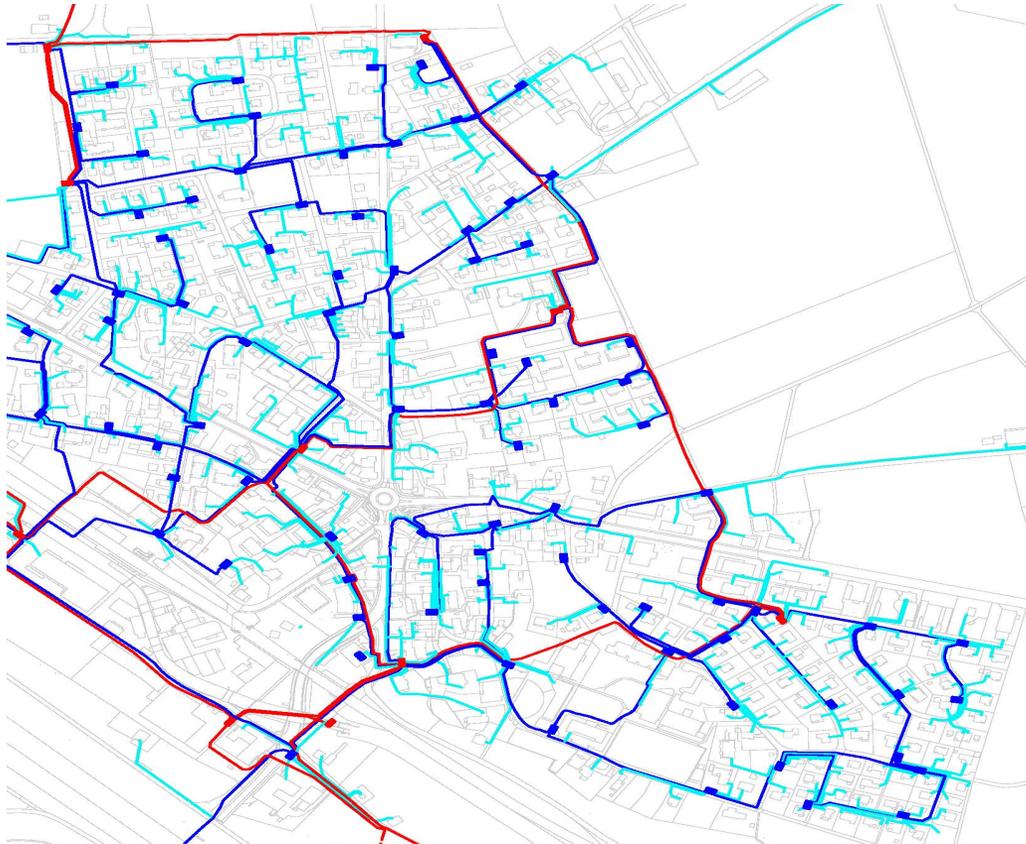
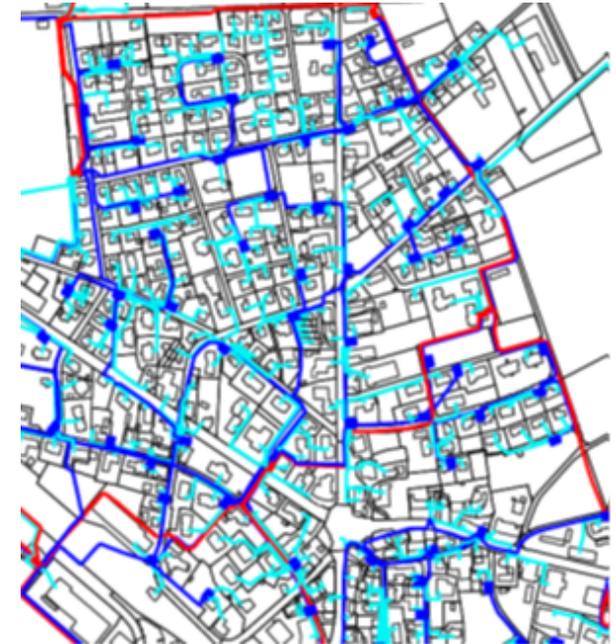


# Grundlagenbericht Stromnetze Thurgau mit Blick auf eine verstärkte dezentrale Stromproduktion



# Agenda

- Ausgangslage
- Grobanalyse Ist-Stand EVU TG
- Auswirkungen dezentraler Stromproduktion auf die Verteilnetze
- Netzsimulation
- Erkenntnisse
- Lösungsansätze
- Handlungsempfehlungen



# Ausgangslage

Grundlagenbericht: Konzept für einen Thurgauer Strommix ohne Kernenergie (DIV Kanton Thurgau, September 2013)

Strommix aus erneuerbaren Energien (in GWh / a):

	2010	2020	2030	2040	2050
Windkraft	0	0	15	20	20
Kleinwasserkraft	35	36	40	40	40
Photovoltaik	3	36	107	196	260
Biomasse	24	26	30	30	30
Geothermie	0	0	10	20	60
<b>Total</b>	<b>63</b>	<b>98</b>	<b>202</b>	<b>306</b>	<b>410</b>

# Ausgangslage

Fragestellungen:

1. In welchem Zustand befinden sich unsere Verteilnetze allgemein?
2. Welche Auswirkungen hat die Umsetzung der Energiestrategie 2050 von Bund und Kanton auf unsere Verteilnetze?
3. Wie können unsere Verteilnetze optimiert und ausgebaut werden, damit sie den zukünftigen Bedürfnissen gerecht werden?

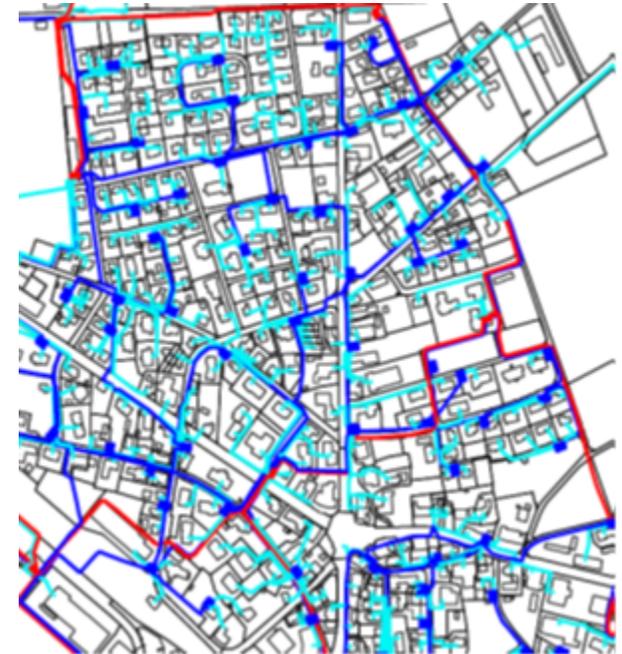
# Grobanalyse Ist-Stand

Grobanalyse von rund 30 Verteilnetzen (vorwiegend kleine und mittlere EVU):

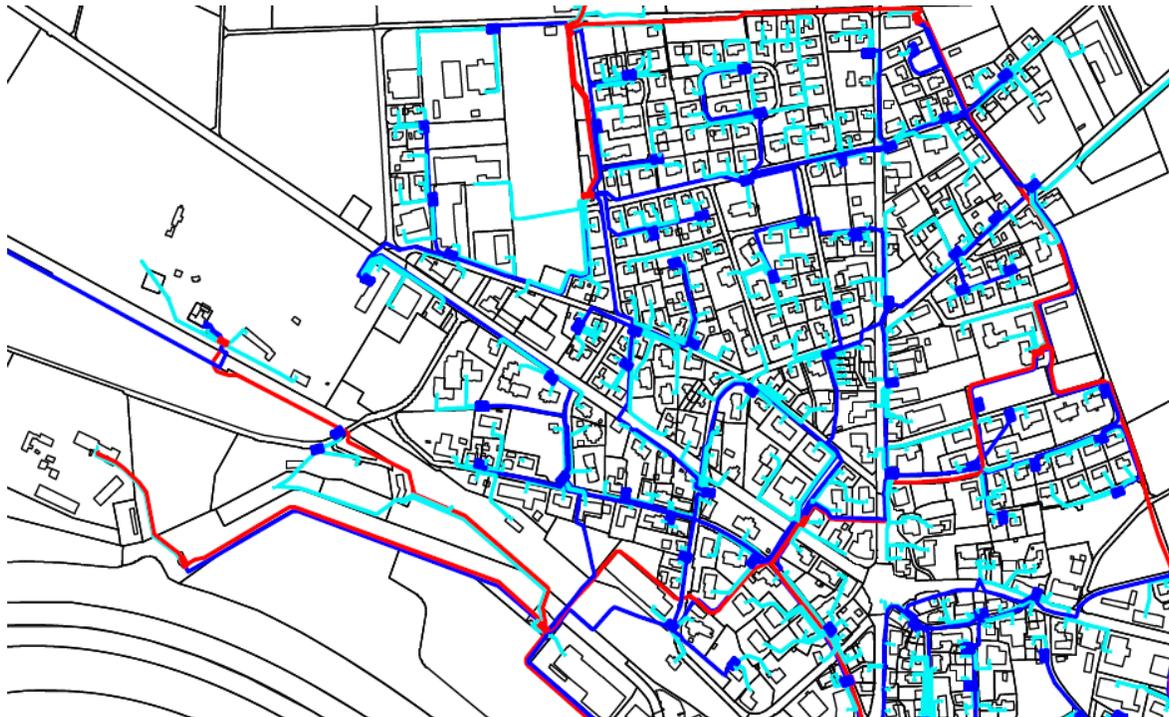
- Die Grobanalyse zeigt auf, dass die kommunalen Verteilnetze aus technischer Sicht weitgehend dem Stand der Technik entsprechen und somit den heutigen Anforderungen bezüglich Belastungsfähigkeit und Spannungsqualität erfüllen.
- Die EVU im Kanton Thurgau verfügen über einen hohen Ausbaustandard, der sich positiv auf die Versorgungssicherheit auswirkt.
- Die EVU investieren viel und regelmässig in die Instandhaltung und den Ausbau ihrer Netze.

# Auswirkung dezentraler Stromproduktion auf die Verteilnetze

- Netzstabilität
  - Spannung
  - Frequenz
  - Lastfluss (hohe Volatilität)
- Netzbelastungen
- Netzverluste
- Kurzschlussströme
- Abschaltbedingungen
- Netzbetrieb



# Netzsimulation



- Lastflüsse (Wirk-, Blindleistung)
- Spannungsänderungen
- Spannungserhöhungen
- Oberschwingungsströme und –spannungen
- Kurzschlussströme

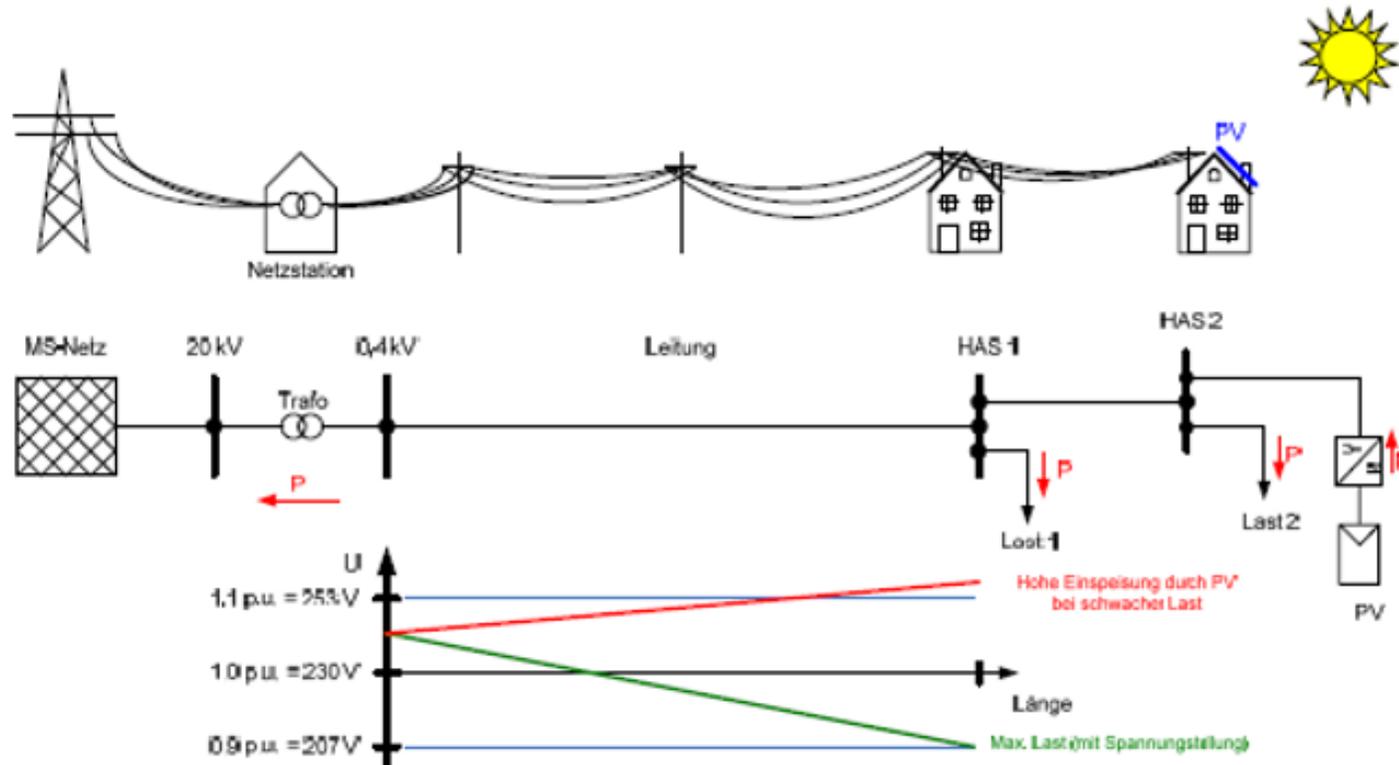
# Netzsimulation

Grundlagenbericht Konzept für einen Thurgauer Strommix ohne Kernenergie als Basis für die Szenarien:

Szenario	Entspricht der Energiestrategie im Jahr:	Dezentral erzeugte Energie in GWh/a	Prozentualer Anteil an Gesamtenergie	Installierte Leistung der EEA in MW
1	2020	1.468	8	1.4
2	2030	3.303	17	3.2
3	2040	4.404	23	4.2
4	2050	5.505	29	5.3

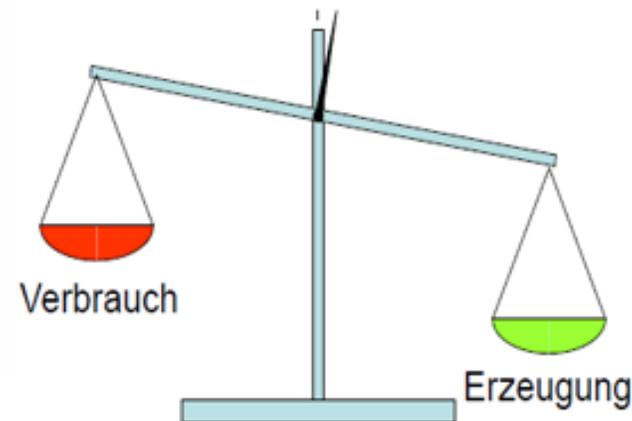
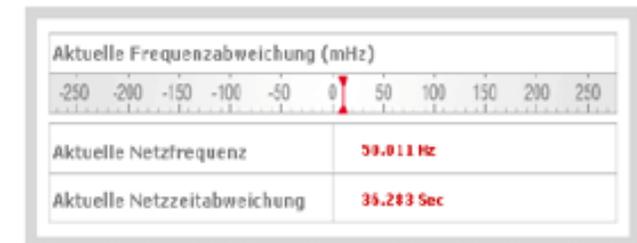
# Erkenntnisse aus der Netzsimulation

Die **grösste zukünftige Herausforderung** bei der Integration von dezentralen Stromproduktionsanlagen in das Niederspannungsnetz ist die **Einhaltung der Spannungsqualität** (EN 50160).



# Erkenntnisse aus der Netzsimulation

Die **Volatilität** in der Verteilnetzen nimmt zu. Es wird zunehmend anspruchsvoller, **Stromproduktion und Stromverbrauch im Gleichgewicht** zu halten.



# Erkenntnisse aus der Netzsimulation

- In Ortsverteilnetzen beträgt das **Aufnahmevermögen** von Strom aus dezentralen Produktionsanlagen ohne netzseitige Massnahmen **5 bis 10%** der Gesamtenergie.
- Vor allem in eher **ländlichen Versorgungsgebieten** kann die Einhaltung der Spannungsqualität bei der Integration von Stromproduktionsanlagen **kritisch** werden.
- Die durch dezentrale Stromproduktion verursachten, **unzulässig hohen Spannungen** treten jeweils vorwiegend kurz nach **Mittag** auf (bei schwacher Netzbelastung durch die Verbraucher und bei max. Stromproduktion durch PV-Anlagen) und sind vielfach auf eine kurze Zeitspanne begrenzt.

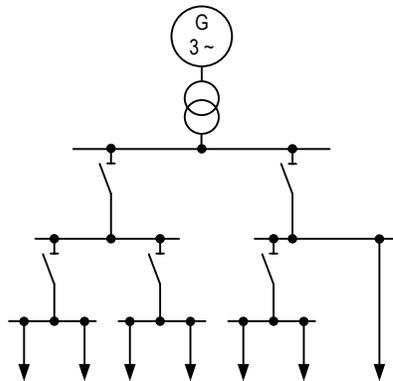
# Lösungsansätze

- **Netzoptimierung**
- Spannungsregelung im Verteilnetz
  - regelbare Verteilnetztransformatoren
  - dezentrale Spannungsregler
- Einbindung der Netznutzer in die Spannungsregelung
  - Blindleistungsregelung bei den EEA
  - **Dezentrale Speicherung**
  - Steuerbare Lasten
- Markteinbindung der Endkunden (dynamische Tarife)
- Netzverstärkungen
- **Abregelung** von dezentralen Stromproduktionsanlagen
- **Automatisierung und Fernsteuerung der Verteilnetze**

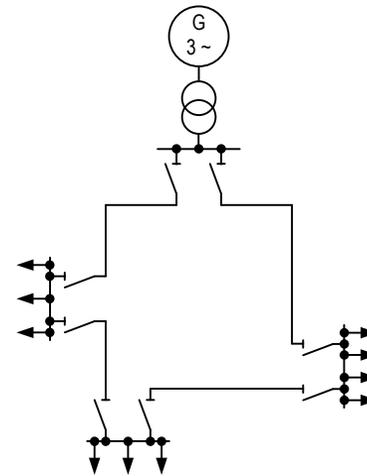
# Netzoptimierung

## Vermaschter Betrieb des Niederspannungsnetzes

Ein Niederspannungsnetz vermascht betreiben bedeutet, dass die Kurzschlussleistung ansteigt und die **Netzstabilität somit signifikant erhöht** werden kann. Die unzulässigen Spannungsanhebungen lassen sich mit dieser Massnahme reduzieren. Weitere Vorteile liegen darin, dass die Verteilnetze **homogener ausgelastet** und die **Übertragungsverluste reduziert** werden.



Strahlennetz



Maschennetz

# Netzoptimierungen

Allein durch Optimierungsmassnahmen kann der **Anteil dezentral erzeugter erneuerbarer Energie** in örtlichen Niederspannungsverteilsnetzen auf **15-20%** erhöht werden. Und dies ohne grössere Investitionskosten.

# Dezentrale elektrochemische Speicher

Zur **Vermeidung von unzulässigen Spannungsschwankungen** im Verteilnetz ist die dezentrale Speicherung der erzeugten Energie von EEA eine vielversprechende Lösungsvariante. Durch die Reduktion der Wirkleistungseinspeisung in den kritischen Netzlastzuständen kann die Spannungsqualität eingehalten werden, ohne dass unter Umständen aufwendige Massnahmen, wie z. B. Netzverstärkungen, ergriffen werden müssen.

Energiespeicher dienen nicht nur der Spannungstützung sondern auch dem **Ausgleich von Angebot und Nachfrage**.

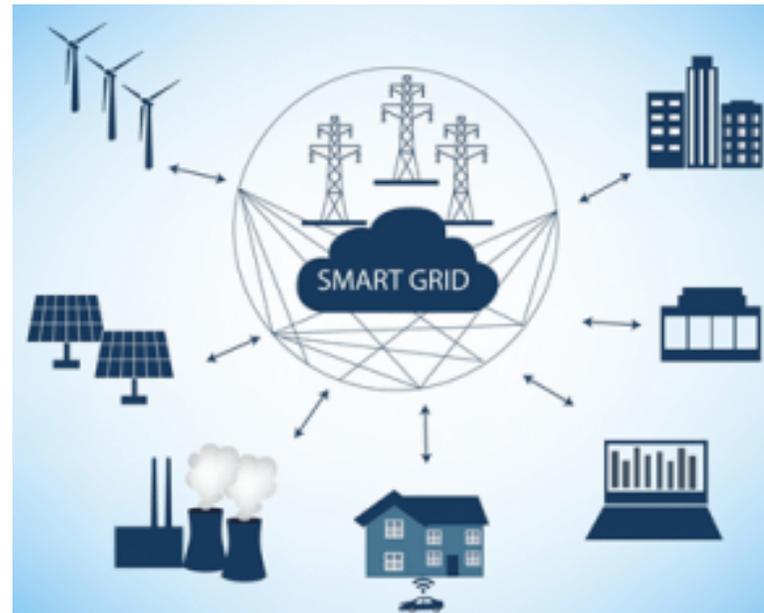
Ein weiterer Vorteil dieser Lösung ist, dass die **Wirkverluste im Verteilnetz reduziert** werden können.



# Smart Grid auf Verteilnetzebene

Ein Smart Grid ist ein elektrisches Netz, das die Aktionen aller Nutznutzer

– Verbraucher, Erzeuger, Speicher – **intelligent integriert**, um die effiziente, nachhaltige, wirtschaftliche und sichere Energieversorgung zu gewährleisten.



# Etablierung von Smart Grid im Verteilnetz

Etablierung von Smart Grid im Verteilnetz bedeutet in erster Linie:

1. **Überwachung, Fernsteuerung und Automatisierung** um die Spannungsqualität zu sichern und Netzüberlastungen zu verhindern.
2. **Lastmanagement** um Angebot und Nachfrage besser aufeinander abstimmen zu können (Speicherung, steuerbare Lasten).
3. Einführung von **Smart Metering** zur Integration der Endkunden in den Strommarkt (dynamische Tarife; Visualisierung von Tarifen, Verbrauch und Kosten).



# Handlungsempfehlungen

1. Durchführung einer vertieften Netzanalyse («Stresstest»).
2. Lösungsvarianten prüfen.
3. Netzausbaukonzept den zukünftigen Herausforderungen anpassen.
4. Optimierungspotenzial im Verteilnetz nutzen.
5. Verteilnetz Schritt für Schritt in Richtung Smart Grid ausbauen.