Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Energie BFE
Office fédéral de l'énergie OFEN
Ufficio federale dell'energia UFE
Uffizi federal d'energia UFE

© Béatrice Devènes

ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
ERGEBNISSE

VIRTUELLEN VORTRAGSREIHE DER SGHL 2023: EP2050+ ▪ OFEN/AEW/AP ▪ OLIVIER BAILLIFARD ▪ 10.05.2023

ENERGIEPERSPEKTIVEN DES BFE
ES BEGANN IN DEN 1970ER JAHREN

1970er Jahre	Gesamtenergiekonzeption
1990er Jahre	erste quantitative Simulationsmodelle
2007	Energieperspektiven 2035
2012	Energieperspektiven 2050 → Grundlage für Energiestrategie 2050
2020	Energieperspektiven 2050+ → Rahmenbedingungen haben seit 2012 geändert: - neue Grundlagen wie Bevölkerung- und BIP-Szenarien - neuausgerichtetes Energiegesetz seit 1.01.2018 in Kraft - verschärftes Klimaziel: Netto-Null THG-Emissionen 2050 → Grundlage für langfristige Klimastrategie

NEUSTE ENTWICKLUNGEN
WAS BEDEUTEN DIESE FÜR DIE EP 2050+?

Was hat sich seit der Erstellung der EP 2050+ geändert?

- reale Entwicklung in gewissen Bereichen dynamischer als angenommen (v.a. Elektromobilität)
- Bis auf weiteres kein Stromabkommen mit EU absehbar (nach Abbruch Verhandlungen über Rahmenabkommen)
- COVID-Pandemie
- Krieg in der Ukraine – Verwerfungen an den globalen Energiemärkten und Folgen auf Energieversorgung

→**Einfluss auf die heutige Sicht auf die Energiezukunft** (erhöhter Druck auf Ausbau Erneuerbare, Steigerung Energieeffizienz, Ausstieg fossile Energien)

EP 2050+ behalten dennoch in vielen Bereichen ihre Gültigkeit
zumal die EP 2050+ auf die mittel- und langfristigen Entwicklung fokussieren.

ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
ABGRENZUNG THG-EMISSIONSZIEL

Treibhausgase

- CO_2, Methan (CH_4), Lachgas (N_2O), F-Gase

Sektoren

Alle Bereiche gemäss THG-Inventar (ohne internationaler Flugverkehr):

EP 2050+

(1) Energie

(2) Industrielle Prozesse und Lösungsmittel

BAFU

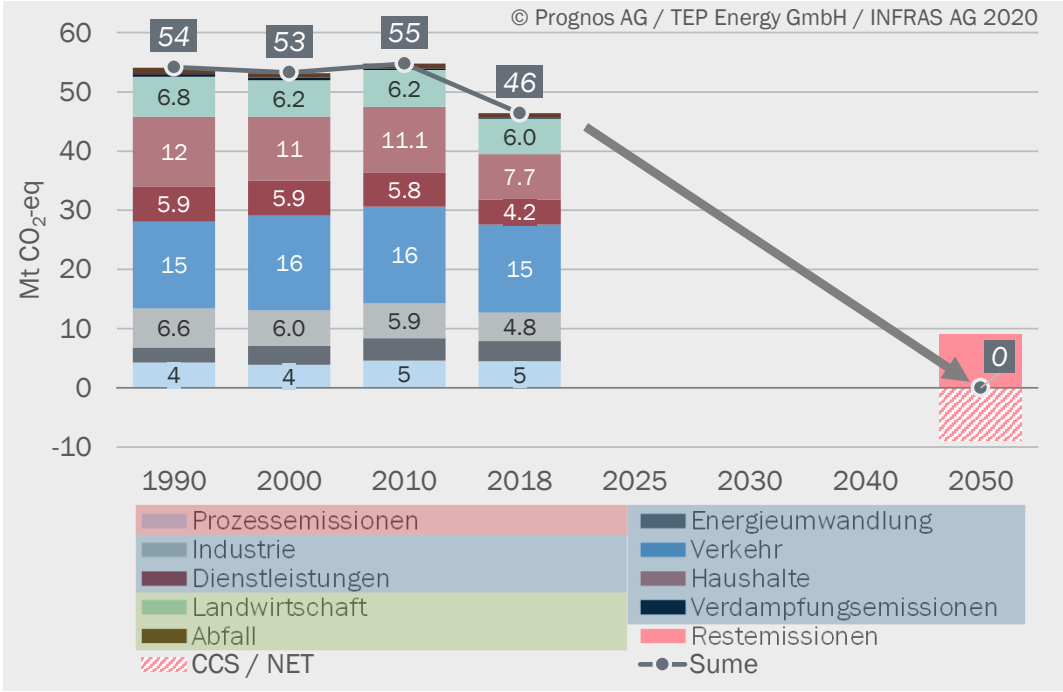
(3) Landwirtschaft

(5) Abfall

(6) Andere (<0.1 Mio. t CO_2-eq)

(4) LULUCF → Annahme = 0

Treibhausgasemissionen & CCS/NET



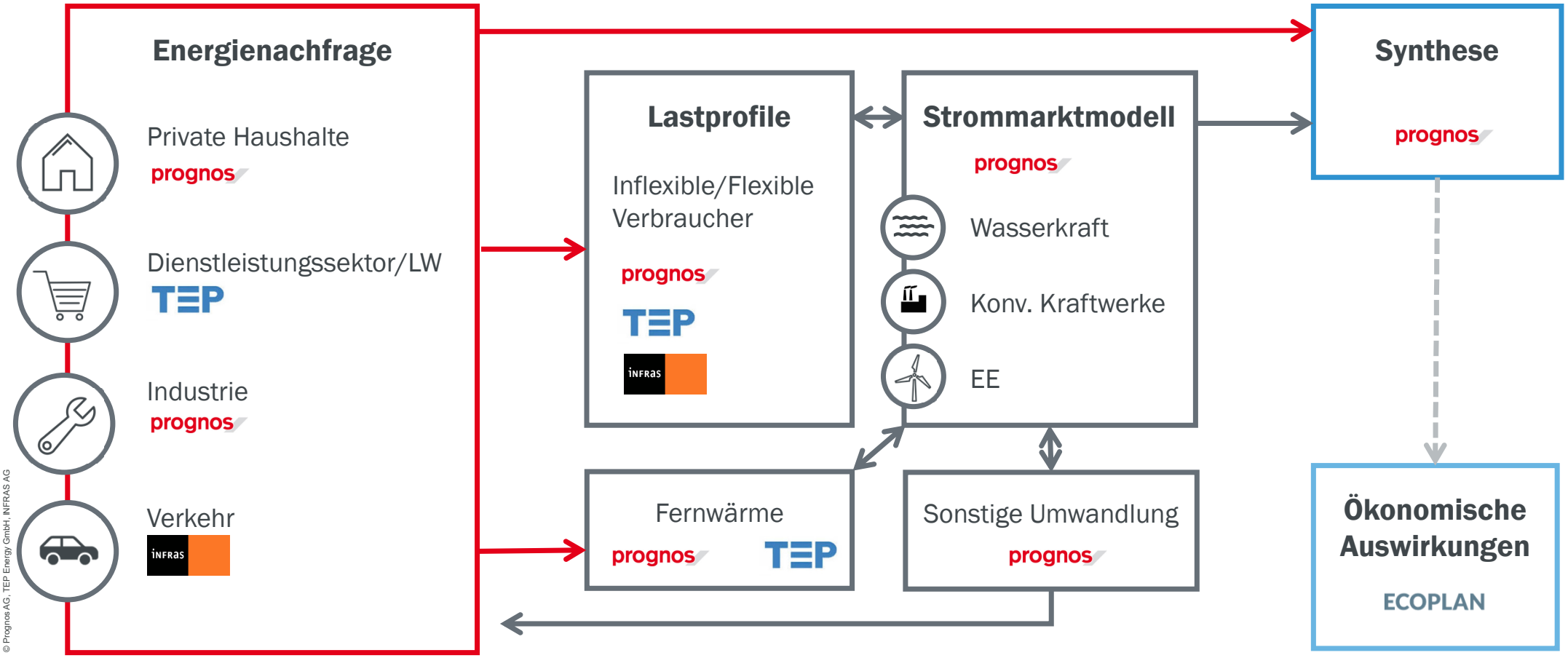
Quelle: Prognos AG / TEP Energy Gmbh / Infras AG, Präsentation Medienkonferenz BFE 26.11.2020

SZENARIEN UND VARIANTEN
VERSCHIEDENE WEGE FÜHREN ZUM ZIEL

Szenario	Variante	Strategievarianten zur Stromerzeugung
Szenario Netto-Null (ZERO)	**Basisvariante (ZERO Basis)**	Ausgeglichene Jahresbilanz 2050
		Richtwerte / Ausbauziele
		Aktuelle Rahmenbedingungen
	Variante A (ZERO A) *weitgehende Elektrifizierung*	Ausgeglichene Jahresbilanz 2050
		Richtwerte / Ausbauziele
		Aktuelle Rahmenbedingungen
	Variante B (ZERO B) *stärkerer Fokus auf Gas*	Ausgeglichene Jahresbilanz 2050
		Richtwerte / Ausbauziele
		Aktuelle Rahmenbedingungen
	Variante C (ZERO C) *stärkerer Fokus auf Wärmenetze und flüssige Energieträger*	Ausgeglichene Jahresbilanz 2050
		Richtwerte / Ausbauziele
		Aktuelle Rahmenbedingungen
Szenario Weiter wie bisher (WWB)	*Aktuelle Massnahmen der Energie- und Klimapolitik*	Heutige Gesetzes- und Rahmenbedingungen

© Prognos AG, TEP Energy GmbH, INFRAS AG

GESAMTÜBERSICHT MODELLIERUNG
KONSORTIUM VON 4 PROJEKTPARTNERN



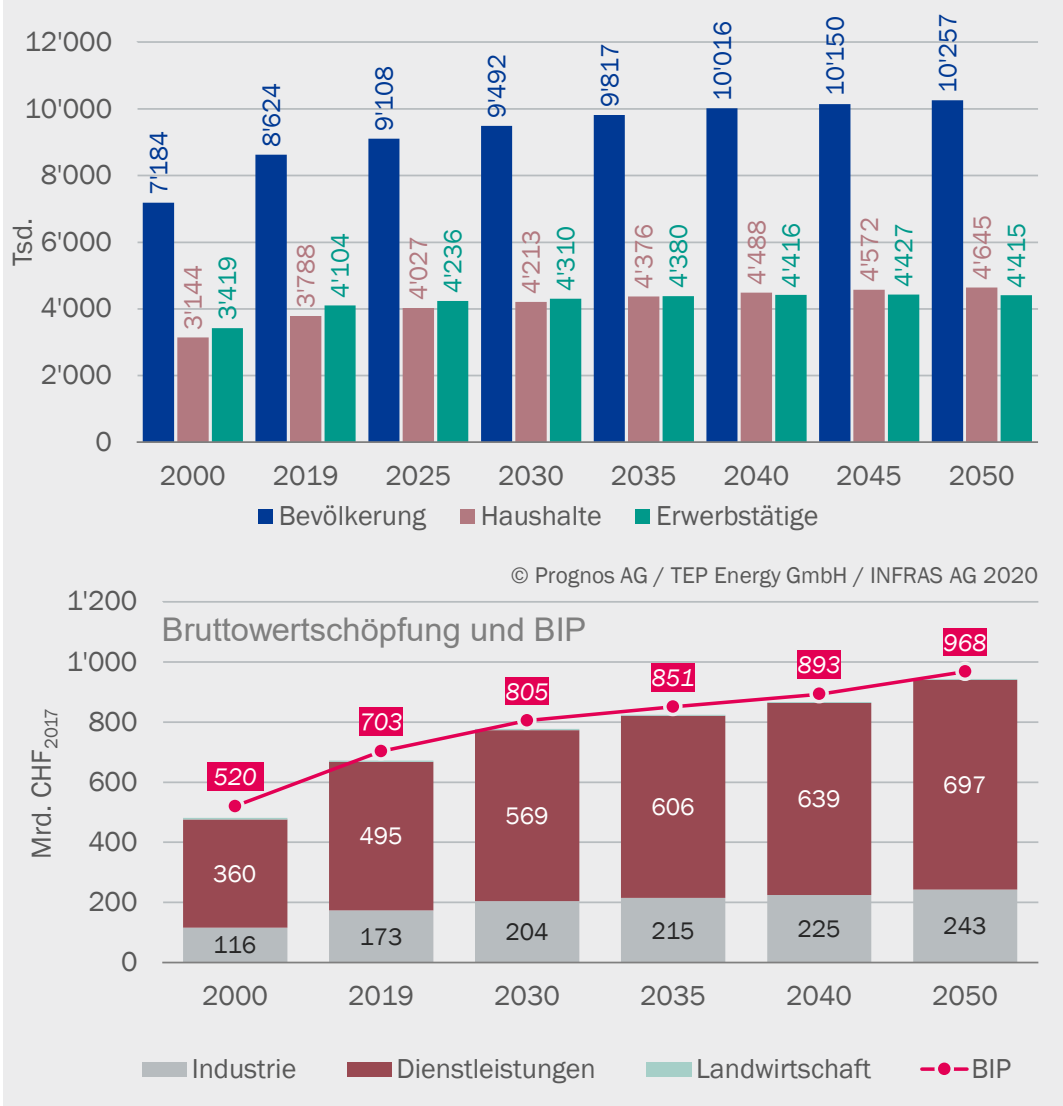
© Prognos AG, TEP Energy GmbH, INFRAS AG

ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
RAHMENDATEN

Wachstum setzt sich fort

- Bevölkerung wächst auf über 10 Mio.
- Beheizte Fläche erhöht sich um 17%
- Fahrleistung Personenverkehr steigt ebenfalls um 17%
- Zahl der Erwerbstätigen nimmt um 8% zu
- BIP wächst um 38%

Entwicklung der Rahmendaten stützt sich auf andere bundesinterne Perspektivstudien
→ sind nicht Teil der EP 2050+
(Bevölkerung / Haushalte: BFS 2015 / 2017, BIP: SECO 2018)



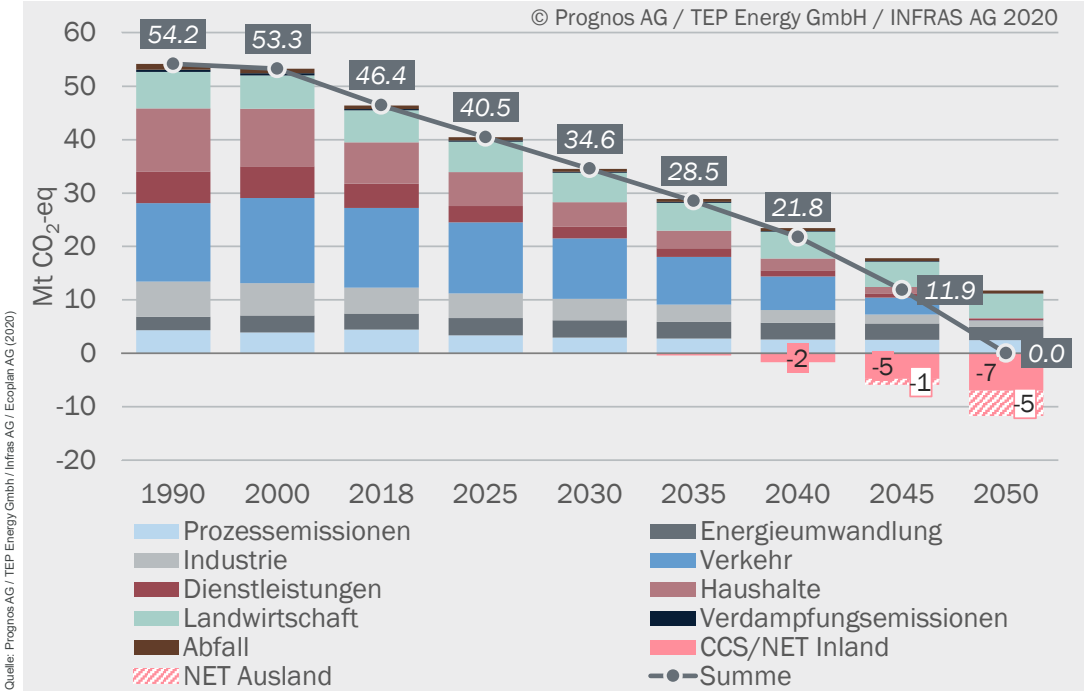
ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Netto-Null Treibhausgasemissionen 2050

- Ziel Netto-Null kann erreicht werden.
- 2050 verbleiben rund 12 Mt CO_2-eq schwer vermeidbare Restemissionen.
- diese fallen hauptsächlich an in den Bereichen:
  - Landwirtschaft
  - industrielle Prozesse (u.a. Zement) und
  - Kehrichtverwertung (KVA)

- Einsatz von CCS/NET ist notwendig, damit bilanzielle Null erreicht werden kann.

Emissionsentwicklung & CCS/NET



Quelle: Prognos AG / TEP Energy GmbH / Infras AG / Ecoplan AG (2020)

Szenario ZERO Basis

Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050», KKW-Laufzeit 50 Jahre

ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
ENDENERGIEVERBRAUCH

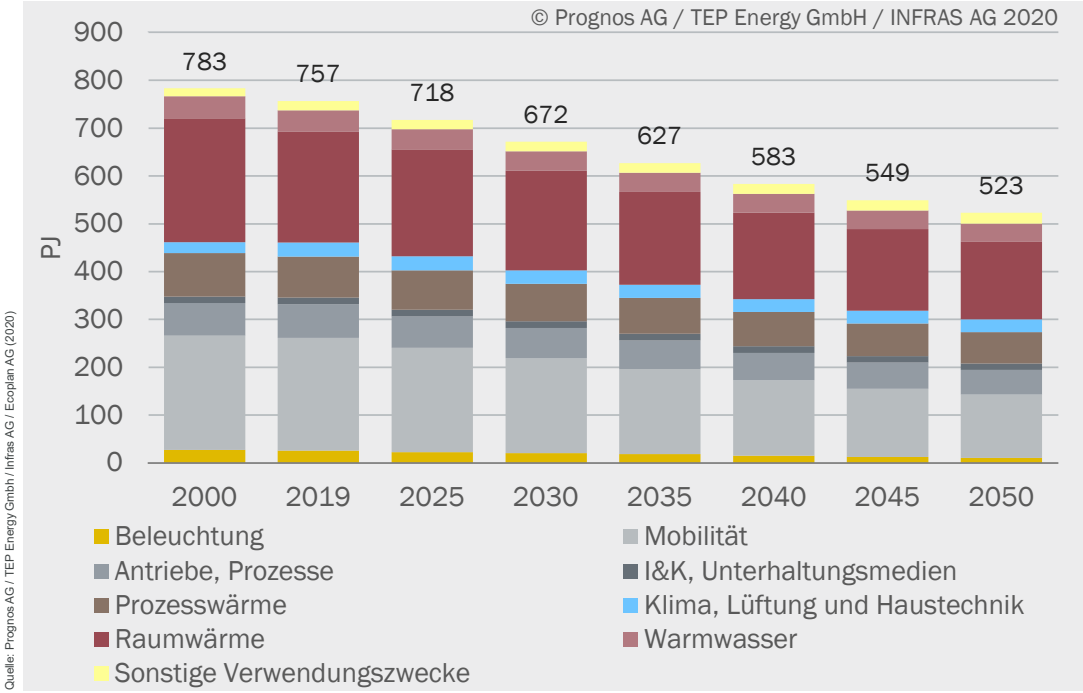
Endenergieverbrauch

Energieeffizienz ist eine zentrale Voraussetzung für die Zielerreichung.

<u>Entwicklung 2019 bis 2050:</u>

- insgesamt: -31% (WWB -19%), zusätzliche Einsparung ggü. WWB 92 PJ
- starke Rückgänge durch Effizienz und Elektrifizierung bei
  - Raumwärme -30% (WWB -22%)
  - Mobilität -44% (WWB -32%)
  - Beleuchtung -60% (WWB -51%)
- Verbrauch aller Verwendungszwecke rückläufig, ausser den Sonstigen.

nach Verwendungszwecken



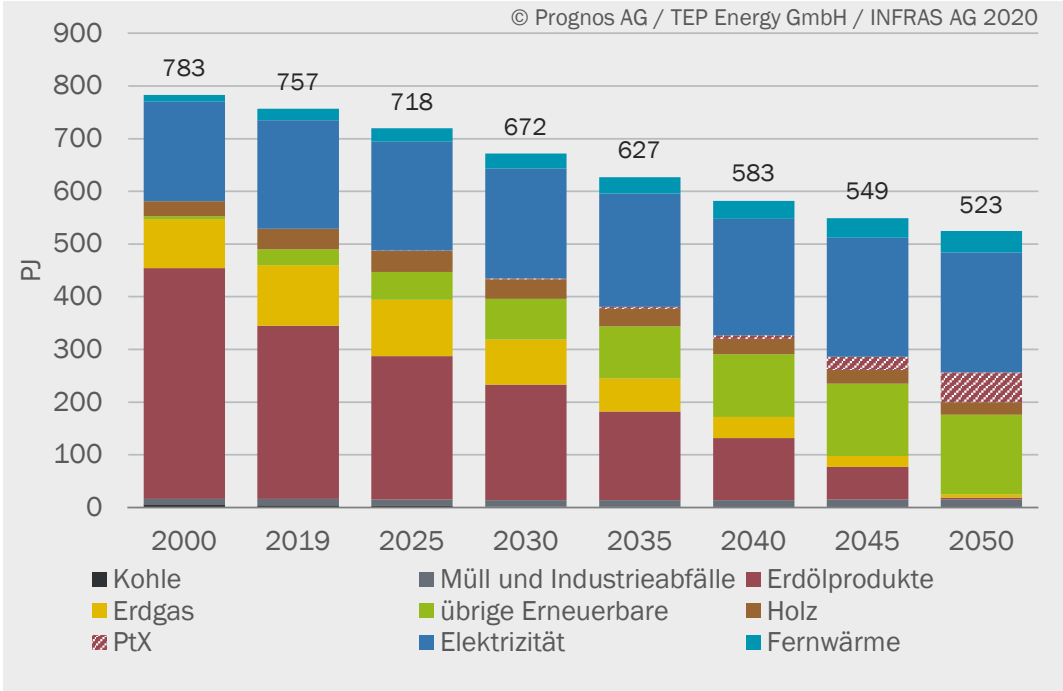
Szenario ZERO Basis
(ohne internationaler Flugverkehr)

ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
ENDENERGIEVERBRAUCH

Endenergieverbrauch

- Fast vollständige Vermeidung von fossilen Energieträgern
- Strom wird zum zentralen Energieträger für Wärme (Gebäude) und Mobilität.
- Inländischen Potenziale für erneuerbare Energien müssen stark ausgenutzt werden.
- Fernwärme gewinnt an Bedeutung.
- Längerfristig sind strombasierte Energieträger zur Zielerreichung notwendig.

nach Energieträger

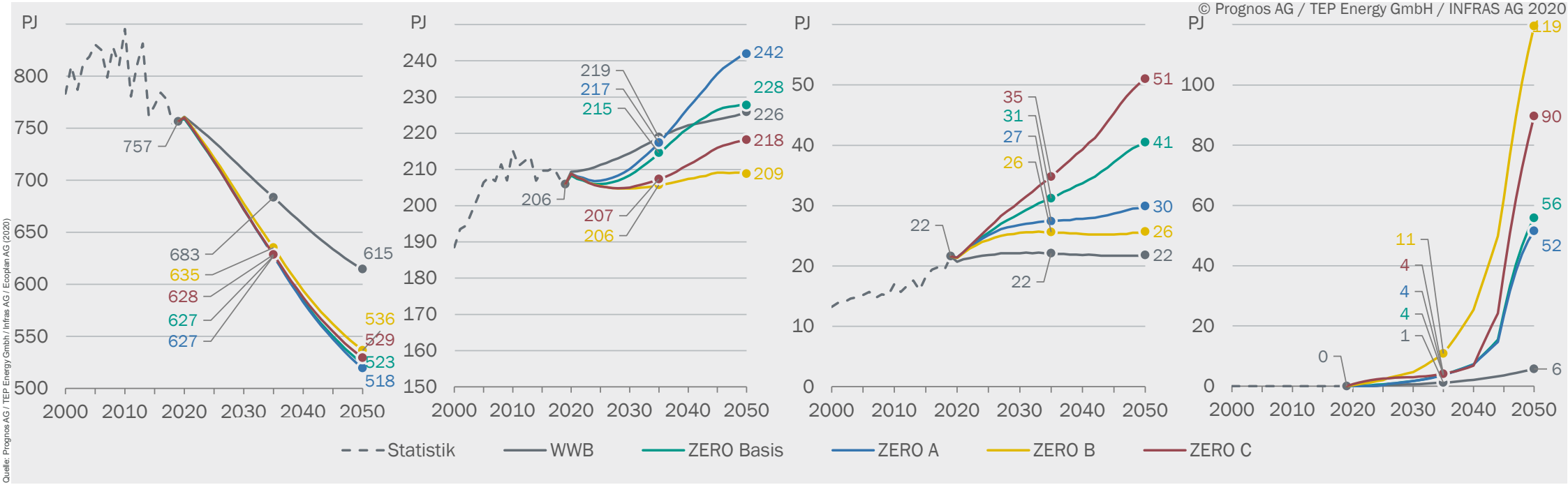


Quelle: Prognos AG / TEP Energy Gmbh / Infras AG / Ecoplan AG (2020)

Szenario ZERO Basis
(ohne internationaler Flugverkehr)

ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
NACHFRAGESEKTOREN SZENARIENVERGLEICH

Endenergieverbrauch | Stromverbrauch | Fernwärmeverbrauch | Verbrauch PtX



Quelle: Prognos AG / TEP Energy GmbH / Infras AG / Ecoplan AG (2020)

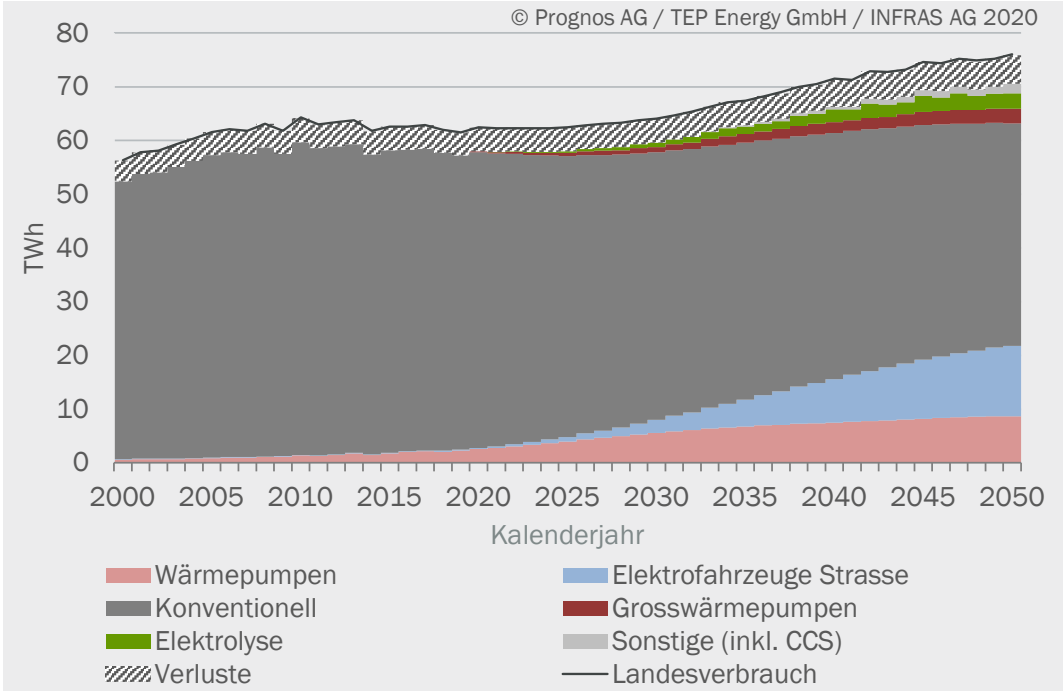
Szenarienvergleich
(ohne internationaler Flugverkehr)

ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
STROMVERBRAUCH

Landesverbrauch

- Anstieg des Landesverbrauchs um rund 24 % bis zum Jahr 2050
- Treiber des Anstiegs sind hauptsächlich
  - Elektrofahrzeuge Strassenverkehr (13 TWh)
  - Wärmepumpen (9 TWh)
  - H_2-Elektrolyse (3 TWh)
  - CCS / NET (2 TWh)
- Gedämpft wird der Anstieg durch Effizienz: Rückgang im Vergleich zu WWB im konv. Stromverbrauch.

Landesverbrauch nach Anwendungsbereichen



Quelle: Prognos AG / TEP Energy Gmbh / Infras AG / Ecoplan AG (2020)

Szenario ZERO Basis

Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050», KKW-Laufzeit 50 Jahre

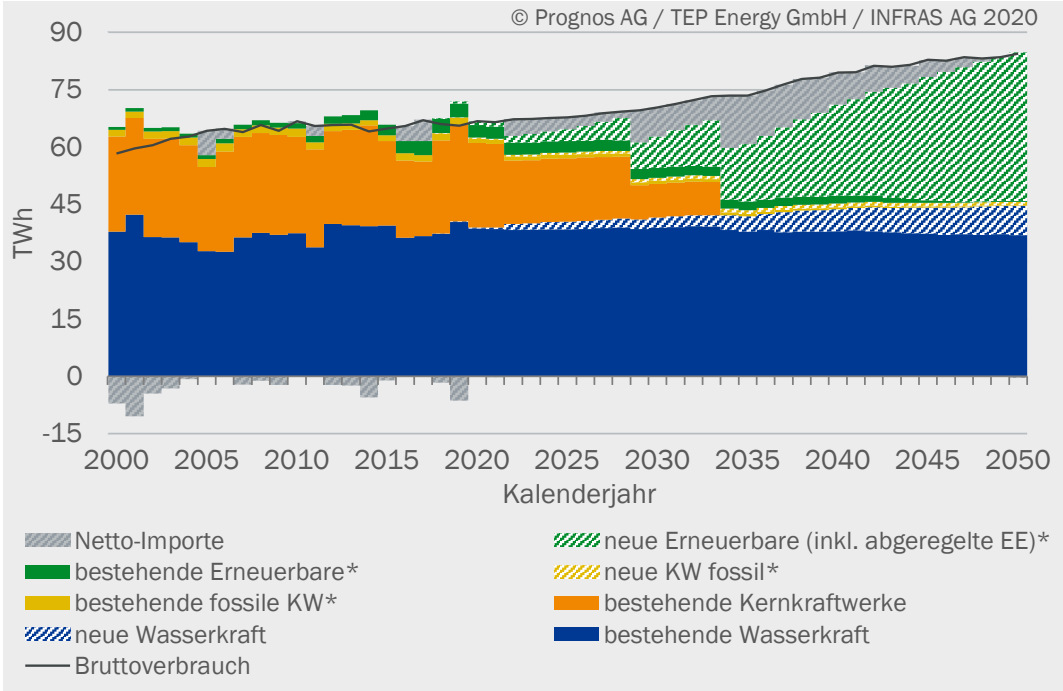
ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
STROMVERSORGUNG

Stromsystem

Stromversorgung der Schweiz bis 2050 durch Wasserkraft und erneuerbare Energien, temporär Ergänzung durch Stromimporte.

- Anstieg des gesamten Verbrauchs (inkl. Speicherpumpen) auf 84 TWh in 2050
- Deutlicher Anstieg der inländischen Stromerzeugung durch erneuerbare Energien und Wasserkraft
- Importsaldo nach dem Kernenergieausstieg bis 2050 ausgeglichen
- Voraussetzung: gute Einbindung ins europäische Stromsystem

Jährliche Stromerzeugung nach Technologien



Quelle: Prognos AG / TEP Energy Gmbh / Infras AG / Ecoplan AG (2020)

Szenario ZERO Basis

Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050», KKW-Laufzeit 50 Jahre

*) gekoppelt und ungekoppelt

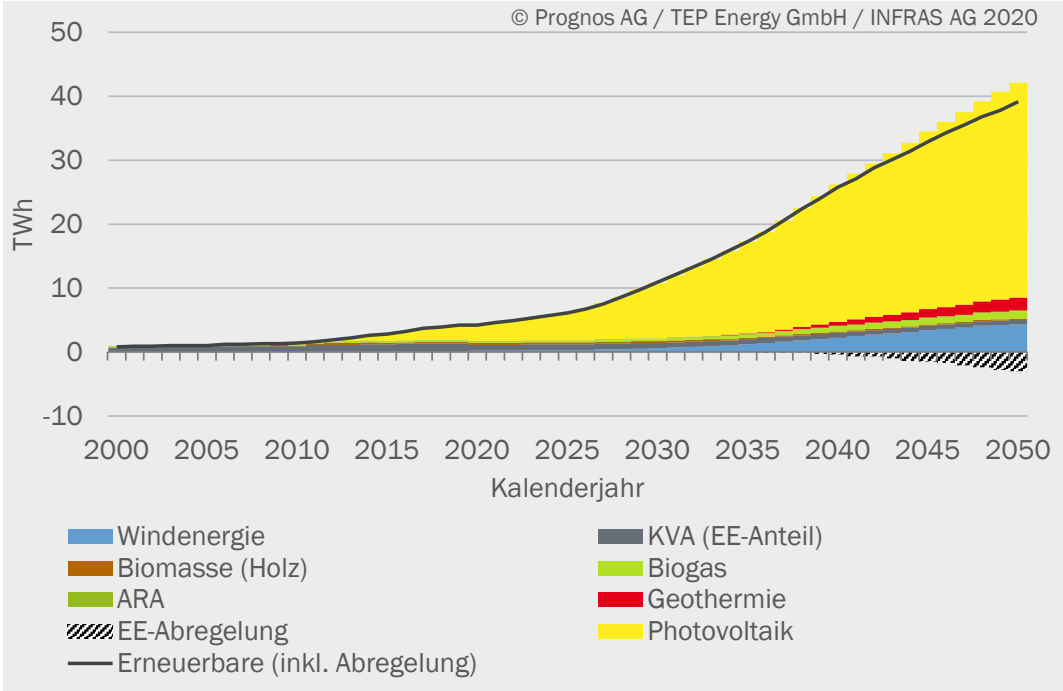
ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
STROMVERSORGUNG

Erneuerbare Energien ausser Wasserkraft

Deutlicher Anstieg der Stromerzeugung erneuerbarer Energien bis 2050 auf 39 TWh (heute 4 TWh).

- Photovoltaik mit hohen Anteilen aufgrund sinkender Kosten und hoher Potenziale in der Schweiz: 34 TWh in 2050
- Wind mit tiefen Kosten an guten Standorten, aber Herausforderungen bei Akzeptanz
- Biomasse und Geothermie ergänzen den Strommix der Schweiz und stellen zudem CO_2-freie Wärme bereit.
- Flexibilität in der Stromerzeugung und im Verbrauch zentral für die Integration

Jährliche Stromerzeugung neue erneuerbare E.



Quelle: Prognos AG / TEP Energy GmbH / Infras AG / Ecoplan AG (2020), eigene Ergänzung

Szenario ZERO Basis

Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050», KKW-Laufzeit 50 Jahre

EP 2050+ STROMVERSORGUNG

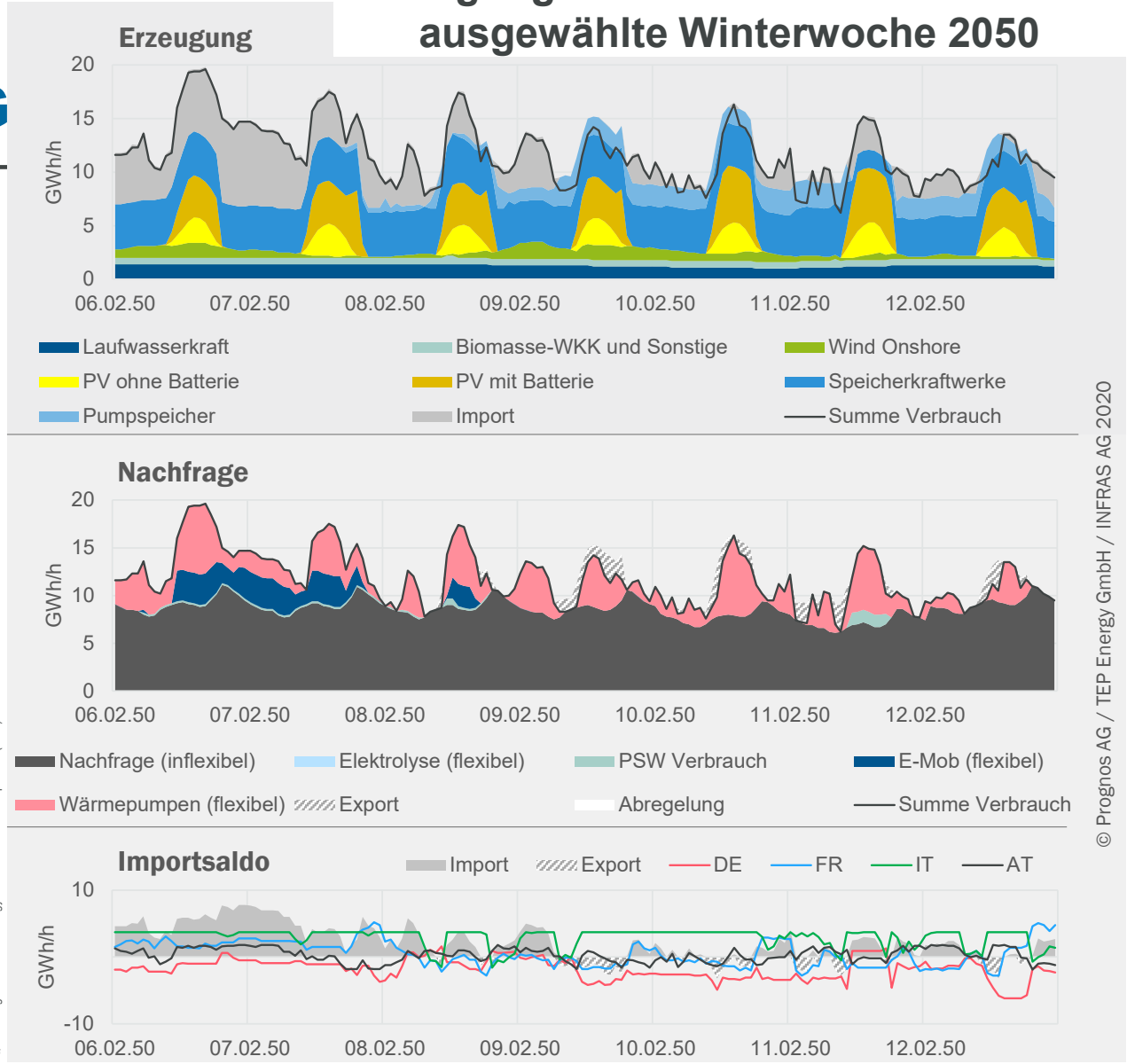
Flexibilität im Stromsystem: Winter

Flexible Wasserkraft und Zusammenspiel mit dem Ausland decken den Strombedarf

- Speicherkraftwerke mit durchgehend hoher Produktion
- Zu Beginn der Periode hohes Wind-aufkommen im Ausland
- Flexible Verbraucher verschieben in diese Periode, hohe Importe.
- Ende der Periode: wenig Wind
- PSW verschieben ihre Produktion in diese Periode.
- Importbilanz gegen Ende der Periode ausgeglichen

Szenario ZERO Basis
Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050», KKW-Laufzeit 50 Jahre

stündliche Stromerzeugung und Stromverbrauch für ausgewählte Winterwoche 2050



Quelle: Prognos AG / TEP Energy Gmbh / Infras AG / Ecoplan AG (2020)

© Prognos AG / TEP Energy GmbH / INFRAS AG 2020

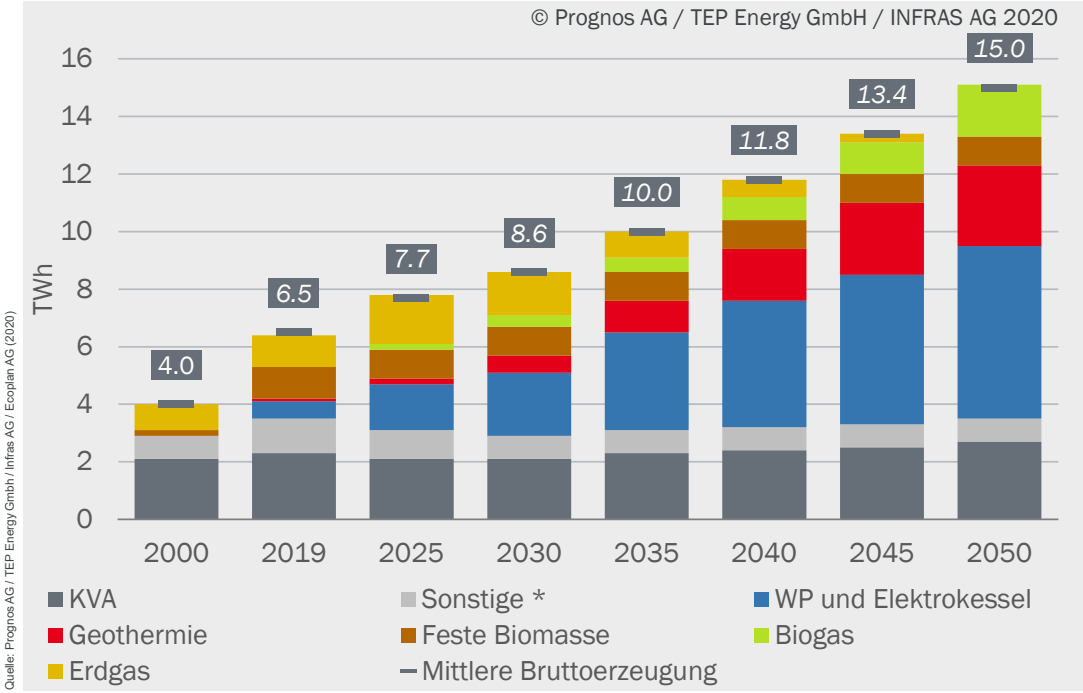
ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
WÄRMEVERSORGUNG

Fernwärme

Ausbau der Wärmenetze ist eine zentrale Massnahme für eine CO_2-freie Wärmeversorgung.

- Es stehen hohe Potenziale erneuerbarer Wärme zur Verfügung (Abwärme, Umweltwärme in Kombination mit Grosswärmepumpen, Geothermie, Biomasse).
- Biomethan ersetzt den Einsatz von Erdgas zur Abdeckung der Spitzenlast.
- Wichtig ist hier ein rascher Ausbau, damit die Anschlussmöglichkeiten geschaffen werden.

Verbrauch und Erzeugung von Fernwärme



Szenario ZERO Basis

(inkl. Prozesswärme für CCS)

*) Kernenergie, industrielle Abwärme, sonstige erneuerbare Energien

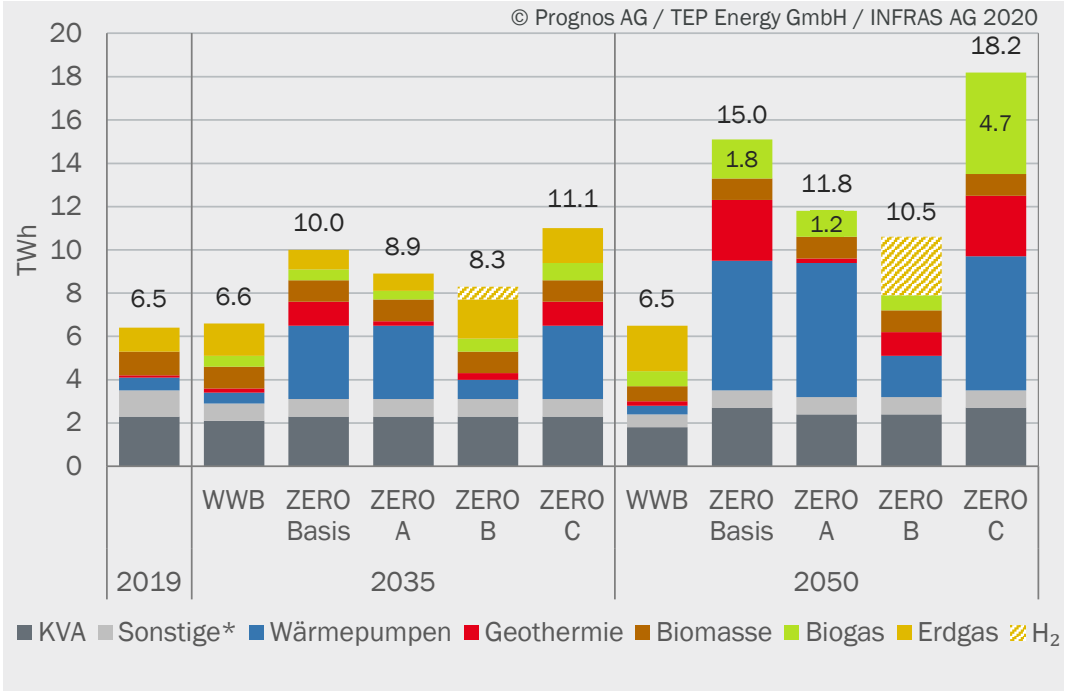
ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
WÄRMEVERSORGUNG

Fernwärme: Szenarienvergleich

Mehrere Optionen zur Deckung des Fernwärmebedarfs.

- Umfangreiche Potenziale für Grosswärmepumpen
- Grosse Potenziale bestehen auch in der Nutzung von Geothermie, es bestehen aber Explorationsrisiken.
- Biomethan kann zur Abdeckung der Mittel-/Spitzenlast eine mehr oder weniger grosse Rolle spielen.

Fernwärmeerzeugung



Quelle: Prognos AG / TEP Energy Gmbh / Infras AG / Ecoplan AG (2020)

(inkl. Prozesswärme für CCS)

*) Kernenergie, industrielle Abwärme, sonstige erneuerbare Energien

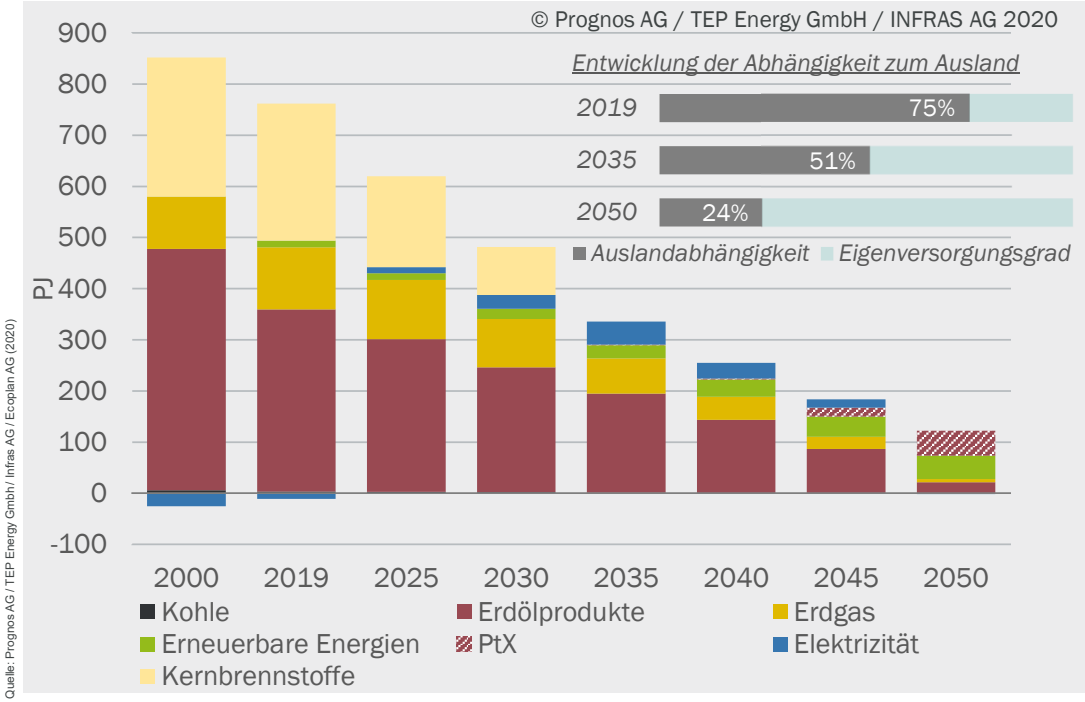
ENERGIEPERSPEKTIVEN 2050+
NETTOIMPORTE AN ENERGIE

jährliche Nettoimporte

Entwicklung 2019 bis 2050:

- Starker Rückgang der Importe (-84%), insbesondere bei Mineralölen, Erdgas und Kernenergie
- nach Kernenergieausstieg: zwischenzeitlich Anstieg der Stromimporte
- ansteigende Importe für Biomasse (insbesondere Biomethan) und Importe an strombasierten Energieträgern (PtX)

Nettoimporte nach Energieträgergruppen



Quelle: Prognos AG / TEP Energy Gmbh / Infras AG / Ecoplan AG (2020)

Szenario ZERO Basis

Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050», KKW-Laufzeit 50 Jahre (ohne Verbrauch des internationalen Flugverkehrs)

EP 2050+
KOSTEN

kumulierte Werte 2020 bis 2050

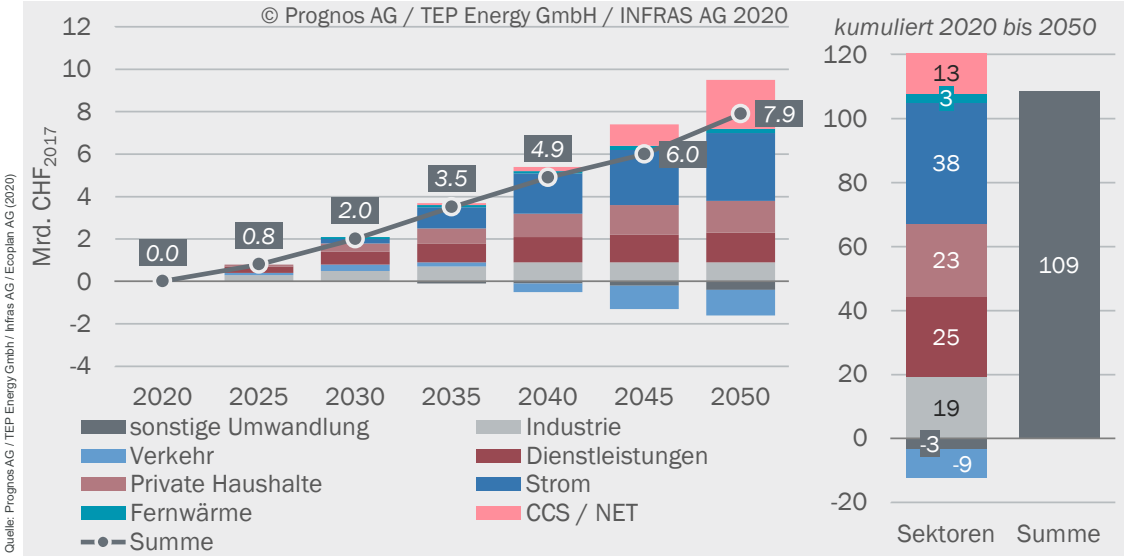
- Mehrkosten von insgesamt 73 Mrd. CHF* gegenüber WWB, davon
  - annualisierte Investitionen: 109 Mrd. CHF
  - zusätzliche Unterhaltskosten: 14 Mrd. CHF
  - eingesparte Energiekosten: -50 Mrd. CHF
- Mehrinvestitionen um 109 Mrd. CHF bedeuten eine Steigerung ggü. den Ohnehin-Investitionen im Energiesystem von 1‘400 Mrd. CHF um rund 8%
- Durchschnittswert der jährlichen Mehrkosten (2020-2050): 2.4 Mrd. CHF/Jahr

* CHF real zu Preisen 2017

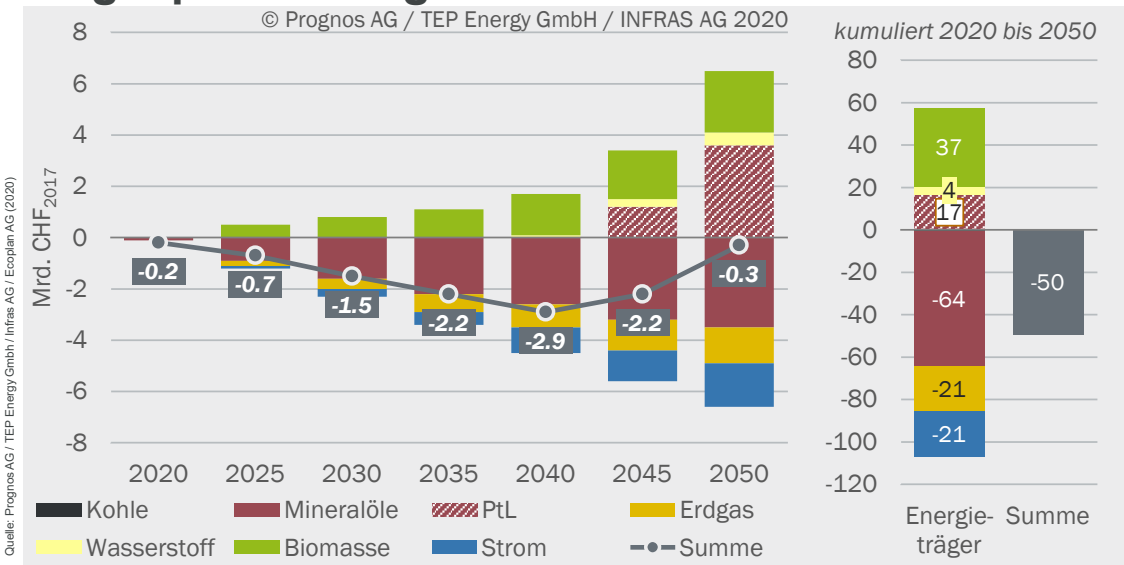
Szenario ZERO Basis

Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050», KKW-Laufzeit 50 Jahre (ohne internationaler Flugverkehr)

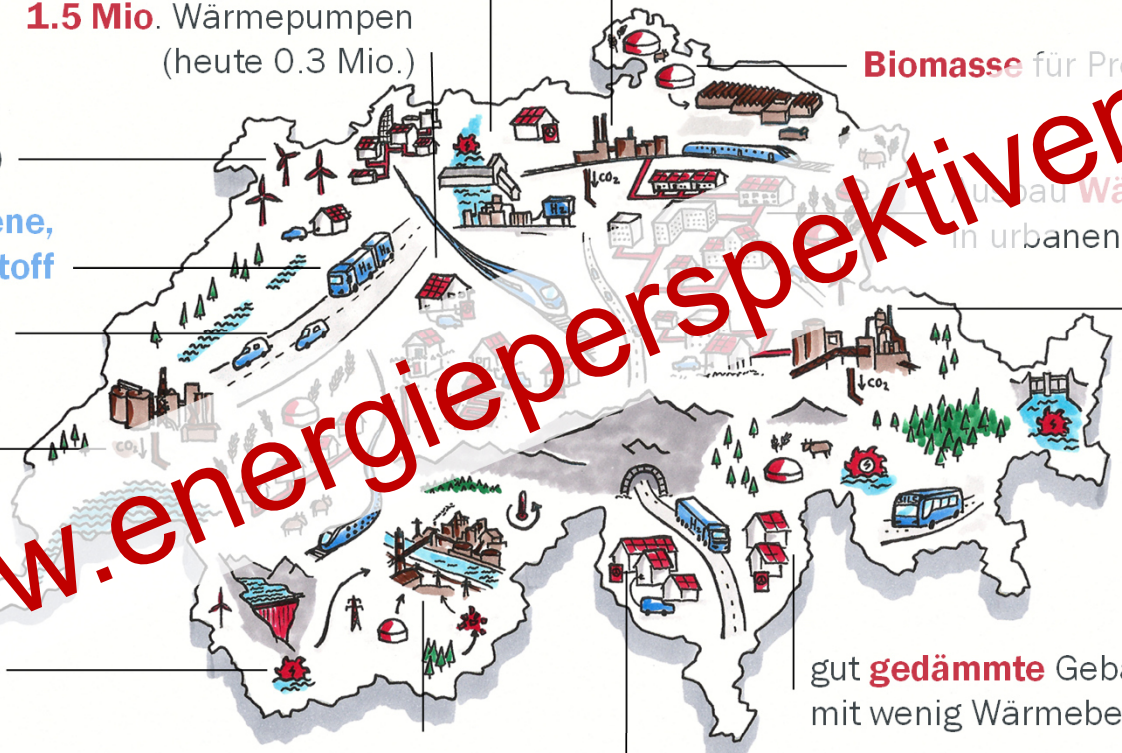
annualisierte Differenzinvestitionen



eingesparte Energiekosten



ZIELBILD KLIMANEUTRALE SCHWEIZ 2050



Wasserstoffproduktion an Laufwasserkraft-Standorten (7 PJ)

1.5 Mio. Wärmepumpen (heute 0.3 Mio.)

Wind mit vorteilhaftem Erzeugungsprofil (Winter)

Schwerverkehr mit **Schiene, Bioenergie** und **Wasserstoff**

3.6 Mio. batterieelektrische PW

Negativemissions-technologien: Speicherung im Inland (3 Mt CO_2/a)

38.6 TWh aus Wasserkraft (erneuerbare Nettoproduktion)

hohe Effizienz in industriellen Prozessen

Kehrichtverwertung mit **CCS** (3.6 Mt CO_2/a)

Biomasse für Prozesswärme

Ausbau **Wärmenetze** in urbanen Regionen

Zement- und Chemiewerke mit **CCS** (2.9 Mt CO_2/a)

gut **gedämmte** Gebäude mit wenig Wärmebedarf

34 TWh aus PV-Anlagen, 40 % der Erzeugung (heute 2 TWh)

www.energieperspektiven.ch

© Grafik: Dina Tschumi, Prognos AG / TEP Energy GmbH / INFRAS AG 2020