraftwirkungen auf bewegte elektrische Ladungen. Induktion verursacht elektrische Spannungen in bewegten Körpern und Körperteilen (z.B. Herz) sowie in Bereichen mit bewegten elektrischen Ladungen (z.B. Blutbahnen) als Folge der Lorentzkraft und des magnetohydrodynamischen Effektes.
- Kraftwirkungen können auch auf magnetische Dipole wirken und zur Ausrichtung entlang des äußeren Magnetfeldes führen (magnetomechanischer Effekt). Dies kann insbesondere bei hohen Expositionen über einige 100 mT zu relevanten Kräften auf ferromagnetische Implantate führen.

Ähnlich wie bei magnetischen Wechselfeldern wirken Gleichfelder auch über folgende Mechanismen:

- Induktion von elektrischen Spannungen in bewegten Körperteilen (z.B. Herz) und Bereichen mit bewegten elektrischen Ladungen (z.B. Blutbahnen) als Folge der Lorentzkraft und des magnetohydrodynamischen Effektes.
- Ein weiterer diskutierter Wirkmechanismus ist die mögliche Veränderung des Energieniveaus von Valenzelektronen aufgrund des Zeemann-Effektes mit der Möglichkeit der damit verbundenen Veränderung der Rekombinationswahrscheinlichkeit von freien Radikalen.

## 2.2 Biologische Studien

### 2.2.1 Bewertung der SSK

In ihrer Stellungnahme vom Jahr 2001 [5] hat die SSK nach Aktualisierung ihrer vorangegangenen Bewertungen zusammengefasst, dass bezüglich der Exposition gegenüber niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern lediglich in der Frage der kindlichen Leukämie und bei neurodegenerativen Erkrankungen ein wissenschaftlich begründeter Verdacht auf eine mögliche Beeinflussung durch Magnetfeldexpositionen besteht. Dieser Verdacht stützt sich allerdings primär auf Ergebnisse epidemiologischer Studien. In der Zwischenzeit sind weitere epidemiologische Studien veröffentlicht worden. Insgesamt wurde dieser Verdacht nicht entkräftet. Er besteht daher weiterhin.

In Hinblick auf die Erregung von Körperzellen konnte gezeigt werden, dass die Spannweite der Wahrnehmungsschwellen um eine Größenordnung zu niedrigeren Werten neigt als bis vor kurzem angenommen, dass jedoch die bestehenden Grenzwertempfehlungen selbst unter Einbeziehung der interpersonellen Unterschiede in der Allgemeinbevölkerung auch unter Berücksichtigung besonders empfindlicher Personen einen ausreichenden Schutz vor Nervenregung bieten [11,13].

### **Laborstudien**

Um einen quantitativen Überblick über die Datenlage bei Laborstudien zu erhalten, wurden 229 Laborstudien ausgewertet, die der Bewertung der ICNIRP [10] und der WHO [11] zugrunde liegen (Abbildung 2). Die 720 berichteten Einzelergebnisse wurden in Abhängigkeit der Expositionsbedingung und der Expositionsdauer dargestellt, wobei zwischen keinen gefundenen Effekten (n.e.) und Effekten (p.e.) unterschieden wurde.

Während die meisten Wirkungsmechanismen von der Feldgröße direkt abhängen, ist die Induktion von Wirbelströmen auch von der Querschnittsfläche des biologischen Objektes bestimmt. Wenn biologische Untersuchungen an nicht-menschlichen Objekten durchgeführt wurden, wäre daher für durch Induktion verursachte Wirkungen eine Umrechnung im Verhältnis der Querschnittsflächen erforderlich, um die Ergebnisse auf den Menschen übertragen zu können. Dies wurde für die biologischen Endpunkte angewendet, die die Erregung von Nerven- und Muskelzellen betreffen (Wahrnehmung und Beeinflussung des Nervensystems).

Zur Frage von potentiellen genotoxischen Wirkungen hochfrequenter elektromagnetischer Felder hat die SSK in ihrer Stellungnahme im Jahr 2007 [15] grundsätzlich festgestellt, dass die wissenschaftliche Untersuchungsmethodik in diesem Bereich durch eine Reihe methodischer Schwierigkeiten gekennzeichnet ist. Diese bestehen auch bei Untersuchungen im Niederfrequenzbereich, sodass auch dort die Studienqualität unterschiedlich gut ist. Eine differenzierte Bewertung wurde jedoch in Abbildung 2 nicht durchgeführt. Da sich Effekte, wie z.B. die Beeinflussung der Gene (Genotoxizität) durch Induktionswirkungen, nicht erklären lassen würden, wurde hier keine Umrechnung auf geänderte Körperquerschnitte durchgeführt;



die in Abbildung 2 dargestellten Expositionsstärken entsprechen hier daher den Angaben in der Literatur.

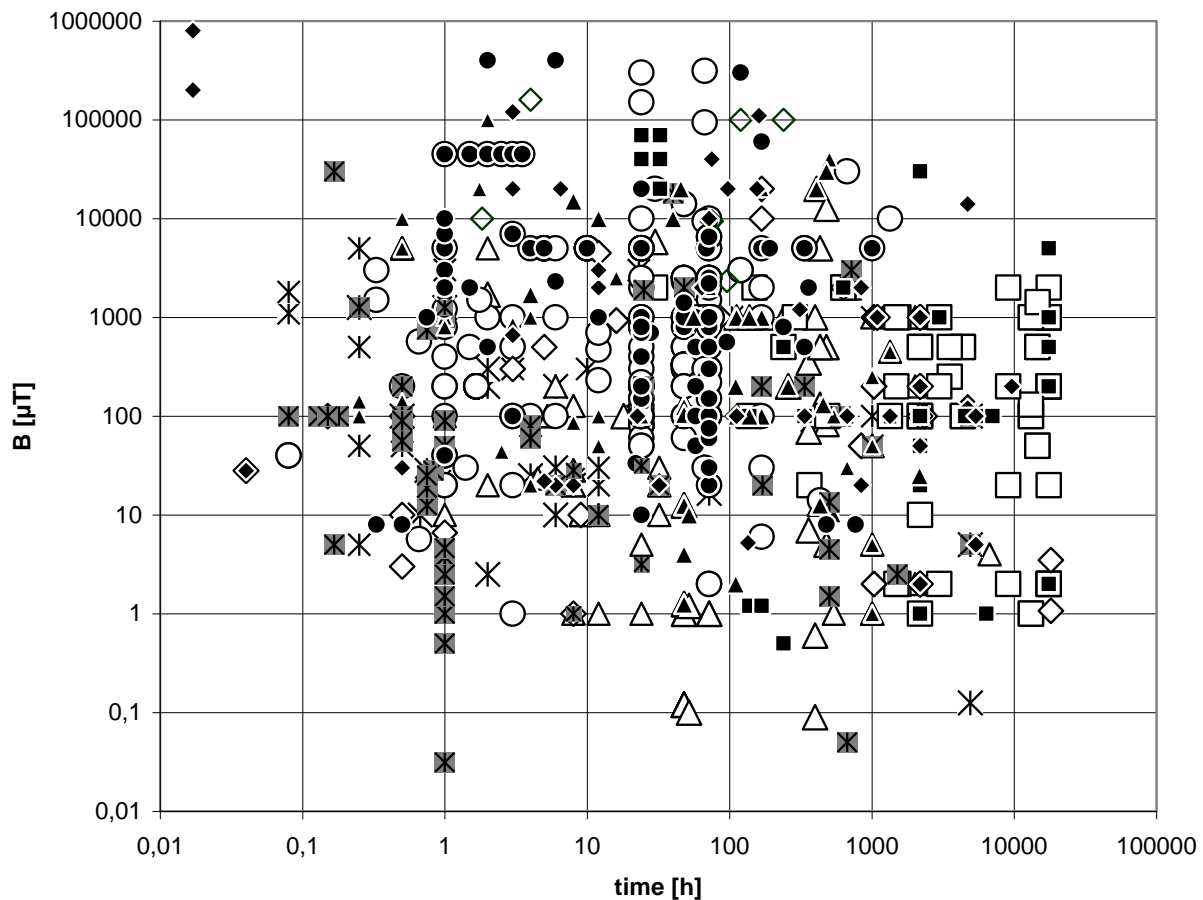


Abb. 2: Zusammenfassung von in 229 Laborstudien über biologische Wirkungen berichteten 720 Einzelergebnissen [28]. Die Exposition für Wahrnehmung und Effekte des Nervensystems wurde mit dem Verhältnis der Querschnittsfläche der Versuchstiere zu jener des Menschen umgerechnet. Es wurden alle Studien herangezogen, die der Bewertung der ICNIRP 2003 [10] und/oder der WHO 2007 [11] zugrunde liegen. Um die Vielzahl der Einzelergebnisse mit einer begrenzten Anzahl von Symbolen darstellen zu können, wurden die untersuchten biologischen Endpunkte gruppiert dargestellt (leere Symbole ... kein Effekt, volle Symbole ... Effekt festgestellt).

□ ... Krebs, Karzinogenität,

○ ... Genotoxizität

△ ... endokrines System, Reproduktion, Opioid- und Analgesie

◇ ... Physiologie, kardiovaskuläres System, Blutparameter, Immunsystem

\* ... Verhalten, Wahrnehmung, Nervensystem

Insgesamt lassen sich weder hinsichtlich der Expositionsstärke noch bezüglich der Expositionsdauer klare Einsatzschwellen eines Effektes erkennen. Die Abbildung zeigt, dass bei vergleichbaren Expositionsbedingungen Berichte über gefundene Effekte und solche über keine Effekte einander gegenüberstehen. Dies kann verschiedene Ursachen haben. Sie können z.B. im Untersuchungsdesign, dem verwendeten Untersuchungsobjekt und in stochastischen Einflüssen begründet sein. Es zeigt daher, dass die Ergebnisse sehr widersprüchlich sind und hinsichtlich eines Nachweises von Wirkungen bei Expositionen unterhalb der Grenzwerte nicht

belastbar sind. Es lässt sich weder ein potentieller negativer Effekt noch ein durch Expositionsvermeidung erreichbarer potentieller gesundheitlicher Nutzen quantifizieren (Kapitel 4.2).

### **Epidemiologische Studien**

Magnetische Wechselfelder wurden von der International Agency for Research on Cancer (IARC) im Auftrag der Weltgesundheitsorganisation analysiert und aufgrund der epidemiologischen Studien über Kinderleukämie als mögliches Karzinogen eingestuft [17]. Diese epidemiologischen Studien zeigten zwar konsistente Hinweise auf einen moderaten Zusammenhang zwischen magnetischen Feldern und dem Leukämierisiko bei Kindern. Dies wurde aber nicht als hinreichend angesehen, um auf einen ursächlichen Zusammenhang zu schließen. Gründe sind ernsthafte Bedenken wegen möglicher methodischer Limitierungen der epidemiologischen Studien, die einen Zusammenhang nur statistisch vorgetäuscht haben könnten, und die fehlende Bestätigung durch zell- und tierexperimentelle Forschung.

Besonderes Augenmerk kann zudem auf jene epidemiologischen Ergebnisse gerichtet werden, bei denen das Konfidenzintervall des Risikoschätzers den Wert 1 (Nullrisiko) nicht enthält, die also als statistisch signifikant angesehen werden.

Die Literatur über Magnetfelder und Kinderleukämie ist zahlreich und umfasst eine Vielzahl von Einzelergebnissen, weil Risikoschätzer mit verschiedensten Varianten auch von einander nicht unabhängigen Expositionsmaßen und Expositionsintervallen berechnet wurden. Einzelne Veröffentlichungen enthalten bis zu 260 Einzelergebnisse. Dabei werden insgesamt über 30 verschiedene Varianten für Expositionsmaße erprobt, z.B. 24 h-Mittel- und/oder Medianwerte im Schlafzimmer und/oder an einer ausgewählten Stelle in der Wohnung, 8 h-Nachtmittel- und/oder Nachtmedianwerte an der Schlafstelle, zeitgewichtete Mittelwerte, zeitlich und räumlich punktuell gemessene Spot-Werte, mit Personendosimetern ermittelte Mittel- und/oder Medianwerte, aus Energieübertragungsdaten berechnete Mittelwerte über einen Zeitraum vor und/oder bei der Diagnose und/oder der Studiendurchführung. Risikoschätzer wurden auch für Expositions-Surrogate ermittelt, z.B. die Anzahl der in der Nähe der Wohnung verlaufenden Elektroleitungen (Wiring Code), der Abstand des Hauses und/oder des Grundstückes von einer Hochspannungsfreileitung, der Umstand, ob sich die Schule eines Kindes im Bezirk befindet, über den eine Hochspannungsfreileitung verläuft, oder die Exposition durch Elektrogeräte (z.B. Fernsehen, Haarfön, Heizdecken).

Eine Gesamtbeurteilung auf Basis der einzelnen Studien ist schwierig, weil die Studien meist nicht direkt miteinander vergleichbar sind. Aus diesem Grund wurden mehrere dieser Studien in zwei Meta-Analysen ausgewertet. Greenland et al. [18] poolten 15 damals verfügbare Studien zu häuslichen Magnetfeldbelastungen (11 mit gemessenen und 8 mittels Wire Code geschätzten Expositionen) und berichteten ein statistisch signifikant erhöhtes Risiko von 1,7 bei magnetischen Induktionen über 300 nT. Ahlbom et al. [19] poolten nur die 8 methodisch besseren Studien (klarer Bevölkerungsbezug und mindestens 24 h-Messung oder Langzeit-Magnetfeldschätzung als Expositionserhebung) und beobachteten ein doppeltes Leukämierisiko ab 400 nT, aber nicht darunter. Die Harmonisierung der verwendeten Expositionsschätzung und der Kategorisierung der Exposition führte zu einer deutlicheren Assoziation als die Einzelstudien. Dies legt die Schlussfolgerung einer konsistenten Assoziation nahe, wenngleich im Falle eines Vorliegens eines ähnlichen Bias in den Einzelstudien eine Meta-Analyse den Bias-Effekt verstärken würde. Wie die bayrische Studie über die Magnetfeldexpositionen im Alltag gezeigt hat [26], sind die Expositionswerte bei personenbezogener Ermittlung grundsätzlich höher als die in epidemiologischen Studien verwendeten ortsbezogenen Expositionsschätzungen. Der Unterschied kann mehr als das 2fache betragen.

Kritisch anzumerken ist, dass selbst in den methodisch besseren Studien der Einfluss eines Bias nicht ausgeschlossen kann. Die aufwändige Messmethodik dieser Studien wurde nämlich

begleitet durch eine jeweils schlechte Teilnahmerate, die insbesondere bei den Familien nicht erkrankter Kinder mit dem Bildungsniveau der Eltern zusammenhing. Da in diesen Studien die erfassten sozial schwächeren Familien häufiger in Mehrfamilienhäusern oder Wohnblocks wohnten und gerade in diesen Häusern überdurchschnittlich hohe Magnetfelder auftraten [12], ist eine Überschätzung des Zusammenhangs wahrscheinlich (Selektionsbias). Ob die Überschätzung aber so stark ist, dass der gesamte Zusammenhang auf einen Selektionsbias zurückzuführen ist, bleibt umstritten. Für eine ausführlichere Diskussion methodischer Einflüsse auf die Ergebnisse sei auf die entsprechende Literatur verwiesen [20].

Neuere Einzelstudien haben an diesem Gesamtbild nichts verändert. Dementsprechend stellten die WHO, die ICNIRP und die EU übereinstimmend fest, dass die Einstufung der IARC von magnetischen Feldern als mögliches Karzinogen unverändert Bestand hat und sich die Evidenz weder erhärtet noch verringert hat [10, 11, 21].

## 2.2.2 Internationale Bewertungen

### WHO

Die WHO hat in ihrer Bewertung vom Jahr 2007 [11] einen konkreten quantitativen Bezug zu Expositionsstärken vermieden. Sie kommt zu dem Schluss, es gäbe

- einige Hinweise (some evidence) auf eine Beeinflussung des Neurotransmittersystems durch Magnetfelder
- eingeschränkte Belege (limited evidence) für einen Zusammenhang zwischen der Magnetfeldexposition und der Leukämie bei Kindern, allerdings gäbe es nach wie vor keine unterstützenden Ergebnisse aus Tierversuchen
- eine Abschwächung der Belege für einen Zusammenhang mit Brustkrebs
- zunehmende Belege aus Zellversuchen, dass Magnetfelder mit DNA-schädigenden Substanzen in Wechselwirkung treten könnten
- Belege von Doppelblindstudien, die nahe legen, dass Elektrosensibilitäts-Symptome mit der Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern nicht zusammenhängen.

Hinweise auf Zusammenhänge mit sonstigen Krebserkrankungen bei Kindern oder Erwachsenen, sowohl alleine als auch im Zusammenwirken mit anderen Kanzerogenen, werden weiterhin als inadäquat eingestuft. Insgesamt wurde durch die zwischenzeitlichen Studien an Menschen, Tieren und Zellen die Einstufung der Magnetfelder durch IARC als möglicherweise karzinogen nicht geändert.

Die Annahme, chronische Expositionen gegenüber Magnetfeldern über 0,3-0,4  $\mu\text{T}$  wären eine Leukämierisiko, beruhe lediglich auf Ergebnissen epidemiologischer Studien, während dieser Befund durch Laborstudien und Wechselwirkungsmechanismen nicht gestützt würde. Angesichts dieses Umstandes und der Unsicherheit epidemiologischer Ergebnisse, die durch Probleme bei der Auswahl von Kontrollgruppen und der Expositionsklassifikation bestehen, werden die Ergebnisse als nicht belastbar für einen Nachweis der Kausalität gesehen. Die WHO stuft sie jedoch als ausreichend für „Besorgnis“ ein.

Die WHO betont ferner, dass Grenzwerte vor wissenschaftlich **gesicherten**, gesundheitsschädlichen Effekten schützen sollten. Angesichts der Unsicherheit über die Existenz chronischer Wirkungen sei jedoch Vorsorge gerechtfertigt. Diese sollte jedoch kein Grund sein, die Grenzwerte auf einen willkürlichen Wert zu reduzieren, weil dies die wissenschaftliche Basis der Grenzwerte unterminieren würde und wahrscheinlich ein teurer und nicht notwendigerweise effektiver Weg wäre, um zu schützen.

Zur Vorsorge werden geeignete Maßnahmen zur Reduzierung der Exposition als gerechtfertigt angesehen. Angesichts ihres ungewissen Nutzens sollten die Kosten solcher Maßnahmen jedoch sehr gering sein.

### **ICNIRP**

Die Richtlinien zur Begrenzung elektrischer und magnetischer Felder wurden von der International Commission on Nonionizing Radiation Protection (ICNIRP) im Jahr 1998 publiziert. Gegenwärtig sind diese Richtlinien in Überarbeitung, eine Neufassung ist geplant. Die ICNIRP hat jedoch im Jahr 2003 eine umfassende Zusammenstellung der wissenschaftlichen Literatur vorgenommen [10].

Darin kommt sie zu folgender Beurteilung (übersetzte Zitate):

- Genotoxizität: Die aus Zellversuchen abgeleitete Möglichkeit, dass niederfrequente elektromagnetische<sup>2</sup> Felder die Wirkung bekannter Mutagene verstärken könnten, rechtfertigt weitere Studien. Tierversuche haben keine überzeugenden Belege für eine genotoxische Wirkung von Magnetfeldern ergeben. Berichte über gefundene Effekte sind hinsichtlich der Bedeutung für die Gesundheit extrem spekulativ.
- Tierversuche ergaben keine Belege dafür, dass Magnetfelder Krebs verursachen könnten; es gibt jedoch einige widersprüchliche Hinweise, dass sie unter Umständen das Tumorstadium beeinflussen könnten. Insgesamt ergeben sich aus den Tierversuchen keine überzeugenden Belege, dass netzfrequente Magnetfelder das Krebsrisiko erhöhen könnten.
- Genexpression: Die Literatur ist widersprüchlich. Wenn Effekte gefunden wurden, war ihre Stärke gering im Vergleich zu jenen von therapeutisch angewendeten Substanzen.
- Zelltod: Es gibt einige Belege, dass Magnetfelder über 1 mT in transformierten (aber nicht in nicht-transformierten) Zellen das Absterben von Zellen beschleunigen könnten. Mehr Untersuchungen sind nötig, um feststellen zu können, welche Rolle der genetische Hintergrund dabei spielt.
- Es gibt keine klaren Belege, dass das zelluläre Kalziumgleichgewicht durch Magnetfelder verändert werden könnte.
- Die Belege für die Stimulation der Zellteilung durch Magnetfelder sind bestenfalls fragwürdig.
- Wenn Zellversuche Effekte ergeben haben, so waren sie insgesamt in einer Stärke, die die Annahme, sie wären gesundheitsrelevant, wenig unterstützen.
- Die Tierversuche unterstützen die Hypothese einer Beeinflussung der Vermehrung nicht.
- Tierversuche haben keine übereinstimmenden Effekte bezüglich stressbezogener Hormone und Melatonin ergeben.
- Der Hormongehalt im menschlichen Blut wurde nicht nachteilig geändert.

---

<sup>2</sup> Die ICNIRP verwendet (auch) in [10] den Begriff „elektromagnetische Felder“ undifferenziert auch im Niederfrequenzbereich, in dem elektrische und magnetische Felder getrennt zu betrachten und zu benennen wären. Sie verwendet den Begriff selbst in Fällen, in denen sie lediglich Magnetfelder meint. Der SSK ist bewusst, dass dies physikalisch nicht korrekt ist, dennoch wurde diese Terminologie in diesem Unterkapitel beibehalten, um nahe am Originaltext zu bleiben.

- Tierversuche haben keine zwingenden Belege für eine Beeinflussung des Blutes ergeben.
- Versuche an Probanden haben geringe, jedoch inkonsistente Veränderungen der Leukozytenzahl ergeben, ihre Gesundheitsrelevanz ist jedoch unklar.
- Bezüglich einer Beeinflussung des Nervensystems waren die Tierversuche entweder negativ oder schwierig zu interpretieren. Einige Studien weisen auf mögliche Auswirkungen auf Neurotransmitter hin. Dies sollte weiter untersucht werden.
- Es gibt nur wenige Schlafuntersuchungen an Menschen. Sie weisen jedoch auf mögliche Veränderungen von Schlafparametern bei intermittierender Magnetfeldexposition hin, die nicht notwendigerweise als gesundheitsschädlich einzustufen sind. Damit Schlussfolgerungen gezogen werden können, sind jedoch weitere vergleichbare Studien erforderlich.
- Berichte über Veränderungen der Reaktionszeit und -genauigkeit waren untereinander nicht konsistent. Zur Klärung sind weitere Studien erforderlich. Die Bewertung der Gesundheitsrelevanz derartiger Effekte, sollten sie existieren, ist schwierig.
- Es ist unmöglich, einen Zusammenhang auszuschließen, es gibt jedoch keine Hinweise, dass elektromagnetische Felder mit Elektrosensibilität kausal zusammenhängen.
- Epidemiologische Krebsstudien:
  - Kinder-Leukämie: Nach der ersten Studie von Wertheimer und Leeper, die die drei häufigsten Kinderkrebsformen mit einem Schätzer (wiring code) für die Magnetfeldexposition verbunden haben, haben mehr als 18 Studien in 9 Ländern keinen überzeugenden Beleg für einen Zusammenhang zwischen Hirntumoren oder Lymphomen mit Expositionen in der Nähe von Hochspannungsfreileitungen ergeben. Es gibt keinen klaren Nachweis über einen Zusammenhang von Expositionen unter  $0,4 \mu\text{T}$  mit Kinderleukämie. Ein zweifacher Anstieg des relativen Risikos, beschränkt auf einen kleinen Anteil der Kinder (in einer großen Metastudie auf 0,8% geschätzt), deren Exposition über  $0,4 \mu\text{T}$  liegt, ist aufgrund des Fehlens eines bekannten Mechanismus oder unterstützender, reproduzierbarer, experimentell gefundener Karzinogenität schwierig zu interpretieren. Es gibt auch einige Belege, die darauf hindeuten, dass verzerrende Auswahlverfahren (selection bias) teilweise für das erhöhte Risiko unter dem Anteil der Kinder mit erhöhten Expositionen verantwortlich sein könnten. Aufgrund des Fehlens neuer und überzeugender experimenteller Belege, die elektromagnetische Expositionen mit Karzinogenität verbinden, ist es unwahrscheinlich, dass weitere epidemiologische Studien einen Zusammenhang weiter klären, sofern nicht größere Fallzahlen mit Expositionen über  $0,4 \mu\text{T}$  gesammelt werden können und methodische Unzulänglichkeiten, insbesondere des Auswahlverfahrens, minimiert werden können.
  - Die Belege für einen Zusammenhang von Magnetfeldexpositionen mit Erwachsenen-Leukämie oder Hirntumoren sind schwach.
  - Die Belege für einen Zusammenhang mit Brustkrebs sind schwach. Angesichts der Häufigkeit dieser Erkrankung und der Studien über die verschiedensten Risikofaktoren sollten die noch ausstehenden Ergebnisse dreier wichtiger Studien über Magnetfeldexposition vor weiteren Entscheidungen abgewartet werden.
- Sonstige epidemiologische Studien
  - Amyotrophische Lateralsklerose (ALS): Studien ergeben einen relativen starken Hinweis (evidence), dass die Arbeit in Elektrizitätsversorgungsunternehmen mit Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern mit einer erhöhten Mortalität aufgrund von ALS zusammenhängt.

- Alzheimer: Die Ergebnisse zeigen einen schwachen Hinweis auf ein möglicherweise erhöhtes Risiko bei Magnetfeldexposition, weitere Studien sind jedoch erforderlich.
- Die Studien über depressive Erkrankungen und Magnetfeldexpositionen sind schwierig zu interpretieren, sie sind inkonsistent und sie lassen daher keine Schlussfolgerung zu.
- Belege über einen Zusammenhang erhöhter Magnetfeldexpositionen mit kardiovaskulären Erkrankungen sind schwach. Ein kausaler Zusammenhang bleibt spekulativ.
- Bestehende Belege (evidence) unterstützen die Hypothese über einen Zusammenhang der Exposition von Schwangeren mit nachteiligem Ergebnis für die Schwangerschaft nicht.

## **IARC**

In ihrer Bewertung des möglichen Krebsrisikos für Menschen unterscheidet die IARC grundsätzlich 5 verschiedene Gruppen:

- Gruppe 1:** Karzinogene: Es besteht ausreichende Evidenz für die Karzinogenität, entweder direkt gestützt auf Humanergebnisse oder abgeleitet von Tierexperimenten, mit starker Evidenz für eine kanzerogene Wirkung über einen relevanten Mechanismus auch am Menschen.
- Gruppe 2A:** Vermutliche Karzinogene: In diesem Fall besteht begrenzte Evidenz für eine Karzinogenität beim Menschen, aber eine ausreichende Evidenz aus Tierstudien.
- Gruppe 2B:** Mögliche Karzinogene: In diesem Fall besteht begrenzte Evidenz für eine Karzinogenität beim Menschen und eine nicht ausreichende Evidenz aus Tierversuchen. Im Fall unzureichender Evidenz für die Karzinogenität beim Menschen und begrenzte Evidenz aus Tierversuchen ist dennoch eine Einstufung in diese Gruppe möglich, wenn dies durch andere relevante Ergebnisse unterstützt wird.
- Gruppe 3:** Nicht klassifizierbar: In diesem Fall besteht unzureichende Evidenz der Karzinogenität für Menschen und unzureichende oder begrenzte Evidenz aus Tierversuchen.
- Gruppe 4:** Vermutlich nicht karzinogen: In diesem Fall gibt es Evidenz, die das Fehlen von Karzinogenität in Menschen und Tieren nahelegt.

Aufgrund der Bewertung der vorliegenden experimentellen und epidemiologischen Studien und unter Berücksichtigung des Wissens über mögliche Wirkungsmechanismen kommt die IARC bezüglich der Exposition gegenüber niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern zu folgender Bewertung:

Niederfrequente Magnetfelder werden in die Gruppe 2B als möglicherweise karzinogen für Menschen eingeteilt. Dies wird gestützt auf

- begrenzte Evidenz für einen Zusammenhang von Magnetfeldern mit Kinderleukämie. Die Zufälligkeit der Ergebnisse der epidemiologischen Studien wird als unwahrscheinlich angesehen, es wird jedoch nicht ausgeschlossen, dass sie durch eine Kombination von Selektionsbias, Störfaktoren und Zufall erklärt werden könnten. Wenn die beobachtete Assoziation kausal wäre, könnte das Risiko auch größer sein als berichtet.
- unzureichende Evidenz für einen Zusammenhang von Magnetfeldern mit allen anderen Krebserkrankungen.

- unzureichende Evidenz für Kanzerogenität für Tiere.

Bezüglich einer Kanzerogenität niederfrequenter elektrischer Felder gibt es keine relevanten Daten aus Tierversuchen.

### 3 Elektronische Implantate

Der Anteil von Patienten mit elektronischen Implantaten (z.B. Herzschrittmacher und implantierte Cardioverter-Defibrillatoren) nimmt in der Allgemeinbevölkerung erheblich zu. In Deutschland weist das Zentralregister für Herzschrittmacher einen mehr als 3fachen Anstieg von jährlichen Erstimplantationen von 21.000 im Jahr 2001 auf 65.500 im Jahre 2005 aus (Abbildung 3).

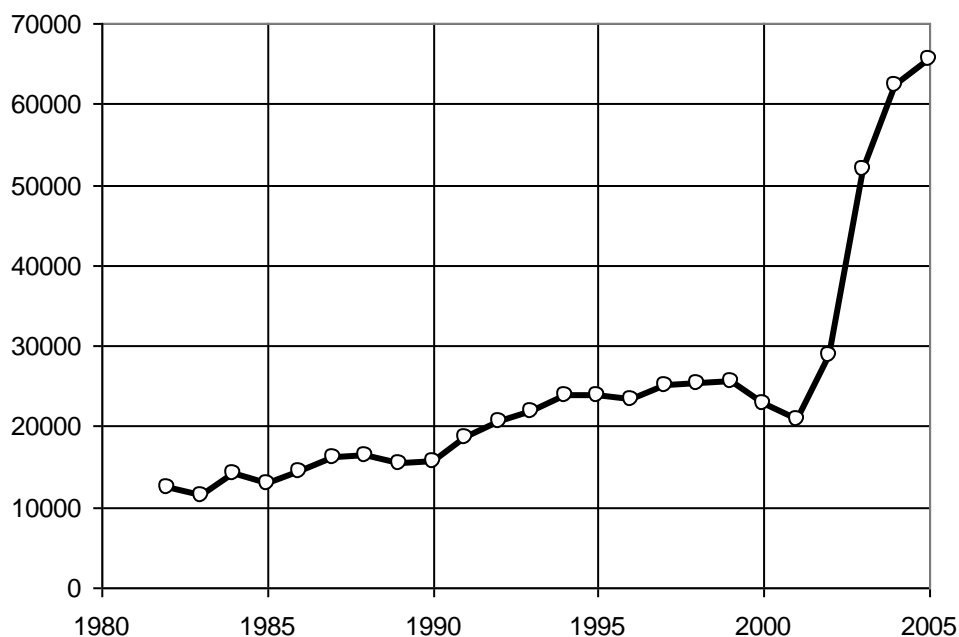


Abb. 3: Jährliche Herzschrittmacher-Erstimplantationen in der Bundesrepublik (nach Daten des Herzschrittmacher-Registers)

Der Prozentsatz der Patienten, deren Schrittmacher überlebensnotwendig ist, liegt bei ca. 40%. Patienten sind bereits unter 10jährige (0,2%), ca. 6% der Patienten sind jünger als 60 Jahre, der größte Anteil mit ca. 39% entfällt auf die Altersgruppe der 70-80jährigen. Im Körper verbleiben Herzschrittmacher im Mittel ca. 8,5 Jahre, wobei jedoch ca. 12% auch länger als 12 Jahre funktionsfähig bleiben [33]. Dies ist der Grund, weshalb technische Verbesserungen der Störfestigkeit nur mit großer Verzögerung für Strahlenschutzbetrachtungen relevant werden. Die Entwicklung der Herzschrittmachertechnologie von störungsempfindlichen festfrequenten zu bedarfsgesteuerten (getriggerten oder inhibierten) und in letzter Zeit auch zu den sich physiologischen Bedürfnissen anpassenden frequenzadaptierenden Modellen haben die Herzschrittmacherfunktion von elektrischen Eingangssignalen abhängig und damit auch gegenüber Störbeeinflussungen von außen empfindlicher gemacht.

Es werden vier Grundtypen von Herzschrittmachern bzw. Herzschrittmacher-Betriebsarten unterschieden:

**Inhibierte (Demand-) Herzschrittmacher:** Diese überwachen mit Hilfe einer Sensing-Elektrode die Herztätigkeit. Die Impulsabgabe wird dabei durch vorhandene Herzerregungen gestoppt. Erst wenn das Herzsignal (EKG) länger als die programmierte Toleranzzeit ausbleibt, werden Stimulationsimpulse abgegeben. Das Vortäuschen einer Herzaktion durch ein

induziertes Störsignal könnte daher in den Zeitintervallen, in denen gleichzeitig die eigene Herztätigkeit unterbleibt, zur Blockierung der Stimulation führen.

**Getriggerte Herzschrittmacher:** Diese erfassen mit Hilfe einer Sensing- Elektrode die Herztätigkeit funktionierender Herzbereiche, z.B. des Vorhofs, und geben, von deren Erregung getriggert, den Stimulationsimpuls in den anderen Herzbereich, z.B. die Herzkammer, ab. Das Vortäuschen einer Herzaktion durch ein induziertes Störsignal könnte daher eine ständige Triggerung bewirken, weshalb sich die Impulsabgabe des Schrittmachers bis zur Sicherheitsgrenze (Hochlaufschutz) beschleunigt.

**Festfrequenter (asynchroner) Herzschrittmacher:** Dieser Herzschrittmacher stimuliert mit einer fest vorgegebenen Rate, ohne auf die physiologischen Erfordernisse Rücksicht zu nehmen. Da seine Funktion auf kein Eingangssignal angewiesen ist, ist dieser Typ stör-unempfindlich. Erkennt der Herzschrittmacher eine Störsituation (z.B. aufgrund unphysiologisch großer Eingangssignale), schaltet er (reversibel) auf die asynchrone Sicherheits-Betriebsart um. Eine Umschaltung auf den festfrequenten Betrieb ist zu auch Überprüfungs-zwecken vorgesehen. Dazu wird ein Permanentmagnet auf die Implantationsstelle aufgelegt. Das magnetische Gleichfeld betätigt dann im Herzschrittmacher ein Reed-Relais, das die (reversible) Umschaltung auf den asynchronen Betriebsmodus vornimmt.

**Programmierbare Herzschrittmacher:** Bei diesen Herzschrittmachern lassen sich die Betriebsarten induktiv auch nach der Implantation programmieren. Die Verwendung voll programmierbarer DDD-Herzschrittmacher ist seit 1983 von 4% nahezu linear auf 62% im Jahr 2005 gestiegen [33]. Bei einer Störbeeinflussung ist eine Umprogrammierung nicht grundsätzlich ausgeschlossen. Im Gegensatz zu anderen Störsituationen bleibt der geänderte Zustand auch nach der Störsituation erhalten.

Dies bedeutet, dass Störsignale aufgrund von elektrischen, magnetischen oder elektromagnetischen Interferenzen vorübergehende (reversible) oder auch bleibende Funktionsstörungen verursachen können, die von vorübergehender Umschaltung in einen festfrequenten Sicherheitsmodus bis hin zur bleibenden Umprogrammierung und zum Geräteausfall reichen können. Dabei kommt es nicht nur auf den lokalen Feldstärkewert am Ort des Herzschrittmachers an, sondern auch auf die Feldverteilung innerhalb des Thoraxbereiches.

### Störbeeinflussungen

Herzschrittmacher können je nach ihrer Empfindlichkeit in „angemessen störfest“, „eingeschränkt störfest“ und „störempfindlich“ eingeteilt werden [23]. Bei einer Sensing-Schwelle von ca. 0,2 mV ergibt sich für eine angepasste Elektrodenlänge und eine angenommene wirksame Induktionsfläche von 225 cm<sup>2</sup> eine Störbeeinflussung durch 50 Hz-Felder ab 28 µT. In der Praxis kann die Induktionsfläche, z.B. bei Umwickeln des Generators mit dem überlangen Elektrodenstück, größer sein und bei linkspektoraler Implantation sogar bis 315 cm<sup>2</sup> groß werden [23]. Zur Verbesserung der Störfestigkeit werden in den letzten Jahren bevorzugt bipolare Herzschrittmacherelektroden verwendet. Waren es im Jahr 1991 noch 18% ventrikuläre und 39% atriale Bipolar-Elektroden, so ist der Prozentsatz bis zum Jahr 2005 auf 87% bzw. 98% gestiegen [33]. Angesichts der Mobilität von Personen (Touristen und Arbeitnehmer) können die Ergebnisse jedoch nicht verallgemeinert werden, sodass für Schutzüberlegungen weiterhin von der Störempfindlichkeit monopolarer Elektrodenanordnungen ausgegangen werden muss.

Die Herzschrittmacherbestimmungen [25] sehen vor, dass die Herzschrittmacherfunktion durch statische Felder bis 1 mT nicht beeinflusst werden darf. Um eine unbeabsichtigte Umschaltung sicher zu vermeiden, sollten unbeabsichtigte Expositionen gegenüber statischen Magnetfeldern 500 µT nicht überschreiten.



Störbeeinflussungen sind nicht nur durch Feldquellen der Energieerzeugung und -verteilung, sondern auch bei Anwendung elektrischer Geräte möglich. Die bestehenden Grenzwertempfehlungen und Festlegungen schließen den Schutz vor Störbeeinflussungen durch elektromagnetische Feldern nicht ein. Störbeeinflussungen elektronischer Implantate sind daher innerhalb der zulässigen Expositionsgrenzwerte möglich und daher im Alltag nicht selten. Von 1.567 befragten Herzschrittmacherpatienten gaben über 89% an, schon elektromagnetische Störbeeinflussungen verspürt zu haben, ca. 30% in Verbindung mit niederfrequenten Feldquellen [29]. Langzeit-EKG-Überwachungen haben ergeben, dass im Alltag in 26% von 231 überwachten Patienten Tachykardien auftraten, in 10% der Patienten erreichten diese gesundheitsschädliche Formen mit anhaltenden Stimulationsraten über  $180 \text{ min}^{-1}$  [22]. Angaben über konkrete Verursacher fehlen.

Irnich [32] fand bei ca. 5% von 1.000 untersuchten Herzschrittmachern eine Störbeeinflussungsschwelle von unter 1 mV. Experimentell wurde an Modellen das erste Auftreten von Schrittmacher-Fehlfunktionen bei Exposition gegenüber von 50 Hz-Magnetfeldern je nach Implantationsart zwischen  $16 \mu\text{T}$  und  $552 \mu\text{T}$  für Störschwellen von 1 mV bei atrialem und 2 mV bei ventrikulärem Sensing gemessen [30]. Die Induktionsflächen lagen dabei je nach Implantationsort zwischen  $100 \text{ cm}^2$  und  $210 \text{ cm}^2$ . Bei einer Sensing-Schwelle von 0,2 mV ergibt sich für eine angepasste Elektrodenlänge und eine angenommene wirksame Induktionsfläche von  $225 \text{ cm}^2$  eine Störbeeinflussung durch 50 Hz-Felder ab  $28 \mu\text{T}$ . In der Praxis kann die Induktionsfläche, z.B. bei Umwickeln des Generators mit dem überlangen Elektrodenstück, größer sein und bei linkspektoraler Implantation sogar bis  $315 \text{ cm}^2$  groß werden [23], womit sich die Störbeeinflussungsschwelle auf  $20 \mu\text{T}$  verringert (für  $16^{2/3}$  Hz-Magnetfelder wären wegen der geringeren Induktionswirkung 3fach höhere Werte erforderlich). Da im Alltag insbesondere im Wohnbereich zusätzlich mit weiteren (auch mobilen) Feldquellen gerechnet werden muss, sollte der Expositionsspielraum bis zur Störschwelle von einer einzigen Feldquelle nicht zur Gänze ausgeschöpft werden.

Angesichts der Konservativität der Annahmen erachtet es die SSK als ausreichend, von der unteren Störbeeinflussungsgrenze  $16 \mu\text{T}$  einen Abstand von einem Drittel für die Beiträge weiterer Feldquellen zu veranschlagen. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass Störbeeinflussungen von Herzschrittmachern vermieden werden können, wenn die magnetischen Immissionen stationärer elektrischer Feldquellen bei 50 Hz unter  $10 \mu\text{T}$  bzw. in Bereichen, in denen Beiträge zusätzlicher 50 Hz-Feldquellen nicht zu erwarten sind, unter  $15 \mu\text{T}$  bleiben.

Elektrische Felder besitzen aufgrund der von ihnen verursachten intrakorporalen Potentialunterschiede ebenfalls ein Störbeeinflussungspotential. Zur Abschätzung ihres Einflusses wird davon ausgegangen, dass über eine Distanz von 25 cm zwischen Herzschrittmacher und Elektrodenspitze eine Störspannung abgegriffen wird, die ab ca. 5 kV/m äußerer Feldstärke zu einer Störbeeinflussung führen könnte [24]. Experimentelle Untersuchungen mit Expositionen gegenüber elektrischen 50 Hz-Feldern ergaben Störbeeinflussungen ab Feldstärken bereits im Bereich zwischen 1,7 kV/m und 8,7 kV/m [31]. Da elektrische Felder durch leitfähiges Material leicht abschirmbar sind, können Feldquellen stationärer externer elektrischer Energieversorgungsanlagen im Wohnbereich keine störrelevanten elektrischen Felder verursachen. Wegen der Schirmwirkung leitfähiger Materie sind elektrische Felder nur bei sichtbaren Feldquellen von Energieversorgungsanlagen, z.B. direkt unter Hochspannungsleitungen, relevant. Da Expositionen durch nicht sichtbare Feldquellen daher nicht anzunehmen sind, können zu Magnetfeldern analoge Regelungen unterbleiben.

Die Herzschrittmacherbestimmungen [25] sehen vor, dass die Herzschrittmacherfunktion durch statische Felder bis 1 mT nicht beeinflusst werden darf. Um einen ausreichenden Sicherheitsabstand zu gewährleisten, wird z.B. bei Errichtung und Betrieb von medizinischen Magnetresonanz-Tomografen den Herzschrittmacherpatienten der Zutritt zu Feldbereichen über  $500 \mu\text{T}$  untersagt.

Da Störbeeinflussungen im Alltag derzeit nicht auszuschließen sind, sieht das Medizinproduktegesetz vor, dass ein Patient mit implantierten elektronischen Geräten im Erkennen und Vermeiden von Störbeeinflussungssituationen zu unterrichten ist. Zusätzliche vorbeugende Maßnahmen sind jedoch in jenen Fällen angebracht, in denen ein Patient die Störquelle nicht erkennen kann, wie dies z.B. bei in der Erde verlegten Hochspannungskabeln der Fall ist, oder in denen er aufgrund seines Allgemeinzustandes nicht mehr in der Lage ist, sich adäquat zu verhalten.

## 4 Vorsorge

### 4.1 Internationale Regelungen

Nach den Mitteilungen der EU-Kommission über die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips [6] ist vorgesehen, dass bei ausreichendem wissenschaftlichem Verdacht Maßnahmen bereits auch dann gerechtfertigt sind, wenn noch nicht alle erforderlichen wissenschaftlichen Erkenntnisse vorliegen. Dabei wird vorausgesetzt, dass die Maßnahmen effizient, verhältnismäßig, nichtdiskriminierend und kohärent (d.h. konsistent mit bereits in ähnlichen Fällen getroffenen Maßnahmen) sind. Dabei müssen die Vor- und Nachteile sowohl der Durchführung als auch der Unterlassung einer Maßnahme abgewogen werden.

Unter Verweis auf das Vorsorgeprinzip haben einige Länder in Ergänzung zu den Expositionsgrenzwerten Regelungen erlassen, die den Beitrag von ortsfesten Feldquellen zur Gesamtexposition (maximaler Immissionswert) in Bereichen mit längerem Aufenthalt begrenzen. Diese Regelungen beziehen sich entweder auf die Errichtung der Quellen und/oder die Errichtung von Neubauten in der Nähe von Feldquellen (Tabelle 3). Quantitative Begründungen für diese Regelungen werden nicht angegeben, in den Niederlanden wird auf die epidemiologischen Studien über Kinderleukämie Bezug genommen.

Tab. 3: In Ergänzung zu den Expositionsgrenzwerten beschlossene nationale Regelungen zur Begrenzung der Immissionsbeiträge durch einzelne ortsfeste Feldquellen

Land	Immissionswert 50 Hz	Bereich
Niederlande	0,4 $\mu\text{T}^3$	Bereiche mit längerem Aufenthalt von Kindern
Schweiz	1 $\mu\text{T}$	Orte mit empfindlicher Nutzung
Israel	1 $\mu\text{T}$	
Italien	10 $\mu\text{T}$	Bereiche mit Aufenthaltsdauern >4h/d
	3 $\mu\text{T}$	Bereiche mit dauerndem Aufenthalt
Irland	16 $\mu\text{T}$ (22 m)	Schulen oder Wohnhäuser

<sup>3</sup> Im Gegensatz zu der in der 26. BImSchV vorgesehenen Beurteilung bei höchster Auslastung wird dieser Wert bei nur 30%iger Auslastung ermittelt.

Aufgrund der übereinstimmenden Bewertungen der ICNIRP und der WHO gibt es keine belastbaren Ergebnisse über gesicherte Gesundheitsrisiken unterhalb der bestehenden Grenzwerte. Die WHO sieht jedoch geeignete Vorsorgemaßnahmen zur Reduzierung der Exposition als gerechtfertigt an. Angesichts ihres ungewissen Nutzens sollten die Kosten solcher Maßnahmen sehr gering sein [11].

## 4.2 Quantitative Abschätzung

Als Grundlage für quantitative Vorsorgeüberlegungen können verschiedene Ansätze herangezogen werden.

- Würden trotz der berechtigten Zweifel an einer Kausalität Begrenzungen der Immissionen einer ortsfesten Anlage von den Ergebnissen der epidemiologischen Studien abgeleitet werden, so wäre, basierend auf den Meta-Analysen [18, 19], ab Magnetfeldimmissionen von ca. 300 nT bis 400 nT mit einem erhöhten Kinderleukämierisiko von  $OR=1,7$  bzw.  $OR=2$  zu rechnen. Wenn Vorsorgewerte von diesen epidemiologischen Studien abgeleitet werden würden, müssten sie entsprechend niedriger als 300 nT angesetzt werden, um diese potentiellen Risikoerhöhungen zu vermeiden.

Will man den mit derart niedrigen Vorsorgewerten verbundenen hypothetischen Nutzen abschätzen, so ist zu berücksichtigen, dass nur in wenigen Kinderschlafzimmern Magnetfeldimmissionen über 300 nT auftreten und diese wiederum nur zum geringeren Teil durch Hochspannungsfreileitungen verursacht werden [12].

Auf Basis der Risikoschätzer der Meta-Analysen ergeben verschiedene Szenarien für deutsche Verhältnisse eine Schätzung von jährlich bis etwa 6 expositionsbedingten Kinderleukämie-Erkrankungsfällen, die durch flächendeckende und das private Umfeld einschließende, ausreichend niedrige Vorsorgewerte verhindert werden könnten. Berücksichtigt man, dass die magnetischen Immissionen nur in ca. einem Drittel aller Wohnungen mit höheren Magnetfeldern auf ortsfeste Hochspannungsanlagen zurückzuführen sind, wären selbst bei angenommener Kausalität durch Vorsorgewerte, die sich nur auf ortsfeste Anlagen beschränken, nur ca. 1 bis 2 Erkrankungsfälle pro Jahr zu vermeiden.

Um die Vermeidung dieser Erkrankungsfälle zu erreichen, müssten die Vorsorgewerte unter Berücksichtigung der hauseigenen Felder mit einem ausreichenden Sicherheitsfaktor unter 300 nT gehalten werden. Unter Berücksichtigung der hauseigenen Hintergrundfelder von durchschnittlich 70 nT und eines Sicherheitsfaktors von lediglich 2 wäre für den Eintrag durch eine ortsfeste Anlage ein Zielwert bei 100 nT anzustreben. Dies hätte allerdings gravierende Auswirkungen auf die Errichtung von ortsfesten Anlagen der Energieversorgung und von Bahnanlagen, z.B. mit Bauverbotsstreifen, die bis zu über einem halben Kilometer Breite und bei Bahnanlagen, wegen der ungünstigeren Bedingungen der Rückströme, auch noch weiter hinausreichen könnten<sup>4</sup>.

Die nach wie vor nicht durch Laborstudien oder Wirkungsmodelle unterstützten singulären Befunde aus epidemiologischen Studien über einen möglichen Zusammenhang zwischen Leukämieerkrankungen von Kindern und Magnetfeldexpositionen sind jedoch zu

---

<sup>4</sup> Im Sinne des Nichtdiskriminierungsgebotes bei Vorsorgemaßnahmen wären ähnliche Vorgaben auch für die Niederspannungsversorgung und andere Feldquellen, z.B. die Hausinstallation, vorzusehen.

wenig gesichert, und ein allfälliger gesundheitlicher Nutzen wäre zu gering, um aufwändige Maßnahmen zur Emissionsreduzierung zu rechtfertigen, insbesondere in Hinblick auf die Dringlichkeit von effizienteren Kinderschutzmaßnahmen gegen größere und gesicherte Risiken wie z.B. übermäßige UV-Strahlung.

- Die Bewertung der Laborexperimente zeigt, dass sich die Studien sowohl hinsichtlich ihrer Qualität als auch im Hinblick auf ihre Reproduzierbarkeit unterscheiden. Aufgrund der vorhandenen stochastischen Einflüsse, z.B. wegen biologischer Variabilität sowie methodischer und sonstiger Kofaktoren, sind grundsätzlich bei allen Expositionsbedingungen und auch bei guten Studien zufällig positive und negative Studienergebnisse zu erwarten. Unter diesem Gesichtspunkt wurde daher die Gesamtheit der berichteten Ergebnisse untersucht (Abbildung 4). Demnach sollten bei Fehlen eines Effektes insgesamt negative (also nicht signifikante) Ergebnisse dominieren, während beim Vorhandensein eines Effektes die positiven (also statistisch signifikanten) Ergebnisse umso mehr überwiegen sollten, je stärker ein Effekt wäre. Unter diesem Gesichtspunkt wurden die in Abbildung 2 dargestellten 720 Ergebnisse der von der WHO [11] und der ICNIRP [10] zur Bewertung herangezogenen biologischen Studien ausgewertet und Expositionsclassen zugeordnet; ferner wurde ein Häufigkeitsdiagramm der positiven und negativen Ergebnisse erstellt (Abbildung 4). Die untersuchten biologischen Endpunkte waren: Wahrnehmung, Nervensystem, Verhalten, kardiovaskuläres System, Hämatologie und Immunsystem, endokrines System, Opioide und Analgesie, Reproduktion, Genotoxizität sowie Kanzerogenität und Ko-Kanzerogenität.

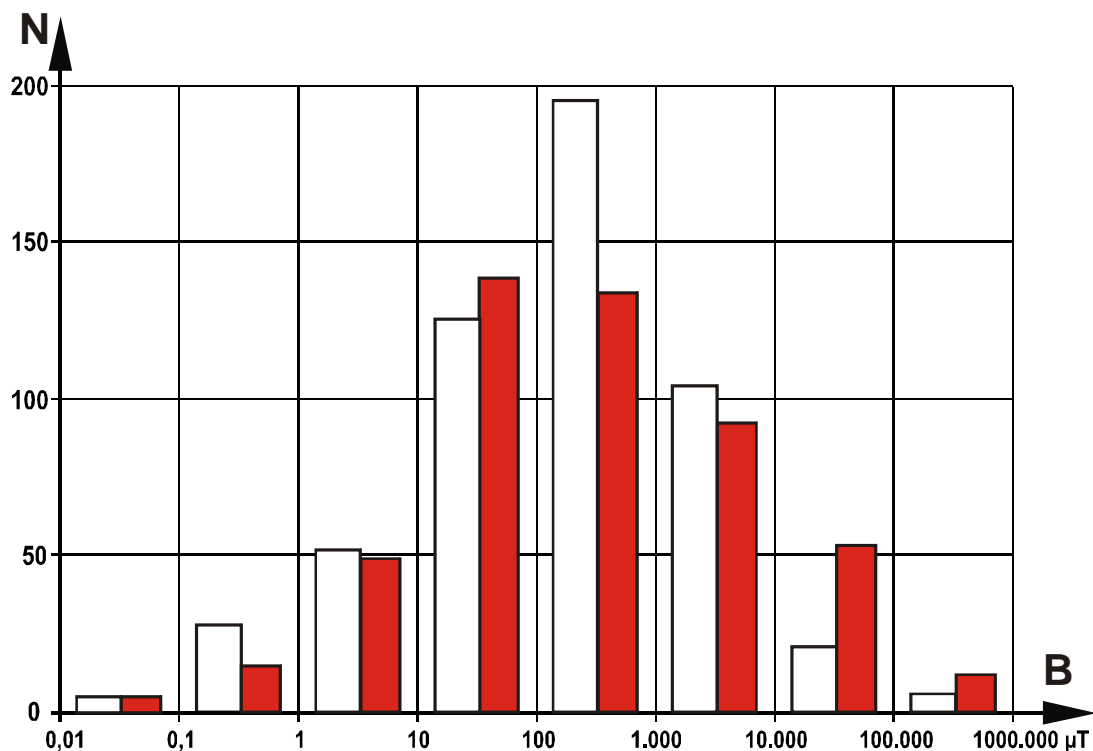


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung von insgesamt 720 positiven (dunkle Balken) und negativen Ergebnissen (weiße Balken) jener Laborstudien über mögliche biologische Wirkungen niederfrequenter Magnetfelder, Klassengröße jeweils eine Dekade, die der Bewertung der ICNIRP [10] und der WHO [11] zugrunde gelegt wurden [28].

Abbildung 4 zeigt trotz des anzunehmenden Publication-Bias, dass zunächst bei kleinen Expositionen die Anzahl der negativen Ergebnisse überwiegt. Ab 5  $\mu\text{T}$  bis ca. 1 mT tritt der Gleichstand mit annähernd gleicher Häufigkeit positiver und negativer Ergebnisse ein, der bis über 100  $\mu\text{T}$  erhalten bleibt. Nach diesem Zwischenbereich überwiegt bei Expositionen über 1 mT die Anzahl der positiven Ergebnisse. In diesem Bereich werden auftretende Effekte zunehmend durch gesicherte Wechselwirkungsmodelle erklärbar. Ein quantitativ bewertbarer gesundheitlicher Nutzen einer Einführung von niedrigen Vorsorgewerten lässt sich jedoch aus der Zusammenstellung nicht ableiten.

Die Darstellung in Abbildung 4 stellt lediglich eine Übersicht über die Datenlage dar und ist nicht geeignet, die für Grenzwertüberlegungen unverzichtbare differenzierte Bewertung der einzelnen Studien und der Gesundheitsrelevanz der berichteten Effekte zu ersetzen; ebenso wenig kann aus der Bilanzierung von positiven und negativen Effekten zwingend auf die Existenz oder das Fehlen eines Effektes an sich geschlossen werden.

Spezifische wissenschaftliche Untersuchungen über biologische Wirkungen magnetischer Felder von Bahnanlagen fehlen weitgehend. Da bei den meisten der in Abbildung 2 zusammengefassten biologischen Endpunkte nicht angenommen werden kann, dass sie auf die Induktion von Wirbelströmen zurückzuführen sind, wird in einem konservativen Ansatz angenommen, dass bahnfrequente  $16^{2/3}$  Hz-Magnetfelder vergleichbar wirksam sind wie netzfrequente 50 Hz-Magnetfelder. Magnetfeldimmissionen im Bahnbereich sind jedoch durch starke Amplitudenschwankungen ausgezeichnet und weisen daher ein breiteres Frequenzspektrum auf.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass auch nach Bewertung der neueren wissenschaftlichen Literatur keine wissenschaftlichen Erkenntnisse in Hinblick auf mögliche Beeinträchtigungen der Gesundheit durch niederfrequente elektrische und magnetische Felder vorliegen, die ausreichend belastbar wären, um eine Veränderung der bestehenden Grenzwertregelung der 26. BImSchV und der Grenzwertempfehlung der EU-Ratsempfehlung zu rechtfertigen. Es ergeben sich auch keine ausreichenden Gründe, um die Einführung zusätzlicher verringerter Vorsorgewerte zu empfehlen.

## Literatur

- [1] 26. BImSchV (1996): 26. Verordnung über elektromagnetische Felder zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, BGBl. I S 1996
- [2] SSK (1997): Schutz vor niederfrequenten elektrischen und magnetischen Feldern der Energieversorgung und -anwendung. Gustav Fischer, Stuttgart
- [3] ICNIRP (1998): Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz), Health Physics 74(4): 494-522
- [4] EU Rat (1999): Empfehlung zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz-300 GHz). Ratsempfehlung 1999/519/EG
- [5] SSK (2001): Grenzwerte und Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vor elektromagnetischen Feldern. Gustav Fischer, Stuttgart
- [6] Mitteilungen der EU-Kommission (2000): Die Anwendbarkeit des Vorsorgeprinzips. COM(2000)1, Brüssel
- [7] Bauhofer, P. (1992): Hochspannungsfreileitungen. Niederfrequente elektromagnetische Felder und deren wirksame Reduktion. Dissertation, TU Graz
- [8] Leitgeb, N., Cech, R., Schröttner, J., Lehofer, P., Schmidpeter, U., Rampetsreiter, M. (2007): Magnetic emission ranking of electric appliances. A comprehensive market survey. Radiat. Prot. Dosim., doi:10.1093/rpd/ncm 460
- [9] Leitgeb, N., Cech, R., Schröttner, J. (2007): Electromagnetic field spectral evaluation problems in exposure assessment. Rad. Prot. Dosim., doi:10.1093/rpd/ncm174
- [10] ICNIRP (2003): Exposure to Static and Low Frequency Electromagnetic Fields, Biologic Effects and Health Consequences (0 - 100 kHz). ICNIRP, München
- [11] WHO (2007): Environmental Health Criteria 238: Extremely Low Frequency Fields. WHO Geneva
- [12] Schüz, J., Grigat, J.-P., Störmer, B., Rippin, G., Brinkmann, K., Michaelis, J. (2000): Extremely low frequency magnetic fields in residences in Germany. Distribution of measurements, comparison of two methods for assessing exposure, and predictors for the occurrence of magnetic fields above background level. Radiat. Environ. Biophys. 39: 233-240
- [13] Leitgeb, N., Schröttner, J., Cech, R. (2007): Perception of ELF electromagnetic fields: Excitation thresholds and inter-individual variability. Health Physics 92: 591-595
- [14] Bioinitiative (2007): A rationale for a biologically-based public exposure standard for electromagnetic fields (ELF and RF). [www.bioinitiative.org](http://www.bioinitiative.org)
- [15] SSK (2007): Wirkung hochfrequenter Felder auf das Genom: Genotoxizität und Genregulation. *Veröffentlichung in Vorbereitung*
- [16] Linet, M. S. et al. (1997): Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children. N Engl J Med 337:1-7
- [17] IARC (2000): IARC Monographs on the Evaluation of carcinogenic Risks to Humans: Volume 80. Non-Ionizing Radiation, Part 1: Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. International Agency for Research on Cancer Press, Lyon
- [18] Greenland, S. et al. (2000): A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. Childhood Leukemia-EMF Study Group. Epidemiology 11:624-34

- [19] Ahlbom, A. et al. (2000): A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br J Cancer* 83:692-8
- [20] Schüz, J. (2007): Implications from epidemiologic studies on magnetic fields and the risk of childhood leukemia on protection guidelines. *Health Phys.* 92:642-8
- [21] Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) (2007): Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health. European Commission, Bruxelles  
[[http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/04\\_scenihr/docs/scenihr\\_o\\_007.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/04_scenihr/docs/scenihr_o_007.pdf)]
- [22] Grading, R. (2004): Ventrikuläre Tachyarrhythmien und der plötzliche Herztod bei Patienten nach Herzschrittmacherimplantation. Dissertation, Univ. Freiburg
- [23] VDE 0848-3-1 (2003): Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern. Teil 3-1: Schutz von Personen mit aktiven implantierbaren medizinischen Geräten im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz
- [24] Pinski, S. L., Trohman, R. G. (2002): Interference in implanted cardiac Devices, Part I. *J. Pacing Clin. Electrophys.* 25:1367-1381
- [25] EN 45502-2-1 (2003): Aktive implantierbare medizinische Geräte. Teil 2-1: Besondere Festlegungen für aktive implantierbare medizinische Geräte zur Behandlung von Bradyarrhythmie (Herzschrittmacher)
- [26] Brix, J., Matthes, R., Scheel, O., Wettemann, H. (2005): Erfassung der niederfrequenten magnetischen Exposition der Bürger in Bayern. *Umwelt und Entwicklung* Band 134, BStMLU, München
- [27] Leitgeb, N., Cech, R., Schröttner, J. (2007): Electric emissions from electric appliances. *Rad. Prot. Dosim.*, doi:10.1093/rpd/ncm 479
- [28] Leitgeb, N.: bisher unveröffentlichte Ergebnisse
- [29] Sakakibara, Y., Mitsui, T. (1999): Concerns about sources of electromagnetic interference in patients with pacemakers. *Jpn Heart J* 1999; 40 (6): 737 – 743
- [30] Scholten, A., Silny, J. (2001): The interference threshold of unipolar cardiac pacemakers in extremely low frequency magnetic fields. *J.Med.Eng.Technol.* 25:185-194
- [31] Scholten, A., Silny, J. (2001): The interference threshold of cardiac pacemakers in electric fields. *J.Med.Eng.Technol.* 25:1-11
- [32] Irnich, W. (1984): Interference in pacemakers. *PACE* 7:1021-1048
- [33] Markewitz, A. (2005): Jahresbericht 2005 des Deutschen Herzschrittmacher-Registers. [www.pacemaker-register.de](http://www.pacemaker-register.de)