

06.07.2004

## Rundfunkempfangsstörungen durch Home-PLC-Systeme

Seit einiger Zeit werden im Handel Home-PLC-Systeme angeboten, die eine Untersuchung ihrer möglichen Störwirkung auf den LMK-Bereich des Rundfunks notwendig machen. Durch Installationen solcher Systeme und Messungen wurden die Auswirkungen auf den Rundfunkempfang untersucht.

Die Messapparatur setzt sich aus einer von der Fa. Schwarzbeck entwickelten Breitbandantenne für den Bereich 9 kHz bis 30 MHz, Typ EFS 9219 und dem Störfeldempfänger FCKL der Fa. Schwarzbeck zusammen.

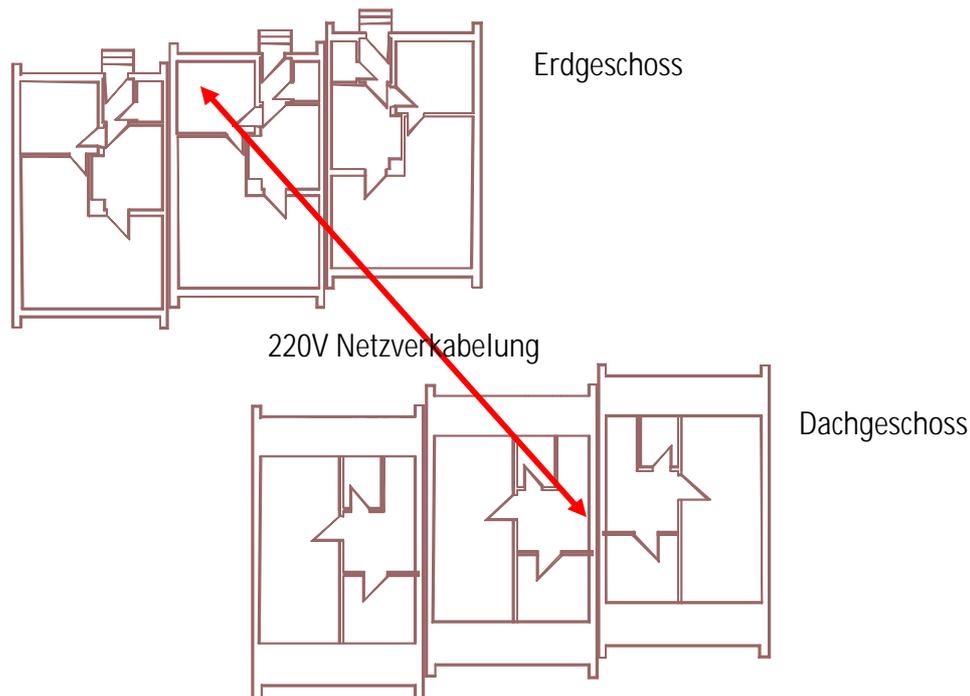
PLC-Modems wurden von dem Hersteller Devolo und Deneg verwendet.

- Devolo, Microlink dLAN USB
- Deneg, Easyhome net

Um den Einfluss von Powerline auf den Rundfunkempfang reproduzierbar darstellen zu können, wurden über einen DAT-Recorder verschiedene Hörproben aufgenommen, die die Empfangssituation verdeutlichen. Als Rundfunkempfänger kam ein tragbarer Empfänger Typ Sony ICF-7600D zum Einsatz, dessen Stabantenne so ausgerichtet wurde, dass optimaler Empfang der Testsignale möglich war.

## Installationssituation der PLC-Modems

In einer Reihenhauszeile, in ländlicher Umgebung bestehend aus drei Häusern, wurde im Mittelhaus eine Datenübertragungsstrecke mit zwei PLC-Modems realisiert. Eine PLC-Einheit mit Modem und damit verbundenem Rechner wurde im Erdgeschoss und die andere im Dach des Hauses installiert. Die Leitungslänge für die Datenübertragung im 220V Netz kann mit etwa 30 m bis 35 m angenommen werden (Bild1).



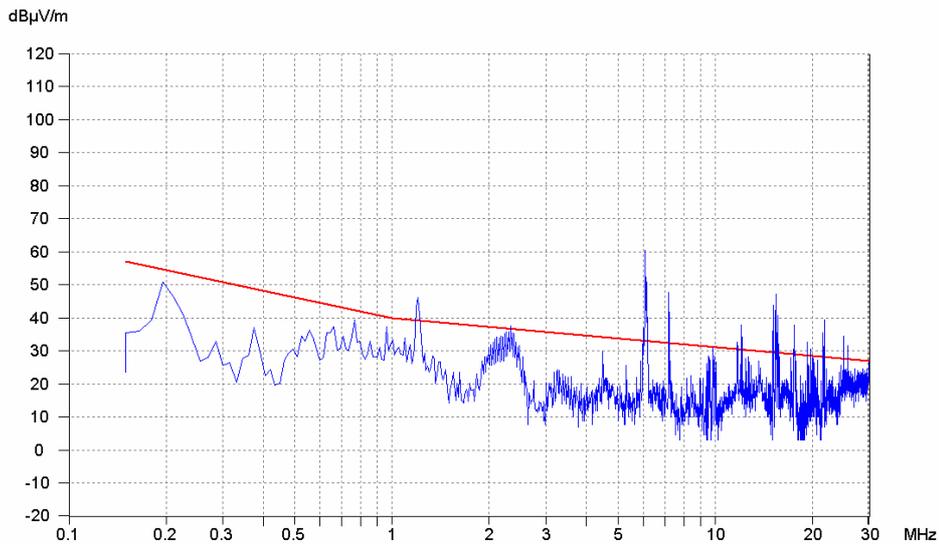
**Bild 1** Schematische Darstellung der Reihenhauszeile

Die maximal mögliche Datenübertragungsrate über die Verbindung Erdgeschoss – Dach lag im Bereich von 7Mbit/s.

### Rundfunkempfang ohne PLC-Störung

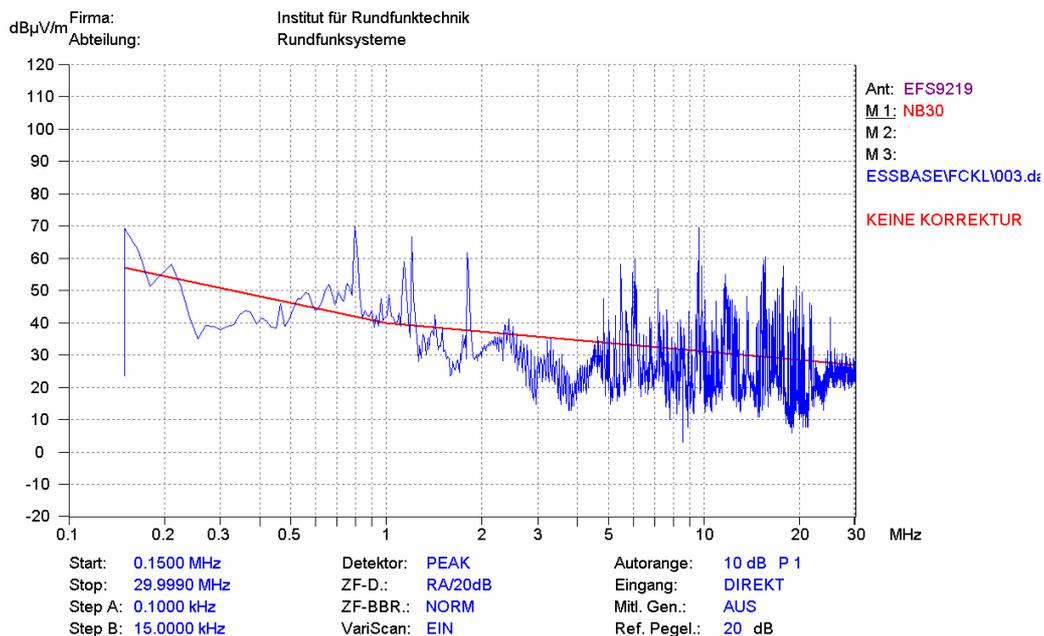
Zunächst wurde im mittleren Haus der Häuseranordnung eine Messung ohne PLC-System durchgeführt. Mit dem Messempfänger und der elektrischen Antenne wurde das Empfangsspektrum im Bereich von 150 kHz bis 30 MHz aufgezeichnet. Die Empfangsantenne wurde dabei so aufgestellt, dass zu den Wänden eine gleichmäßige Entfernung bestand. Die Forderung einen Mindestabstand zu Wänden von 3 m einzuhalten, konnte dabei nicht eingehalten werden. Speziell der Messabstand Fußboden – Empfangsantenne - Decke ist bei herkömmlichen Wohngebäuden mit einer Geschosshöhe von ca. 2,5 m nicht realisierbar.

Um die Empfangssituation an einem Punkt im Haus darzustellen wurde ein Scan ohne PLC- Betrieb aufgenommen (Bild2). Die zusätzlich zum Signalspektrum eingezeichnete rote Linie stellt den Grenzwert nach der Nutzungsbestimmung 30 dar. Aus diesem Bild ist erkennbar, dass durch die NB 30 (rote Kurve) nur relativ starke Sender geschützt werden und dass der Grundrauschpegel deutlich unterhalb der NB 30 liegt. Sender, deren Empfangspegel unterhalb dieser Kurve liegen, sind jedoch noch empfangbar.



**Bild2** Empfangsspektrum ohne PLC, Antennenpolarisation vertikal

Durch ändern der Antennenposition innerhalb des Hauses ergibt sich, bedingt durch die Empfangssituation, ein geändertes Spektrum (Bild 3). Hier ist der Empfang deutlich besser und es liegen mehr Sender oberhalb der Grenzwertkurve nach NB 30.

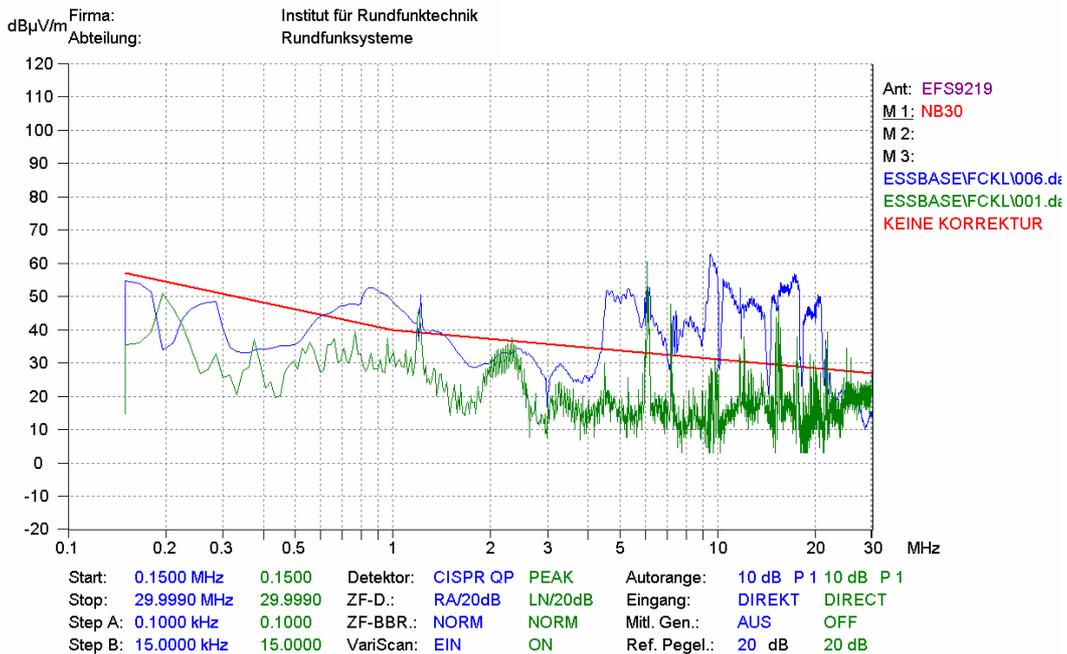


**Bild 3** Empfangsspektrum ohne PLC, geänderte Antennenposition

### PLC-Betrieb mit Datenübertragung

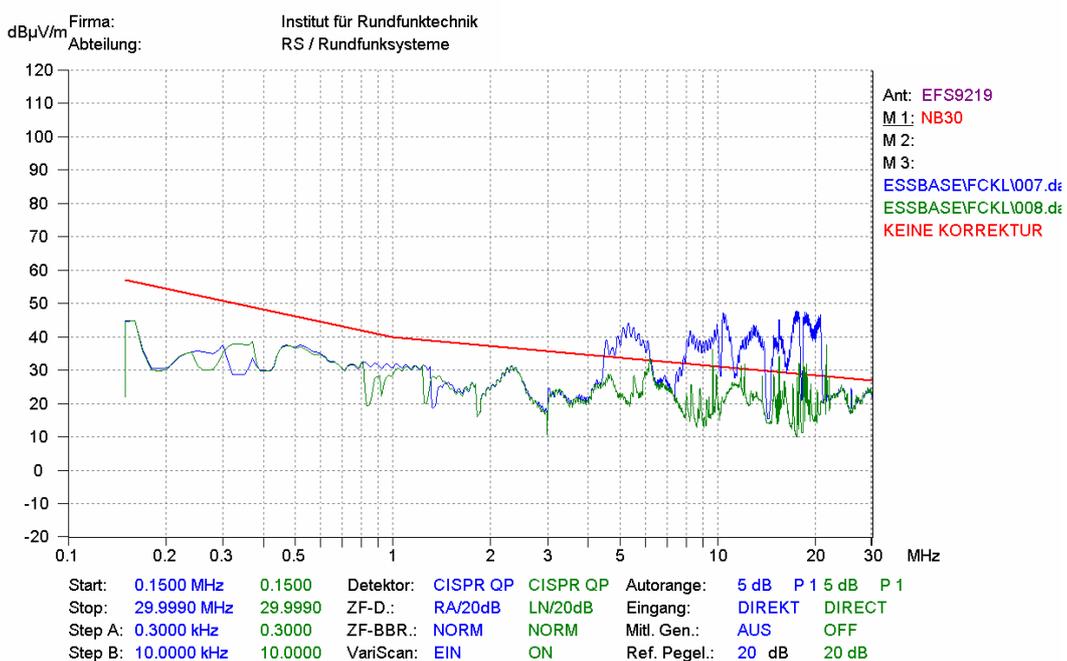
Um nun die Auswirkung von PLC in dem Bereich 150 kHz bis 30 MHz darzustellen, wurde die Antennenposition, wie bei Bild 3 für die Fälle ohne und mit PLC nicht mehr verändert (Bild 4).

Die grün dargestellten Messkurven zeigen den Verlauf ohne PLC und die blauen Kurven das Spektrum mit PLC und permanenter Datenübertragung.



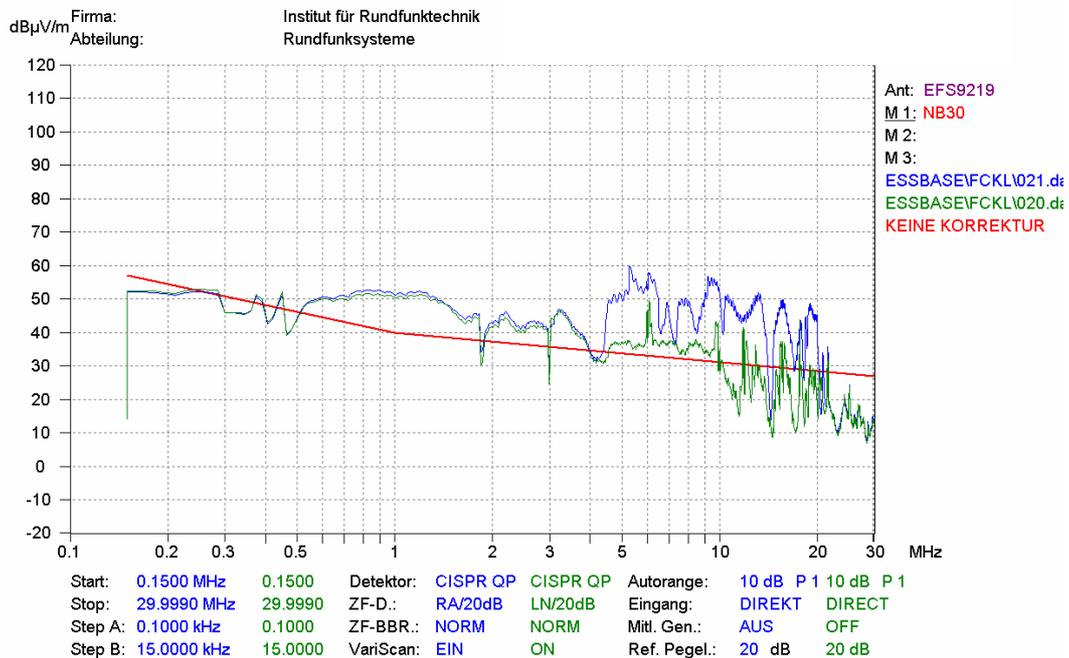
**Bild 4** Empfangsspektrum bei Datenübertragung mit PLC, Antennenpolarisation vertikal

Zur Gegenüberstellung wurde das Spektrum von Bild 2 (grüne Kurve) überlagert mit dem bei PLC-Übertragung aufgenommenen Spektrum (blaue Kurve). Die Empfangsvoraussetzungen, wie Antennenstandpunkt und Anordnung des Umfeldes, wurden nicht geändert. Durch Versetzen der Antenne ergibt sich der in Bild 5 dargestellte Verlauf. Bei **beiden** Antennenanordnungen ist der Kurzwellenempfang unmöglich, da die ohnehin schon schwache Empfangssituation durch PLC Betrieb völlig zunichte gemacht wird.



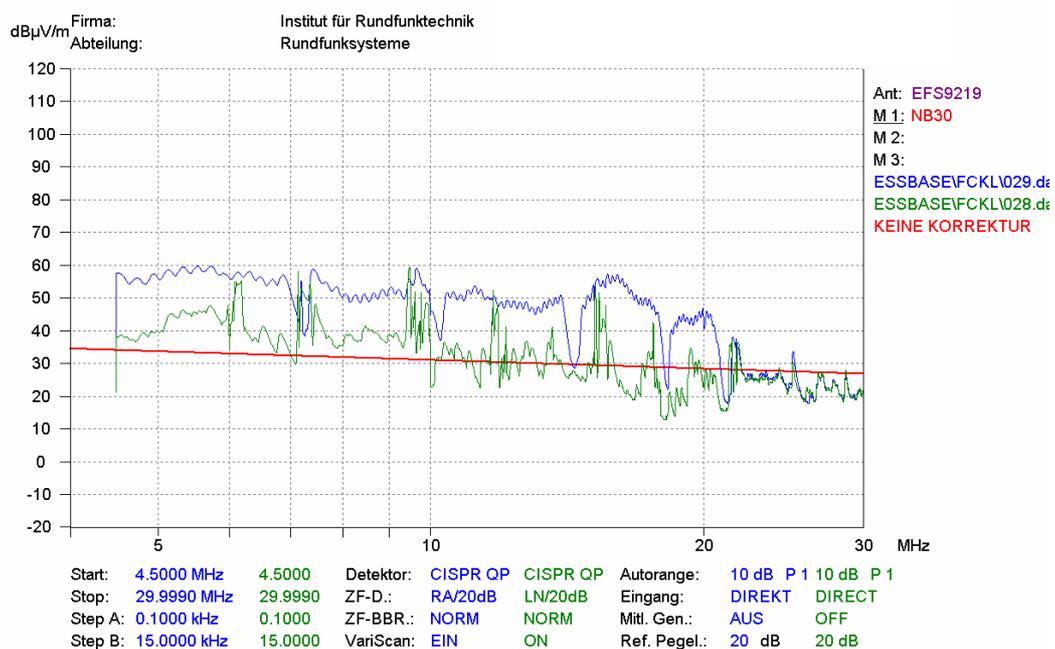
**Bild 5** gegenüber Bild 4 geänderter Antennenstandort mit aktiver PLC Übertragung

In Abhängigkeit des Empfangsortes ergibt sich ein wechselndes Bild, das aber stets zum selben Ergebnis führt: starke Störungen durch Powerline machen einen Rundfunkempfang nicht mehr möglich (Bild 6).



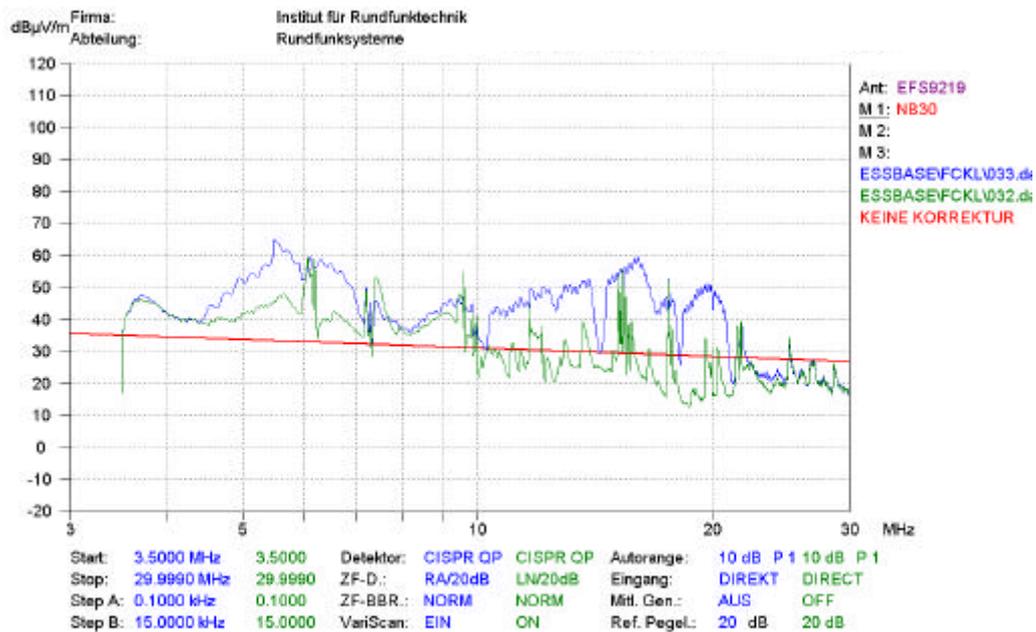
**Bild 6** Nochmals geänderter Antennenstandort mit aktiver PLC-Übertragung

Die Überlagerung der beiden Kurven zeigt deutlich, dass im Bereich zwischen 4 MHz und 25 MHz eine starke Änderung des Spektrums durch PLC auftrat (Bild 6). Im folgenden wurde dieser Bereich näher untersucht (Bild 7).



**Bild 7** Stark gestörter Bereich zwischen 4,5 MHz und 25 MHz

Der Einfluss von PLC ist im Bild 7 sehr gut zu erkennen. Das Frequenzspektrum, in dem es durch PLC zu Störungen kommt, liegt im Bereich zwischen 4,5 MHz und 21 MHz. Die PLC Störung liegt um bis zu 20 dB über dem ohne PLC noch empfangbaren Nutzsignal. Daher ist ein ungestörter Rundfunkempfang im Kurzwellenbereich in diesem Band nicht mehr möglich. Die Grenzwertkurve (rot) der Nutzungsbestimmung 30 wird in diesem Bereich um weit mehr als 20 dB überschritten. Filterungen in einzelnen Funkbändern sollen zwar vorgesehen sein, sind aber nicht ausreichend um die Grenzwerte nach NB30 zu unterschreiten.



**Bild 8** Polarisation der Empfangsantenne geändert

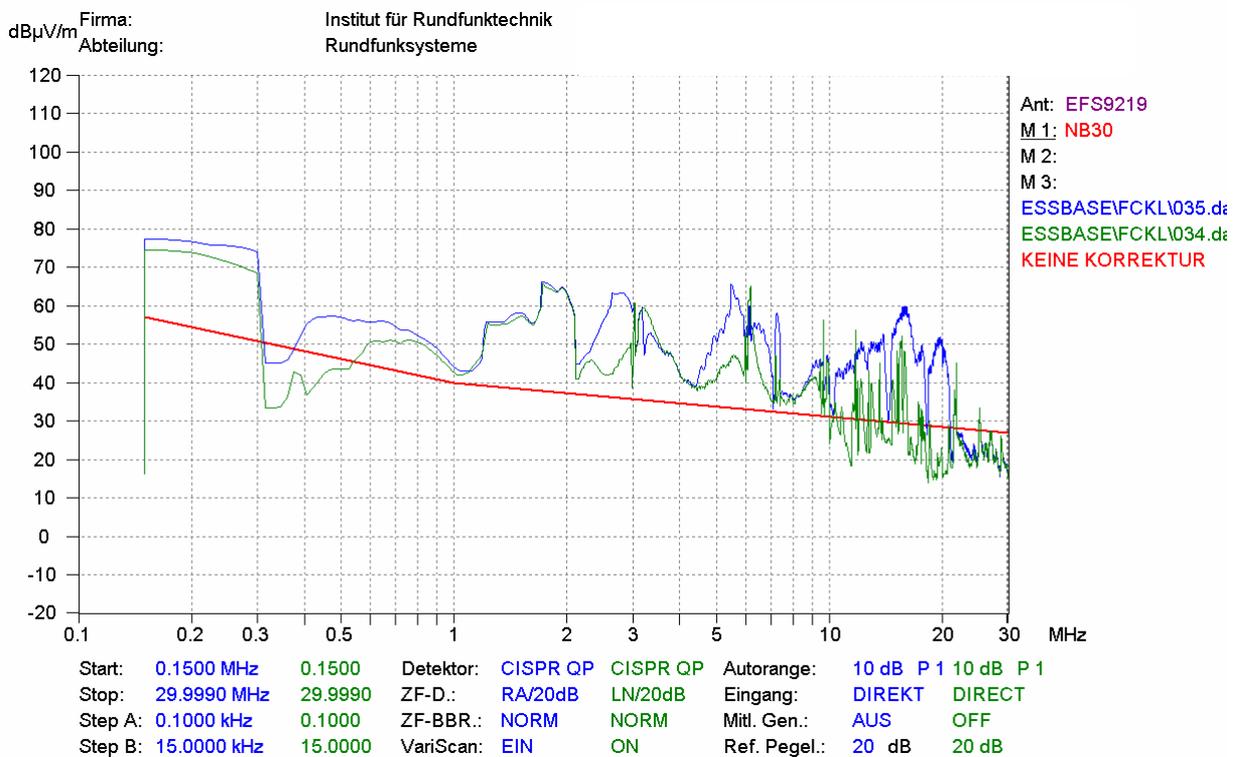
Im Bild 8 wurde die Polarisation der Messantenne von horizontal nach vertikal geändert. Dies hatte jedoch keine gravierende Änderung zur Folge.

Um auch einen Höreindruck über die mit und ohne PLC beaufschlagte Situation zu bekommen, wurden an verschiedenen Stellen im Mittelhaus Audiofiles aufgenommen die in nachfolgender Liste aufgeführt sind.

Audiotitel	Aufnahmeort	Empf.-Frequenz	PLC
Audio 1	Erdgeschoss Whz.	6085 kHz	Aus
Audio 2	Erdgeschoss Whz.	6085 kHz	An
Audio 3	Erdgeschoss Whz.	6085 kHz	Aus
Audio 4	Erdgeschoss Whz.	6085 kHz	An
Audio 5	Erdgeschoss Flur	6085 kHz	Aus

Audio 6	Erdgeschoss Flur	6085 kHz	An
Audio 7	1.Stock Flur	15170 kHz	Aus
Audio 8	1.Stock Flur	15170 kHz	An

Die Störung durch PLC beschränkt sich in der Reihenhauszeile nicht auf das Mittelhaus. In den beiden Nachbarhäusern ist die Situation ähnlich. Es kommt auch dort zu erheblichen Empfangsstörungen. Im Außenbereich der Häuser ist in einer Entfernung von bis zu 20 m die PLC Übertragung mit einem handelsüblichen Kurzwellenempfänger noch nachweisbar (Bild9).



**Bild 9** außerhalb des Hauses aufgenommenes Spektrum

Die Messkurven in Bild 9 wurden außerhalb der Häuser aufgenommen. Dabei ist der gleiche Empfangspunkt wie zuvor der des Kurzwellenempfängers gewählt worden. Der Abstand zum nächsten Haus in dem PLC genutzt wurde, betrug mehr als 15 m. Die blaue Kurve zeigt die durch PLC erzeugte Störung im dargestellten Frequenzband.

### Schlussbemerkung

Durch den Betrieb von Powerline mit handelsüblichen Homeplug-Modems wird der Rundfunkempfang im LMK Bereich stark gestört. Bei schwächeren Rundfunksignalen hat PLC speziell im Kurzwellenband massive Auswirkungen. Es werden ohne PLC noch akzeptable Empfangsbedingungen durch PLC völlig zerstört.