



Gegenwart und Zukunft – Perspektiven für die Stromwirtschaft in Thüringen

Dr. Matthias Sturm
Geschäftsbereichsleiter
Unternehmensentwicklung und Kommunikation

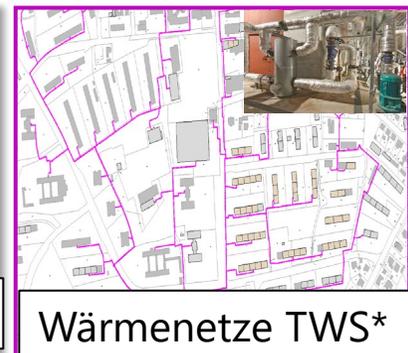
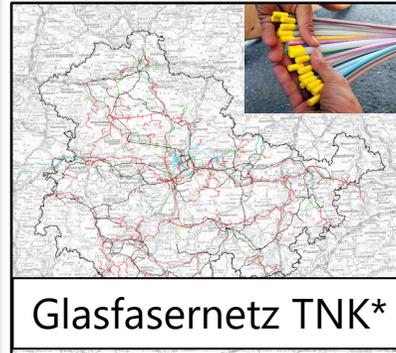
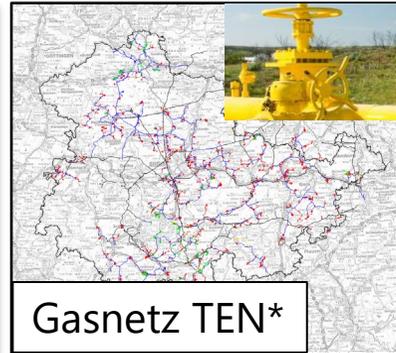
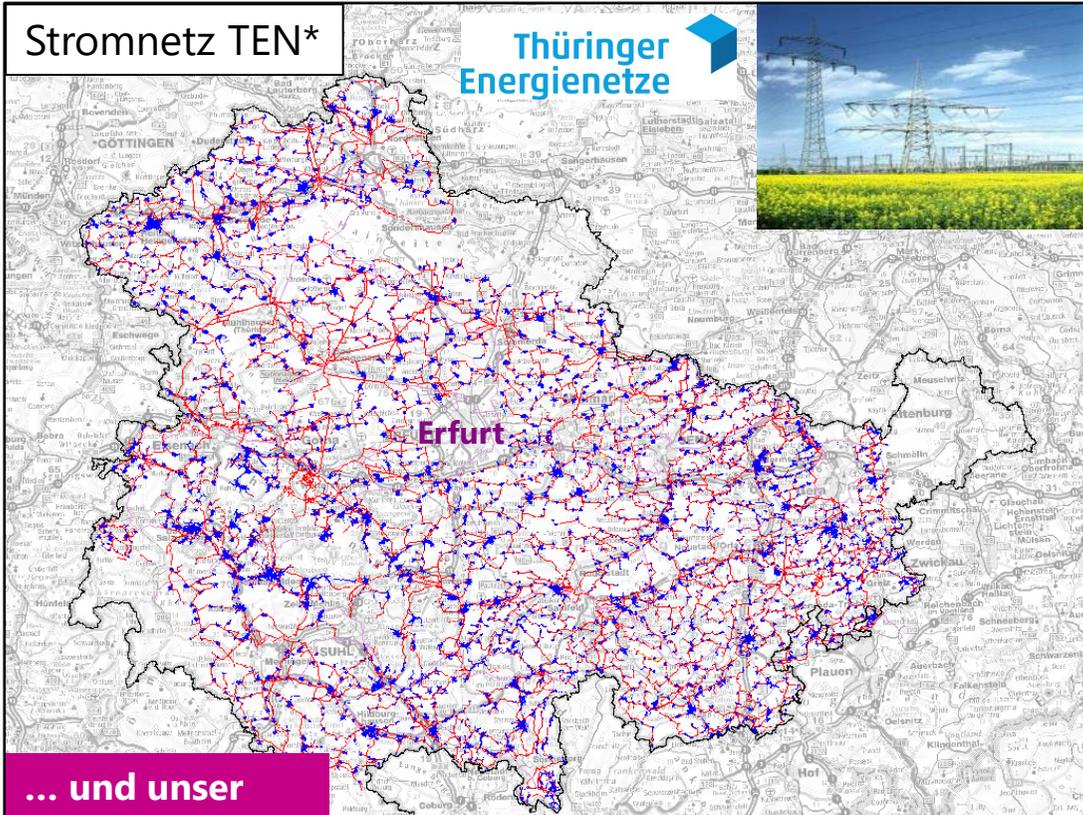
100 Jahre Thüringenwerk

- Symposium VDE BV Thüringen und AK Stromgeschichte, 17./18.10.2023 in Erfurt

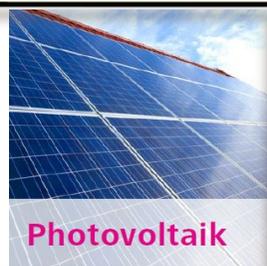
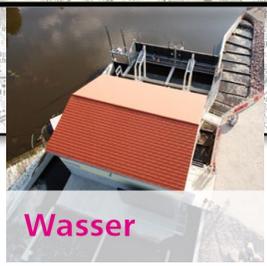


TEAG im Überblick: Unser Rückgrat ist die Energieversorgungs- Infrastruktur in Thüringen...

unsere Netze



... und unser Erzeugungspark



Thüringer Netkom

Thüringer Wärme Service

*Tochtergesellschaften

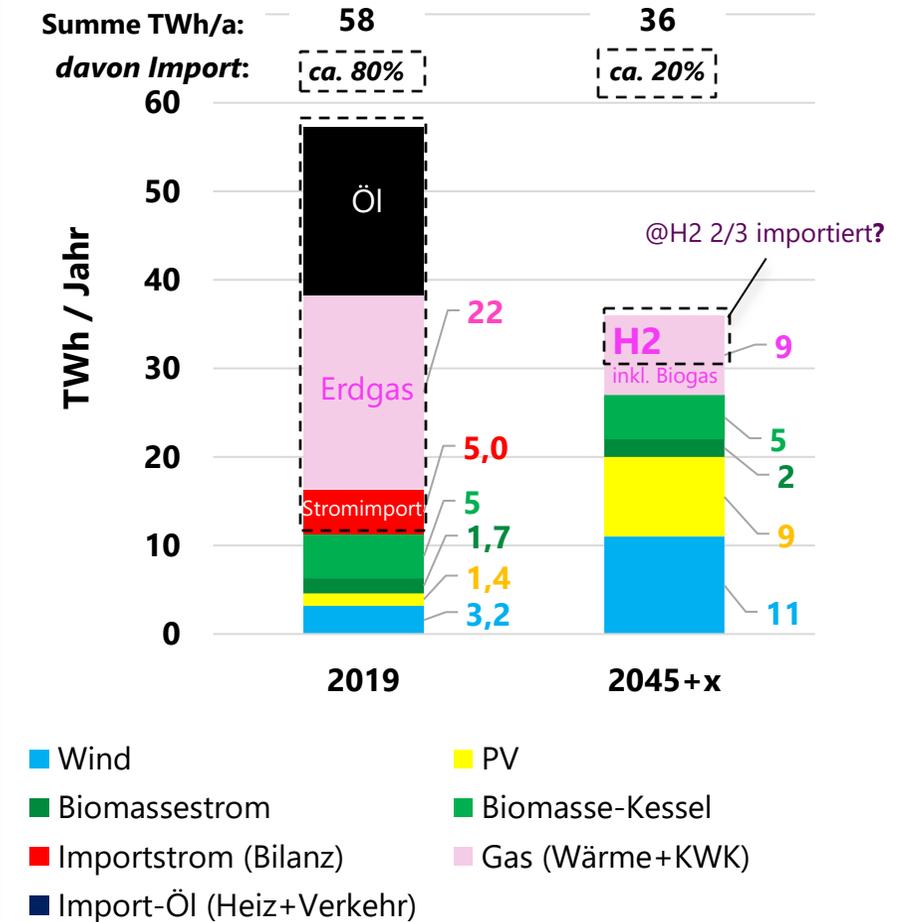
TEAG

Fraglos steht die Strom- (und Wärmeversorgung) auch in Thüringen vor großen Herausforderungen

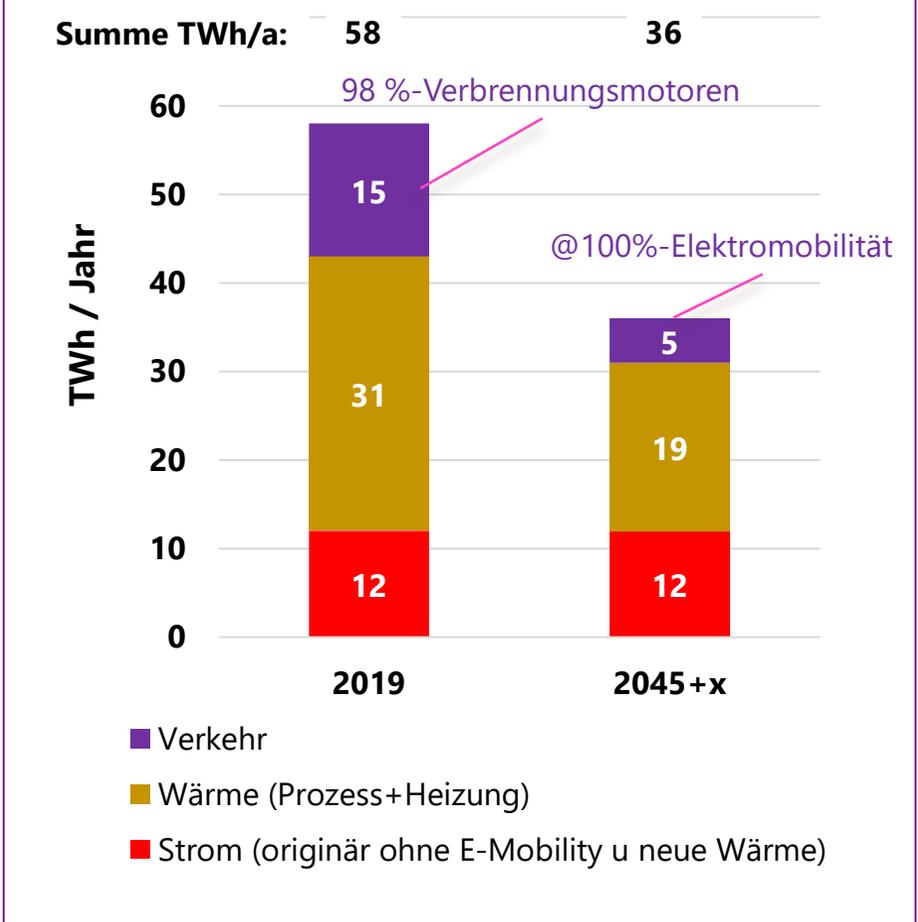


... und auch am Scheideweg – Hauptthema: Wie Energiesystem bis 2045 treibhausgasneutral ?

End-Energiequellen (TH-eigene und Import)



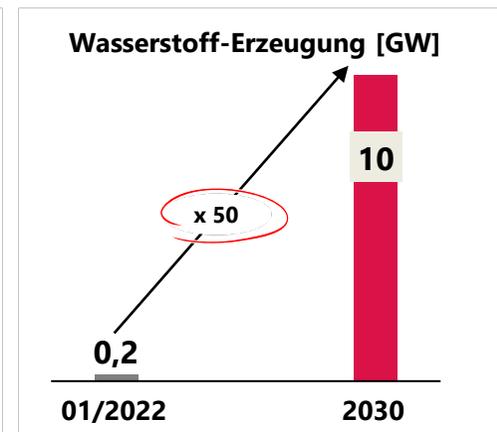
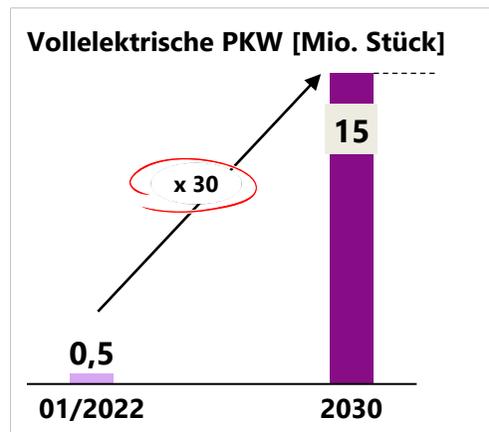
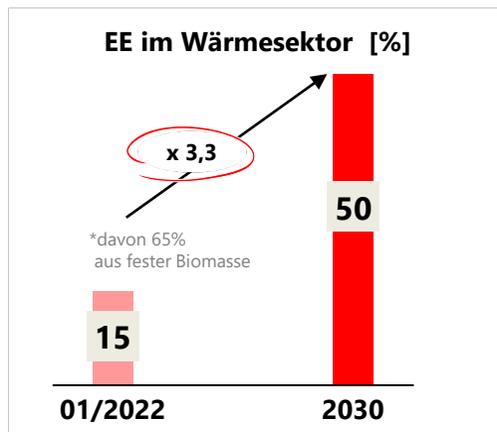
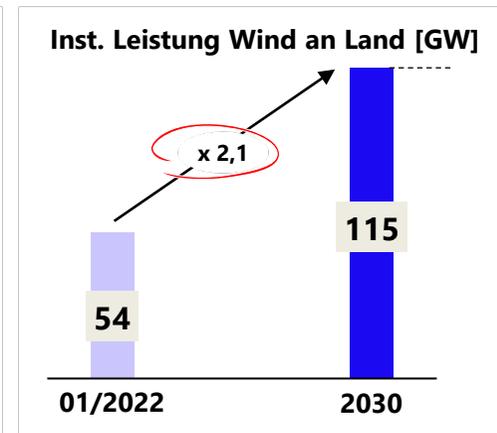
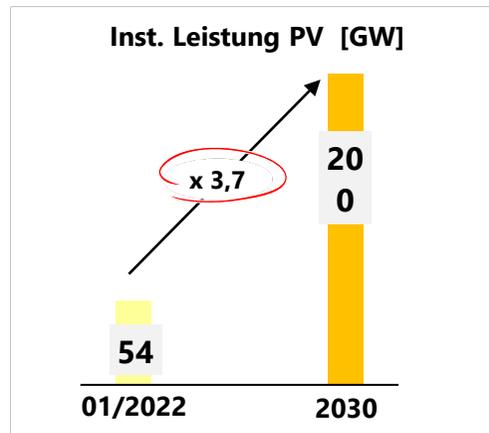
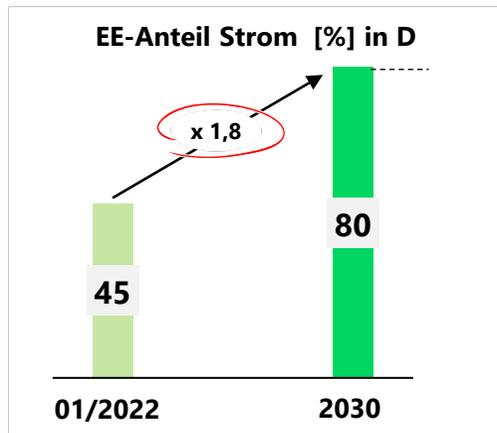
End-Energieverbrauch (2045 ca. -38% ggü. heute)



(*) **Bilanzielle Jahres-Darstellung**, alle Angaben in TWh/Jahr

Durch die Energiekrise wurde Fokus auf Energiewende eher geschärft als getrübt* → Transformationsziele 2030

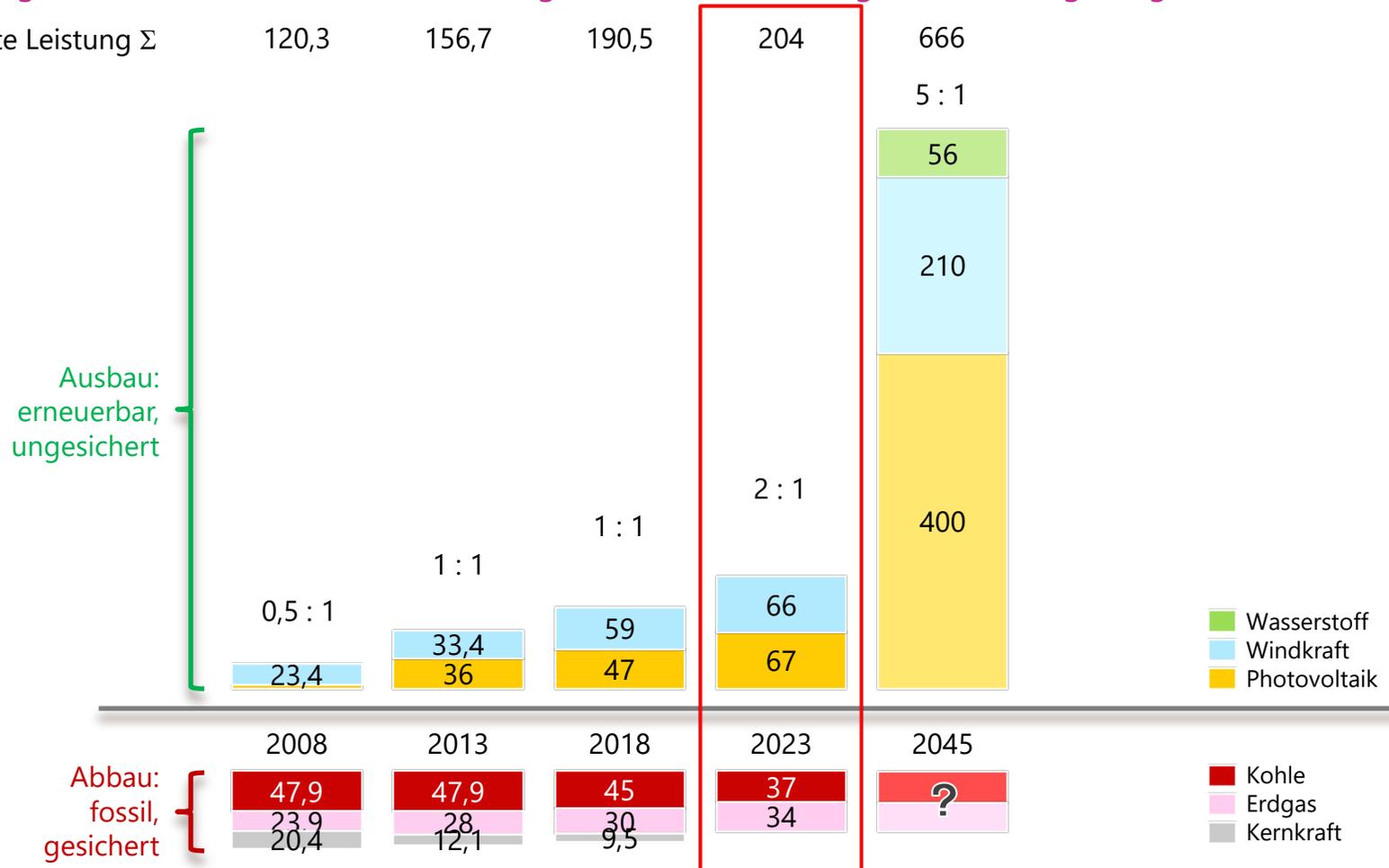
*Weg vom russischen Erdgas/Öl auch durch Ausbau Erneuerbare Energien (EE) und Energie-Autarkie



Dazu erhebliche Beschleunigung erforderlich! → 2022/2023 umfangreiche Gesetespakete

Perspektive Stromerzeugung: Ungleichgewicht zwischen „gesicherter“ und „ungesicherter“ Leistung

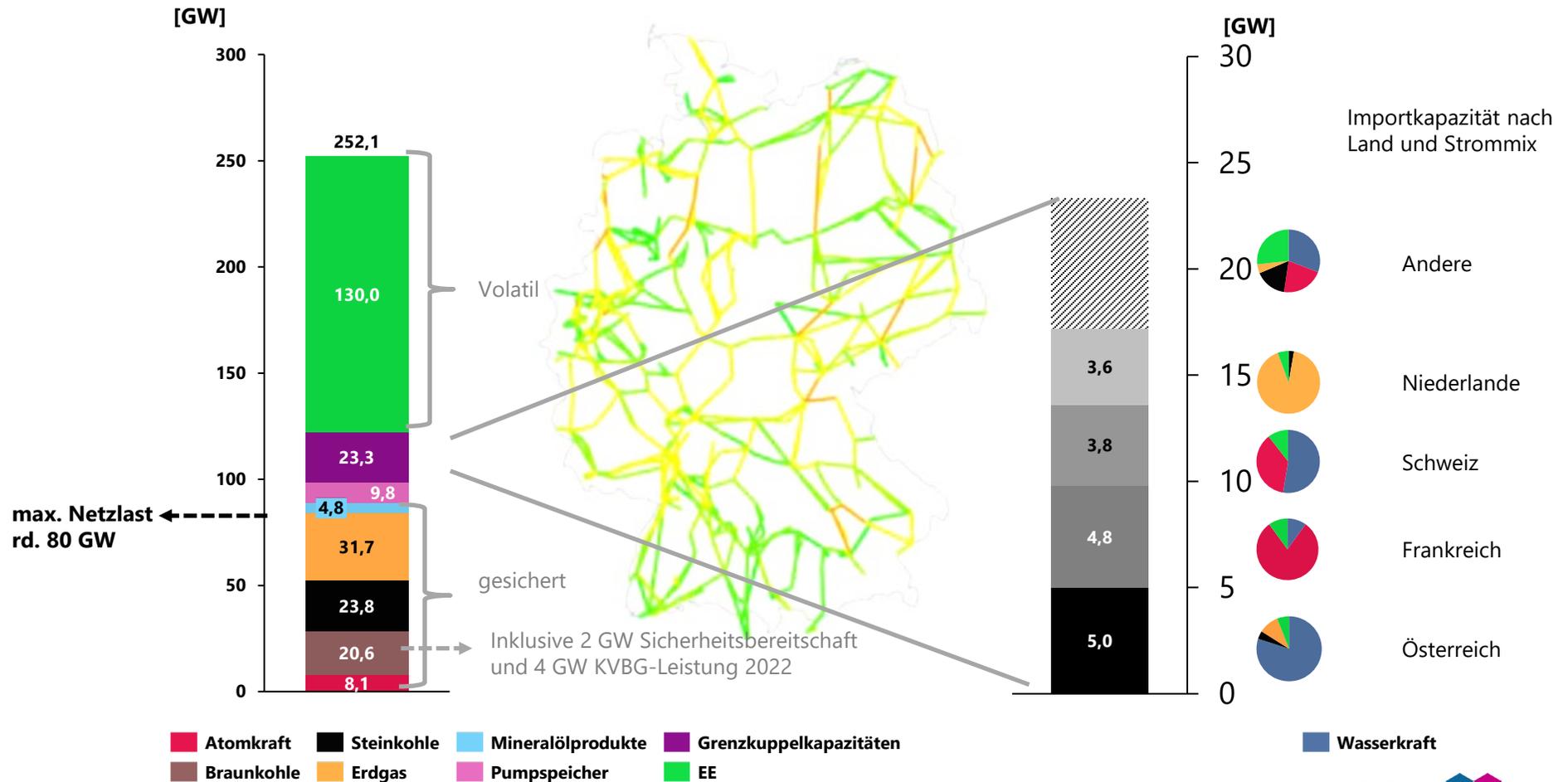
Entwicklung der installierten Kraftwerksleistung in Deutschland (ausgewählte Energieträger)



Thema „gesicherte Leistung“: 1/4 in D abhängig vom Gas - - sowie bis zu 20% kommt aus dem Ausland

Installierte Erzeugungsleistung DE (2021)

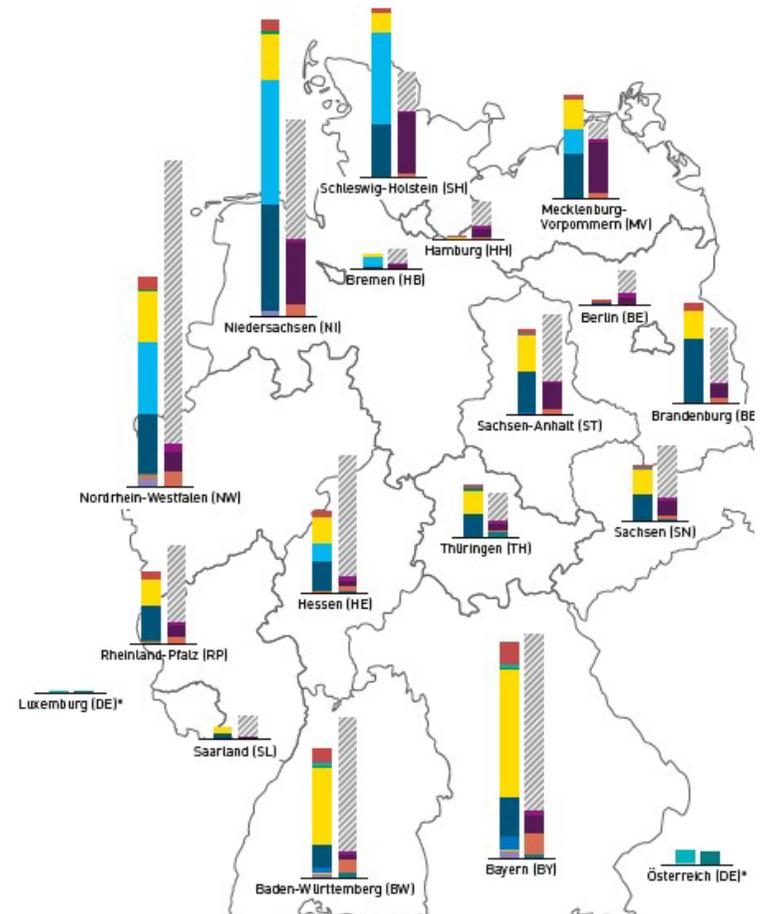
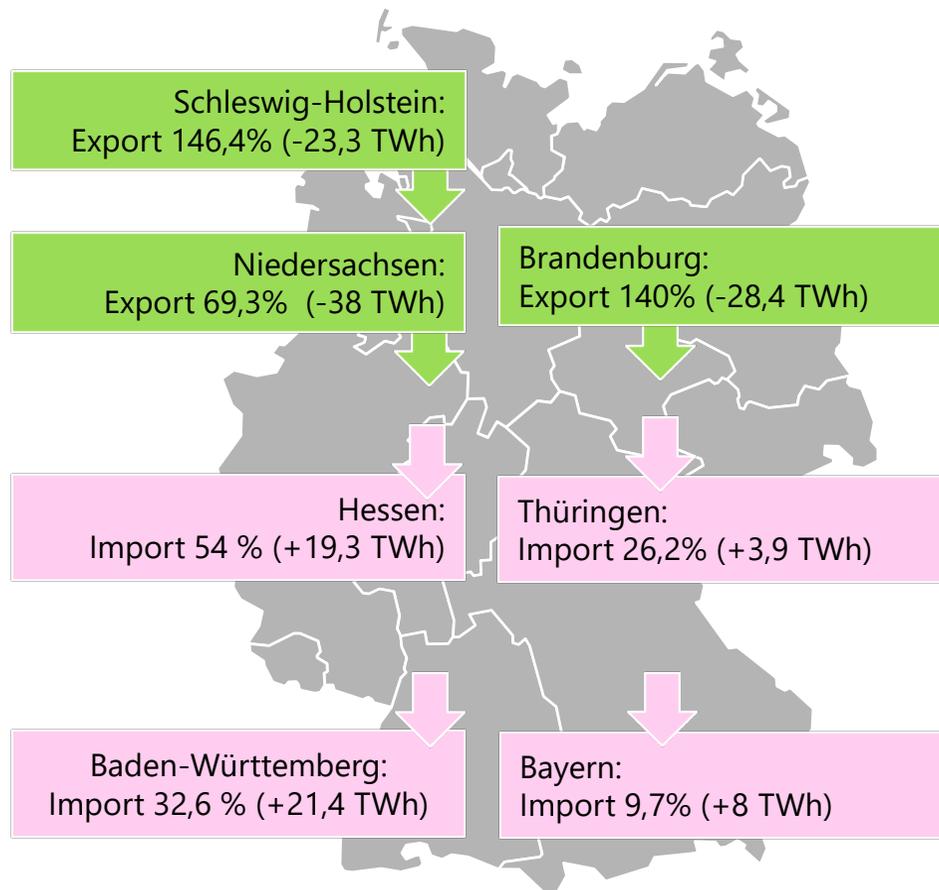
Grenzkuppelkapazitäten zu Nachbarstaaten (2021)



Das regionale Ungleichgewicht bei den Kraftwerken – Nord zu viel, Süd zu wenig → „Transport“-Netzausbau

Bsp.-Transportmengen* Nord → Süd [TWh]

Einspeise-Lastbilanzen Bundesländer 2045** [TWh]

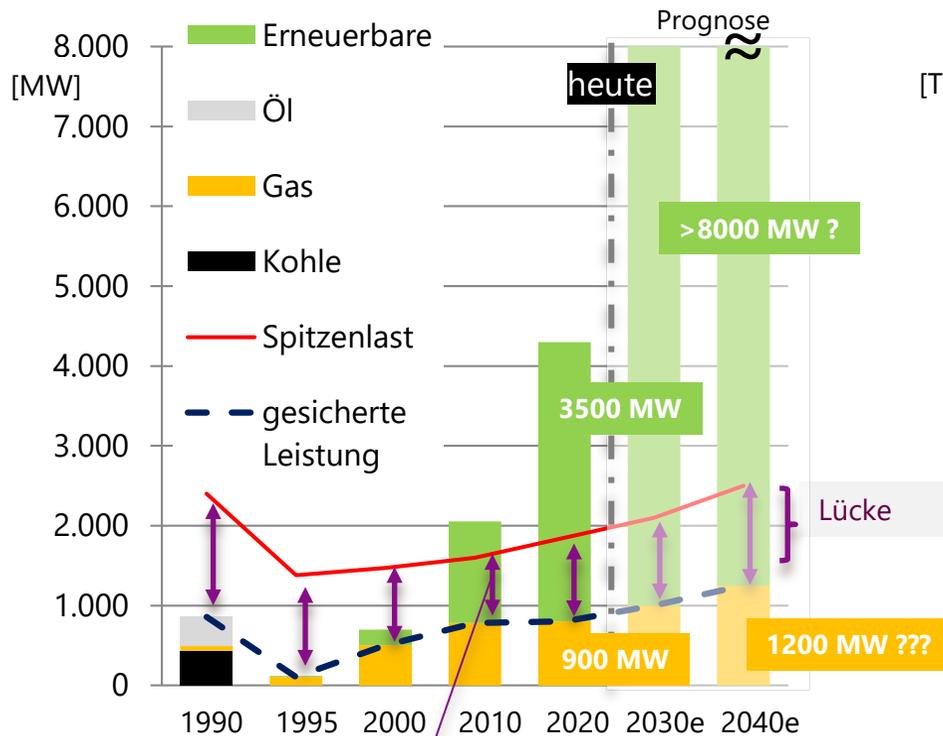


*Aktuelle *Stromausgleichsaldi zum Bruttostromverbrauch in Prozent, letztverfügbare Angabe

** Quelle: NEP 2037/40 (20023) der deutschen Übertragungsnetzbetreiber

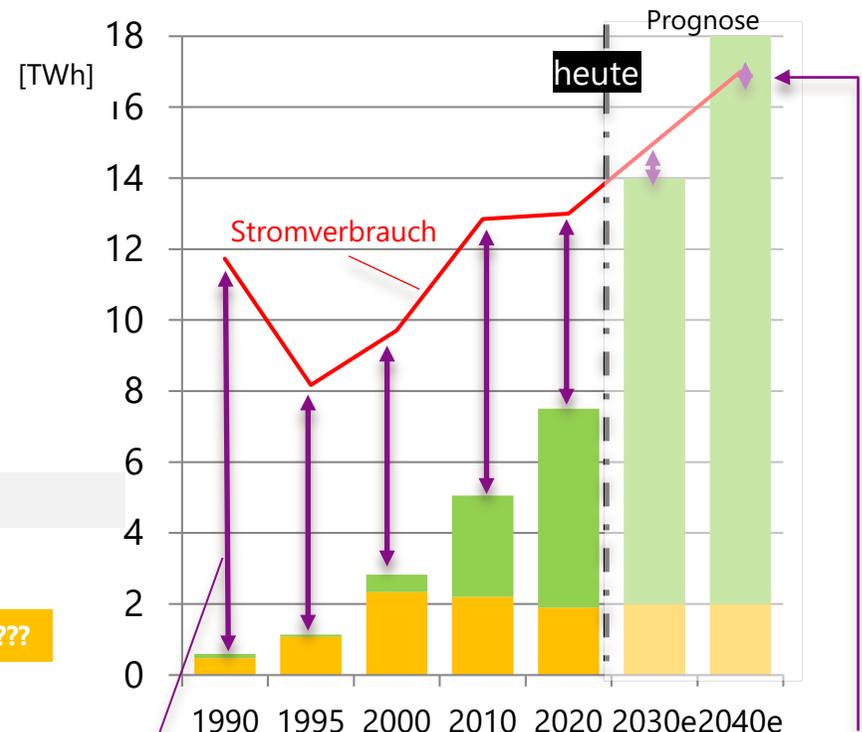
...und auch Thüringen ist bei der gesicherten Leistung auf Import aus den benachbarten Bundesländern angewiesen

Installierte Kraftwerksleistung Thüringen (MW)



bisher: gesicherte Leistung wird bezogen v.a. durch (Kohle-) Kraftwerksleistung von außerhalb Thüringens

Stromerzeugung Thüringen (TWh)

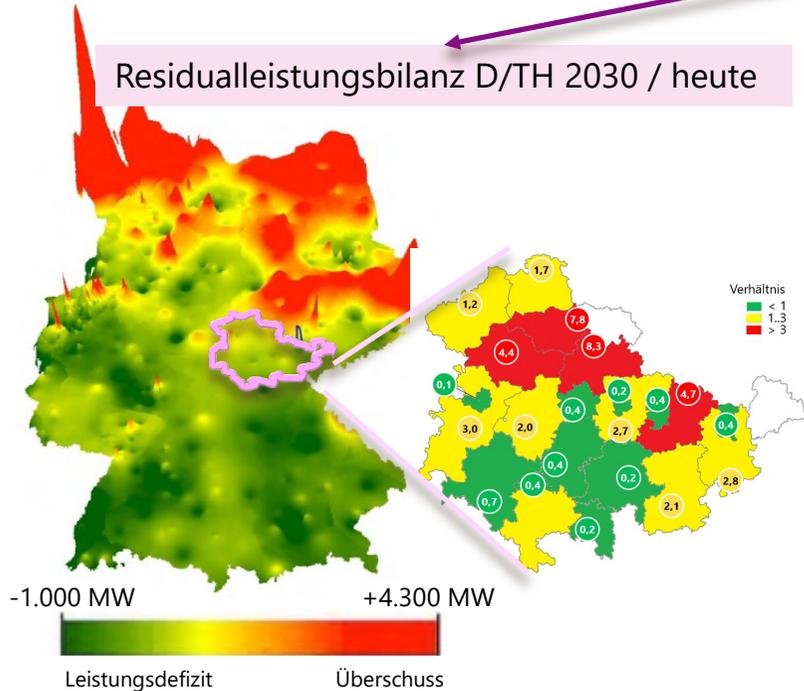


bisher: >40%-Importstrom v.a. aus Braunkohle (techn.)
 künftig: Ausbau EE bedingt bilanzielle Eigenversorgung

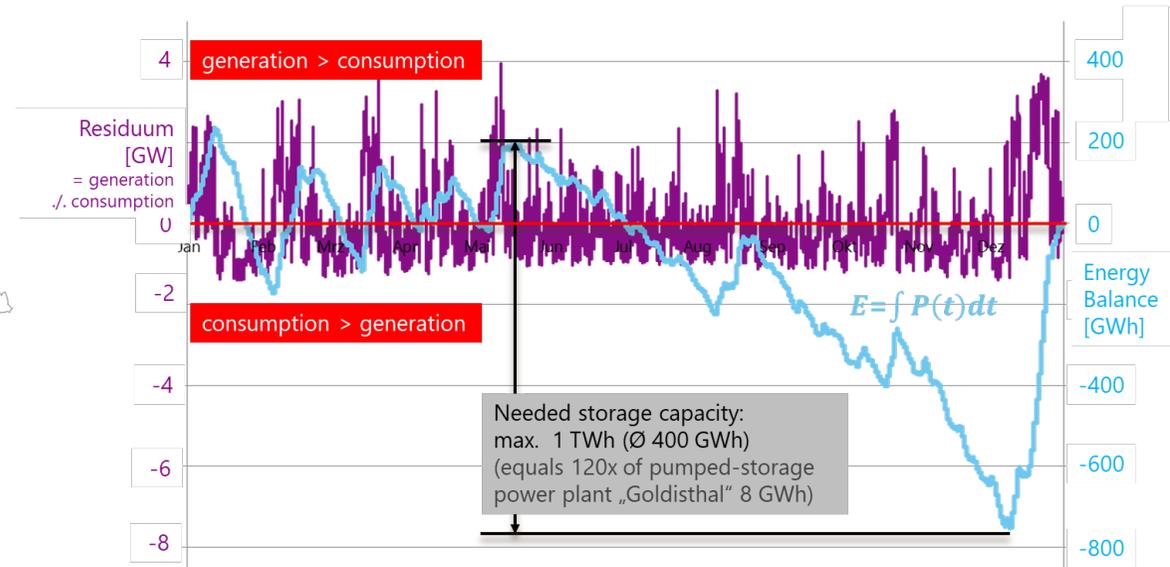
... die Systemstabilität wird von der Beherrschung transienter Leistungsflüsse und Speicherung abhängen

Bsp. Stromnetz

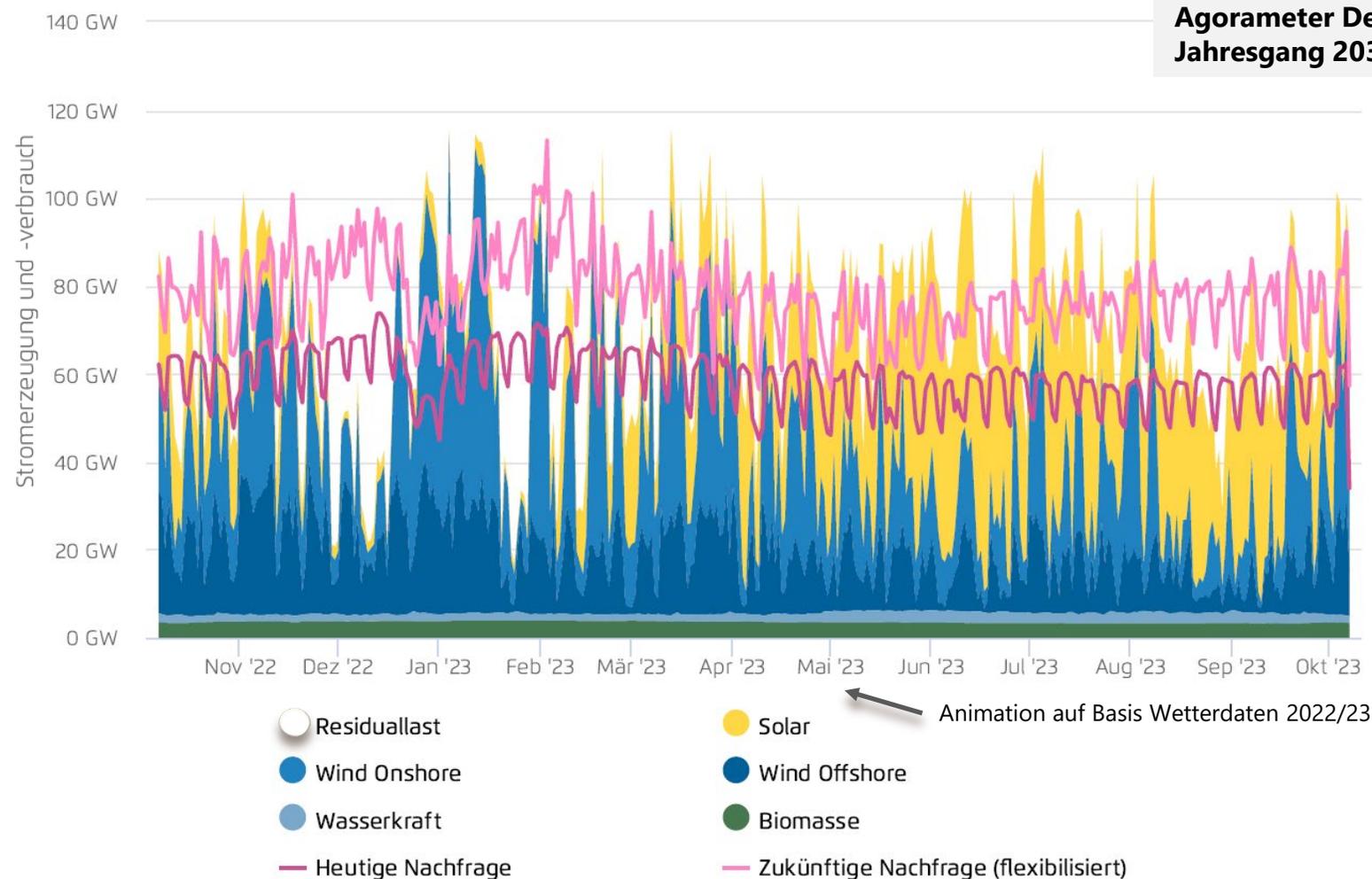
Residualleistungsbilanz D/TH 2030 / heute



Residual-Leistungsflussbild Stromnetz TEN 2030

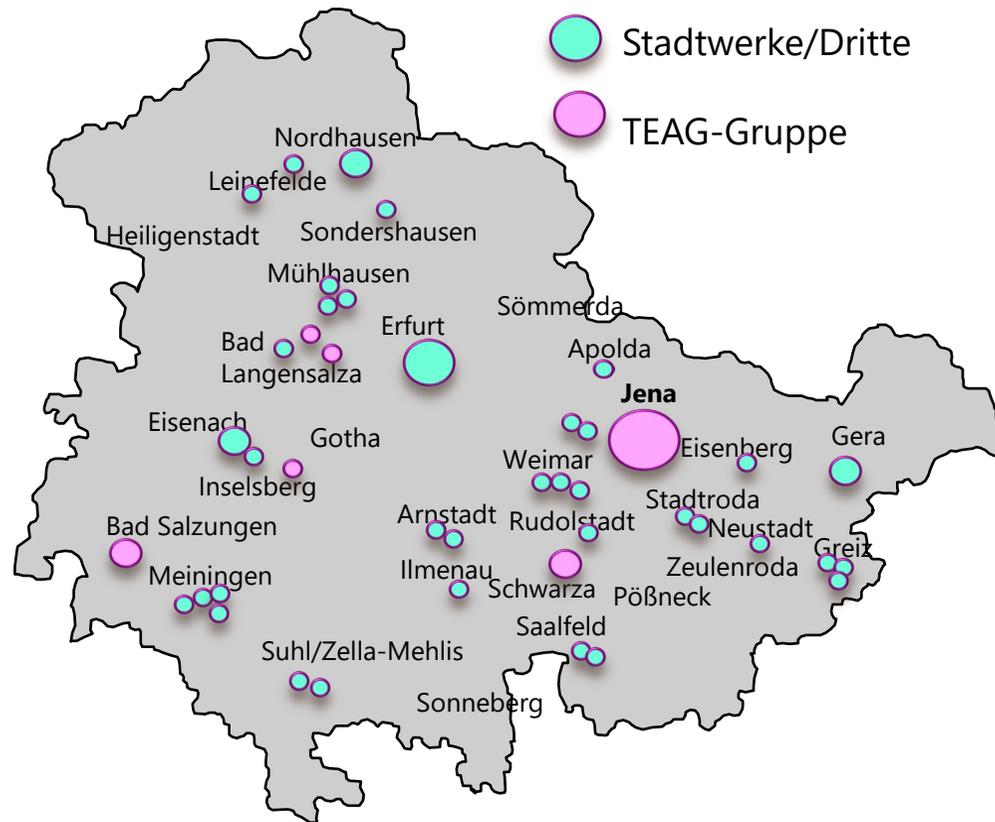


Spätestens @80% EE im System müssen wir die Themen Speicherung / Flexibilitäten / gesicherte Leistung gelöst haben



Gesicherte konventionelle Erzeugerleistung basiert in Thüringen v.a. auf modernen KWK*-Anlagen a.B. Gas

Größere KWK-Anlagen in Thüringen mit Stromeinspeisung in das Thüringer Verteilnetz



TEAG-HKW Jena, P_{install} (bisher) 200 MW_{el}

*Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

Dekarbonisierung Fernwärme mit Versorgungssicherheit* kombinieren: in Thüringen – > 800 MW_{el+th} installiert

Highlights im TEAG-Anlagenbestand

HKW Bad Salzungen

- 30 MW_{el}/ 67 MW_{th}
- Gasturbine+Motor
- Wärmespeicher
- Fokus: Wärmeversorgung Bad Salzungen



HKW Jena

- 182 MW_{el}/ 225 MW_{th}
- 120 MW_{el+th} im Bau
- Gasturbinen+Kessel+Motoren
- 2 Wärmespeicher
- Fokus: Wärmeversorgung Jena



HKW Schwarza

- 30 MW_{el}/ 204 MW_{th}
- Gasturbinen+Kessel
- Fokus: Fernwärmeversorgung Bad Blankenburg+Rudolstadt, Medienversorgung Industriekunden (Wärme, Strom, Wasser, Druckluft)



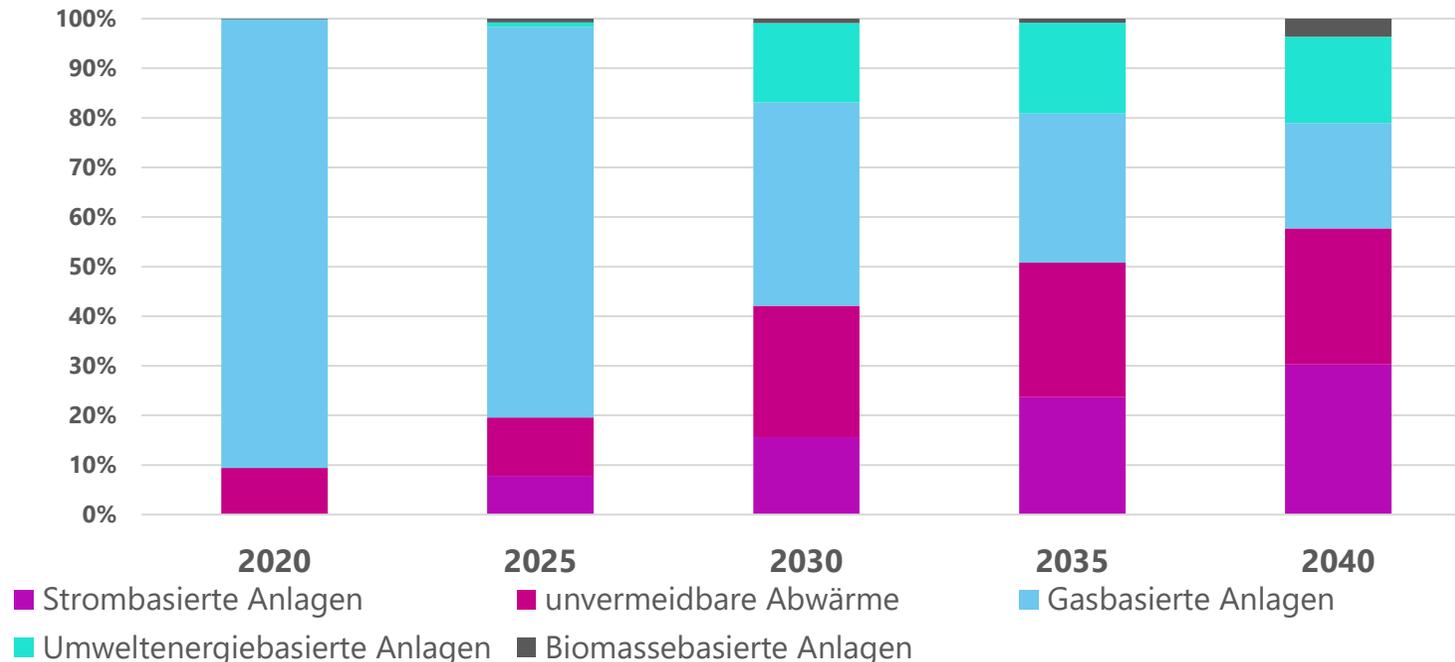
Was wir für die Erzeugung von morgen bereits heute tun

- Investitionen in Flexibilisierung, Effizienzsteigerung und Leistungserhöhung (Wärmespeicher, Gasmotoren)
- Schrittweise, standortspezifische Dekarbonisierung u.a. durch H₂-Motoren, Großwärmepumpen, Power to Heat und Abwärmenutzung
- Dazu Kooperation mit Partnern vor Ort
- Thüringenweite Kooperation 31 EVU zur Dekarbonisierung der öffentl. Fernwärme (Umsetzung Thüringer Klimagesetz)

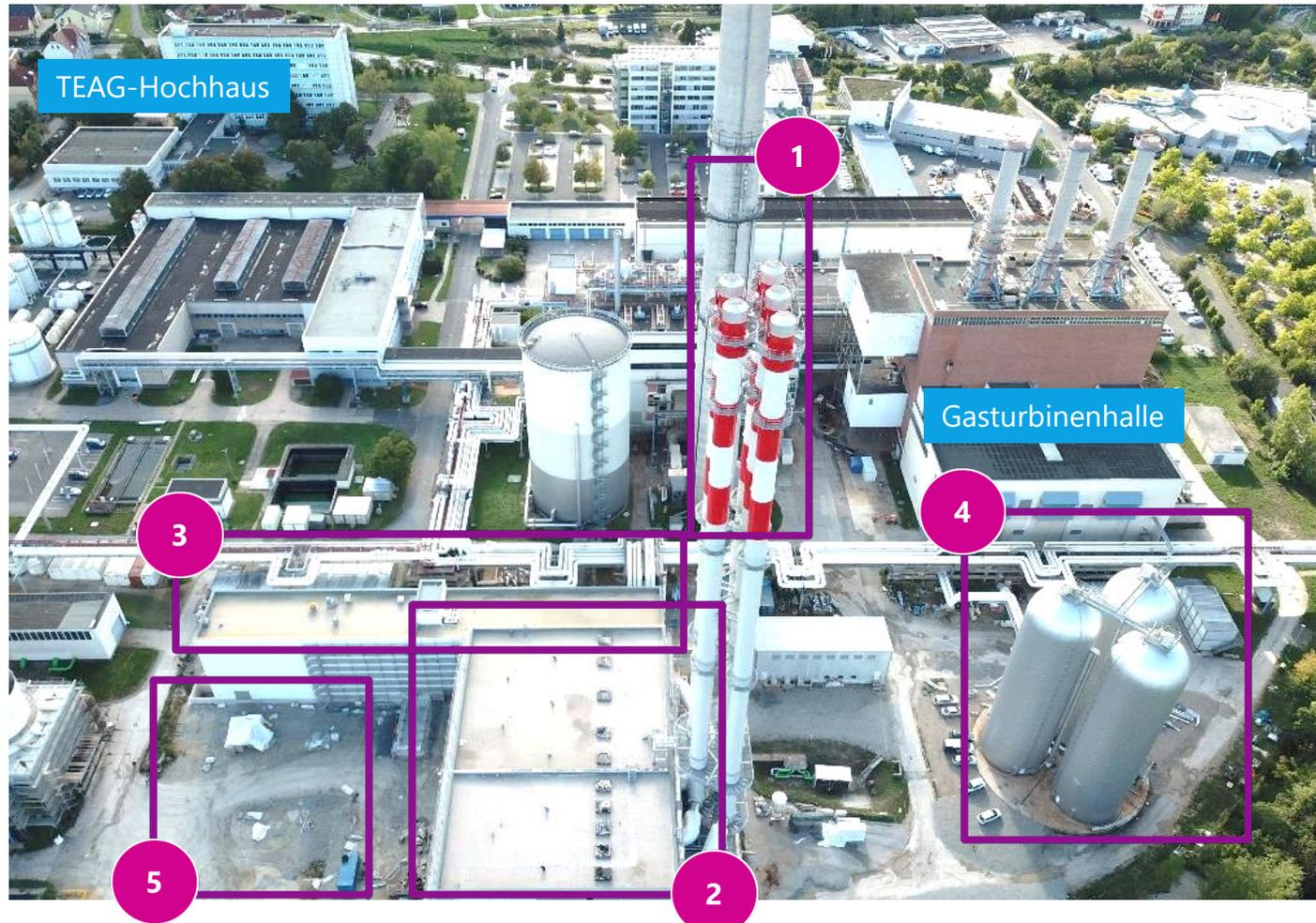
* da KWK auch einen Anteil der gesicherten Leistung in der Dunkelflaute liefern werden muss

Die Thüringer Fernwärmeversorger haben Konzepte für eine Treibhausgasneutrale Wärme bis 2040 erstellt

Geplante Transformation der Thüringer Fernwärmeversorgung bis 2040 gemäß den Anteilen an der Wärmemenge (Umsetzung § 8 Abs. 5 Satz 2 ThürKlimaG)



Sichtbare Veränderungen am Standort Jena: neue Schornsteine und Wärmespeicher

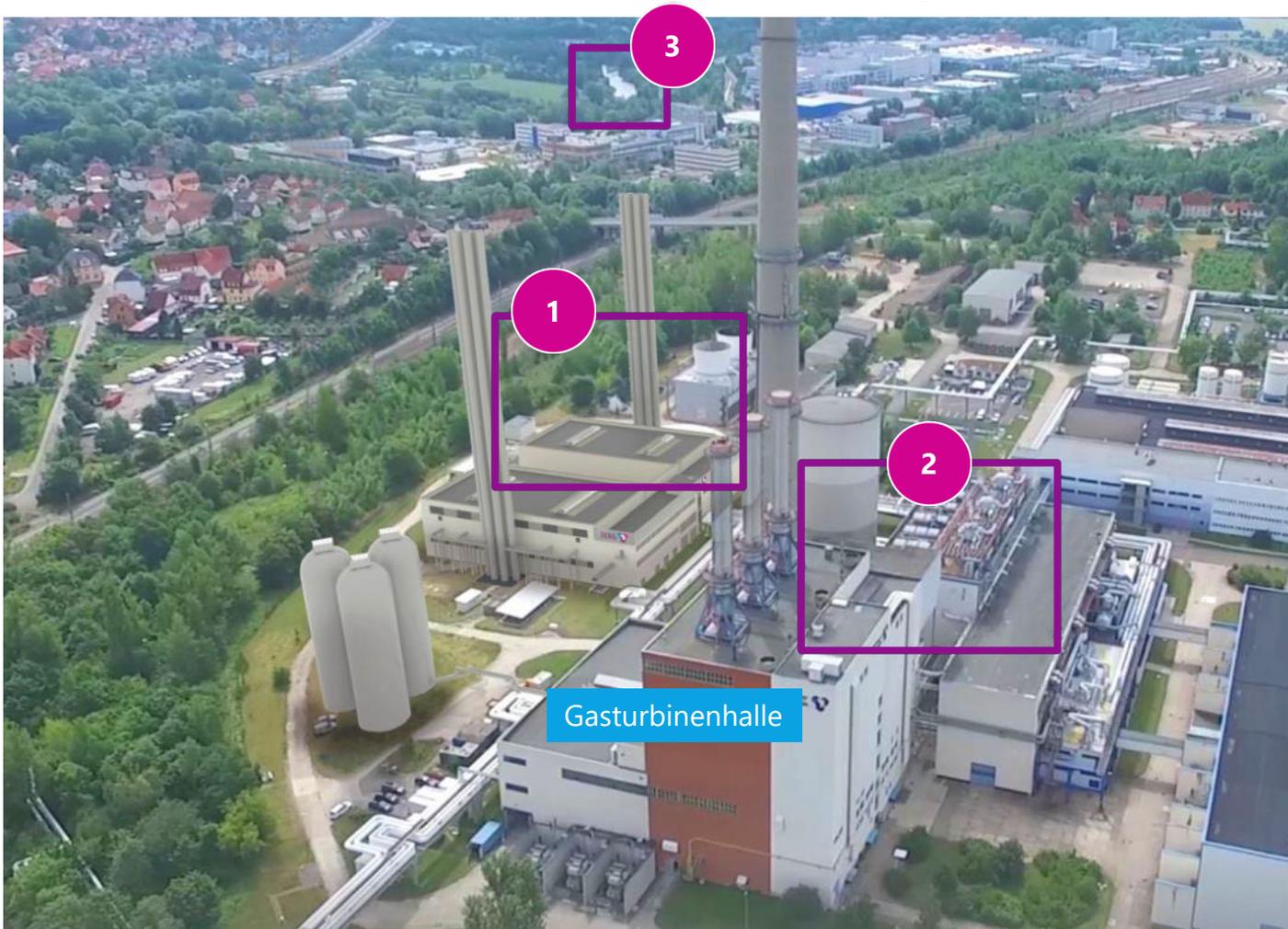


Legende

- (1) Schornsteinanlage (Höhe 101m), ein Kamin für jeden Gasmotor
- (2) Gasmotorengebäude (Höhe 19m), fünf Motorzellen + 2. Ebene mit Kesselanlage
- (3) Funktionsgebäude, (Höhe 16m), zentrale Nebenanlagen für Schmieröl, Adblue-Tanks, Schaltanlagen, Druckluftversorgung
- (4) Druckwärmespeicher (Höhe 42m), Kapazität ca. 630 MWh, auf Fundament des alten 225-m-Schonsteins errichtet
- (5) Vorhaltefläche für zweite Ausbaustufe H2-Ready

Thüringer Klimagesetz – CO₂ Neutralität in der FW

2. Ausbaustufe GMA H₂-Ready, PtH, Flusswärmepumpe

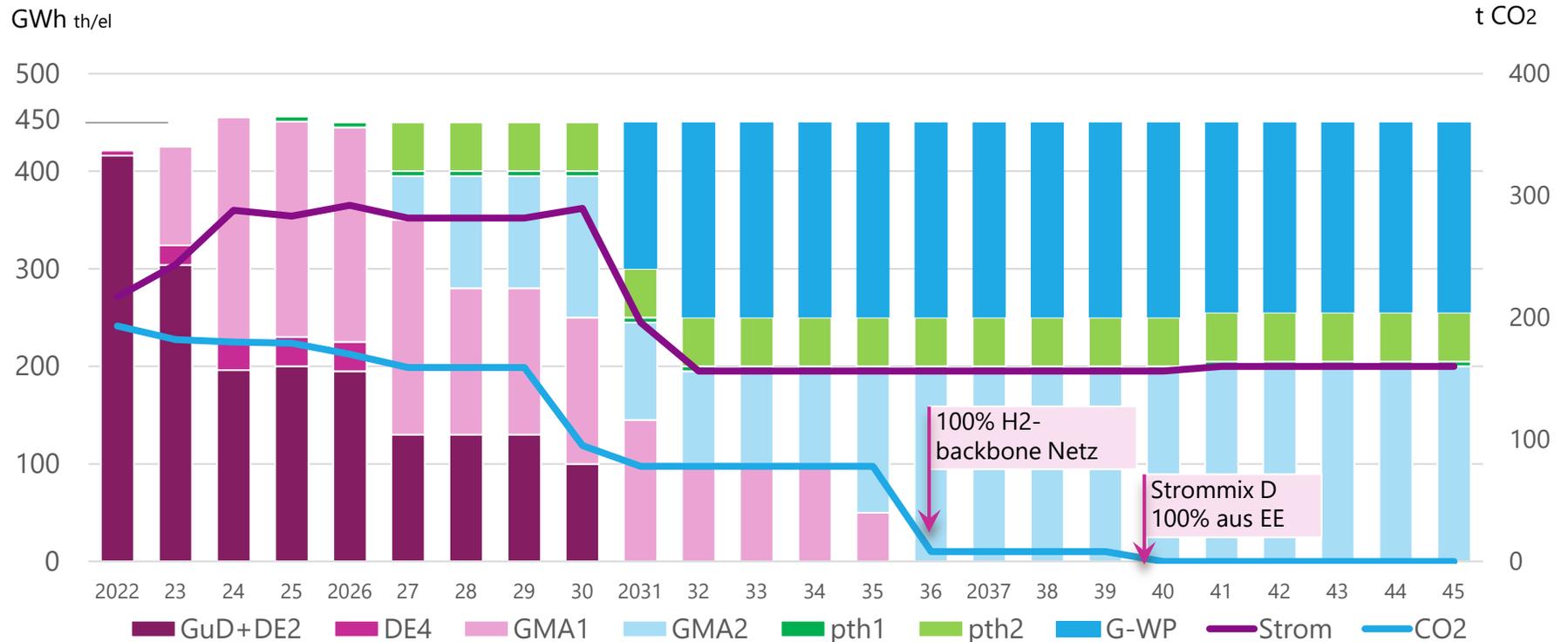


Legende

- (1) Zweite Ausbaustufe GMA,
 - 5 Gasmotoren H₂-Ready
 - aus L-Gebäude wird eine U-Form
 - Aufgreifen der Sollregelung aus dem Thüringer Klimagesetz
 - Reduzierung CO₂ Ausstoß und damit EUA-Zertifikatekauf
- (2) 50 MW PtH + mögliche Erweiterung um 100 MW
- (3) Wärmepumpe 50 MWth, Abkühlung der Saale um 1° C

HKW Jena: Wachsen und Schneiden bis zur CO₂-freien Wärmeversorgung und Stromerzeugung

Phase Out GuD, GMA 2 folgt auf GMA 1 und besichert Großwärmepumpe, pth ergänzt

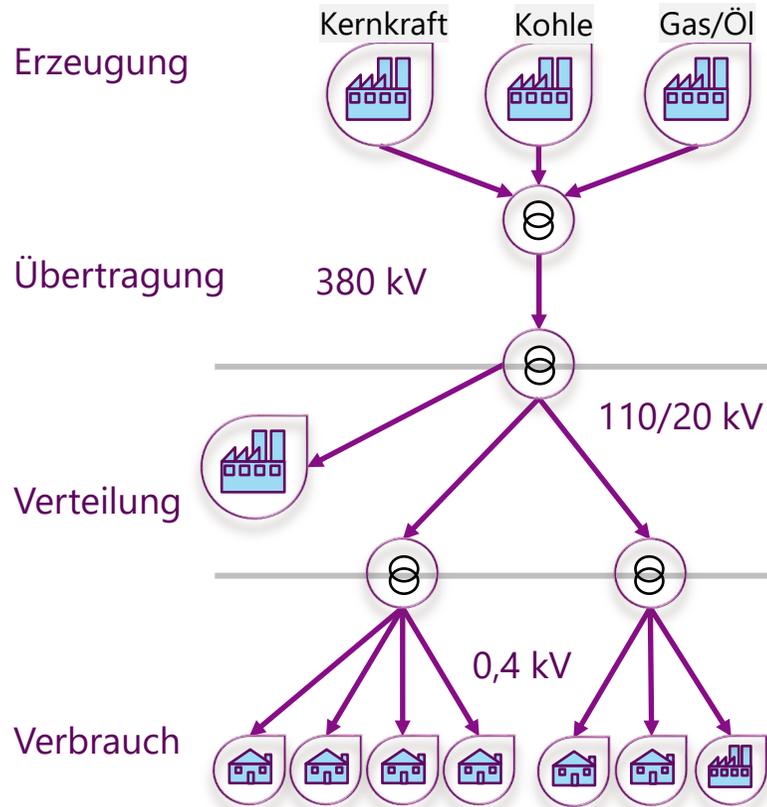


MW th	225	30	60	50	50	50	50
MW el	+ 182	0	+ 63	+ 50	- 50	- 50	- 18

GuD: Gas- und Dampf-Kraftwerk; pth: power to heat; GMA: Gasmotorenanlage, bestehend aus mehreren Motoren

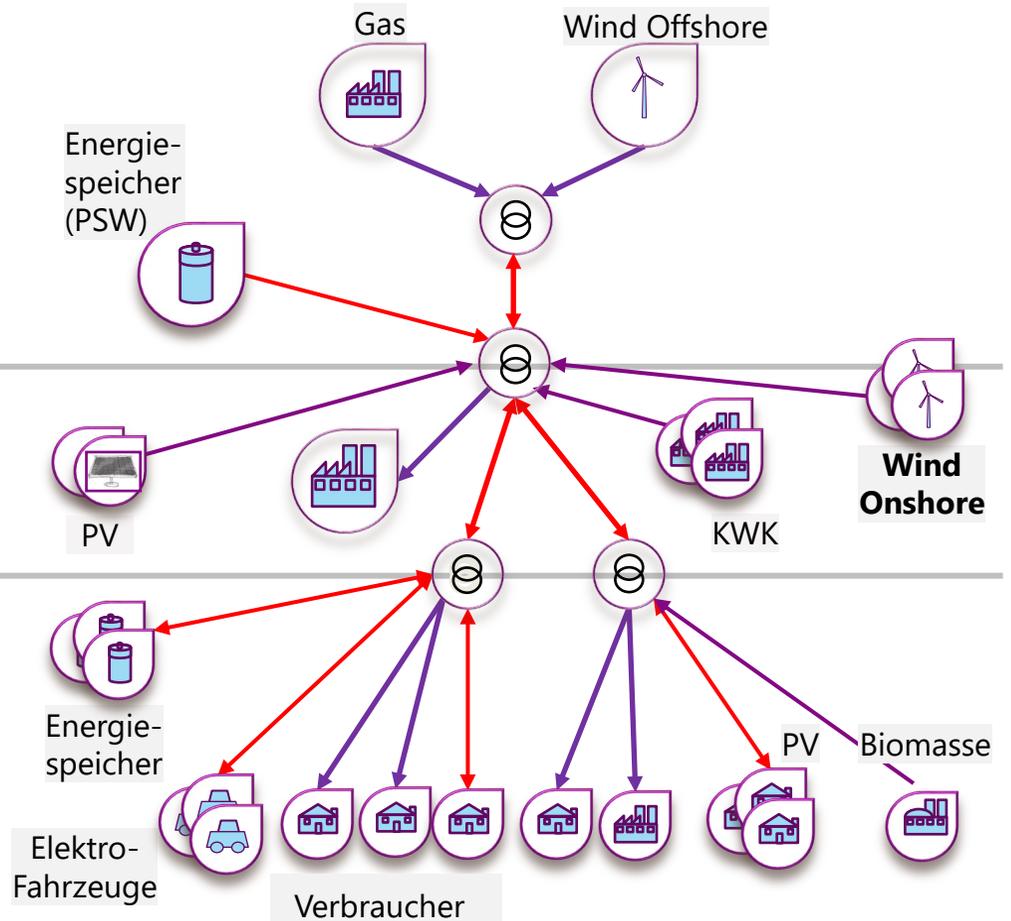
Perspektive Stromnetz: Dekarbonisierung + Dezentraisierung machen Stromverteilnetz zur Energiewende-„Drehscheibe“

Energiesystem früher:



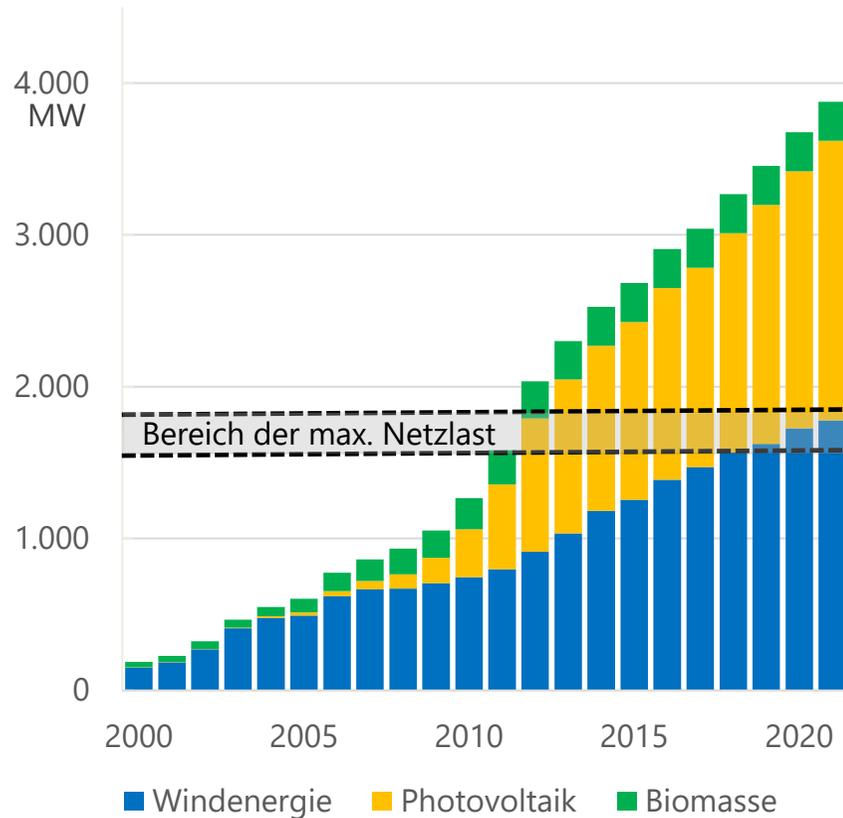
Energiefluss: : unidirektional
 : bidirektional

Energiesystem heute und künftig:

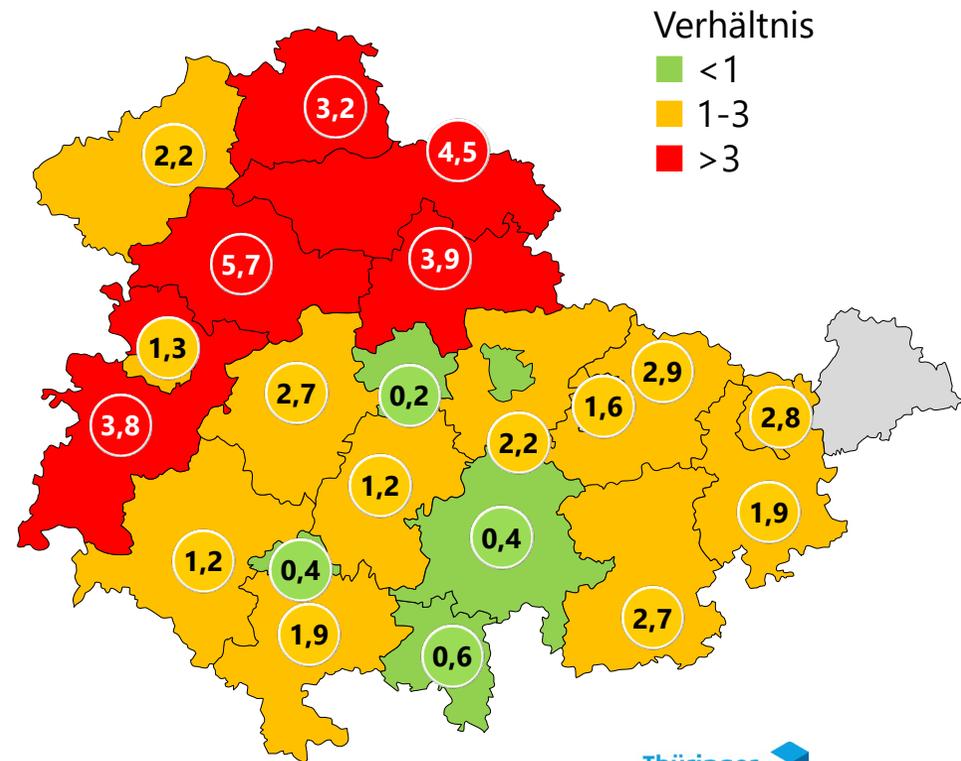


Nach 20 Jahren „Energiewende“ übersteigt Einspeiseleistung (auch) im Thüringer Stromnetz die maximale Entnahme

Entwicklung installierte EE-Leistungen vs. Netzlast

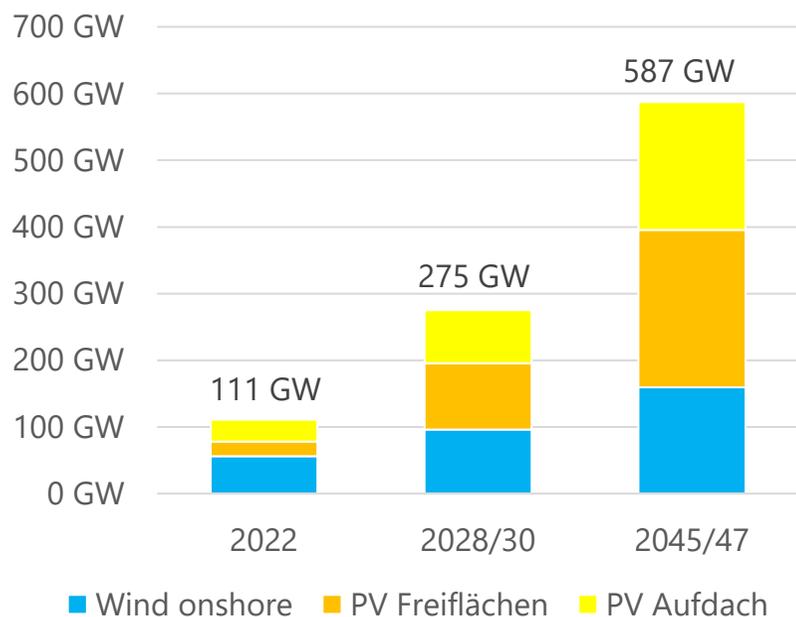


Verhältnis EE-Einspeiseleistung zu Netzlast (Schätzung 12/2021)

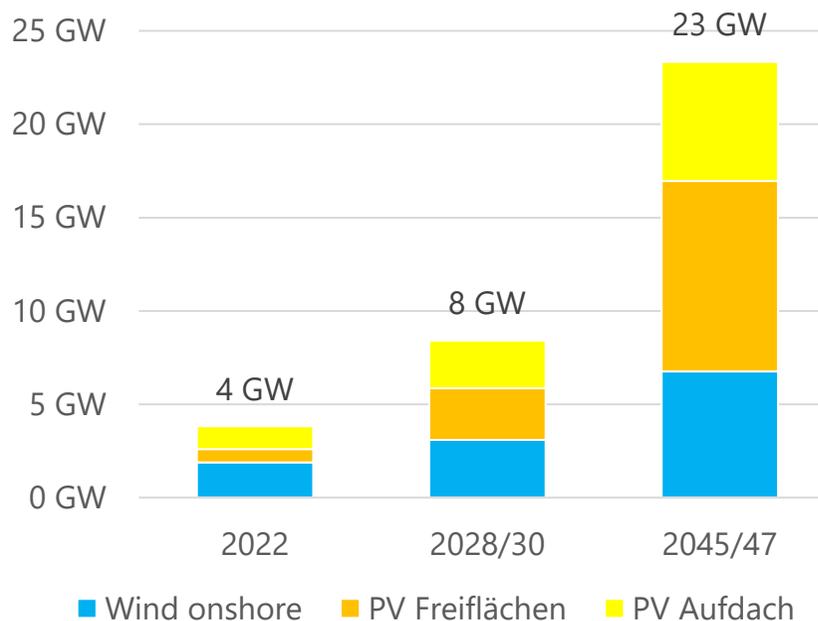


...und: Die installierte Leistung Erneuerbarer soll sich bis 2045 nochmal vervielfachen

Deutschland: Faktor 5,5 auf fast 600 GW



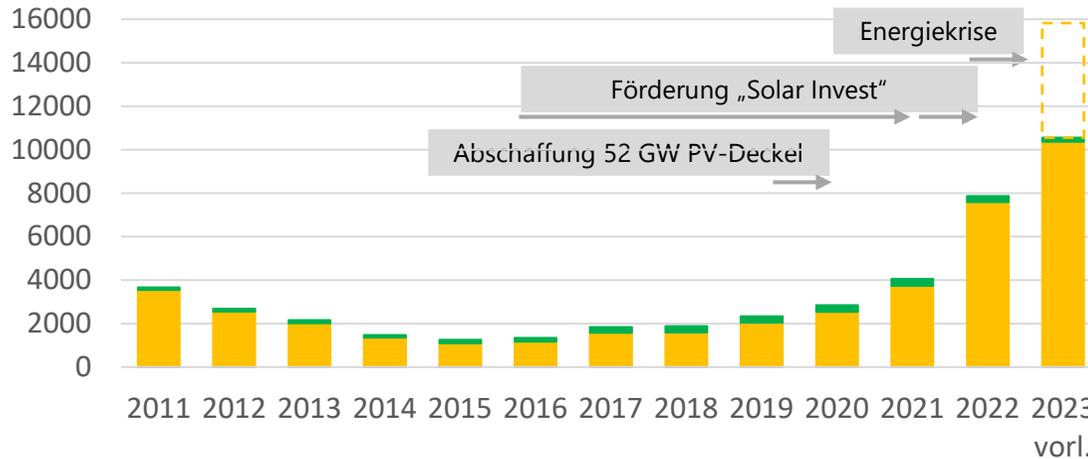
Thüringen: Faktor 6,1 auf >23 GW



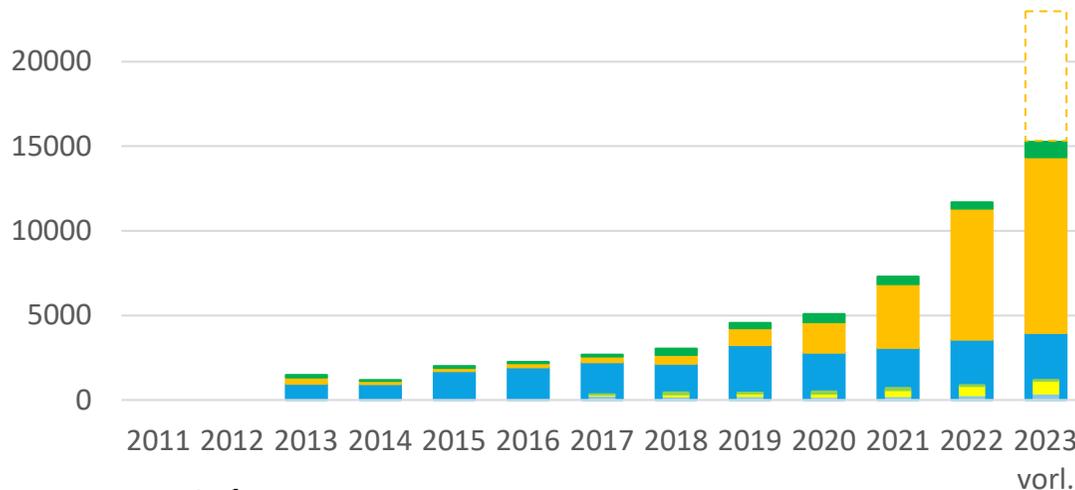
- Status Quo: das Thüringer Netz kann ca. 4 GW EE aufnehmen/verteilen; Schnittstellen zur HÖS max. 3,4 GW
- 2045 muss HS-Netz und Schnittstelle zur HÖS mehr als 16 GW leisten können.
- Folge: Die Netzkapazität des Status Quo müsste alle ~7 Jahre zugebaut werden! Das entspräche allein 42 zusätzlichen neuen 300 MVA Transformatoren zur HÖS! (Hinweis: Heute werden 15 HÖS/HS-Transf. betrieben, über die Thüringen versorgt wird.)

Zumindest im PV-Bereich steigt das Anschlussbegehren seit 2021 dramatisch

Anfragenanzahl von Erzeugungsanlagen zum Netzanschluss im TEN-Netz



Angefragte Erzeugungsleistung mit Realisierungsprognose [MW] im TEN-Netz



Anfrage in Realisierungsprognose

- Wind
- Photovoltaik
- Sonstige
- Prognose

Fakten

- PV prägt den Anstieg (Leistung+Stückzahl); Balkonanlagen
- Verdopplung der Anfragenanzahl

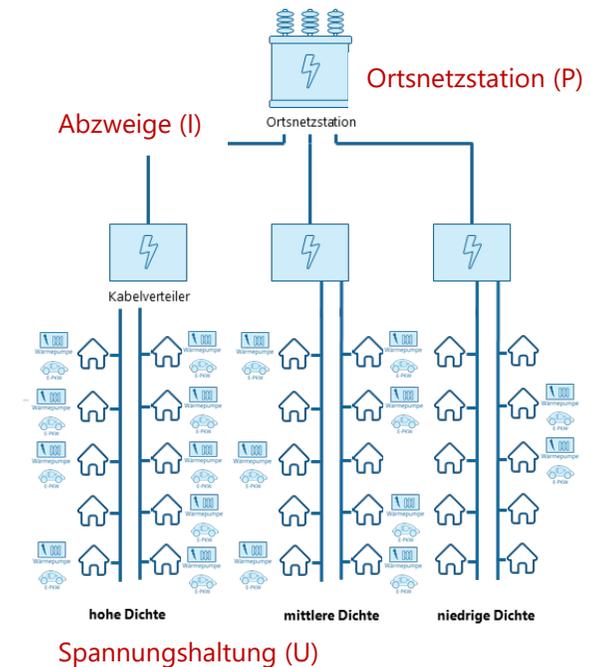
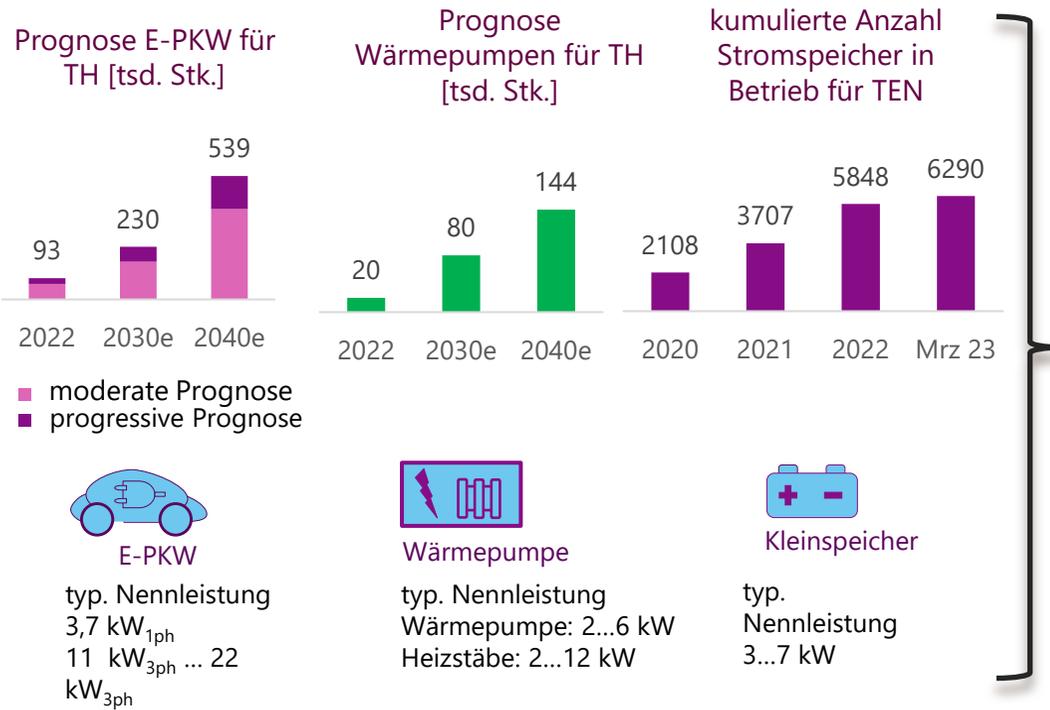
Folgen

- Komplexität steigt
- Längere Wartezeiten, derzeit Rückstand bis zu 6-8 Monaten
- größere Projektanfragen werden frühzeitig gestellt und haben einen Realisierungszeitraum von mehreren Jahren
- teilweise ausgelastete Netzgebiete erfordern Netzausbau

...Lastseite: Neue Verbraucherlasten, wie Elektromobilität und Wärmepumpen → auch Netzausbau

Entwicklung der zukünftig steuerbaren Verbrauchseinrichtungen in TH

Mögliche Engpässe der zukünftigen Belastung in den Niederspannungsnetzen



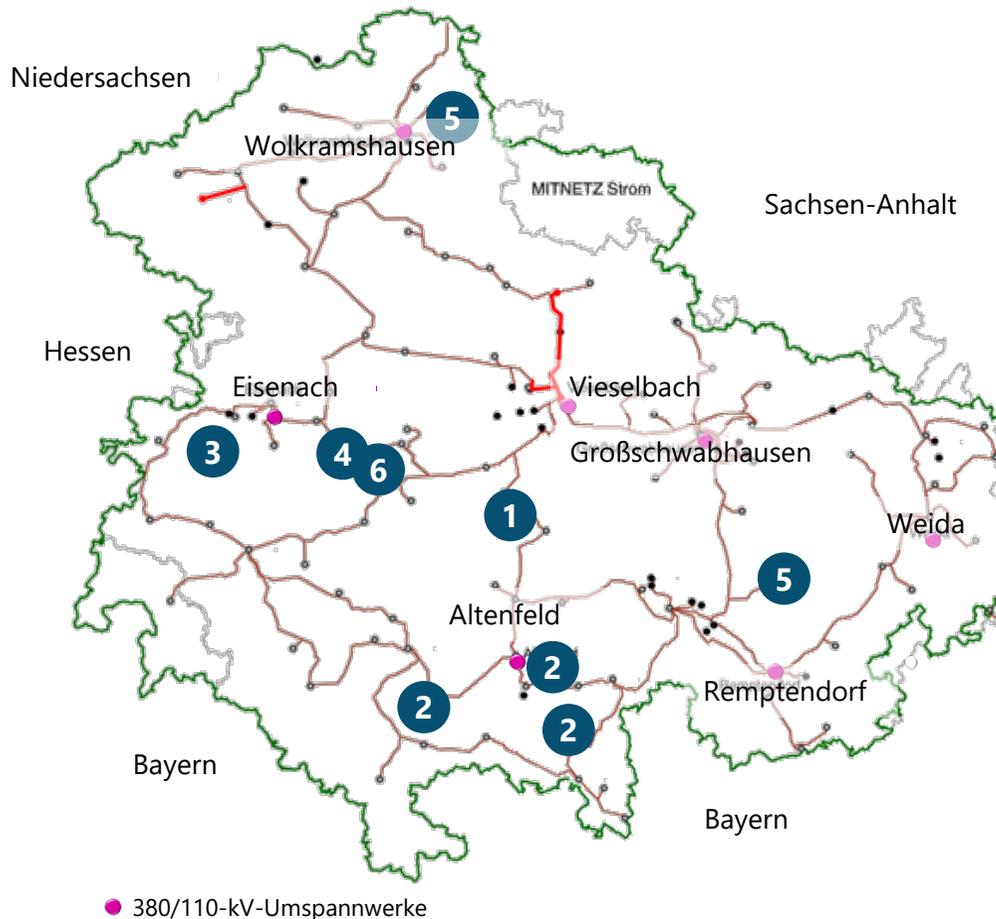
- Planansatz für Netzdimensionierung = 2-3 kW pro HA bei Gleichzeitigkeit = 1
- Übertragungsleistung Kabel/Freileitung = 155...195 kW*
(Kabel: 150mm² & 240mm² | Freileitung: 70mm² AL)
* Entsprechend der zugehörigen Absicherung

...dazu kommt ein steigender Leistungsbedarf der Thüringer Industrie (Wachstum plus Elektrifizierung)

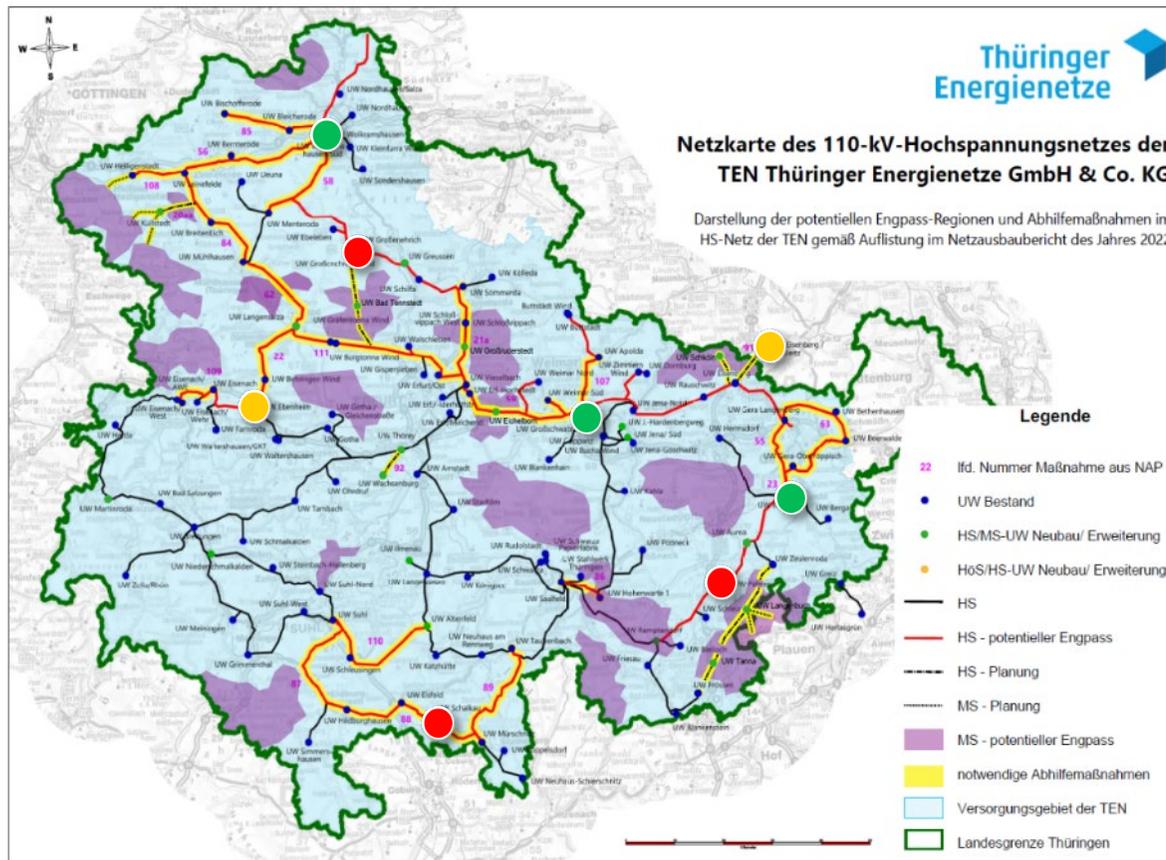
Beispiele

Firma	Leistungs-Zuwachs	Grund
1	+60 MW	Neuerrichtung Batterieproduktion
2	+162 MW	Elektrifizierung Gasprozesse
3	+8 MW	Erw. Produktionsstandort
4	+15 MW	Erw. Produktionsstandort
5	+20..40 MW	Ansiedlung Produktionsstandorte
6	+30..80 MW	Ansiedlung Produktionsstandorte

→ Projekte von historischer Dimension



In Summe: erheblicher Ausbau- und Verstärkungsbedarf über alle Spannungsebenen hinweg bereits bis 2030



380/110-kV NAP ■ Erweiterungen ■ Techn. Planung ■ neu

Stromnetz-Ausbaubedarf der nächsten Jahre (**ca. 650 Mio.€**)

- +5 HöS/HS Umspannwerke (+72% | Bestand: 7 Stk.)
- +15 HÖS/HS-Transformatoren (+100% | Bestand 15 Stk.)
- 660 km Verstärkung HS-Leitung (+23% | Bestand: 2.937 km)
- +10 HS/MS-UW & Trafos (+12% | Bestand: 83 eigene UW)
- +250 km MS-Leitungen
- +500 ON-Stationen
- +800 rONTs
- +500 km NS-Leitungen
- +4.500 Messpunkte zur Digitalisierung in MS+NS

Exkurs 380-kV-Übertragungsnetz: Erheblicher Netzausbau, u.a. auch in Thüringen

Vorhabenstand in Thüringen *Quelle: Vortrag Hr. Bülk, 50hertz zum Bürgerdialog Stromtz am 9. Mai 2023*

BBPIG Nr 44: Netzanbindung Südharz:

- Ersatzneubau in 2 Abschnitten
- Anvisierte Inbetriebnahme: Für beide Abschnitte 2028
- Beide Abschnitte sind im Planfeststellungsverfahren

BBPIG Nr 12: Mecklar - Vieselbach:

- Erweiterung einer Leitung: Umbeseilung mit einzelnen Masterhöhungen
- Anvisierte Inbetriebnahme: 2027

BBPIG Nr. 5 & 5a: SuedOstLink/+

- Pilotvorhaben Erdkabel zur Höchstspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)
- Vorhaben befinden sich im Planfeststellungsverfahren
- Anvisierte Gesamtinbetriebnahme: 2027

BBPIG Nr. 13: Pulgar - Vieselbach

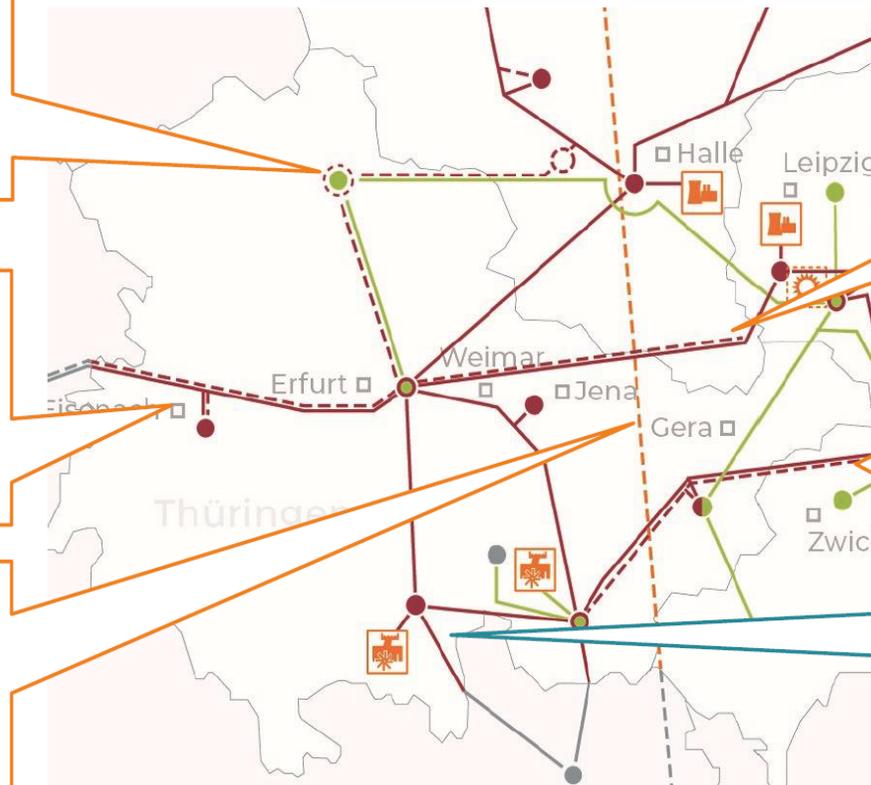
- Netzverstärkung: Ersatzneubau
- Das Vorhaben befindet sich im Planfeststellungsverfahren bzw. im Bau
- Anvisierte Inbetriebnahme: 2025

BBPIG Nr. 14: Röhrsdorf - Weida - Remptendorf

- Netzverstärkung: Ersatzneubau
- Planfeststellungsverfahren abgeschlossen (Beschluss Ost 09/2022; Beschluss West 06/2022)
- Baustart ist erfolgt
- Anvisierte Inbetriebnahme: 2025

EnLAG Nr. 4: Südwest-Kuppelleitung (Thüringer Strombrücke)

- Netzverstärkung: Neubau
- Inbetriebnahme: 2015/2017



*Quelle: BMWK, September 2023, Bilddarstellung Bundesnetzagentur

**Quelle: NEP 2037745 (2023) der deutschen Übertragungsnetzbetreiber

Die Erbringung von Systemdienstleistungen wird immer mehr durch dezentrale kleinteiligere Anlagen erfolgen

- **Trägheit rotierender Massen (Momentanreserve)**
- Frequenzhaltungsreserve (Primärregelleistung)
- Frequenzwiederherstellungsreserve (automatisch/Sekundärregelleistung, manuell/Minutenreserveleistung)
- Zu-/Abschaltbare Lasten
- Automatische Frequenzentlastung

Frequenzhaltung

- **Schwarzstart- und Inselnetz-Fähigkeit**
- Inbetriebnahme mit/ohne Spannungsvorschaltung
- netzebenenübergreifende Koordinierung (Konzepte)
- **Wiederherstellung der Versorgung (zentral/dezentral)**

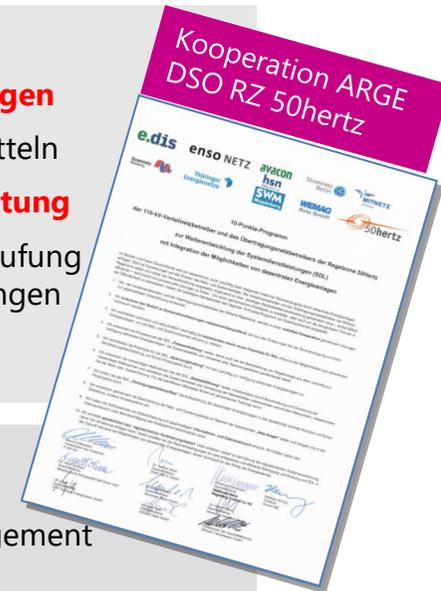
Versorgungswiederaufbau

- **Blindleistungsregelung**
 - **Steuerung von Erzeugungsanlagen**
 - Schaltung von Kompensationsmitteln
 - **Kurzschlussleistung**
 - Transformatorstufung und Umschaltungen

Spannungshaltung

Betriebsführung

- Einspeisemanagement
- **Redispatch/Engpassmanagement**
- Betriebsplanung/Ausschaltplanung
- Reservekraftwerke
- **Datenaustausch (Energieinformationsnetz)**

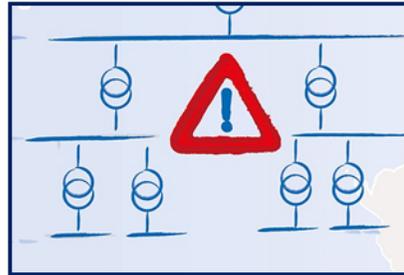


Erneuerbare müssen zunehmend Beiträge für Systemdienstleistungen liefern, um der veränderten Bereitstellung und der zunehmenden Systemrelevanz Rechnung zu tragen.

Die künftige Netz- und Systemführung erfordert einen hohen Grad von digitaler Standardisierung und Robustheit



Energiewende



Netzbetreiberkoordination

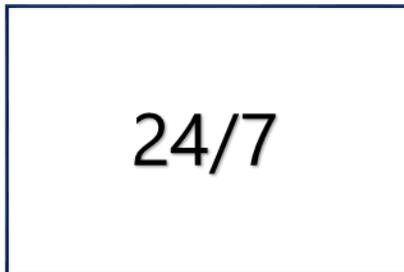


Dienstleistungen



Mehrspartensysteme

Intelligente digitale standardisierte Leitsystem- & Sekundärtechnik "DSO 2.0"



99,9 % Verfügbarkeit



ISMS, ITSK, 27019



Skalierbarkeit

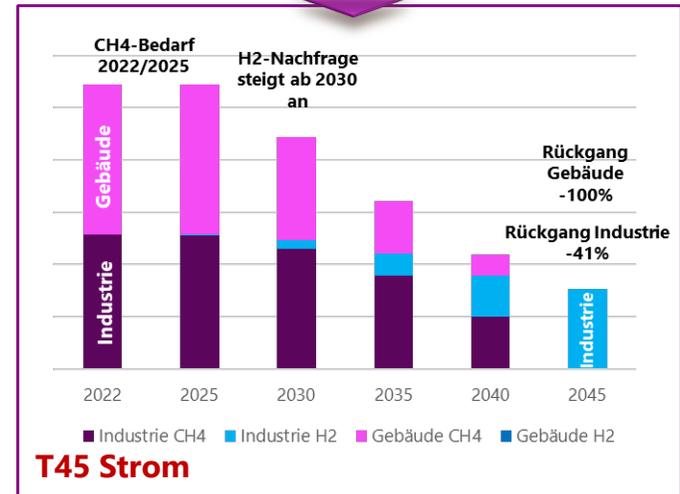
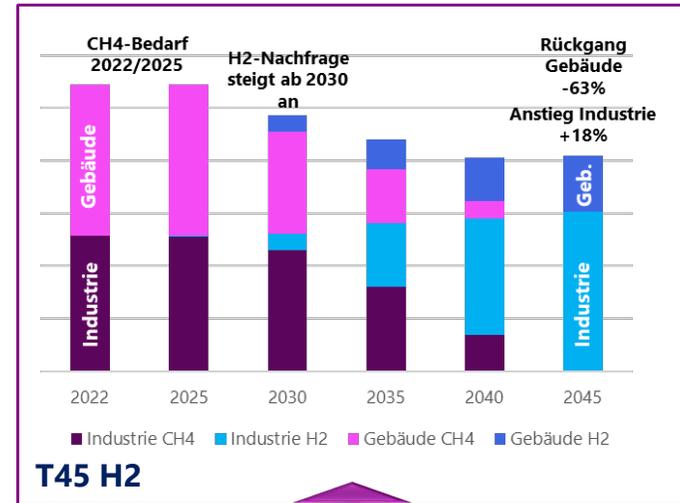
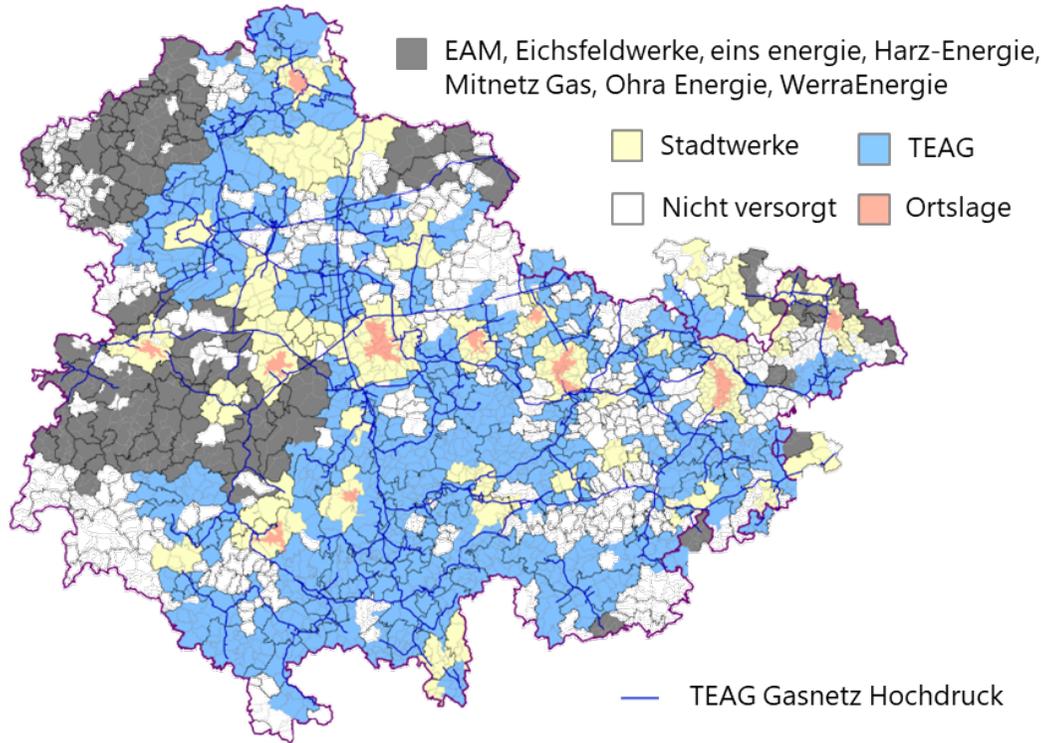


Verarbeitung Massendaten

Exkurs Gasnetz: Das Thema das uns vor Allem auch bewegt: Die Zukunft der Gasversorgung ?

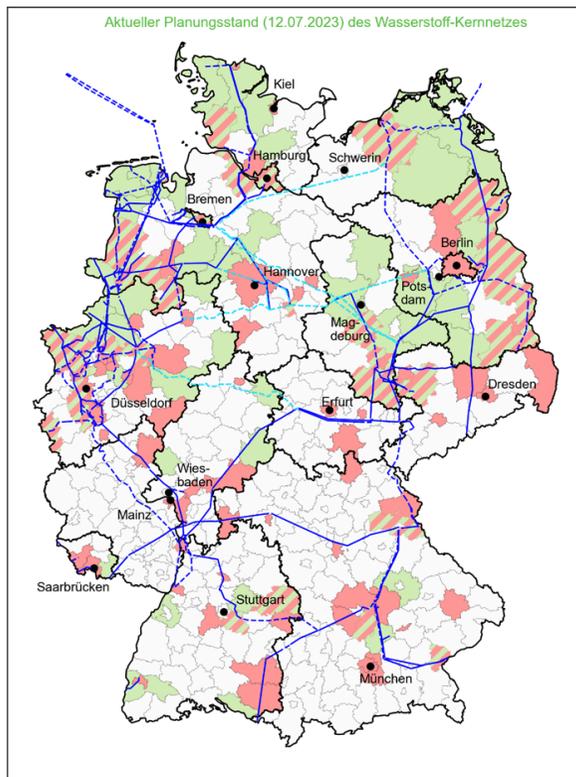
TEN-Prognosen Gasnetz-Transformationsplan (GTP)

Gasnetz-Versorgungslandschaft in Thüringen (Konzessionen)

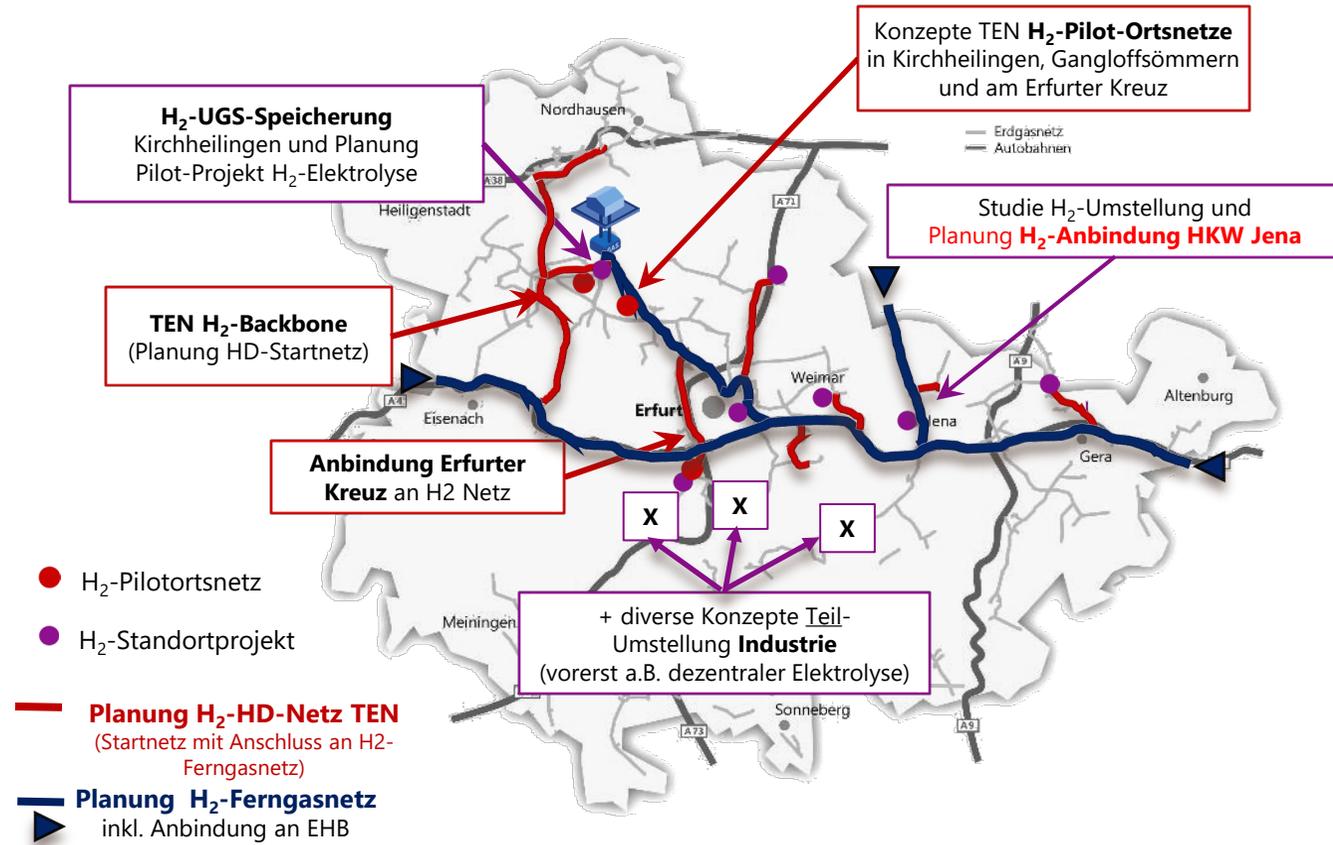


Erste H₂-Infrastrukturplanungen (auch) für Thüringen in Arbeit (Auswahl)

Nationales H₂-Kernnetz (Juli 2023) → Aktuelle Planung zum „Thüringer Wasserstoffnetz“



Kreisscharfe Ein- und Ausspeisung
 ● Einspeisung
 ● Ausspeisung
 — Umstellungsleitung
 - - - Neubauleitung
 - - - Beispiel für Transportalternativen



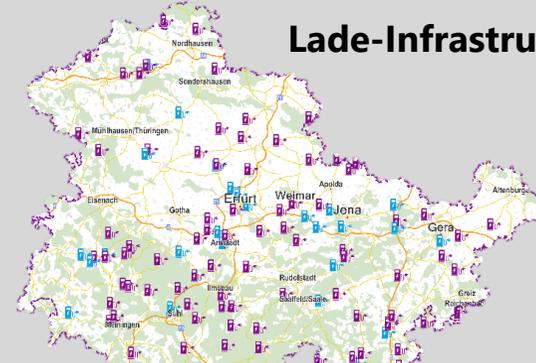
Perspektiven der Stromwirtschaft erfordern auch Investitionen in Erneuerbare, Ladesäulen, digitale Zähler, IT/Cybersicherheit

PV-Anlagen



Bsp. TEAG Invest bis 2028: > 70 Mio. €

Lade-Infrastruktur



Bsp. TEAG Invest bis 2028: 54 Mio. €

Digitale Zähler



Bsp. TEAG Invest bis 2028: > 50 Mio. €

IT & Cybersicherheit



Bsp. TEAG Invest bis 2028: 110 Mio. €

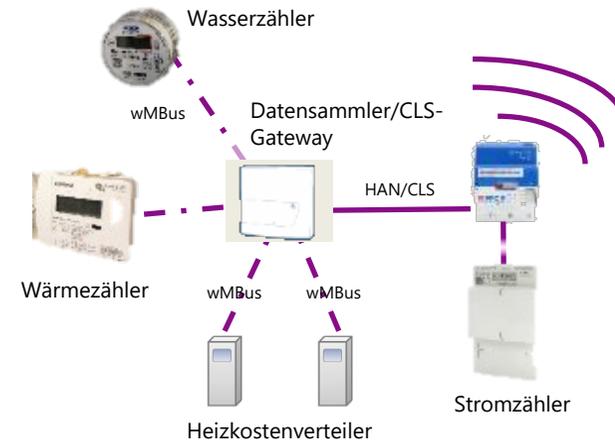
Beim Mess- und Zählerwesen bewirkt die Digitalisierung technisch und prozessual einen Paradigmenwechsel

Heute



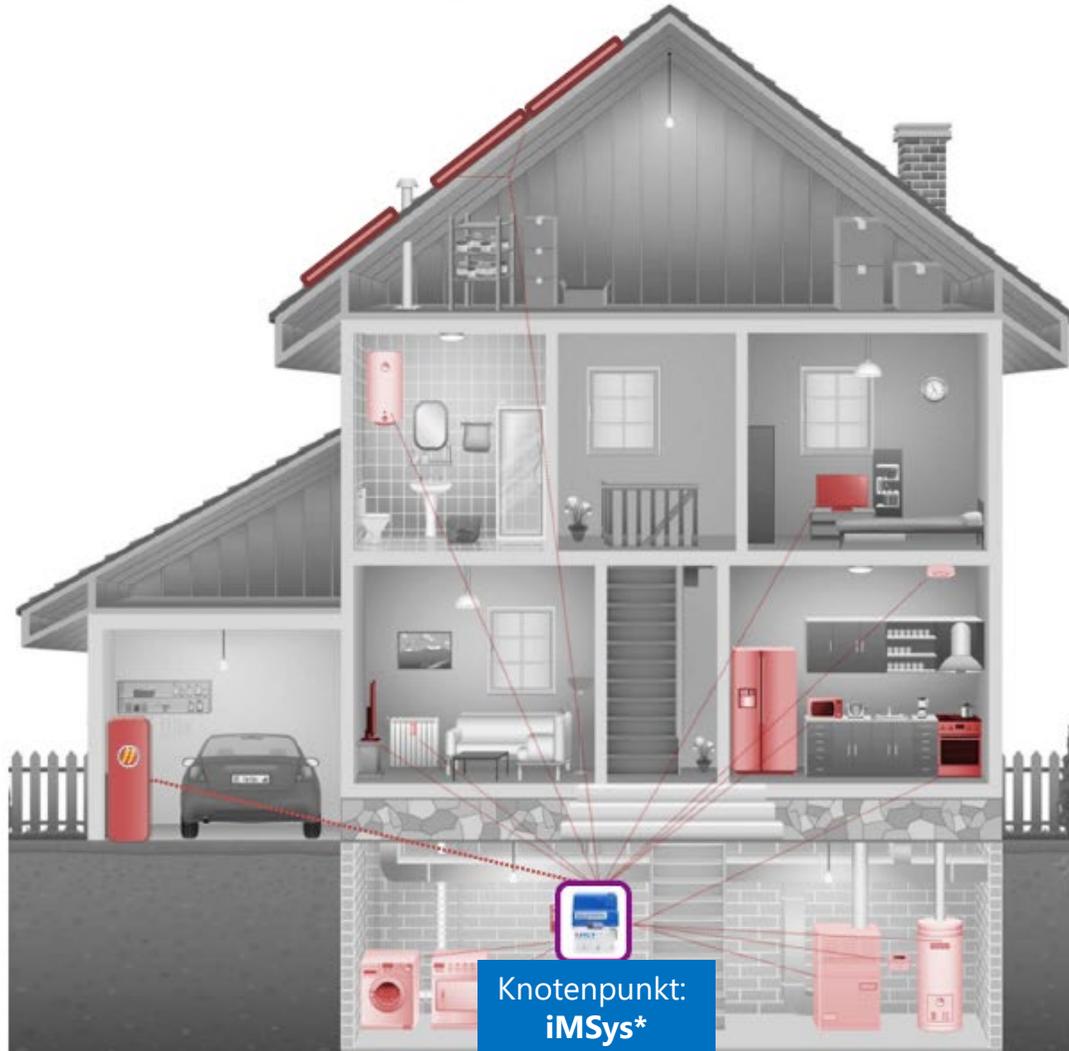
- Manuelle Ablesung, ggf. Funkauslesung
- Schlechter Zugang zu Kundenanlagen
- Derzeit Abrechnung und Ablesung durch unterschiedliche Unternehmen

Zukunft



- Automatische Messdatenübertragung
- spartenübergreifende NK-Abrechnung
- Steuerung und Zustandsüberwachung

... dabei werden Smart Meter und Smart Building/Home- Welten verknüpft



*Intelligentes Messsystem mit automatischer Datenfernübertragung

Automatisierte Prozesse und DL:

1. Metering & Submetering

- Strom
- Gas
- Wasser
- Wärme
- Heizkosten
- Rauchwarnmelderservice

2. §14a EnWG

- PV
- Wärmepumpe
- Speicher
- E-Mobilität

3. Smart Building & Smart Home

- Sicherheit
- Automatisierung
- Altersassistenzsysteme
- Mieterinfo
- Verbrauchsinformation

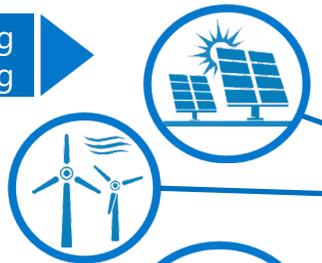
Thüringer Mess-
und Zählerwesen

TEAG

Herausforderung Strommarkt: Neue Plattformen können Angebot+Nachfrage im künftigen Energiemarkt koppeln

Erzeuger

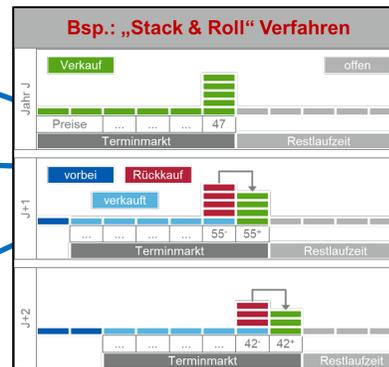
Dezentralisierung der Stromerzeugung



Alternative Vergütungsmodelle



Plattform



Verbraucher

Nachhaltigkeit | „Echter“ Ökostrom

Digitalisierung / Apps

Regionalisierung

Individualisierung | Direkter Einfluss

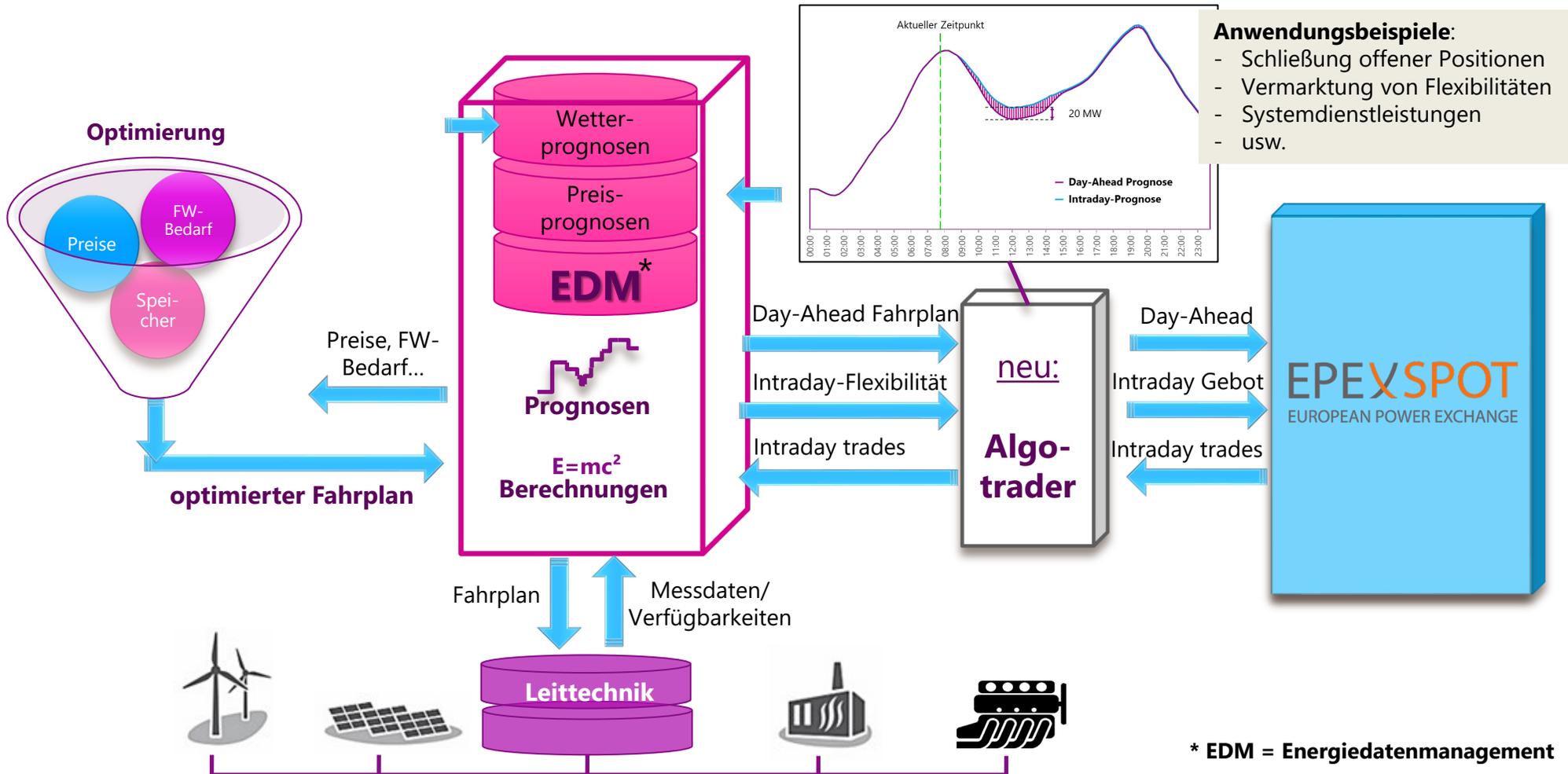
Chancen

- ▶ Hohe Skalierbarkeit und Reichweite der Plattform
- ▶ Über Plattform generierte Daten bieten Möglichkeit für Weiterentwicklungen sowie weitere Geschäftsmodelle/ Verwertungsoptionen
- ▶ Häufiger Kundenkontakt und hohe Kundenbindung, Etablierung neuer Kundenbeziehungen
- ▶ Angebot (u. Entwicklung) von Komplementärprodukten

Herausforderungen

- ▶ Agilität vs. Qualität in der Entwicklung → Start mit schlanker Lösung, schrittweiser Ausbau
- ▶ Hohe Nutzerzahlen sind erfolgsentscheidend (Netzwerkeffekte) → Bestehende Kundenbasis und bekannte Marke für Aufbau der Plattform nutzen
- ▶ Hoher Verdrängungswettbewerb („The winner takes it all“), u.a. auch durch eher niedrige Eintrittsbarrieren → Differenzierung/USP finden, z.B. über Zusatznutzen oder Hardware

...Plattformen Beispiel @TEAG (I): Automatischer „Algotrader“ vermarktet virtuelles TEAG-Kraftwerk



Und die Umsetzung – kann man das überhaupt schaffen?

Ja – wenn alle mitziehen und über ihren Schatten springen

Sieben Wesentliche Handlungsfelder

1. **Mitarbeiter** einstellen und einarbeiten: + 200 MAK zu den 500 bisher Mitwirkenden im Bauprogramm (bezogen auf TEN)
2. **Neue Berufsfelder** schaffen : bspw. für Tiefbau, Leitungsbau, Genehmigungsplanung und –verfahren
3. **Baukapazitäten** binden: langfristige DL-Kapazitäten im Netz- und Leitungstiefbau
4. **Material** beschaffen und Lager erweitern: sowohl Zentrallager, sowie Lagerflächen in den Netzregionen
5. **Organisation** weiterentwickeln: Prozesse Planung, Projektcontrolling, Dokumentation, Abrechnung und IT straffen
6. **Genehmigungen** „aushandeln“: dazu auch notwendige Ressourcen bei Behörden und Ämtern und der Mut, Entscheidungen zu treffen
7. **Aufgabe für alle: Akzeptanz** in der Bevölkerung schaffen / verbessern

