

Aktenzeichen: 14019BE01k
Datum Bericht: 01.09.2015

Auftraggeber

Verein für gesundheitsverträglichen Mobilfunk Liechtenstein

Auftragnehmer

Experte IBH Markus N. Durrer aus CH-7001 Chur

Auftrag

Messtechnische Beobachtung der Abstrahlung von PLC-Signalen, ausgehend von Smart Meter der LKW, in Wohnhäusern.

Objektbeschreibung

Umbau EFH, Höhwaldstrasse 17, 7265 Davos Wolfgang

Systembeschreibung durch die Liechtensteiner Kraftwerke (LKW)

Der Smart Meter Stromzähler sendet Daten über die Stromleitung an die Datenkonzentratoren kurz DC genannt. Der DC ist jeweils in einer Trafostation installiert. Mit einer 2-Drahtleitung können zusätzlich Gas- und Wasserzähler via Smart Meter erfasst und ausgewertet werden. Während den Nachtstunden werden die im Zähler gesammelten Daten via Handyverbindung verschlüsselt zum LKW übertragen.

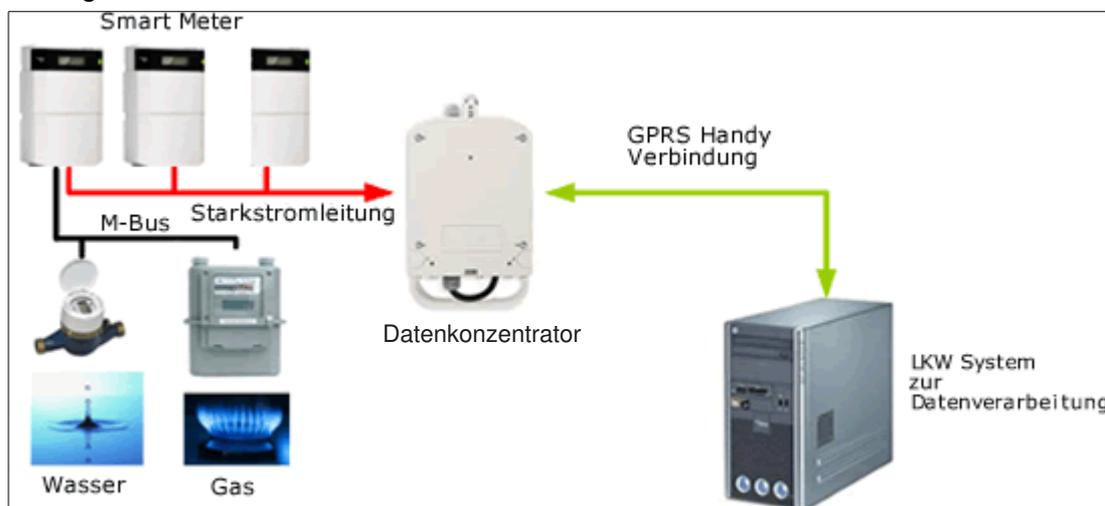


Bild: Quelle LKW

Für die Realisierung des Smart Meter Systems wurden sämtliche 23'000 Stromzähler mit den neuen Smart Meter Typ E450 von Landis+Gyr ersetzt. Hierfür werden für die Erfassung der Zählerdaten zusätzlich 255 DC in allen Trafostationen verteilt. Das gesamte Projekt wurde bis Ende 2014 umgesetzt.

Vorteile von Smart Meter:

- Keine Zählerablesungen beim Kunden.

Analysebericht

- Mehr Komfort durch den Zugriff auf aktuelle Verbrauchsdaten.
- Stichtaggenaue Rechnungsstellung z.B. für Monatsrechnung, Mieterwechsel
- Kein unnötiger Verbraucher: verdeckte Stromfresser kommen ans Tageslicht, was für die Energieberatung sehr nützlich sein kann.
- Durch die genaue Kenntnis des tatsächlichen Strombedarfs können die LKW exakt die zu liefernden Energiemengen bereits im Vorfeld bestimmen und so teure Zukäufe für plötzlichen Mehrbedarf an den Spotmärkten vermeiden.
- Erfassen von zusätzlichen Informationen wie: momentaner Strom, Spannung, Leistung, etc. Manipulationen am Zähler, was auf Stromdiebstahl schliessen lässt

Anmerkung des Verfassers zu den Aussagen der LKW

Smart-Meter stellt für das Smart-Grid, das eine wichtige Säule der Energiewende darstellt, eine unverzichtbare Komponente dar. So wie sich das System aus Smart-Meter heute in Liechtenstein präsentiert, kann dieses System diese Rolle in der Zukunft kaum übernehmen, denn dies bedarf ein wesentlich dynamischeres iteratives bidirektionales System, das Verbrauch und Energieerzeugung just in time aufeinander abstimmen kann. Dies ist mit dem heutigen Datenaustausch nicht möglich. Wir dürfen wohl davon ausgehen, dass den Verantwortlichen der LKW sehr wohl bewusst ist, dass der Datenverkehr zukünftig um ein Vielfaches zunehmen wird.

Nicht nur der Datenverkehr zwischen Zähler und der Leitstelle der LKW wird zukünftig stark ausgebaut werden, auch die hausinterne Kommunikation wird sich nicht auf Gas- und Wasserzählerstände beschränken. Intelligente Haustechnik und Haushaltsgeräte werden ihre kurzfristigen Energiebedarf dem Lieferanten mitteilen und der Lieferant kann bei gewissen Verbrauchern, bei denen ein paar Minuten eine Energieversorgungslücke oder Drosselung kein Problem darstellt, den Verbrauch temporär drosseln oder ganz aussetzen, um Verbrauchsspitzen zu brechen. Das Ganze stellt durchaus ein nützliches System zur Optimierung der elektrischen Energieversorgung dar, das aber nicht von heute auf morgen realisiert werden kann. Der flächendeckende Einsatz der Smart Meter Typ E450 stellt lediglich den ersten Schritt in diese Richtung dar. Ob die heutige Investition auch für den nächsten Schritt tauglich ist, das ist die Frage.

Kriterien nach dem die Betreiber die Systemkomponenten auswählen

Für die Evaluation der Übertragungstechnik dürften für den Betreiber, also die LKW wohl folgende Kriterien entscheidend gewesen sein:

- Betriebssicherheit
- Unabhängigkeit von fremden Dienstleistern
- Investitionskosten
- Betriebskosten

Die Emission von elektromagnetischen Feldern spielt für den Betreiber wohl eine untergeordnete Rolle. Ihm reicht es wohl, wenn die EMV-Richtlinien und die NIS-Verordnung eingehalten werden.

Messkonzept

Bei den beiden Übertragungsfrequenzen der PLC, 63 kHz und 74 kHz haben wir es mit Wellenlängen von 4 – 4.8 km zu tun. Somit messen wir im Nahfeld einer Quelle, wo wir nicht wie bei Funksignalen im Fernfeld nur eine Feldkomponente betrachten dürfen, sondern das Verhältnis von elektrischem und magnetischem Feld sich örtlich und zeitlich stark unterscheidet. Für eine korrekte Beurteilung ist somit das elektrische und magnetische Feld möglichst am selben Punkt und zur gleichen Zeit zu messen.

Dies ist mit der Feldsonde ESM 100 FFT von Maschek, die auf kleinstem Raum eine isotrope E-Feld und eine isotrope B-Feld-Sonde vereint, relativ gut möglich. Diese Messsonde ist aber nicht sehr empfindlich, die Auflösung von Signalen liegt bei 1 nT und 0.1 V/m. Der andere Nachteil dieses Messgerätes, es stellt uns keinen Bandfilter zur Verfügung, mit dem sich die Frequenzen 63 kHz und 74 kHz schmalbandig selektieren lassen. Mit einer schnellen Abfolge von Messungen lässt sich allerdings ein zeitlicher Verlauf des Frequenzbereiches von 5 Hz bis 400 kHz aufzeichnen und die zeit-

Analysebericht

liche Änderungen dieser zeitlichen Feldänderungen rechnerisch mit einer Fast Fourier Analyse (FFT) in die darin enthaltene Frequenzanteile zerlegt.

Der Spektrumanalyser FSH 3 mit der aktiven Messantenne von Schwarzbeck bietet sowohl im Frequenzband, wie auch in der Feldstärke eine bedeutend höhere Auflösung, aber damit lässt sich nur die elektrische Feldkomponente messen. Auch weist die bikonische Antenne keine isotrope Empfangscharakteristik aus und somit beeinflusst die Ausrichtung die gemessene Feldstärke. Für eine qualitative Betrachtung der Signale und für sehr kleine Signale ist der Spektrumanalyser dennoch das geeignetere Instrument.



Aus diesen Gründen wurde folgendes Messkonzept gewählt:

- Qualitative Betrachtung der elektrischen Feldstärken an verschiedenen Orten in einem Haus ohne HF-Filter in der Elektroinstallation mit einem Spektrumanalyser (FSH3 von Rohde & Schwarz) und aktiver Messantenne (Schwarzbeck);
- Quantitative Messung der elektrischen und magnetischen Feldstärken an verschiedenen Orten in einem Haus ohne HF-Filter in der Elektroinstallation mit dem Feldstärkenmessgerät (ESM 100 FFT von Maschek) und FFT Auswertung über das Notebook (die Übertragung der Daten erfolgt über Lichtwellenleiter, um das elektrische Feld nicht zu beeinflussen);
- Quantitative Messung der elektrischen und magnetischen Feldstärken an verschiedenen Orten in einem Haus mit HF-Filter in der Elektroinstallation mit dem Feldstärkenmessgerät (ESM 100 FFT von Maschek) und FFT Auswertung über das Notebook (die Übertragung der Daten erfolgt über Lichtwellenleiter, um das elektrische Feld nicht zu beeinflussen);

Qualitative Betrachtung der PLC-Signale anhand des elektrischen Feldes

Durch einen technischen Defekt gingen die elektronischen Aufzeichnungen mit dem Spektrumanalyser leider verloren. Die Qualität der Signale wird deshalb aus dem Gedächtnis geschildert.

Es konnten mit dem Spektrumanalyser in Vaduz im Schlafzimmer PLC-Signale von unter 1 mV/m beobachtet werden, wenn das Netz nicht über die Netzabkoppler getrennt war.

Analysebericht

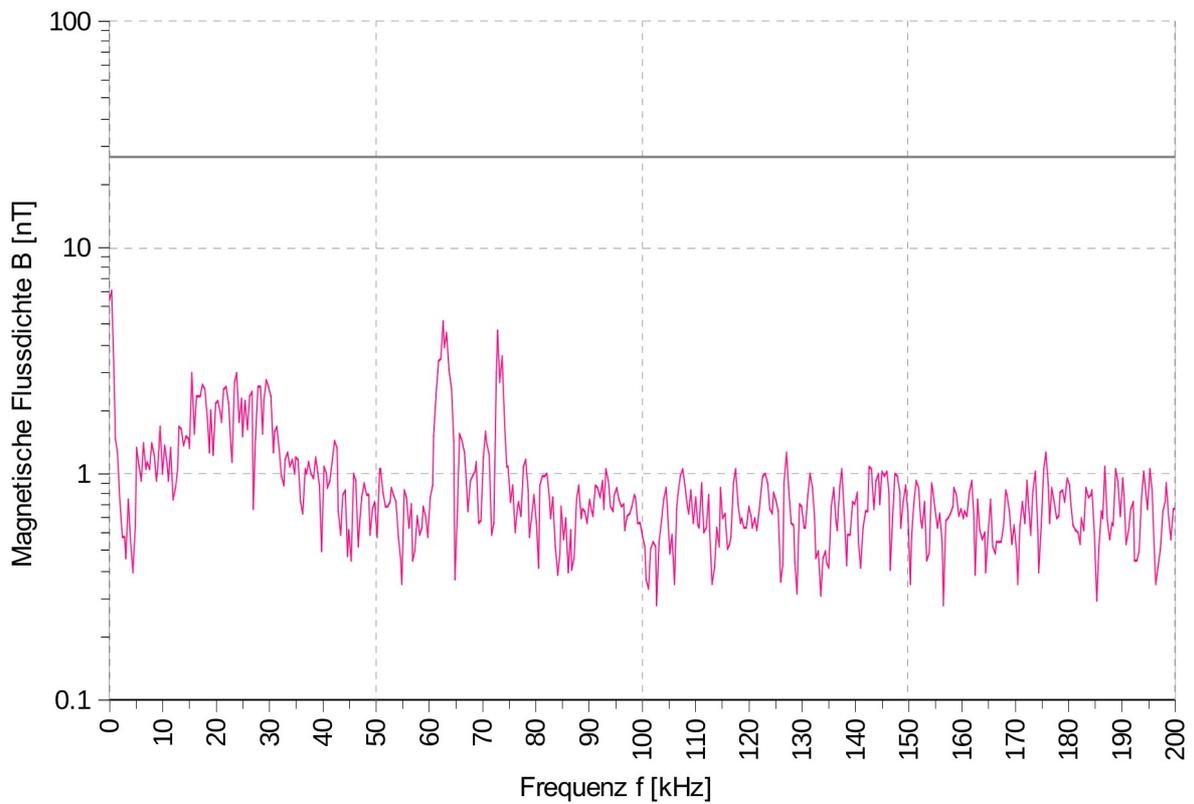
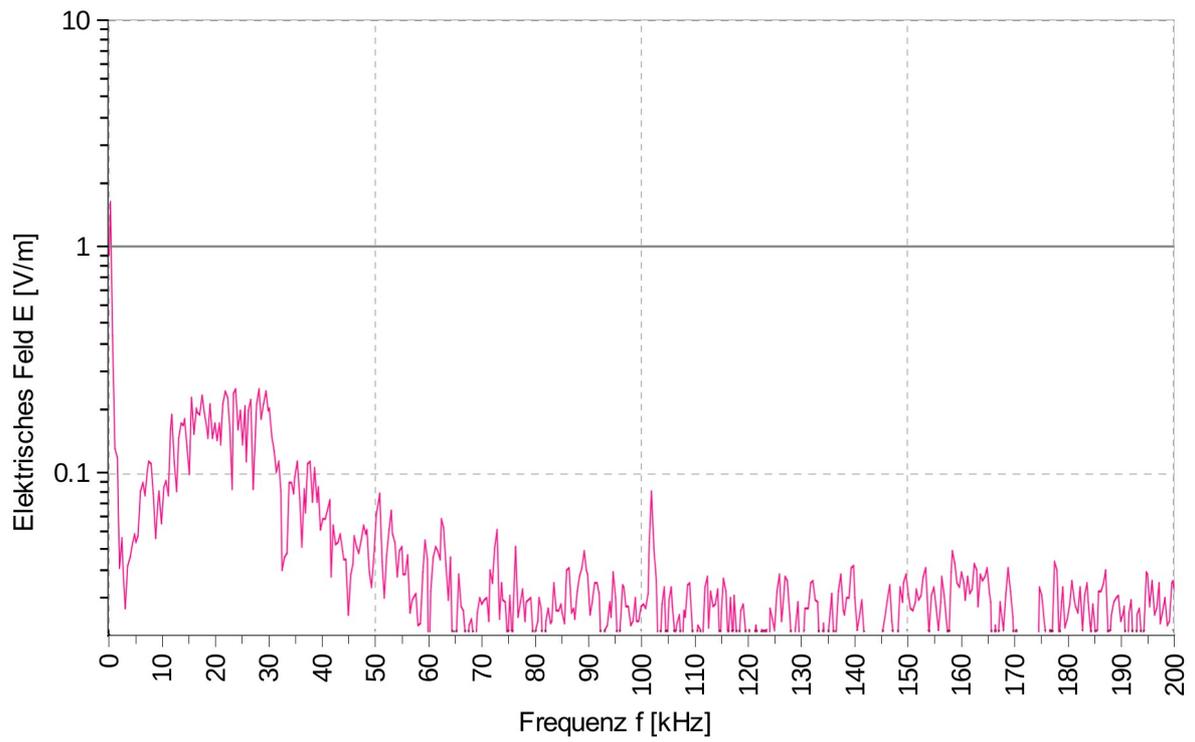
Messergebnis der Feldstärkenmessung und der FFT-Analyse

Messgerät

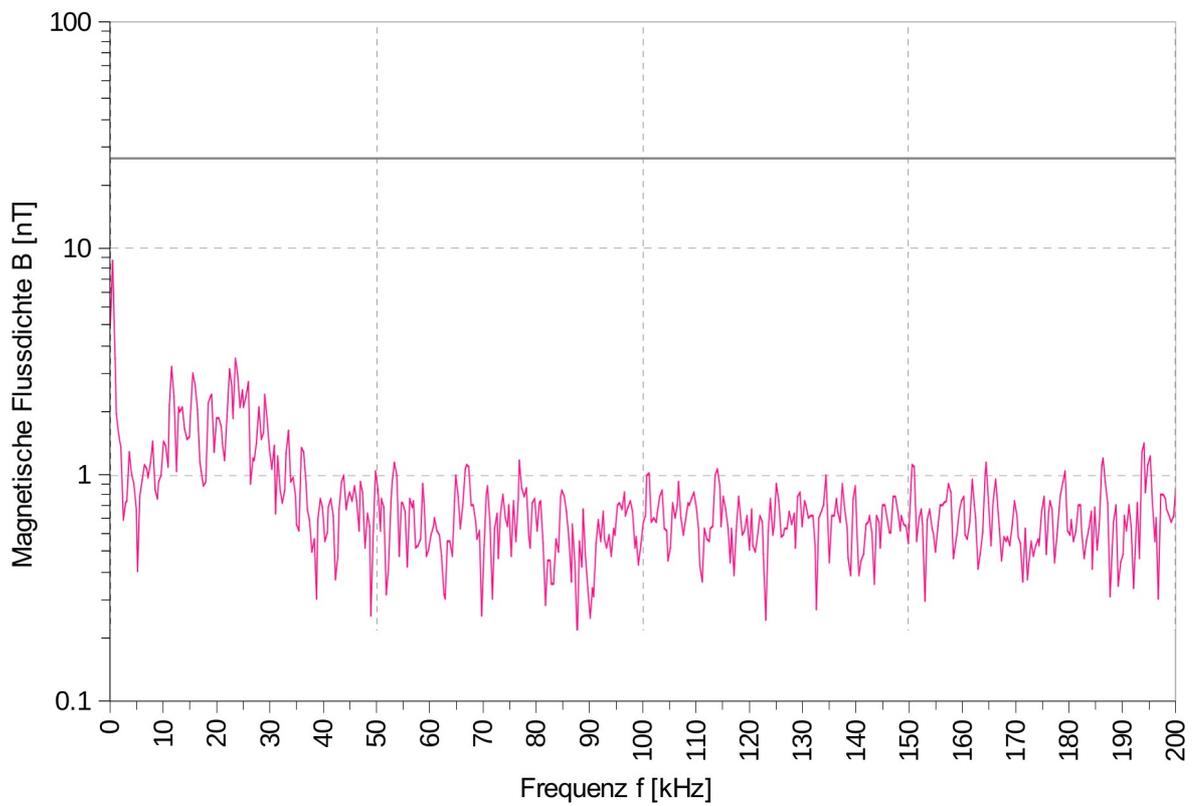
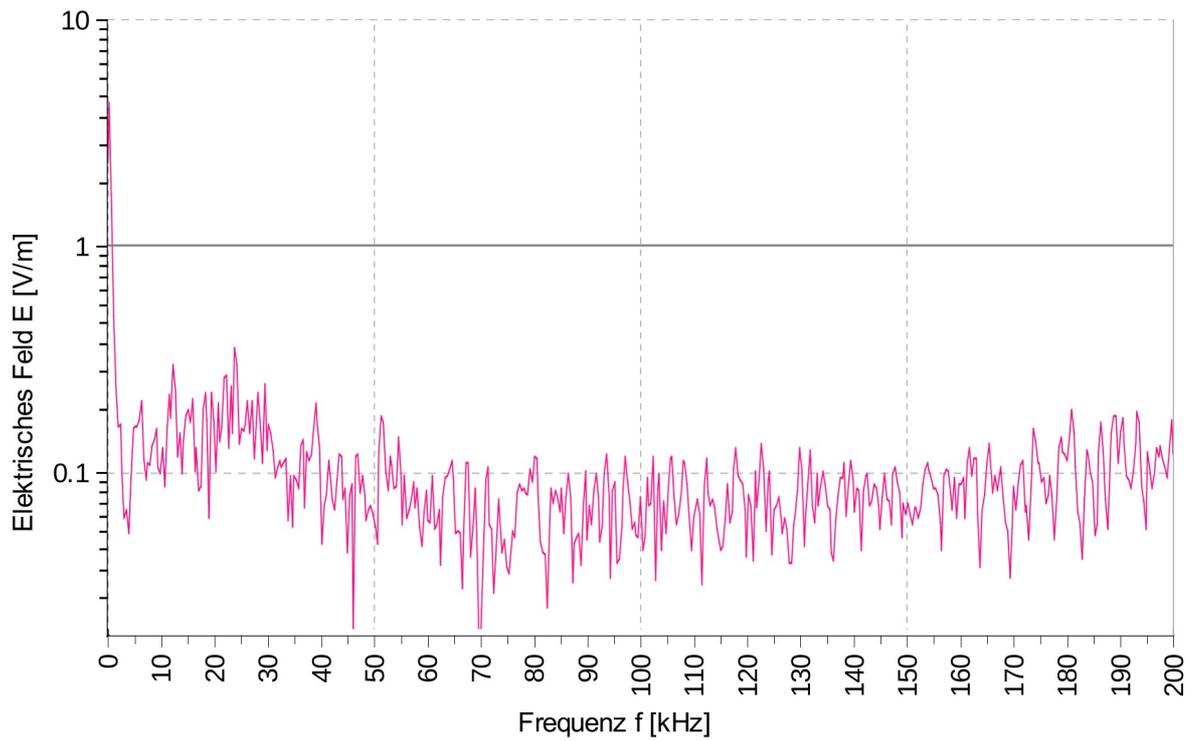
Maschek ESM 100 FFT S-Nr K972064

Messbereich 1nT - 20mT / 0,1V/m - 100kV/m (>100kHz bis 20 μ T und 2kV/m)

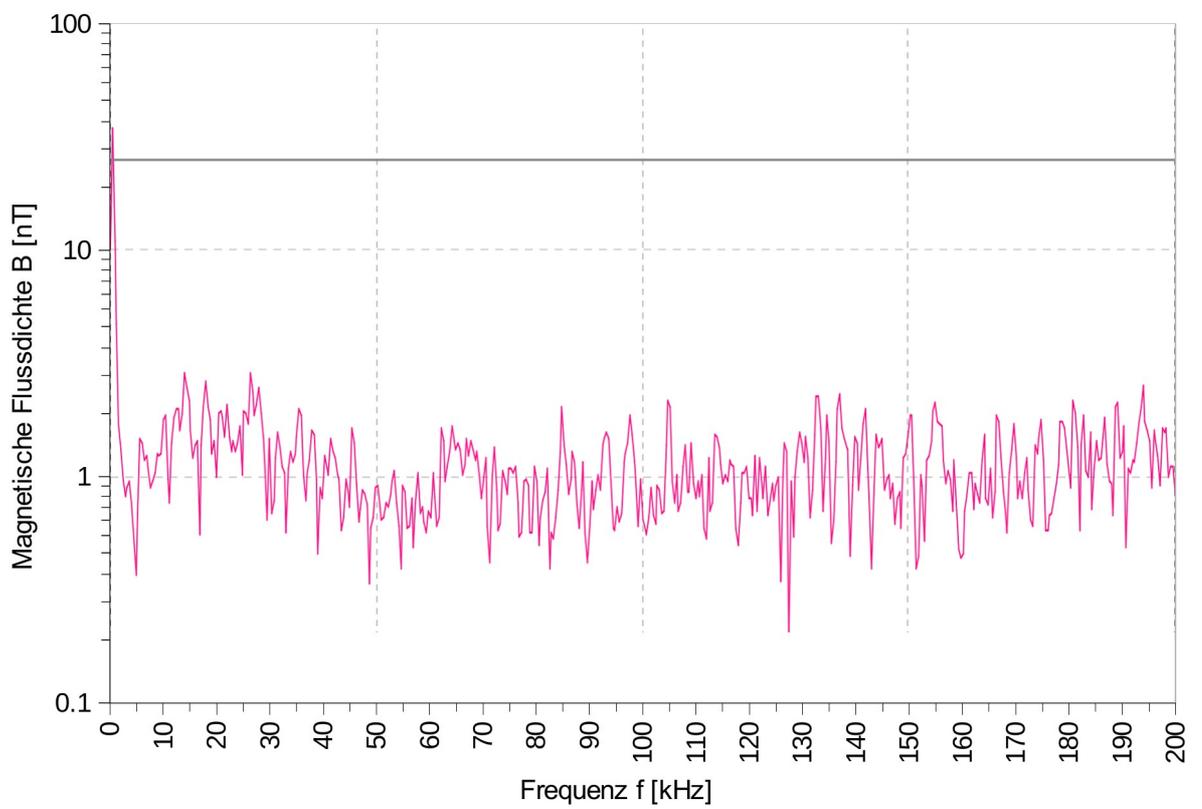
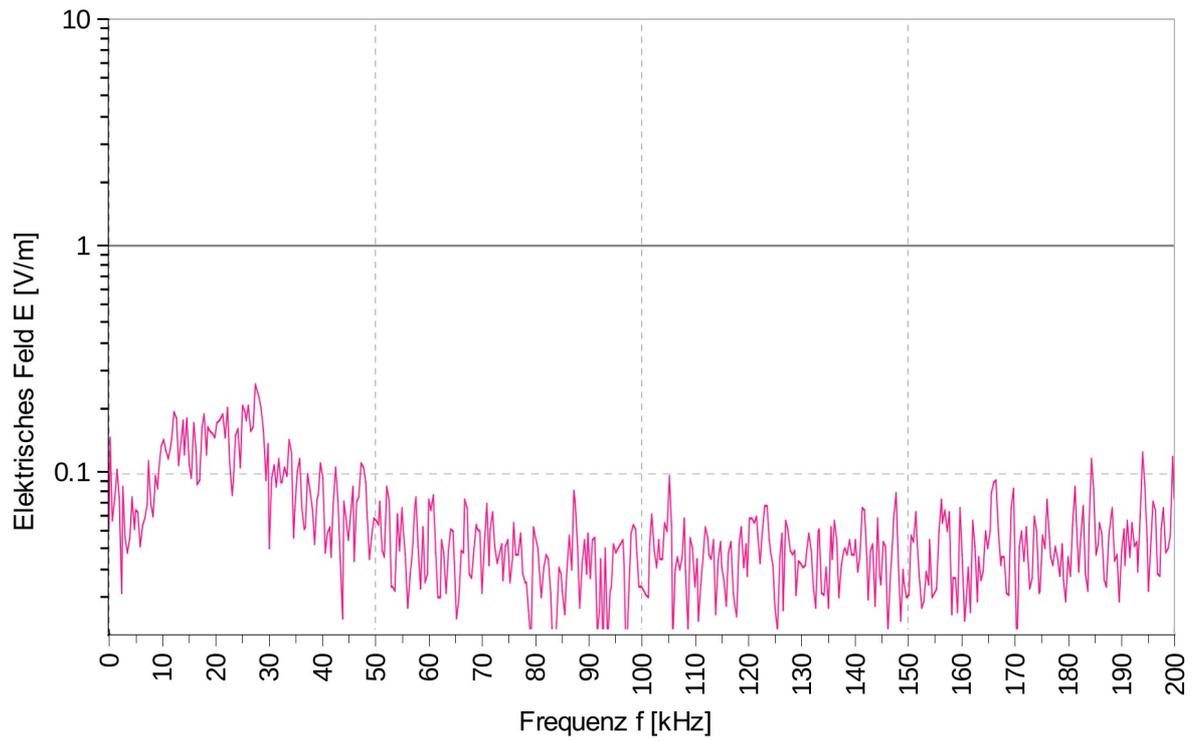
Messung Vaduz – Vor dem Aussenkasten, ca. 50 cm von Smart Meter



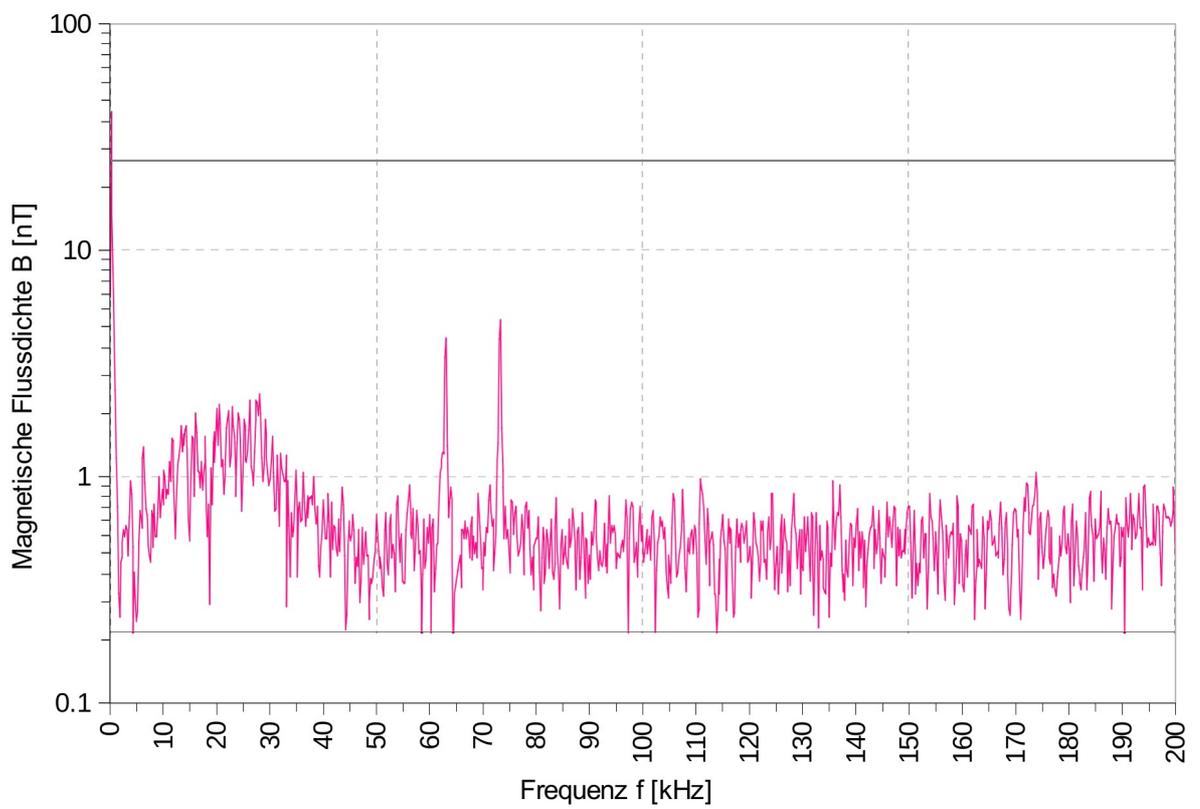
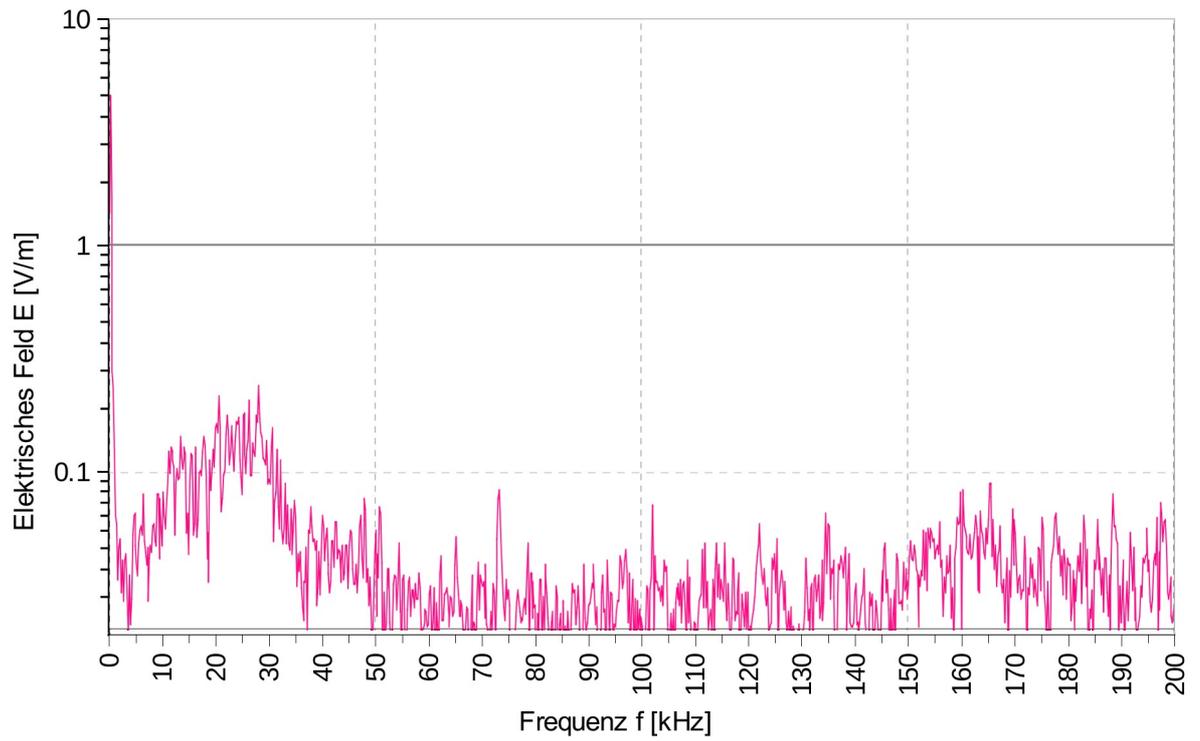
Messung Vaduz – im Schlafzimmer, über Bett



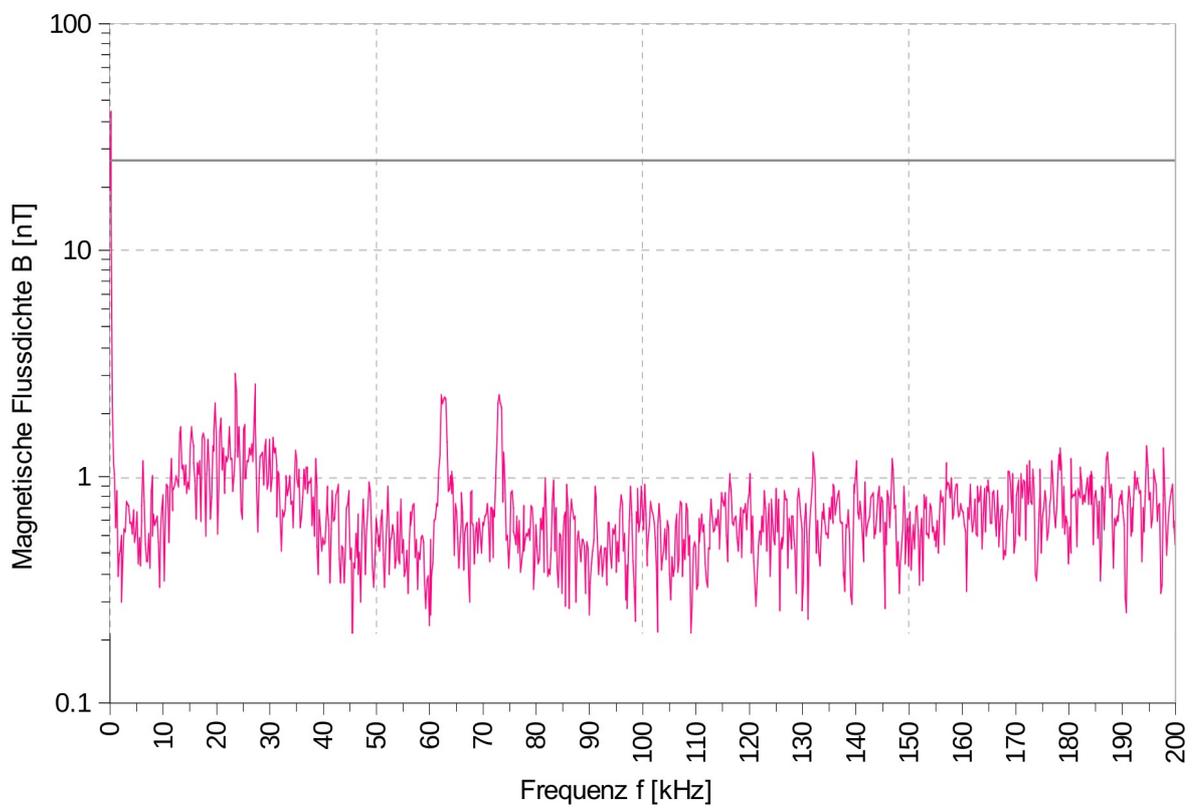
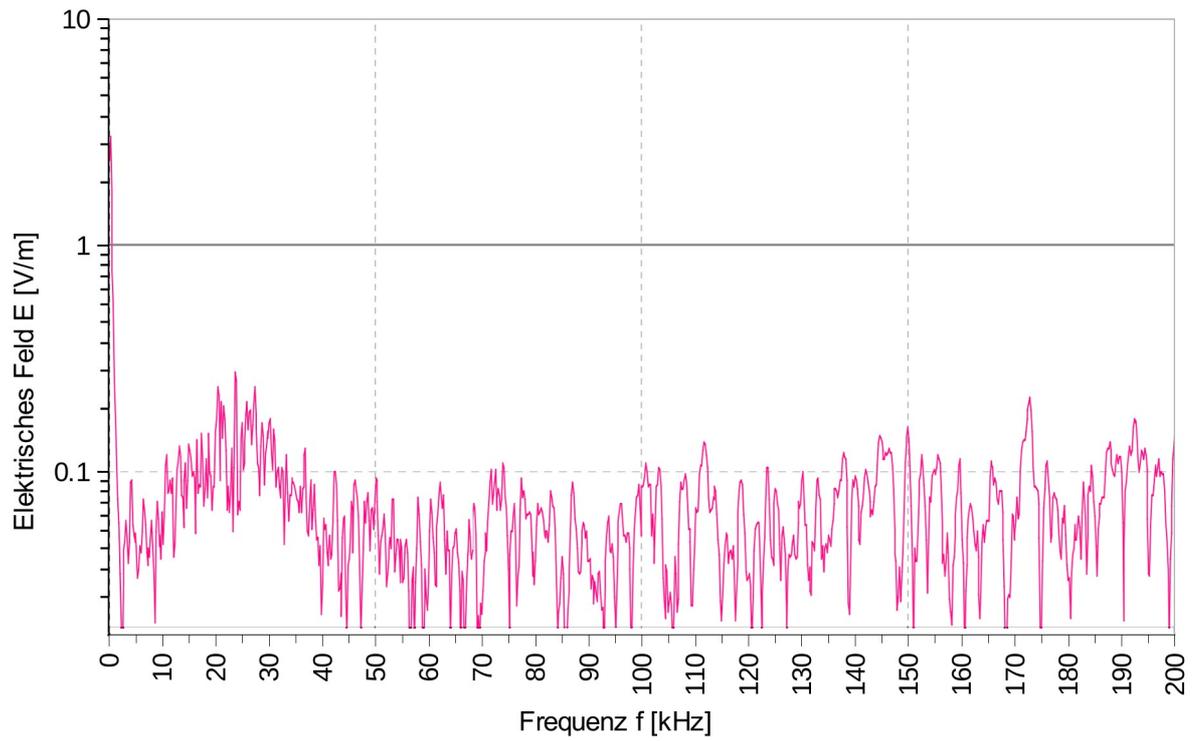
Messung Vaduz – im Schlafzimmer, über Bett, Netz über Netzabkoppler getrennt



Messung Eschen – Gang 1. OG, ca. 50 cm vor Smart Meter



Messung Eschen – Gang 1. OG, Schlafzimmer, ca 2m Distanz zur Hauptverteilung



Fazit

Alle Kabeltypen, die für die Datenübertragung genutzt werden, haben eines gemeinsam. Sie wurden entwickelt, um möglichst störungsfrei und verlustarm Signale zu übertragen. Die innenliegenden signalübertragenden Adern sind oft mit einem metallischen Mantel umgeben, der mit der Erde bzw. mit der Masse verbunden ist. Ungeschirmte Kabel sind wie Antennen. Und zwar in beide Richtungen. Werden Signale mit hoher Frequenz übertragen, dann strahlt der Leiter wie eine Funkanlage elektromagnetische Felder ab. Anders herum koppeln elektromagnetische Wellen Spannungen ein. Der metallische Schirm verhindert, dass sich Störstrahlungen durch andere Kabel oder Funk-Dienste negativ auf die Datenübertragung auswirken. Genauso wird durch den Schirm eine Abstrahlung aus dem Kabel heraus begrenzt.

Die Stromkabel, sowie die Verteildosen und Apparate (vom Smart Meter abgesehen) sind meist nicht geschirmt. Wenn also über das Stromkabel mit höheren Frequenzen Daten übertragen werden, wie dies bei der Powerline Communication (PLC) der Fall ist, dann wirken die Leitungen wie Antennen und senden elektromagnetische Wellen aus. Diese Wellen können andere Geräte und Funkdienste stören und somit unter Umständen in ihrer Funktionalität beeinträchtigen. Zudem machen Störpegel, die im Kabel auftreten, das PLC instabil. Die Schutzmassnahmen gegen Störeinflüsse müssen sehr hoch sein - Die Folge ist ein Herabsetzen der Übertragungsgeschwindigkeit und relativ hohe Signalpegel. Die Signale, die auf die Netzfrequenz aufmoduliert werden, stellen wie die von nichtlinearen Verbrauchern erzeugten Oberschwingungen (immer ein ganzzahliges Mehrfaches der Netzfrequenz) grundsätzlich eine Verunreinigung der Netzqualität dar, die auch als Dirty Power bezeichnet wird.

Man kann nun argumentieren, dass das heutige Stromnetz durch viele nicht lineare Verbraucher verunreinigt wird (gut sichtbar in den Messaufzeichnungen, hauptsächlich im Bereich von 2 – 30 kHz). Nur diese Argumentation wäre vergleichbar damit, dass man einen Luftverschmutzer damit rechtfertigt, dass es noch viele andere, auch grössere Luftverschmutzer gibt. Dirty Power soll nicht einfach in Kauf genommen werden, auch wenn die einzelne Quelle die EMV- Richtlinie einhält. Zu beachten ist, dass Dirty Power von vielen kleinen Quellen, die im Netz zu finden sind, sich aufsummieren. Einige damit zusammenhängende technische Probleme, wie Funktions- und Kommunikationsstörung, aber auch der Ausfall elektronischer Komponenten und eine Reduktion der Lebensdauer von Geräten sind bekannt. Der Störeinfluss solcher Oberschwingungen und den auf die Netzfrequenz (50 Hz) modulierten Signale (PLC), wird bei gleicher Amplitude mit zunehmender Frequenz grösser.

Die Messungen bei einem Objekt, bei dem direkt nach dem Smart-Meter ein Filter (die Kosten für diesen Filter hat der LKW- Kunde selber zu tragen) zum Abblocken der PLC- Signale in Richtung Hausinstallation eingebaut ist (Messungen in Vaduz) und bei einem Objekt ohne einen solchen Filter (Messungen in Eschen), zeigen, dass dieser Filter die beiden Frequenzen der PLC- Übertragung (63 kHz und 74 kHz) im Haus so weit dämpfen, dass sie in den Messungen mit der Feldsonde nicht mehr ersichtlich sind.

Den Einfluss von elektrischen und magnetischen, niederfrequenten Feldern, wie auch hochfrequente elektromagnetische Strahlung im Niedrigstdosisbereich auf Menschen, insbesondere Menschen die hypersensibel auf solche Umweltbedingungen reagieren und Menschen mit sonstigem besonderem Schutzbedarf, kennen wir nicht. Wir wissen, dass einige Menschen auf kleinste Änderungen ihrer Umgebung reagieren. Als Beispiel möchte ich die Wetterfühlbarkeit vieler Menschen (sind es Änderungen des Luftdruckes, die Lufterlektrizität oder etwas anderes) anführen. Fest steht einzig, dass im Zusammenhang mit technisch erzeugten elektromagnetischen Wellen Effekte auftreten, für die wir kein Wirkmodell haben, wie diese die Behaglichkeit und das Wohlbefinden von Menschen beeinflussen oder ob diese gar als gesundheitsrelevant einzustufen sind. Vieles deutet darauf hin, dass die Modulation der Amplitude solche Effekte mitbestimmen.

Zum Schutz des Menschen gilt nicht nur die Grenzwerte einzuhalten, sondern auch dem im Umweltschutzgesetz enthaltenen allgemeinen Grundsatz (Art. 14) für Emittenten zu folgen: „Unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung sind Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.“ Diesem Grundsatz wurde bei der Evaluierung der Kommunikationstechnologie für die Smart-Meters nicht Folge geleistet. Die Wahl einer betrieblich sicherlich auch möglichen Datenübertragung über den draht-/ glasfasergebundenen

Analysebericht

Breitbandanschlüsse der Gebäude hätte geringere Emissionen zur Folge.

Ob das heute in Liechtenstein flächendeckend installierte System wirklich zu einer signifikanten Verbesserung der Energieeffizienz beiträgt ist wohl nicht nachgewiesen. Ob das heutige System der Datenübertragung für den Ausbau zu einem System, das signifikant die Energieeffizienz steigert, in dem dieses die Stromerzeugung und den Verbrauch just in time gegenseitig optimiert, geeignet ist, das ist zu bezweifeln.

Gerade in Liechtenstein, wo die LKW auch ein Anbieter von draht-/ glasfasergebundenen Breitbandanschlüssen ist, ist die Wahl von PLC als Kommunikationstechnologie zwischen Smart-Metern und den Datenkonzentratoren, als auch die Wahl von Mobilfunk zur Datenübertragung zwischen Datenkonzentratoren und dem Leitsystem nur schwer nachzuvollziehen. Was rechtfertigt trotz ökologisch besseren Alternativen den Entscheid für diese Technologien zur Datenübertragung, welche eine Verschlechterung der Netzqualität und eine höhere Auslastung des Mobilfunknetzes (auch Zunahme der nichtionisierenden Strahlung beim Mobilfunk) zur Folge haben? Zudem ist die Energieeffizienz der Datenübertragung über glasfasergebundene Breitbandverbindungen besser, wie die über Mobilfunkanlagen.