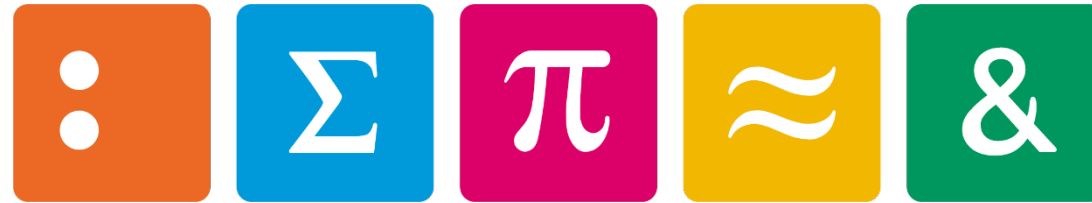


LIS – Line Impedance Stabilizers



NI Verband 1st Conference 2022

Dominique Roggo, Prof. HES

7th of April 2022

Inhalt

Die frequenzabhängige Netzimpedanz wird von EMV-Filtern beeinflusst. Kann die Einfluss von allen EMV-Filtern in einer Gebäude auf PLC Kommunikation gemildert werden?

- 1. Schlüssel Faktoren zur Powerline Signalübertragung (PLC)**
- 2. LIS: Objektiv und Eigenschaften**
- 3. Labor Versuche beim IE&D Labor in Sion (CH)**
- 4. Resultaten und Schlussfolgerungen**

HES-SO Valais-Wallis

Institute Systems Engineering

Group IE&D (Industrial Electronics and Drives)



Competences:

- Converter design
- Advanced electric machines and drives
- Distribution grids (AC + DC)
- EMC and impact of converters on Power Quality
- Control hardware in the loop (C-HIL)
- Instrumentation (Z-line meter 'IGOR')
- Standardisation: IEC TC 77A (WG8), IEC TC8X

Infrastructures:

- Fast converter prototyping (POETIC platform)
- HIL Real Time targets (Typhoon HIL 4 and 6 series)
- EMC test room equipped for 3 phase converters
- Grid Simulators + 3 phase power amplifiers
- Full scale LVDC pilot site with 700Vdc bus
- EMC test for converters (FAR in 2022)

1.

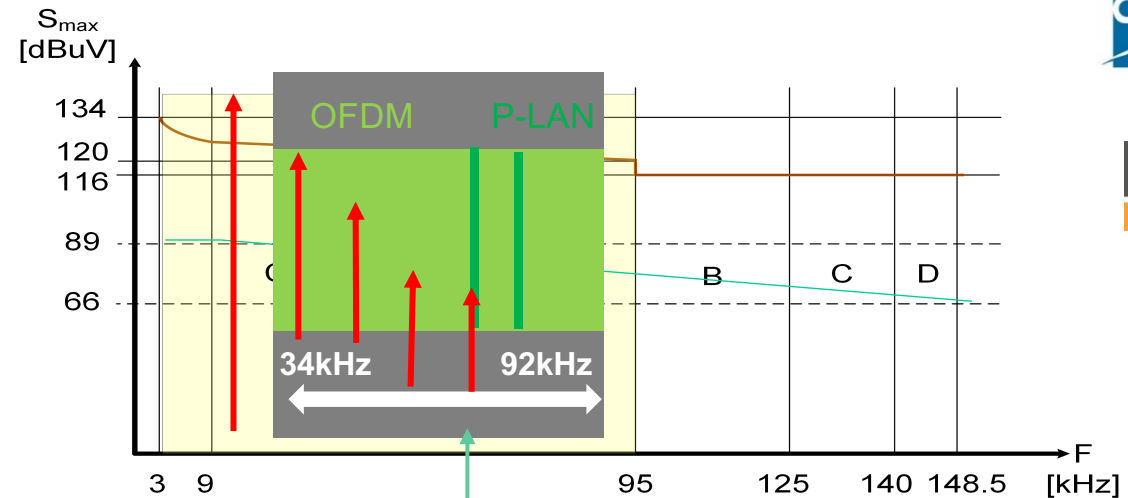
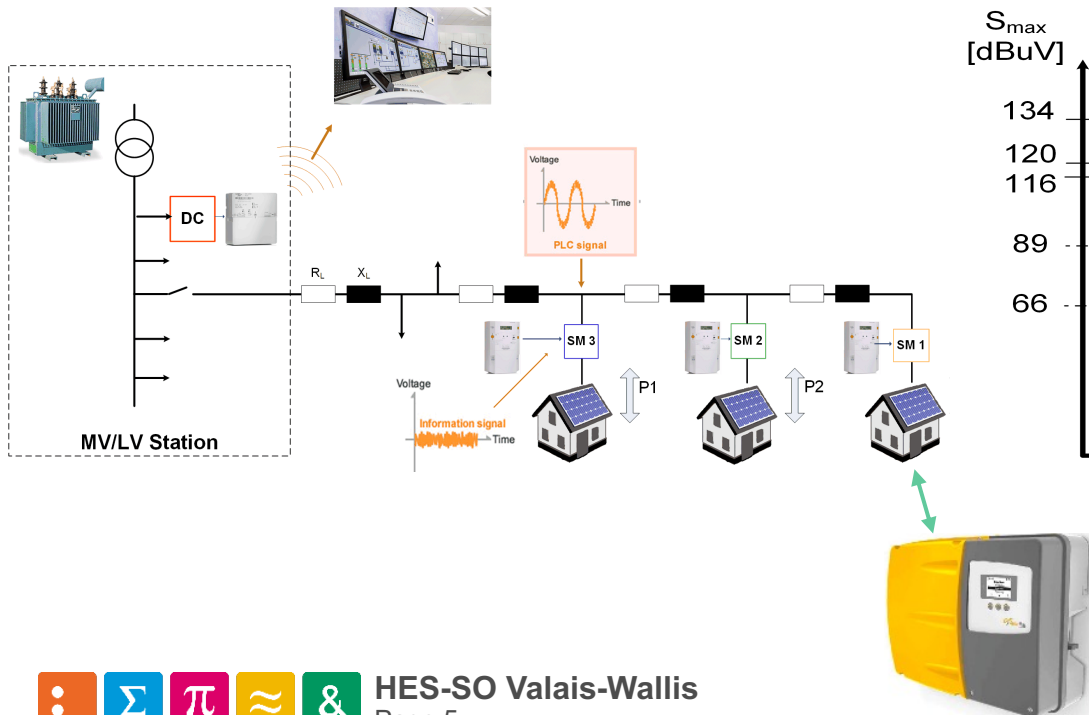
**Key factors for quality signals transmission over the
line (PLC)**

**Schlüsselfaktoren für die Qualität von Signalen
Übertragung über die Leitung**

source: www.ethz.ch

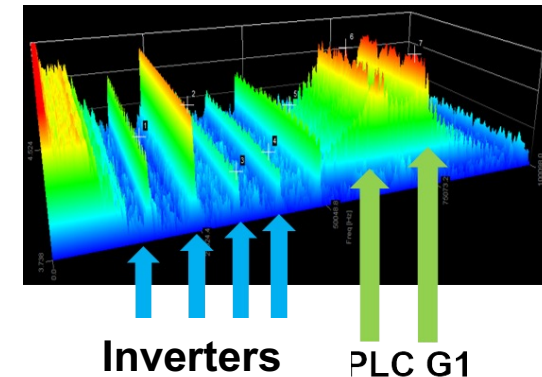
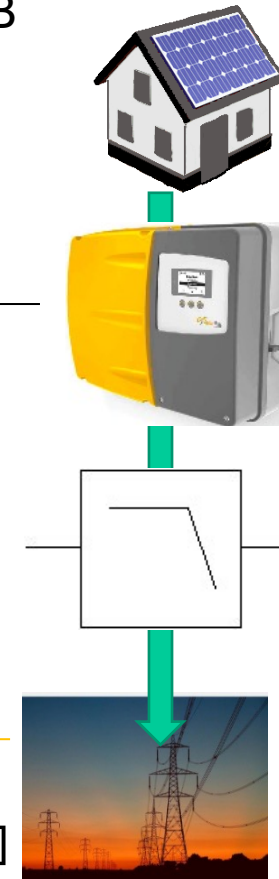
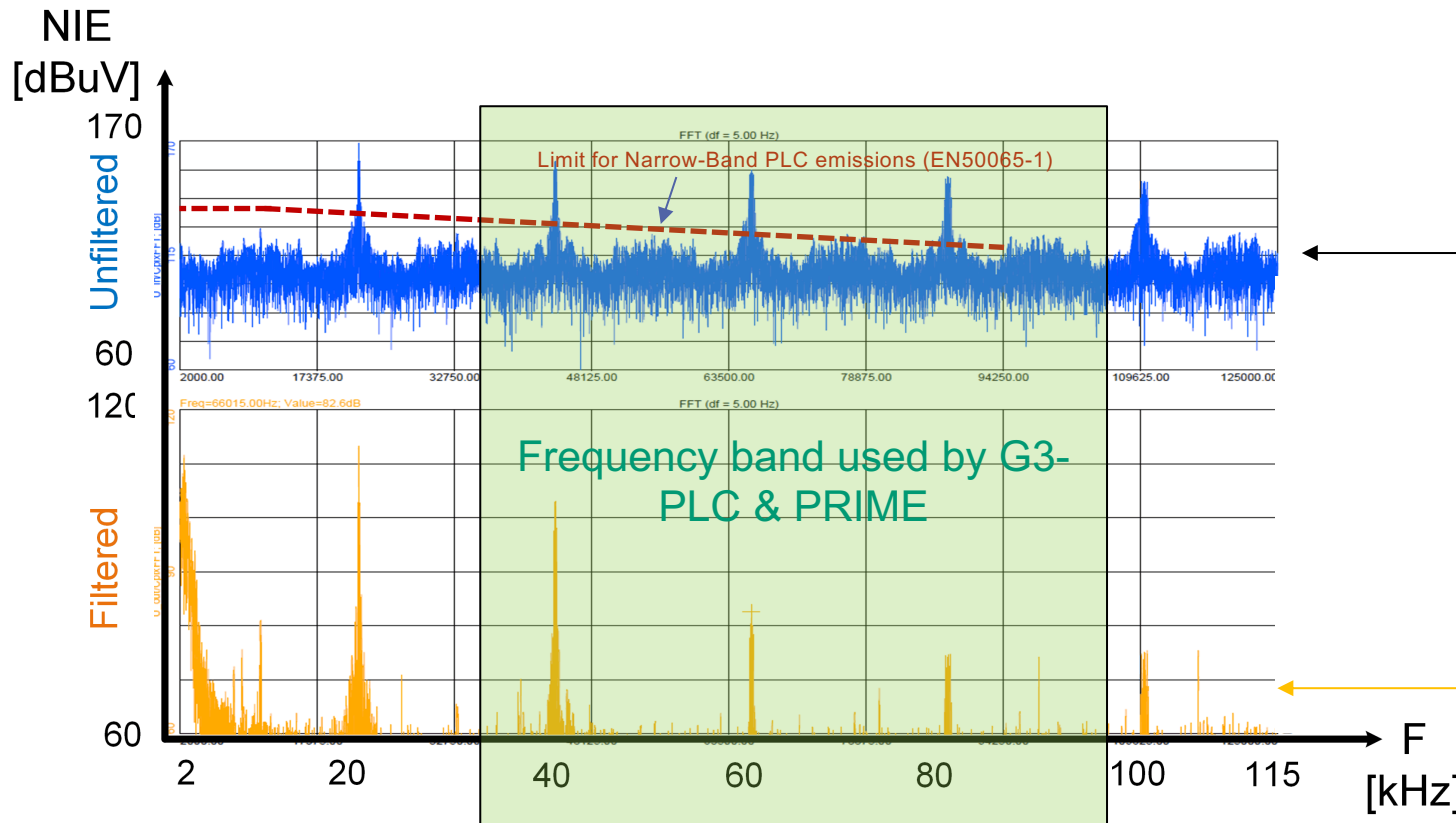
PLC in CENELEC A-Band

- Das Frequenzband 3..95 kHz ist gemäß CENELEC EN50065-1 dem Narrow Band PLC zugeordnet.
- Signale $<5V_{rms}$ werden über die Leitungen mit Modulationsverfahren (FSK /OFDM) übertragen
- Störungen können durch nicht beabsichtigte Emissionen von Dezentrale Energie Versorgung auftreten



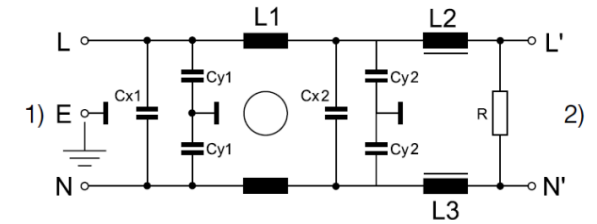
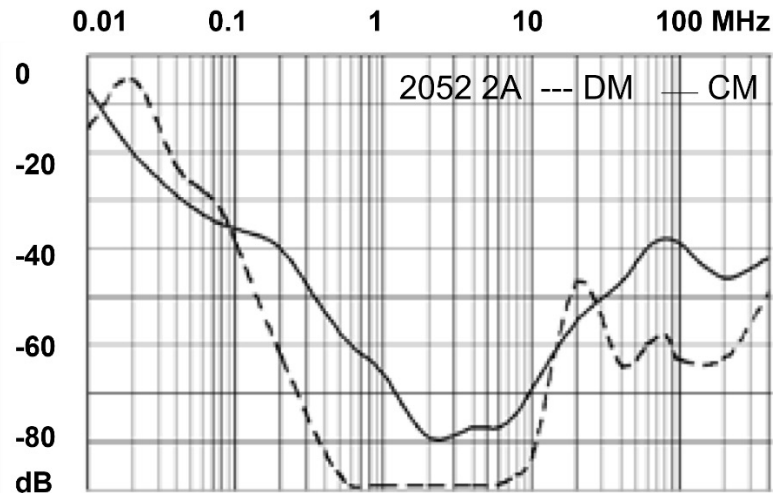
Unbeabsichtigte Emissionen aus dezentralen Energieversorgung

- Wechselrichter erzeugen Schwingungen bei Vielfachen der Schaltfrequenz ($V_{15..20\text{kHz}} > 200V_{\text{rms}}$)
- EMV-Filter unterdrücken diese Schwingungen by $>40\text{ dB}$ ($V_{15-20\text{ kHz}} < 2 V_{\text{rms}}$)



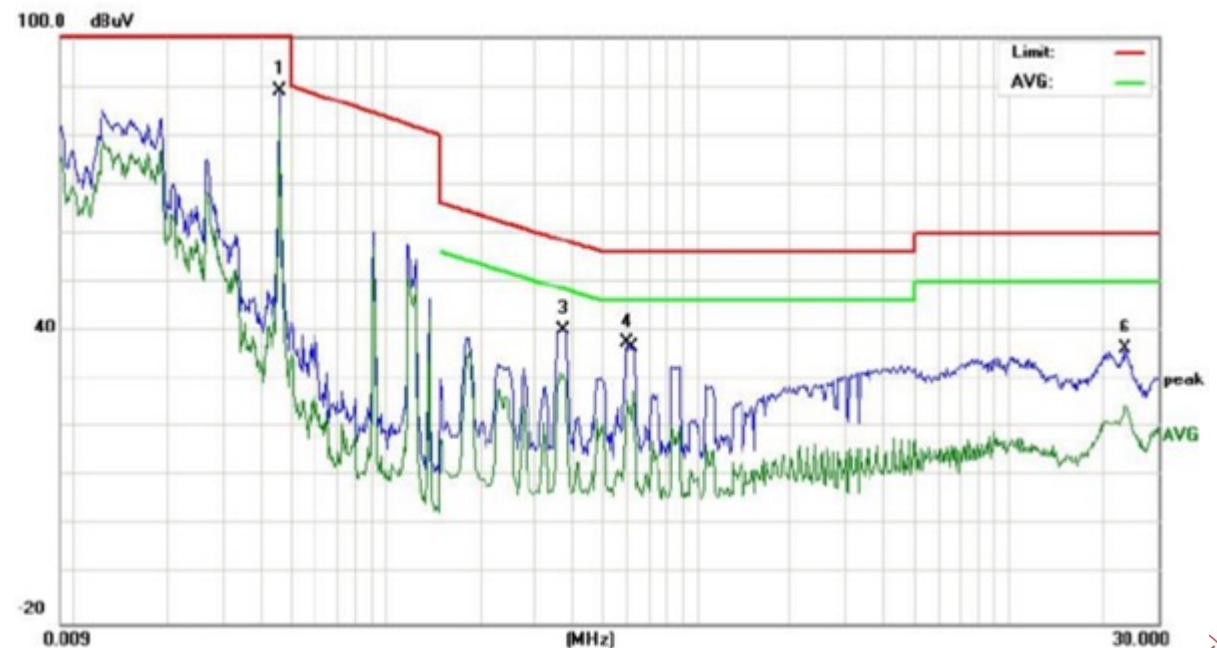
EMV-Filter zur Unterdrückung von RF signalen

- Typische EMV Filter für RF signalen Unterdrückung



Bis jetzt:

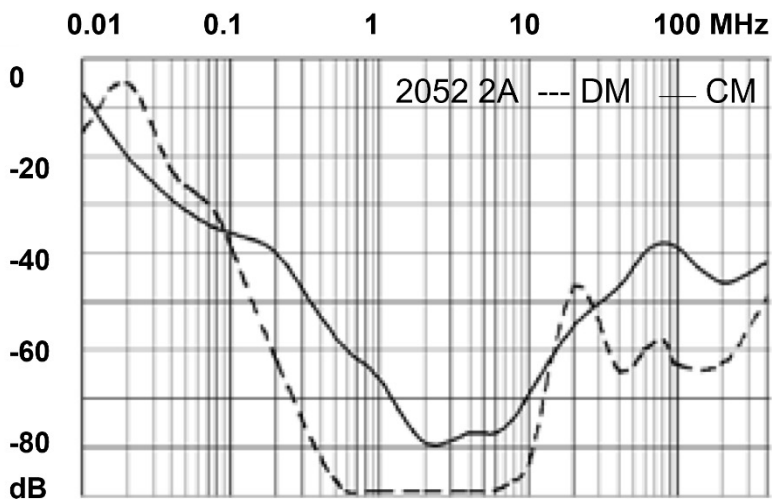
- Im Allg. Produktnormen decken nur den Radio Frequenz Bereich 9 kHz bis 30 MHz
- Passive Filtern mit L und C werden eingesetzt



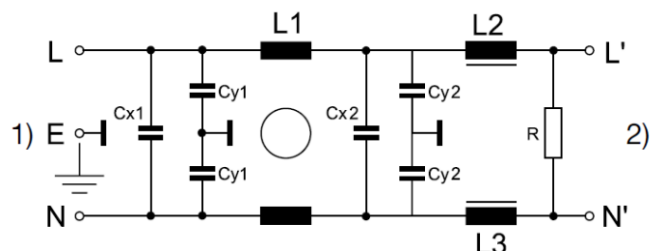
Resonanz im Fall von EMV-Filtern :

Beispiel : 2A Single Phase EMV-Filter

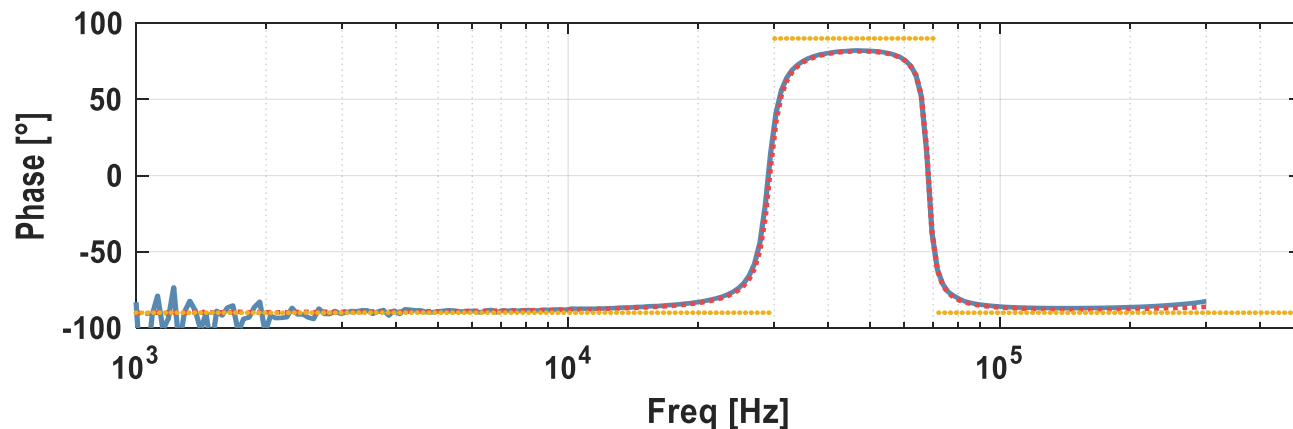
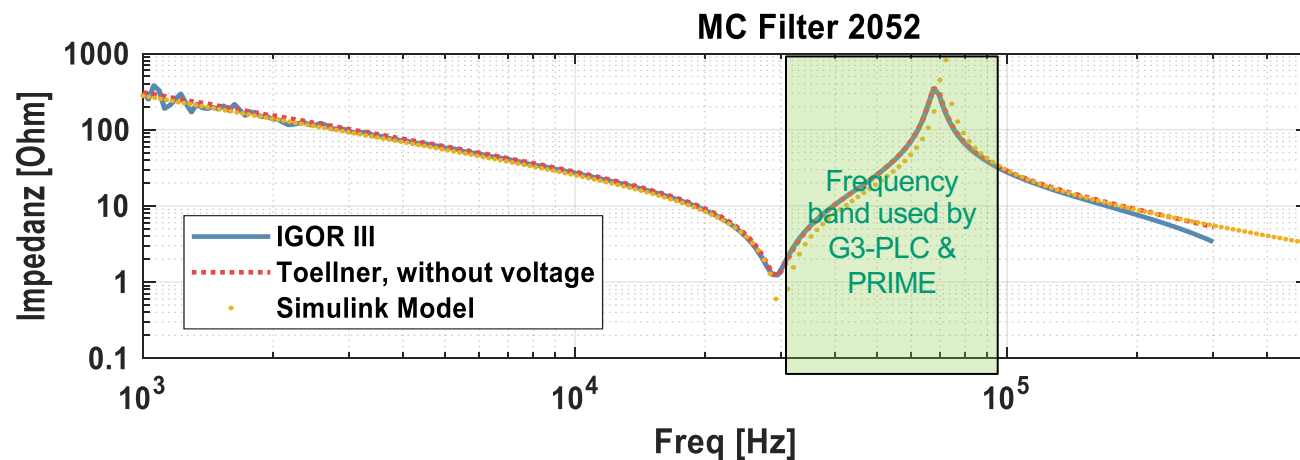
Verdämpfung 10KHz – 100MHz



Schaltkreis



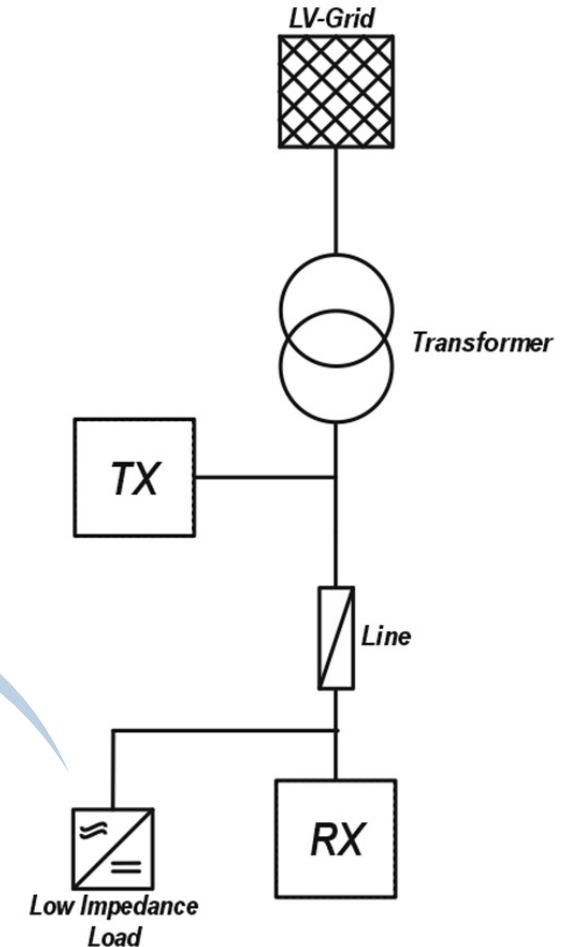
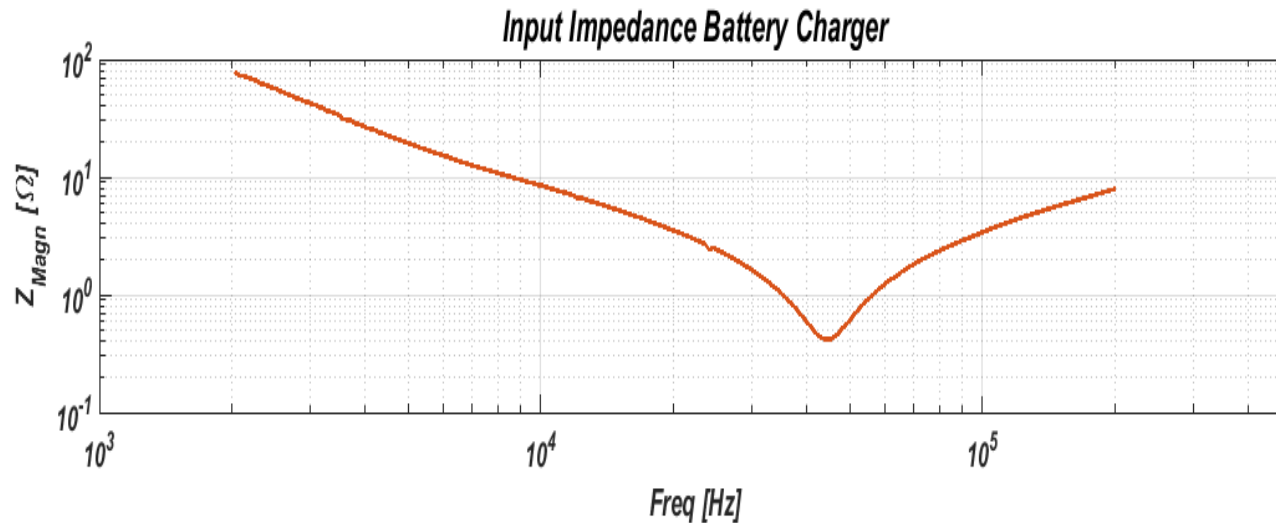
Gemessene 'Access' Impedanz, Netzseitig 1 – 500 kHz



Unterdrückung von PLC-Signalen wegen EMV-Filtern

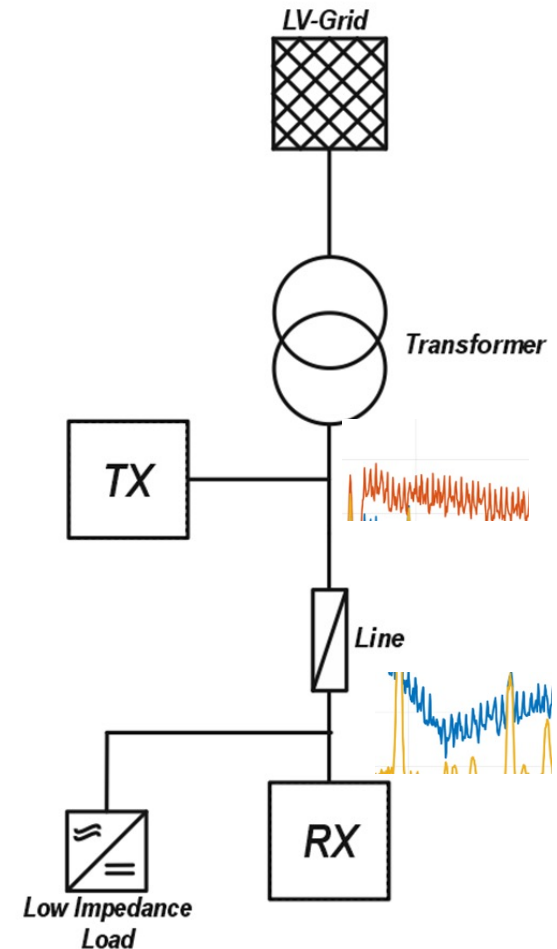
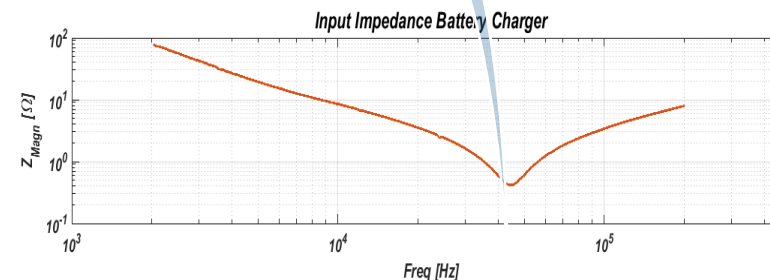
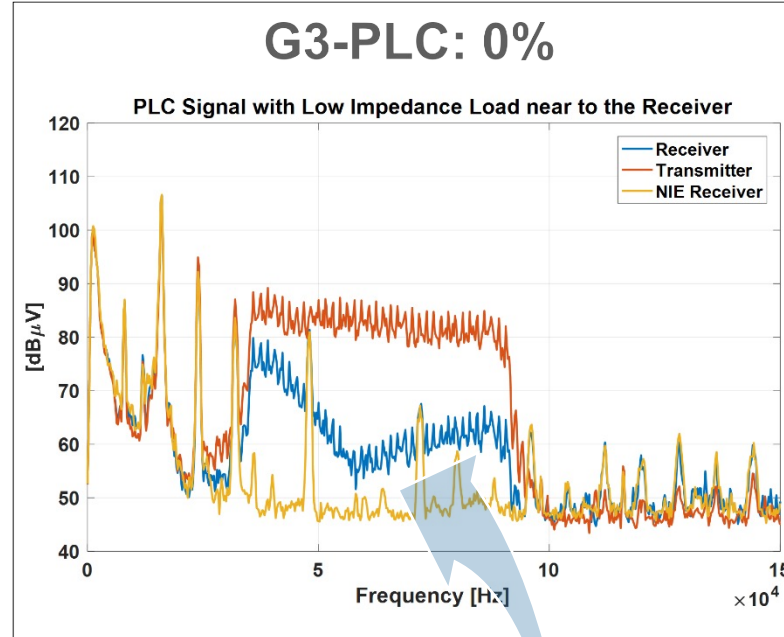
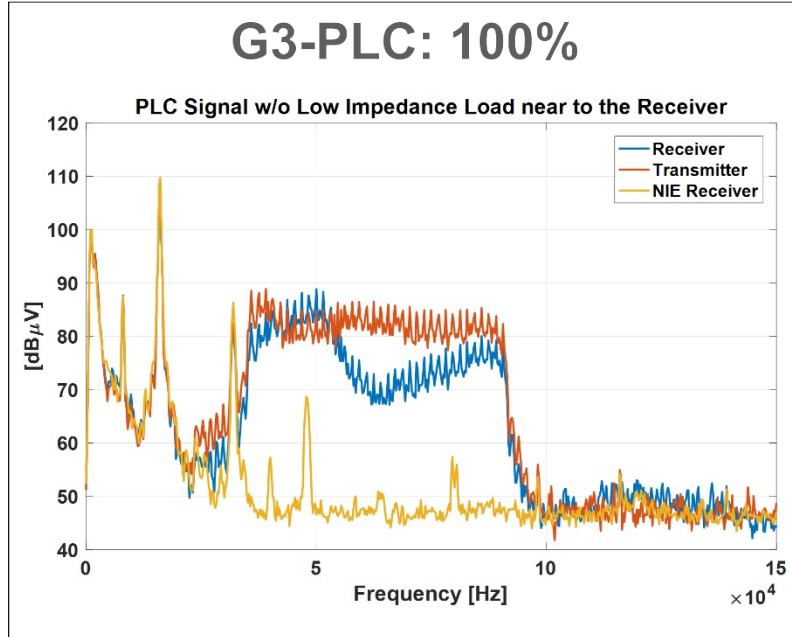
Die Auswirkung einer niederohmigen Last auf die PLC wird anhand eines Beispiel gezeigt:

- Der Sender (TX) ist in der Nähe des Transformators angeschlossen.
- Der Empfänger (RX) ist mit einigen zehn Metern Abstand zum Transformator angeschlossen.
- In der Nähe des Empfängers wird eine Last mit niedriger Impedanz angeschlos

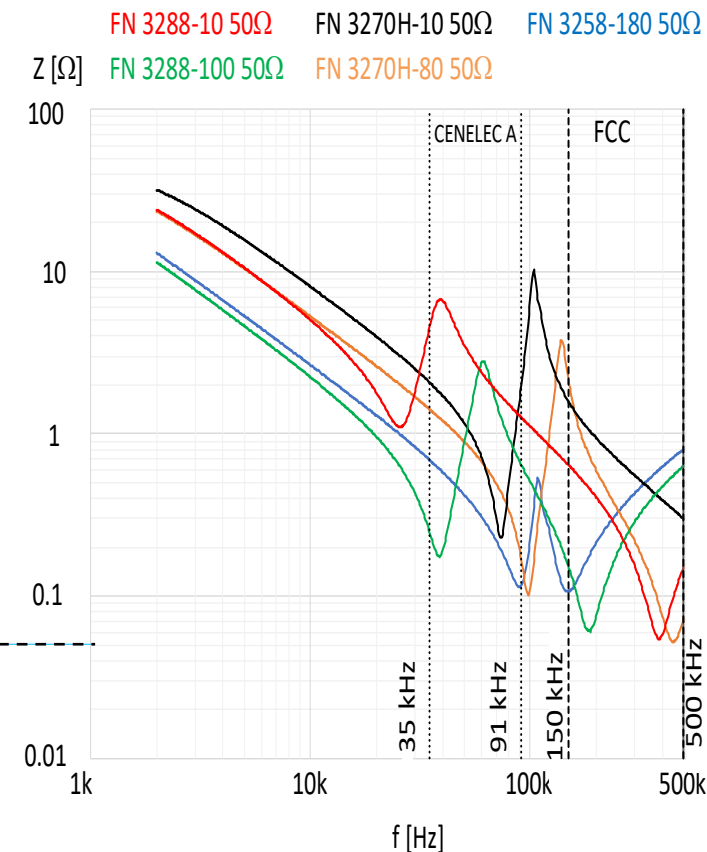
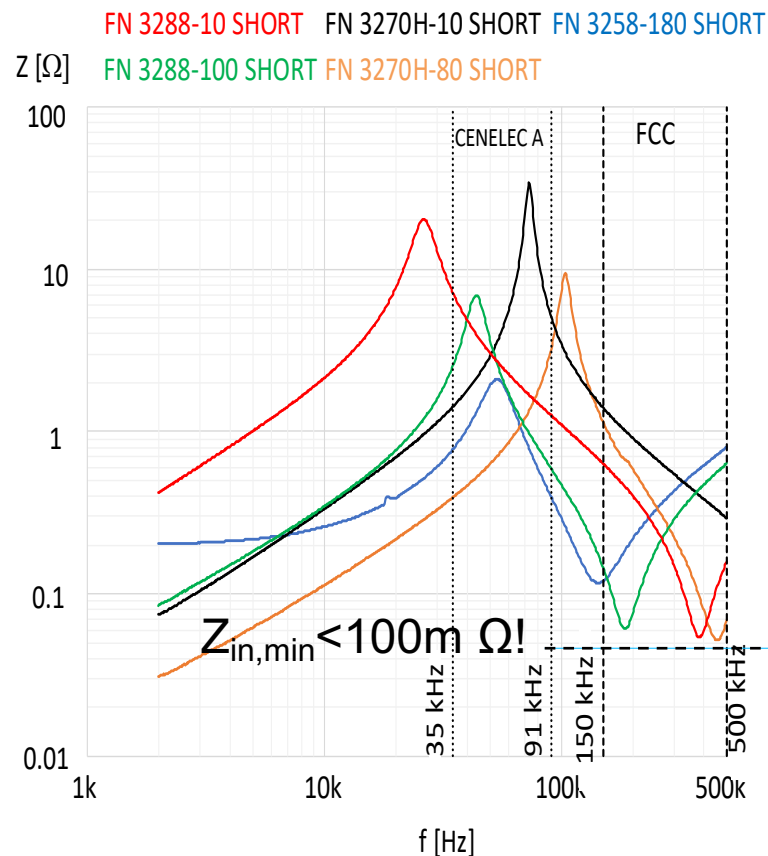
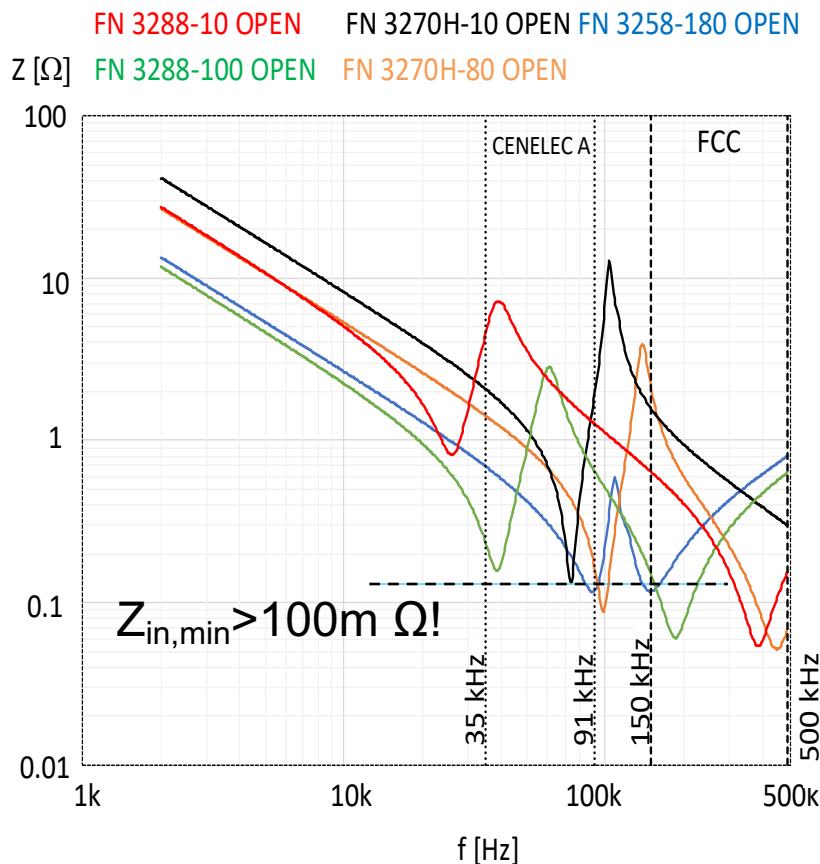


Eifluss von EMV-Filtern auf PLC

PLC Übertragung wird völlig unterdrückt wegen der niedrigen ‚Access-Impedanz‘ vom Ladegerät



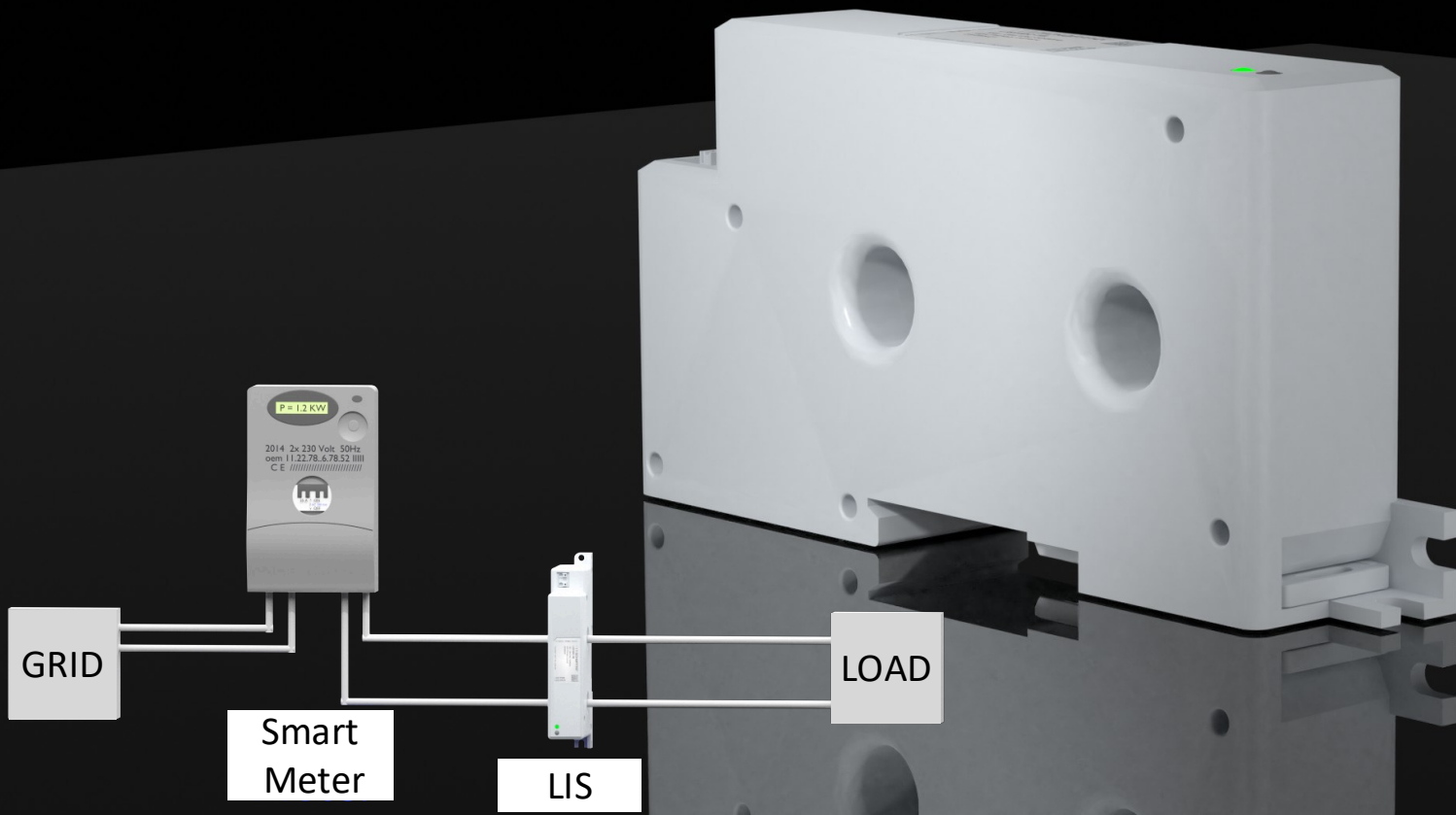
Impedanzmessungen von 3-phasigen EMI-Filtern



2.

LIS: Objectives and properties
LIS: Objektiv und Eigenschaften
(Schaffner)

source: www.ethz.ch

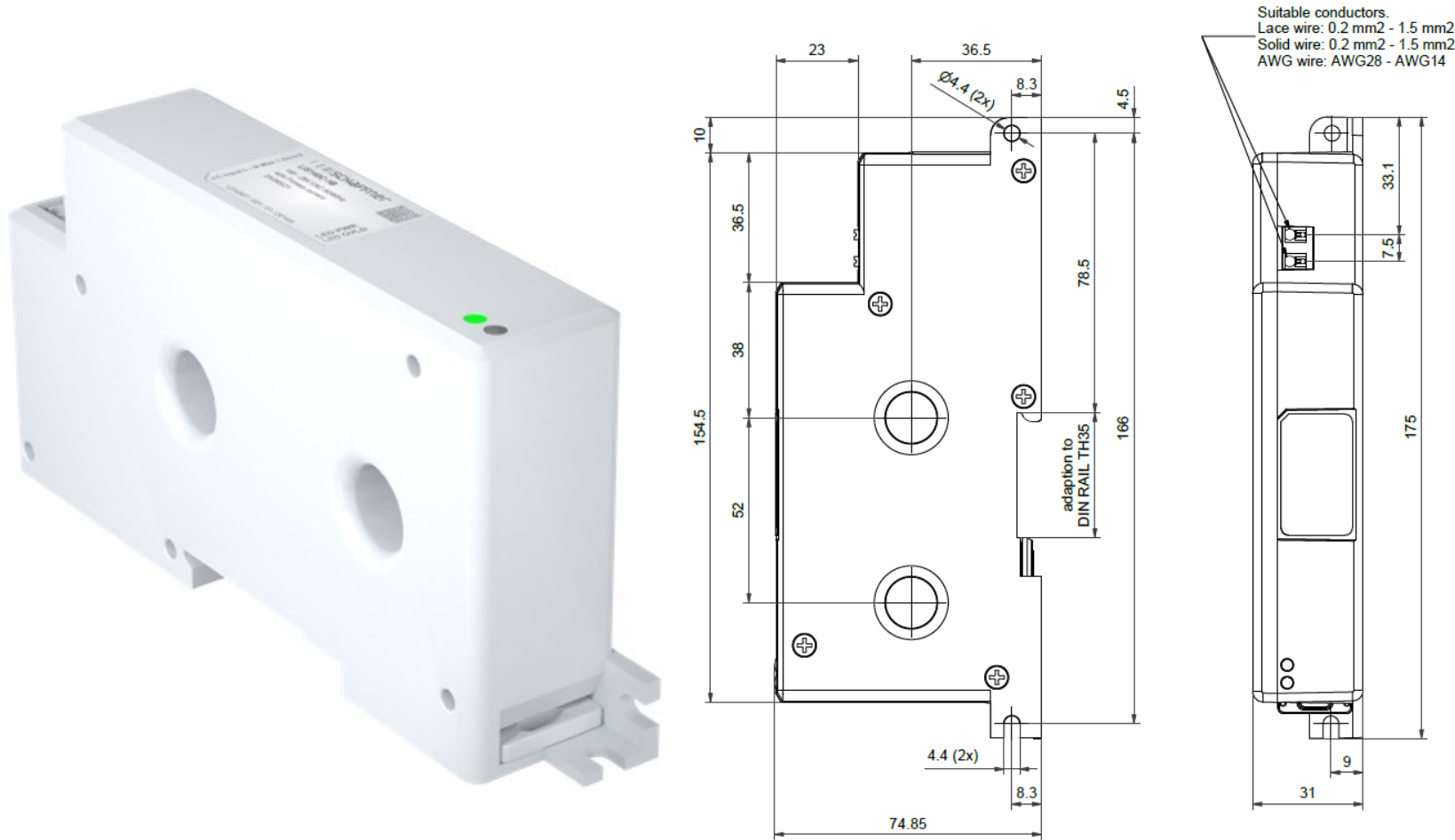


Schaffner
Group

Line Impedance Stabilizer

Key Performance Factors

Line Impedance Stabilizer – mechanical dimensions and power ratings



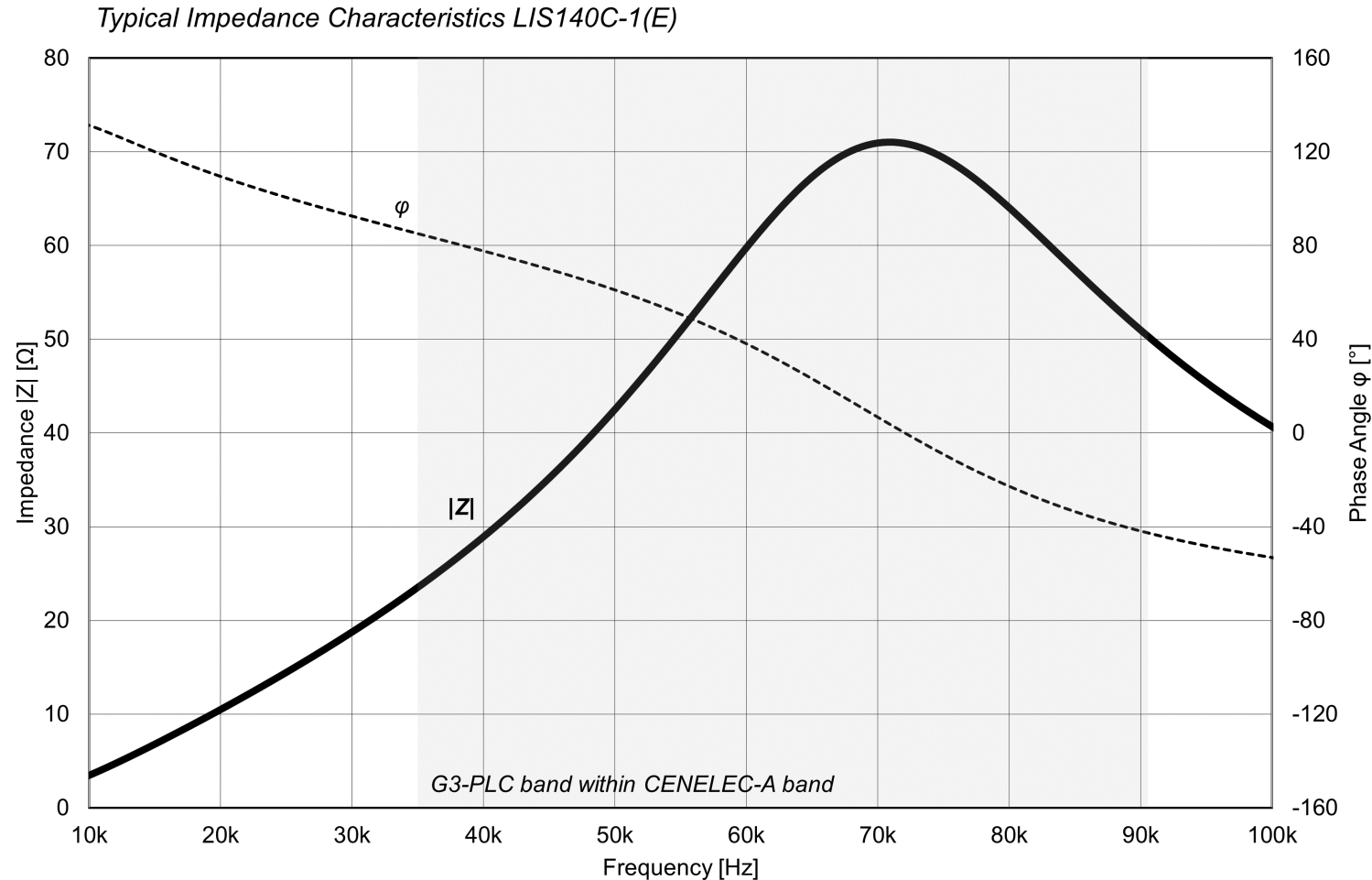
Nominal Current
40Arms

Peak Current
90A

Typical Power
Consumption*
3.4W

* In the next design version, the power will be supplied from the grid side of the smart meters, i.e. no additional cost for end users!

Line Impedance Stabilizer – typical impedance

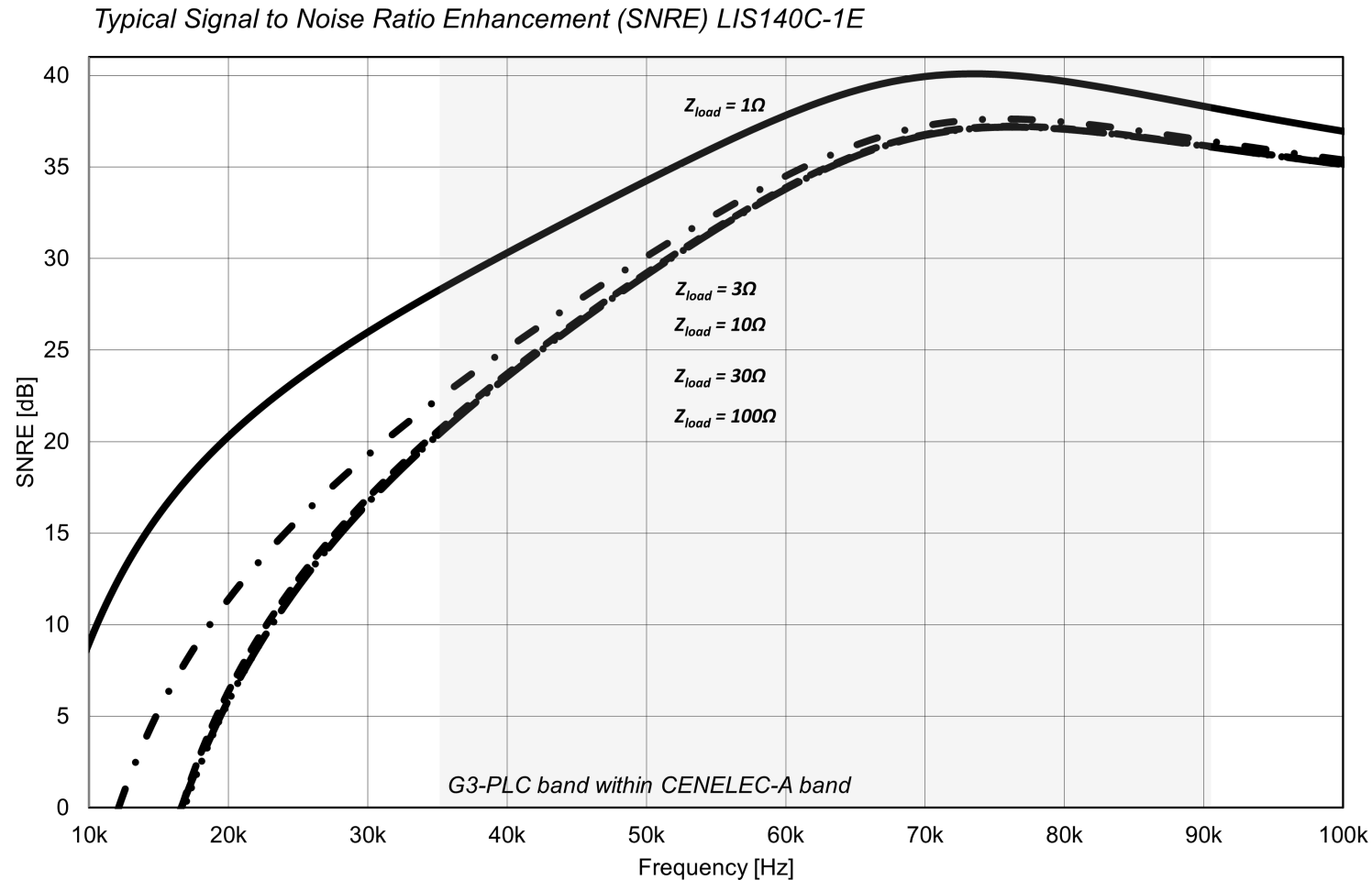


Up to **70 Ω** in-line impedance

No 50Hz power consumption

Resistive in a wide freq. band

Line Impedance Stabilizer – SNR enhancement



Noise reduction
+
Signal enhancement
||
Improved SNR

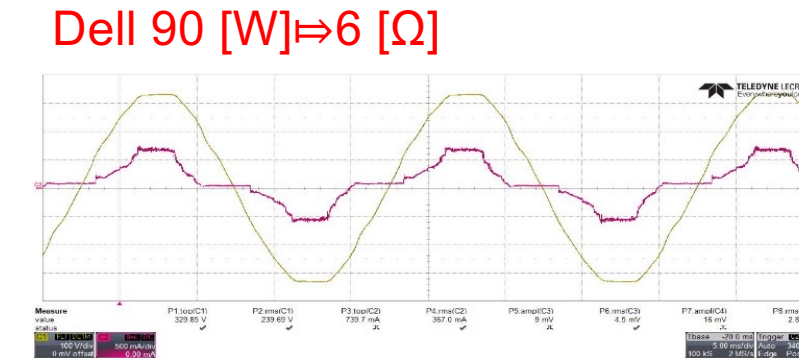
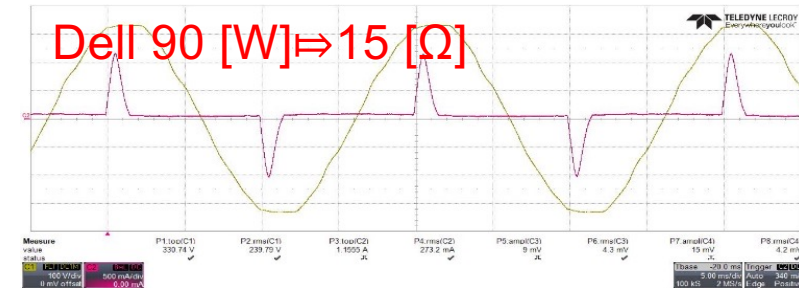
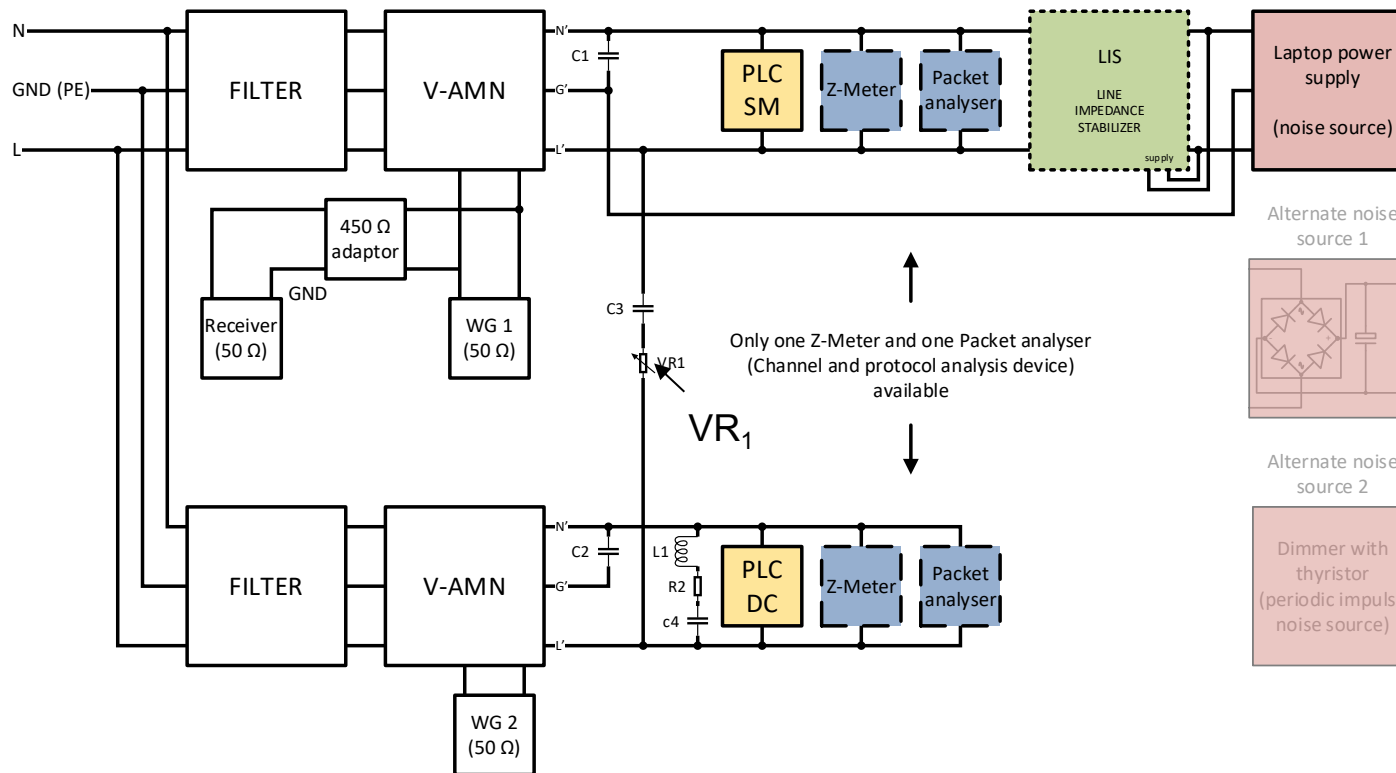
3.

Labor Versurche im IE&D Labor in Sitten (CH)

Laboratory test at IE&D Lab in Sion (CH)

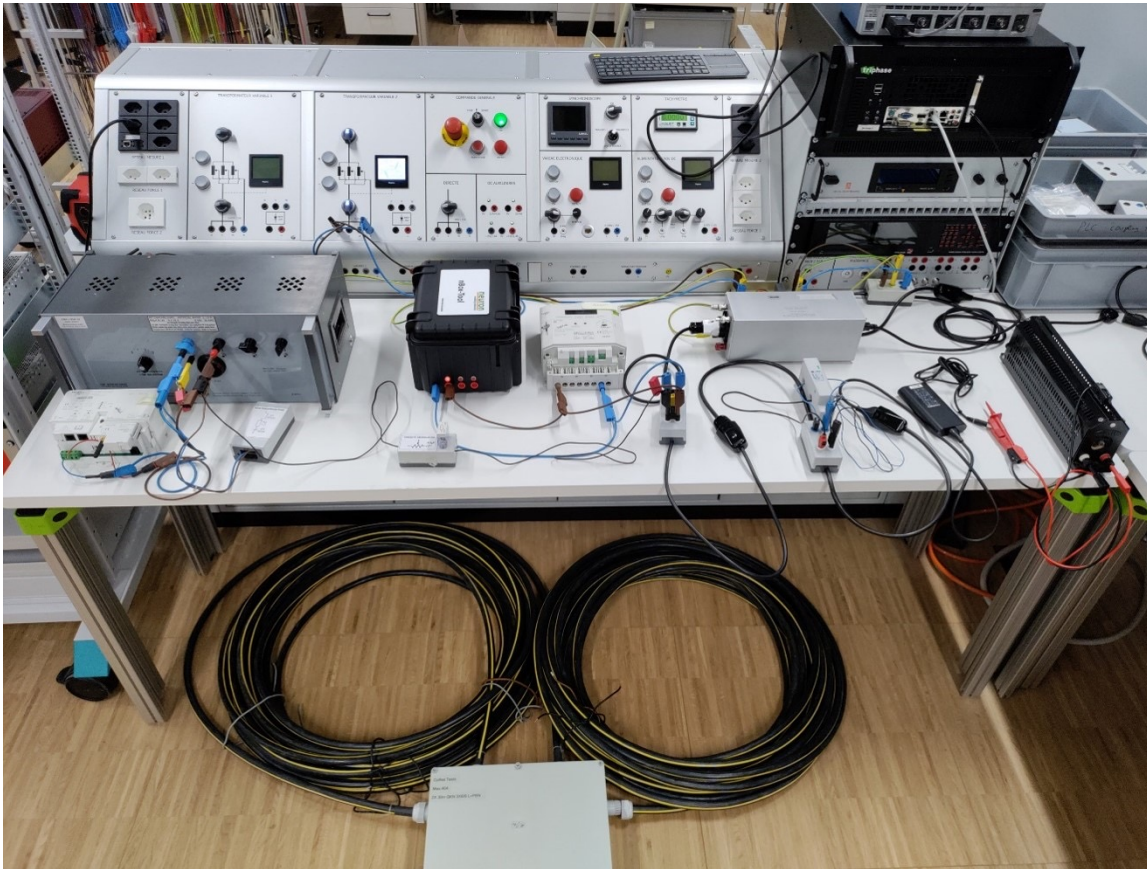
PLC-Laborversuche

- Prüfstand nach ETSI TS 103 909 V1.1.1, Power Line Performance Test Method Guide
- Simulation der Leitungsdämpfung mit Hilfe eines variablen Widerstands VR_1
- Versuche mit einem 90 W PFC Laptop Adapter



PLC-Laborversuche

- Prüfstand nach ETSI TS 103 909 V1.1.1, Power Line Performance Test Method Guide



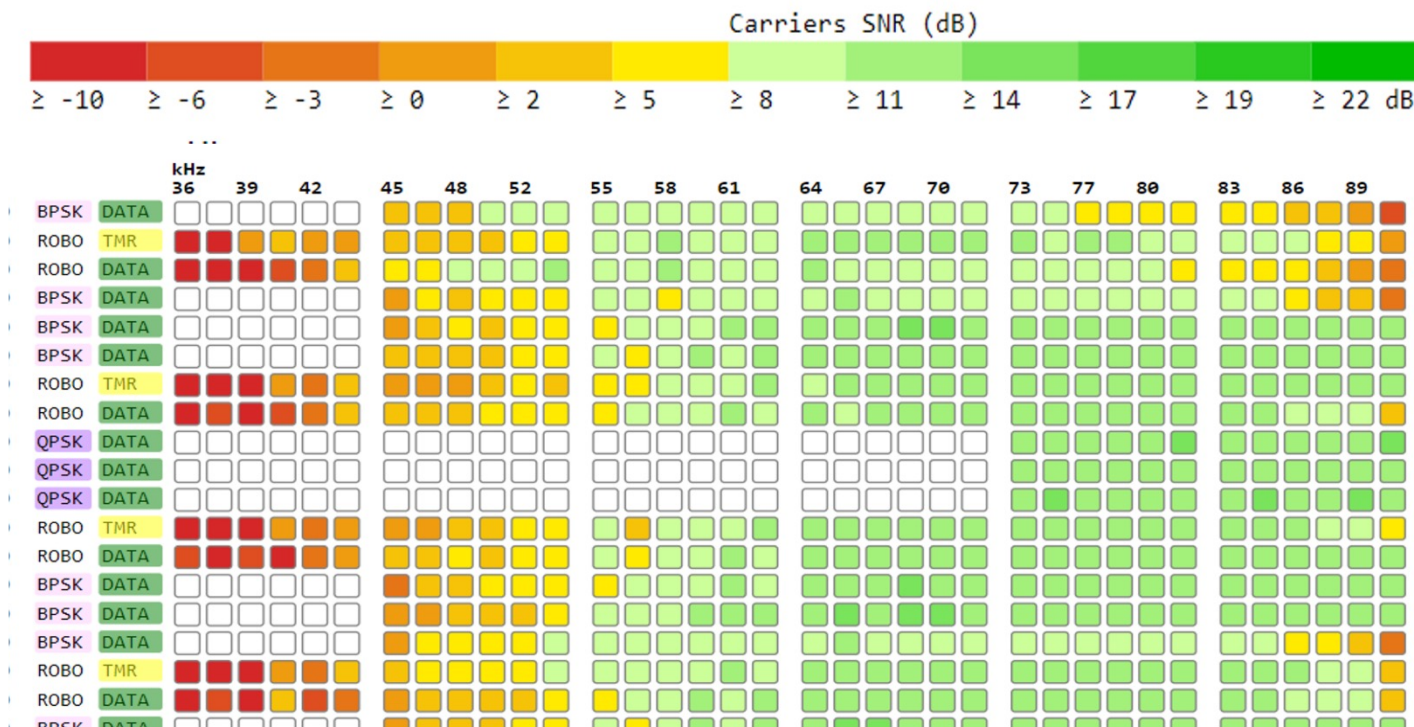
nBox-Tool

neuron
enabling networks

Rauschanalysator, Signalanalysator,
Paket/Frame Sniffer, Paketanalysator,
Datenlogger, Protokollanalysator

PFC Adapter – No LIS – No EMC Filter - $R_{LINE}=100\text{ Ohm}$

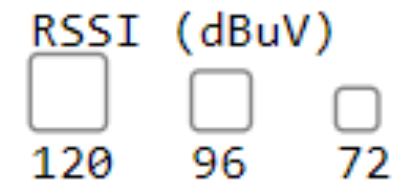
- Relativ schlechte Signaluebertragung trotz niedrigem Rauschpegel ($F_n < 40\text{ kHz}$)
- Poor 'RSSI' out of $55\text{ kHz} < F_n < 85\text{ kHz}$



SNR

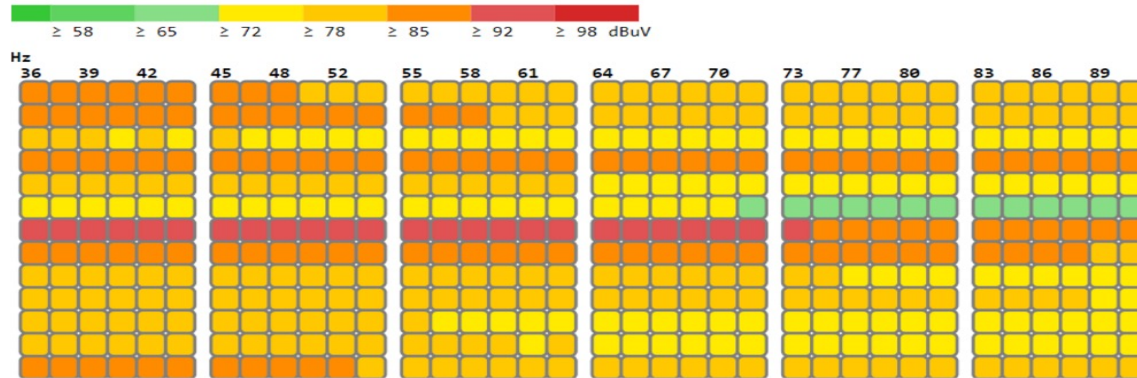
RSSI

(Received Signal Strength Indicator: Maß dafür, wie gut ein Gerät Signale von jedem Zugangspunkt oder von einem bestimmten Router hören, erkennen und empfangen kann.)

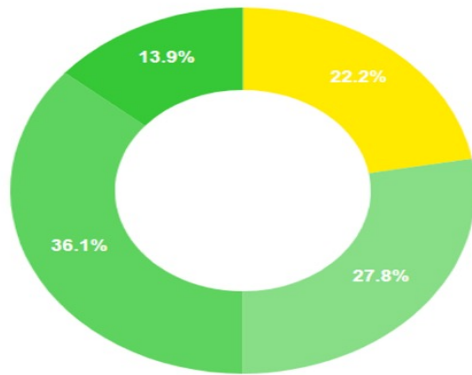


PFC Adapter– Filter in // - LIS

Relative gute Signaluebertragung trotz niedrigem SNR



LQI distribution



LQI	SNR	%	Count
[0-31]	-10<dB<-2	0%	0
[32-47]	-2<dB<2	0%	0
[48-63]	2<dB<6	0%	0
[64-79]	6<dB<10	0%	0
[80-95]	10<dB<14	22.2%	8
[96-111]	14<dB<18	27.8%	10
[112-127]	18<dB<22	36.1%	13
[128-143]	22<dB<26	13.9%	5
[144-255]	24<dB<54	0%	0

LQI

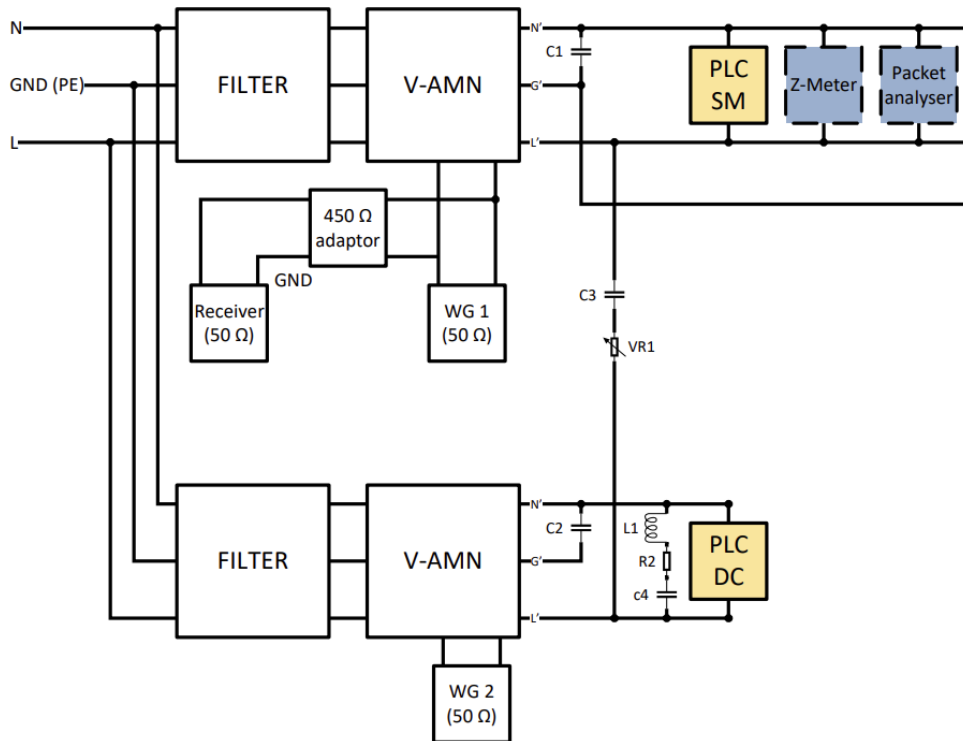
Link Quality Indicator:

Maß für die Stärke oder die Qualität eines empfangenen Daten Pakets in Kommunikations Netzwerke.

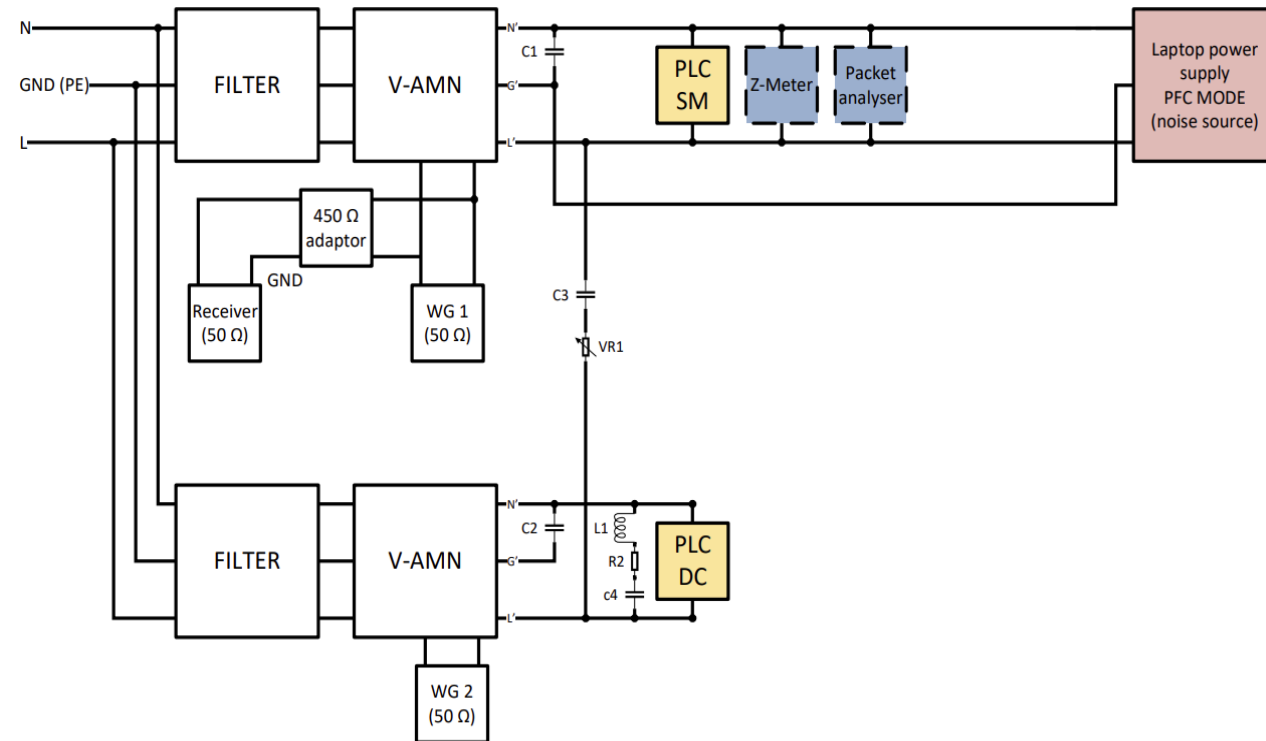
LQI sollte > 100 sein

Prüfszenarien:

Case 0 : No LIS, no load



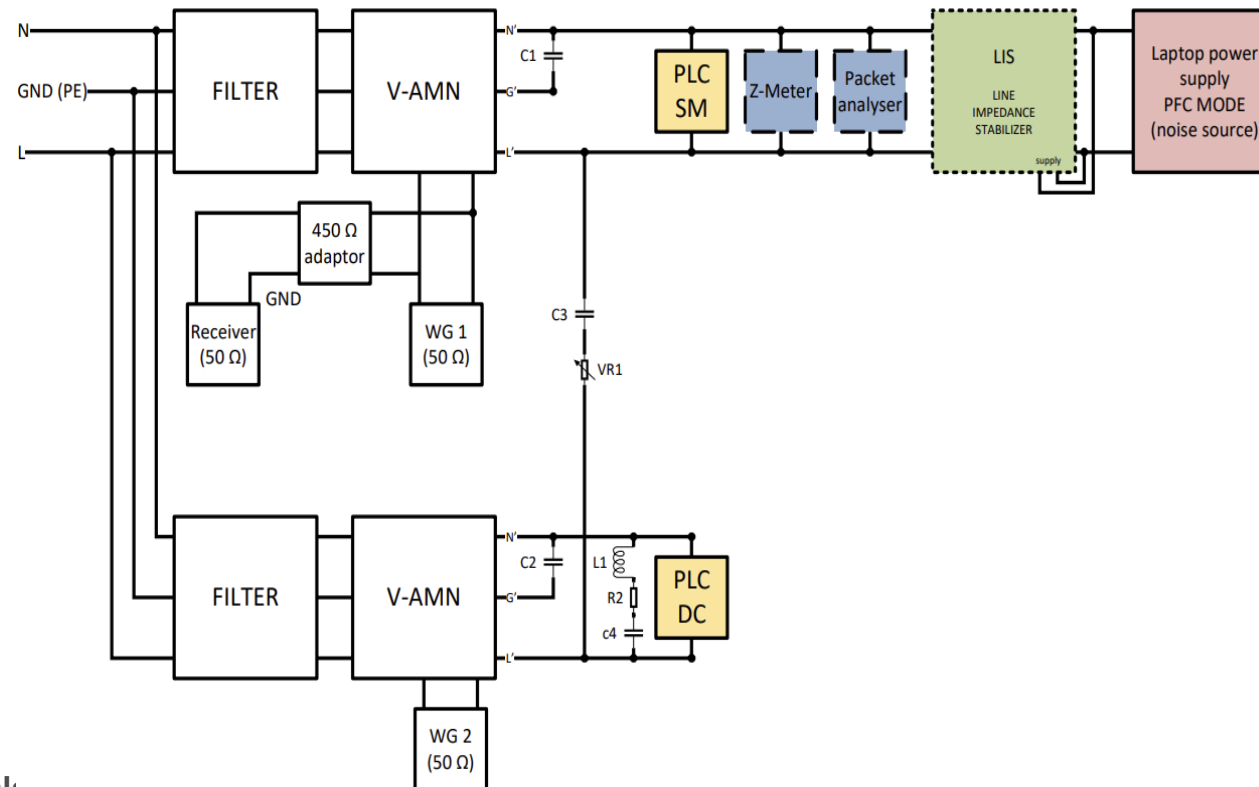
Case 1 : No LIS, with load



Prüfszenarien::

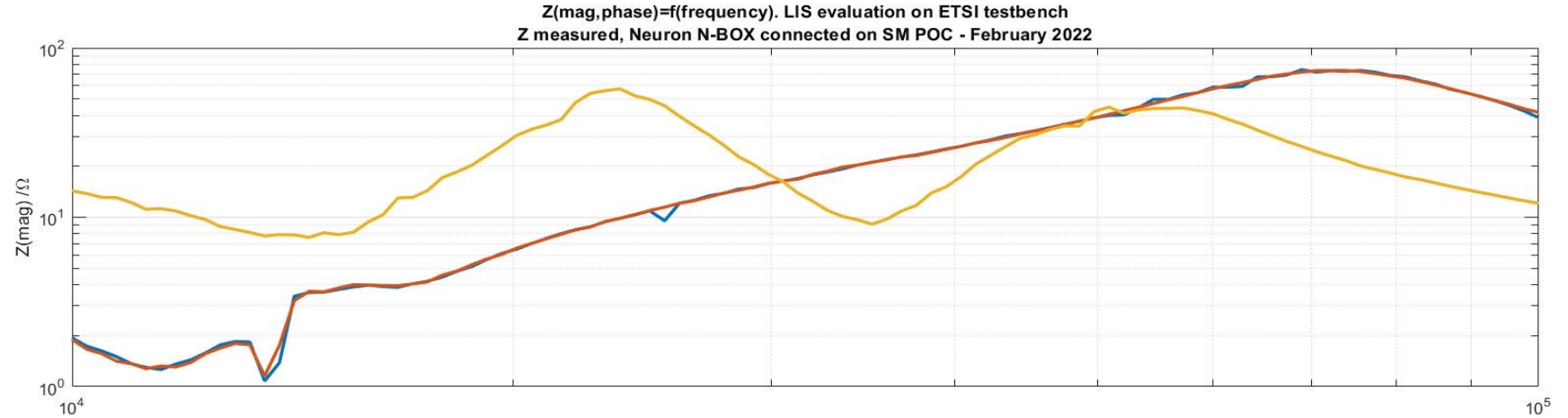
Case 2 : LIS with load

Case 2' : LIS with load (NO PE)

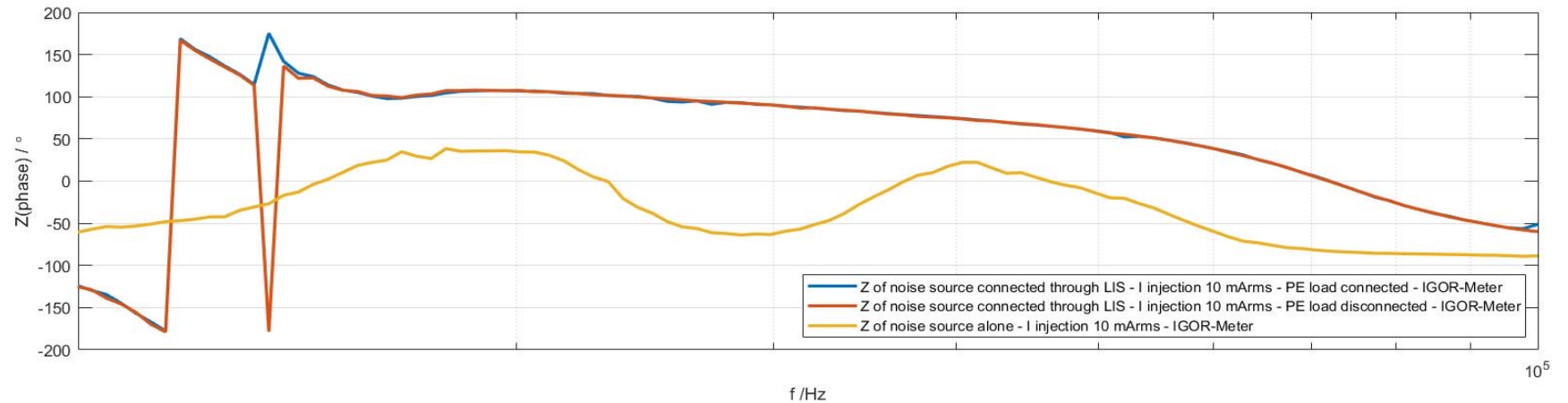


Gemessene Netzimpedanz

Case 1 ---
Case 2 ---
Case 2' ---



$F = 10 \dots 100 \text{ kHz}$
 $Z = 10^0 \dots 10^2 \text{ Ohm}$
 $\varphi_Z = -200 \dots +200^\circ$



4.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

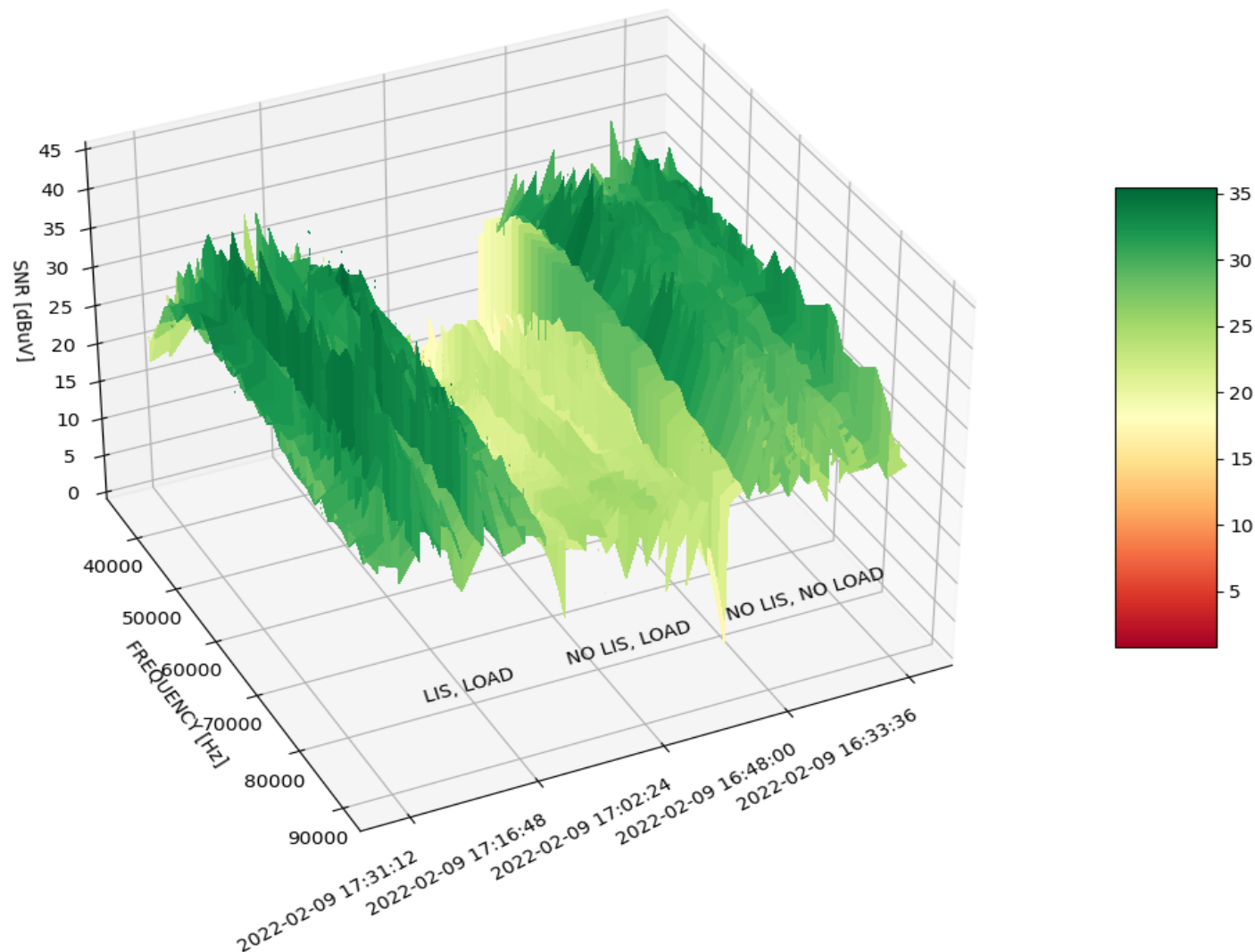
Results and conclusions

source: www.ethz.ch

SNR DC : Case 0 → Case 1 → Case 2

(no LIS, no load) (no LIS, load) (LIS, load)

SNR with and without LIS
(SRC: data concentrator)



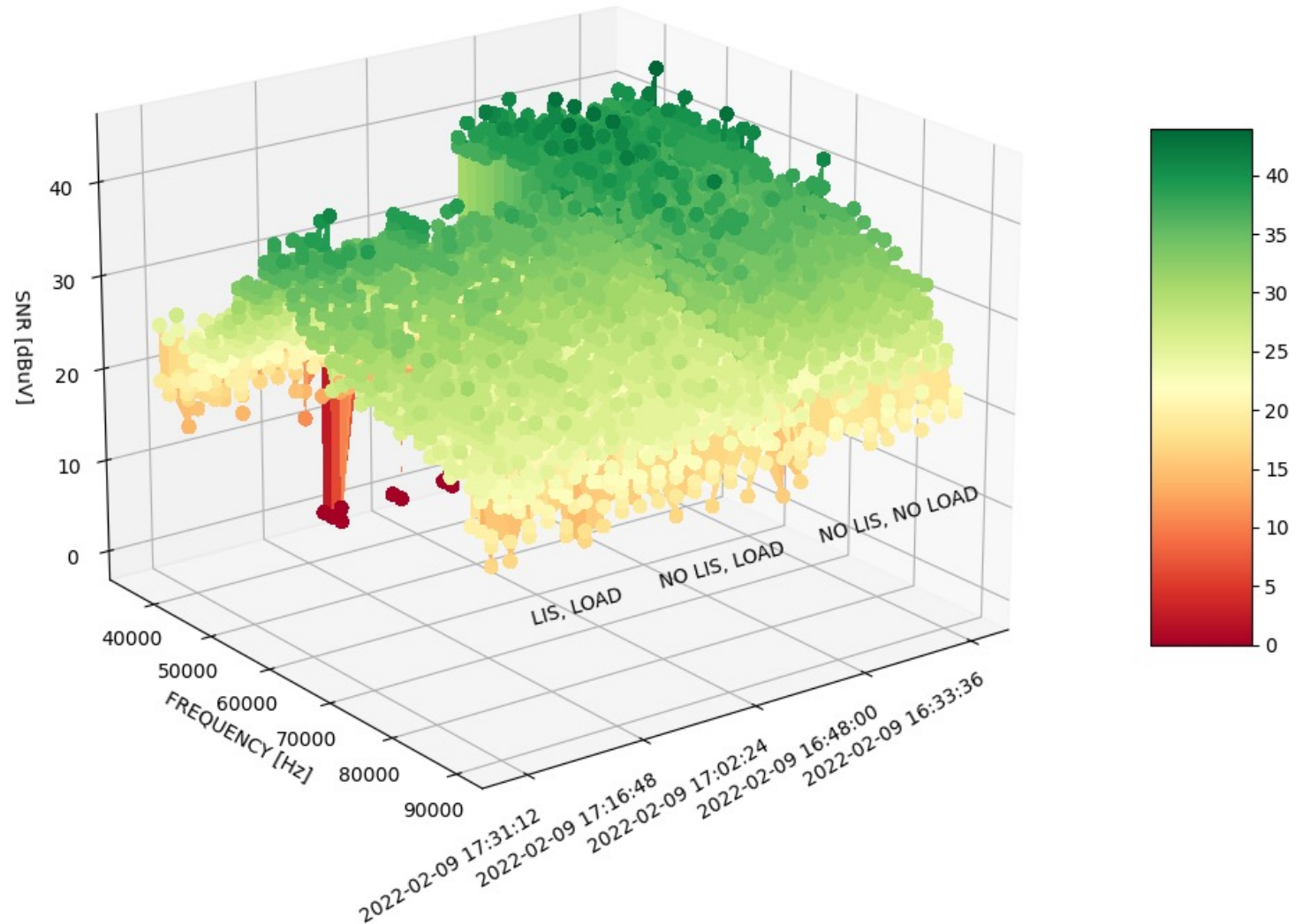
SNR SM : Case 0 → Case 1 → Case 2

(no LIS, no load)

(no LIS, load)

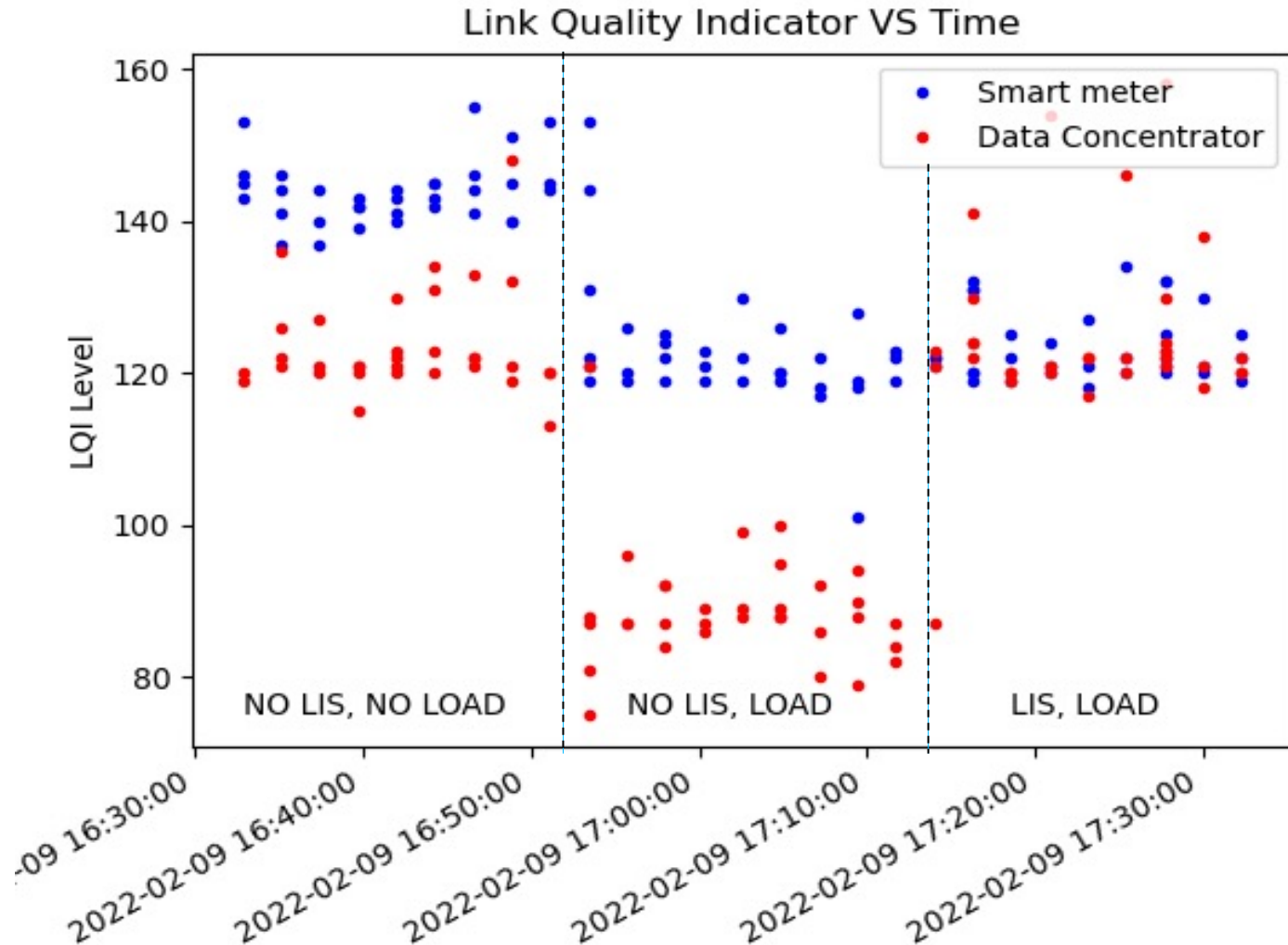
(LIS, load)

SNR with and without LIS
(SRC: data concentrator)



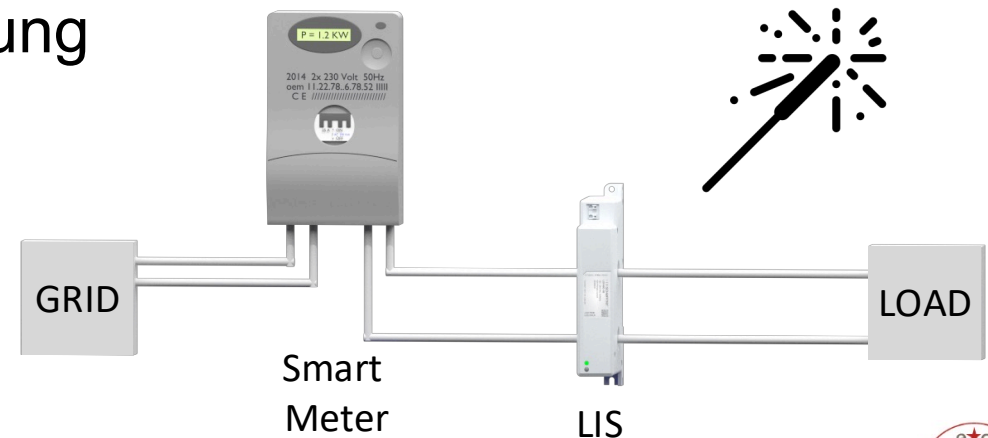
LQI : Case 0 → Case 1 → Case 2

(no LIS, no load) (no LIS, load) (LIS, load)



Schlussfolgerungen

- Der ETSI Prüfstand zusammen mit Neuron N-Box is Funktionsfähig
- Signal Noise Ratio definiert die Leistungsübertragung nicht allein
→ Die Frequenzabhängige Impedanz hat einen starke Einfluss
- Der Netzimpedanz wird mit LIS eigentlich erhöht und ist mehr stabil auf den gesamten CENELEC A Frequenzband
- LIS verbessert die PLC Datenübertragung





Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE

Acknowledgment:

The research activities presented here
where mainly funded by :

Swiss Federal Office of Energy SFOE
Energy Research and Cleantech Division

SFOE contract number: SI/501715-01

