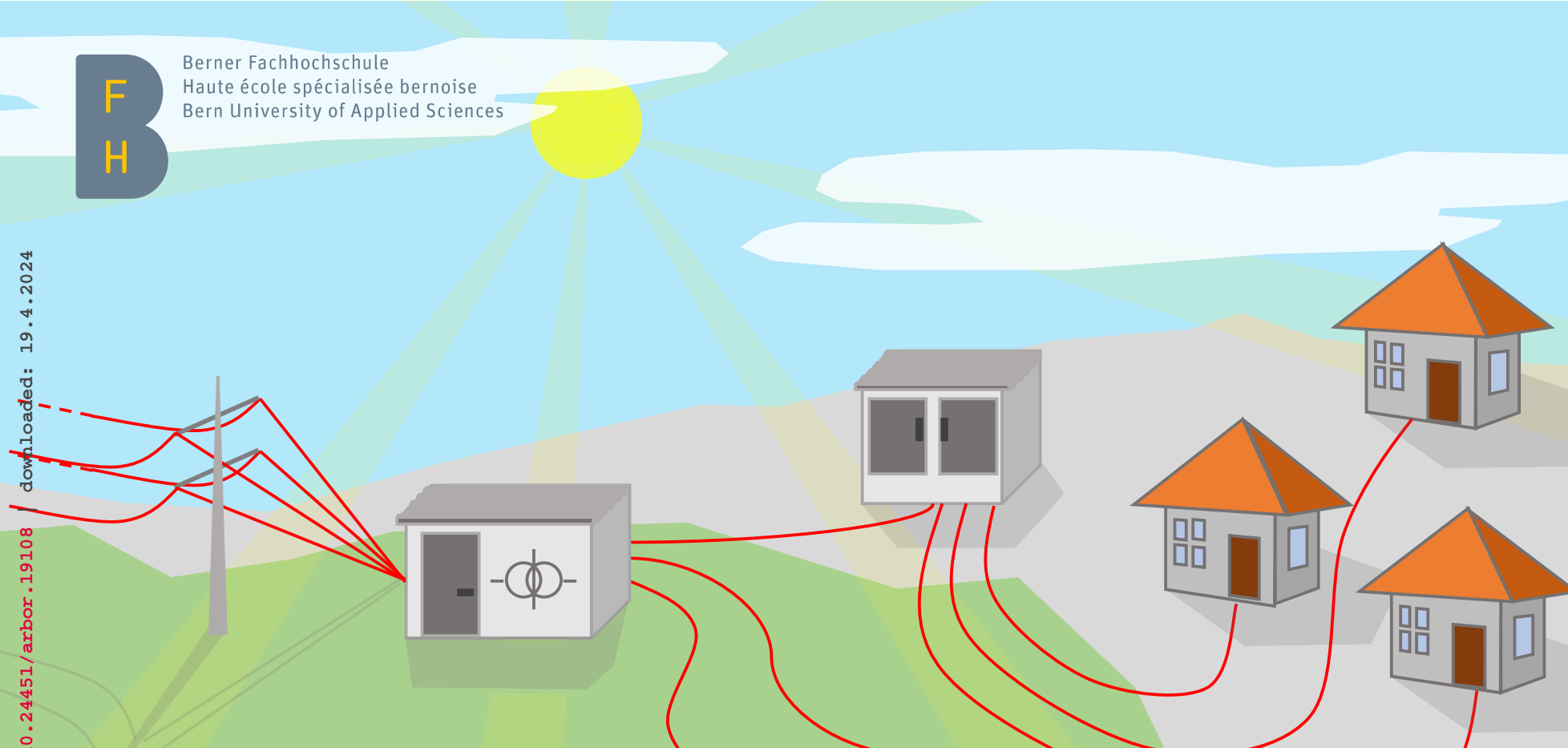




Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences

source: <https://doi.org/10.24451/arb.19108> downloaded: 19.4.2024



# Nutzung von Qualitätsreserven in elektrischen Verteilnetzen

*Das Projekt QuVert*

Swisspower, Online, 24. November 2022

► Stefan Schori, Tenure-Track-Professor, Berner Fachhochschule

# BFH-Zentrum Energiespeicherung



- ▶ Die Berner Fachhochschule konzentriert ihre Forschung zum Thema **Stromnetze** und **elektrochemische Speichertechnologien** im Gebäude des Switzerland Innovation Park Biel/Bienne.
- ▶ [bfh.ch/energy](https://bfh.ch/energy)
- ▶ [3D-Rundgang](#)

# Warum haben wir das Projekt gestartet?

## Bisheriges Vorgehen bei der Umsetzung eines Netzanschlusses:

1. Beurteilung des Anschlussgesuchs (z. B. nach TR EMV&PQ DACHCZ)
2. Anschluss wird bewilligt, wenn die Beurteilungskriterien erfüllt sind
3. Anschluss wird realisiert (allenfalls mit Netzverstärkung)
4. Betrieb im Blindflug, da man ja genügend Reserven hat

## Aber:

- ▶ Ist dieses Vorgehen heute noch zu rechtfertigen?
- ▶ Könnten Anschlüsse über die Grenzen der DACHCZ-Regeln hinaus bewilligt werden?
  - ▶ Wie wäre der Einfluss auf die EN 50160?
- ▶ Bessere Ausnutzung der Netze und Vermeidung von Ausbau durch Überwachung?

# BFE-Projekt QuVert

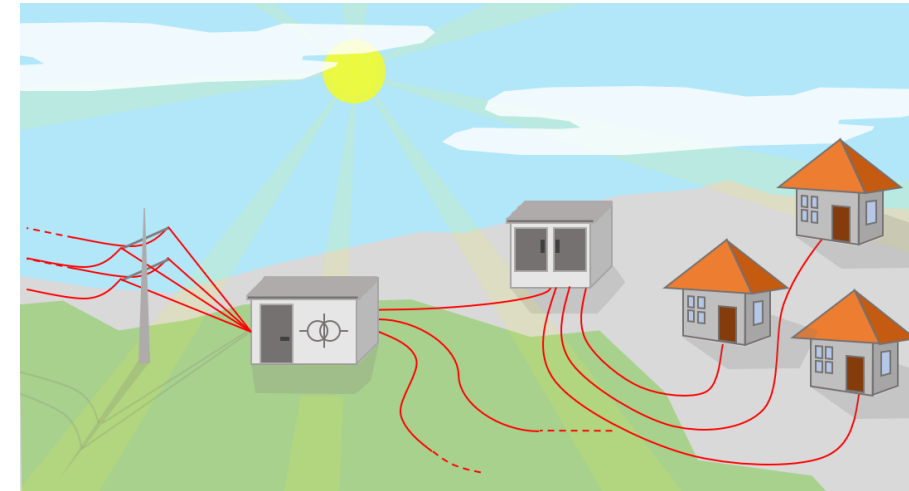
## Nutzung von Qualitätsreserven in elektrischen Verteilnetzen

**Partner:** AEW, BFH, Camille Bauer Metrawatt, Energie Thun, ESB, IB-Murten, Primeo Energie, Repower, SIG und HES-SO

**Unterstützt durch:** Bundesamt für Energie BFE

**Projektkosten:** 1'284'440 CHF

**Dauer:** 12/2020-3/2024



### Projektziele:

- ▶ Auslastung und Spannungsqualität bei Anwendung der heutigen Anschlussregeln
- ▶ Auswirkungen auf das Netz durch Zubau von Anlagen ohne Massnahmen
- ▶ Netzausbau im Vergleich mit den anderen Massnahmen
- ▶ Betriebswirtschaftlicher Vergleich der Massnahmen
- ▶ Beurteilung der heutigen Normen mit Blick auf die Zukunft
- ▶ Generisches Überwachungskonzept

**Aufgaben BFH:** Projektleitung, Messkampagnen, Datenanalyse, Simulationen, Konzepte, Empfehlungen



Berner  
Fachhochschule



CAMILLE BAUER



REPOWER



Ihre Energie.

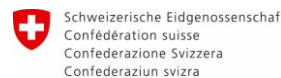


IBMURTEN

Gut versorgt. Bien servi.



da wo du bist



Bundesamt für Energie BFE

# Agenda

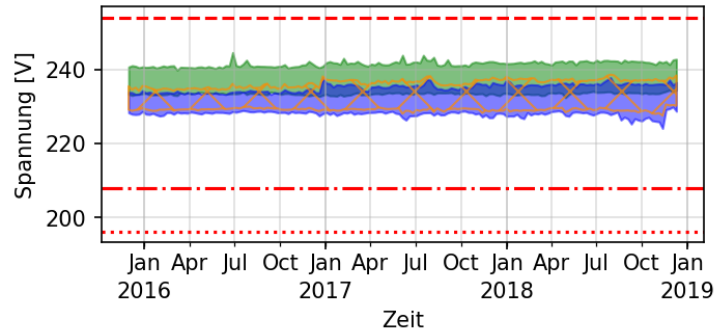
1. Spannungsqualität und Netzauslastung bei Anwendung der aktuellen Regeln (z. B. TR EMV&PQ DACHCZ) zur Beurteilung von Anschlussgesuchen
2. Einfluss von verschiedenen Netztopologien und Belastungszuständen auf die Spannungsqualität
3. Empfehlungen für Massnahmen (Überwachung, Smart Grid, Netzausbau/-verstärkung) beim Netzbau und Netzbetrieb

# 1. Spannungsqualität und Netzauslastung bei Anwendung der aktuellen Regeln (z. B. TR EMV&PQ DACHCZ) zur Beurteilung von Anschlussgesuchen

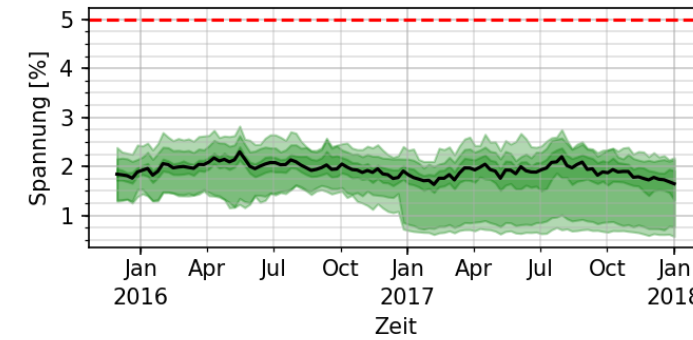
# Fragestellung

- ▶ Welche Netzauslastung und Spannungsqualität ergibt sich bei einer Anwendung der aktuellen Regeln (z. B. TR EMV&PQ DACHCZ) der Verteilnetzbetreiber zur Beurteilung von Anschlussgesuchen?

# Langzeitdatenanalyse aus dem Projekt OptiQ

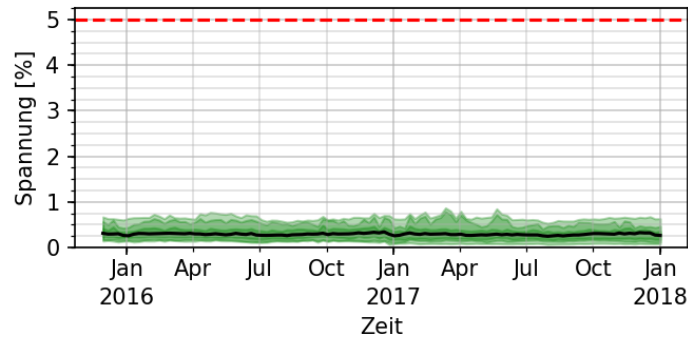


Spg. L1-N

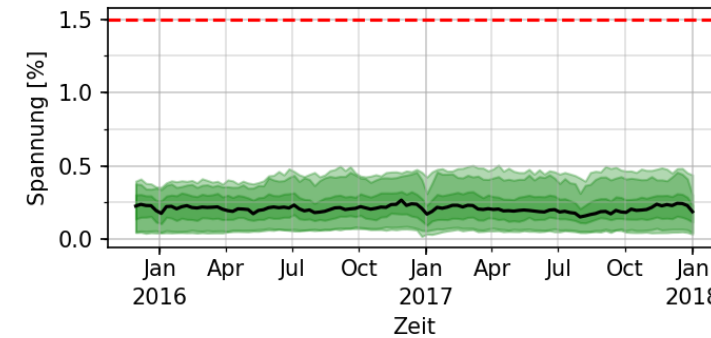


Anzahl Messpunkte: 69  
— Median  
- - - 7. Harm Grenzwert

7. Harmonische

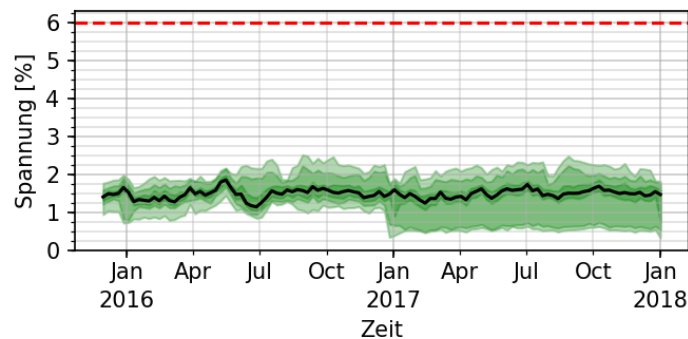


3. Harmonische

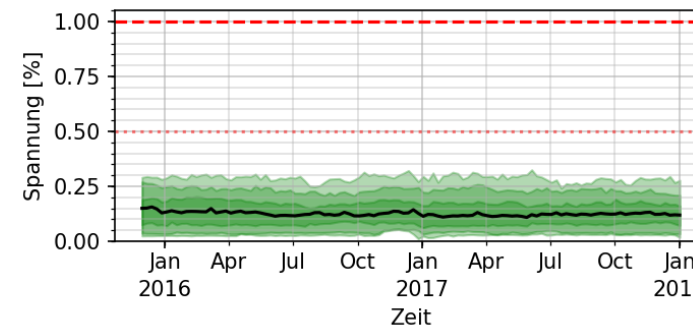


Anzahl Messpunkte: 69  
— Median  
- - - 9. Harm Grenzwert

9. Harmonische



5. Harmonische



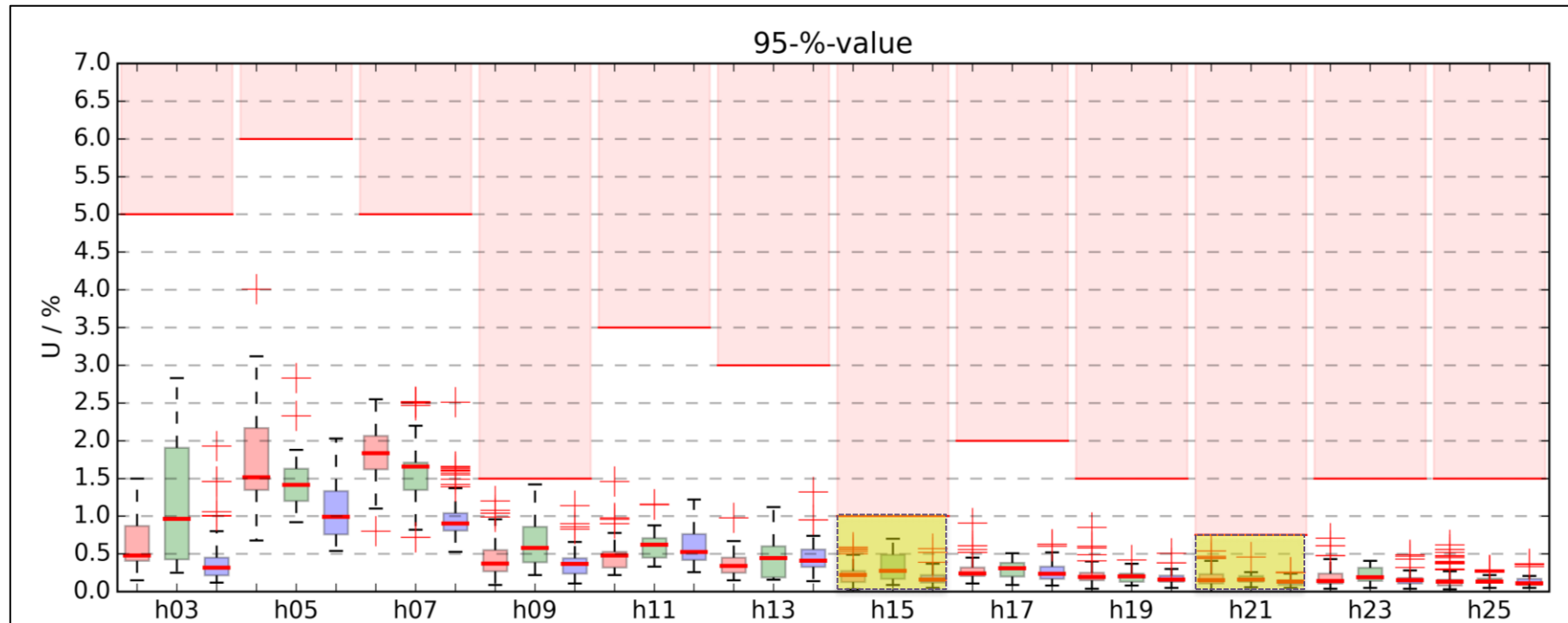
Anzahl Messpunkte: 69  
— Median  
- - - 15. Harm Grenzwert (Alt)  
- - - 15. Harm Grenzwert (Neu)

15. Harmonische



# PQ-Statistik der BFH

## Spannungsharmonische (mit neuen Grenzwerten EN 50160:2020-11)



Städtisch: 128 Messungen

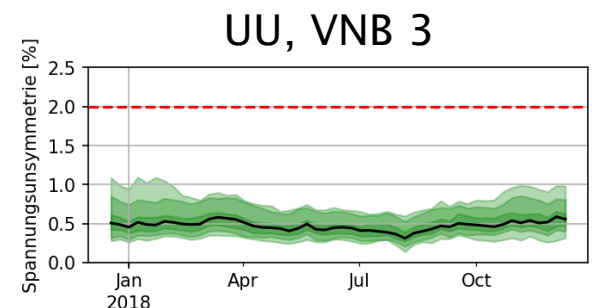
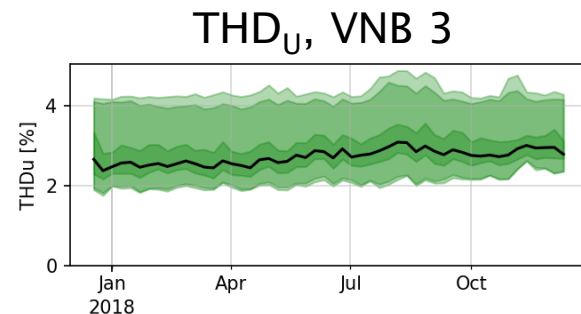
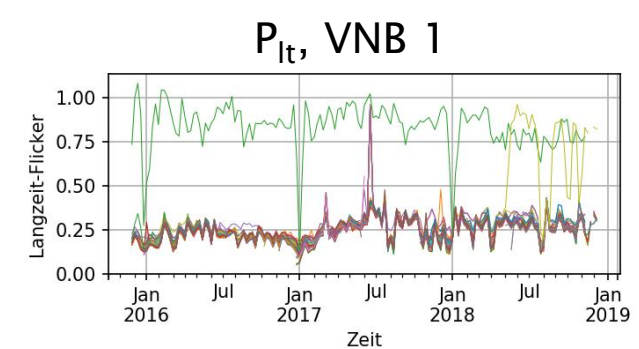
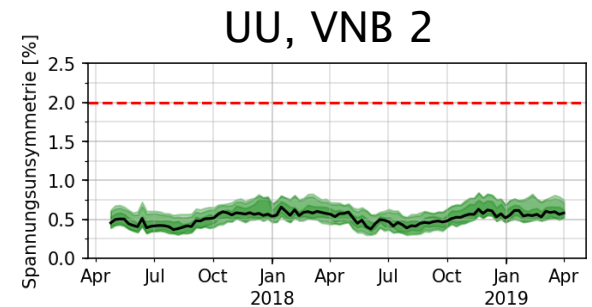
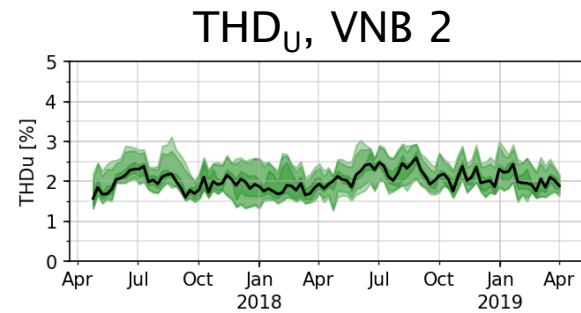
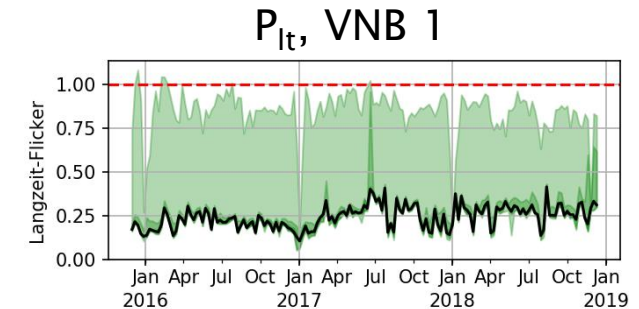
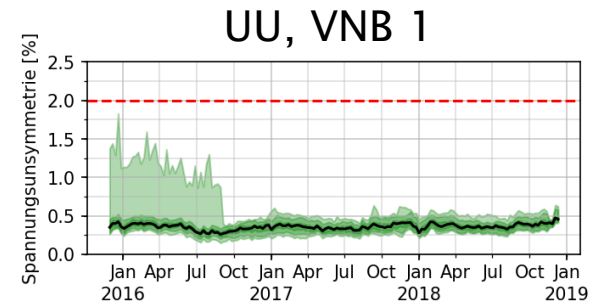
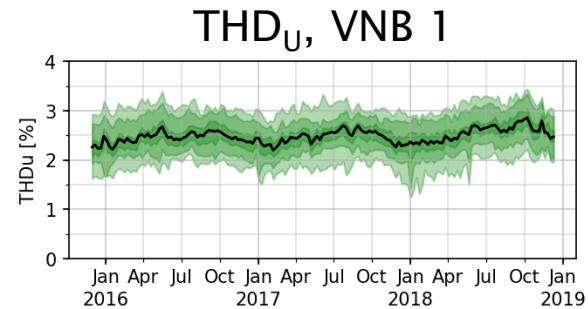
Agglomeration: 86 Messungen

Ländlich: 76 Messungen

Harmonische	Grenzwert [%]	
	EN 50160:2010	EN 50160:2020-11
h15	0.5	1
h21	0.5	0.75

→ Anmerkung: In der EN 61000-2-2 wurden die Werte nicht verändert

# Langzeitdatenanalyse aus dem Projekt OptiQ



Grenzwert = 1

Grenzwert = 8 %

Grenzwert = 2 %

VNB 1: 69 Messpunkte  
VNB 2: 10 Messpunkte  
VNB 3: 56 Messpunkte

## 2. Einfluss von verschiedenen Netztopologien und Belastungszuständen auf die Spannungsqualität

# Fragestellung





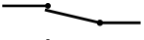




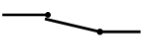





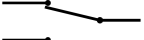



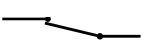




- ▶ Wie verändert sich die Spannungsqualität und die Netzauslastung beim Zu-/Ausschalten von Anlagen sowie bei Veränderungen der Netztopologie?

# Vorgehen bei den Messkampagnen



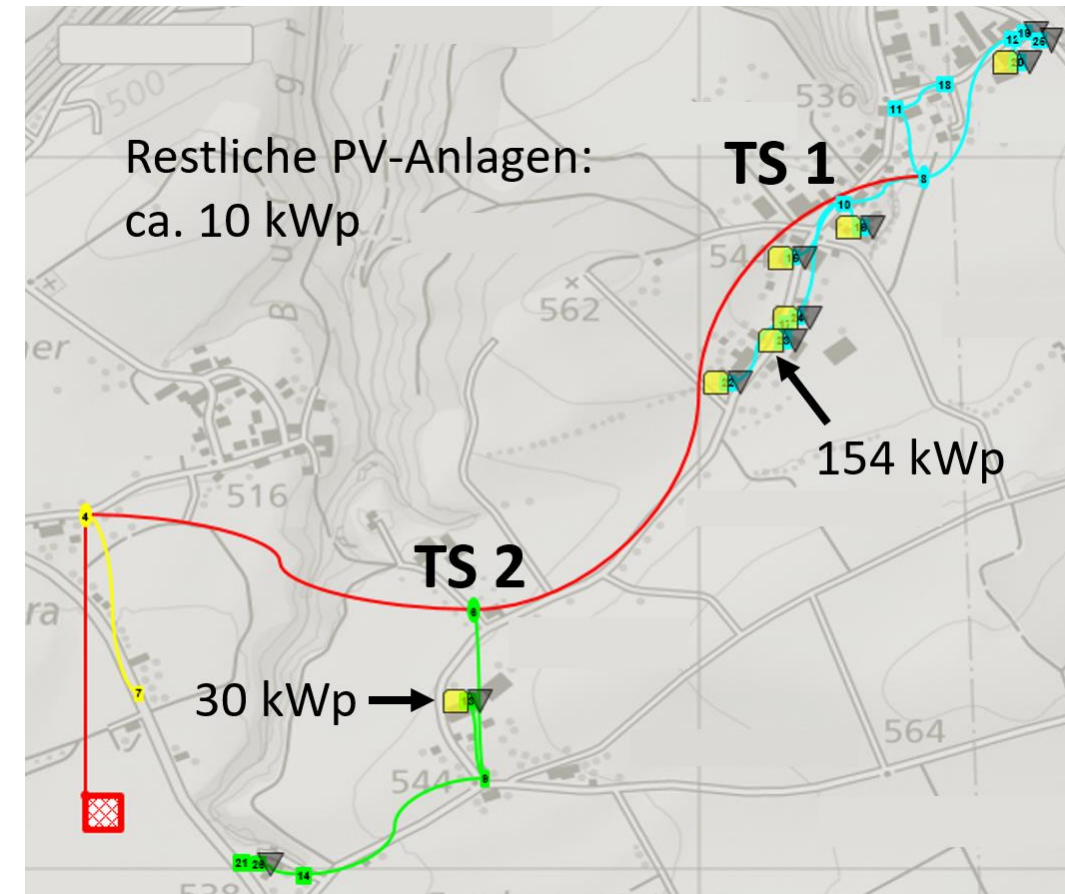
- ▶ Dieses Vorgehen erfolgt bei sechs verschiedenen Verteilnetzbetreibern

# Netzauswahl

	Ladeinfrastruktur/ Elektromobilität	PV-Anlagen	Wärmepumpen	Kälteanlagen	Batteriespeicher	Landwirtschaft/ Industrie	Umschaltung der Netztopologie
Netz 1							
Netz 2							
Netz 3							
Netz 4							
Netz 5							
Netz 6							

# Netz 2

- ▶ Gemäss Simulation nach den D-A-CH-CZ-Regeln bereits kritische Spannungserhöhungen grösser 3 %
- ▶ Durch Umschaltung ist die Verbindung von zwei Trafokreisen möglich
- ▶ Verursacht die Belastung über die Grenzen der DACHCZ-Regeln hinaus Grenzwertverletzungen gemäss EN 50160? Wie gross sind die Reserven?



# Datenerfassung

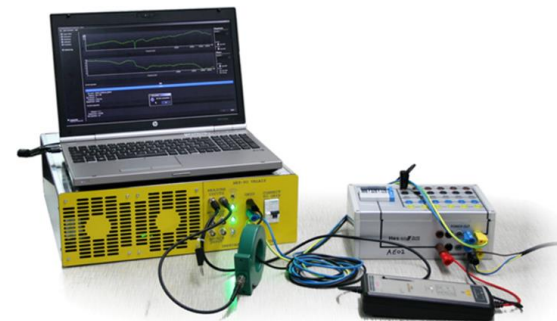
- ▶ 6+ Verteilnetze
- ▶ Erfassung von PQ- und Leistungsdaten während bis zu einem Jahr
- ▶ Punktuelle Messung von Kurzschlussleistung und frequenzabh. Netzimpedanz



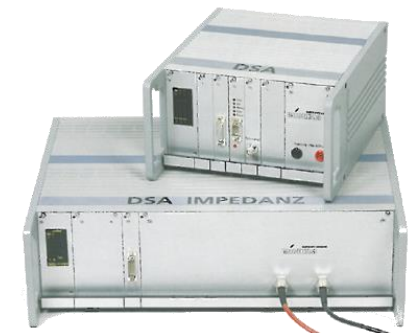
LINAX PQ5000  
(Camille Bauer Metrawatt)



LINAX PQ5000-MOBILE  
(Camille Bauer Metrawatt)



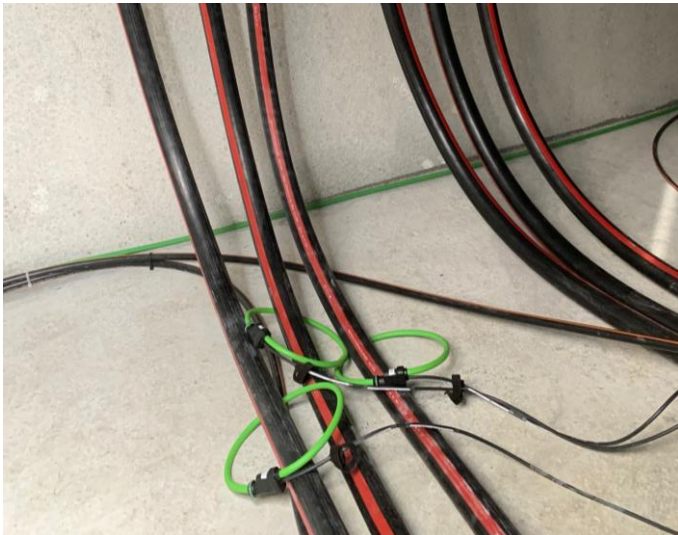
IGOR V, HES-SO Valais-Wallis  
(Netzimpedanz 1-500 kHz)



DSA, Michels Datentechnik  
(Netzimpedanz 0.05-2.5 kHz)



# Eindrücke aus den Messkampagnen



### 3. Empfehlungen für Massnahmen (Überwachung, Smart Grid, Netzausbau/-verstärkung) beim Netzbau und Netzbetrieb

# Fragestellung

- ▶ Welche Massnahmen sind technisch sinnvoll und im betriebswirtschaftlichen Vergleich am günstigsten?

# Empfehlung für Massnahmen

- 1. Kein/e Netzausbau/-verstärkung erforderlich, da aufgrund der untersuchten Szenarien genügend Reserven vorhanden sind***

*Auswertekriterium:*

*Die Grenzwerte nach EN 50160 werden mit einer hohen Wahrscheinlichkeit eingehalten.*

# Empfehlung für Massnahmen

## **2. Punktuelle Massnahmen (Smart Grid) erforderlich aufgrund der untersuchten Szenarien**

*Auswertekriterium:*

*Die Grenzwerte nach EN 50160 werden an vereinzelt Netzknoten während weniger als 95 % der Zeit eingehalten.*

# Empfehlung für Massnahmen

## **3. Umfassende/r Netzausbau/-verstärkung erforderlich aufgrund der untersuchten Szenarien**

*Auswertekriterium:*

*Die Grenzwerte nach EN 50160 werden an einer Vielzahl von Netzknoten während weniger als 95 % der Zeit eingehalten.*

# Empfehlung für Massnahmen

- 4. Neuer Lösungsansatz: Kein/e Netzausbau/-verstärkung erforderlich, aber eine kontinuierliche Überwachung der Spannungsqualität um sicherzustellen, dass die EN 50160 nicht verletzt wird**
- Bestimmung der relevanten Messparameter und Erarbeitung eines **generischen Überwachungskonzepts** (Gezielte Überwachung der Spannungsqualität und Auslastung)

# Zum Mitnehmen

- ▶ Spannungsqualität in den Verteilnetzen ist hoch
- ▶ Grosse Reserven und nur punktuelle Probleme
- ▶ Netze im Projekt bewusst über die Grenzen der heutigen Regeln hinaus belasten
- ▶ Bewirkt dies Verletzungen der EN 50160?
- ▶ Spätestens im Frühjahr 2024 werden wir dazu mehr wissen





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

[bfh.ch/energy](https://bfh.ch/energy)

[3D-Labor-Rundgang](#)

[Projektschlussbericht](#)

**BFH-Zentrum Energiespeicherung**  
Labor für Elektrizitätsnetze  
Aarbergstrasse 46  
CH-2503 Biel

Stefan Schori  
Michael Höckel

[sos1@bfh.ch](mailto:sos1@bfh.ch)  
[hkm1@bfh.ch](mailto:hkm1@bfh.ch)