

**Gutachten  
über die  
magnetische Flussdichte  
an Wohngebäuden im Nahbereich der 380 (220) kV-Leitung  
im Gebiet der Stadtgemeinde Seekirchen**



## Daten zum Gutachten

<b>Zl.</b>	11/2016
<b>Datum</b>	16.1.2016
<b>Auftraggeber</b>	<b>Stadtgemeinde Seekirchen</b> vertreten durch
<b>Bürgermeisterin</b>	<b>Mag. Monika Schwaiger</b>  Stiftsgasse 1 5201 Seekirchen am Wallersee
<b>Auftragnehmer Gutachter</b>	<b>IIREC Dr. Medinger e.U.</b> <b>Mag. Dr. Walter Hannes Medinger</b>  Ringstraße 64 3500 Krems an der Donau
<b>Messtechnik</b>	<b>Dipl.-Wirtsch.Ing.(FH) Christoph Berger</b>
<b>Anzahl der Seiten</b>	52 (einschließlich Anlage)
<b>Anzahl der Anlagen</b>	1 Fotodokumentation mit 12 Bildern

### Wichtige Hinweise:

Das Verwertungsrecht für diesen Bericht liegt beim Auftraggeber. Unabhängig davon bleibt der Bericht geistiges Eigentum des Auftragnehmers (IIREC Dr. Medinger e.U.). Der Auftragnehmer ist zur Verwendung des Berichtes berechtigt, sofern nicht der ganze Bericht oder Teile davon ausdrücklich vom Auftraggeber als vertraulich erklärt werden. Umgekehrt darf der Bericht vom Auftraggeber nicht ohne Zustimmung des IIREC Dr. Medinger e.U. verändert oder gekürzt weitergegeben werden, ausgenommen die gesonderte Weitergabe der autorisierten Kurzfassung.

Der Auftrag bezieht sich lediglich auf die Feststellung physikalisch messbarer Größen und deren Bewertung nach geltenden Bescheidaufgaben. Die Beurteilung der Ergebnisse erfolgte durch den Gutachter nach bestem Wissen und Gewissen, ohne Ergebnisweisung. Es bestand kein früheres Auftragsverhältnis der Stadt Seekirchen oder der Verbundgesellschaft/APG zum Gutachter.

<b>Inhalt</b>	<b>Seite</b>
1. Aufgabenstellung .....	4
1.1 Auftrag.....	4
1.2 Gegenstand des Gutachtens.....	5
1.3 Angaben zum Gutachter .....	6
1.4 Die „380 kV-Salzburgleitung“ im Gemeindegebiet von Seekirchen .....	6
2. Langzeitmessungen an betroffenen Objekten und Referenzpunkten.....	9
2.1 Grundlagen .....	9
2.2 Messmethodik.....	13
2.3 Auswertungen, statistische Kenndaten .....	16
2.4 Ergebnisse .....	18
3. Gutachten.....	33
3.1 Beurteilungsgrundlagen .....	33
3.2 Beurteilung der Einhaltung des vorgesehenen Zielwertes.....	34
3.3 Prognose der Immissionswerte bei Vollast und 380 kV-Betrieb .....	35
Kurzfassung .....	42
Quellenverweise .....	44
Anlage: Fotodokumentation .....	45

## I. Aufgabenstellung

### I.1 Auftrag

Als Teil der sogenannten „Salzburgleitung“ wurde im Gemeindegebiet der Stadt Seekirchen am Wallersee von der Austrian Power Grid AG (APG) eine für das Spannungsniveau von 380 kV bestimmte **Leitung** errichtet und wird gegenwärtig auf dem Spannungsniveau von 220 kV betrieben. Dies wird im vorliegenden Gutachten durch die Schreibweise 380 (220) kV zum Ausdruck gebracht. In Erfüllung einer Auflage des UVP-Bescheides der Salzburger Landesregierung vom 27.3.2007 wurde durch Univ.-Prof. Dr. Norbert Leitgeb im Auftrag der Verbund APG ein vom 20.7.2011 datiertes Gutachten über die magnetischen Immissionen an Wohnobjekten im Nahbereich der Leitung vorgelegt und die Einhaltung des Zielwertes von 1  $\mu$ T (Mikrotesla) auch bei Hochrechnung auf den maximalen Dauerstrom bestätigt.

Das vorliegende Gutachten wurde von der Stadt Seekirchen in **Auftrag** gegeben, um die Einhaltung dieses Zielwertes einer unabhängigen Überprüfung zu unterziehen. Zu diesem Zweck sollten im Jahr 2015 *Kontrollmessungen analog den Bescheidvorschriften*, die sich auf die magnetischen Immissionen an Wohnobjekten im Nahbereich (+/- 100 m) der 380 (220) kV-Leitung beziehen, im Gemeindegebiet durchgeführt werden. Nach Möglichkeit (d.h. Verfügbarkeit entsprechender Netzdaten) sollten die Ergebnisse in Bezug zur tatsächlichen Strombelastung der Leitungen gesetzt werden, um eine unabhängige **Prognose künftiger Auswirkungen der Leitung** zu erhalten. Die **Beurteilung** der Ergebnisse sollte **nach den Vorgaben des Genehmigungsbescheides** erfolgen.

Ansprechpartner von Auftraggeberseite waren:

- Bürgermeisterin Mag. Monika Schwaiger
- 1. Vizebürgermeister Walter Gigerl
- Gemeindevertreter Hofrat Dr. Paul Jäger

## I.2 Gegenstand des Gutachtens

Der **Gegenstand** des vorliegenden Gutachtens ist durch die im Auftrag gestellten Begutachtungsfragen:

1. Feststellung der aktuellen magnetischen Immission,
2. Beurteilung im Sinne des UVP-Bescheides,
3. Prognose der künftigen maximalen magnetischen Immission

umrissen. Um diese Fragen verlässlich beantworten zu können, waren **Langzeitmessungen der magnetischen Flussdichte im niederfrequenten Bereich (NF)** an betroffenen Wohnobjekten und die zugehörigen Auswertungen, sowie die Erhebung von Prognosegrundlagen erforderlich.

Der **Umfang der Messungen** wurde in Abstimmung mit der Auftraggeberseite wie folgt präzisiert:

- Messreihe 1:
  - Langzeitmessung an 5 Messstellen an 4 betroffenen Gebäuden
  - Referenzmessung (Kurzzeitmessung) unter Mast # 7
- Messreihe 2:
  - Langzeitmessung an einer Messstelle unter einer bereits auf dem Spannungsniveau von 380 kV betriebenen Leitung der „Donauschiene“
  - Referenzmessung (Langzeitmessung) unter Mast # 7 in Seekirchen

Die **Befundung** umfasste weiters die detaillierte statistische Auswertung der Messdaten einschließlich grafischer und tabellarischer Darstellung sowie die Erhebung von Lastdaten der APG für den Zeitraum der Messreihe 2. Daraus konnte eine Prognose der Immission in den Wohnobjekten abgeleitet werden.

Eine spätere Risikobeurteilung nach dem Stand des biophysikalischen Wissens kann auf Grund der erhobenen Daten gesondert erfolgen, bildet jedoch keinen Gegenstand dieses Auftrags.

### 1.3 Angaben zum Gutachter

IIREC Dr. Medinger e.U. ist ein beim Landesgericht Krems an der Donau (Österreich) unter FN (Firmenbuch-Nr.) 256795 s als Ingenieurbüro auf dem Gebiet der Umwelttechnik **eingetragenes Unternehmen** (dafür steht die Abkürzung e.U.). Es ist Mitglied der Wirtschaftskammer Österreich, Fachgruppe Ingenieurbüros.

Der wissenschaftliche Leiter des IIREC und Verfasser dieses Gutachtens, **Dr. Walter Hannes Medinger**, ist seit 1993 als gerichtlicher Sachverständiger beim Landesgericht Linz an der Donau mit Kanzleisitz Robert Stolz-Str. 18, 4020 Linz eingetragen. Im Jahr 2004 wurde im Rahmen seiner Eigenschaft als **allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger** seine spezielle Sachverständigentätigkeit auf dem Gebiet biophysikalischer Wirkungen elektromagnetischer Felder vom Vorsitzenden der Zertifizierungskommission ausdrücklich bestätigt.

Die **Zertifizierung** des Verfassers als gerichtlicher Sachverständiger ist im Bereich der **Europäischen Union harmonisiert und gültig**. Die **aktuellen Zertifizierungsdaten** lauten:

Zertifizierungs-Nr.:	486151425486-0001
Zertifizierungsbehörde:	Landesgericht Linz
Zertifizierungsdatum:	13.2.2009
Gültigkeitsdauer:	31.12.2018
Fachgruppen:	Chemie, Natur- und Umweltschutz

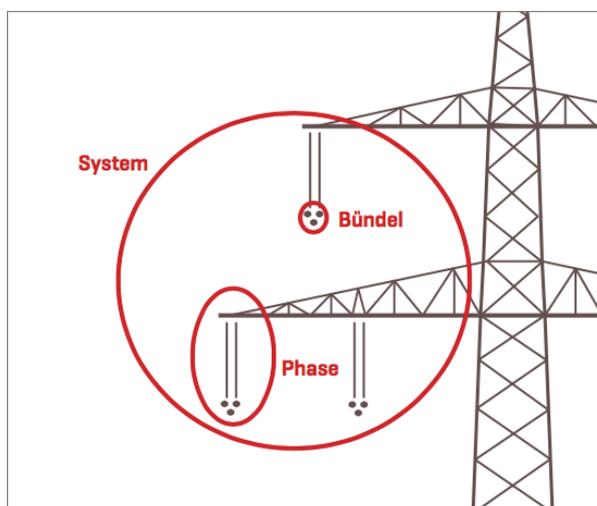
### 1.4 Die „380 kV-Salzburgleitung“ im Gemeindegebiet von Seekirchen

Die geplante 380 kV-Leitung zwischen den Netzknoten St. Peter am Hart (Oberösterreich) und Tauern (Salzburg) ist von der APG als Lückenschluss des österreichischen 380 kV-Höchstspannungsnetzes vorgesehen. Der **erste bis zum Umspannwerk (UW) Salzburg führende Leitungsabschnitt** wurde mit **Bescheid** der Salzburger Landesregierung vom **27.3.2007** (LANDESREGIERUNG 2007) nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 genehmigt. Dieser Abschnitt wird ist bereits in Betrieb gegangen, vorläufig noch auf dem Spannungsniveau von 220 kV.

Mittlerweile wurde das seit 28.9.2012 anhängige UVP-Verfahren für das **Gesamtvorhaben**, insbesondere den 380 kV-Leitungsneubau vom UW Salzburg bis zum Netzknoten Tauern, mit dem **Genehmigungsbescheid** der Salzburger Landesregierung vom **14.12.2015** abgeschlossen. Gegen den Bescheid wurden allerdings Berufungen angekündigt.

**Im Gemeindegebiet von Seekirchen** hat der mittlerweile bestehende, derzeit noch mit 220 kV betriebene Abschnitt der Salzburgleitung lt. Zusammenfassung der im ersten Verfahren vorgelegten Umweltverträglichkeitserklärung (BELLINA 2005) eine **Trassenlänge von 3,977 km**. Sie verläuft ausgehend vom **UW Salzburg** (früher: Salzach neu) an der Grenze zur Gemeinde Elixhausen in nördlicher Richtung über **12 Masten** und überschreitet zwischen den Masten Nr. 12 und Nr. 13 die Grenze zur Gemeinde Obertrum am See. Der genaue **Trassenverlauf** ist aus dem Plan auf der folgenden Seite ersichtlich. – Von der Fortsetzung der Leitung ab UW Salzburg in östlicher Richtung wird die Stadt Seekirchen nochmals von 4,7 km Trassenlänge auf ihrem Gebiet betroffen sein (STANIC-MARUNA, BELLINA 2013).

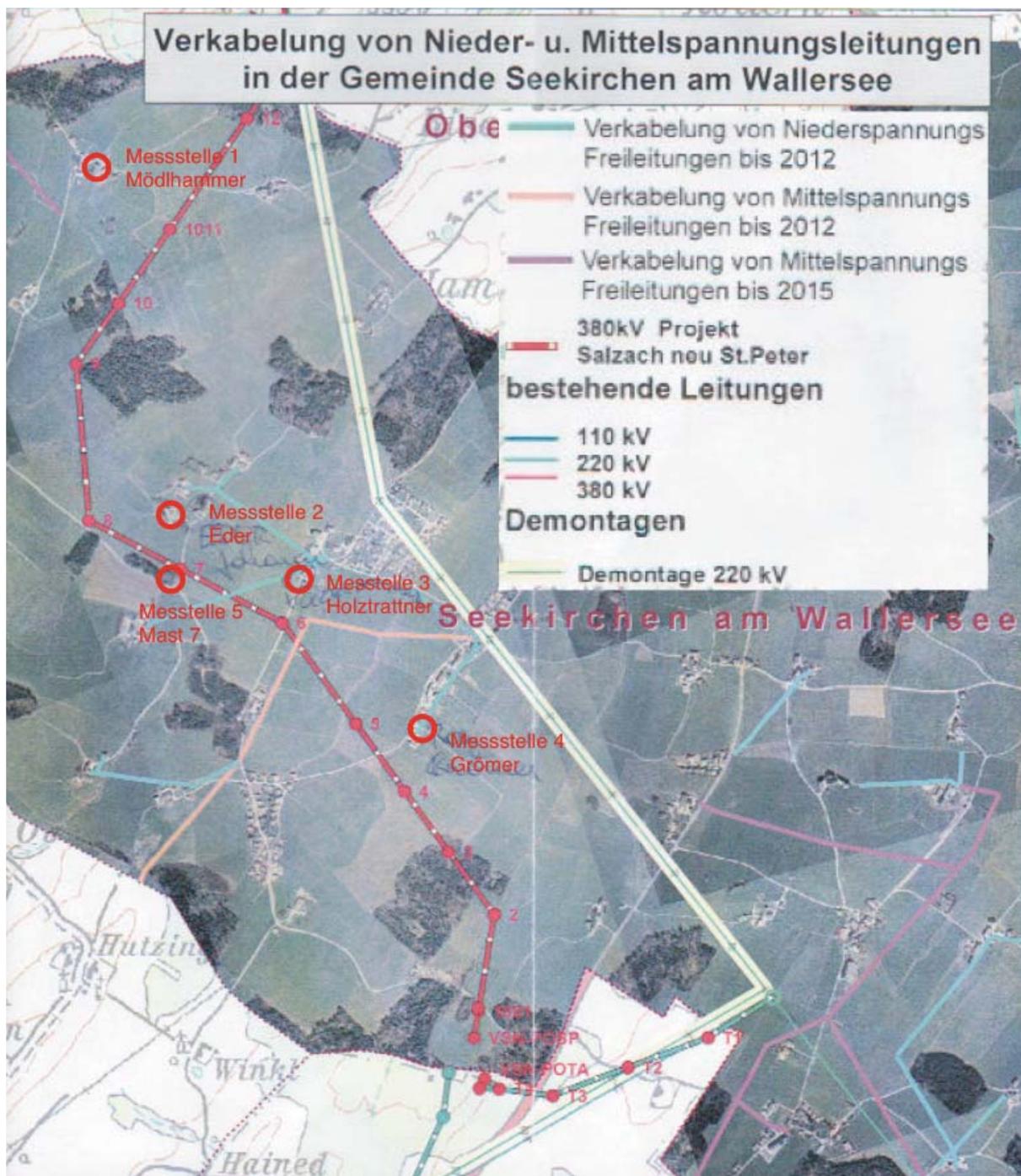
Der bestehende 380 (220) kV-Abschnitt der Salzburgleitung wurde aus Gründen der Netzsicherheit mit 2 „**Systemen**“ (Nr. 455 und 456) ausgeführt, die jeweils 3 Stromphasen führen (Dreiphasen-Drehstrom). Für jede Phase ist ein Leiterbündel gespannt, das aus 3 Leiterseilen besteht (Abb. 1). Ein zusätzliches Erdseil an der Mastspitze dient dem Blitzschutz. Die im Gemeindegebiet von Seekirchen gewählte **Mastform** vom Typ „**Donau**“ führt auf dem unteren Ausleger jeweils zwei Phasen (ein System links, eines rechts) und auf dem oberen Ausleger jeweils die dritte Phase des Systems (siehe gleichfalls Abb. 1).



**Abb. 1:**

Leiterbündel, Phasen und Systeme beim Masttyp „Donau“

Quelle: APG 2013



**Abb. 2:** Trassenverlauf der bereits in Betrieb befindlichen 380 (220) kV-Salzburgleitung (rot) im Gemeindegebiet von Seekirchen mit Messstellen

## 2. Langzeitmessungen an betroffenen Objekten und Referenzpunkten

### 2.1 Grundlagen

#### 2.1.1 Bescheidauflagen

Für die hier dokumentierten Messungen sind folgende Auflagen aus dem UVP-Bescheid (LANDESREGIERUNG 2007), Bescheidabschnitt IV. (Nebenbestimmungen gem. § 17 Abs. 4 UVP-G 2000), zu beachten:

Fachbereich Elektrotechnik:

„64. Zur Beweissicherung sind die magnetischen Felder bei Wohnobjekten (an der Außenseite) innerhalb eines Streifens von 100 m beiderseits der Leitungssachse bei Betriebsströmen in Starklastzeiten zu messen und zu dokumentieren. Diese Messungen sind auf den Maximalstrom (thermischer Grenzstrom) hochzurechnen und in der Dokumentation festzuhalten und auf Verlangen der Behörde vorzulegen.“

Fachbereich Umweltmedizin:

„169. Zur Beweissicherung sind die elektrischen und magnetischen Felder beim (nach Möglichkeit) nächstgelegenen Wohnobjekt (an der Außenseite) nach Inbetriebnahme der Leitung bei zu erwartenden Betriebsströmen zu messen. Das Ergebnis ist zu dokumentieren und auf den max. Dauerstrom (dieser entspricht 60 % des thermischen Grenzstromes) hochzurechnen; auch die Ergebnisse dieser Hochrechnung sind zu dokumentieren. ...“

Obwohl diese beiden Auflagen – den unterschiedlichen Zielsetzungen bzw. Fachbereichen entsprechend – etwas unterschiedlich formuliert sind, können Ihre Anforderungen hinsichtlich der Feststellung der magnetischen Belastung der nächsten Nachbarn durch folgende bei unseren Messungen gewählte Vorgangsweise abgedeckt werden:

- Wahl von Wohnobjekten mit geringem Abstand zur Leitung (kritischer Bereich rd. 100 m von der Leitungssachse)
- Messung bei repräsentativen Betriebszuständen: Die Erfassung der in den Bescheiden angesprochenen „Starklastzeiten“ bzw. „zu erwartenden Betriebsströmen“ (hier sind erhebliche Schwankungen realistisch!) erforderte unseres Erachtens eine Langzeitmessung!
- Hochrechnung auf den maximalen Dauerstrom und auf den thermischen Grenzstrom

#### 2.1.2 Messgröße und Frequenzbereich

Als Messgröße für die Stärke magnetischer Felder in der Umgebung der Leitung, besonders an den betroffenen Objekten, war die **magnetische Flussdichte** (übliches Formelzeichen: **B**) im niederfrequenten Bereich mit den gebräuchlichen Einheiten Mikrottesla ( $\mu\text{T}$ ) und Nanotesla (nT,  $1 \text{ nT} = 1/1000 \mu\text{T}$ ) heranzuziehen.

Da das österreichische Elektrizitätsversorgungsnetz mit einer **Netzfrequenz** von 50 Hertz (Hz) betrieben wird, war für die Wahl der Frequenzbänder der Messung in erster Linie diese Frequenz maßgeblich. Allerdings treten auch niedrigere Frequenzen auf, insbesondere 16,7 Hz infolge des Einflusses von Bahnstrom, sowie Oberschwingungen der Netzfrequenz  $> 50$  Hz. Das gewählte Messsystem (Abschnitt 2.2) ermöglichte die Messung der magnetischen Flussdichte gleichzeitig in den Frequenzbändern von 5 bis 30 Hz und von 37 Hz bis 2.000 Hz.

### 2.1.3 Weitere Grundlagen zu den elektrotechnischen Größen

Diejenige Größe, die bei der Verwendung von Elektrizität tatsächlich verbraucht wird, ist nicht der elektrische Strom, sondern die elektromagnetische Energie, die in Kilowattstunden (kWh) oder Vielfachen davon gemessen und verrechnet wird. Leitungen werden danach ausgelegt, wieviel von dieser Energie je Zeiteinheit übertragen werden kann. Diese Größe heißt **elektromagnetische Leistung** und wird in Watt (W), Kilowatt (kW = 1.000 W), Megawatt (MW = 1.000 kW), Gigawatt (GW = 1.000 MW) usw. angegeben.

Die **elektromagnetische Leistung** in W ergibt sich bei Gleichstrom aus dem Produkt der **Stromstärke** (in Ampère = A gemessen) mal der **elektrischen Spannung** (in Volt = V gemessen). Bei Wechselstrom (z.B. mit der Netzfrequenz 50 Hz) sind für Spannung und Stromstärke Effektivwerte anzusetzen, die um ca. 30 % niedriger liegen als die Maximalwerte.

Um einen Ausgleich der Strom- bzw. Spannungsschwankungen zu erzielen, benützt die Elektrotechnik den Dreiphasen-Drehstrom, d.h. eine Überlagerung von drei verschiedenen Stromphasen (daher die drei Phasen-Leiterseile je System bei der Salzburgleitung!). Eine 380 kV-Leitung bedeutet, dass zwischen den Leitern eine Spannung von je 380 kV herrscht, während für die übertragene Gesamtleistung die Spannung gegen Erde (in diesem Fall 220 kV) maßgeblich ist. Bei einer mit 220 kV betriebenen Leitung beträgt die Spannung gegen Erde hingegen 127 kV.

Die Gesamtleistung eines solchen Dreiphasen-Leitersystems setzt sich zusammen aus dem Faktor 3 (Anzahl der Phasen) mal der Spannung gegen Erde mal der Stromstärke. In einem typischen Fall erhält man so z.B. für eine Hochspannungsleitung mit 380 kV bei einer Stromstärke von 2.000 A (= 2 kA) eine Gesamtleistung von  $3 \times 220 \text{ kV} \times 2 \text{ kA} = 1.320 \text{ MW} = 1,32 \text{ GW}$ . Die tatsächlich übertragene Wirkleistung fällt wegen eines Verlustes an sogenann-

tem Blindstrom etwas geringer aus. Zur Minimierung der Verluste wählt man für die Übertragung von elektrischer Energie über große Distanzen ein möglichst hohes Spannungsniveau. Die Verluste betragen bei 220 kV- oder 380 kV- Leitungen einige % je 100 km.

Ein weiterer Vorteil von Hochspannungsleitungen besteht darin, dass die zur Übertragung hoher Leistungen erforderlichen Ströme relativ niedrig ausfallen und dadurch die Erhitzung der Leitungen minimiert wird. Bei sehr hohen Strömen kann es schließlich zur Zerstörung der Leitungen kommen, dadurch ist der sogenannte **thermische Grenzstrom** definiert.

Aus Gründen der Versorgungssicherheit legt man fest: Bei einem n-Leitersystem müssen die bei Zerstörung eines Systems verbleibenden n-1 Systeme in der Lage sein, 60 % des thermischen Grenzstroms zu übernehmen. Dieser Wert wird daher in Normen und Vorschriften als **maximaler Dauerstrom** definiert.

#### 2.1.4 Grundlagen zu den elektrischen und magnetischen Immissionen

Die elektrischen und magnetischen Felder um einen Leiter haben verschiedene Ursachen:

- Das **elektrische Feld** tritt **infolge der anliegenden Spannung** auf (und zwar auch dann, wenn kein Strom fließt!): Beträgt diese Spannung z.B. 220 kV gegen Erde, so resultiert daraus in einem Abstand von 1 m eine elektrische Feldstärke von 220 kV/m, im Abstand von 10 m sind es noch 22 kV/m usw.
- Das **magnetische Feld** tritt im Falle des Stromflusses auf (und nur dann), es wird durch die Stromstärke bestimmt. Ein Strom von 2.000 A erzeugt in 1 m Abstand eine magnetische Flussdichte von 2,500  $\mu\text{T}$ , in 10 m Abstand 250  $\mu\text{T}$  usw.

Für die betroffene Bevölkerung in Seekirchen und anderswo bedeutet dies, dass **durch Erhöhung des Spannungsniveaus von 220 kV auf 380 kV bei unverändertem Stromfluss keine Erhöhung der magnetischen Immission stattfindet**, solange sich die Stromstärken nicht verändern. Bei **gleichbleibender Leistungsübertragung** ließe sogar die Spannungserhöhung von 220 kV auf 380 kV die Stromstärke und damit die **magnetische Immission** um den Faktor  $220/380 = 0,58$  (d.h. **um gut 40 % abnehmen**).

Während das **elektrische Feld** durch elektrische leitende Flächen **leicht abgeschirmt** werden kann, ist das **magnetische Feld (Magnetfeld) durchdringend** und vermindert seine Feldstärke bzw. Flussdichte im Inneren von Gebäuden kaum gegenüber der Außenwand. Einen wesentlichen Schutz stellen hingegen die Abstände von den stromführenden Leitern dar. Dafür sind nicht nur die Abstände von der Leitungssachse entscheidend, sondern auch die Höhe des betroffenen Ortes relativ zu den Leiterseilen. – Weiters bewirkt folgender Faktor eine bedeutende Feldabschwächung:

Ein Vorteil des Dreiphasen-Leitersystems besteht darin, dass sich die elektrischen und magnetischen Felder der drei Leiter eines jeden Systems (und der Systeme untereinander bei Mehrsystemleitungen) **teilweise gegenseitig kompensieren**. Dieser Tatsache verdankt sich der Umstand, dass die tatsächlich im Umfeld von 220 kV- oder 380 kV-Hochspannungsleitungen messbaren Felder wesentlich geringer sind als die oben für einzelne Leiter beispielhaft errechneten Werte. Die optimale Kompensation wird erreicht, wenn die drei Phasenleiter gleich belastet sind (d.h. gleiche Stromstärken führen). Lastschwankungen der einzelnen Phasenleiter, die zu einer Abweichung von der Gleichverteilung der Last führen, können empfindliche Spitzen des magnetischen Feldes in der Umgebung herbeiführen.

Deshalb sind im gegenständlichen Fall **Langzeitmessungen** unabdingbar, um ein realistisches Bild der herrschenden Magnetfeldbelastung zu erhalten.

## 2.2 Messmethodik

### 2.2.1 Messsystem

Das verwendete Messsystem bestand aus den Registriereinheiten, dem PC zum Auslesen der Messdaten und der Software zur Auswertung und Darstellung der Messdaten.

Für die Langzeit-Registrierung der magnetischen Flussdichte (NF) wurden Datenlogger des Typs EMLog 2 benützt (Bilder in der Anlage). Die wichtigsten technischen Daten der Geräte sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Gerätetyp	<b>EMLog 2</b>
Hersteller	ESTEC Embedded System Technology e.K.
Messgröße	Flussdichte niederfrequenter magnetischer Wechselfelder
Messwert-Erfassung	3-dimensional (3-achsige isotrope Messung)
Messwert-Darstellung	x, y, z und xyz-Achse (beide Frequenzbereich und in Summe)
Messbereich	0 - 10 $\mu$ T (0 - 10.000 nT)
Anzeigebereich	9.999 nT
Auflösung	1 nT = 0,001 $\mu$ T
Messtoleranz (1 Achse)	$\pm 3$ % bzw. $\pm 1$ nT
Frequenzbereiche	5 - 30 Hz und 37 - 2.000 Hz
Aufnahmedauer	7 Tage zu je 24 Stunden
Aufzeichnungsintervall	1 sec
Signalbewertung	echte Effektivwertmessung (true RMS)
Spannungsversorgung	Lithium-Ionen-Akku
Schnittstelle zum PC	USB 2.0
Software	Download vom Hersteller

**Tab. 1:** Technische Daten des EMLog-Datenloggers

An jeder Messstelle wurde 1 Datenlogger erschütterungsfrei angebracht, und zwar im Freien auf dem Boden in einer Kunststoffhülle verpackt, an Gebäuden (Außen- oder Innenseite der Außenwand) an geschützten und wenig begangenen Stellen (z.B. auf Balkonen, Dachböden, in Abstellkammern udgl.). Durch Aufschriften wurde darauf hingewiesen, das Gerät nicht zu berühren. Wie die Auswertung der Messungen ergab, kam es in Gebäuden zu keinen relevanten Messstörungen durch Erschütterungen. Im Freien musste bei der Messreihe 2 an jeder Messstelle je 1 Messwert im Messbereich 5 - 30 Hz als Artefakt (z.B. durch den Tritt eines Tieres) ausgeschieden werden.

### 2.2.2 Messreihen, Dauer der Messungen

**Messreihe 1:** Die erste Messreihe wurde auf den besonders nahe an der 380 (220) kV-Leitung gelegenen Anwesen durchgeführt. Nach einer Besprechung im Stadtamt am Donnerstag, den 5.11.2015 und nach Einholung der Zustimmung der Betroffenen wurden die einzelnen Häuser begangen, die Messstellen ausgewählt und die Datenlogger dort deponiert. Die Geräte wurden am Mittwoch, den 11.11.2015 wieder abgeholt und die Messdaten in den PC ausgelesen.

Bei der **Wahl des Messintervalls** wurde darauf geachtet, dass dieses sowohl „gewöhnliche“ Arbeitstage (Do, Di, Mi) umfasste, als auch die Arbeitstag gegen Ende und am Beginn der Woche (Fr, Mo) sowie das Wochenende (Sa, So). Dadurch konnten verschiedene typische Verbrauchssituationen hinsichtlich elektrischer Energie erfasst werden.

Eine zusätzliche Referenzmessung wurde am 11.11.2015 von 12:50 bis 13:00 unter der Leitung bei einem nahe dem Wohnsitz der Fam. Eder (Messstelle 2) ausgewählten Leitungsmast # 7 durchgeführt. Dieser wurde als Messstelle 5 bezeichnet.

**Messreihe 2:** Diese diente zum Vergleich der bei Messreihe 1 gewonnenen Ergebnisse mit der Situation unter einem Leitungsmast einer 380 kV-Leitung (außerhalb von Seekirchen), die bereits auf dem bestimmungsgemäßen Spannungsniveau von 380 kV betrieben wird (siehe 2.1.3). Diese Messung in Gaspoltshofen dauerte vom Samstag, den 28.11.2015 bis zum Freitag, den 4.12.2015.

Parallel dazu wurde der bereits in Messreihe 1 gewählte Messpunkt 5 als Referenzpunkt im Untersuchungsgebiet in Seekirchen ausgewählt. Dort wurde der Datenlogger von Freitag, den 27.11.2015 bis Mittwoch, den 2.12.2015 betrieben.

### 2.2.3 Messstellen

Für die Auswahl der Messstellen war einerseits die Nähe zur Leitungssachse maßgeblich, wobei der in der Bescheidaufgabe 64 angegebene 100 m-Streifen einen Richtwert darstellte, andererseits die Erfassung verschiedener Höhenverhältnisse zwischen den Leitungsseilen und der betroffenen Immissionsstelle. So wurde an der Messstelle 1 die Situation bei hoher Leitungsführung (80 m-Mast # 1011) erfasst, an der Messstelle 2B die Tieflage der Leiterseile.

Als weiteres Kriterium bei der detaillierten Festlegung der Messstellen wurde beachtet, dass diese möglichst frei von Magnetfeldeinflüssen aus dem Hause selbst waren (d.h. keine nennenswerten Stromführungen in der Nähe erkennbar waren).

Als Referenzpunkt (Messpunkt 5) diente die in der Anlage dokumentierte Lage am Leitungsmast # 7 nahe der Straßenabzweigung nach Schmiding und dem Anwesen der Fam. Eder.

Ein Vergleichspunkt unter einer bereits mit 380 kV betriebenen Leitung der sogenannten Donauschiene wurde im Abschnitt zwischen den Netzknoten Kronstorf und St. Peter am Hart, im Gemeindegebiet von Gaspoltshofen/OÖ gefunden (Messpunkt 6, vgl. Fotodokumentation). Auch an dieser Stelle ist eine Leitung mit 2 Systemen (431 und 432) installiert.

Die folgenden Tab. 2 gibt die ausgewählten Messstellen an, ihre geografische Lage wurde in Abb. 2 eingezeichnet. Die Kalibrierdaten der eingesetzten Datenlogger sind der Tab. 3 zu entnehmen.

Nr.	Bewohner	Anschrift	Datenlogger Serien-Nr.	Abstand von Leitungssachse	Besonderheit
<i>Messreihe 1:</i>					
1	Mödlhammer Josef	Schmiding 19	60033	ca. 250 m	80 m-Mast
2	Eder Johann	Schmiding 4		ca. 100 m	
A	Wohngebäude		60032	ca. 100 m	
B	Wirtschaftsgebäude		50022		tiefliegende Leitung
3	Holztrattner Christine	Mödlham 5	50020	ca. 150 m	
4	Grömer Rosina	Kraiham 2a	50049	ca. 150 m	Nebengebäude
5A	unter Leitungsmast # 7, Nähe Eder		60032		Kurzzeitmessung am Ende von Messreihe 1
<i>Messreihe 2:</i>					
5B	neben Mast wie oben		50049		
6	Gaspoltshofen		60032		380 kV-Betrieb, Mastbild „Tonne“

**Tab. 2:** Messstellen der Langzeit-Messreihen

Datenlogger Serien-Nr.	Datum der letzten Kalibrierung	Beleg
50020	14. 9.2013 (Laborkalibrierung)	Rechnung G 030913
50022	14. 9.2013 (Laborkalibrierung)	Rechnung G 030913
50049	27.7.2015 (Werkskalibrierung)	Kalibrierschein 1531127
60032	28.7.2015 (Werkskalibrierung)	Kalibrierschein 1531128
60033	14. 9.2013 (Laborkalibrierung)	Rechnung G 030913

**Tab. 3:** Kalibrierdaten der Datenlogger

## 2.3 Auswertungen, statistische Kenndaten

### 2.3.1 Auswertungen mit der ESTEC-Software

Die in den Datenloggern gespeicherten Werte konnten nach Auslesen in den PC mit der von der Herstellerfirma zur Verfügung gestellten Software grafisch dargestellt und statistisch ausgewertet werden.

Die grafischen Darstellungen haben die in Abschnitt 2.4 ersichtliche Form. Neben dem Verlauf der Messwerte (in beiden Frequenzbändern) enthalten die Auswertungen auch numerische Daten (Statistik der Messwerte). Es können sowohl für einzelne Messstellen die Ergebnisse der beiden Frequenzbänder dargestellt werden, als auch in Vergleichsgrafiken die Ergebnisse mehrerer Messstellen in einem Frequenzband übereinander dargestellt werden. Von beiden Möglichkeiten wurde in den Auswertungen Gebrauch gemacht.

Eine weitere wichtige Möglichkeit besteht darin, die Grafiken zeitlich zu zoomen. So kann einerseits der Gesamtverlauf während einer längeren Messperiode (wie bei unseren Langzeitreihen) dargestellt werden, als auch z.B. Verläufe in einem 24-Stunden-Zeitraum (diese Möglichkeit wurde bei den Vergleichen der Ergebnisse an den 5 Messstellen der Messreihe I genutzt).

Die statistischen Auswertergebnisse werden auch für die Summe beider Frequenzbänder dargestellt. Die Abkürzung XYZ steht für die dreidimensionale Auswertung. Somit wird der Gesamtwert der magnetischen Flussdichte ausgewiesen, die man sich als räumliche (3dimensionale) gerichtete Größe vorzustellen hat.

### 2.3.2 Statistische Kenndaten und ihre Bedeutung

Folgende Kenndaten werden mit den grafischen Auswertungen von der Software ausgeworfen und werden in ihrer Bedeutung hier kurz beschrieben:

- **MIN**: das absolute **Minimum** (der allerniedrigste Wert, der in einer Messreihe an einer Messstelle registriert wurde)
- **MAX**: das absolute **Maximum** (der allerhöchste Wert, der in einer Messreihe an einer Messstelle registriert wurde)
- **AVG** (average): das **arithmetische Mittel** (der allgemein bekannte Mittelwert) der Werte einer Messreihe
- **STD**: die **Standardabweichung**, ein Maß für die Breite der Verteilung der Messwerte. Der Bereich „Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung“ umfasst jenes Intervall der Messwerte, an dessen Rändern bei einer angenommenen Normalverteilung das Maximum der Häufigkeit (welches beim Mittelwert liegt und gleich 100 % gesetzt wird) auf 60 % seines Wertes abgefallen ist.
- **95 Perzentil** (im folgenden als 95-% abgekürzt): der 95 %-Wert der Summenhäufigkeit, den man erhält, wenn man alle einzelnen Messwerte der Größe nach ordnet und bei dem Wert abschneidet, der nur mehr von 5 % aller Werte übertroffen wird.

Zur **Bedeutung** der einzelnen Angaben sei folgende kurze Erläuterung gegeben:

Die absoluten **Minima und Maxima** besitzen nur **beschränkte Aussagekraft**, da bereits ein einzelner Ausreißer (z.B. die Störung einer Messung durch den Tritt eines Tieres oder eine Erschütterung in einem Haus) diese dominiert.

Der **Mittelwert** liefert in Verbindung mit der **Standardabweichung** einen ersten groben Anhaltspunkt für die Verteilung der Messwerte. Für die Auswertungen der Langzeitmessungen ist der Mittelwert insofern bedeutsam, als er das Maß für die biologisch relevante **Langzeitbelastung** darstellt.

Als Maß für **Spitzenbelastungen** werden in der Umweltmesstechnik gerne Prozentwerte der Summenhäufigkeit wie das zu unseren Messungen ausgewiesene **95-Perzentil** verwendet. Der Vorteil dieser Angabe besteht darin, dass sie nicht durch Einzelwerte derart verzerrt wird wie die absoluten Minima und Maxima und daher verlässlicher ist.

## 2.4 Ergebnisse

Zunächst listen wir die statistischen Daten der Messstellen in beiden Messreihen für das netzrelevante Frequenzband 37 Hz bis 2.000 Hz tabellarisch auf, danach folgen detaillierte Analysen an Hand der grafischen Auswertungen.

Nr.	Messstelle (vgl. Tab. 2)	Maximum	Mittelwert	Standard_ abweichung	95-%
<i>Messreihe 1:</i>					
1	Mödlhammer Josef	23	7,1	2,1	10
2	Eder Johann				
A	Wohngebäude	323	98,8	29,7	147
B	Wirtschaftsgebäude	298	179,2	47,6	259
3	Holztrattner Christine	141	71,4	18,0	100
4	Grömer Rosina	77	47,7	12,2	67
5A*	unter Leitungs- mast #7, Nähe Eder	2.560	2.435	44,1	2.501
<i>Messreihe 2:</i>					
5B	neben Leitungs- mast # 7	6.776** real 1.230	708,3	227,4	1.052
6	Gaspoltshofen	660	118,2	37,7	175

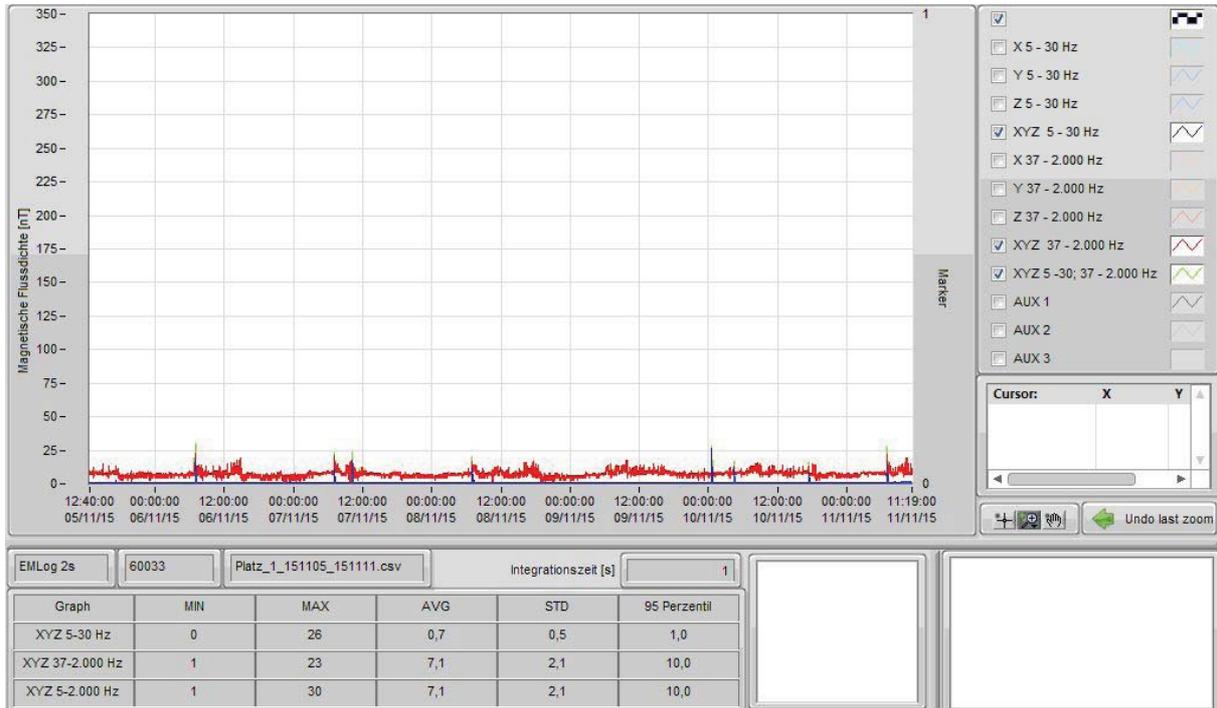
**Tab. 4:** Ergebnisse der Messreihen (**magnetische Flussdichte in nT** im Frequenzband 37 - 2.000 Hz) in statistischen Kenndaten ausgedrückt  
 \*) Kurzzeitmessung über 10 Minuten  
 \*\*) Ausreißer durch kurzzeitige Störung (Erschütterung)

### 2.4.1 Langzeitverlauf an den Messstellen

#### 2.4.1.1 Messreihe 1

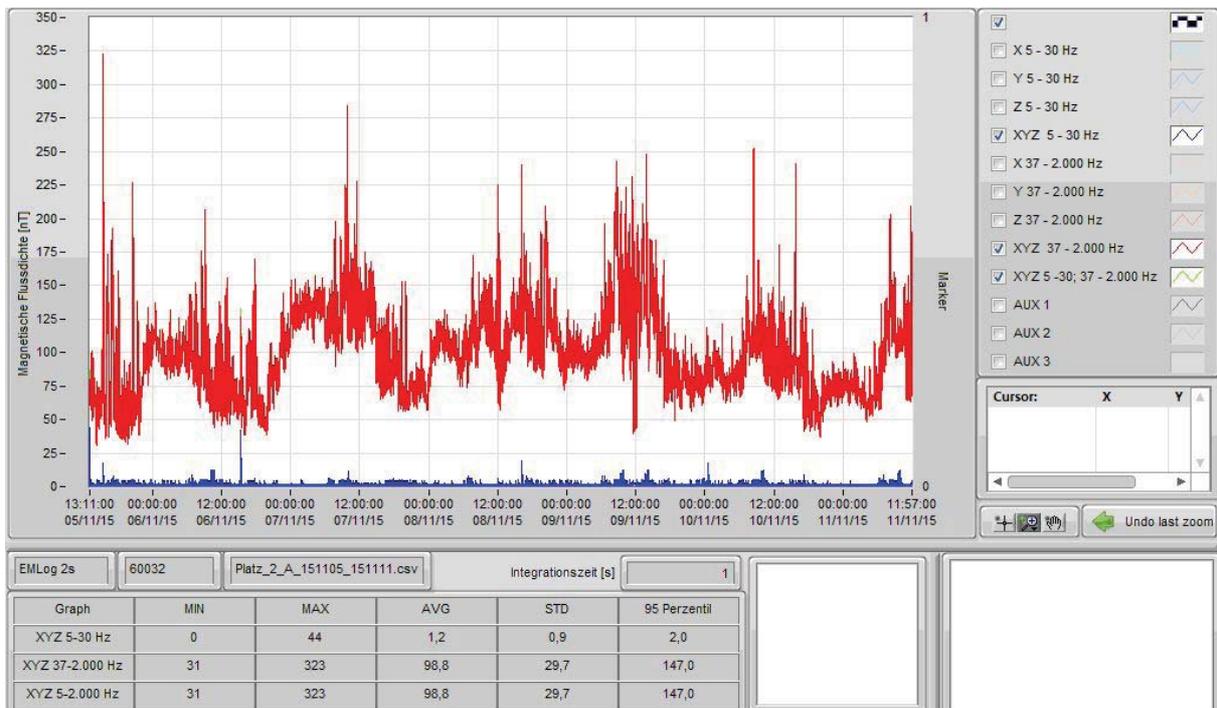
Die hier wiedergegebenen Grafiken zeigen für jede Messstelle den Langzeitverlauf der magnetischen Flussdichte in nT für die Frequenzbänder 5 - 30 Hz (blau) und 37 - 2.000 Hz (rot). Man erkennt, dass für die Langzeitbelastung das untere Frequenzband unerheblich ist. Auffallend sind hier lediglich kurzzeitige Spitzen, deren z.T. regelmäßige Wiederkehr und zeitliche Übereinstimmung an mehreren Messstellen darauf hinweist, dass es sich hier um Auswirkungen des Fahrbetriebs der Bahn handelt.

## Messstelle 1: Mödlhammer

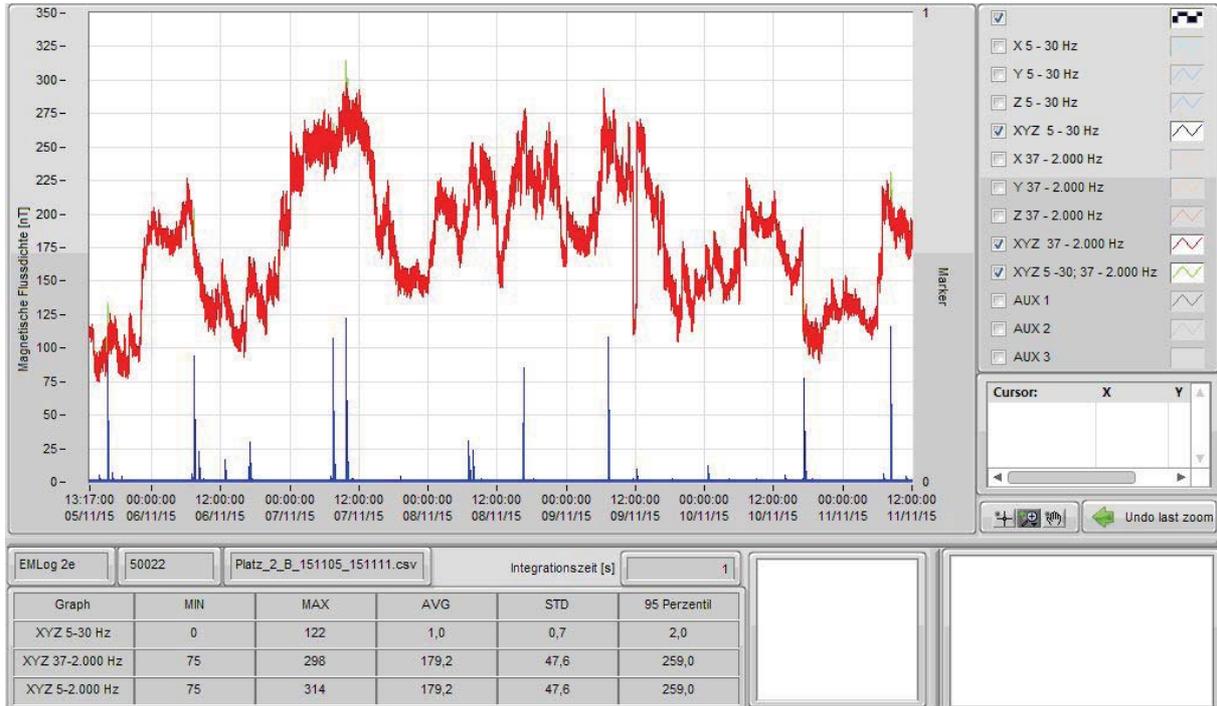


## Messstelle 2: Eder

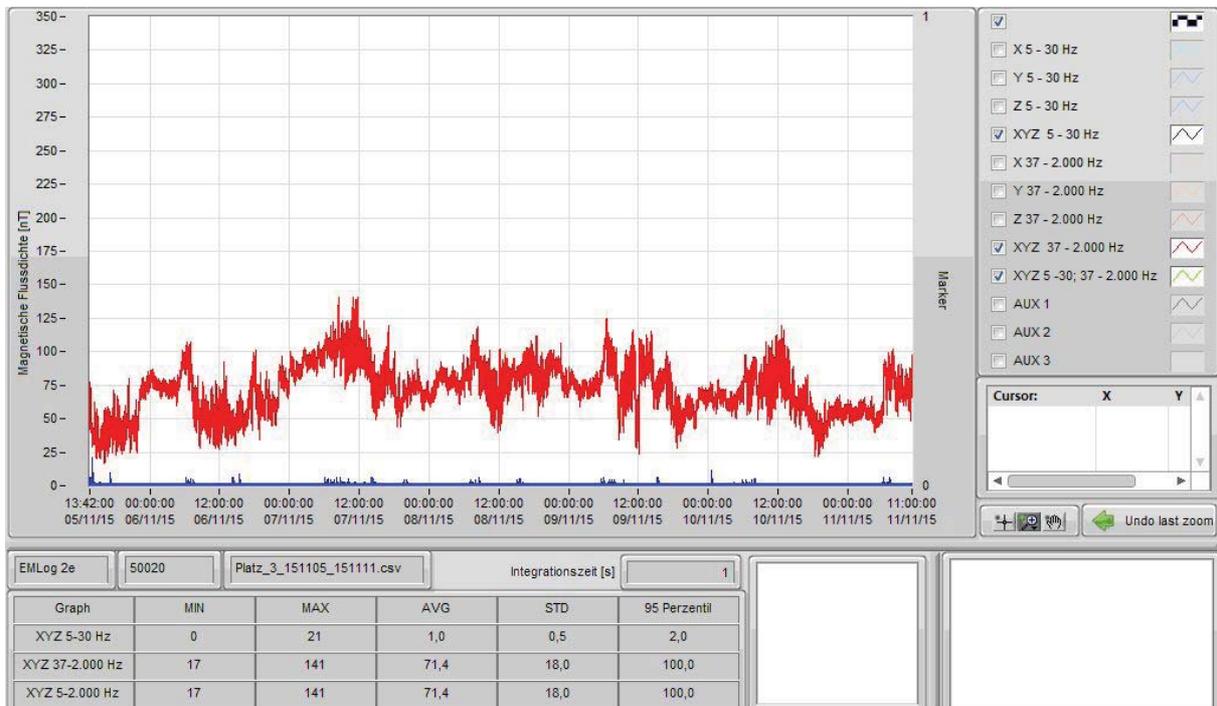
### A. Wohngebäude



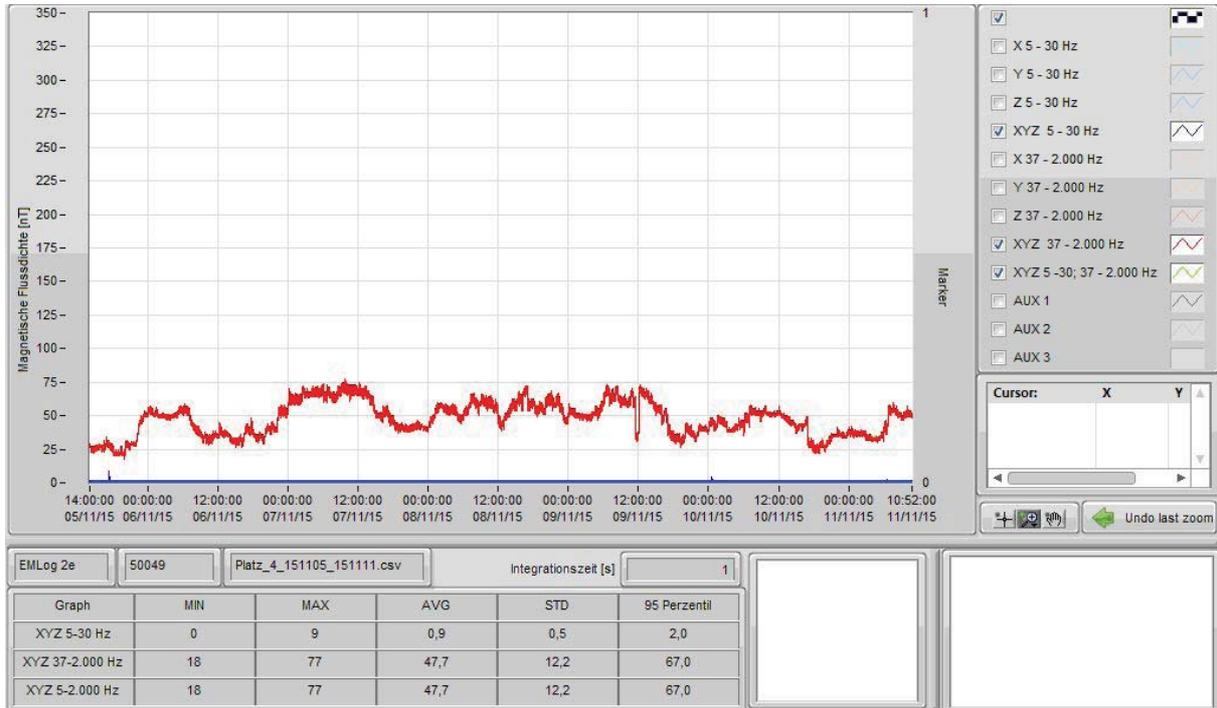
### B. Wirtschaftsgebäude



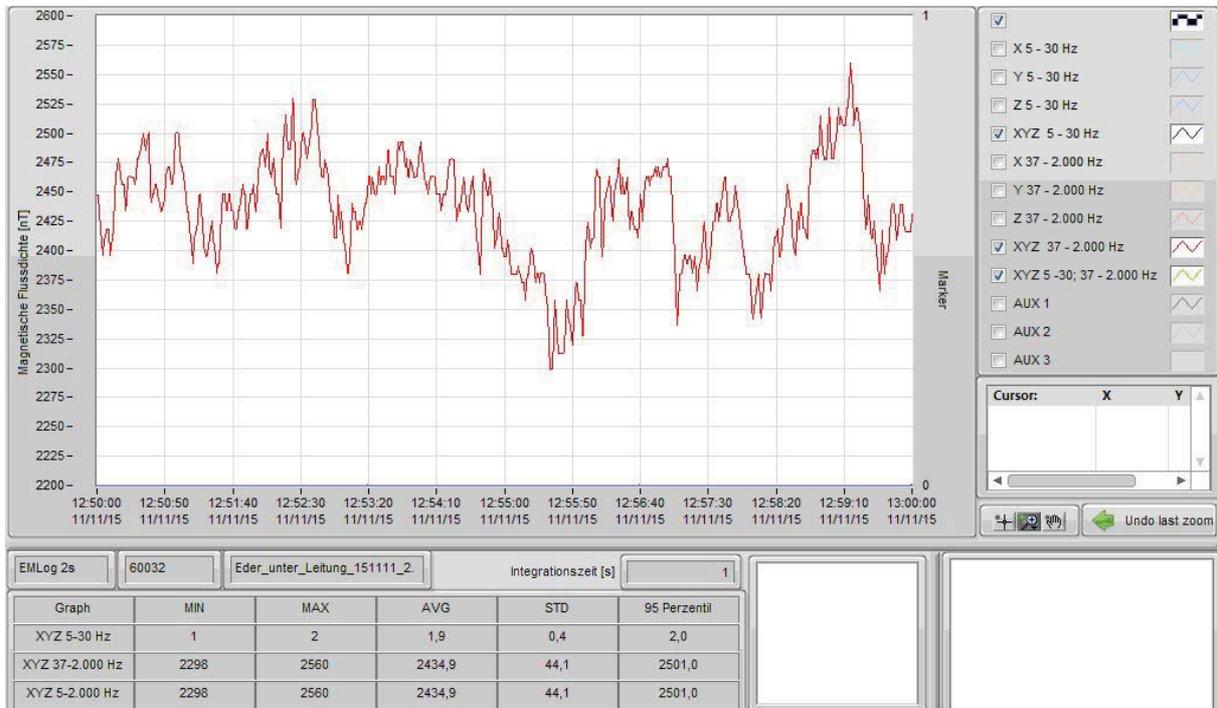
### Messstelle 3: Holztrattner



## Mesststelle 4: Grömer

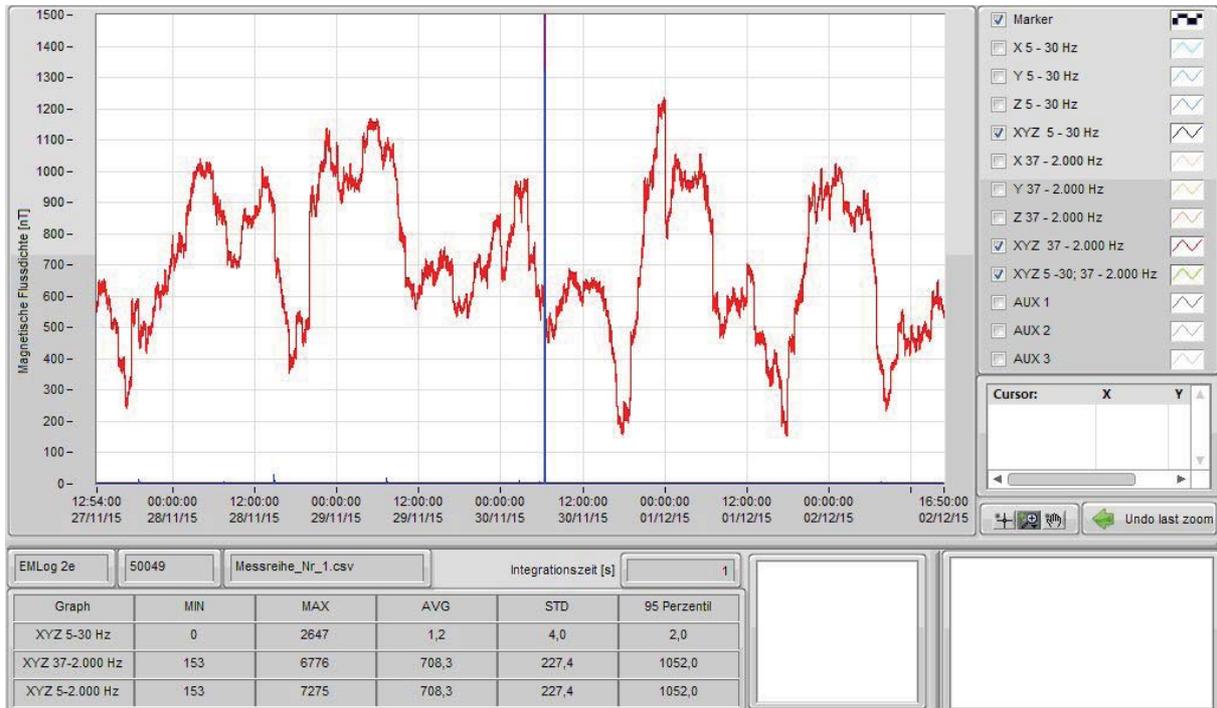


## Mesststelle 5A: unter Leitungsmast # 7, nahe Eder (Kurzzeitmessung, Referenzpunkt)

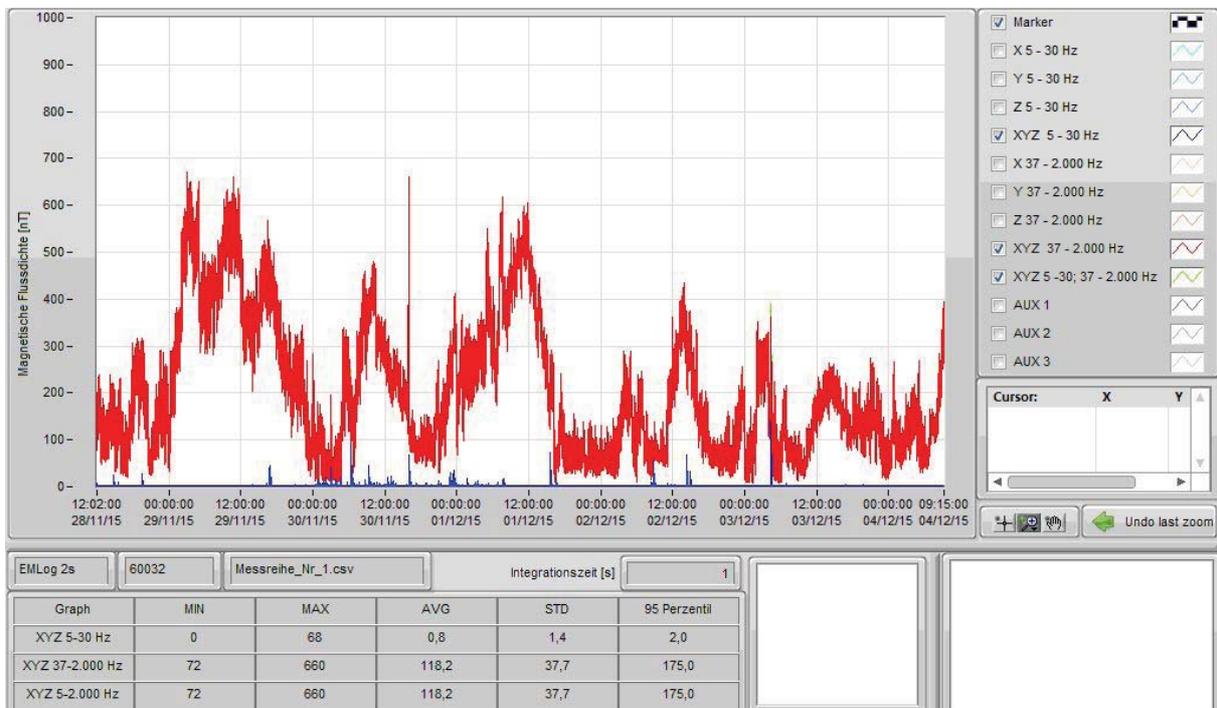


### 2.4.1.2 Messreihe 2

Messpunkt 5B: Leitung in Seekirchen neben Mast # 7, dzt. Betrieb mit 220 kV



Messtelle 6: Leitung in Gaspolthofen, bereits Betrieb mit 380 kV



Da der **Vergleich der beiden Referenzpunkte 5B und 6** in der Messreihe 2 besondere Aufschlüsse über allfällige Veränderungen der magnetischen Belastung durch die Umstellung von 220 kV auf 380 kV bringen sollten, sei hier etwas näher darauf eingegangen:

Die beiden Systeme der „Donauschiene“ (380 kV-Betrieb), an der die Messstelle 6 liegt (Nr. 431 und 432) sind auf ähnliche Lasten ausgelegt wie die durch Seekirchen führenden, derzeit noch mit 220 kV betriebenen Systeme der „Salzburgleitung“ (Nr. 455 und 456). Die aus den oben wiedergegebenen Grafiken ersichtlichen höchsten Spitzen des Magnetfeldes unter den Masten liegen bei 1.230 nT im Falle des 220 kV-Betriebes bzw. bei 660 nT im Falle des 380 kV-Betriebes. Nimmt man im übrigen vergleichbare Verhältnisse an (was nicht exakt der Fall ist), so belegt dieses Ergebnis die oben (in Abschnitt 2.1.4) getroffene Aussage, dass **beim Betrieb auf 380 kV-Spannungsniveau die magnetische Belastung um ca. 40 % geringer ist als bei 220 kV**, weil bei der erhöhten Spannung ein größerer Teil der Leistung vom elektrischen Anteil stammt (und somit eine Umschichtung vom magnetischen zum elektrischen Feld stattfindet).

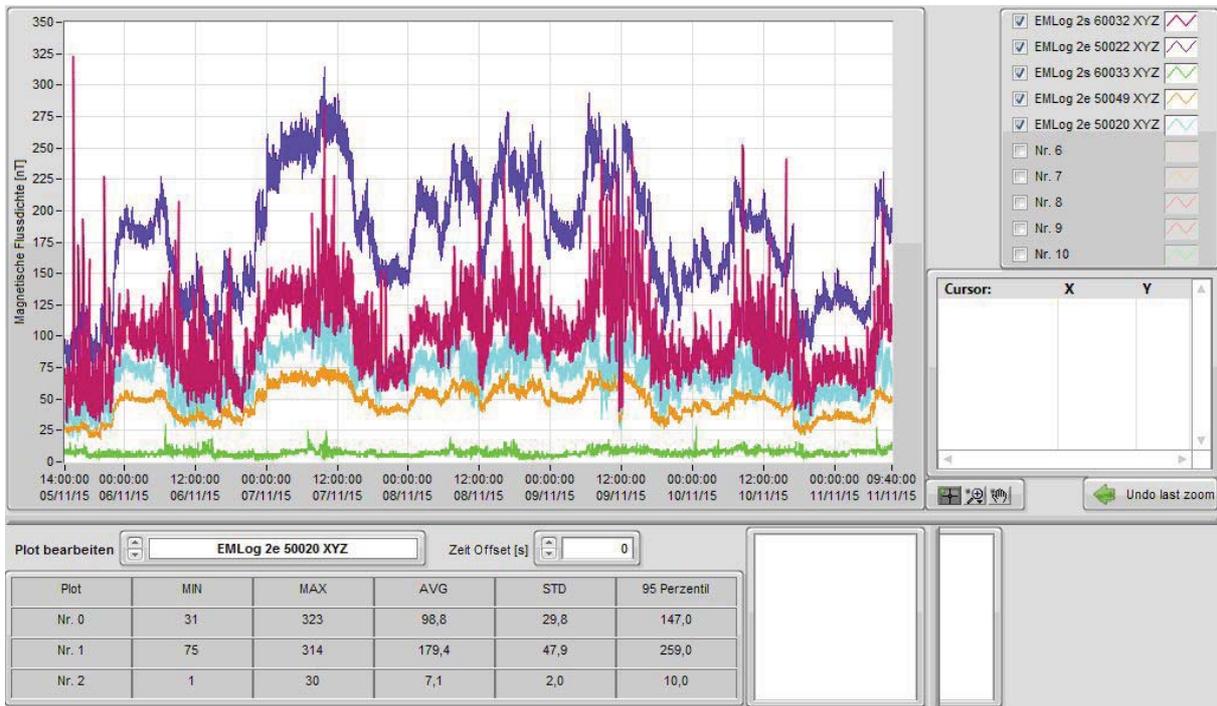
## 2.4.2 Vergleich der Messstellen

### 2.4.2.1 Messreihe 1

In den folgenden Grafiken werden die Magnetfeldverläufe an den Messstellen 1 bis 4 zwecks besserer Vergleichbarkeit jeweils übereinander dargestellt, zunächst für den Gesamtzeitraum, danach in besserer zeitlicher Auflösung für 24-Stunden-Intervalle. Die Zuordnung der Farben zu den Messstellen ist folgende:

- Messstelle 1 (Mödlhammer): grün
- Messstelle 2A (Eder, Wohngebäude): rot
- Messstelle 2B (Eder, Wirtschaftsgebäude): dunkelblau
- Messstelle 3 (Holztrattner): hellblau
- Messstelle 4 (Grömer): orange

Gesamtverlauf: 5. bis 11.11.

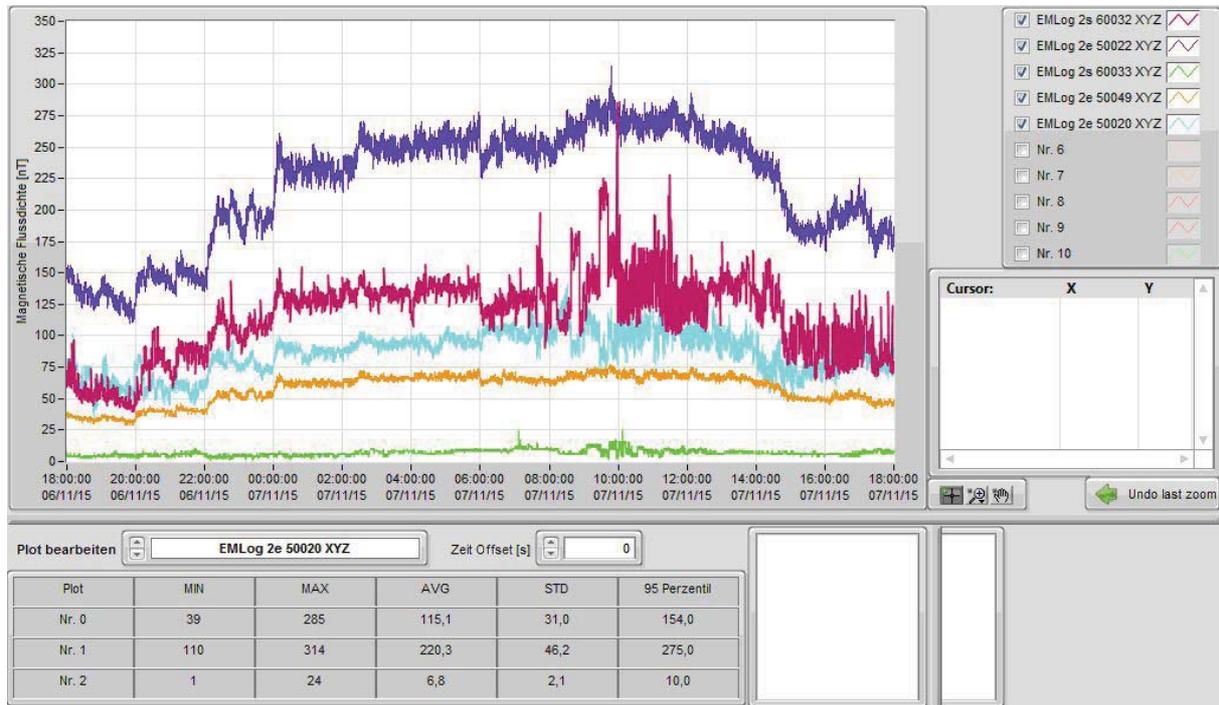


Einzelverläufe:

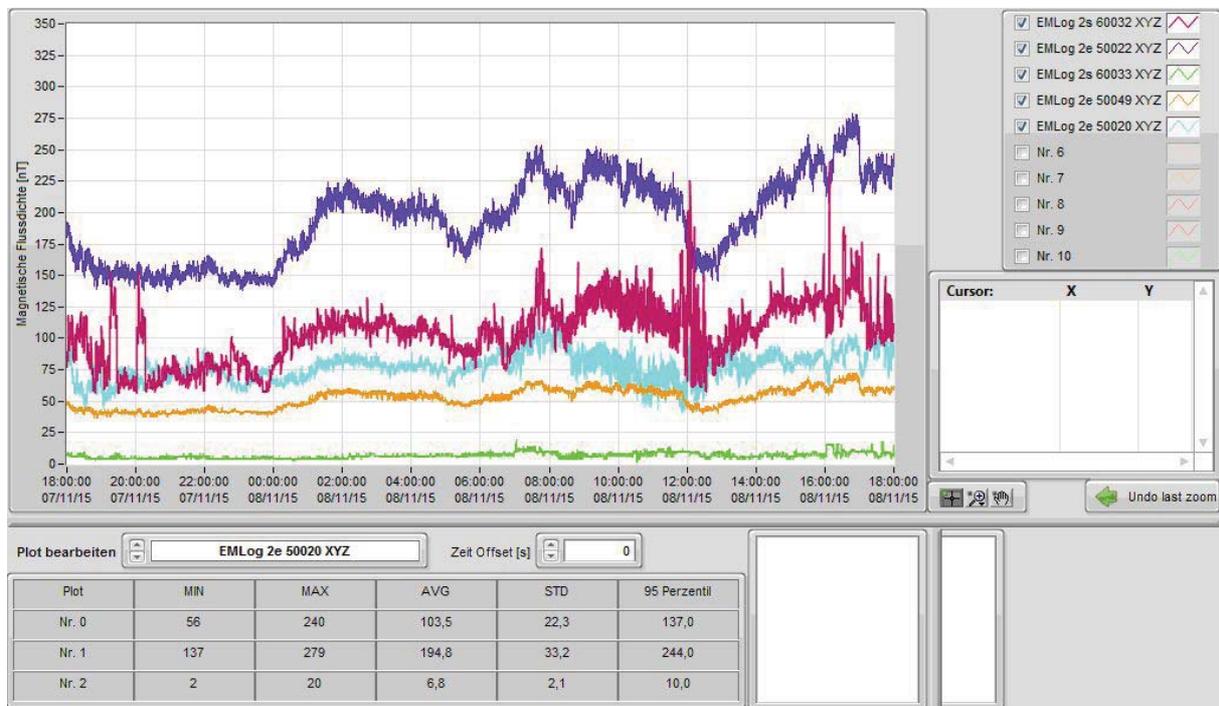
Do, 5.11./Fr, 6.11.



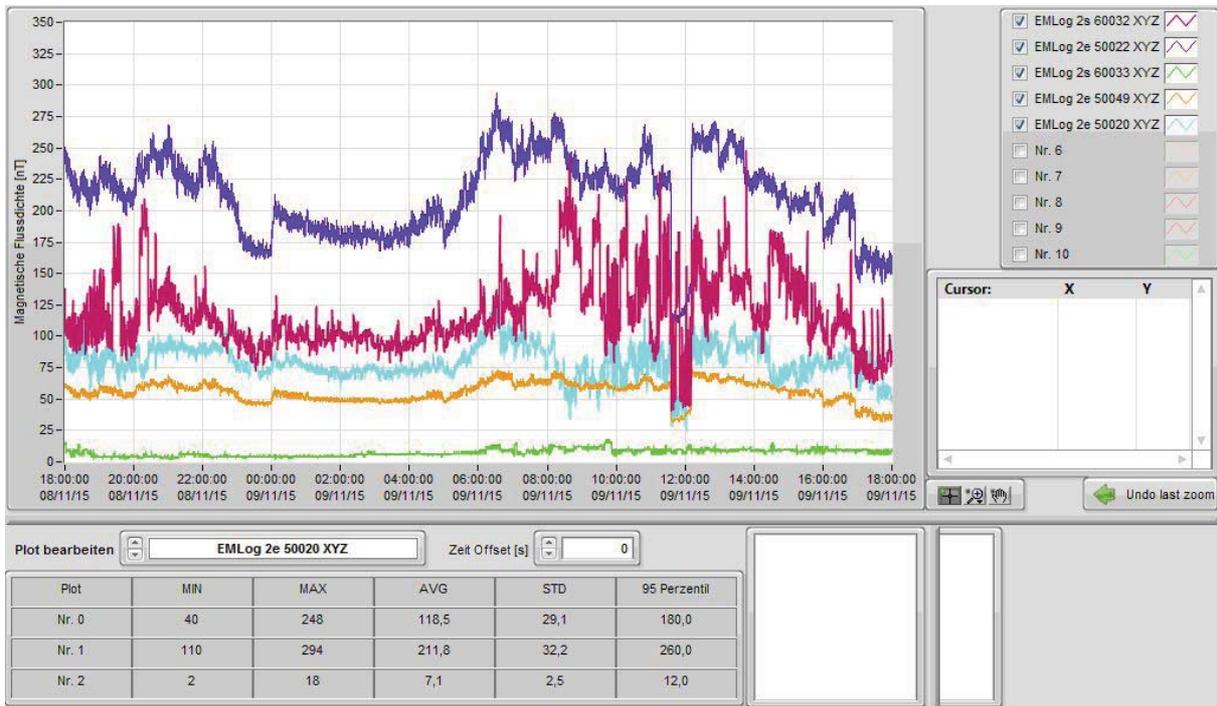
Fr, 6.II./Sa, 7.II.



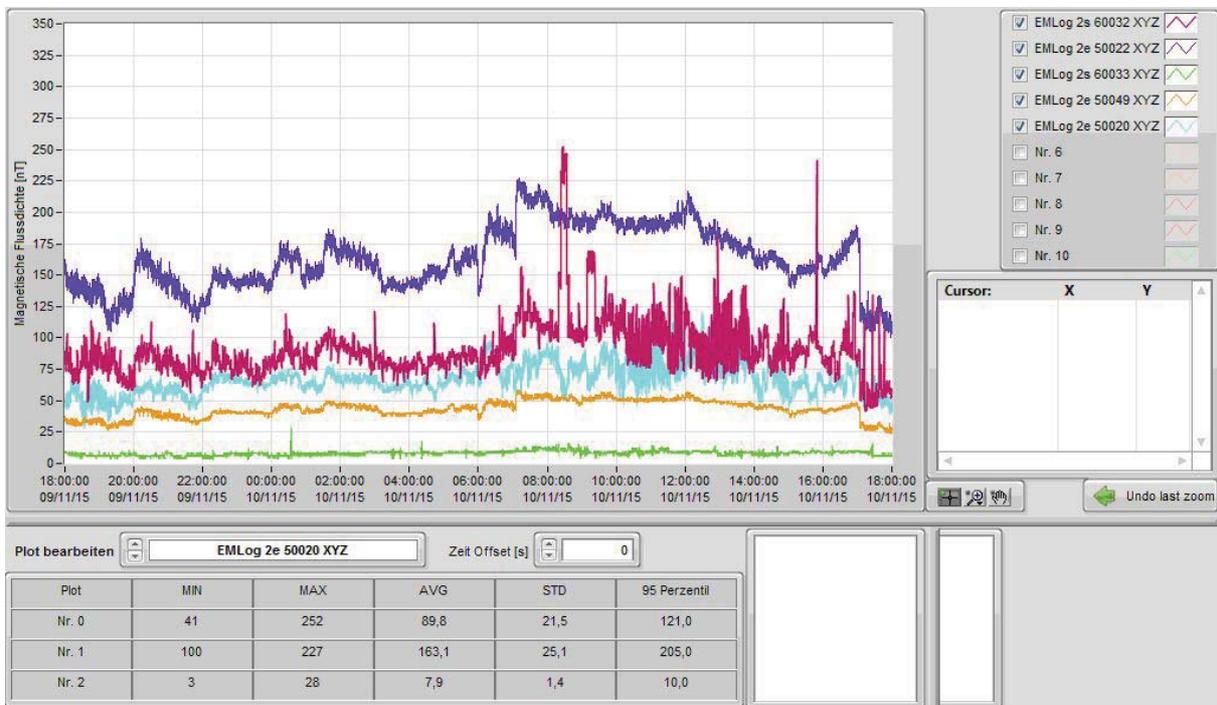
Sa, 7.II./So, 8.II.



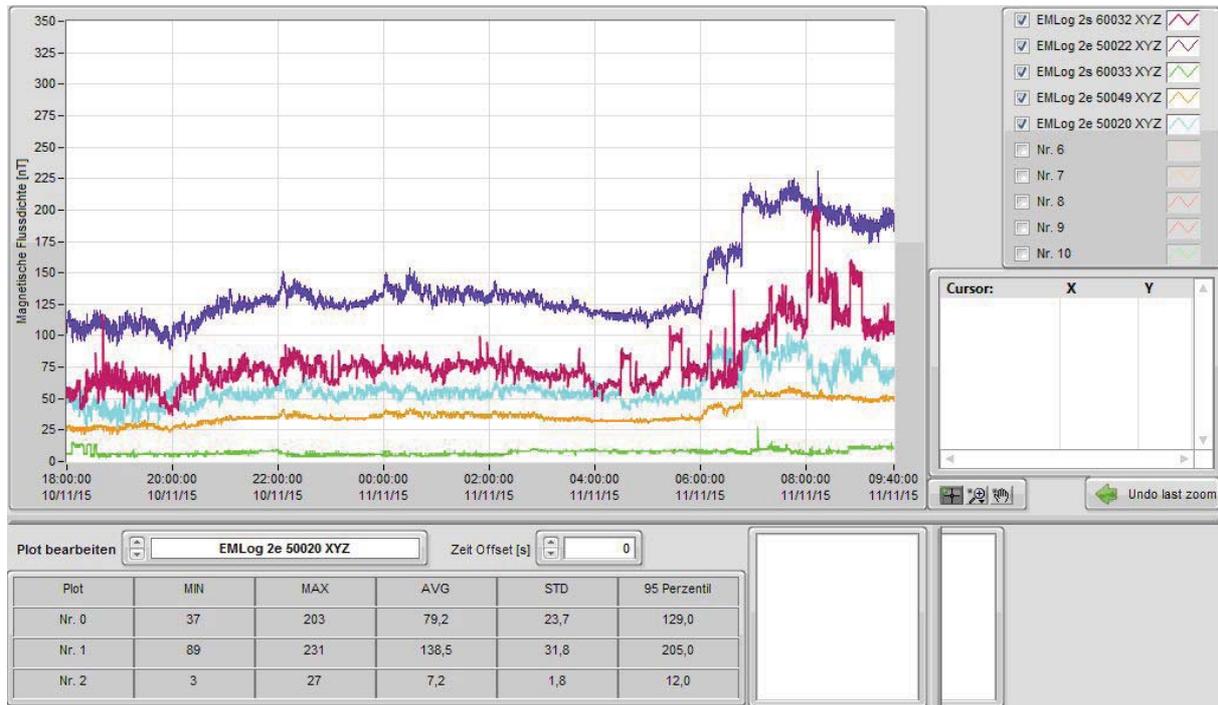
So, 8.II./Mo, 9.II.



Mo, 9.II./Di, 10.II.



Di, 10.11./Mi, 11.11.



### Anmerkungen zu den Verläufen:

Auffällig an den Verlaufskurven der magnetischen Immission sind die zeitweilig stark schwankenden, dann wieder über längere Zeit stabilen Werte. Weiters sticht das zwischen den Messstellen generell stark unterschiedliche Belastungsniveau ins Auge.

Die durchgängig niedrigste Belastung weist die Messstelle 1 (Mödlhammer) auf. Dies ist einerseits auf die Höhe der Leitungsführung (80 m-Mast r. 1011) und andererseits auf den im Vergleich zu den übrigen Messstellen größeren Abstand von der Leitungssache zurückzuführen.

Die höchsten Werte hingegen wurden an der Messstelle 2B, gefolgt von der Messstelle 2A (beide auf dem Anwesen Eder) registriert. In diesen Fällen gab der geringe Abstand zur Leitungssache in Verbindung mit der tiefliegenden Leitungsführung den Ausschlag.

Im mittleren Bereich, wenig unterhalb der Werte von 2A, liegen die magnetischen Immissionen der Messstellen 3 (Holztrattner) und 4 (Grömer).

Bei den nahe an den Leitungen gelegenen Messstellen 2A und 2B mit den höchsten Belastungen sind die zeitlichen Schwankungen der Last besonders gut an den Magnetfeldwerten zu erkennen. Diese Messstellen zeigen neben den fast dauernd vorhandenen Schwankungen um ca. 20 nT teilweise pulsartige Laständerungen, die sich in der Größenordnung von 100 – 150 nT auswirken.

Typisch sind weiters an Wochentagen erkennbare Anstiege um ca. 22:00 (z.B. 5.11.) oder nochmals um ca. 24:00 (6./7.11.), der sich am Samstag, 7.11. auf etwas spätere Zeiten verschiebt (0:00 bis 2:00), während am Sonntag, 8.11., von 20:00 bis 24:00 eine Abnahme der Belastung eintritt. Am Montag, 9.11., zeigt sich gegen 12:00 ein Einbruch, am Mittwoch, 11.11., ein ausgeprägter Morgenanstieg zwischen 6:00 und 7:00.

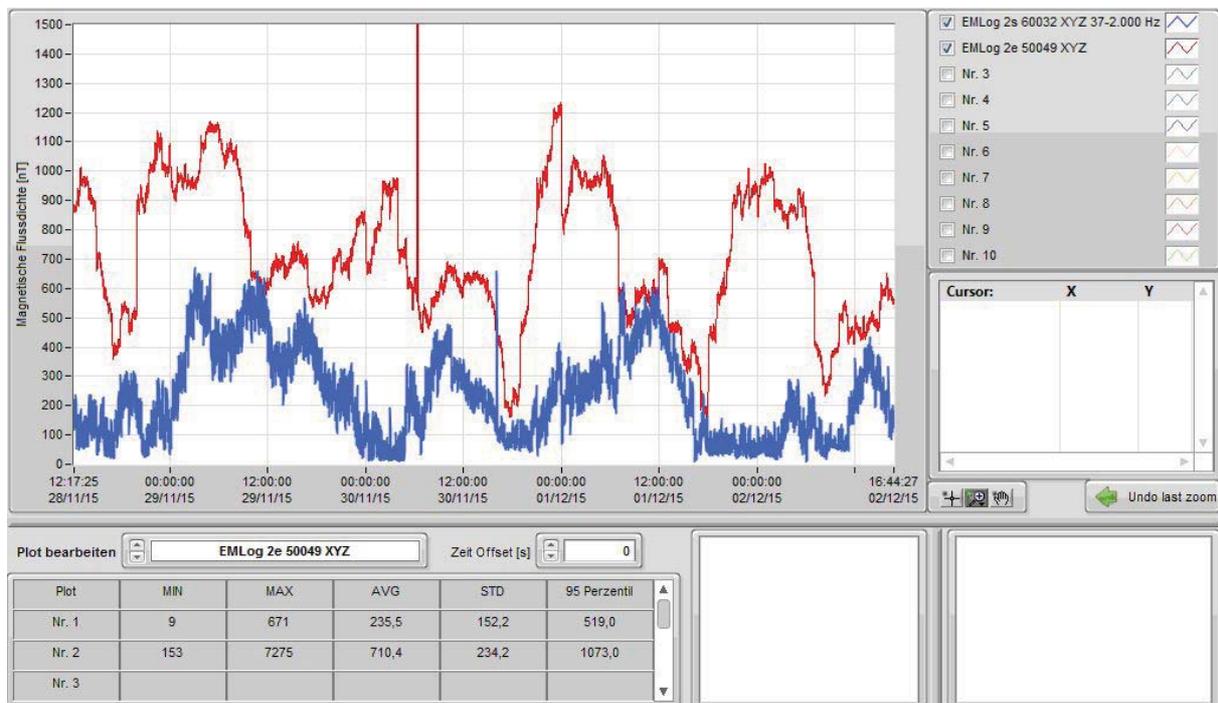
Für das Verhältnis der Spitzen- zur Durchschnittsbelastung (gemessen am 95-% bzw. Mittelwert) ergeben sich an den einzelnen Messstellen Werte, die durchwegs zwischen 1,4 und 1,5 liegen. Dies gilt übrigens auch für die beiden Messstellen der Messreihe 2. Mit anderen Worten bedeutet dies, dass **typische Spitzenlastepisoden mit einer ca. 50 % höheren Magnetfeldbelastung einhergehen als der Durchschnittsbetrieb.**

#### 2.4.2.2 Messreihe 2

Für die beiden Referenz-Messpunkte der Messreihe 2 werden die Magnetfeldverläufe für den gesamten Messzeitraum zu Vergleichszwecken in der folgenden Grafik übereinander dargestellt. Die Farben sind in diesem Fall wie folgt zugeordnet:

- Messstelle 5B (Mast # 7 der dzt. noch mit 220 kV betriebenen Leitung in Seekirchen): rot
- Messstelle 6 (Mast der mit 380 kV betriebenen „Donauschiene“ in Gaspoltshofen/OÖ): blau

Sa, 28.11. bis Mi, 2.12.



Je 1 auffälliger „Spike“ ist auf Erschütterungen (Trittstörungen) zurückzuführen und von der Beurteilung auszunehmen.

### **Anmerkungen zu den Verläufen:**

Die teilweise sehr hohen, im Einzelfall bis 1.230 nT reichenden Werte neben dem Mast # 7 der Salzburgleitung in Seekirchen zeigen extreme Schwankungen, deren Ausmaß bis zu 1.000 nT erreicht. Bei den in Gaspoltshofen/OÖ unter einem Mast der Donauschiene gemessenen Magnetfeldwerten liegen die Maxima auf einem Niveau von 660 nT, und das Ausmaß der Schwankungen (bis ca. 500 nT) ist im Verhältnis dazu etwa gleich wie in Seekirchen. Abgesehen von diesen impulsartigen Schwankungen fällt auf, dass die dauernd vorhandenen kurzfristigen Magnetfeldschwankungen an der Donauschiene deutlich ausgeprägter sind als an der Salzburgleitung.

**Variationen folgender Faktoren können für zeitliche Schwankungen des Magnetfeldes verantwortlich sein:**

- die Lastführung der Leitung
- die Verteilung der Last auf die Systeme und Phasen

**Abweichungen** bei diesen Faktoren können auch für den deutlichen **Unterschied** der Spitzen- und Durchschnittswerte **zwischen Seekirchen und Gaspoltshofen** (mit) ursächlich sein. Als **weitere Ursachen** kommen in Betracht:

- unterschiedliche Bauformen und Höhen der Leitungsmasten („Donau“-Form in Seekirchen, „Tonnen“-Form in Gaspoltshofen)
- Das unterschiedliche Spannungsniveau (220 kV in Seekirchen, 380 kV in Gaspoltshofen würde bei hypothetisch gleicher Last die etwa 40 %ige Differenz der typischen Magnetfeldspitzen (ca. 1.000 nT in Seekirchen im Vergleich zu ca. 600 nT in Gaspoltshofen) erklären.

Da alle diese Faktoren gleichzeitig im Spiel sind, kann **keine eindeutige Zuordnung der auffälligen Unterschiede zu einzelnen Ursachen** getroffen werden.

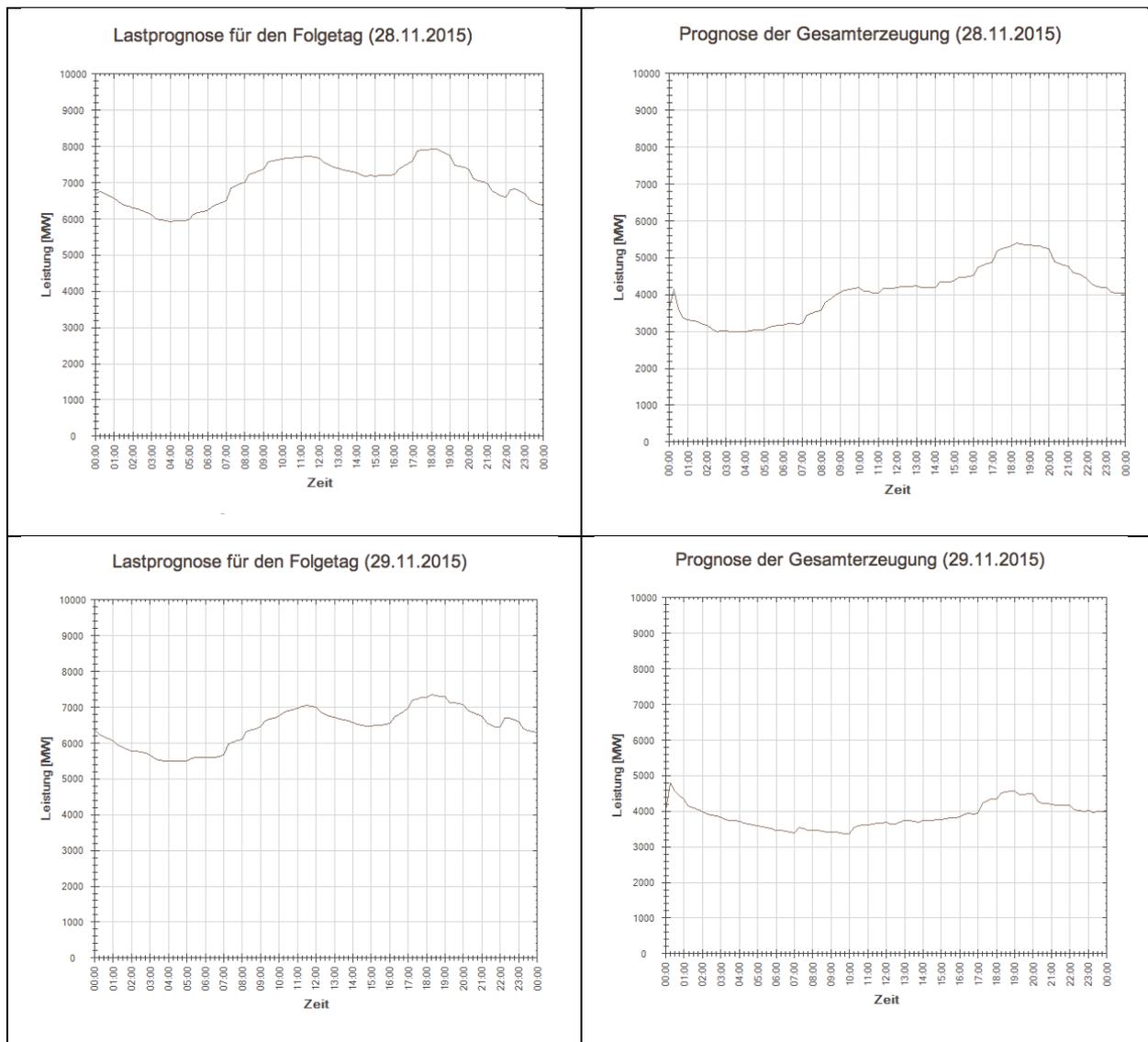
Beim **zeitlichen Verlauf** der Belastung fallen zwischen den beiden Messstellen der Messreihe gleichfalls **sehr deutliche Unterschiede** ins Auge.

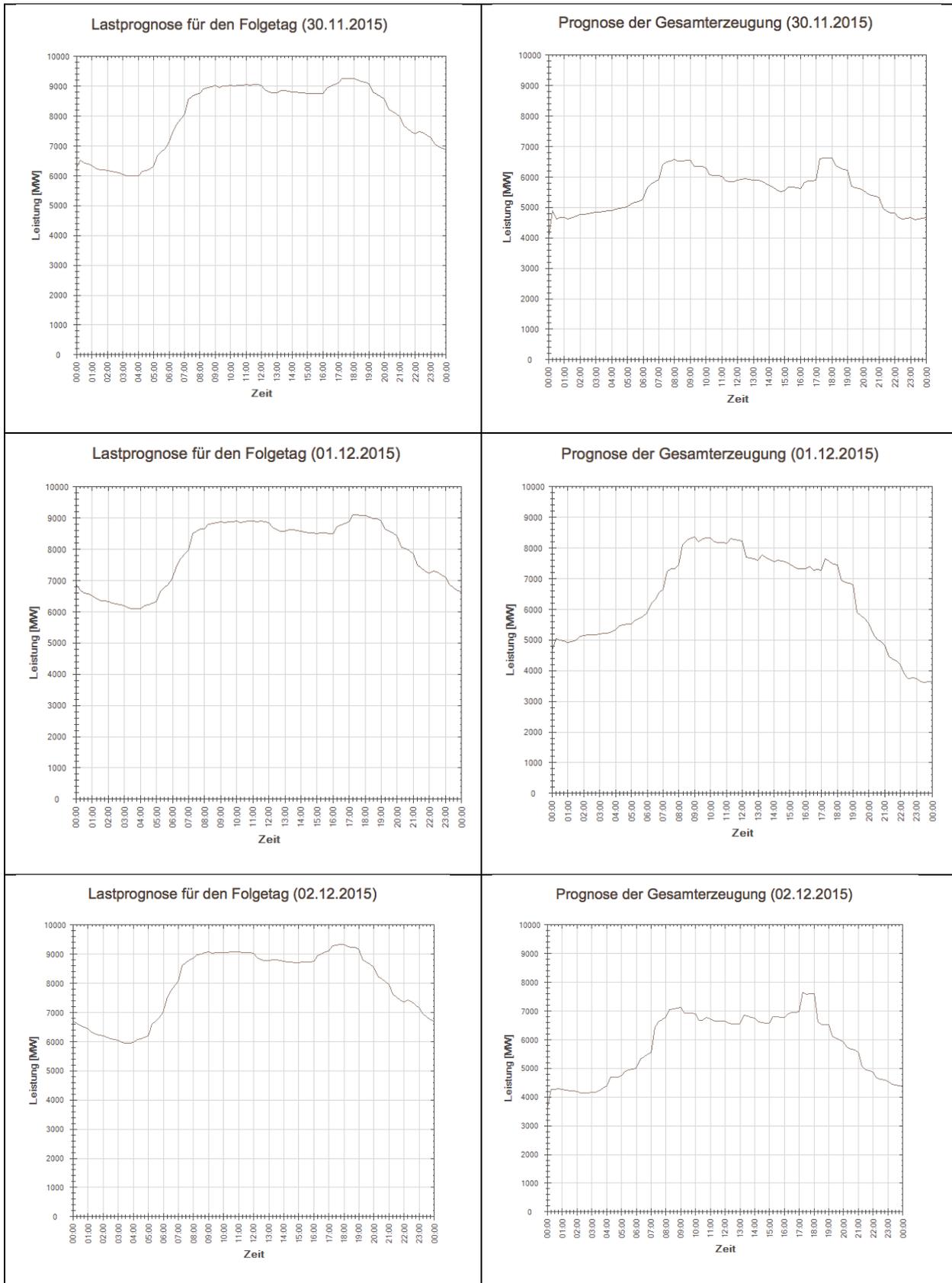
Von Samstag, den 28.11. auf Sonntag, den 29.11.2015 trat in Seekirchen eine nächtliche Spitzenbelastung auf, die nach einem kurzen Rückgang in die Morgenspitze überging. Ein ähnlicher Verlauf trat in Gaspoltshofen zeitverschobenvom Morgen bis zum Mittag des 29.11. auf.

Um die Mittagszeit an Wochentagen (z.B. Mo, 30.11. und Di, 1.12.2015) weisen beide Messstellen parallele Belastungsverläufe auf, am 1.12. sogar mit beinahe deckungsgleichen Werten.

Zu anderen Zeiten zeigen die beiden Messstellen sogar gegenläufiges Verhalten (z.B. in der Nacht vom Sonntag, den 29.11., auf Montag, den 30.11.2015), oder in Seekirchen bewegt sich die Magnetfeldimmission auf vergleichsweise hohem Niveau, während sie in Gaspoltshofen relativ niedrig bleiben. Dies fällt besonders in den Abendstunden an Werktagen auf (z.B. Sa, 28.11., Mo, 30.11. und Di, 1.12.2015).

Um einen möglichen Zusammenhang der zeitlichen Verläufe mit Lastschwankungen im übergeordneten Netz erkennen zu können, werden in der Folge die von der APG bekanntgegebenen **Lastverläufe** für die Messtage 28.12. bis 2.12. dargestellt:





**Kurze Diskussion der Lastverläufe:**

Die Wochentage von Montag, den 30.11., bis Mittwoch, den 2.12. zeigen in der Lastprognose ein sehr ähnliches Bild mit einem zur Tagzeit erhöhten Niveau, über dem sich am Vormittag und am frühen Abend Maxima erheben. Am Wochenende (Samstag, 28.11., und Sonntag, 29.11.2015) sieht das Bild etwas anders aus: Die Maxima sind von ca. 9.000 MW auf ca. 7.000 MW herabgesetzt, und der morgendliche Anstieg zur Vormittagsspitze tritt später auf und verläuft flacher als an den Wochentagen.

**Tendenziell** kann man bei den Magnetfeldverläufen der Messstelle 5B (Seekirchen) einen gewissen **Zusammenhang von Vormittags- und Abendspitzen mit den typischen Lastverläufen** erkennen. Der **generell geringe Übereinstimmungsgrad** (z.B. lassen sich die nächtlichen Spitzenwerte in Seekirchen überhaupt nicht aus dem typischen Lastverlauf erklären) deutet darauf hin, dass die **Lastverteilung auf die Systeme und Phasen erheblichen Schwankungen unterliegt, die sich im Verlauf der magnetischen Immission widerspiegeln.**

### 3. Gutachten

#### 3.1 Beurteilungsgrundlagen

Der Aufgabenstellung entsprechend ist zur Beurteilung der erhobenen Messwerte der im UVP-Bescheid (LANDESREGIERUNG 2007) angelegte Maßstab anzuwenden.

Die Vorgangsweise bei den offiziell vorzunehmenden Messungen ist in den Auflagen Nr. 64 und 169 aus elektrotechnischer bzw. umweltmedizinischer Sicht festgelegt. Diese beiden Auflagen wurden im Abschnitt 2.1.1 zitiert und dienen als Richtschnur bei der Auswahl der Messstellen sowie bei der Durchführung der Messungen. Der vorgesehenen Messung in Starklastzeiten bzw. bei „zu erwartenden Betriebsströmen“ wurde in einer über die Bescheidvorschriften hinausgehenden Weise durch Langzeitmessungen Rechnung getragen. Weiters sehen die Bescheidaufgaben die Hochrechnung auf den maximalen Dauerstrom bzw. auf den thermischen Grenzstrom vor. Darauf kommen wir in Abschnitt 3,3 zurück.

Die Frage, welche **Richt- oder Grenzwerte** zur Beurteilung der festgestellten Messwerte anzuwenden sind, findet indessen **in den Bescheidaufgaben keine Antwort**. Dies liegt daran, dass **in Österreich keine generellen** (also zum Schutz der Allgemeinbevölkerung dienenden) **Grenzwerte für Immissionen elektrischer, magnetischer oder elektromagnetischer Felder (EMF) rechtsverbindlich festgelegt** sind. Auf der Suche nach Beurteilungswerten, die eine gewisse Verbindlichkeit in Anspruch nehmen können, wird man lediglich bei der Ratsempfehlung der EU (RAT der EU 1999) und bei der VORNORM ÖVE/ÖNORM E 8850 (NORMUNGSINSTITUT 2006) fündig. Beide Regelwerke übernehmen wiederum diejenigen Basisgrenzwerte und Referenzwerte, die von einem internationalen, privaten Fachgremium (ICNIRP 1998) ausschließlich zum Schutz vor Akutwirkungen (ohne Berücksichtigung von Langzeiteffekten) vorgeschlagen wurden. Die genannten Grundlagen sehen z.B. für magnetische Wechselfelder der Frequenz von 50 Hz einen Referenzwert von  $100 \mu\text{T}$  vor.

In dem für den ersten Teil der Salzburgleitung maßgeblichen UVP-Verfahren haben die maßgeblichen Gutachter und die Behörde – im Wissen um den unzulänglichen Schutz durch diesen quasi-offiziellen Grenzwert – einen strengeren Grenzwert als Zielwert betrachtet, und zwar denjenigen, der in der **Schweiz** (SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT 1999) an Orten empfindlicher Nutzung als vorsorgliche Emissionsbegrenzung (d.h. im Nahbereich von Anlagen) unter anderem für **Frei- und Kabelleitungen zur Übertragung von elektrischer Energie** gilt. Dieser **Anlagegrenzwert** für den Effektivwert der magnetischen Flussdichte beträgt  $1 \mu\text{T}$  (=  $1.000 \text{ nT}$ ) und wird im folgenden der Beurteilung der magnetischen Immissionen zu Grunde gelegt.

### 3.2 Beurteilung der Einhaltung des vorgesehenen Zielwertes

Der der Schweizer NIS-Verordnung entnommene Zielwert von 1.000 nT ist in Verbindung mit Leitungen zur Übertragung elektrischer Energie so zu verstehen, dass er **von jedem Messwert einzuhalten** ist. Daraus folgt, dass er **auch von Mittelwerten und Perzentilwerten** unterschritten werden muss.

Die **Tabelle 4** in Abschnitt 2.4 enthält die für die zu beurteilenden Messstellen 1 bis 4 diejenigen Beurteilungswerte, die für die Beurteilung der Auswirkungen der 380 (220) kV-Salzburgleitung **maßgeblich** sind. Es ist klar ersichtlich, dass keiner der für diese Messstellen angegebenen Beurteilungswerte (Maximum, Mittelwert, 95-Perzentil) den Zielwert von 1.000 nT überschreitet.

Streng genommen gilt bei der **Überprüfung** der Einhaltung von Grenzwerten die Regel, dass die durch die Standardabweichung ausgedrückte Messunsicherheit zugunsten des Anlagenbetreibers zu veranschlagen ist. Das bedeutet, dass an Stelle des Mittelwertes der exakte Beurteilungswert durch die Differenz „Mittelwert minus Standardabweichung“ gegeben ist. Aus dem oben Gesagten geht klar hervor, dass dieser Beurteilungswert an allen relevanten Messstellen den Zielwert 1.000 nT unterschreitet.

**Es ist somit durch die durchgeführten Langzeitmessungen klar erwiesen, dass der Zielwert von 1.000 nT an den besonders betroffenen Wohnobjekten im Gemeindegebiet der Stadt Seekirchen im gegenwärtigen Betriebszustand der Salzburgleitung als Kurzzeit- und Langzeitwert eingehalten wird.**

Als **höchster repräsentativer Kurzzeitwert im Wohnbereich** ist das 95-Perzentil im Wohnhaus der Fam. Eder (Messstelle 2A) zu betrachten, das bei **147 nT** liegt. Bezieht man auch das Wirtschaftsgebäude der Fam. Eder (Messstelle 2B) ein, so beträgt der höchste an betroffenen Objekten ermittelte repräsentative Kurzzeitwert **259 nT**. Selbst wenn einzelne sehr kurzzeitige Spitzen um Faktoren von ca. 1,5 bis 2,5 darüber hinausgehen, besteht noch immer ein deutlicher Abstand zu 1.000 nT.

### 3.3 Prognose der Immissionswerte bei Vollast und 380 kV-Betrieb

Den zitierten Bescheidauflagen folgend, bildet auch die **Prognose** der magnetischen Immission bei Vollastbetrieb (**maximaler Dauerstrom** bzw. **thermischer Grenzstrom**) einen Teil der Beurteilung der magnetischen Immission.

Bei der Beurteilung künftig möglicher Betriebszustände sind **zwei Faktoren** zu beachten:

- die künftige **Umstellung des Spannungsniveaus** zwischen den Phasenleitern von 220 kV auf 380 kV (und entsprechend zwischen Phasen und Erde von 127 kV auf 220 kV),
- eine **künftige Laststeigerung** bis zum maximalen Dauerstrom bzw. thermischen Grenzstrom.

Die zu erwartenden magnetischen Auswirkungen beider Faktoren an den meist betroffenen Liegenschaften werden im folgenden beurteilt. Dabei wird so vorgegangen, dass zunächst die reine Umstellung des Spannungsniveaus bei unveränderter Leistung behandelt wird und danach die Auswirkungen künftiger Laststeigerung bis zu den max. Dauerstrom- bzw. therm. Grenzstromwerten. Die Betrachtung ist für Kurzzeit- und Langzeitwerte gesondert durchzuführen. Um nicht unkalkulierbare Unsicherheiten einzuschleppen, wird bei all diesen Hochrechnungen eine unveränderte Verteilung der Leistung auf die Phasen unterstellt.

#### 3.3.1 Hochrechnung auf 380 kV-Betrieb

Aus den Ausführungen in den Abschnitten 2.1.3 und 2.1.4 geht hervor, dass bei gegebener Leistungsübertragung der auftretende Strom (und die ihn begleitende magnetische Flussdichte) zur Spannung gegen Erde verkehrt proportional ist, d.h. je höher das Spannungsniveau, desto schwächer die Ströme und die Magnetfelder. Da die Spannung gegen Erde ihrerseits proportional zur Spannung zwischen den Phasenleitern ist, kann die angeführte Gesetzmäßigkeit direkt auf die Umstellung der Salzburgleitung zwischen den Netzknoten St. Peter am Hart (OÖ) und Salzburg von 220 kV auf 380 kV umgelegt werden.

Daraus ergibt sich für die Umstellung bei unveränderter Leistungsführung die Beziehung:

$$\text{magnetische Flussdichte (380 kV)} = \text{magnetische Flussdichte (220 kV)} \times 220/380$$

Das Ergebnis dieser Umrechnung für die in Tabelle 4 ausgewiesenen Immissionswerte ist der folgenden Tabelle 5 zu entnehmen.

Nr.	Messstelle	Maximum (380 kV)	Mittelwert (380 kV)	Standard_ abweichung	95-% (380 kV)
1	Mödlhammer Josef	23 13	7,1 4,1	2,1 1,2	10 5,8
2	Eder Johann				
A	Wohngebäude	323 187	98,8 57,2	29,7 17,2	147 85
B	Wirtschaftsgebäude	298 173	179,2 103,7	47,6 27,6	259 150
3	Holztrattner Christine	141 82	71,4 41,3	18,0 10,4	100 58
4	Grömer Rosina	77 45	47,7 27,6	12,2 7,1	67 39

**Tab. 5:** Hochrechnung der Immissionswerte aus Tab. 4 (**magnetische Flussdichte in nT**) auf eine Spannung von 380 kV zwischen den Phasenleitern, **Ergebnisse in roter Farbe** (derzeitige Werte bei 220 kV in schwarzer Farbe)

Bei einer bloßen Umstellung des Spannungsniveaus ohne Laständerung würde also der Zielwert von 1.000 nT selbstverständlich weiterhin unterschritten. Allerdings ist dieser Zustand nicht realistisch, dient doch die Errichtung der Salzburgleitung der Aufnahme **künftiger höherer Lasten**. Die in Tab. 5 in rot angegebenen Werte sind aber für die Einschätzung des Effektes der reinen Spannungsumstellung von 220 kV auf 380 kV bedeutsam, sowie als Basis für die weiteren Hochrechnungen.

### 3.3.2 Hochrechnung auf maximalen Dauerstrom und thermischen Grenzstrom

Aus dem von der APG veröffentlichten statischen Netzmodell (APG 2015) geht für die beiden Systeme der derzeit noch mit 220 kV Phasenspannung betriebenen Salzburgleitung zwischen den Netzknoten UW St. Peter am Hart und UW Salzburg (**Systeme 455 und 456**) eine Stromstärke von je **2.400 A** hervor. **Bei Umschaltung** der Spannung zwischen den Phasenleitern **auf 380 kV** würde bei unveränderter Leistung diese Stromstärke auf

$$2.400 \text{ A} \times 220 / 380 = 1.390 \text{ A (aufgerundet)}$$

sinken. Der thermische Grenzstrom, der auf Grund der Materialeigenschaften der Leiter bei 3.477 A liegt, beträgt das 2,5fache dieses Wertes. Der maximale Dauerstrom, der bei 60 % des thermischen Grenzstromes festgelegt ist, beträgt 2.086 A, das ist das 1,5fache von 1.390 A. Mit anderen Worten: Das Leitersystem ist so ausgelegt, dass nach Umschaltung auf 380 kV bei einer Steigerung der derzeitigen Maximallast um 50 % der max. Dauerstrom erreicht wird.

Die am 95-Perzentil der Immissionswerte gemessenen magnetischen Spitzenbelastungen sind ins Verhältnis zu setzen zum Aufnahmevermögen für eine Stromlast von 2.400 A (220 kV) und künftig 1.390 A (380 kV) je System. Bei Zunahme dieses Wertes um 50 % ist jener Zustand erreicht, der als **maximaler Dauerstrom** den **Bezugspunkt der Hochrechnung aus elektrotechnischer Sicht** bildet (Auflage 64). Bei Zunahme um 150 % würde der **thermische Grenzstrom** erreicht, der den **Bezugspunkt der Hochrechnung aus umweltmedizinischer Sicht** bildet (Auflage 169).

Die Spitzenbelastungen (gemessen als 95-%) verhalten sich zu den Durchschnittsbelastungen bei allen ausgewerteten Langzeitmessungen der Messreihen 1 und 2 in einem Verhältnis von 1,4 bis 1,5 zu 1 (somit nahezu konstant). **Die Hochrechnung der 95-%-Werte kann somit auch proportional für die Durchschnittswerte übernommen werden.**

Somit ergeben sich unter der Annahme eines gleichbleibenden Ausnutzungsgrades der Maximallasten (aktuell bzw. max. Dauerstrom bzw. therm. Grenzstrom) die Umrechnungen:

$$(1) \text{ magnet. Flussdichte (max. Dauerstrom)} = \text{magnet. Flussdichte (380 kV)} \times 2.086/1.390$$

$$(2) \text{ magnet. Flussdichte (ther. Grenzstrom)} = \text{magnet. Flussdichte (380 kV)} \times 3.477/1.390$$

Unter der **magnet. Flussdichte (380 kV)** werden hier die in **Tabelle 5** aus den aktuellen Immissionswerten unter der Annahme einer reinen Spannungsumstellung auf 380 kV errechneten Werte verstanden.

Die Ergebnisse der Hochrechnung nach (1) und (2) finden sich nebst den aktuellen Immissionswerten in der abschließenden **Tabelle 6**.

Die Prognose der absoluten Spitzenwerte ist naturgemäß mit erheblichen Unsicherheiten behaftet. Aus den Auswertungen der durchgeführten Langzeit-Messreihen lässt sich abschätzen, dass an den Wohnobjekten die höchsten Einzelwerte (absoluten Maxima) maximal um einen Faktor von ca. 2,5 über den 95-%-Werten liegen.

Nr.	Messstelle	Maximum	Mittelwert	Standard_ abweichung	95-%
1	Mödlhammer Josef	23 20 33	7,1 6,2 10,3	2,1 1,8 3,0	10 8,7 14,5
2	Eder Johann				
A	Wohngebäude	323 281 468	98,8 85,8 143,0	29,7 25,8 43,0	147 128 213
B	Wirtschaftsgebäude	298 259 431	179,2 155,6 259,4	47,6 41,3 68,9	259 225 375
3	Holztrattner Christine	141 122 204	71,4 62,0 103,3	18,0 15,6 26,1	100 87 145
4	Grömer Rosina	77 67 111	47,7 41,4 69,0	12,2 10,6 17,7	67 58 97

**Tab. 6:** Hochrechnung der aktuellen Immissionswerte aus Tab. 4 (**magnetische Flussdichte in nT**) auf **maximalen Dauerstrom** bzw. auf **thermischen Grenzstrom** bei einer Spannung von 380 kV zwischen den Phasenleitern

Die absoluten Spitzenwerte lassen sich – das liegt in der Natur der Sache – nur mit erheblichen Unsicherheiten prognostizieren. Aus den Auswertungen der durchgeführten Langzeit-Messreihen lässt sich abschätzen, dass an den Wohnobjekten die höchsten Einzelwerte (absoluten Maxima) maximal um einen Faktor von ca. 2,5 über den 95%-Werten liegen. Schätzt man in diesem Sinne den maximal zu erwartenden Einzelwert aus dem höchsten 95% ab, das ist ein Wert von 375 nT an der Messstelle 2B (Wirtschaftsgebäude Eder), so erhält man eine **maximale Momentanimmission von 938 nT**.

Somit kann erwartet werden, dass an den zur Leitung nächstgelegenen Wohnobjekten der Zielwert von  $1 \mu\text{T}$  (das sind 1.000 nT) auf jeden Fall auch nach Umschaltung auf 380 kV bei Inanspruchnahme der vollen Netzauslastung eingehalten wird.

### 3.3.2 Hochrechnung für die Messstellen unter Hochspannungsleitungen

Als Voraussetzungen für die vergleichende Prognose an den Messstellen 5 und 6 seien folgende Erkenntnisse aus den Langzeit-Messreihen festgehalten:

Naturgemäß treten in unmittelbarer Nähe zu den Leitungen höhere Magnetfeldimmissionen auf als an oder in den bewohnten Gebäuden. So wurde **neben dem Leitungsmast # 7** nahe dem Anwesen Eder in der Langzeitmessung beim derzeitigen 220 kV-Betrieb ein **95 %-Wert (als Charakterisierung von Spitzenlastzeiten) von 1.052 nT** ermittelt. Zum Vergleich: Der am Wirtschaftsgebäude der Fam. Eder ermittelte 95 %-Wert der Summenhäufigkeit (der höchste an den untersuchten Objekten) lag bei 259 nT, somit bei etwa einem Viertel des direkt neben dem benachbarten Leitungsmast # 7 ermittelten Wertes.

Bei dem zum Vergleich herangezogenen Messpunkt 6 am oberösterreichischen Abschnitt der **Donauschiene in Gaspoltshofen** lag hingegen das 95-Perzentil bei nur 175 nT. Das Verhältnis zwischen dieser Kenngröße für Spitzenbelastungen und dem arithmetischen Mittelwert als Kenngröße der Dauerbelastung beträgt an beiden Messstellen in hervorragender Übereinstimmung 1,48 : 1. Das deutet darauf hin, dass an beiden Leitungen die Häufigkeit und das Verhältnis von Grundlast und Spitzenlast übereinstimmen oder – was eher der Fall ist – sich ausgleichen. Auch die Übertragungsströme je System liegen lt. derzeitigem Netzmodell mit 2.300 A (Donauschiene zwischen Kronstorf und St. Peter) bzw. 2.400 A (Salzburgleitung zwischen St. Peter und Umspannwerk Salzburg) in vergleichbaren Größenordnungen.

Die dennoch festgestellten deutlichen Unterschiede liegen an den in Abschnitt 2.4.2.2 (auf Seite 29) diskutierten Faktoren. Es sei an dieser Stelle nochmals hervorgehoben, dass bereits das **höhere Spannungsniveau** (380 kV bei der Donauschiene gegenüber dzt. noch 220 kV bei der Salzburgleitung) einen Faktor darstellt, der **bei vergleichbarem Leistungsdurchsatz zu geringeren Strömen** und somit **geringeren Magnetfeldimmissionen** führt. Die absoluten Spitzenbelastungen verhalten sich zu den 95 %-Werten an der Messstelle 5B (Mast # 7 in Seekirchen) wie 1,17 : 1, an der Messstelle 6 (in Gaspoltshofen) jedoch wie 3,77 : 1. Das bedeutet, dass die dzt. volle Übertragungslast in Gaspoltshofen um den Faktor  $3,22 = 3,77 / 1,17$  seltener ausgenützt wird als in Seekirchen.

In einer **realistischen Prognose unter vergleichbaren Verhältnissen für beide Messstellen** sind daher folgende Hoch- bzw. Umrechnungsschritte vorzunehmen:

1. Hochrechnung auf 380 kV an der Messstelle 5B (unter der Annahme gleichbleibender Leistung, wie in Abschnitt 3.3.1) bzw. auf häufigere Ausnutzung der vollen Übertragungslast an der Messstelle 6 (Faktor 3,22, wie soeben abgeleitet wurde),
2. Hochrechnung auf den maximalen Dauerstrom bzw. thermischen Grenzstrom (wie in Abschnitt 3.3.2), wobei für die Donauschiene analog zur Salzburgleitung der dzt. Übertragungsstrom lt. Netzmodell als 2/3 des max. Dauerstromes angesetzt wurde.

Die Ergebnisse dieser Hochrechnungen sind in der folgenden **Tabelle 7** (analog zu den Tabellen 5 und 6 für die Wohnobjekte) zusammengefasst.

Nr.	Messstelle	Spitze	Mittelwert	Standard_ abweichung	95-%
5B	neben Mast #7, Nähe Eder	1.230 712 1.069 1.782	708,3 410 616 1026	227,4 131,7 198 329	1.052 609,1 914 1.524
6	neben „Donauschiene“, Gaspoltshofen	660 660 990 1.650	118,2 381 571 952	37,7 121 182 303	175 564 845 1.409

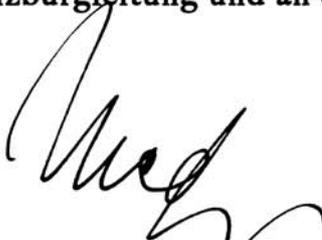
**Tab. 7:** Hochrechnung der Immissionswerte aus Tab. 4 für die Messreihe 2 (**magnetische Flussdichte in nT**)

Die einzelnen Eintragungen geben an:

1. aktuelle Belastung: Messergebnisse in schwarzer Farbe
2. Hochrechnung auf eine Spannung von 380 kV zwischen den Phasenleitern (Messstelle 5B – derzeit 220 kV) bzw. auf eine häufigere Ausnutzung der vollen Übertragungslast lt. Netzmodell (Messstelle 6): **Ergebnisse in roter Farbe**
3. Hochrechnung auf **maximalen Dauerstrom**
4. Hochrechnung auf **thermischen Grenzstrom**

Diese Hochrechnung zeigt zunächst einmal, dass an den gewählten Messstellen unter künftiger Ausnutzung der Übertragungskapazitäten durchaus in Spitzenzeiten **Immissionswerte > 1.000 nT zu erwarten** sind. Die Messstellen wurden nach den Erfordernissen der Langzeitmessungen **am Boden möglichst nahe zu bestehenden Leitungen** eingerichtet.

Bei **Kurzzeitmessungen direkt unter Leitungen** wurden in Seekirchen Werte um **2.500 nT** gefunden (Messreihe 1. Messstelle 5A unmittelbar unter Mast # 7, benachbart zur Messstelle 5B der Messreihe 2). unter **Leitungen der „Donauschiene“ bis ca. 5.000 nT**. Das wichtigste Ergebnis dieser Hochrechnung besteht darin, dass sich **unter vergleichbaren Voraussetzungen** (bezüglich Ausnützung der vollen Übertragungskapazität bei einer Übertragungsspannung 380 kV) **die magnetischen Immissionen in Leitungsnähe an der durch Seekirchen führenden Salzburgleitung und an der „Donauschiene“ künftig angleichen** würden.



Mag. Dr. Walter Hannes Medinger

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger  
Wissenschaftlicher Leiter des IIREC  
Internationales Institut für *EMV*-Forschung  
*ElektroMagnetische Verträglichkeit* auf biophysikalischer  
Grundlage

**Gutachten**  
**über die**  
**magnetische Flussdichte**  
**an Wohngebäuden im Nahbereich der 380 (220) kV-Leitung**  
**im Gebiet der Stadtgemeinde Seekirchen**

**Kurzfassung des Gutachtens**

**Zl. II/2016 vom 16.1.2016**

Im Auftrag der Stadtgemeinde Seekirchen am Wallersee wurden vom 5. bis zum 11.11.2015 Langzeitmessungen der magnetischen Flussdichte an 4 in der Nähe der derzeit mit 220 kV betriebenen, zur Umstellung auf 380 kV bestimmten Salzburgleitung gelegenen Wohnobjekten durchgeführt. Der Abstand der Objekte von der Leitungsachse lag in der Größenordnung von ca. 100 m. – In einer weiteren Langzeit-Messreihe wurde das Magnetfeld neben dem Leitungsmast # 7 mit jenem neben einem Mast der bereits mit 380 kV betriebenen „Donauschiene“ in Gaspoltshofen (OÖ) verglichen und dabei festgestellt, dass die Belastungen unter der höheren Spannung im Spitzenfall um ca. 40 % niedriger waren als unter der 220 kV-Leitung in Seekirchen.

Die Auswertung der statistischen Kenndaten für die Messstellen in Seekirchen ergab, dass **keiner der ermittelten Werte der magnetischen Flussdichte den Zielwert von max. 1.000 nT überschritt**, von dem bei der Genehmigung der Leitung im UVP-Verfahren ausgegangen wurde.

Weiters wurde auf Grund der aktuellen Last eine Hochrechnung (1) auf den maximalen Dauerstrom bzw. (2) auf den thermischen Grenzstrom vorgenommen, wie es in Auflagen des UVP-Bescheides vorgesehen. Diese Prognose diente zur Abschätzung, ob auch künftig mit der Einhaltung des Zielwertes von 1.000 nT gerechnet werden kann.

Die Ergebnisse der aktuellen Messungen sowie die Prognose für die beiden Lastfälle (1) und (2) sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Nr.	Messstelle	Maximum	Mittelwert	Standard_ abweichung	95-% *
1	Mödlhammer Josef	23 20 33	7,1 6,2 10,3	2,1 1,8 3,0	10 8,7 14,5
2	Eder Johann				
A	Wohngebäude	323 281 468	98,8 85,8 143,0	29,7 25,8 43,0	147 128 213
B	Wirtschaftsgebäude	298 259 431	179,2 155,6 259,4	47,6 41,3 68,9	259 225 375
3	Holztrattner Christine	141 122 204	71,4 62,0 103,3	18,0 15,6 26,1	100 87 145
4	Grömer Rosina	77 67 111	47,7 41,4 69,0	12,2 10,6 17,7	67 58 97

**Tabelle:** aktuelle Immissionswerte (**magnetische Flussdichte in nT**) und Hochrechnung auf **maximalen Dauerstrom** bzw. auf **thermischen Grenzstrom** bei einer Spannung von 380 kV zwischen den Phasenleitern

\*) Kenngröße für repräsentative Spitzenwerte

Der höchste als Momentanwert zu erwartende Spitzenwert wurde auf 938 nT abgeschätzt. Somit ist **auch künftig** bei Inanspruchnahme der vollen Aufnahmefähigkeit der Leitung **die Einhaltung des Wertes der magnetischen Flussdichte von 1.000 nT bei den betroffenen Anrainern zu erwarten**. Unmittelbar neben der Salzburgleitung ebenso wie neben der gleichfalls untersuchten Leitung der „Donauschiene“ ist hingegen künftig bei Vollastbetrieb unter einer Übertragungsspannung von 380 kV (zwischen den Phasenleitern) am Boden eine Überschreitung dieses Wertes zu erwarten, direkt unter den Leitungen treten bereits derzeit Spitzen von mehreren Mikrottesla (mehreren 1.000 Nanotesla) auf.

Mag. Dr. Walter Hannes Medinger

Allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger  
Wissenschaftlicher Leiter des IIREC  
Internationales Institut für EMV-Forschung  
**ElektroMagnetische Verträglichkeit** auf biophysikalischer Grundlage



Mag. Dr. Walter Hannes Medinger

## Quellenverweise

**APG 2015:** Statisches Netzmodell 150907. Von der Homepage der APG abrufbar unter der

*Fundstelle:* <https://www.apg.at/de/Global/Pages/SearchResults#key=Netzmodell>

**APG 2013:** Projektinformation Salzburgleitung. Informationsbroschüre, Wien 02/2013

*Fundstelle:* <https://www.apg.at/de/projekte/380-kV-salzburgleitung>

**BELLINA Ch., Verbund Umwelttechnik GmbH im Auftrag der APG 2005:** Salzburgleitung Salzach neu – St. Peter, Zusammenfassung der Umweltverträglichkeitserklärung

*Fundstelle:* [http://www.salzburg.gv.at/0939726\\_-\\_uve-zusammenfassung-internet-05-08-30.pdf](http://www.salzburg.gv.at/0939726_-_uve-zusammenfassung-internet-05-08-30.pdf)

**ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) 1998:** ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Veröffentlicht in: Health Physics 74 (4): 494-522; 1998

*Fundstelle:* <http://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPemfgdl.pdf>

Amt der Salzburger **LANDESREGIERUNG**, Abteilung 5: Rechtsdienste, Gewerbe und Infrastruktur 2007: „380 kV-Salzburgleitung“. Bescheid nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz 2000 vom 27.3.2007

*Fundstelle:* [http://www.salzburg.gv.at/kv\\_leitung\\_bescheid\\_070330.pdf](http://www.salzburg.gv.at/kv_leitung_bescheid_070330.pdf)

Amt der Salzburger **LANDESREGIERUNG**, Abteilung 7: Wasser, Energierecht 2015: „380 kV-Salzburgleitung“. Genehmigungsbescheid nach dem UVP-G 2000 idgF vom 14.12.2015

*Fundstelle:* <http://www.salzburg.gv.at/200006bek/380kV-Salzburgleitung-Bescheid/Genehmigungsbescheid/uvp-bescheid.pdf>

Österreichisches **NORMUNGSINSTITUT** 2006: Elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz - Beschränkung der Exposition von Personen. VORNORM ÖVE/ÖNORM E 8850: 2006 02 01

*Fundstelle:* [https://shop.austrian-standards.at/action/de/public/details/210069/OEVE\\_OENORM\\_E\\_8850\\_2006\\_02\\_01](https://shop.austrian-standards.at/action/de/public/details/210069/OEVE_OENORM_E_8850_2006_02_01)

**RAT der EUROPÄISCHEN UNION 1999:** Empfehlung des Rates vom 12. Juli 1999 zur Begrenzung der Exposition der Bevölkerung gegenüber elektromagnetischen Feldern (0 Hz – 300 GHz) 1999/519/EG

*Fundstelle:* <http://www.bmvit.gv.at/telekommunikation/recht/europa/empfehlungen/downloads/em1999de519.pdf>

**SCHWEIZERISCHER BUNDESRAT 1999:** Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vom 23. Dezember 1999 (Stand am 1. Juli 2012)

*Fundstelle:* <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19996141/201207010000/814.710.pdf>

**STANIC-MARUNA I., BELLINA Ch., Verbund Umwelttechnik GmbH im Auftrag der APG und der Salzburg Netz GmbH 2013:** Umweltverträglichkeitserklärung 380 kV-Salzburgleitung Netzknoten St. Peter – Netzknoten Tauern, Allgemein verständliche Zusammenfassung

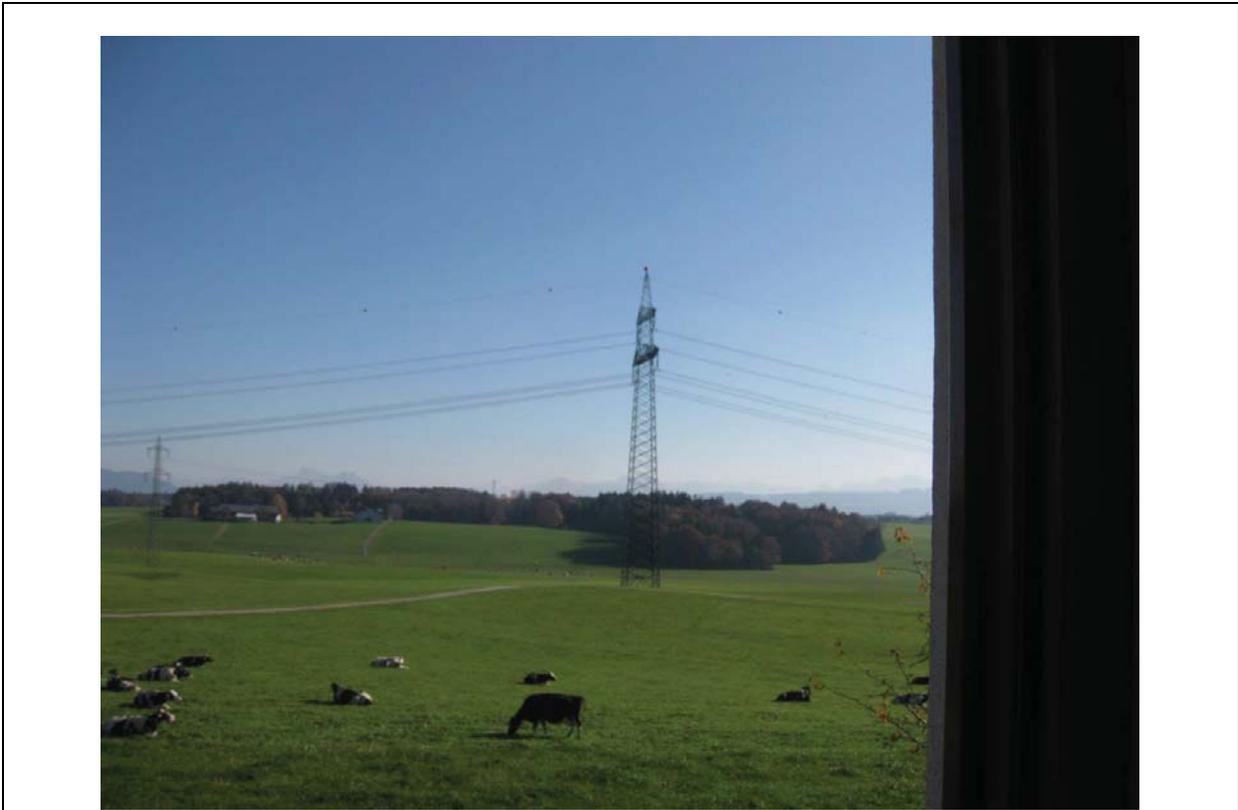
*Fundstelle:* [http://www.salzburg.gv.at/200006bek/380kVLeitung/UVE-A/07\\_UVE\\_Zusammenfassung/380kV%20-%20ueb%20-%20zusammenfassung%20-%20jän.%202013%20-%20final.pdf](http://www.salzburg.gv.at/200006bek/380kVLeitung/UVE-A/07_UVE_Zusammenfassung/380kV%20-%20ueb%20-%20zusammenfassung%20-%20jän.%202013%20-%20final.pdf)

# Anlage:

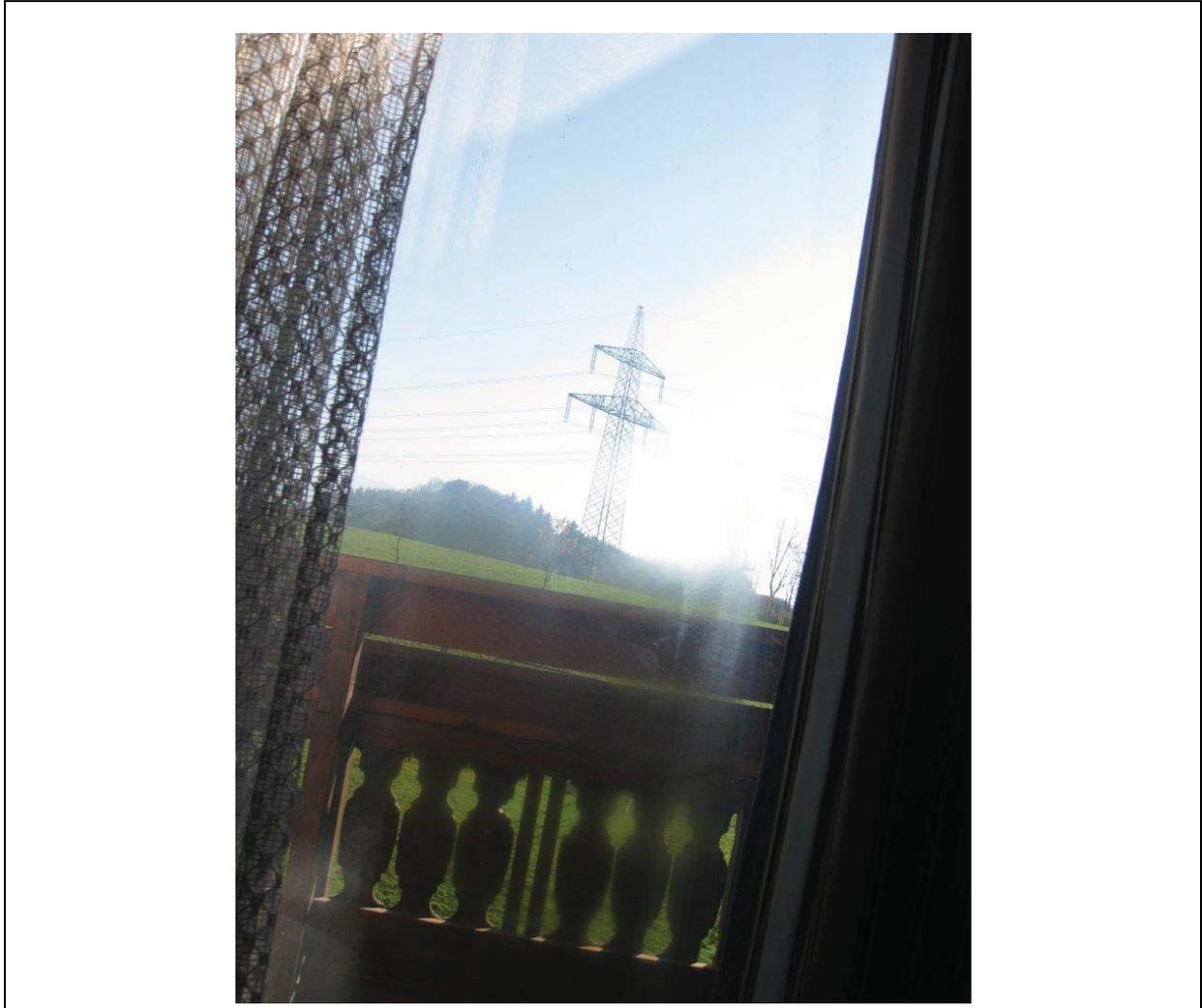
## Fotodokumentation

Messstelle I: Mödlhammer (Mast # 1011)

siehe auch Titelseite, oberes Bild



### Messstelle 2A: Eder, Wohngebäude



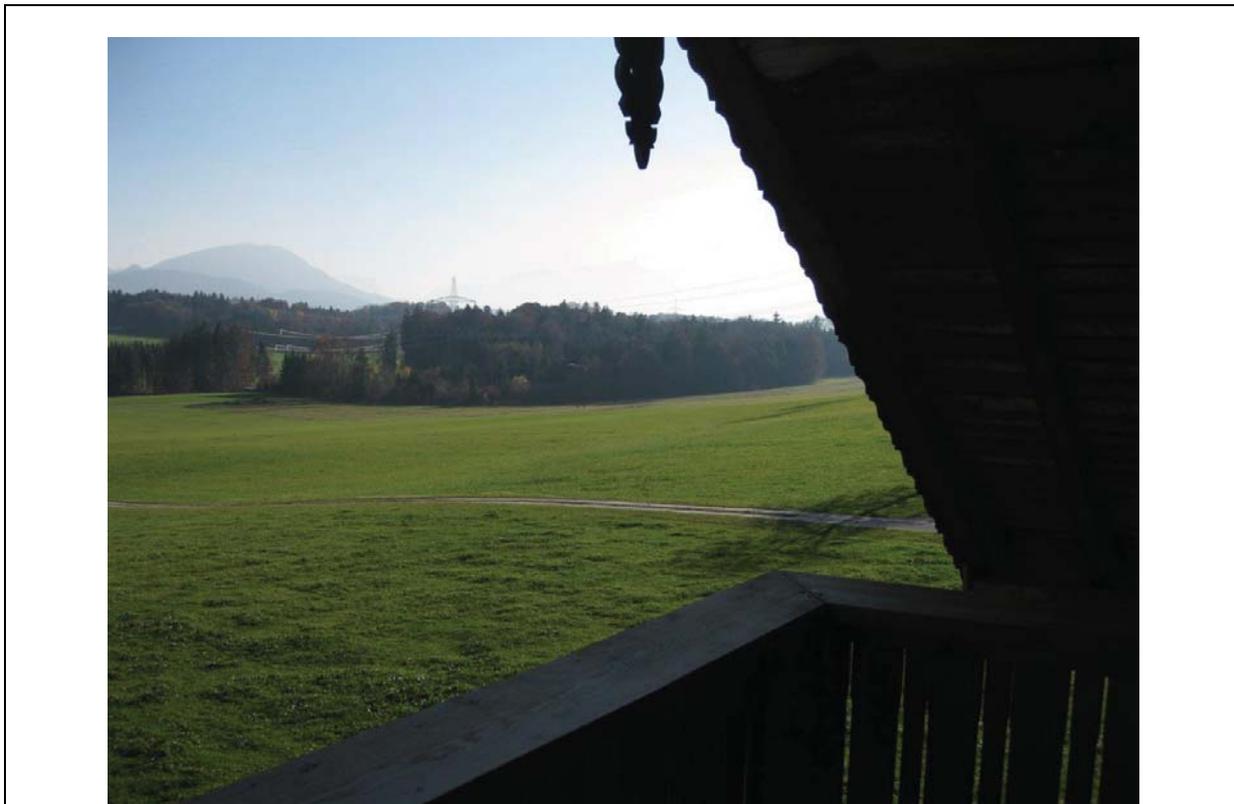
Messstelle 2B: Eder, Wirtschaftsgebäude



### Messstelle 3: Holztrattner



### Messstelle 4: Grömer



Messstelle 5 (A: Messreihe 1, B: Messreihe 2)  
Unter Leitung, Mast # 7 (Seekirchen, Nähe Eder)



Messtelle 6: Unter Leitung der „Donauschiene“ (Gaspoltshofen/OÖ)

