



# Netzintegration Photovoltaik & Peak-Shaving Teil 1

LAUSANNE, MÄRZ 2020

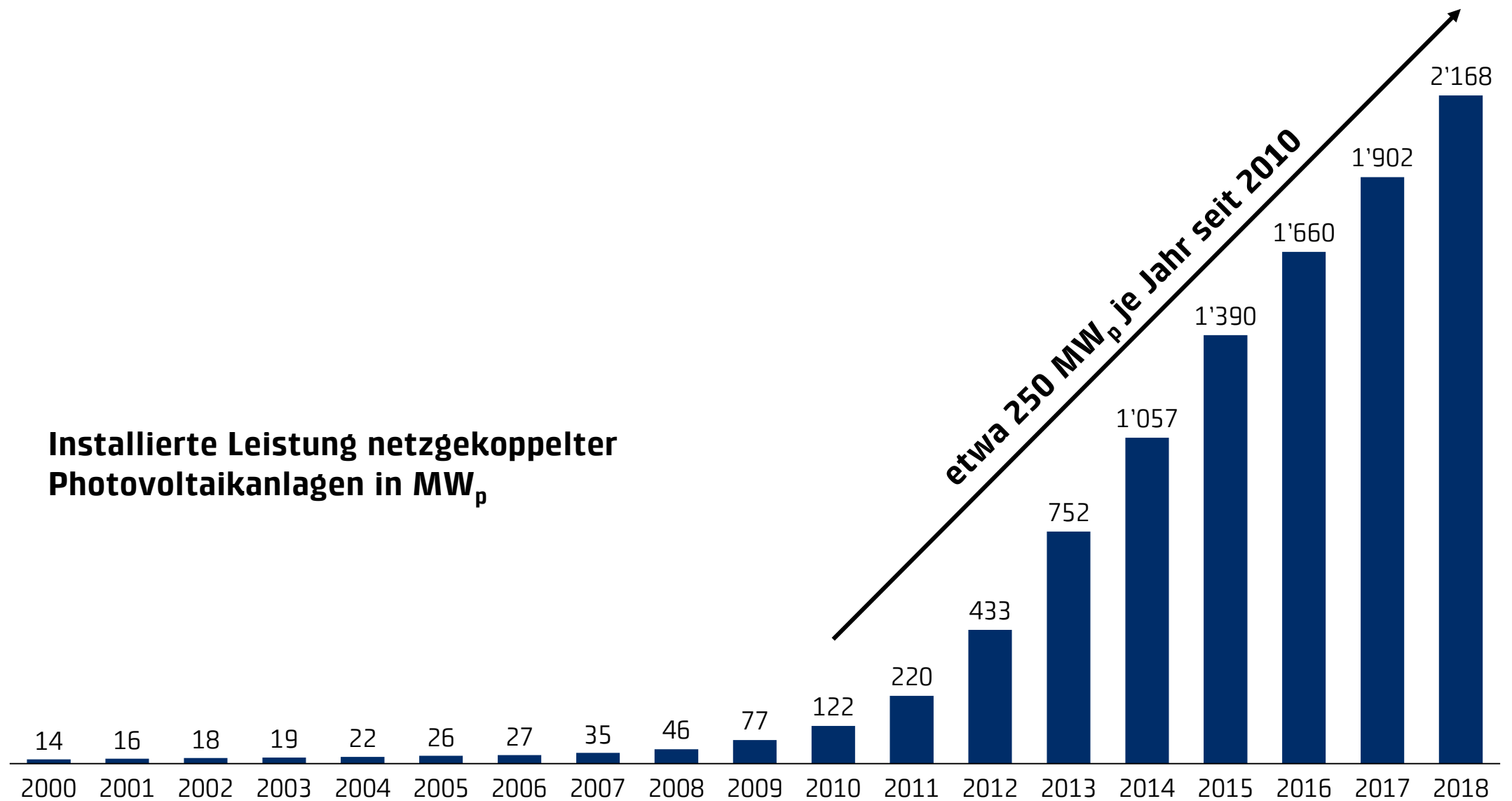


# Agenda

- Szenarien Verteilnetzbetreiber
- Auswirkungen Photovoltaikzubau im Netz und Kosten Schweizweit
- Beispiel: Simulationen im Verteilnetz Groupe E
- Beitrag der Wechselrichter zu einem effizienten Gesamtsystem
  - Blindleistung
  - Peak-Shaving
- Fazit

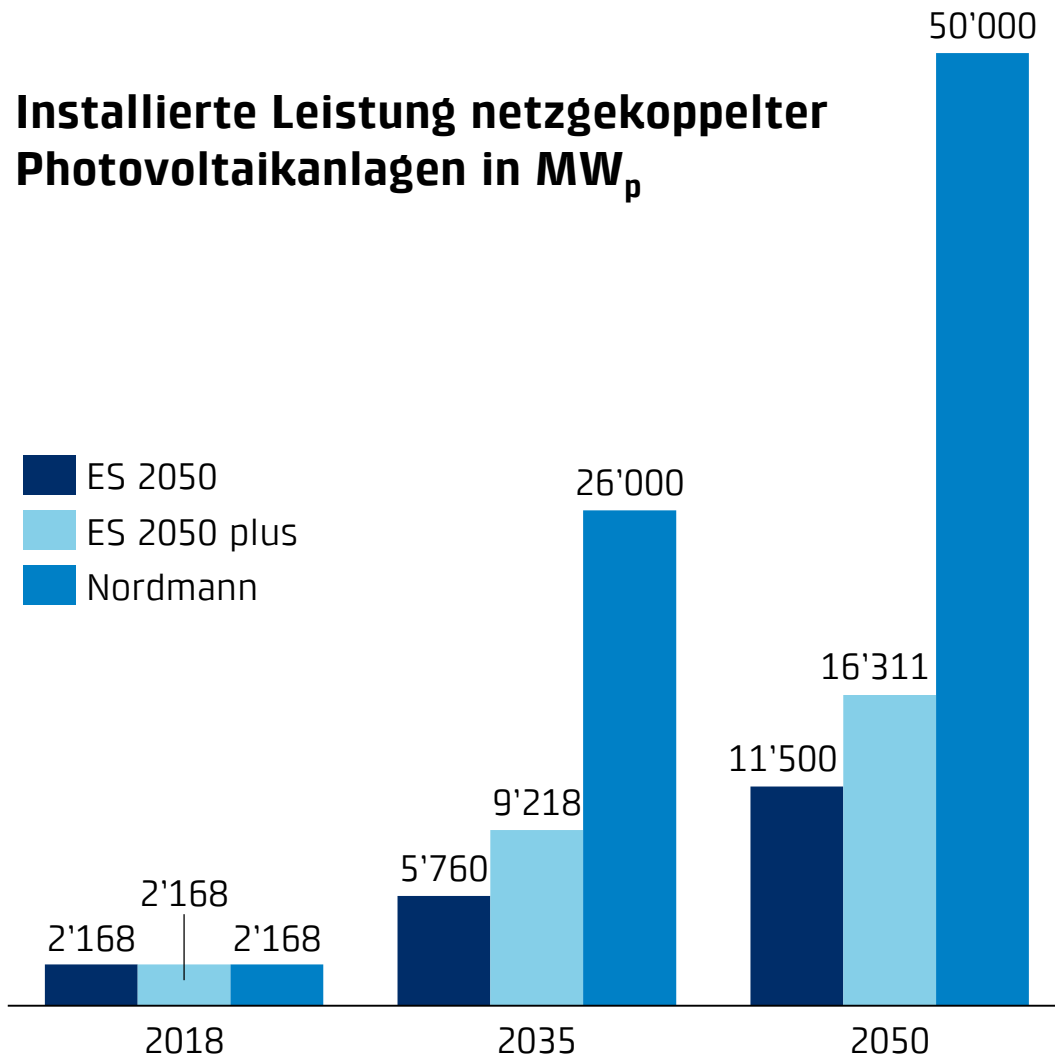
# Szenarien Verteilnetzbetreiber

# Photovoltaik in der Schweiz von 2000 bis heute



# Mögliche Entwicklung Photovoltaik bis 2050

## Installierte Leistung netzgekoppelter Photovoltaikanlagen in MW<sub>p</sub>



### 3 Szenarien

- **ES 2050:** ca. 210 MW<sub>p</sub> jährlich  
Ursprüngliche Planung ES 2050
- **ES 2050 plus:** ca. 410 MW<sub>p</sub> jährlich  
Erhöhter Photovoltaikanteil um reduzierten Zubau an Windkraft und Biomasse zu kompensieren
- **Nordmann:** ca. 1'400 MW<sub>p</sub> jährlich  
"Le plan solaire et climat" erfordert 50 GW Photovoltaik bis 2050

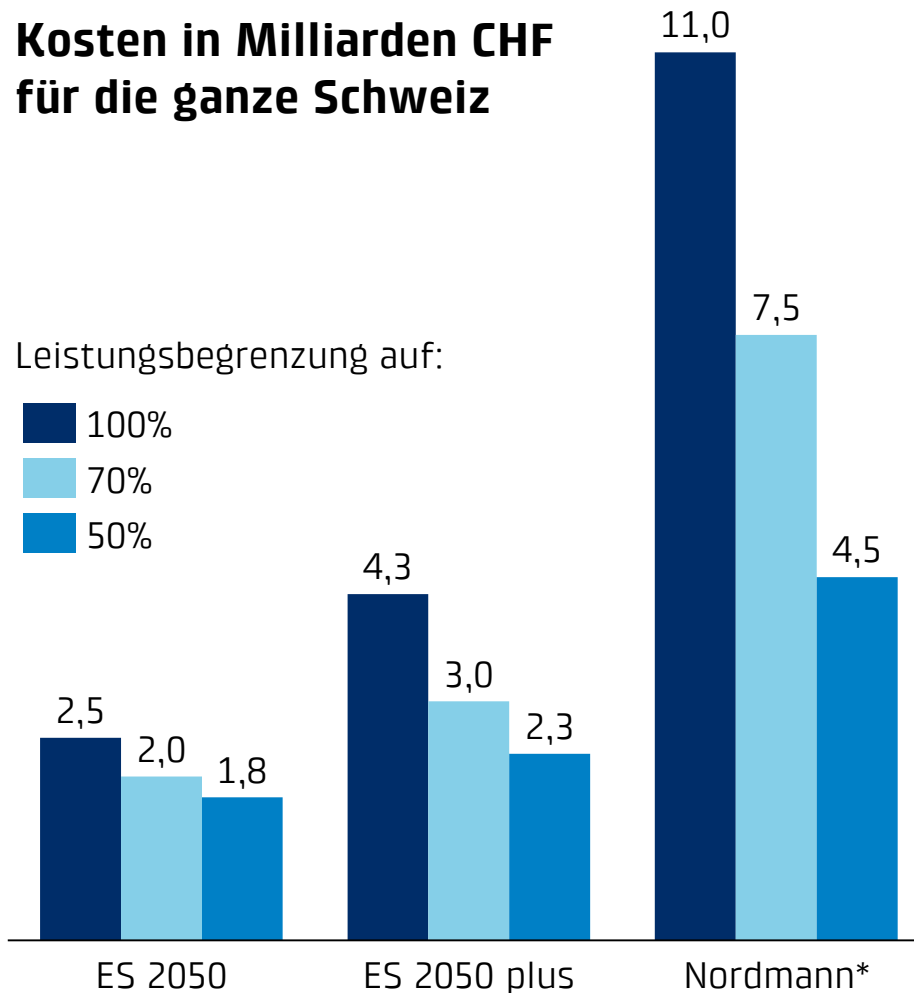
# Auswirkungen Photovoltaikzubau im Netz und Kosten

# Was hat das für Folgen im Netz?

- Volatileres und dynamischeres Umfeld macht Netzplanung anspruchsvoller
- Lastflussumkehr
- Schutzkonzepte
- Betriebsmittelbeanspruchung
- Einhaltung der zulässigen Spannungskriterien
  - Spannungsband  $\pm 10 \%$  gemäss SN EN 50160
  - Spannungserhöhung durch Erzeugungsanlagen  
 $\Delta U \leq 3 \%$  gemäss DACHCZ-Empfehlung
- Spannungsqualität durch fluktuierende Einspeisung

# Kosten Photovoltaikzubau im Verteilnetz bis 2035

## Kosten in Milliarden CHF für die ganze Schweiz



### Methodik

Abschätzung Kosten für Verteilnetz BKW, anschliessend Skalierung auf gesamte Schweiz

### Erkenntnis

- Es wird je nach Szenario mehr oder weniger teuer...
- Das Netz ist kein zu vernachlässigender (Kosten-)Faktor.
- Leistungsbegrenzung von PV-Anlagen senkt Kosten deutlich bei nur geringen Energieverlusten.

\*: Kosten Nordmann-Plan bis 2035 für 26 GW<sub>p</sub>, Kosten für 50 GW<sub>p</sub>: 21 Mrd. CHF



# NETZINTEGRATION PHOTOVOLTAIK UND PEAK-SHAVING

Teil 2

13.03.2020

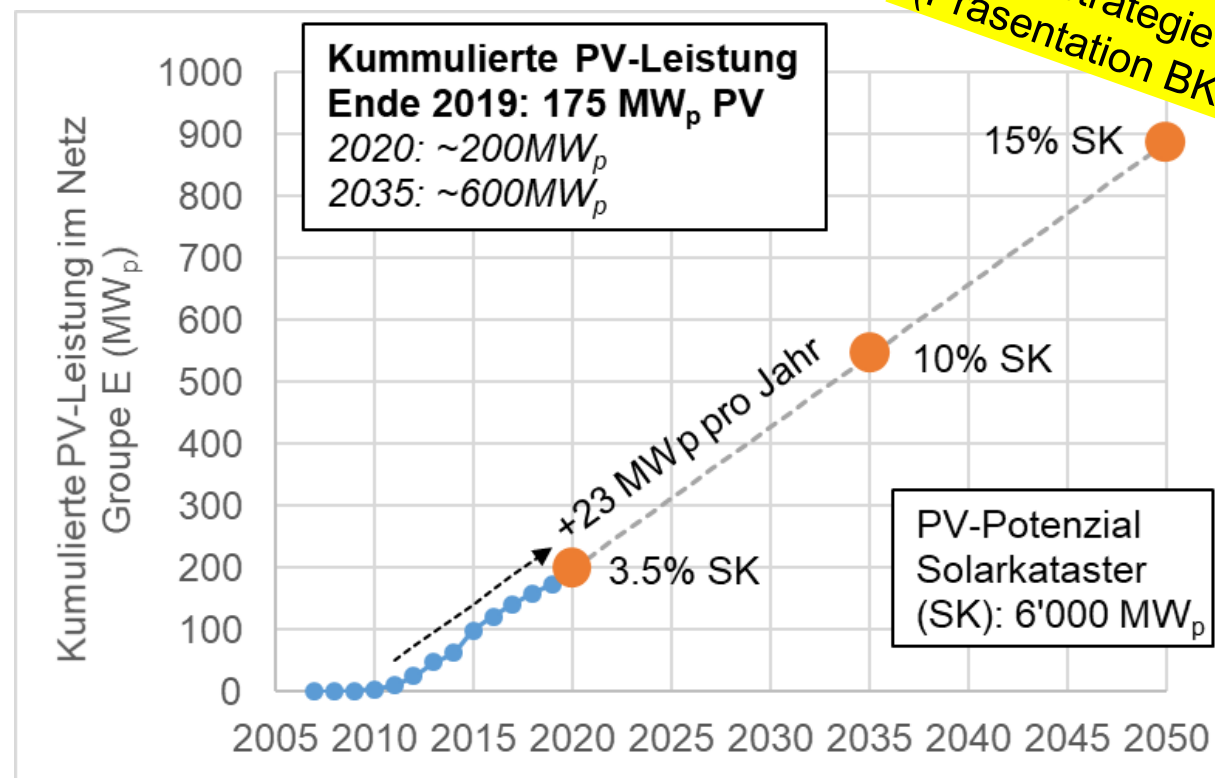
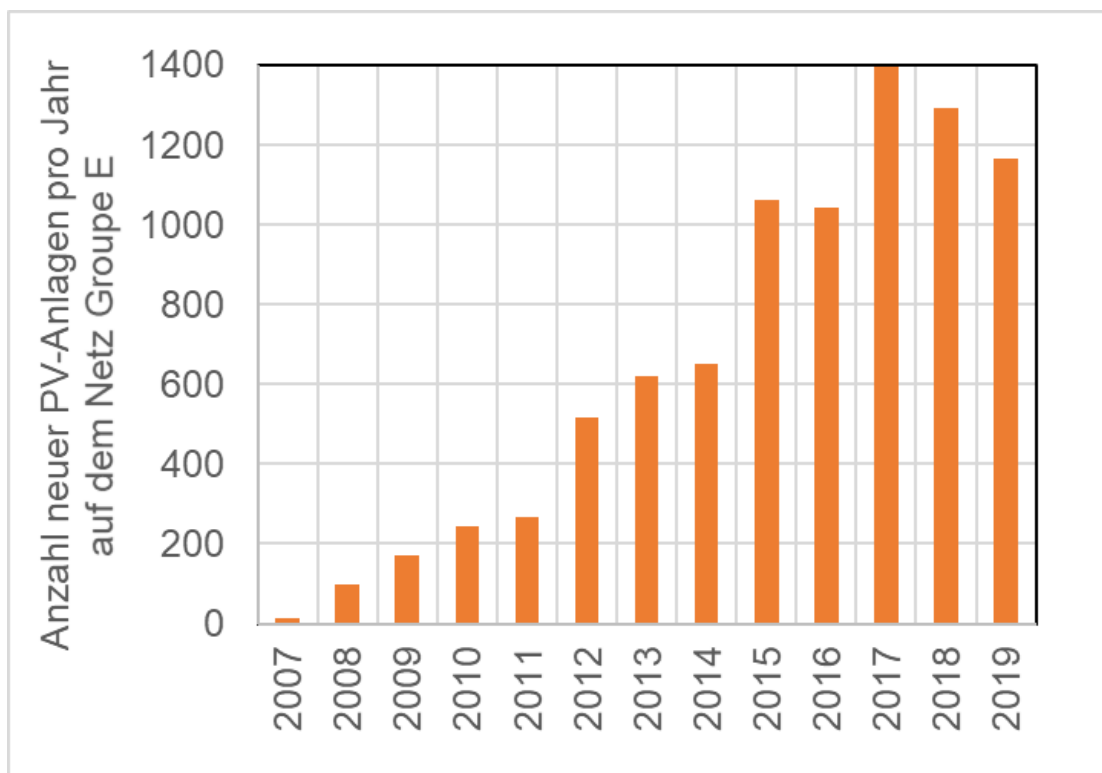
Peter Cuony

Leiter Smart Grid Lösungen

# ENTWICKLUNG PV BEI GROUPE E UND SZENARIEN

- Aktuell: +1200 neue PV-Anlagen pro Jahr, + 23MW<sub>p</sub> PV-Leistung pro Jahr
- Szenario 2035: 600MW<sub>p</sub> (PV-Produktion ~26% des Stromverbrauchs)

Entspricht Szenario  
Energiesstrategie plus  
(Präsentation BKW)

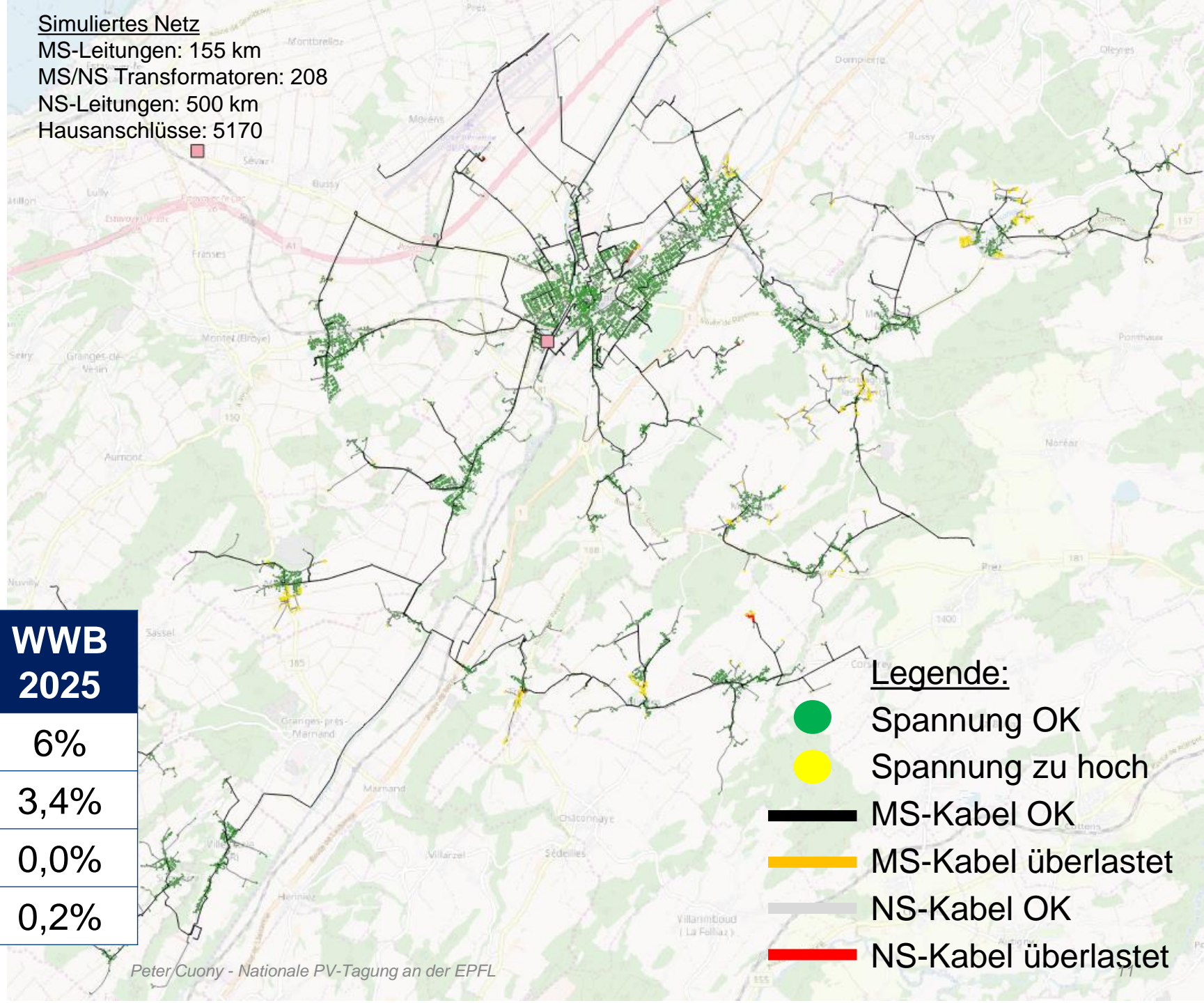


# SIMULATIONEN NETZ MIT VIEL PV

**2025 WWB** (2019 + 3%SK)

**Stand 2019:** 6% des PV-Potenzials  
gemäss Solarkataster (SK) installiert.  
Zusätzliche Photovoltaikleistung wird  
gleichmässig auf den Dachflächen «gut-  
hervorragend» verteilt.

Simuliertes Netz  
MS-Leitungen: 155 km  
MS/NS Transformatoren: 208  
NS-Leitungen: 500 km  
Hausanschlüsse: 5170



**WWB  
2025**

|                             |      |
|-----------------------------|------|
| Spannung zu hoch Kunde      | 6%   |
| Strom zu hoch in Trafos NE6 | 3,4% |
| Strom zu hoch in MS-Kabel   | 0,0% |
| Strom zu hoch in NS-Kabel   | 0,2% |

Legende:

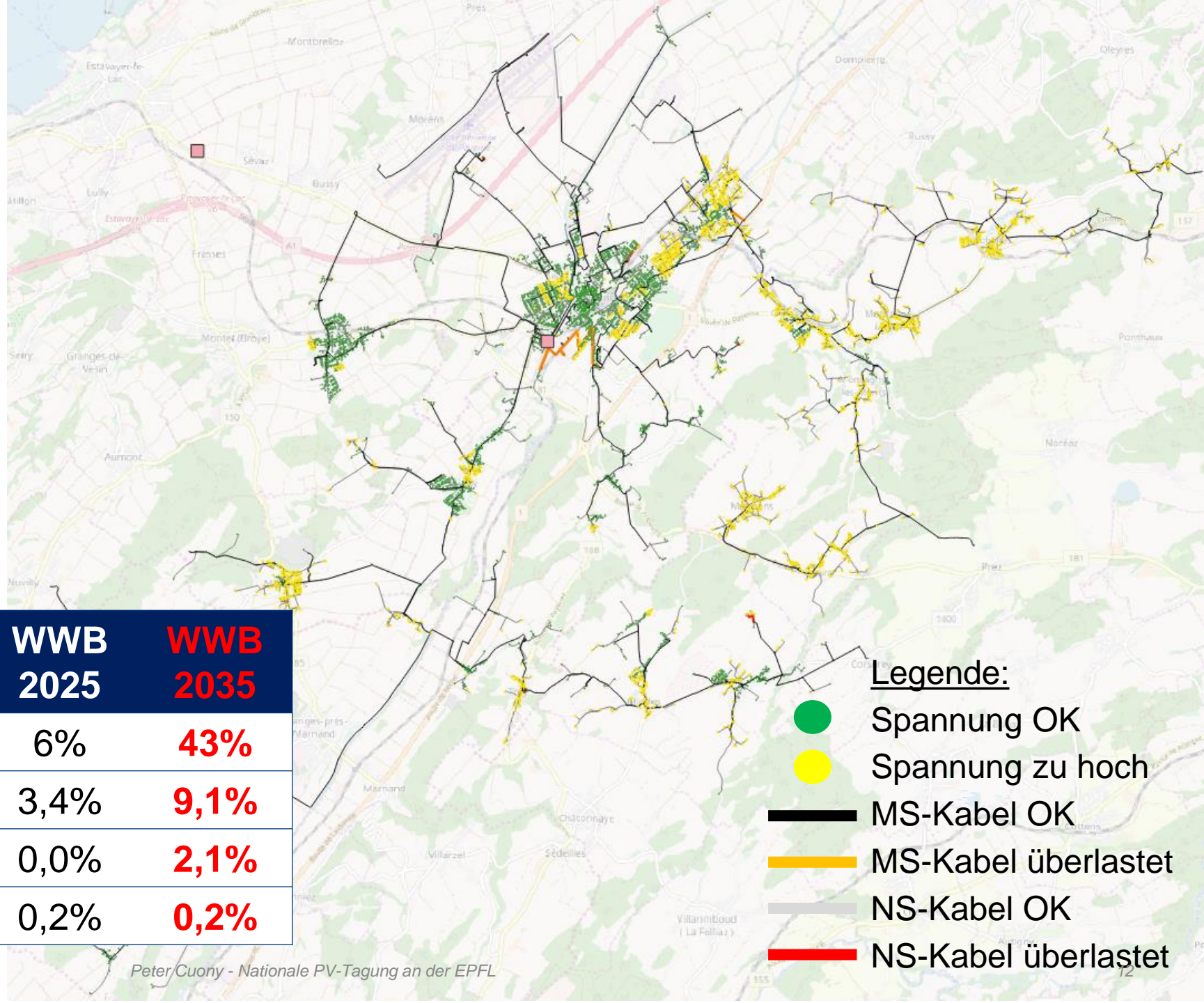
- Spannung OK
- Spannung zu hoch
- MS-Kabel OK
- MS-Kabel überlastet
- NS-Kabel OK
- NS-Kabel überlastet



# SIMULATIONEN NETZ MIT VIEL PV

**2025 WWB** (2019 + 3%SK)

**2035 WWB** (2019 + 10%SK)



|                             | WWB<br>2025 | WWB<br>2035 |
|-----------------------------|-------------|-------------|
| Spannung zu hoch Kunde      | 6%          | 43%         |
| Strom zu hoch in Trafos NE6 | 3,4%        | 9,1%        |
| Strom zu hoch in MS-Kabel   | 0,0%        | 2,1%        |
| Strom zu hoch in NS-Kabel   | 0,2%        | 0,2%        |

## Legende:

- Spannung OK
- Spannung zu hoch
- MS-Kabel OK
- MS-Kabel überlastet
- NS-Kabel OK
- NS-Kabel überlastet



# SIMULATIONEN NETZ MIT VIEL PV

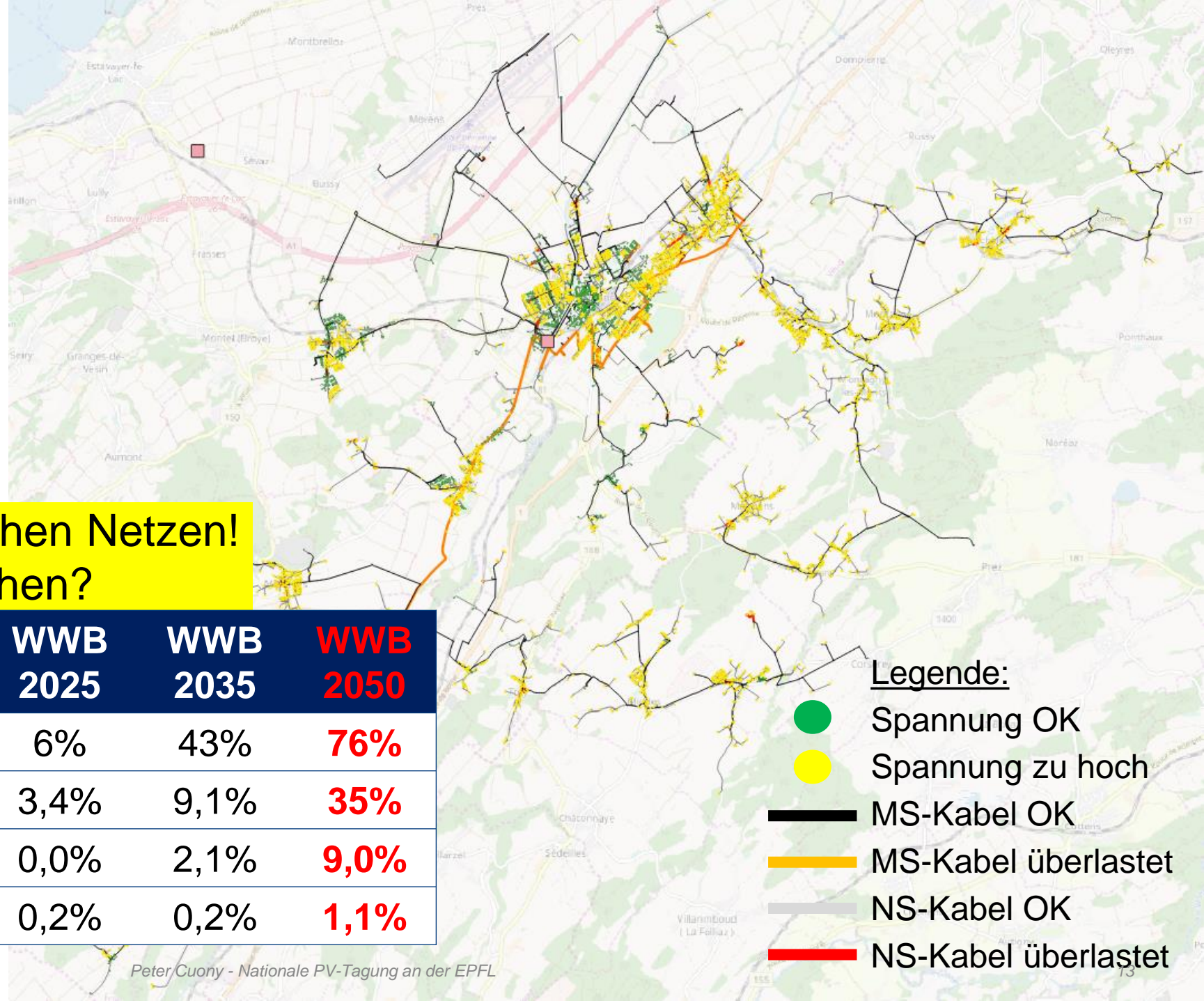
**2025 WWB** (2019 + 3%SK)

**2035 WWB** (2019 + 10%SK)

**2050 WWB** (2019 + 20%SK)

Grosse Probleme in ländlichen Netzen!  
Was sollen wir machen?

|                             | WWB<br>2025 | WWB<br>2035 | WWB<br>2050 |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Spannung zu hoch Kunde      | 6%          | 43%         | 76%         |
| Strom zu hoch in Trafos NE6 | 3,4%        | 9,1%        | 35%         |
| Strom zu hoch in MS-Kabel   | 0,0%        | 2,1%        | 9,0%        |
| Strom zu hoch in NS-Kabel   | 0,2%        | 0,2%        | 1,1%        |



Legende:

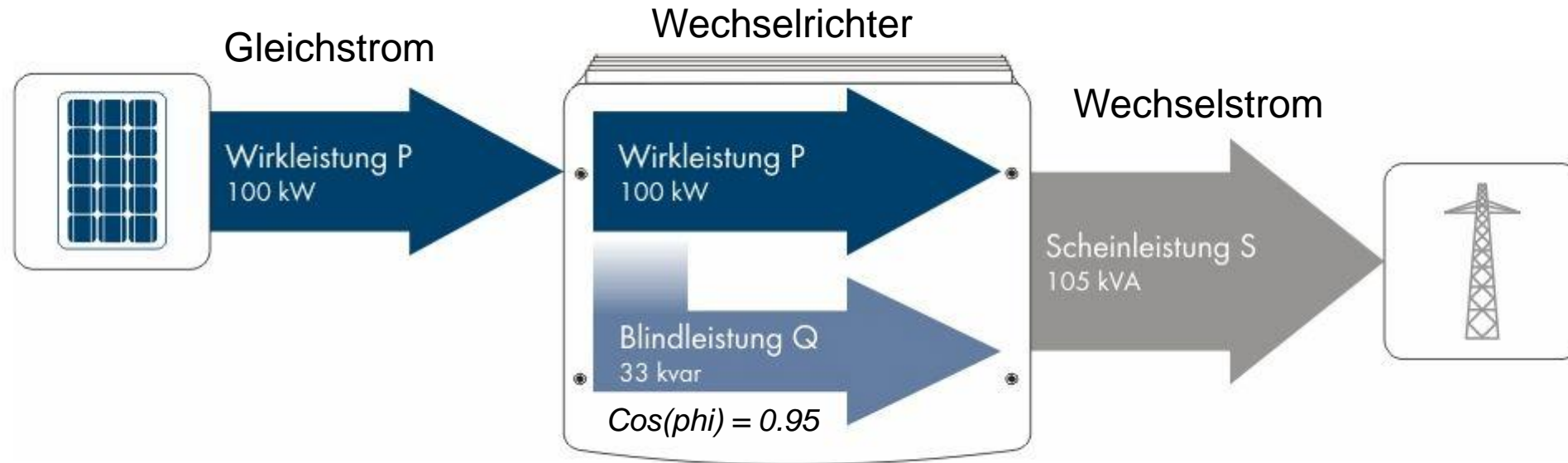
- Spannung OK
- Spannung zu hoch
- MS-Kabel OK
- MS-Kabel überlastet
- NS-Kabel OK
- NS-Kabel überlastet

# MASSNAHMEN FÜR EFFIZIENTES ZUSAMMENSPIEL VON PHOTOVOLTAIK UND VERTEILNETZ

1. Vorausschauende Netzplanung
2. Blindleistungsoptimierung (Bsp.  $\cos(\phi)$ ,  $Q(U)$ )
3. Parametrisierte Einspeiselimittierung im Wechselrichter (Bsp. fix 70%,  $P(U)$ )
4. Gesteuerte Einspeiselimittierung für grössere PV-Anlagen
5. Spannungsregelnde Elemente im Netz (Bsp. rONT, Längsregler)
6. Netz-Verstärkung (Bsp. Ersatz bestehender Netzelemente)
7. Netz-Ausbau

*Für Netzbetreiber gilt NOVA-Prinzip: Netzoptimierung vor Verstärkung vor Ausbau  
Heute werden aber noch hauptsächlich Massnahmen 5 und 6 umgesetzt*

# WECHSELRICHTER KÖNNEN BLINDLEISTUNG NACH BEDARF BEREITSTELLEN



## Fazit: Keine Angst vor der Blindleistung

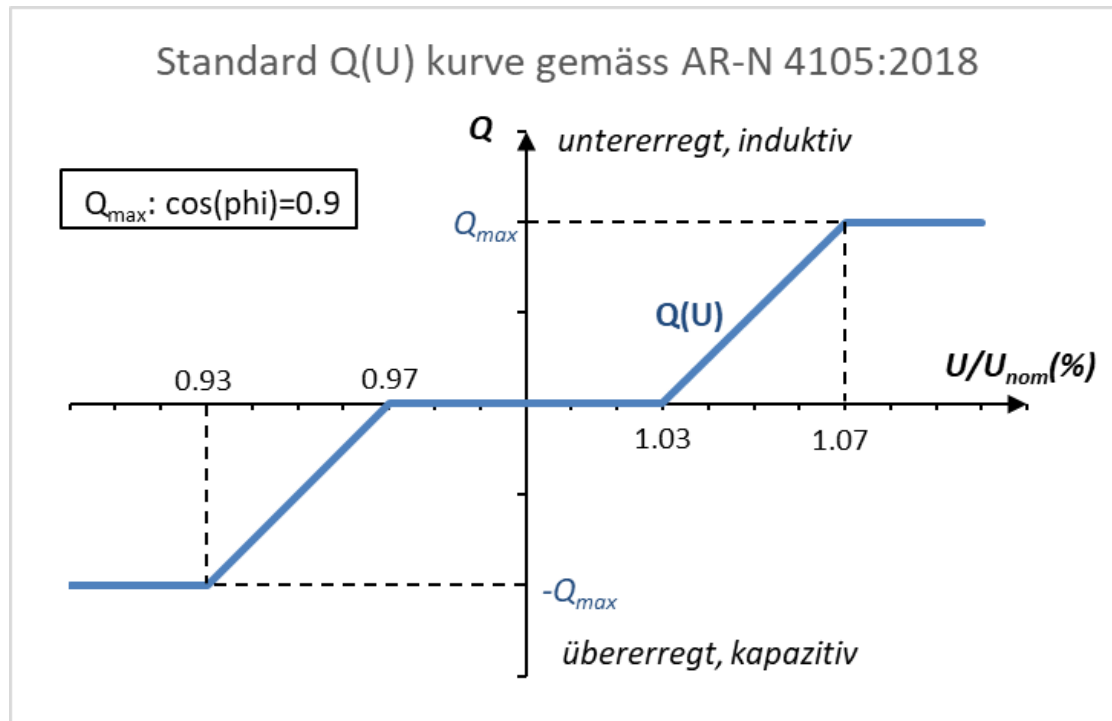
Die Lieferung von Blindleistung durch Solar-Wechselrichter ist ein wichtiger Schritt für die Einbindung der Photovoltaik in die Netzregelung, kann aber auch für Betreiber attraktiv sein. Die gute Nachricht: Aufgrund ihrer Funktionsweise sind Wechselrichter hierfür hervorragend geeignet.

Quelle: <https://www.sma.de/partner/expertenwissen/sma-verschiebt-die-phase.html> am 4.2.2020

# WAS KÖNNEN WECHSELRICHTER?

## Blindleistung

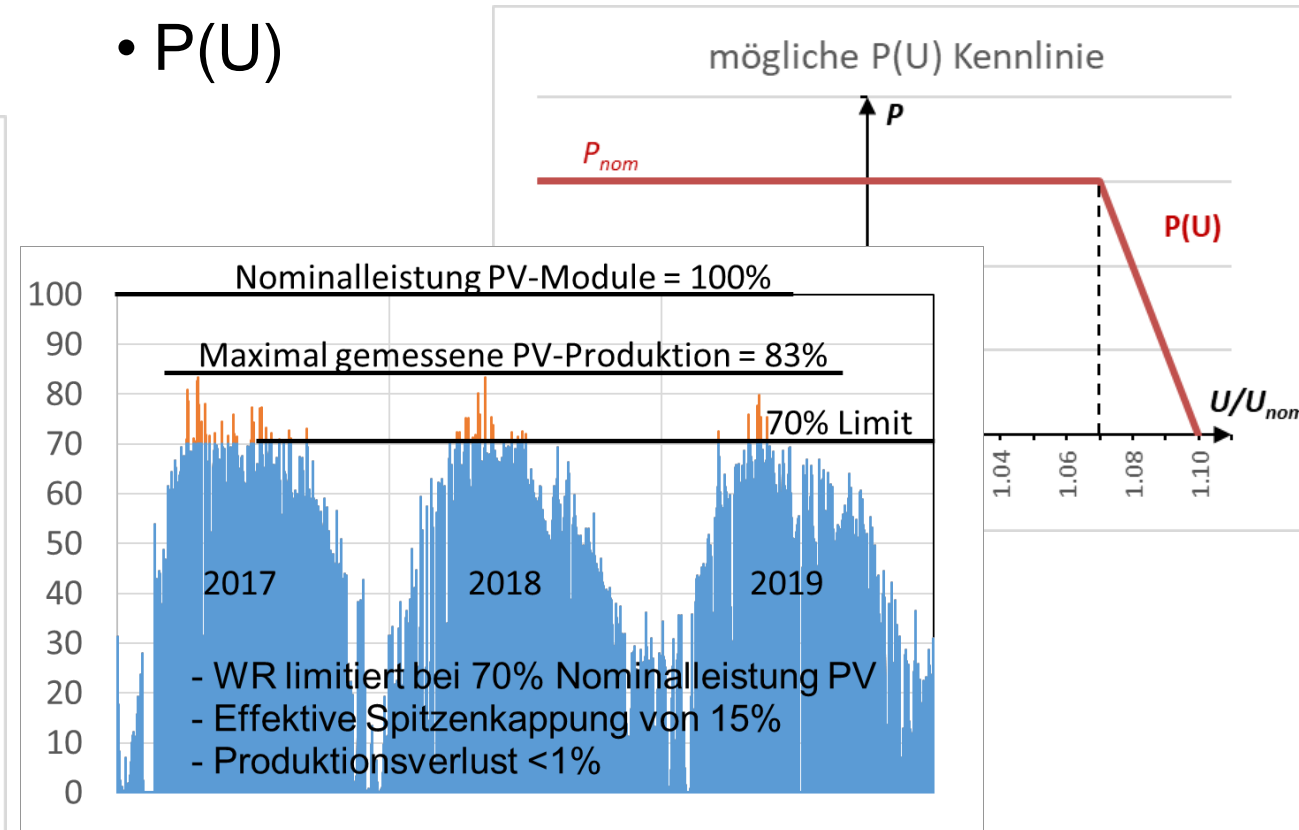
- Früher:  $\cos\varphi = \text{fix}$
- **Zukunft:  $Q(U)$ -Kurve**



Keine Produktionsverluste

## Wirkleistung (peak-shaving)

- Fixe Leistungslimitierung
- $P(U)$

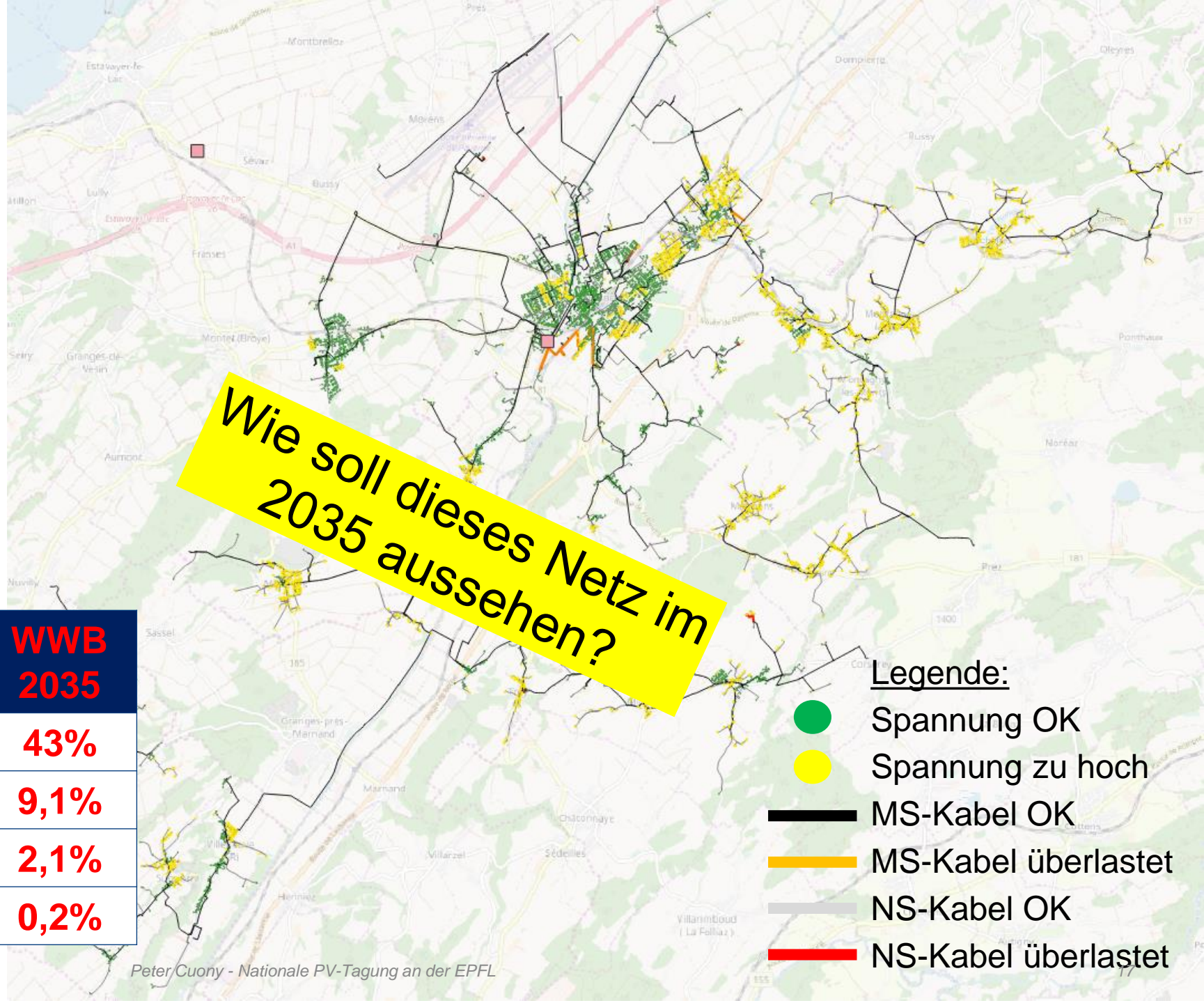


Geringe Produktionsverluste



# SIMULATIONEN NETZ MIT VIEL PV

**2035 WWB** (2019 + 10%SK)



**WWB  
2035**

|                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| Spannung zu hoch Kunde      | <b>43%</b>  |
| Strom zu hoch in Trafos NE6 | <b>9,1%</b> |
| Strom zu hoch in MS-Kabel   | <b>2,1%</b> |
| Strom zu hoch in NS-Kabel   | <b>0,2%</b> |

Legende:

- Spannung OK
- Spannung zu hoch
- MS-Kabel OK
- MS-Kabel überlastet
- NS-Kabel OK
- NS-Kabel überlastet



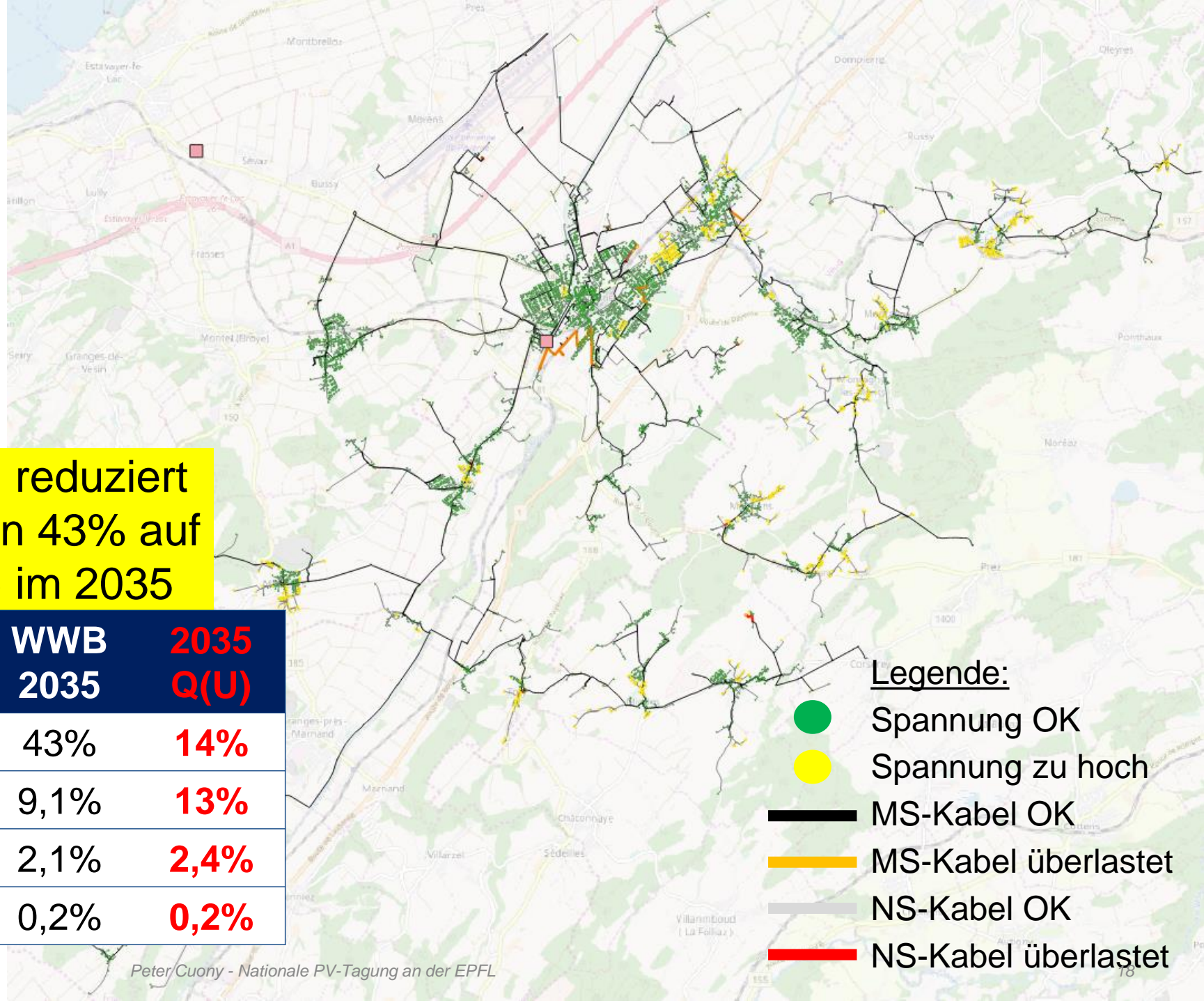
# SIMULATIONEN NETZ MIT VIEL PV

**2035 WWB** (2019 + 10%SK)

**2035 Q(U)** (2019 + 10%SK)

Q(U) bei allen PV Anlagen reduziert  
das Spannungsproblem von 43% auf  
14% der Hausanschlüsse im 2035

|                             | WWB<br>2035 | 2035<br>Q(U) |
|-----------------------------|-------------|--------------|
| Spannung zu hoch Kunde      | 43%         | 14%          |
| Strom zu hoch in Trafos NE6 | 9,1%        | 13%          |
| Strom zu hoch in MS-Kabel   | 2,1%        | 2,4%         |
| Strom zu hoch in NS-Kabel   | 0,2%        | 0,2%         |





# SIMULATIONEN NETZ MIT VIEL PV

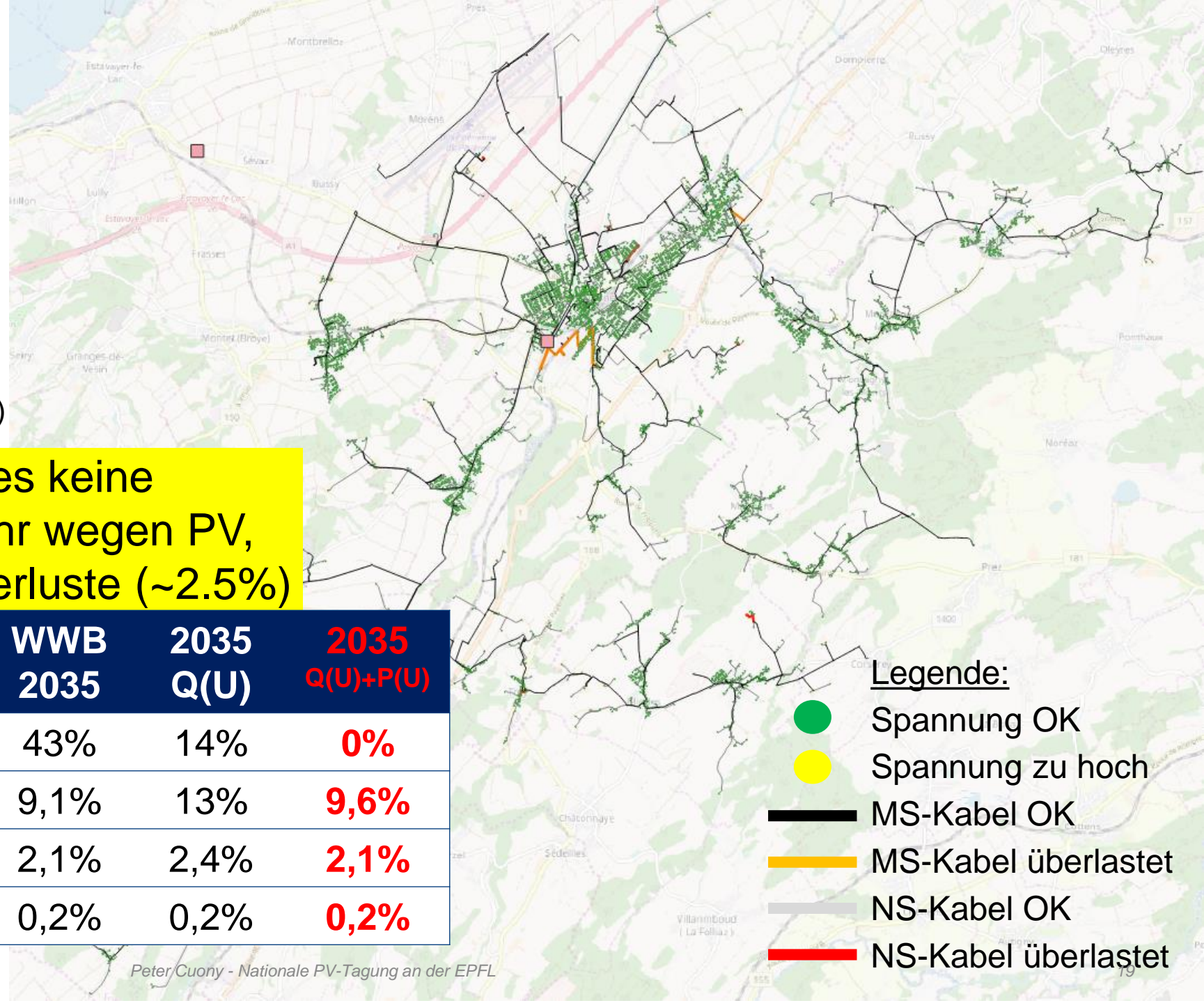
**2035 WWB** (2019 + 10%SK)

**2035 Q(U)** (2019 + 10%SK)

**2035 Q(U)+P(U)** (2019+10%SK)

Mit Q(U)+P(U) gibt es keine  
Spannungsprobleme mehr wegen PV,  
aber geringe Produktionsverluste (~2.5%)

|                             | WWB<br>2035 | 2035<br>Q(U) | 2035<br>Q(U)+P(U) |
|-----------------------------|-------------|--------------|-------------------|
| Spannung zu hoch Kunde      | 43%         | 14%          | 0%                |
| Strom zu hoch in Trafos NE6 | 9,1%        | 13%          | 9,6%              |
| Strom zu hoch in MS-Kabel   | 2,1%        | 2,4%         | 2,1%              |
| Strom zu hoch in NS-Kabel   | 0,2%        | 0,2%         | 0,2%              |



- Photovoltaik ist eine Herausforderung für das Verteilnetz
- Aktuelle Rahmenbedingungen der wichtigsten Akteure verhindern ein effizientes System
- Vorausschauende Netzplanung ist wichtig, aber es braucht gute Szenarien
- Eine intelligente Parametrierungen der Wechselrichter kann ein grossen Teil der Photovoltaik-Problematik lösen
- Blindleistung verursacht bei richtig dimensionierten Wechselrichtern keinen Produktionsverlust und kann vom Verteilnetzbetreiber ohne Entschädigung eingefordert werden
- Peak-Shaving bringt einen grossen Nutzen für das Verteilnetz und verursacht geringe Produktionsverluste
- Die Solarbranche soll eine aktive Rolle spielen bei der Ausgestaltung der sinnvollen Massnahmen für ein effizientes Zusammenspiel von PV und Verteilnetz

*WIR TEILEN **MEHR** ALS ENERGIE*