

Ing. Franz Lesnik

**ALLGEMEIN BEEIDETER UND GERICHTLICH
ZERTIFIZIERTER SACHVERSTÄNDIGER**



Rötzbachsiedlung 34
A - 8111 Judendorf
Tel.: +43 (0) 3124 52 2 92
Fax.: +43 (0) 3124 52 2 92
Mobil: +43(0) 664 4208755
Email: franz.lesnik@tb-lesnik.at

**ELEKTROMAGNETISCHE VERTRÄGLICHKEIT IN DER
NACHRICHTENTECHNIK**

**SENDEANLAGEN EINSCHLIEßLICH SENDEANTENNEN UND
LEITUNGSGEFÜHRTER STRAHLUNG**

**RADIO- UND FERNSEHEMPFÄNGERTECHNIK,
EMPFANGSANTENNEN (EINRICHTUNGEN ZUR DRAHTLOSEN
NACHRICHTENÜBERTRAGUNG)**

LEITUNGSGEBUNDENE NACHRICHTENÜBERTRAGUNG

TV BAD ISCHL
Film & Fernsehproduktion

Kreuzplatz 5
A-4820 Bad Ischl

PRIVATGUTACHTEN

in der Angelegenheit:

**„Feldversuch DVB-T Bad Ischl - Vergleich der Rechenmodelle mit
der tatsächlichen Versorgung im Raum Bad Ischl – Ebensee -
Wolfgangsee“**

Bestellung zur Erstellung des Gutachtens erfolgte am 27. Feber 2009 durch Herrn Christian Parzer.

Der Auftrag beinhaltet die messtechnische Aufnahme und Erstellung des Gutachtens.

Judendorf, am 30. März 2009

Ing. Franz Lesnik

INHALTSVERZEICHNIS

1	Aufgabenstellung.....	4
1.1	Ablauf der Messung:.....	4
1.2	Örtliche Gegebenheiten.....	5
2	Messtechnische Untersuchung	7
2.1	Messtechnik.....	8
2.1.1	Verwendete Messtechnik:.....	8
2.2	Einstellungen der Anlage	8
2.2.1	Einstellungen MUX C Bad Ischl.....	8
2.3	Ergebnisse der Flächenmessung.....	9
2.3.1	Zoom Messergebnisse Feldstärkeaufnahme.....	10
2.4	Punktuelle Messungen.....	13
3	Fragen des Auftraggebers	14
	• <i>Welches Ergebnis ergibt die Erprobung der Abstrahlung von digitalem terrestrischen Fernsehen im gebirgigen Gelände im inneren Salzkammergut?.....</i>	<i>14</i>
	• <i>Stimmen die Rechenmodelle mit der tatsächlich erzielten Versorgung überein?.....</i>	<i>14</i>
4	Gutachten auf Grund des Befundes	14
4.1	Zur Frage: <i>Welches Ergebnis ergibt die Erprobung der Abstrahlung von digitalem terrestrischen Fernsehen im gebirgigen Gelände im inneren Salzkammergut?</i>	<i>14</i>
4.2	Vergleich der Rechenmodelle mit der tatsächlichen Versorgung	14
	Zur Frage: <i>Stimmen die Rechenmodelle mit der tatsächlich erzielten Versorgung überein?</i>	<i>15</i>

ABBILDUNGEN

Abbildung 1	: Lokales Studio für Produktionen Kreuzplatz 5, 4820 Bad Ischl.....	5
Abbildung 2	: Richtfunkzubringung mit 5,8 GHz FM Strecke	6
Abbildung 3	: DVB-T Sendeanlage BAD ISCHL 2 Katrin Seilbahn neben Stütze 12	6
Abbildung 4	: Punktuelle Messung in Ebensee	7
Abbildung 5	: Prozentuelle Aufteilung der eingestellten Datenraten	8
Abbildung 6	: Aufnahme der vorhandenen Feldstärken im Messgebiet.....	9
Abbildung 7	: Feldstärkeaufnahme im Detail Bad Ischl Ort und Raum Wolfgangsee.....	10
Abbildung 8	: Feldstärkeaufnahme im Detail für Raum Ebensee.....	11
Abbildung 9	: Ergebnisse Aufnahme des vorhandenen SNCLOSS im Messgebiet	11
Abbildung 10	: Impuls Response in Ebensee Richtung Langwies	12
Abbildung 11	: Impulse Response in Gschwend - Wolfgangsee.....	12
Abbildung 12	: Messpunkte zur punktuellen Messung von Feldstärken.....	13
Abbildung 13	: Aufnahme der vorhandenen Feldstärken im Messgebiet.....	14
Abbildung 14	: Rechenmodell nach für die Versorgung im Raum Bad Ischl und Einstellungen	15

TABELLEN

Tabelle 1	: Modulationsparameter und Strahlungsleistung für DVB-T Bad Ischl.....	5
Tabelle 2	: Verwendete Messtechnik.....	8
Tabelle 3	: Einstellung der DVB-T Sendeanlage Kanal 30	8
Tabelle 4	: Ermittlung der Feldstärke bei den Referenzpunkten	13
Tabelle 5	: Farbskala zu Rechenmodell und Empfangsformen.....	15

A ZUSAMMENFASSUNG (Management summary)

AUSSAGE ZU DEN FRAGEN DES AUFTRAGGEBERS

Zur Frage: Welches Ergebnis ergibt die Erprobung der Abstrahlung von digitalem terrestrischen Fernsehen im gebirgigen Gelände im inneren Salzkammergut?

Auf Grund der gewählten Modulationsparameter QPSK und Übertragung nur eines TV Programms ergibt sich eine günstige Ausbreitung infolge der laut RRC 2006 festgelegten Feldstärke Grenzwerte.

Bei Beibehaltung von QPSK und 2/3 Code Rate sowie eines TV Programms ist die Versorgung nach Abbildung 9 weiterhin gegeben.

Zur Frage: Stimmen die Rechenmodelle mit der tatsächlich erzielten Versorgung überein?

Das Rechenmodell stimmt gegenüber den tatsächlichen Messwerten **nicht überein.**

Der Raum Weissenbach, Gschwand und Ortsteile von Strobl sowie Teile von Ebensee sind nach dem Berechnungsmodell unversorgt - Tatsächlich ist jedoch überwiegend der Fix Empfang, also Empfang mittels Richtantennen möglich!

Grund dafür sind die Reflexionen innerhalb des „Guard Intervals“, die bei DVB-T Übertragung einen zusätzlichen Nutzen hinsichtlich Empfangsparameter bringen.

B MESSTECHNISCHE UNTERSUCHUNG

1 Aufgabenstellung

TV BAD ISCHL betreibt im Raum Bad Ischl den DVB-T Sender mit Standort BAD ISCHL 2 Katrinseilbahn. Herr Christian Parzer hat als Verantwortlicher die Genehmigung zur Abstrahlung mit KOA 4.417/08-001 durch die KommAustria zugesprochen bekommen. Diese Zulassung umfasst die Versorgung von Teilen des Bundeslandes Oberösterreich im Raum Bad Ischl – MUX C.

Übertragen wird das lokale Fernsehprogramm TV BAD ISCHL, das auch über das Kabel-TV Netz Bad Ischl verbreitet wird.

Ende des Jahres 2008 wurde zwischen der Rundfunk und Telekom Regulierungs- GmbH und dem Rundfunkveranstalter Christian Parzer (Bad Ischl TV) ein Vertrag über die Förderung gem. § 22 PrTV-G eines Testbetriebes aus dem Digitalisierungsfond abgeschlossen.

Gegenstand des Projektes war die **Erprobung der Abstrahlung von digitalem terrestrischen Fernsehen im gebirgigen Gelände im inneren Salzkammergut**, wobei das Gebiet durch einen Kleinleistungssender mit ca. 50 Watt Ausgangsleistung versorgt wurde.

Diesbezüglich wurde von der KommAustria eine Bewilligung gem. § 22 Abs. 1 PrTV-G zur versuchsweisen Nutzung digitaler terrestrischer Übertragungskapazitäten vergeben. Der Förderungsnehmer hat demnach weitere Messungen durchzuführen und der RTR-GmbH im Frühjahr 2009 einen Endbericht zu übermitteln.

Diese Messungen sind nun durchzuführen wobei neben der

Erprobung der Abstrahlung von digitalem terrestrischen Fernsehen im gebirgigen Gelände im inneren Salzkammergut

auch der

Vergleich der Rechenmodelle zur tatsächlich erzielten Versorgung

zu ermitteln ist, dies wurde mit dem Auftraggeber des Gutachtens gemeinsam festgelegt.

1.1 Ablauf der Messung:

Für die messtechnische Prüfung sind Messgeräte erforderlich, die DVB-T Signale messen können.

Es sind folgende Messungen durchzuführen:

1. Flächenmessungen mit Aufzeichnung der Feldstärke
2. Flächenmessungen mit Aufzeichnung von SYNCLOSS
3. Punktuelle Feldstärkenmessungen

1.2 Örtliche Gegebenheiten

Die Produktion des Fernsehprogramms TV BAD ISCHL erfolgt im Studio Kreuzplatz 5, 4820 Bad Ischl. Das analoge Video Signal wird über eine 5,8 GHz FM Richtfunkstrecke bis zum Senderstandort Katrin Seilbahn neben Stütze 12 übertragen.

Die Kodierung zu einem digitalen ASI Transportstrom und Multiplexing erfolgt direkt bei der Sendeanlage BAD ISCHL 2 Kathrin Seilbahn.

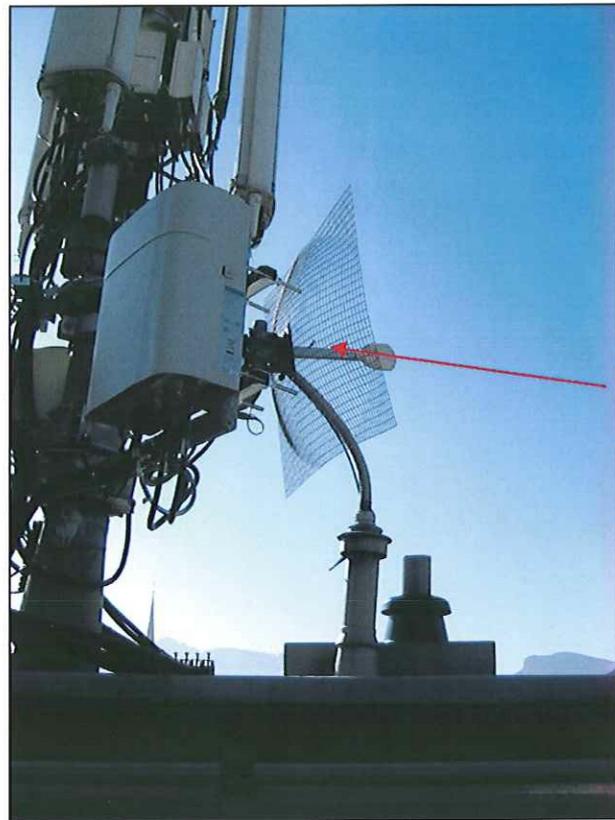
Folgende Modulationsparameter werden eingesetzt:

Kanal	30
Mittenfrequenz in MHz	546,00
Bandbreite in MHz	8
Trägeranzahl	8k
Modulation	QPSK
Code Rate	2/3
Guard Interval	1/8
SFN - Kenner	510200
Strahlungsleistung laut Genehmigung	24,1 dBW = 260 Watt ERP in 45° Azimut

Tabelle 1 : Modulationsparameter und Strahlungsleistung für DVB-T Bad Ischl

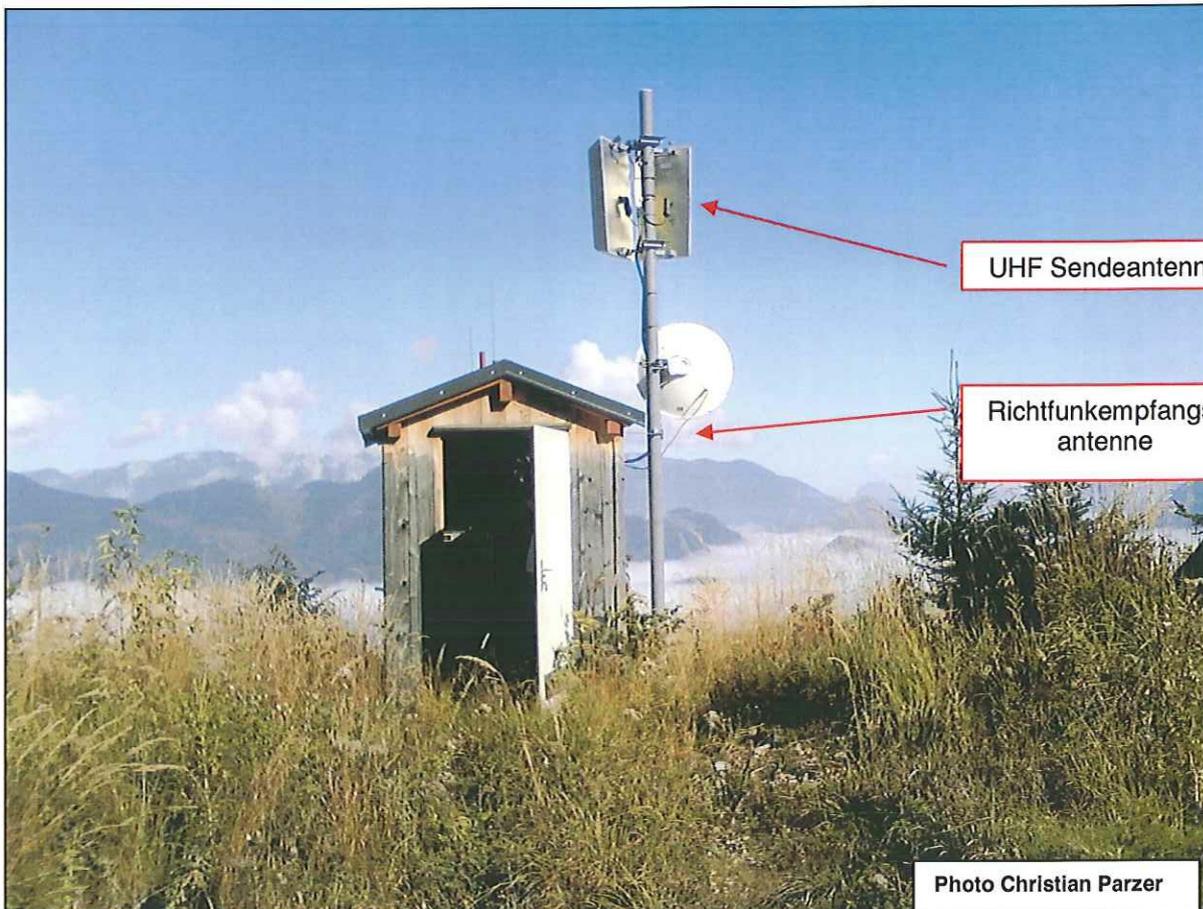


Abbildung 1 : Lokales Studio für Produktionen Kreuzplatz 5, 4820 Bad Ischl



Richtfunktendeantenne

Abbildung 2 : Richtfunkzubringung mit 5,8 GHz FM Strecke



UHF Sendeantenne

Richtfunkempfangsantenne

Photo Christian Parzer

Abbildung 3 : DVB-T Sendeanlage BAD ISCHL 2 Katrin Seilbahn neben Stütze 12

Die Sendeanlage konnte zum Zeitpunkt der Messung nicht besichtigt werden, nachdem die Zufahrt infolge vorhandener Schneehöhe nicht befahrbar war.

2 Messtechnische Untersuchung

Die Messungen sind im Raum Ebensee über Bad Ischl bis in den Raum Wolfgangsee durchzuführen.

Dazu werden 2 UHF $\lambda/4$ Antennen an einem PKW montiert und mittels Aufzeichnungsgerät die Feldstärke sowie das Ausfallen des DVB-T Signals (SYNCLOSS) gemessen und ausgewertet.

Zusätzlich sind Feldstärken an Referenzpunkten mit UHF Richtantenne zu ermitteln.

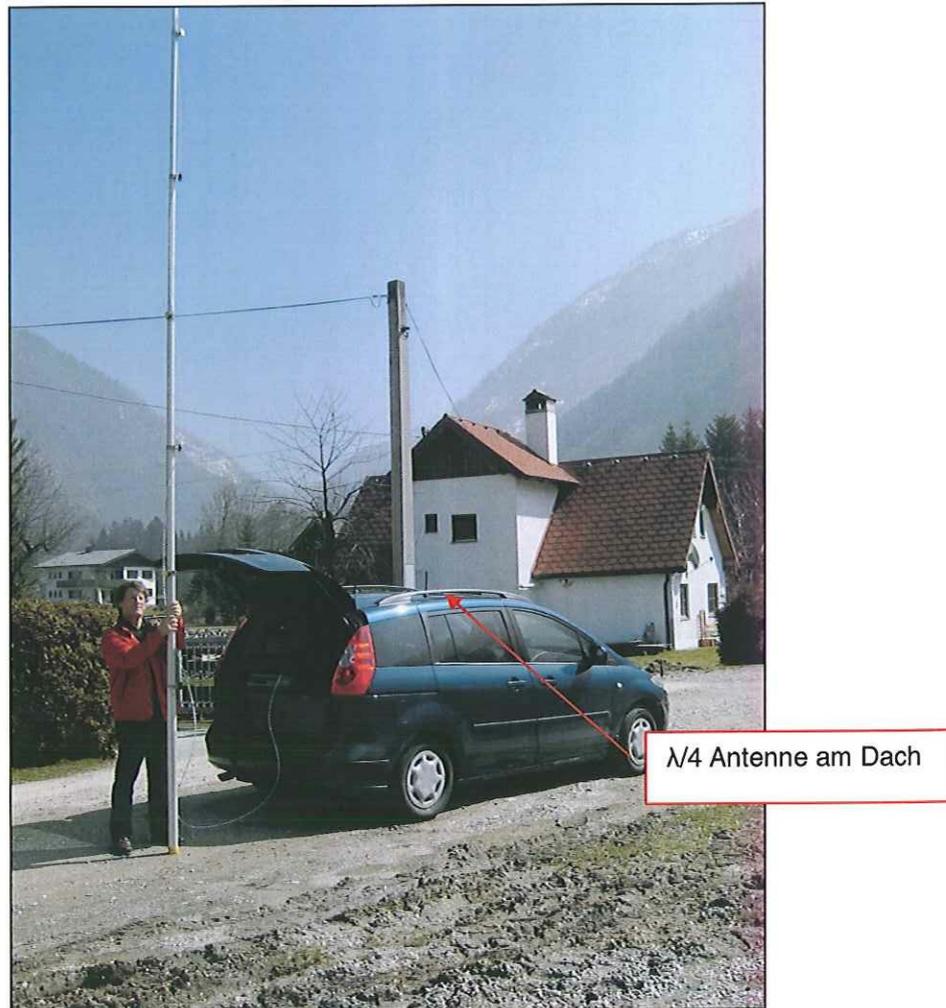


Abbildung 4 : Punktuelle Messung in Ebensee

Aus der Abbildung ist die Messtechnik ersichtlich. 2 $\lambda/4$ Antennen wurden am Dach des Fahrzeuges montiert, damit ist mobiler „Diversity Empfang“ möglich.

2.1 Messtechnik

2.1.1 Verwendete Messtechnik:

Benennung	Type	Hersteller/Eigentümer
Messantenne	EB 22	WISI/Ing. Franz Lesnik
Spektrum Analyzer	FSEA	Rohde&Schwarz / Ing. Franz Lesnik
DVB-T	NAVIGATOR DVB-T/H	Audemat Aztec /STUDER Austria
Digital & Analog Analyzer	DM14C	RO.VE.R Ing. Franz Lesnik

Tabelle 2 : Verwendete Messtechnik

2.2 Einstellungen der Anlage

2.2.1 Einstellungen MUX C Bad Ischl

Bouquet	Channel	Mode	Guard Interval	Constellation	Code Rate	Herarchical mode	Cell ID	Data rate (Mbit/s)
MUX A	30	8K	1/4	QPSK	2/3	No	0	6,635

Tabelle 3 : Einstellung der DVB-T Sendeanlage Kanal 30

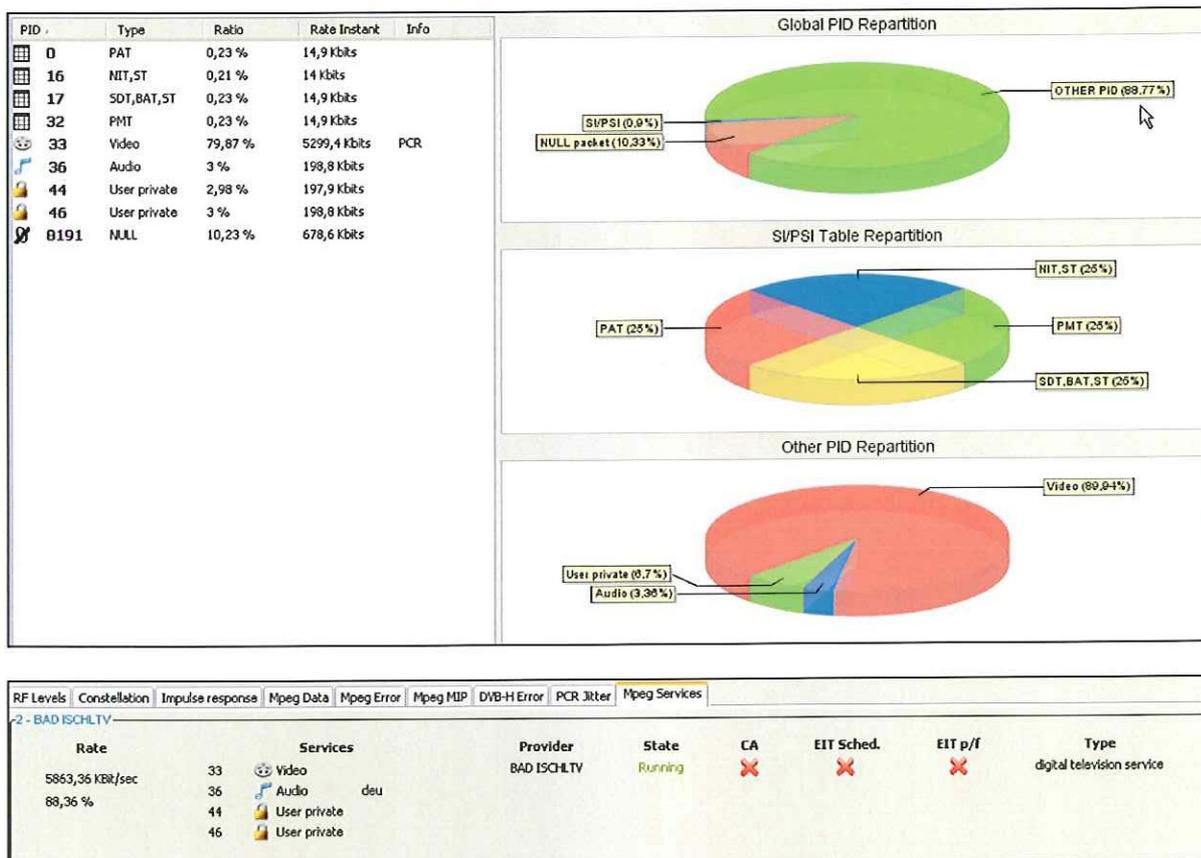


Abbildung 5 : Prozentuelle Aufteilung der eingestellten Datenraten

2.3 Ergebnisse der Flächenmessung

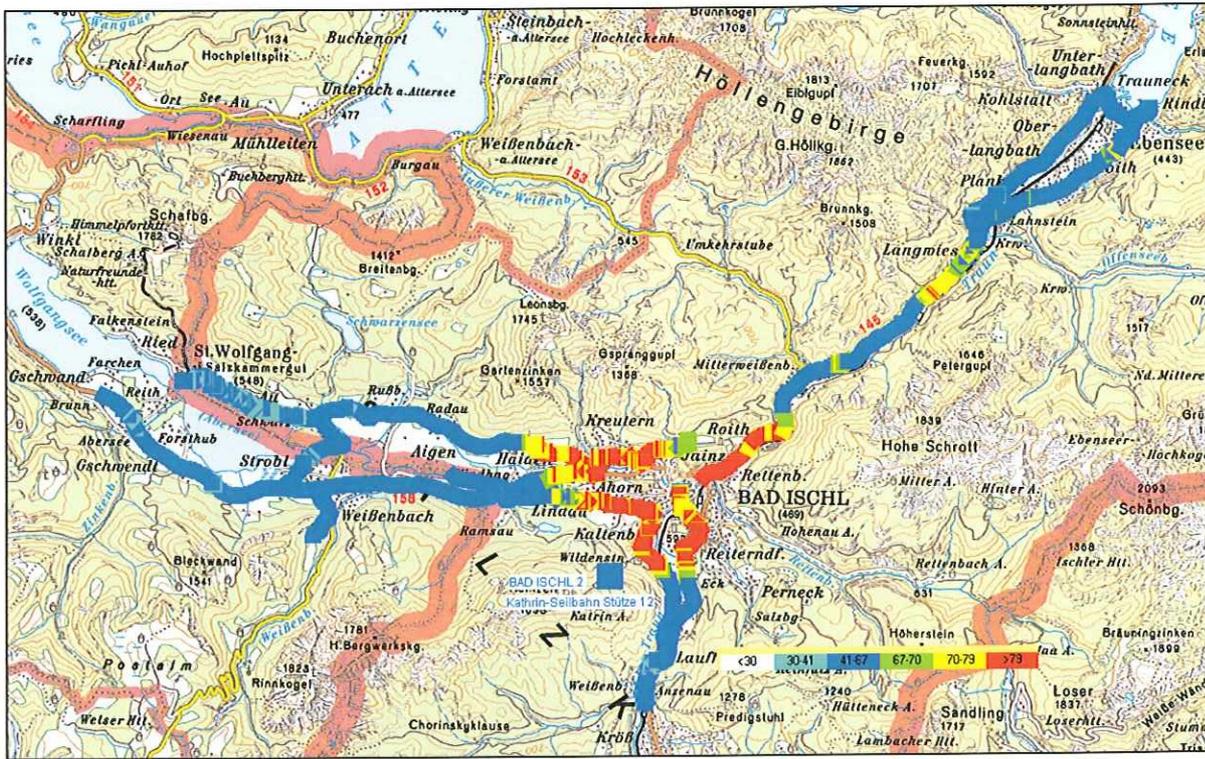
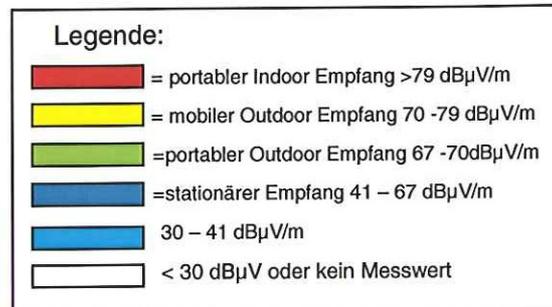


Abbildung 6 : Aufnahme der vorhandenen Feldstärken im Messgebiet



Aus dieser Abbildung ist die zum Messzeitpunkt vorhandene Versorgung durch die DVB-T Sendeanlage BAD ISCHL 2 Kathrinseilbahn ersichtlich.

2.3.1 Zoom Messergebnisse Feldstärkeaufnahme

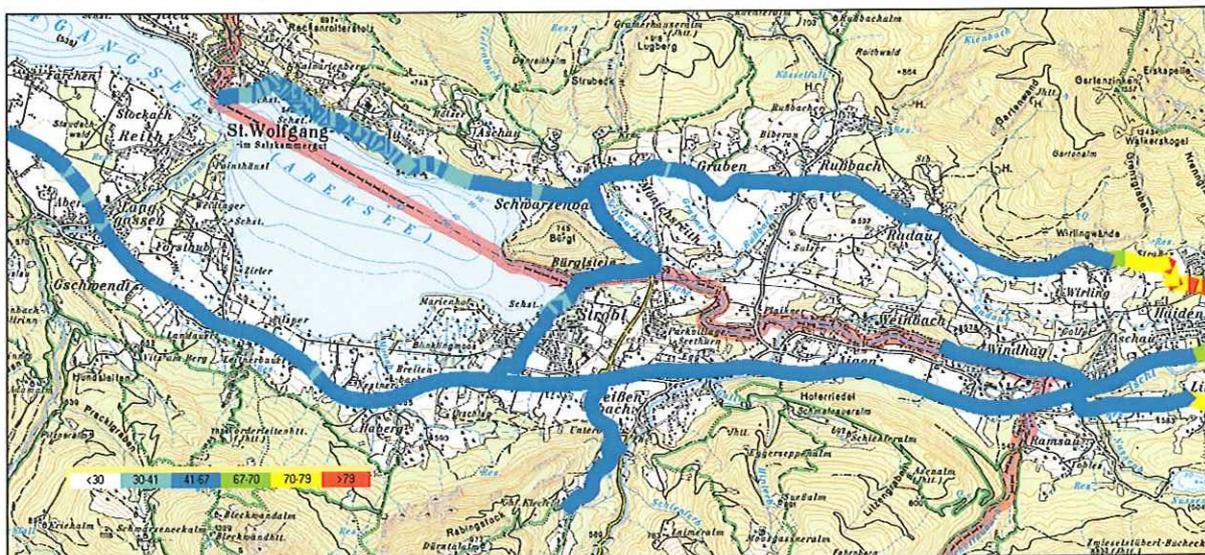
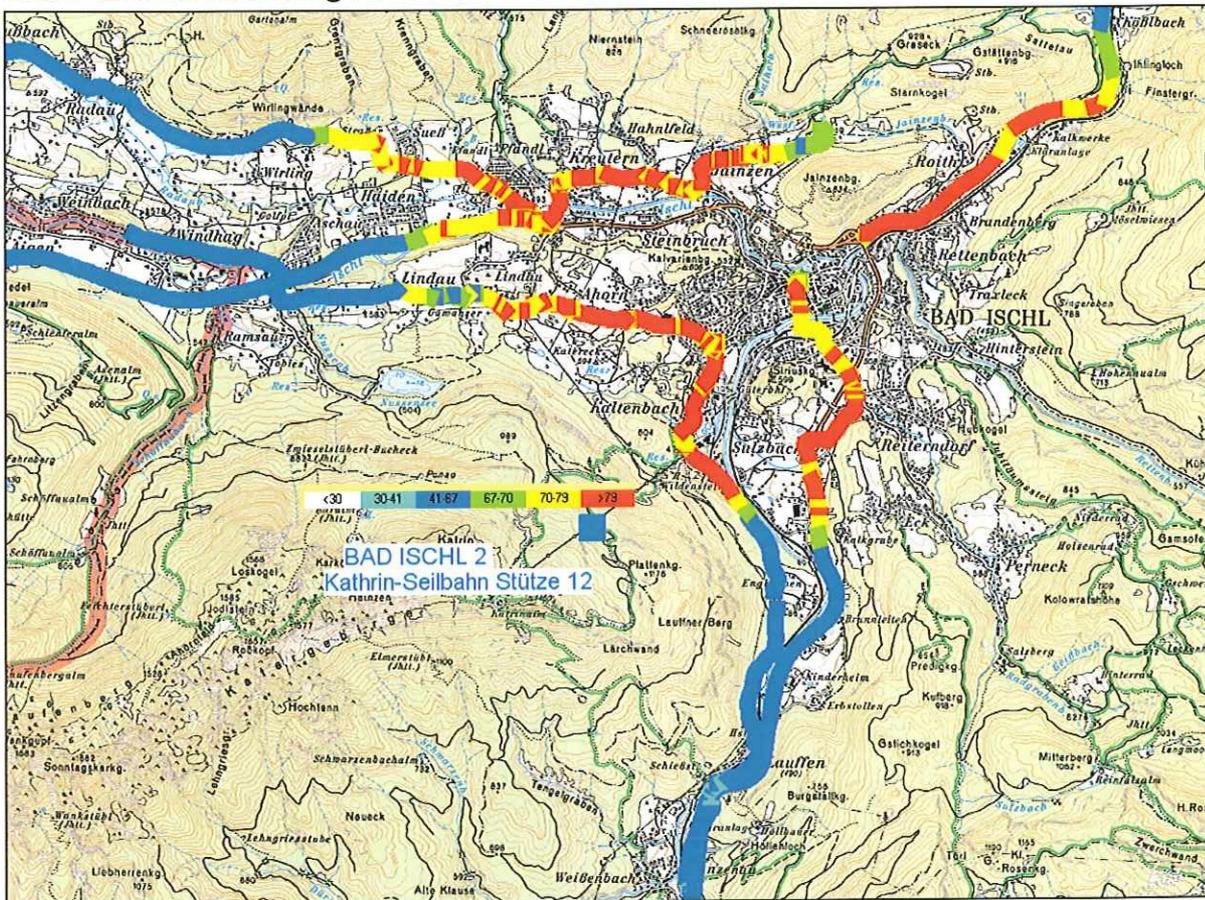


Abbildung 7 : Feldstärkeaufnahme im Detail Bad Ischl Ort und Raum Wolfgangsee

Legende:	
█	= portabler Indoor Empfang >79 dBµV/m
█	= mobiler Outdoor Empfang 70 -79 dBµV/m
█	=portabler Outdoor Empfang 67 -70dBµV/m
█	=stationärer Empfang 41 – 67 dBµV/m
█	30 – 41 dBµV/m
█	< 30 dBµV oder kein Messwert

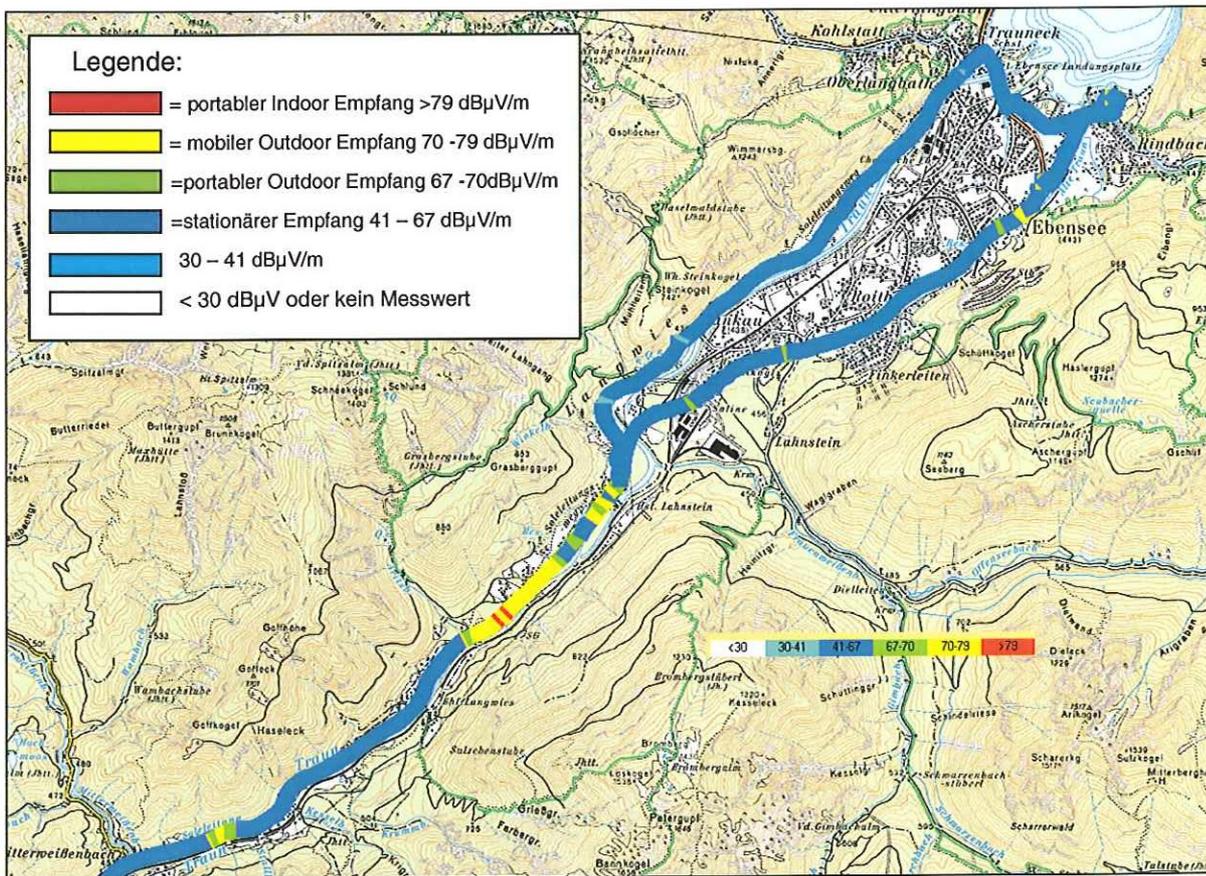


Abbildung 8 : Feldstärkeaufnahme im Detail für Raum Ebensee

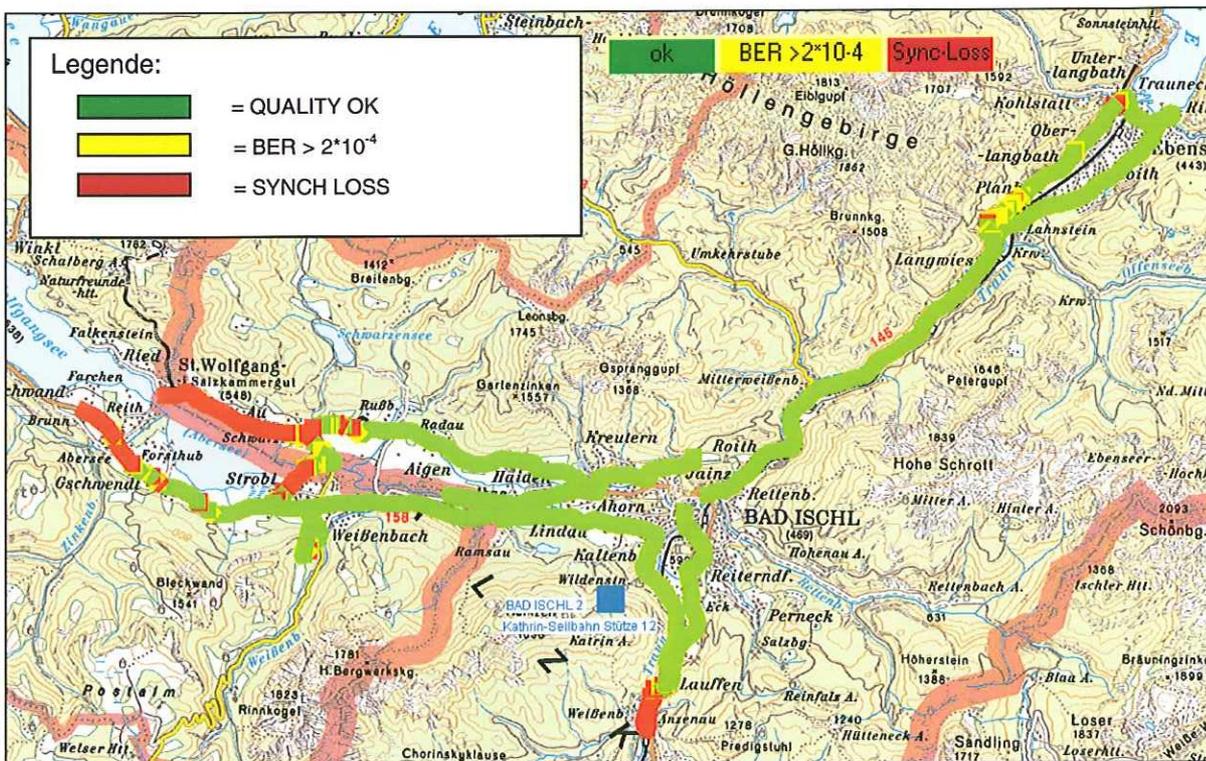


Abbildung 9 : Ergebnisse Aufnahme des vorhanden SNCLOSS im Messgebiet

Diese Abbildung zeigt mit grüner Farbe die Fahrtstrecken, die ordnungsgemäßen Empfang hatten. Bei den gelb markierten Stellen wird der Mindestwert der Bit Error Rate (BER) mit 2×10^{-4} unterschritten, die rot markierten Strecken hatten einen totalen Ausfall des Signals.

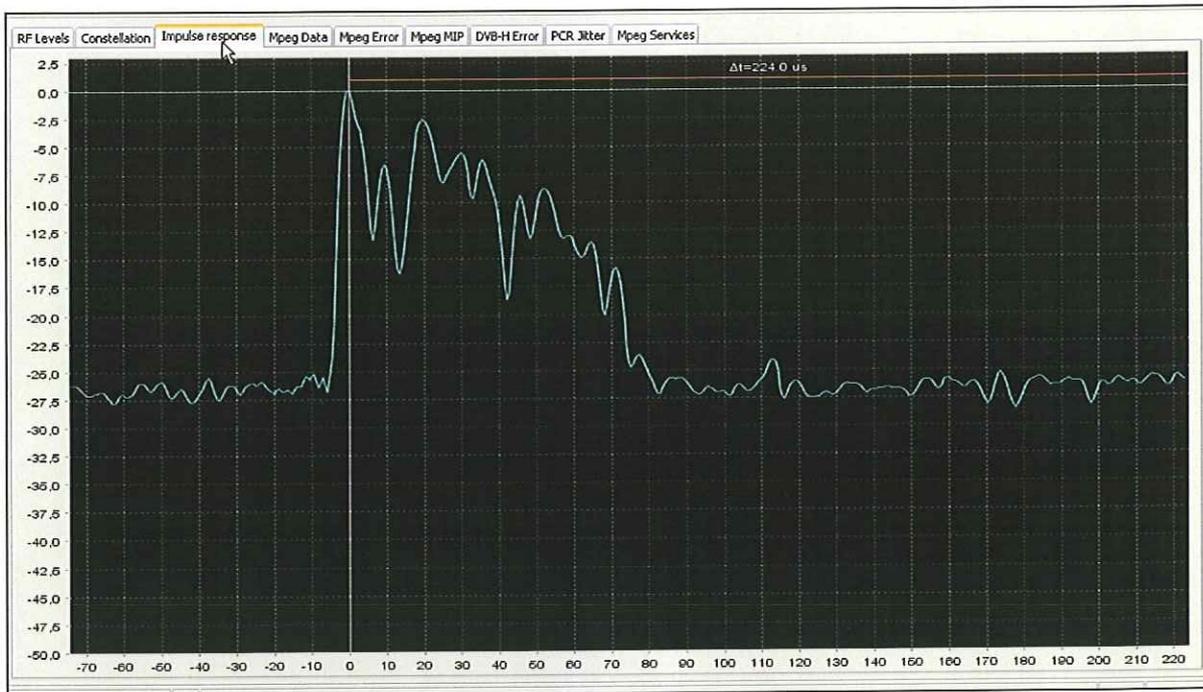


Abbildung 10 : Impuls Response in Ebensee Richtung Langwies

Aus dieser Abbildung sind die Reflexionen im Raum Ebensee West ersichtlich. Innerhalb des Guard Intervall erfolgt eine „Verstärkung“ des Signals durch den Mehrfachempfang.

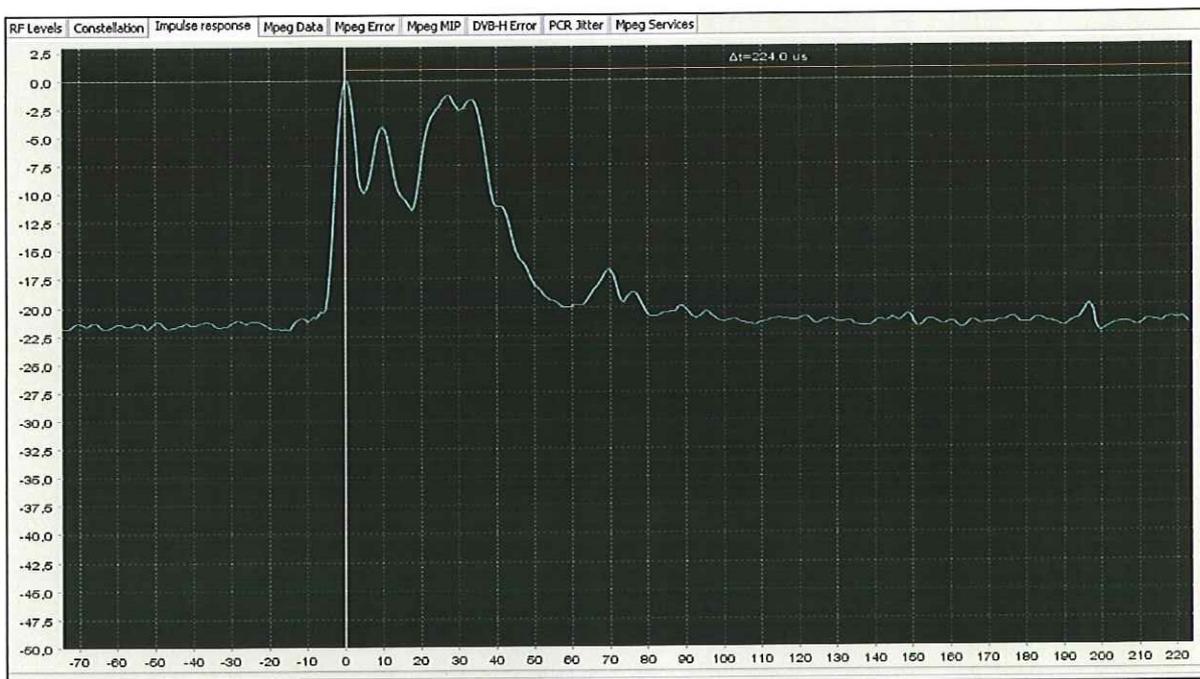


Abbildung 11 : Impulse Response in Gschwend - Wolfgangsee

Diese Abbildung zeigt die Reflexionen im Raum Gschwend. Innerhalb des „Guard Intervall“ erfolgt eine „Verstärkung“ des Signals durch den Mehrfachempfang.

2.4 Punktuelle Messungen

NAME:		BAD ISCHL 2 Kathrin Seilbahn neben Stütze 12					
PROGRAMM		MUX BAD ISCHL		MUX BAD ISCHL		MUX BAD ISCHL	
BEARBEITER	Lesnik	Datum:	01.04.09	Datum:	01.04.09	Datum:	01.04.09
KANAL			30		30		30
FREQUENZ:	MHz		546,00		546,00		546,00
WELLENLÄNGE	m		0,55		0,55		0,55
RÜCKRECHNUNG ERP BASIS		Ebensee		Haiden		Kläranlage	
MESSPUNKTE ZU SENDEANLAGE:							
MESSPUNKT/KOORDINATEN:		MP1	13E46 58,7 47N43 03,3	MP2:	13E34 13 47N43 13,3	MP3:	13E38 50 47N43 24,8
AZIMUT SENDER:		50		330		50	
ENTFERNUNG ZUR SENDEANLAGE	km	18,8		3,7		5,3	
FREIRAUMDÄMPFUNG	dB	112,7		98,6		101,7	
MESSANTENNE		EB22		EB22		EB22	
K-FAKTOR	dB	14,5		14,5		14,5	
GEMESSENE ANTENNENFUSSPUNKTSPANNUNG:	dB _{μV}	MAXIMAL- VERT	64,0	77,0		77,0	
Elektrische Feldstärke	dB _{μV/m}		78,5	91,5		91,5	
Polarisation			H	H		H	

Tabelle 4 : Ermittlung der Feldstärke bei den Referenzpunkten



Abbildung 12 : Messpunkte zur punktuellen Messung von Feldstärken

C GUTACHTEN

3 Fragen des Auftraggebers

- **Welches Ergebnis ergibt die Erprobung der Abstrahlung von digitalem terrestrischen Fernsehen im gebirgigen Gelände im inneren Salzkammergut?**
- **Stimmen die Rechenmodelle mit der tatsächlich erzielten Versorgung überein?**

4 Gutachten auf Grund des Befundes

4.1 Zur Frage: **Welches Ergebnis ergibt die Erprobung der Abstrahlung von digitalem terrestrischen Fernsehen im gebirgigen Gelände im inneren Salzkammergut?**

Auf Grund der gewählten Modulationsparameter QPSK und der geringen Datenrate mit 6,635 MBit/s ergibt sich generell eine günstige Ausbreitung infolge der laut RRC 2006 festgelegten Feldstärke Grenzwerte für Kanal 30.

Bei Beibehaltung der Modulationsform QPSK und 2/3 code rate und „Guard Interval“ 1/4 ist die Versorgung nach Abbildung 11 gegeben.

4.2 Vergleich der Rechenmodelle mit der tatsächlichen Versorgung

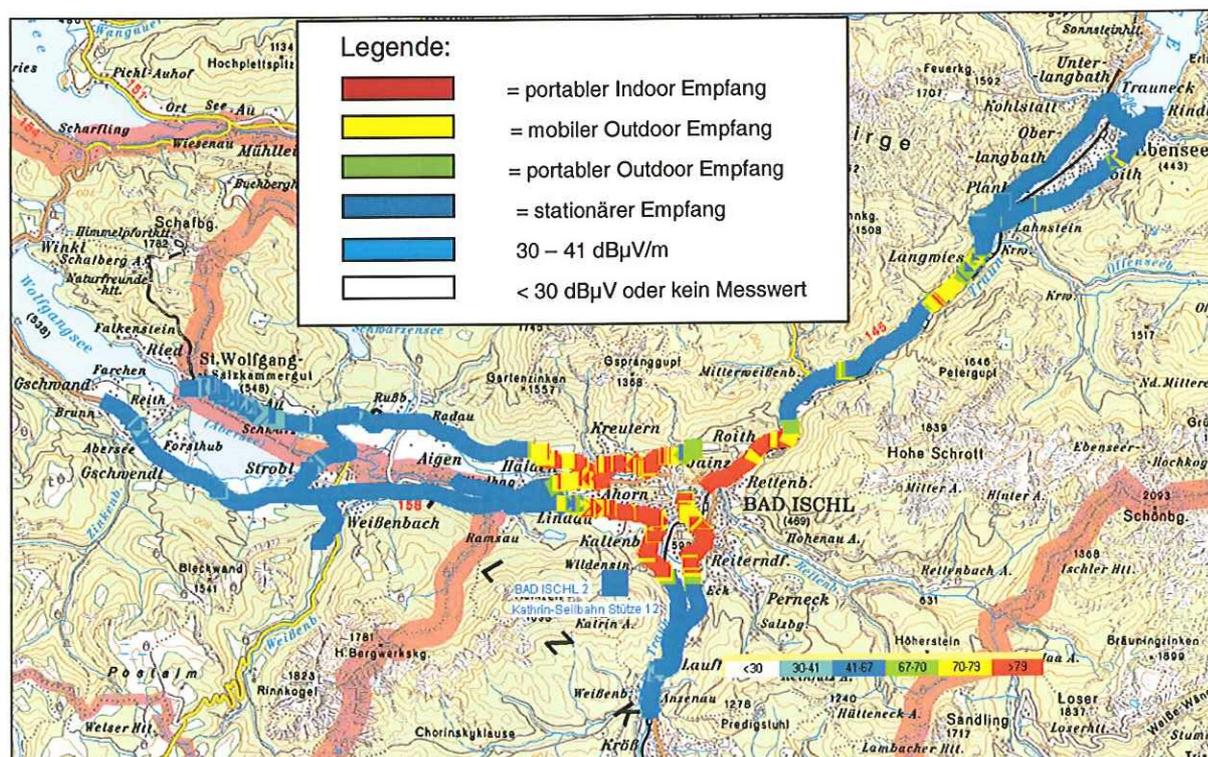
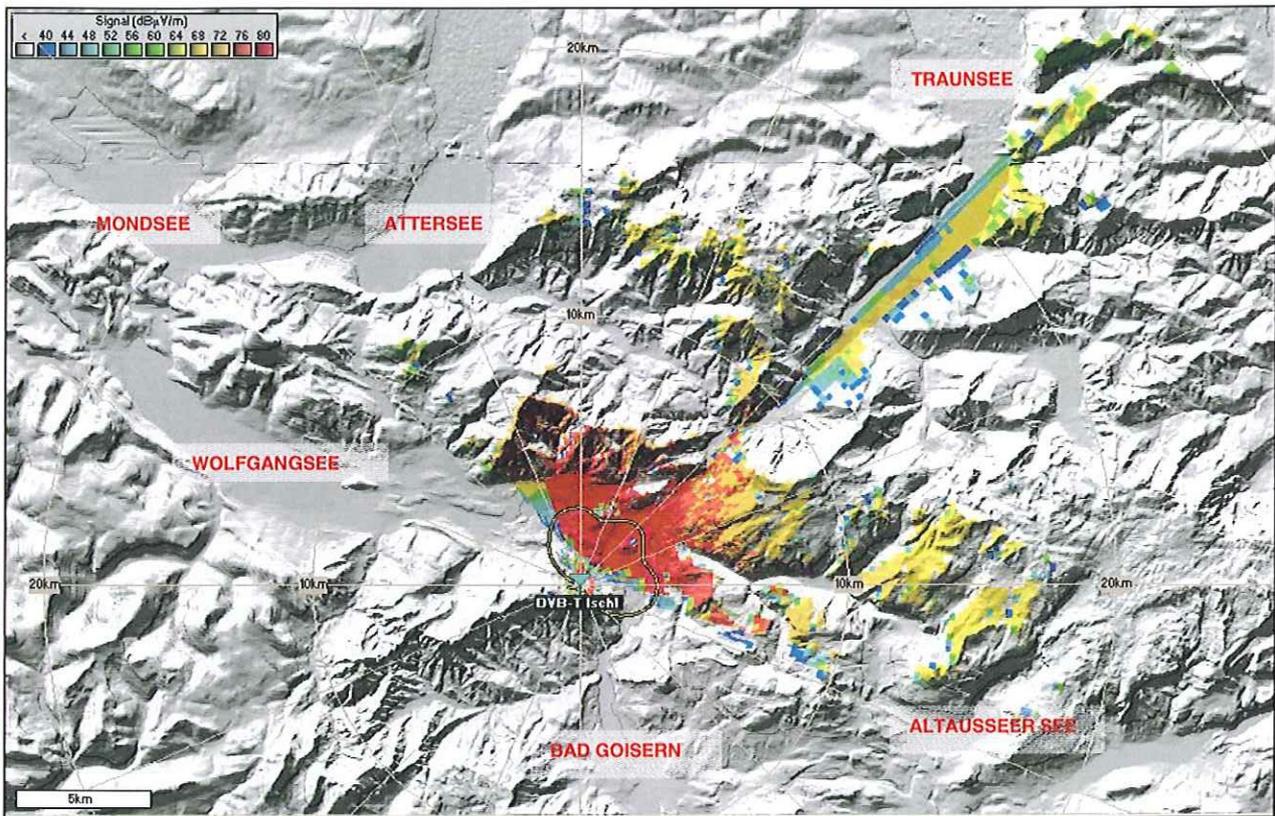


Abbildung 13 : Aufnahme der vorhandenen Feldstärken im Messgebiet



DVB-T Ischl
 Topologie Sprache
 546,0 MHz
 horizontal Polarisation
 Die Variabilität (Statistik) ist Rundfunk, zu
 50% des Wetters 50% der Örtlichkeiten 70% der Fälle, 30% Wald
 Brechungsindex= 301 N-Einheiten, Leitfähigkeit= 0,005 S/m, Dielektrizitätswert= 15
 gemäßigt kontinental Klima

Abbildung 14 : Rechenmodell nach für die Versorgung im Raum Bad Ischl und Einstellungen

Fixempfang 41,7 – 67,4 dBµV/m							Portabel 67,4 – 70,4 dBµV/m		Mobil 70,4 – 79,4 dBµV/m		Portabel > 79,4 dBµV/m
40	44	48	52	56	60	64	68	72	72	76	80

Tabelle 5 : Farbskala zu Rechenmodell und Empfangsformen

Zur Frage: Stimmen die Rechenmodelle mit der tatsächlich erzielten Versorgung überein?

Der Raum Weissenbach, Gschwand und Ortsteile von Strobl und Ebensee sind nach dem Berechnungsmodell unversorgt - Tatsächlich ist jedoch der Fix Empfang, also Empfang mittels Richtantennen überwiegend möglich.

Das Rechenmodell stimmt gegenüber den tatsächlichen Messwerten **nicht überein**. Grund dafür sind die Reflexionen innerhalb des „Guard Intervals“, die bei DVB-T Übertragung einen zusätzlichen Nutzen bringen, siehe Abbildung 10 :