



BFH
Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Optimierung von neuen Netzanschlüssen

Bern, 8.11.2023


► BFH, Labor für Elektrizitätsnetze: Stefan Schori, Ron Buntschu, Michael Höckel


Optimierung von neuen Netzanschlüssen

Solar-Update | Bern, 8.11.2023

Agenda

- 1 Die 3-%-Regel
- 2 Wie hoch ist die Spannungsqualität heute?
- 3 Beurteilung der Spannungsanhebung
- 4 Messen und Regeln anstatt Verstärken
- 5 Trends bei der Tarifierung



 Labor für Elektrizitätsnetze

2

Die 3%-Regel

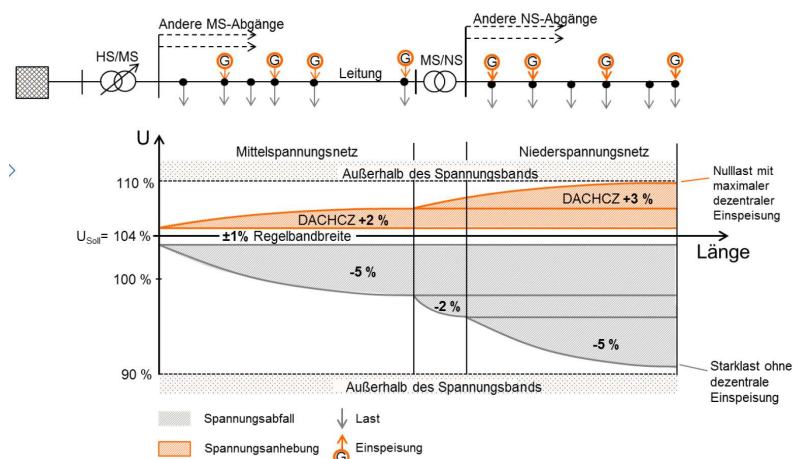
Technische Regeln für die Beurteilung von Netzurückwirkungen (D-A-CH-CZ-Regeln), Teil B: Anforderungen und Beurteilung, Abschnitt I: Niederspannung

Anforderungen:

- Im ungestörten Betrieb des Netzes darf der Betrag der von **allen Erzeugungs- und oder Speicheranlagen** verursachten **langsamen Spannungsänderung** an keinem Verknüpfungspunkt in diesem Netz einen Wert von **3% gegenüber der Spannung ohne Erzeugungsanlagen** überschreiten.

Der Netzbetreiber kann für langsame Spannungsänderungen davon abweichende Grenzwerte vorgeben, wenn die Art und Betriebsweise des Netzes dies erlauben beziehungsweise erfordern.

3%-Regel im Niederspannungsnetz



- Bei $U_{\text{Soll}} = 104\%$ → Spannung im NS-Netz bei 110 %
 - Bei $U_{\text{Soll}} = 102\%$ → Spannung im NS-Netz bei 108 %
- Die 3%-Regel ist sinnvoll und kann zu Reserven führen

Optimierung von neuen Netzanschlüssen Solar-Update | Bern, 8.11.2023

Agenda

- 1 Die 3-%-Regel
- 2 Wie hoch ist die Spannungsqualität heute?
- 3 Beurteilung der Spannungsanhebung
- 4 Messen und Regeln anstatt Verstärken
- 5 Trends bei der Tarifierung

5

LM Labor für Elektrizitätsnetze

Optimierung von neuen Netzanschlüssen Solar-Update | Bern, 8.11.2023

Die Spannungsqualität im Stromnetz

Spannung L1-N (Anzahl Messpunkte: 56)

Spannung L1-N (Anzahl Messpunkte: 69)

- +10 % Grenzwert
- -10 % Grenzwert
- ... -15 % Grenzwert
- Max, alle Werte
- Min, alle Werte
- 5 % alle Werte

- ▶ 125 Messpunkte aus dem NS-Netz
- ▶ Reserven zum oberen Grenzwert (110 %) sind vorhanden
- ▶ Sollten diese Reserven «geopfert» werden?


6

LM Labor für Elektrizitätsnetze

Optimierung von neuen Netzanschlüssen Solar-Update | Bern, 8.11.2023

Agenda

- 1 Die 3-%-Regel
- 2 Wie hoch ist die Spannungsqualität heute?
- 3 Beurteilung der Spannungsanhebung
- 4 Messen und Regeln anstatt Verstärken
- 5 Trends bei der Tarifierung

 Labor für Elektrizitätsnetze 7

Optimierung von neuen Netzanschlüssen Solar-Update | Bern, 8.11.2023


Vorgehen bei einer Beurteilung

Beispiel eines VNB


- ▶ Prüfung der TAG mit NEPLAN unabhängig von der Einspeiseleistung
- ▶ Für jede PV-Anlage

1. Leitungsauslastung

2. Spannungsanhebung



Fokus in diesem Referat: Beurteilung der Spannungsanhebung

 Labor für Elektrizitätsnetze 8

Vorgehen bei einer Beurteilung

Beispiel eines VNB

Annahmen für die Beurteilung

1. Verwendung der höheren Leistung aus DC-Leistung und WR-Leistung
2. Grundlast = 0 W (unbelastetes Netz)



Ergebnis aus NEPLAN: Spannungsanhebungen an den Netzknoten

Massnahmen bei Spannungsanhebung > 3 %

Beispiel eines VNB

Bisher

- ▶ Mitteilung an Installateur:
 - ▶ Ausbau Anschlussleitung nötig
 - ▶ Auf Kosten der Kundin
 - ▶ Vorgabe von P_{\max}

Künftig (Vorschlag)

- ▶ Spannungsanhebung > 5 %:
 - ▶ Gleiches Vorgehen wie bisher
- ▶ Spannungsanhebung 3-5 %:
 - ▶ Neubeurteilung

Massnahmen bei Spannungsanhebung 3-5 %

Beispiel eines VNB

Neubeurteilung

1. Grundlast der Anlage und der umliegenden Gebäude
2. Umliegendes Ausbaupotential
3. Einfluss auf Spannung von anderen Kundenanschlüssen
4. Berücksichtigung anderer geplanter Massnahmen im Trafokreis



Zeigen diese Gegebenheiten die Möglichkeit, auf einen Ausbau zu verzichten, wird der Kundin eine Leistungsbegrenzung in Abhängigkeit der Spannung vorgeschlagen: P(U)-Regelung

Messen und Regeln
anstatt
Verstärken

Optimierung von neuen Netzanschlüssen Solar-Update | Bern, 8.11.2023

Agenda

- 1 Die 3-%-Regel
- 2 Wie hoch ist die Spannungsqualität heute?
- 3 Beurteilung der Spannungsanhebung
- 4 Messen und Regeln anstatt Verstärken
- 5 Trends bei der Tarifierung

13

Optimierung von neuen Netzanschlüssen Solar-Update | Bern, 8.11.2023

Massnahme Leistungsbegrenzung $P(U)$

Beispiel eines VNB

- ▶ Verzicht auf Netzverstärkung, wenn:
 - ▶ $P(U)$ -Regelung aktiviert
 - ▶ Installation PQ-Messgerät zur Überwachung der Anlage
 - ▶ Abnahme durch VNB
- ▶ Vom VNB verlangte Regelung
- ▶ Regelung VSE NA/EEA-NE7 – CH 2020

P in pu

1.0

0.0

1.08

1.1

U in pu

P/P_n

100 %

0 %

1.1 U_n

1.12 U_n

U/U_n

- ▶ In dieser Anwendung: Reduktion von P sollte nur selten auftreten

14

Massnahme Leistungsbegrenzung P(U)

Beispiel eines VNB

Kosten für «Messen und Regeln»: ca. 3000 CHF

- ▶ Messgerät
- ▶ Stromwandler und Sicherung
- ▶ Arbeiten und Anpassungen am Tableau

Übersicht Testanlagen

Beispiel eines VNB

- ▶ Test des Vorgehens an drei Anlagen steht bevor

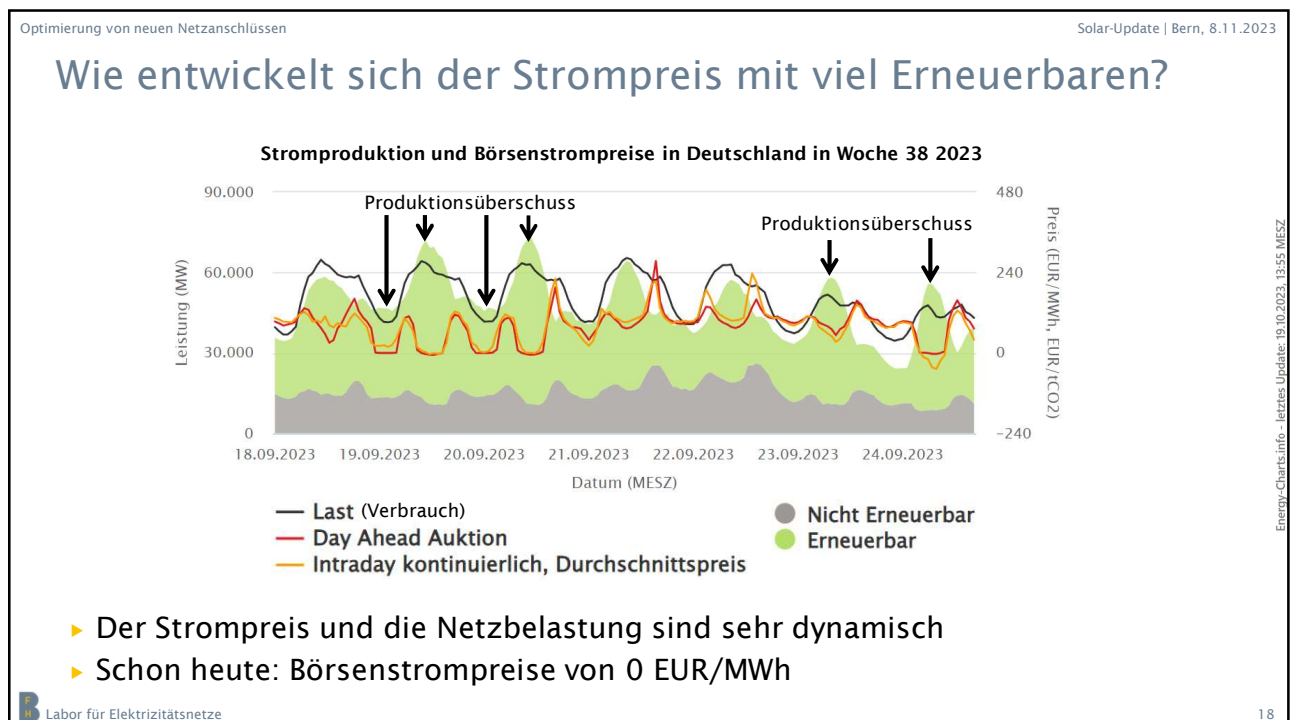
	Leistung in kW	Auslastung	U-Anhebung in %	Grundlast vorhanden	Weiteres PV-Potential	Einfluss auf	Andere Massnahmen im Netz geplant	Gesparte Kosten in CHF (Schätzung)
Anlage 1	50	Ok	4	Nein	Nein	sich selber	Nein	9'100
Anlage 2	84	Ok	5	Nein	Ja	sich selber und andere Kundinnen	Ja	54'500
Anlage 3	140	Ok	3.4	Ja	Ja	sich selber	Nein	53'950

Optimierung von neuen Netzanschlüssen Solar-Update | Bern, 8.11.2023

Agenda

- 1 Die 3-%-Regel
- 2 Wie hoch ist die Spannungsqualität heute?
- 3 Beurteilung der Spannungsanhebung
- 4 Messen und Regeln anstatt Verstärken
- 5 Trends bei der Tarifierung

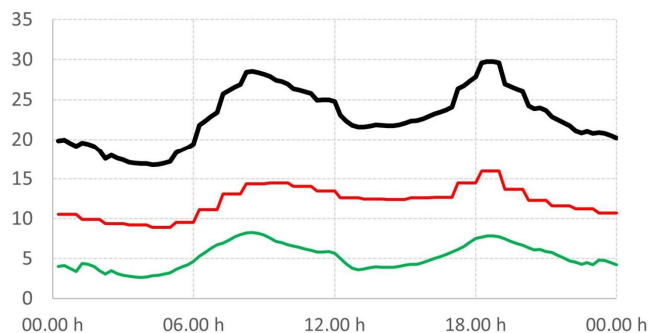
17



- ▶ Der Strompreis und die Netzbelastung sind sehr dynamisch
- ▶ Schon heute: Börsenstrompreise von 0 EUR/MWh

Trends bei der Tarifierung: Dynamische Stromtarife

Beispiel dynamischer Stromtarif [Rp/kWh]



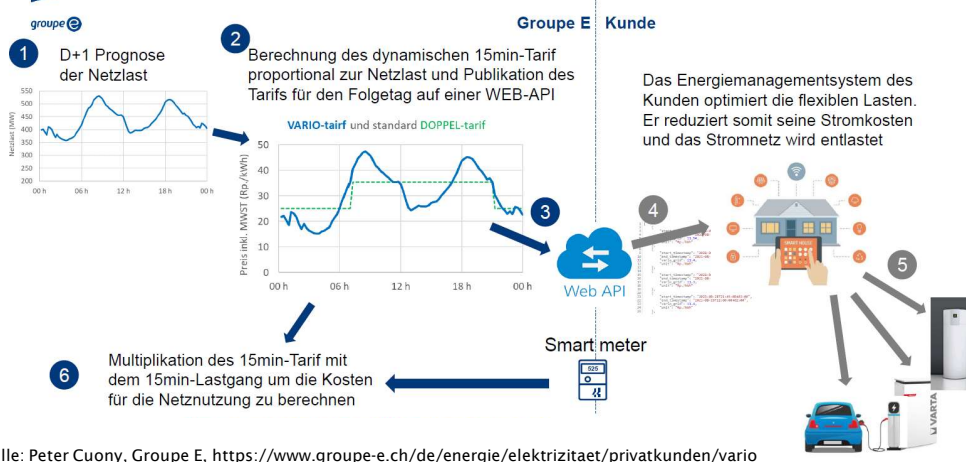
- ▶ **Grün: Dynamischer Netztarif**
Proportional zur Netzlast Groupe E am 21.1.2022
- ▶ **Rot: Dynamischer Energietarif**
Proportional zum Schweizer Spotmarktpreis am 21.1.2022
- ▶ **Schwarz: Summe der beiden Preiskomponenten**

▶ Quelle: Peter Cuony, Groupe E, <https://www.strom.ch/de/nachrichten/dynamische-tarife-fuer-ein-effizientes-stromsystem>

Trends bei der Tarifierung: Dynamische Stromtarife



Funktionsweise des dynamischen 15min-Tarif VARIO bei Groupe E



▶ Quelle: Peter Cuony, Groupe E, <https://www.groupe-e.ch/de/energie/elektrizitaet/privatkunden/vario>

Zusammenfassung und Ausblick

Berner Fachhochschule | Labor für Elektrizitätsnetze

Optimierung von neuen Netzanschlüssen

Solar-Update | Bern, 8.11.2023

Zusammenfassung und Ausblick

3-%-Regel

Macht Sinn und kann zu Reserven führen

Reserven

Soweit möglich nutzen

Flexibilität

Intelligent einsetzen, um Netzinvestitionen zu vermeiden:
Messen und Regeln anstatt Verstärken

Tarife

Berücksichtigung von Netzbelastung und Marktpreisen,
um Flexibilität anzureizen

PLANET

BFE-Projekt: Optimale Nutzung der technischen Regeln bei einer
effizienten Netzplanung



**Neue Realitäten erfordern
zeitgemässe Regeln**

bfh.ch/energy
[3D-Labor-Rundgang](#)

Bildquelle: Pixabay

Berner Fachhochschule
Labor für Elektrizitätsnetze
Aarbergstrasse 46
CH-2503 Biel

Stefan Schori
Ron Buntschu
Michael Höckel

sos1@bfh.ch
bcr1@bfh.ch
hkm1@bfh.ch

B

23