Kurs Frühjahr 2024

«Energiewende mit Versorgungssicherheit und Klimabeitrag»

Kurs 1: Überblick zum Thema

Dr. Ruedi Meier
Präsident energie-wende-ja
Dr. oec.publ./Raumplaner ETH-Z
Bürglenstrasse 35, 3006 Bern

Stand: 12. März 2024

Feedbacks an:
ruedimeier@bluewin.ch
Mehr Infos: www.energie-wende-ja.com www.ruedimeier.ch

Mitwirkung Redaktion:
Mark Wyler
Dr. oec. HSG
Welletenstrasse 23, 5023 Biberstein

ÜBERSICHT – INHALT: Energiewende mit Versorgungssicherheit und Klimabeitrag

Kurs 1: **Überblick zum Thema «Energiewende mit Versorgungssicherheit und Klimabeitrag»:**
Ausmass und Auswirkungen Klimakrise, Meccano der Energiewende, Pariser Abkommen, Schweiz Energieverbrauch, Treibhausgasemissionen, Klimaziele Schweiz, Versorgungssicherheit im Winter.

Kurs 2: **Gebäude - Quartiere – Siedlungen**: Fakten CH-Gebäudepark: Bestand, Wachstum, Wertschöpfung, Energieverbrauch, CO_2-Emissionen. Heizungsersatz. Effizienz-, Produktions-Potentiale. Leitbilder: Energie-Hub, Plusenergie-Gebäude-Areale, MuKEn, GEAK, Minergie, SNBS,. Konkretes Nutzerverhalten. Graue Energie, Digitalisierung. Wirtschaftlichkeit von Energiemassnahmen: EnergetischWirtschaftlichInvestieren - EnWI. Vorgehen, Erfolge für einen CO_2-freien CH-Gebäudepark. Fazit: Leitbild Energie-Hub, Plusenergie-Gebäude- Areale definieren, umsetzen.

Kurs 3: **Mobilität, Flugverkehr**: Strategische Grundlagen: Verkehrsperspektiven Bund 2019: 4 Szenarien – Ziel Nachhaltigkeit
Probleme Worst Case Szenarien – Nachhaltige Lösungen: Nutzen für Gesellschaft, Umwelt. Gesamtenergieverbrauch, Anteil Verkehr (2022). Aktionsfelder: Dekarbonisierung, Effizienz dank finanzieller Anreize, Flächeneffizienter Verkehr fördern, Verkehr vermeiden, Infrastrukturausbau als ultimo ratio, Flugverkehr, Politische Akzeptanz schaffen, Laufende Gesetzesrevisionen nutzen.

Kurs 4: **Wirtschaft/Internationale Entwicklungen, Politik.**
4.1: Fakten CH-Wirtschaft-Klima. Potentiale Energie-, CO_2-Minderungen. Stand der Umsetzung. Massnahmen EnAW, Act. F&E im Bereich Energie/Klima. Rolle Wasserstoff/Methan. Innovationspolitik. Neue gesetzliche Grundlagen CO_2-Gesetz, Klimagesetz.
4.2 Internationale Perspektiven. Stand Umsetzung Pariser Abkommen: Prävention, Anpassungen. Finanzierungen, Ausgleichsfonds.

Kurs 5: **Zubau Erneuerbare Energien**: Stand CH-Energieversorgung, Energieperspektiven, Potentiale Wasserkraft, Sonne, Wind, Biomasse. Stand Ausbau, Entwicklungsdynamik. Rolle, Zukunft AKW in der Schweiz? Förderung: Förderansätze, Fördermittel. Speicher, Netze, Power-to-X. Axpo Rechner «PowerSwitcher».

Klimakrise

- Ursache Klimawandel: Treibhauseffekt: Folie 4
- Auswirkungen der Klimakatastrophe, Beschleunigung des Klimawandels Sommer 2023/2024: Folien 5 - 10
- Prognosen Klimaerwärmung Exxon 1977. Schadenskostenschätzungen NFP 31, 1998: Folien 11-13
- Zielsetzungen weltweit, Absenkpfad. Was läuft? Was tun?: Folien 14-17
- Klimakrise Schweiz: Folien 17-21
  - Treibhausgasemissionen 1990 – 2021 Schweiz nach Gasen, Bereichen, insgesamt.
  - Klimaziele Bund: Absenkpfad Klimagesetz

- Fazit Klimakrise : Folie 22

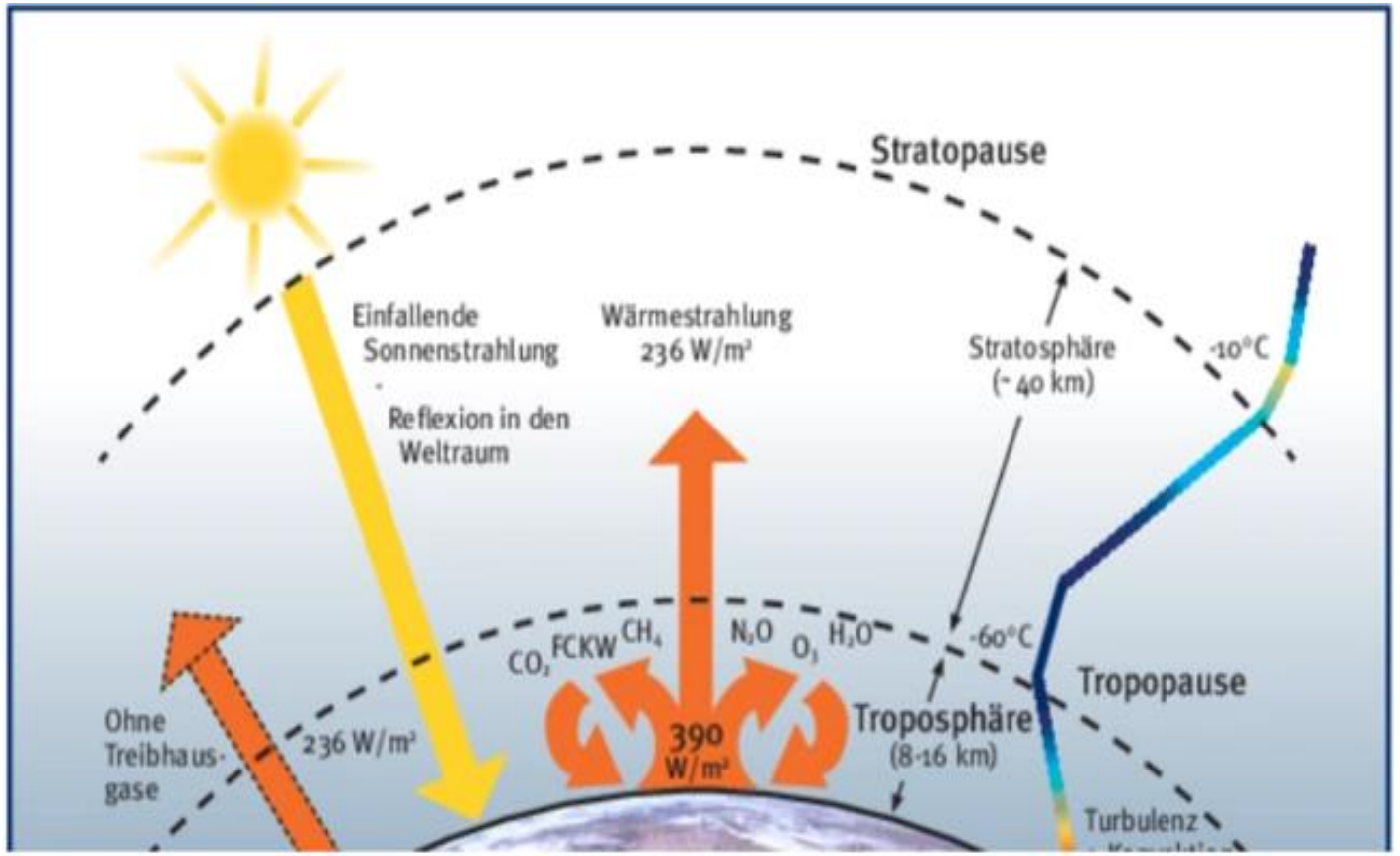
Ursache: Treibhauseffekt, Fourier 1824.

Treibhauseffekt:
Wirkung von Treibhausgasen in der Atmosphäre: Höhere Temperaturen auf der Erde.

Natürlicher plus anthropogener Treibhauseffekt:
Der menschgemachte Treibhauseffekt verstärkt den natürlichen Effekt (Gebäude, *Verkehr, Industrie* etc.)

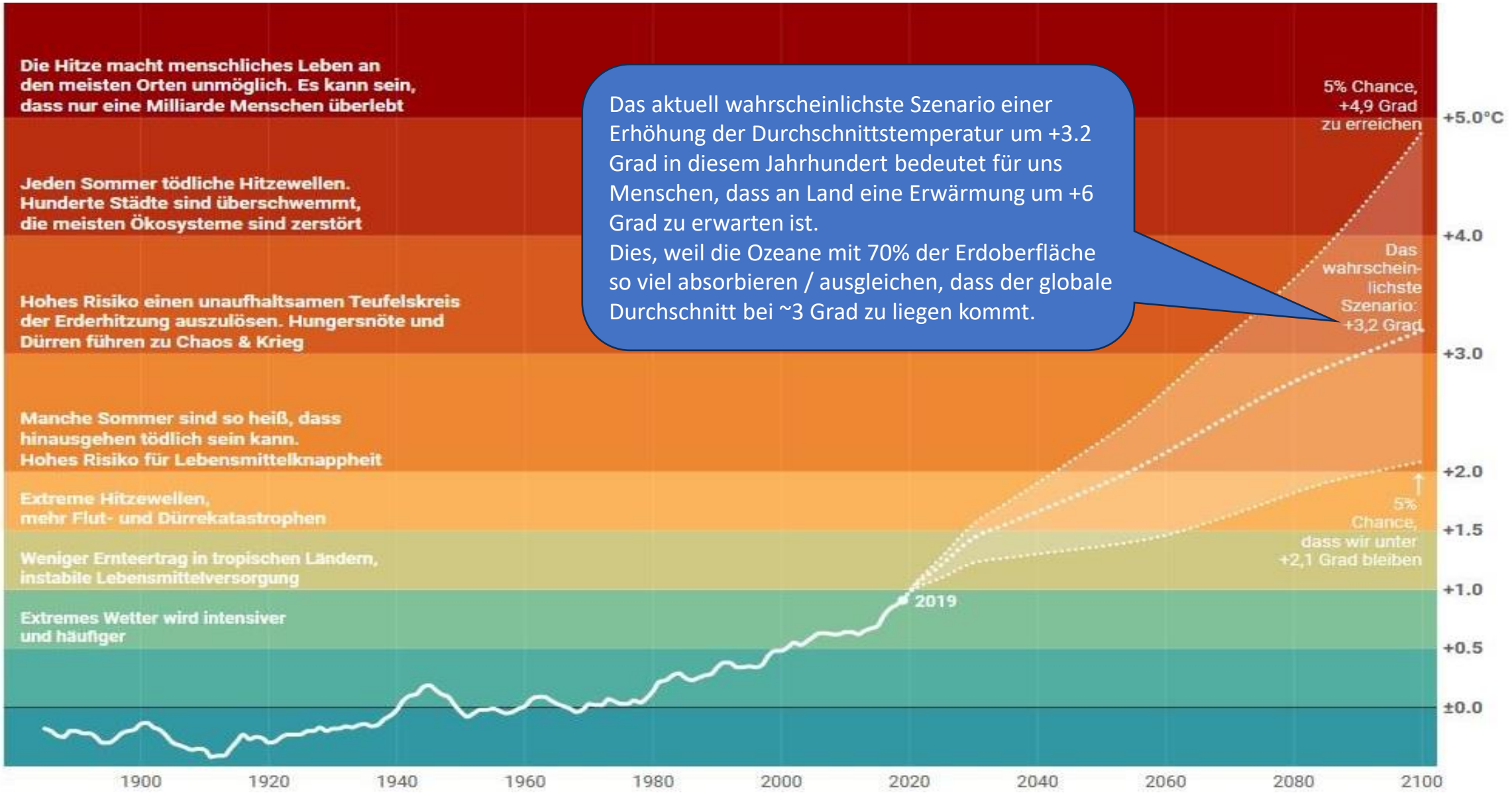
Der **vom Menschen gemachte** (anthropogene) Treibhauseffekt erwärmt die Erde zusätzlich.

⇨ **Mehr Energie auf der Erde**



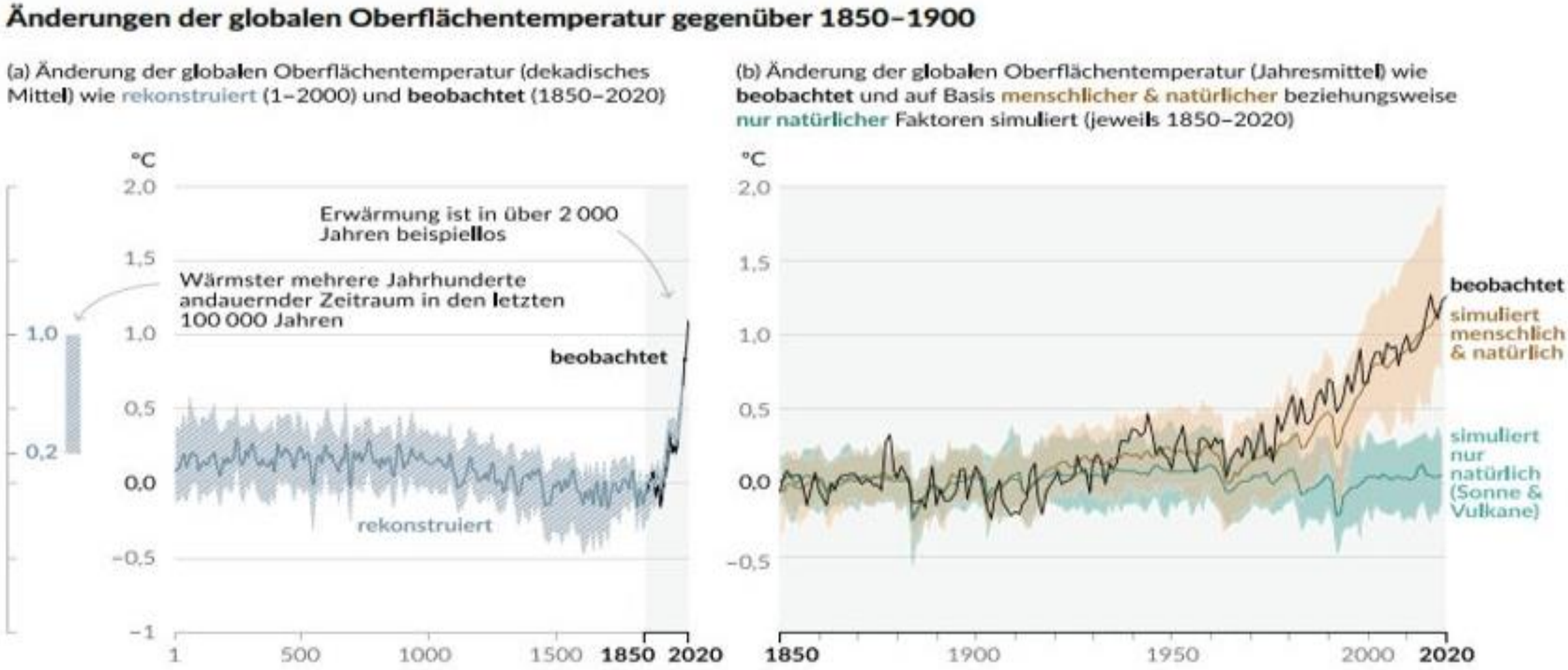
Gäbe es keine Treibhausgase in der Lufthülle unseres Planeten, wäre es bitterkalt. Durch den Ausstoss von Spurengasen wie Kohlendioxid und Methan erwärmen die Menschen die Atmosphäre zusätzlich. Wenn diese Gase langwellige Strahlung aufnehmen, steigt die Temperatur in Bodennähe. Die Luft in der Höhe kühlt sich hingegen ab.

Was die Klimakatastophe für uns Menschen bedeutet



Die dicke Linie zeigt den 5-Jahres-Durchschnitt der globalen Temperatur-Anomalien (NOAA). Die punktierten Linien zeigen die Perzentile der Vorhersagen zur Erderhitzung nach Raftery et.al, 2017. Die schwarze Linie unten ist der Durchschnitt im 20. Jahrhundert. Inspiriert von The Guardian. Chart Gregor Aisch, Datawrapper.

Der Einfluss des Menschen hat das Klima in einem Maße erwärmt, wie es seit mindestens 2 000 Jahren nicht mehr der Fall war



Vom Menschen gemachte Klimakrise: Auswirkungen

Trockenheit – Wassermangel – Dürre. Permafrost / Schneemangel. Starkregen – Orkane - Hagel - Überschwemmungen

Überschwemmungen. Gletscherschwund. Trockenheit. Waldbrände – Rodungen – Verlust Landwirtschaft – Hungersnöte. Anstieg Meeresspiegel – Flüchtlinge. Verlust Biodiversität. Mehr Krankheiten.

Quelle: www.tagesanzeiger.ch

Sommer 2023: Klimawandel dramatisch beschleunigt

Zunahme Extremwetter, riskante Rückkoppelungsschleifen, gefährliche Kipppunkte.

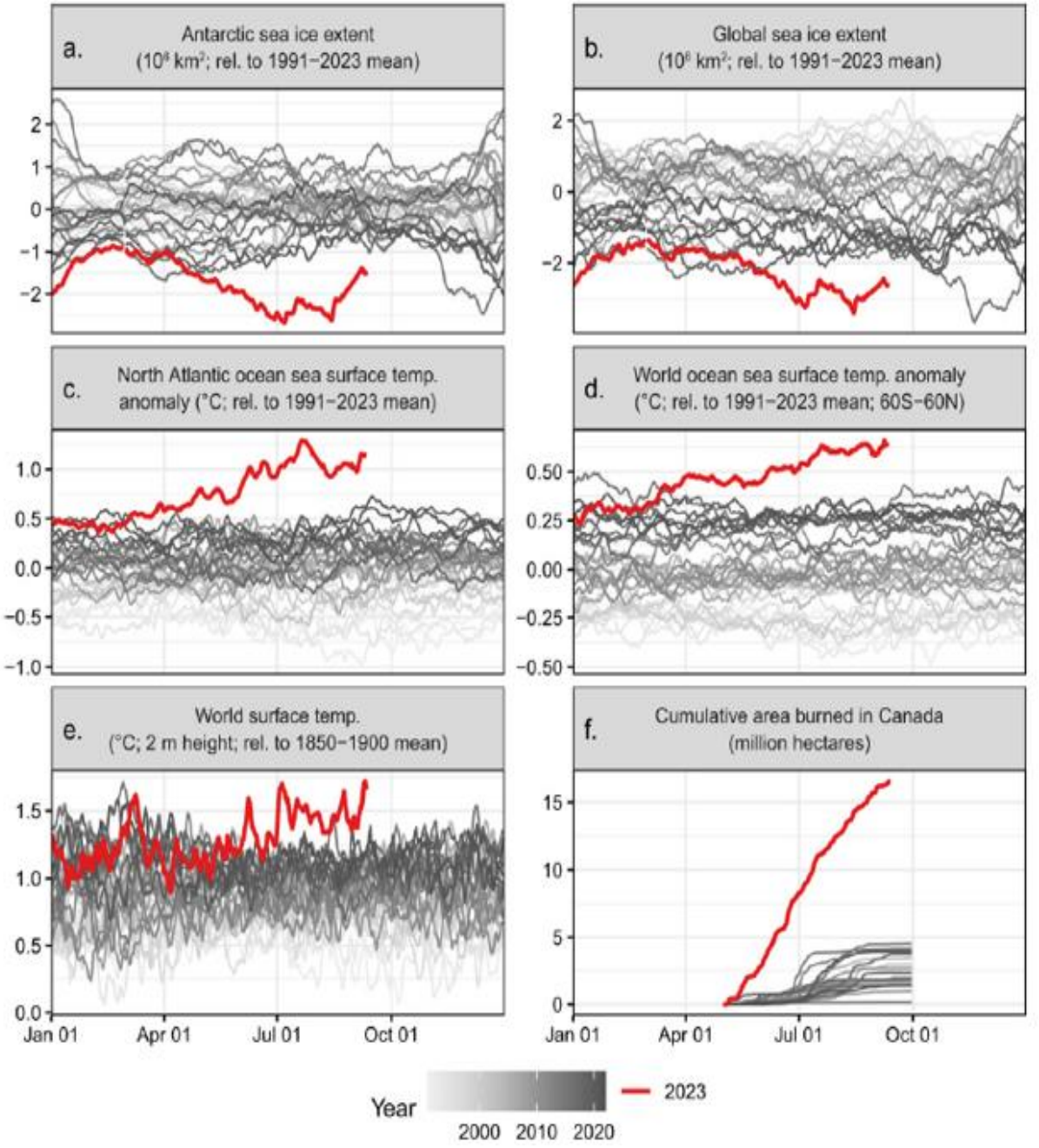
Zum Beispiel, siehe jeweis rote Linie für 2023:

- Meereseisverlust
- Erhöhte Meerestemperaturen
- Erhöhte Temperaturen: 38 Tage plus 1.5° C
- Zunahme Waldbrände, z.B. Kanada

Ursachen noch unklar:

- Niederschläge in der Sahara mit mehr Staub mit Rückkoppelungen auf Meerestemperaturen
- Unterwasservulkanausbruch mit mehr Wasserdampf

Zunahme Grossereignisse 2023: Haiti, China/Peking, Griechenland, Libyen, Japan, Kanada, Pakistan etc.



Quelle:The 2023 state of the climate report: Entering uncharted territory: William J. Ripple, Christopher Wolf, BioScience , 2023, 0 , 1–10

Figure 1. Unusual climate anomalies in 2023 (the red line, which appears bold in print). Sea ice extent (a,b), temperatures (c-e), and area burned in Canada (f) are presently far outside their historical ranges. These anomalies may to due to both climate change and other factors. Sources and additional details about each variable are provided in supplemental file S1. Each line corresponds to a different year, with darker gray representing later years

Treiber Klimawandel: Praktisch ungebrochen wirksam

- Bevölkerungswachstum hält an
- Fleischkonsum ungebrochen
- Wachstum BIP hält an
- Verlust Wälder, Zerstörung brasilianischer Urwald
- Zunahme fossile Energieträger Öl, Kohle, Gas
- **Positiv: Stärkere Zunahme Erneuerbare Energien um 17% 2022/2021 auf 15 Mal tieferem Niveau.**
- Zunahme CO_2-Emissionen
- **Entkoppelung BIP/CO_2-Ausstoss**
- **Positiv: Höhere CO_2-Preise**
- Massive Zunahme Subventionierung fossiler Energien:
  2021: 531 Mrd. $, 2022: 1’097 Mrd. US-Dollar.
- **Positiv: Mehr Klimaprogramme**

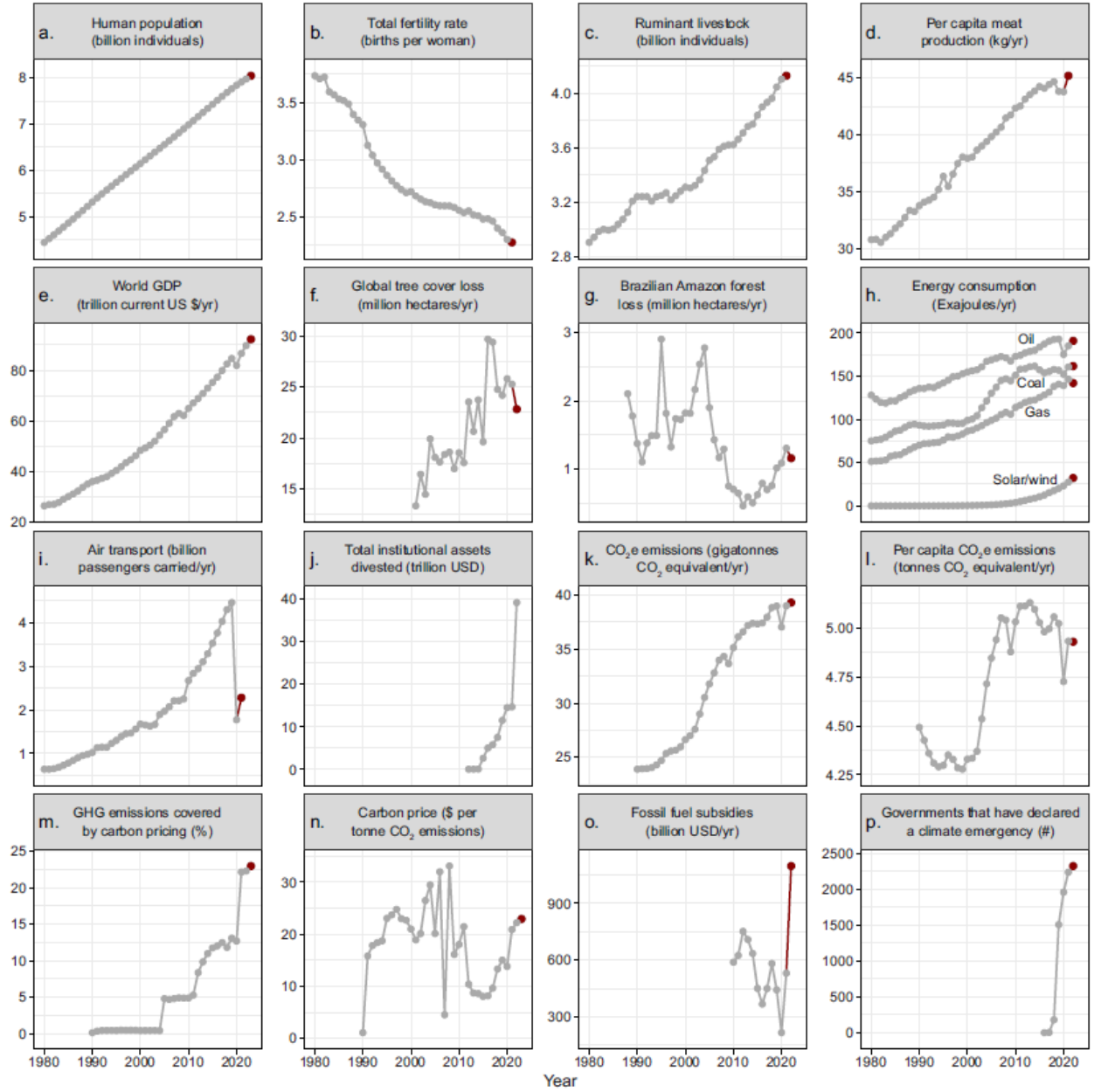


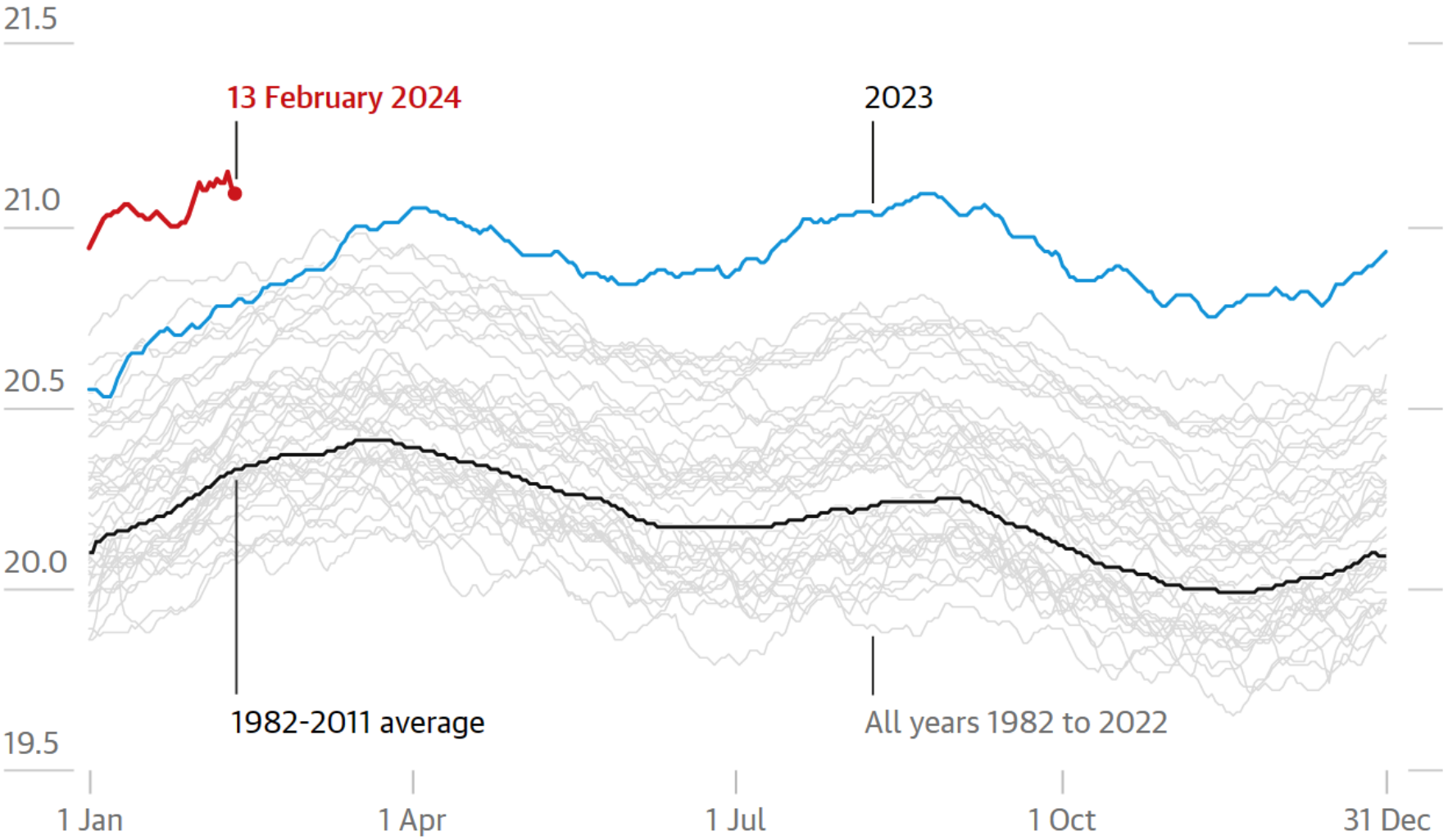
Figure 2. Time series of climate-related human activities. Data obtained since the publication of Ripple and colleagues (2021) are shown in red (dark gray in print). In panel (f), tree cover loss does not account for forest gain and includes a loss due to any cause. For panel (h), hydroelectricity and nuclear energy are shown in figure S1. Sources and additional details about each variable are provided in supplemental file S1.

2023 / 2024:

Beschleunigung der globalen Erwärmung, deren Ursachen noch ungeklärt sind

Sea surface temperatures for 2024 exceed previous records by a huge margin

Average daily sea surface temperature, 60S to 60N, C



Guardian graphic. Source: Climate Change Institute, University of Maine analysis of NOAA OISST data

Klimakatastrophe global:

Top 10% → 48% THG-Emissionen

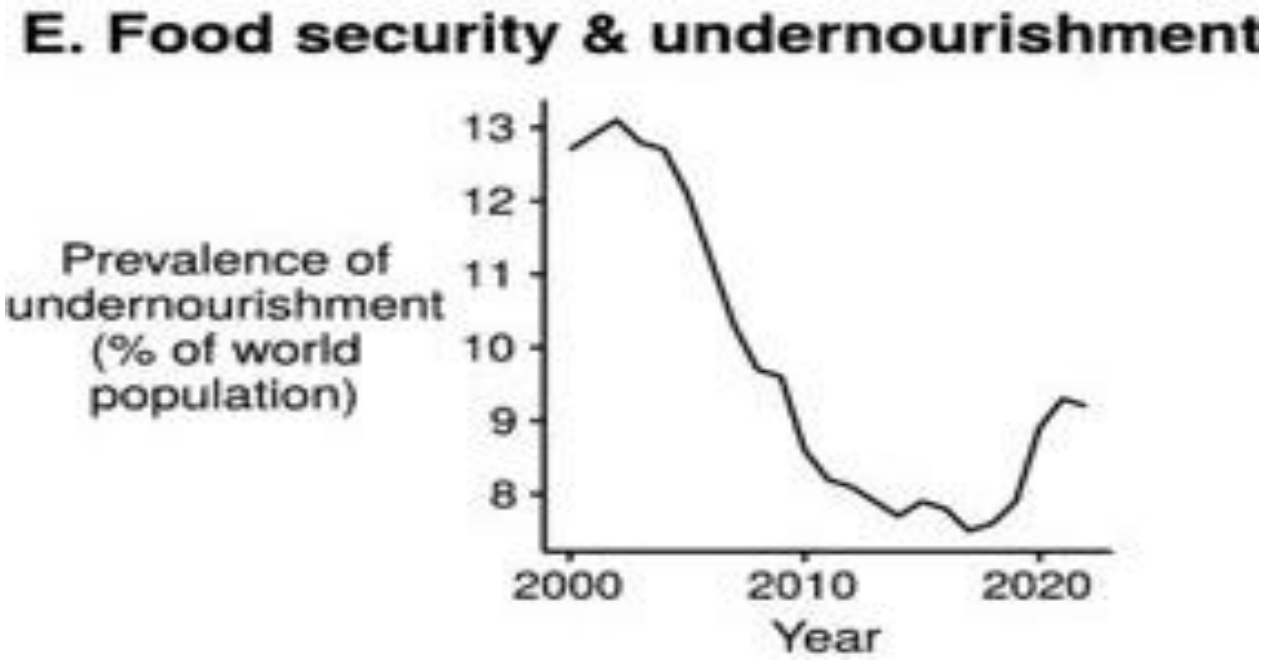
Untere 50% → 10% TGH- Emissionen

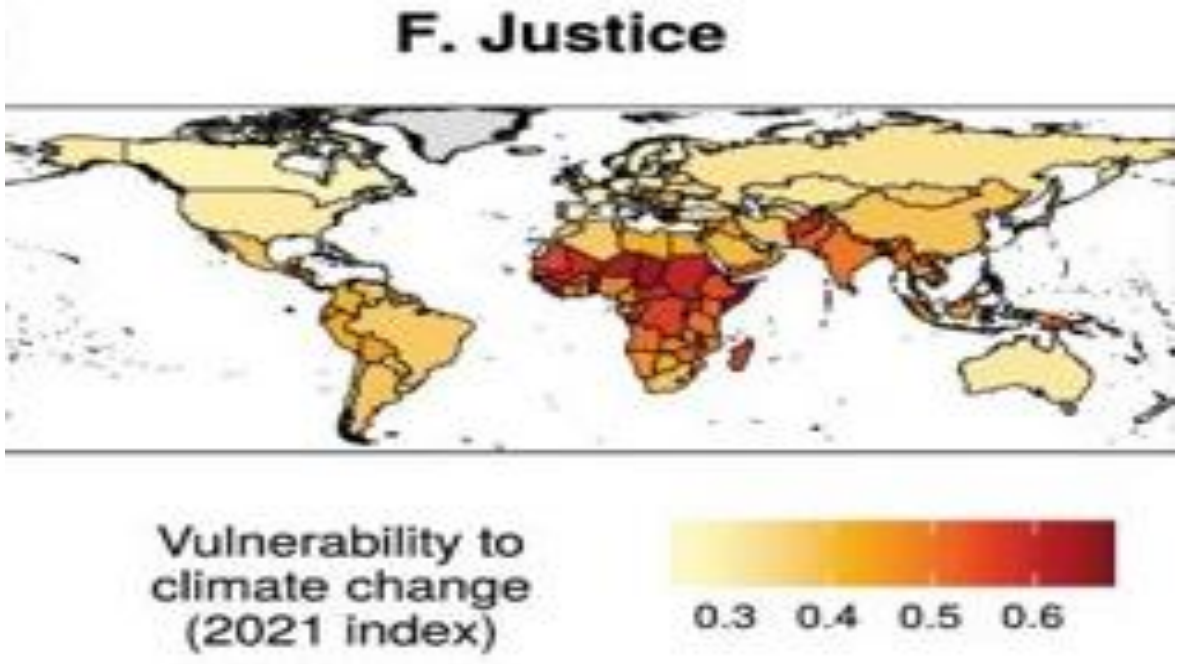
Arme Länder wenig Emissionen aber hart betroffen:

- Zunahme Unterernährung, Hunger
- Seit 2019 plus 122 Mio. Menschen mehr betroffen
- 2022: 735 Mio. Menschen leiden wegen Nahrungsmangel
- 3 → 6 Mrd. Menschen betroffen von grosser Hitze > 42°C
- Migration?

Diverse Ursachen:

Rechtssicherheit, Vertrauen, Eigentumsgarantie, Korruption, Kriege, ethnisch/religiöse Konflikte, Bildung, Infrastrukturen, Finanzsysstem, Kapitalflüsse/Steuern etc.





Schicksal Klimakatastrophe?

Prognosen
Exxon 1977:

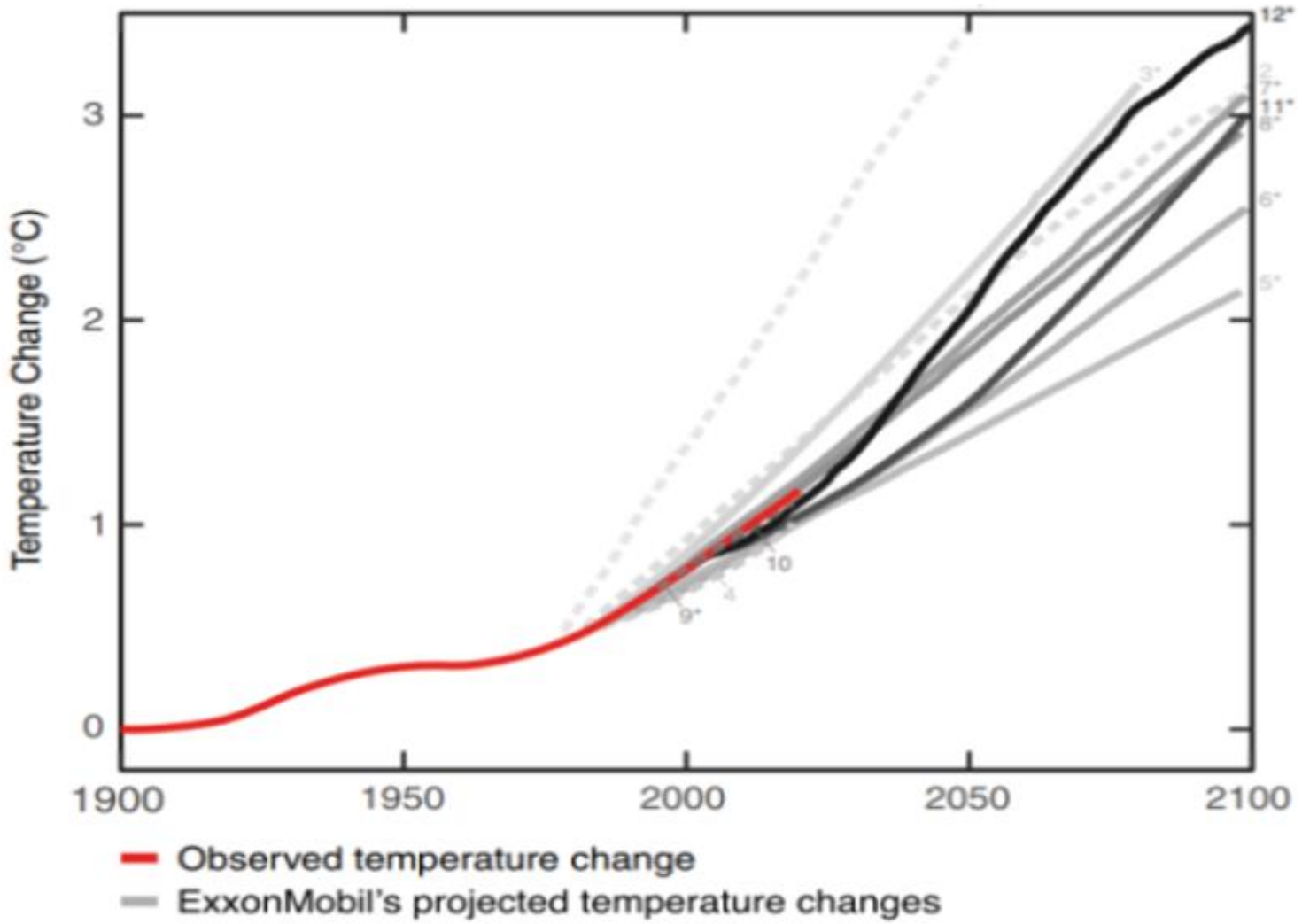
Spitze!

Alles bekannt.

Quelle:PIK

Entscheid:

- Weiter wie bisher.
- Finanzierung Antikampagnen



Die rote Linie zeigt die beobachtete Erderwärmung. Graue Linien sind Vorhersagen von Exxon-Forscher:innen zwischen 1977 (hellste Linie) und 2003 (dunkelste Linie). Gestrichelte Linien sind Projektionen aus anderen Quellen, die Exxon verwendete. (Grafik:

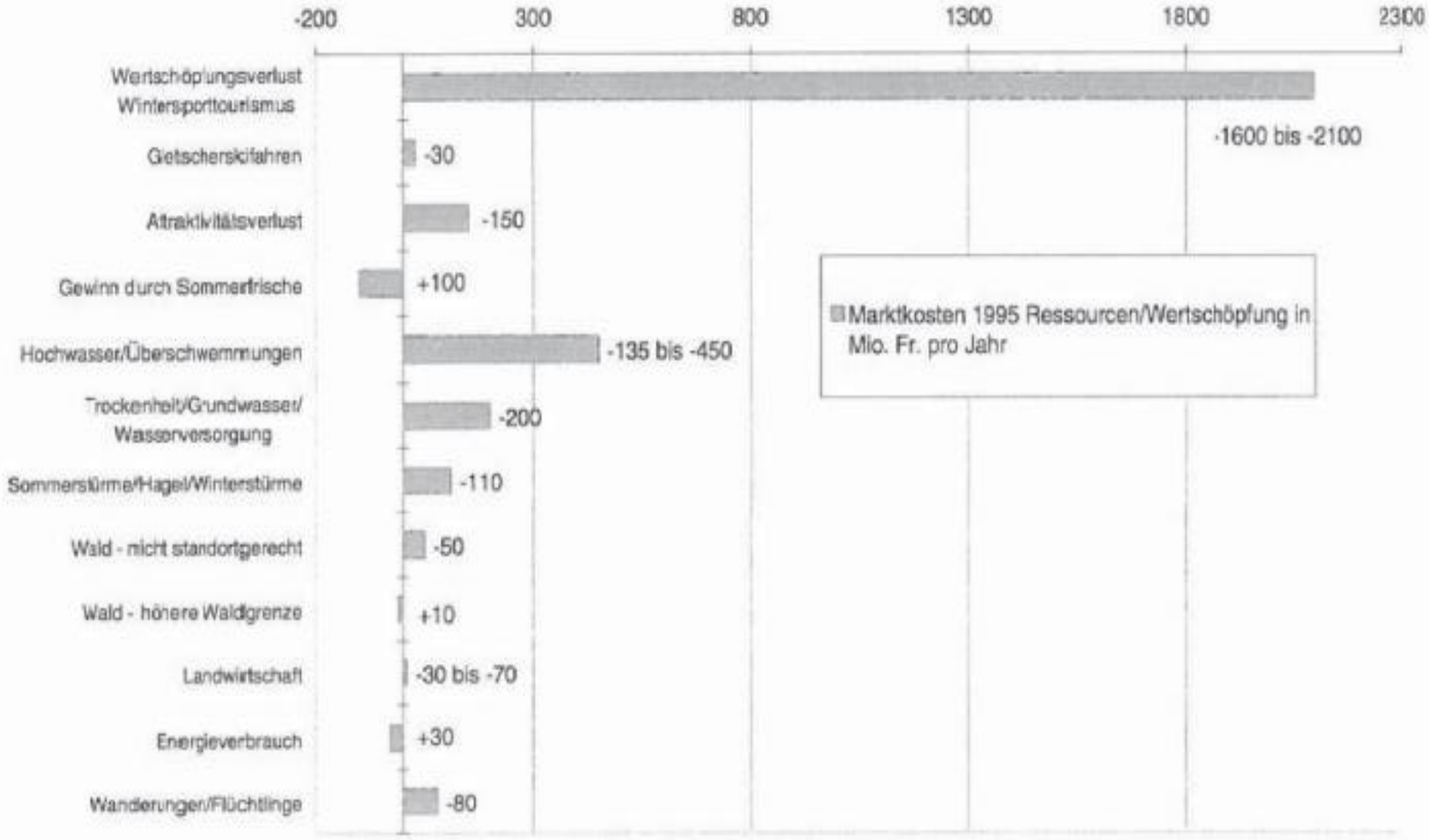
Schadenskosten Schweiz Schätzung NFP 31 für 1998-2030

3.4 Mrd. CHF/a

(real 1998)

Wir sind auf Kurs!

Abb. 0.3: **Schadenskosten und Nutzen von Klimaänderungen – Bezugsjahr 1995 Klimaszenario NFP 31**



Quelle: Eigene Berechnungen/Literaturhinweis in den Kapiteln 4.3 ff.

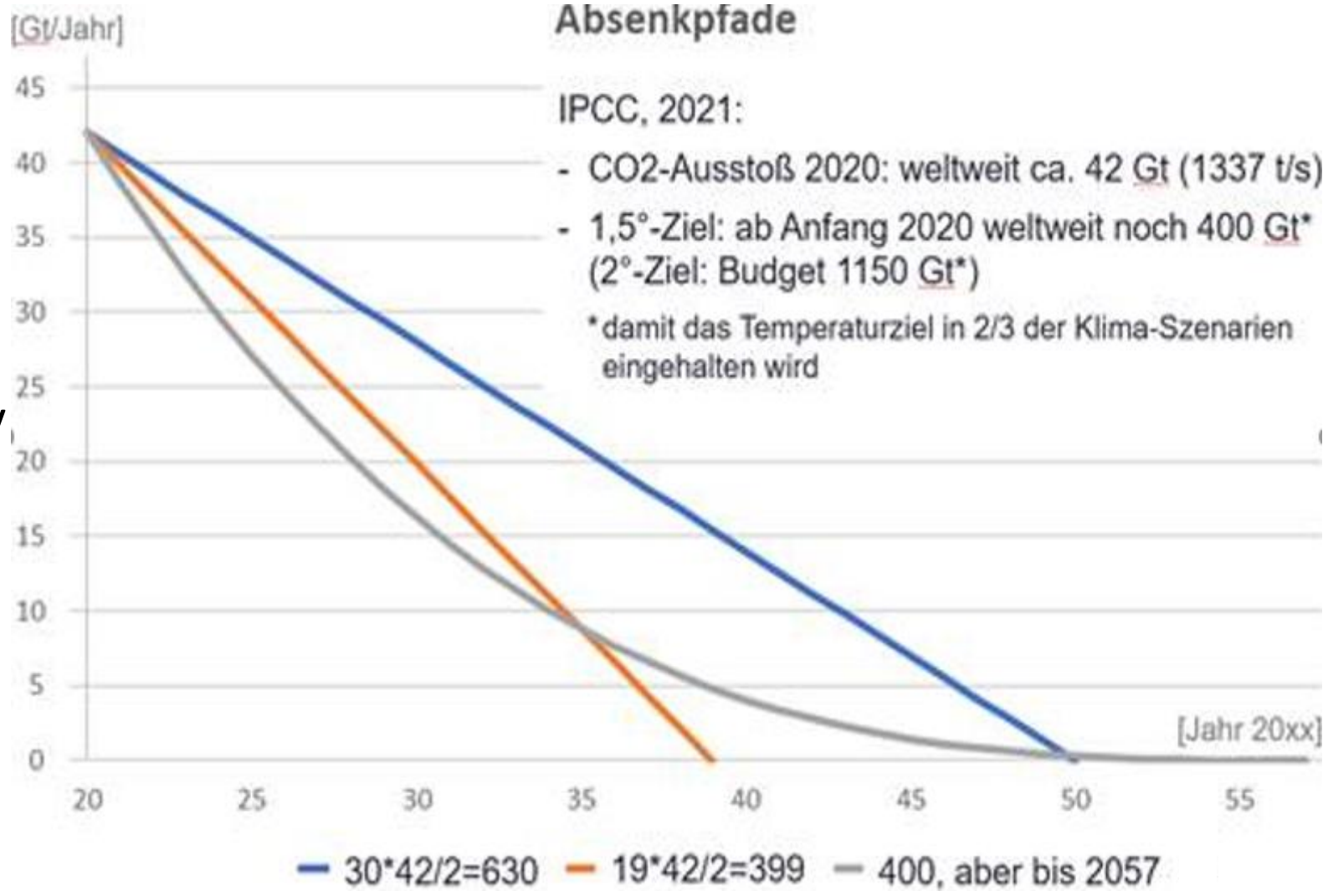
IPCC: Pariser Abkommen

Notwendige Absenkpfade in CO_2-Äquivalenten

Varianten Absenkpfade bis 2050

- 1.5°C bei 400 Gt total
- 2.0°C bei 1’150 Gt total
  [1 Gt = 1’000 Mio. Tonnen]
- THG-Emissionen CH effektiv
  2020: 43.6 Mio.t/a
  2021: 45.25 Mio.t/a

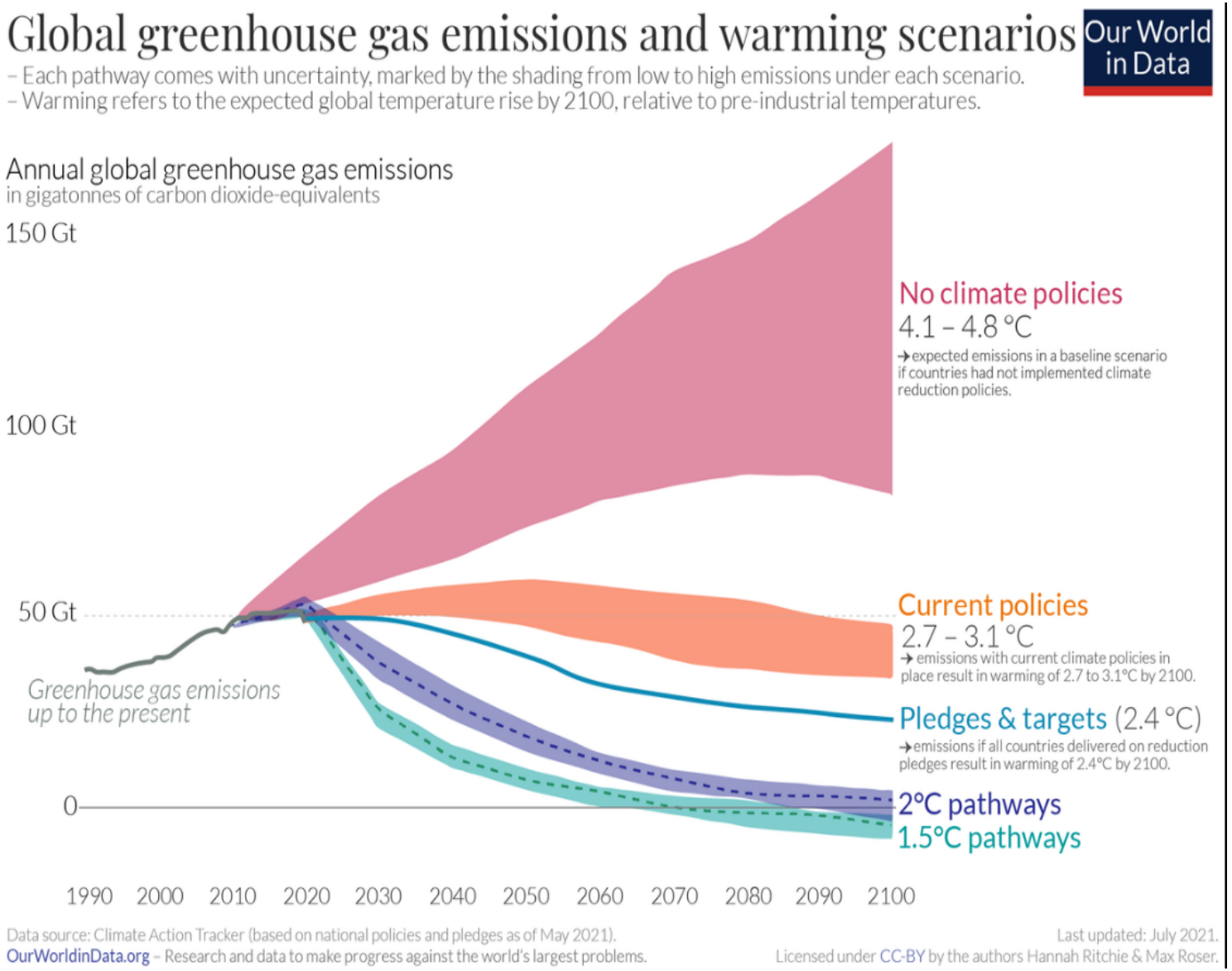
- Lineare vs. exponentielle Absenkkurve



Global: Trend - Was läuft? Was tun?

- 2015: Pariser Abkommen
  < 1.5°C.
  Trend >2.7 °C Erwärmung
  - Kipp-Effekte: Schadenkosten > Vermeidungskosten

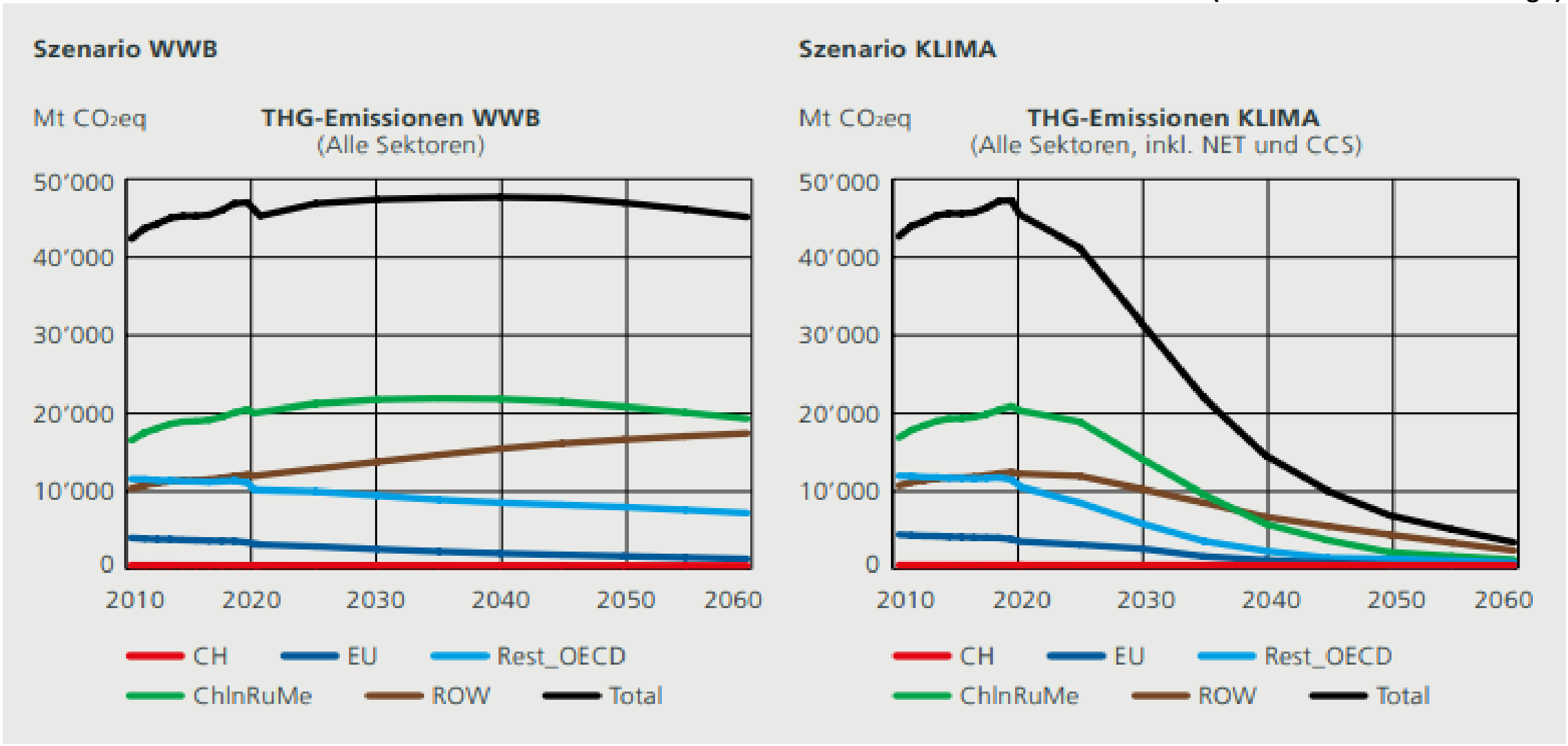
- **Club-Lösung:**
  - **Club der Willigen (EU, USA?....) besteuern CO_2-Importe**
  - **Schweiz: "zurzeit nicht nötig"**



Challenge weltweit: CH, EU, Rest-OECD, China

Abbildung 1: Totale Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen [Mt CO_2eq]

(WWB: «Weiter wie bisher»)
(KLIMA: «Paris Vereinbarung»)



© Ecoplan AG

Treibhausgasemissionen (THG) Schweiz 1990: 55.34 ➡ 2021: 45.25 Mio. Tonnen

Anteil Schweiz/weltweit: ca. 0.1 %

Pro Kopf 5.2 t/a (2021) bzw. ca. 13 t/a inklusive graue Emissionen Ausland

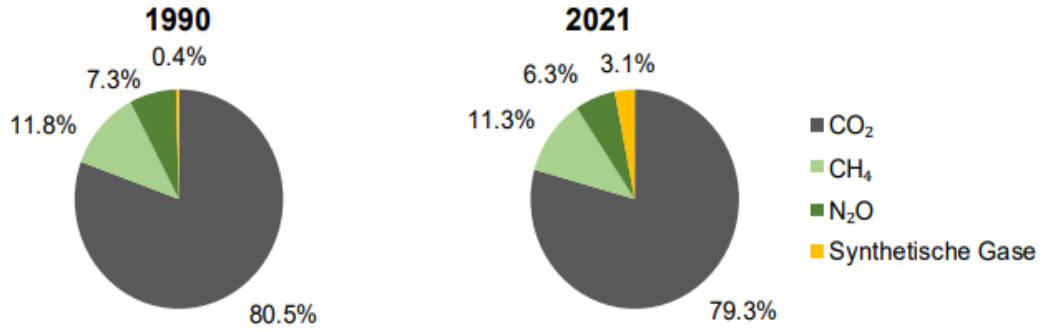


Abbildung 6: Treibhausgasemissionen der Schweiz gemäss CO_2-Gesetz und Übereinkommen von Paris in den Jahren 1990 und 2021, aufgeteilt nach den einzelnen Gasen.

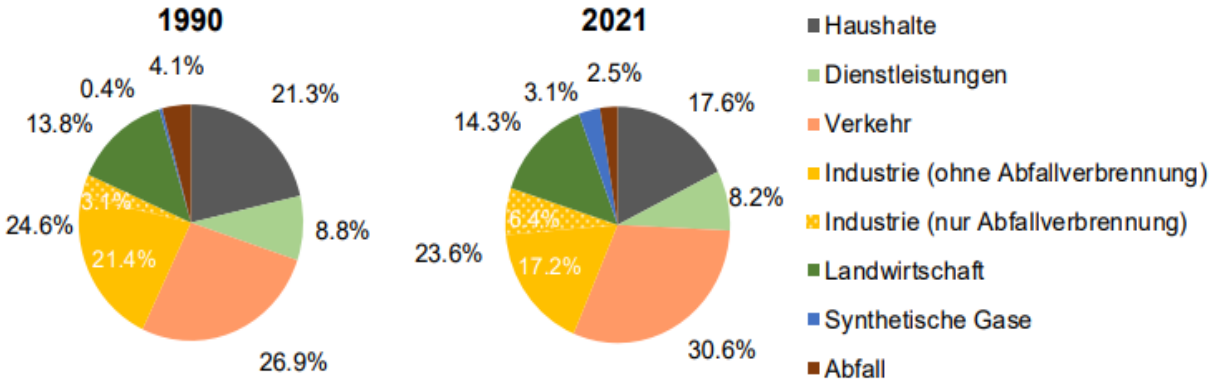
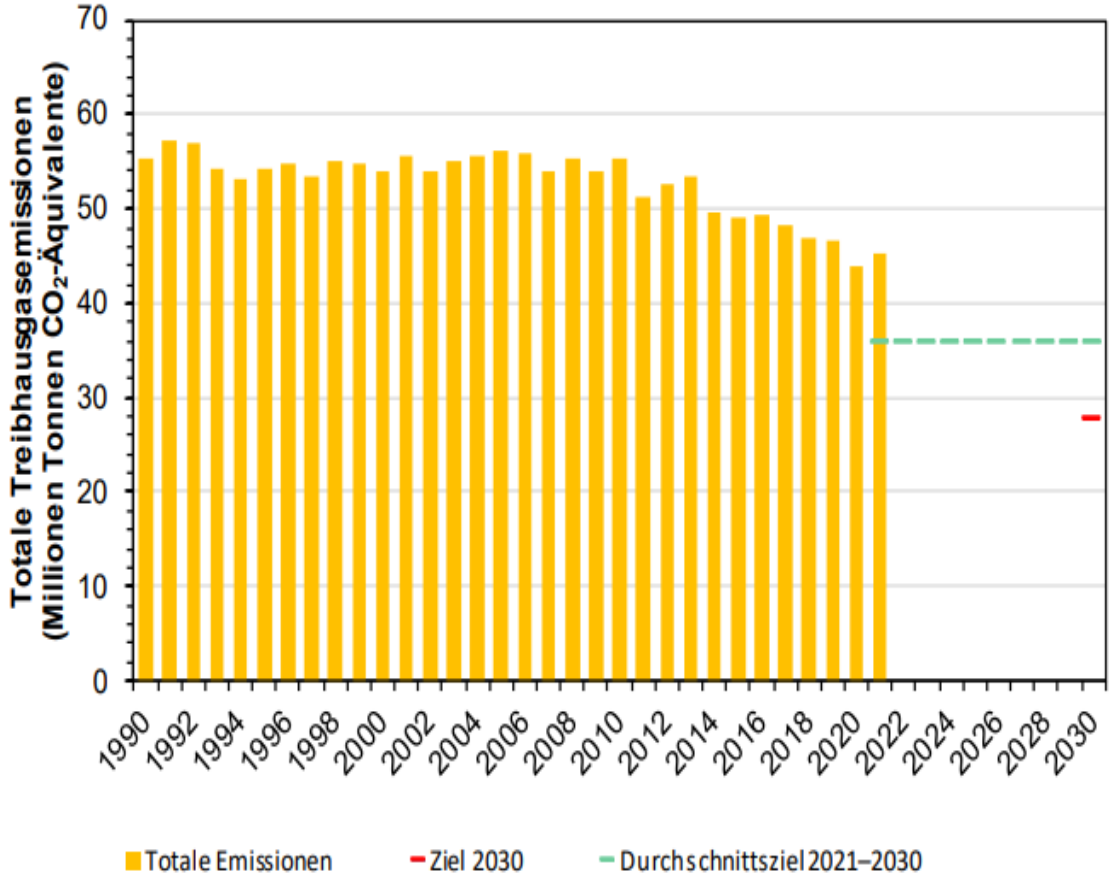


Abbildung 7: Treibhausgasemissionen der Schweiz gemäss CO_2-Gesetz und Übereinkommen von Paris in den Jahren 1990 und 2021, aufgeteilt nach den Sektoren gemäss CO_2-Verordnung (Details zur Aufteilung der Sektoren siehe Tabelle 9).



Treibhausgasemissionen Schweiz: Rote Linie Zielwert für Jahr 2030 (mindestens minus 50% gegenüber THG Jahr 1990).

Exkurs: Treibhausgasemissionen (THG) Schweiz
Bevölkerungswachstum/pro Kopf
Aufgeteilt nach Sektoren Verkehr, Industrie etc.

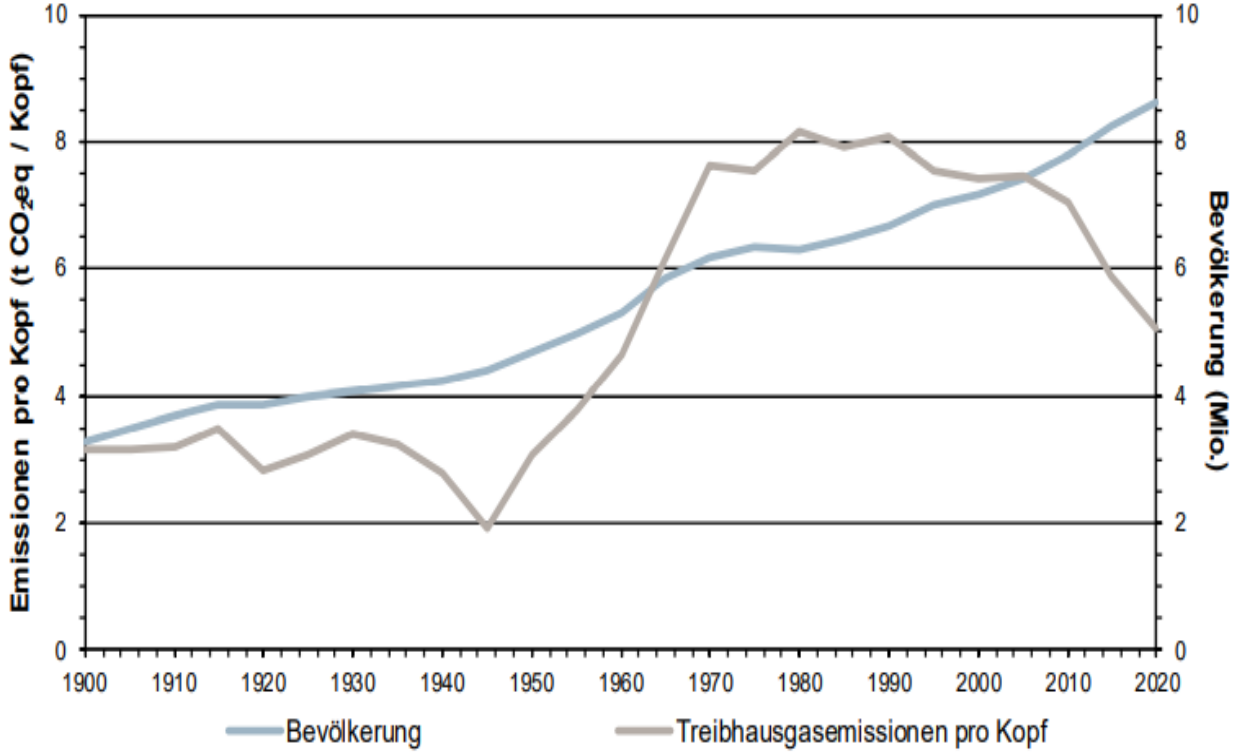


Abbildung 5-4: Entwicklung der Treibhausgasemissionen pro Kopf in der Schweiz von 1900 bis 2020. Auch gezeigt ist die Entwicklung der Bevölkerung (rechte Achse).

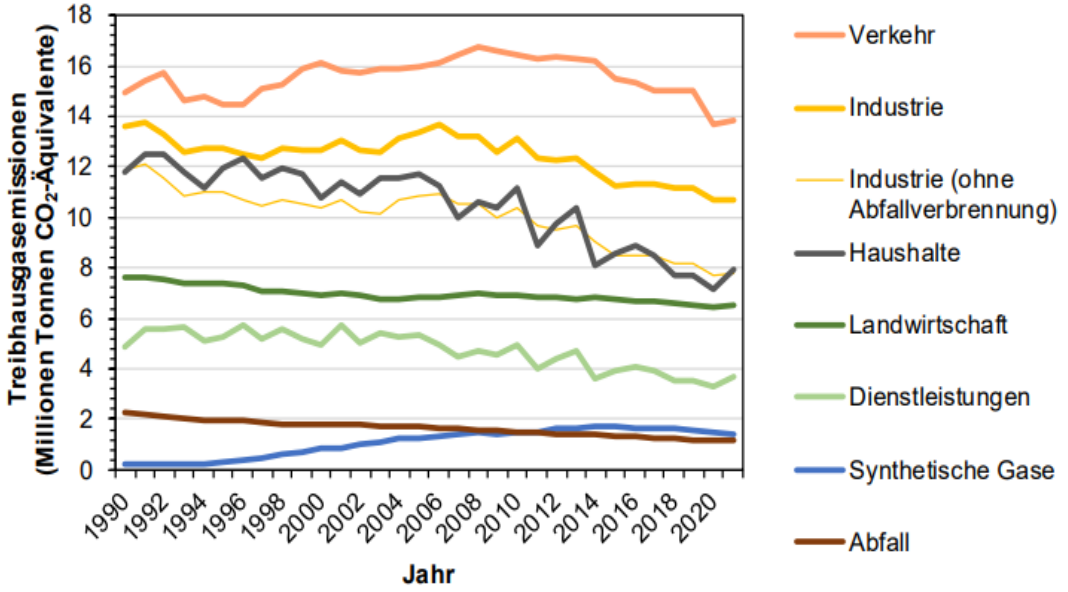


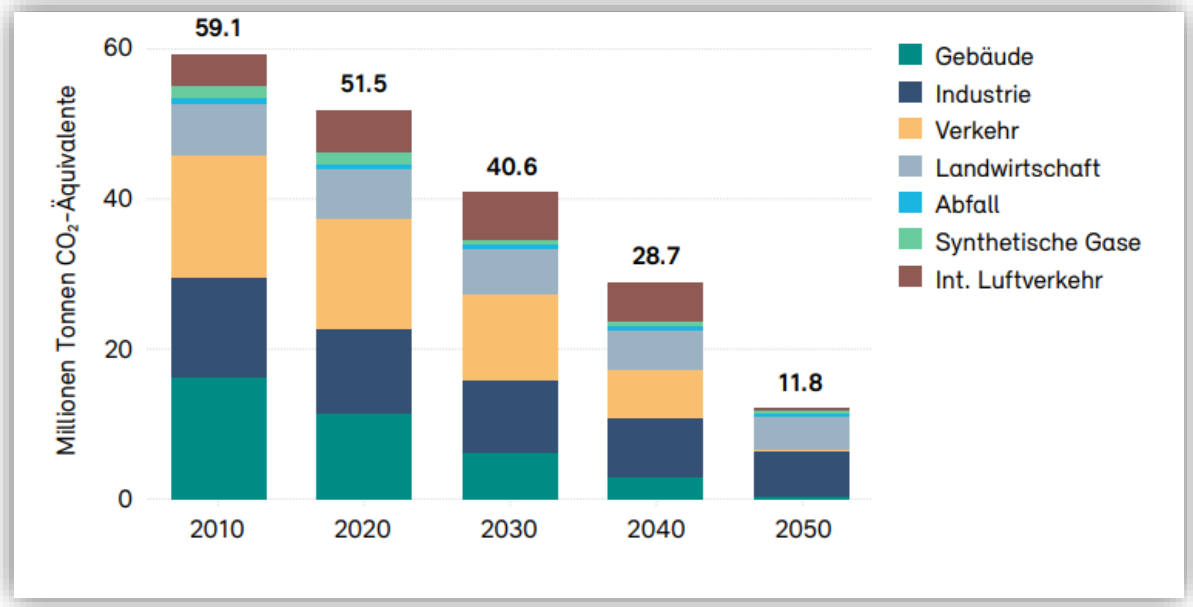
Abbildung 8: Zeitliche Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Schweiz gemäss CO_2-Gesetz und Übereinkommen von Paris in den Jahren 1990–2021, aufgeteilt nach Sektoren gemäss CO_2-Verordnung (Details zur Aufteilung der Sektoren siehe Tabelle 9).

Achtung: ohne graue Energie / Verlagerung ins Ausland

Ziele Klimapolitik Bund: Netto Null 2050, inkl. CarbonCapture&Storage/CCS, Zertifikate Ausland/NET Ausland – aus Sicht Pariser Abkommen ungenügend CH-Klimabudget 2020 noch ca. 400 Mio.t

Bundesrat (siehe Grafik rechts):

- 2030 minus 50% THG gegenüber 1990. Ausland?
- 2050 Netto-Null Plus?
- Nur mit CCS/NET Ausland
- Im Jahr 2050 verbleiben noch Treibhausgas-emissionen von rund 11.8 Millionen Tonnen CO_{2eq}
- Diese stammen grösstenteils aus der Landwirtschaft, der Industrie und der Abfallverwertung.



Forderung aus Sicht Klima:

- Für 1.5° C-Ziel Budget CO_{2eq} Schweiz ab 2020 von noch ca. 400 Mio. t CO_{2eq} nicht überschreiten.

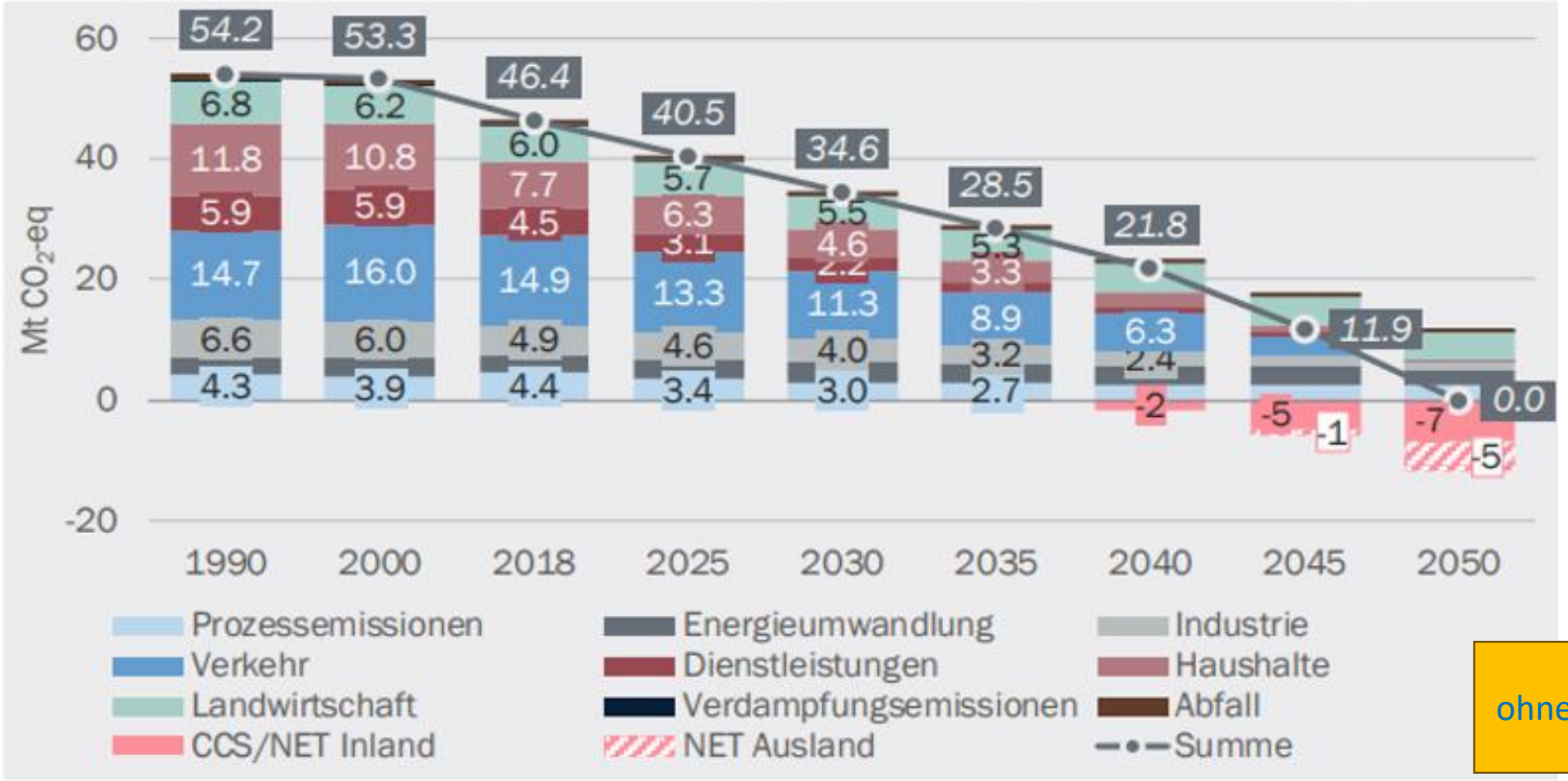
Fazit im Vergleich zu den vereinbarten Zielen: 👉

- https://climateactiontracker.org/countries/switzerland/

Energieperspektiven2050+: Reduktion THG nach Sektoren

Abbildung 1: Treibhausgasemissionen

Entwicklung der Treibhausgasemissionen und des Einsatzes von Negativemissionstechnologien im Szenario ZERO Basis, in Mio. t CO_2-eq



ohne Luftverkehr

© Prognos AG/TEP Energy GmbH/INFRAS AG 2020

Absenkpfad: Klimagesetz, Umsetzung Energieperspektiven?

Bundesgesetz über die Ziele im Klimaschutz, die Innovation und die Stärkung der Energiesicherheit (KlG) vom 30. September 2022
Link: https://klimagesetz.ch/media/pages/gesetz/3de5d2aca3-1675330290/klg_deutsch.pdf

Emissions-Minderungsziele

- Alle inländischen Treibhausgasemissionen müssen bis 2050 Netto Null erreichen und nach 2050 netto negativ werden.
- Zwischenziele werden als Durchschnittswerte über mehrere Jahre festgelegt.
- Die Ziele müssen durch Emissionsminderungen im Inland erreicht werden, soweit es technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist.
- Carbon Capture & Storage, NET Ausland sind möglich. Kosten?
- Für die Sektoren Verkehr, Gebäude und Industrie legt das Gesetz Richtwerte fest.
- Die Bundesverwaltung muss und die kantonalen Verwaltungen sollen bereits 2040 Netto Null Treibhausgasemissionen erreichen.

Fazit: Klimakrise Geschichte, Stand, Zukunft?

- Treibhausgase mit Klimaerwärmung 1824 erkannt: Joseph Fourier.
- Erste Studien 70-er Jahre: Exxon Spitzenprognosen. Statt „Eigenverantwortung“ verantwortlich für Bekämpfung Ziele und Massnahmen gegen Klimawandel.
- 1988: Gründung IPCC. Langwierige Findungsphase, z.B. 90-er Jahre Absenkpfade bis im Jahr 2150.
- Erst 2015 mit konsequenten Forderungen: <1.5°C, Pariser Abkommen.
- Klima-Club der "Willigen" als zentrales Element für weltweite Umsetzung
- Sommer 2023 ; neuste Daten Anfang 2024 : Galoppierender Klimawandel mit noch unklaren Ursachen
- Schadensprofil wird sichtbar: Hohe Betroffenheit der armen Leute – vor allem in den armen Länder des Südens. 3-6 Milliarden Menschen betroffen: Erhöhte Migration?
- Ziele Schweiz in Energieperspektiven Bund mit gesetzlicher Verankerung in Klimagesetz:
  - Mit grosser Wahrscheinlichkeit wird das verbleibende CO_2-Budget für die Schweiz von noch ca. 400 Mio. t (ab 2020) nicht eingehalten werden.
- Kantone, Wallis, Städte, Bern, Chur etc. haben ambitioniertere Ziele festgelegt.
- Nach Jahrzehnten der Forschung ist Zielsetzungsprozess weltweit, schweizweit vorangeschritten.

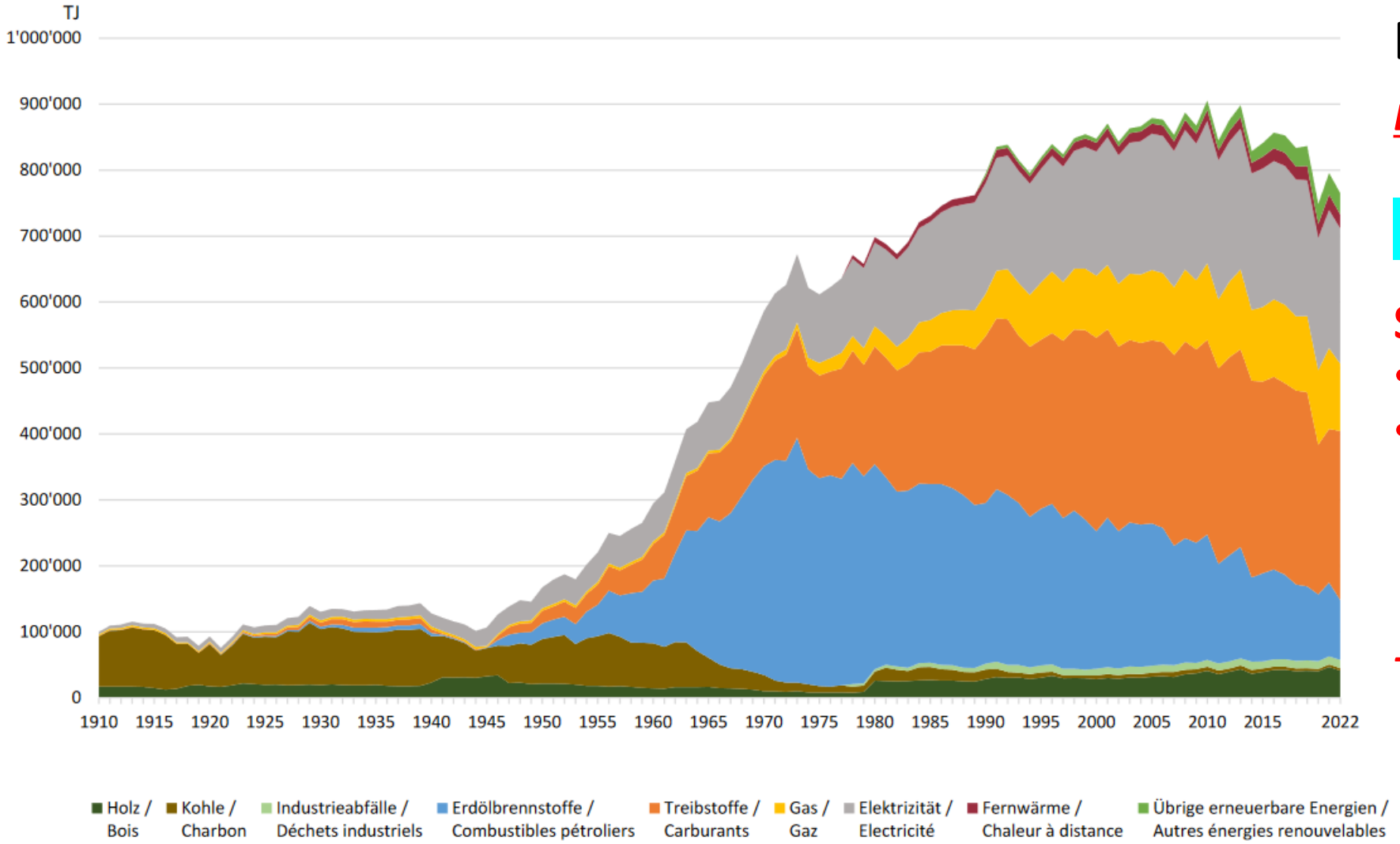
➢ *Umsetzung?!*

Energiewende

- Meccano Energiewende: Folien 24 – 28
- Hohe Potentiale Erneuerbare Energien. Vor allem Solar, Wind: Folie 29
- Ausbau PV mit Flaute bis 2017, disruptiver Entwicklung ab 2019: Folie 30
- Stromgesetz: Neue Zielsetzungen Ausbau Erneuerbare Energien: PV, Windenergie, Wasser; Energieeffizienz: Folien 31 – 33
- Trends, Wachstum Wärmepumpen: Folien 34 – 35
- Exkurs: Versorgung aus Südeuropa, Nordafrika mit Sonne, Wind, Power to X: Folie 36
- Fazit Energiewende: Folie 37

Entwicklung Energieverbrauch 1910-2022

Endverbrauch 2022: 765 PJ = 213 TWh,
57 TWh Strom (26 TWh Wasser + 21 TWh AKW + 10 TWh Div. Strom) + 126 TWh fossil + 30 TWh Holz, Abfälle, Fernwärme, etc.



Energiegesetz erfüllt!

Effizienz alleine reicht nicht!

Effizienz ⇨

Substitution:

- **21 TWh AKW**
- **126 TWh Fossil**

53 TWh Strom

+ Lösung für graue Energie und Flugverkehr (120 TWh) im Ausland realisieren

Sinkende Gesamtenergienachfrage: Frohe Botschaft. Absoluter und pro Kopf-Verbrauch sinken trotz Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum

3.1.1 Endenergieverbrauch pro Person und Jahr

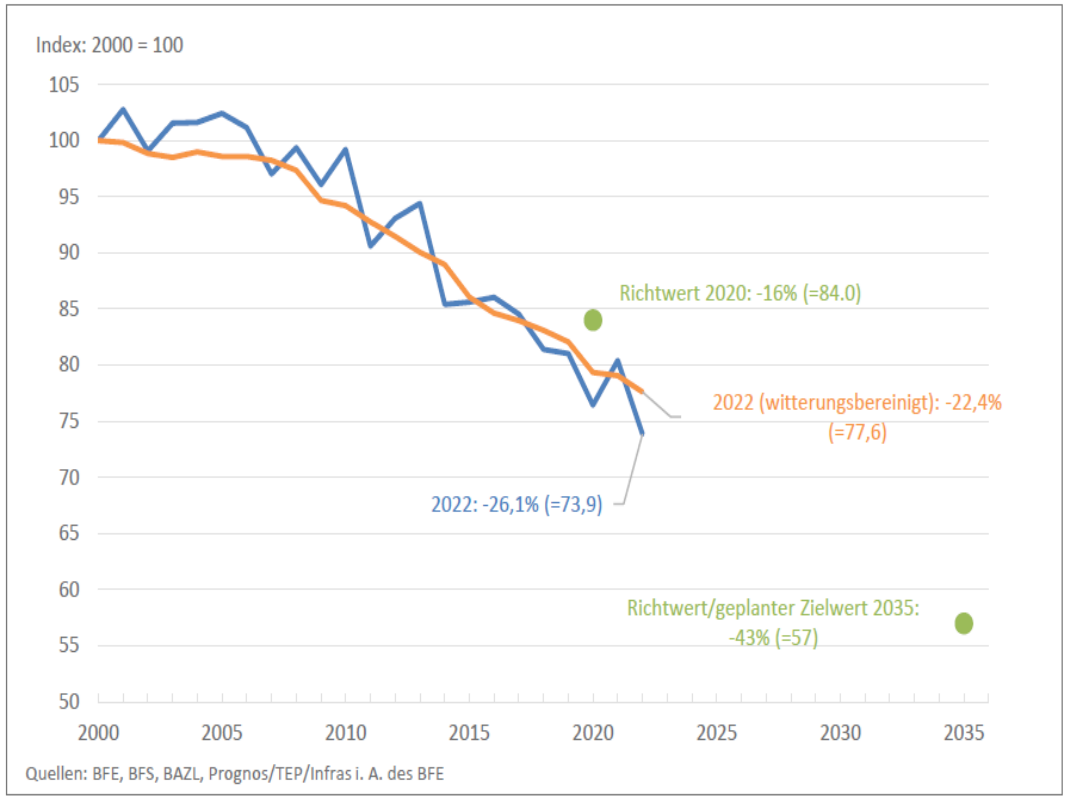


Abbildung 3: Entwicklung des Endenergieverbrauchs[6] pro Kopf seit 2000 (indexiert)

Bei der Mobilität wird immer noch grossmehrheitlich von einem engen Zusammenhang „Wachstum/Verkehr“ ausgegangen. Dies galt lange auch für die Energie – und wird etwa auch von der SVP heute noch so kolportiert.

Inzwischen ist der Energiebereich ein Beispiel für die Abkoppelung des Wachstum vom Energieverbrauch:

- Der Endenergieverbrauch pro Kopf hat seit 2000 abgenommen, wie die Grafik zeigt.
- Der absolute Endenergieverbrauch hat 2000-2022 um 9,8% abgenommen, während die Bevölkerung in diesem Zeitraum um 22,2% zugenommen hat.
- Der mittlere Rückgang betrug in den letzten 10 Jahren rund 1,6 Prozent pro Jahr.

Bis 2035 soll der Endenergieverbrauchs pro Kopf gegenüber dem Jahr 2000 um 43 Prozent abnehmen. Die Abbildung links zeigt, dass Effizienzsteigerung gemäss gesetzlichen Vorgaben in etwa auf Kurs ist.

Der absolute Endenergieverbrauch hat über die gesamte Betrachtungsperiode 2000 bis 2022 abgenommen, da die verbrauchsmindernden Effekte die verbrauchstreibenden Effekte überkompensiert haben:

- Verbrauchstreibend wirkten hauptsächlich Mengeneffekte; dazu werden alle «reinen» Wachstumseffekte gezählt wie die Wirtschaftsleistung insgesamt (exkl. Struktureffekte), Bevölkerung, Energiebezugsflächen und Motorfahrzeugbestand.
- Verbrauchsmindernde Effekte: Politische Massnahmen und der technologische Fortschritt. Zusätzlich wirkten sich zwischen 2000 und 2022 Substitutionseffekte aus, welche durch den Wechsel zwischen Energieträgern entstehen. Dazu gehören der Ersatz von Heizöl mit Erdgas und zunehmend mit Fernwärme, Umgebungswärme und Holz sowie die Substitution von Benzin mit Diesel.

Exkurs: Entwicklung Strom 1950-2022
Energieverbrauch, Entwicklung BIP, Bevölkerung 1970-2022

Endverbrauch von Strom in der Schweiz von 1950 bis 2022

(in Terawattstunden)

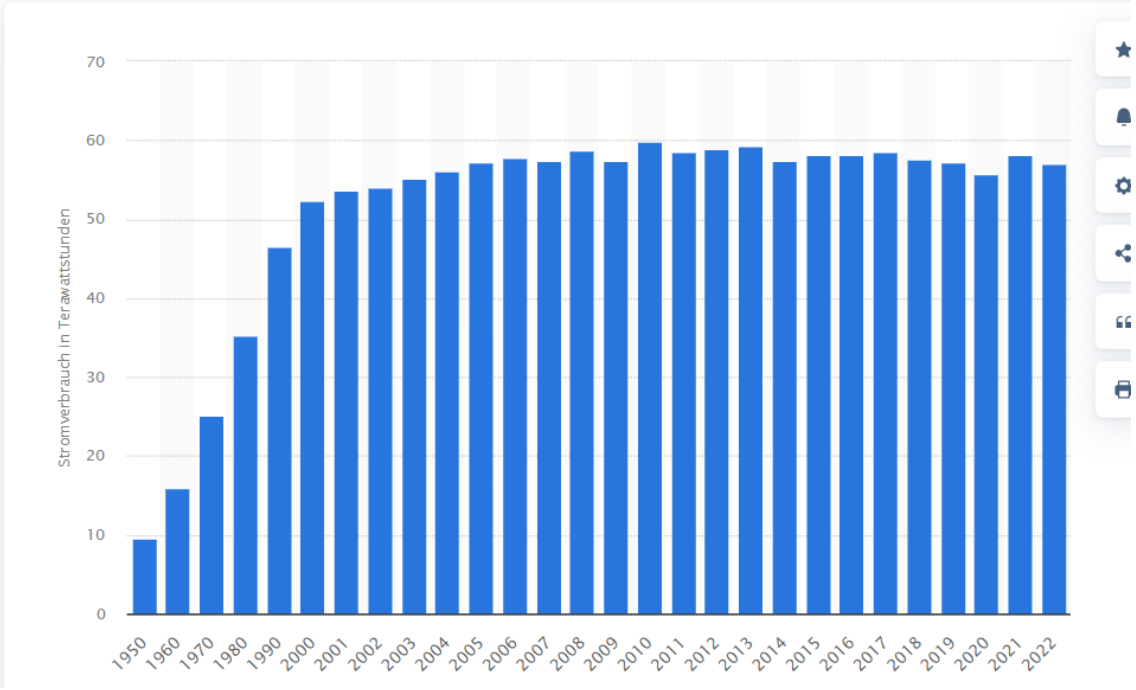
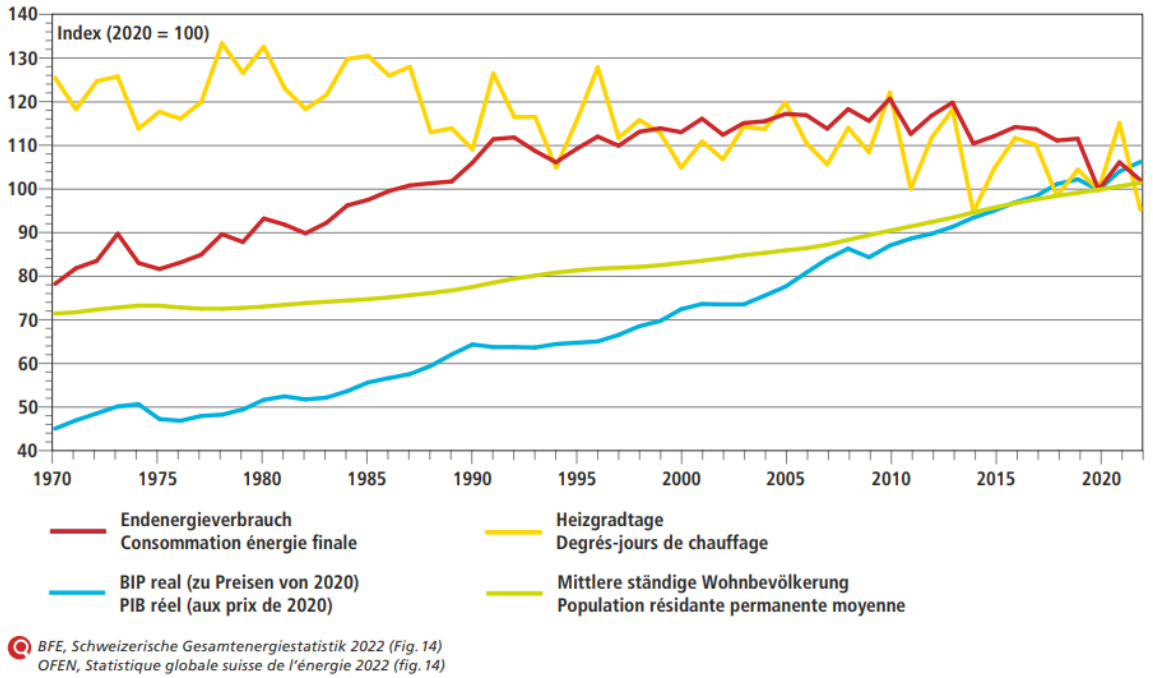


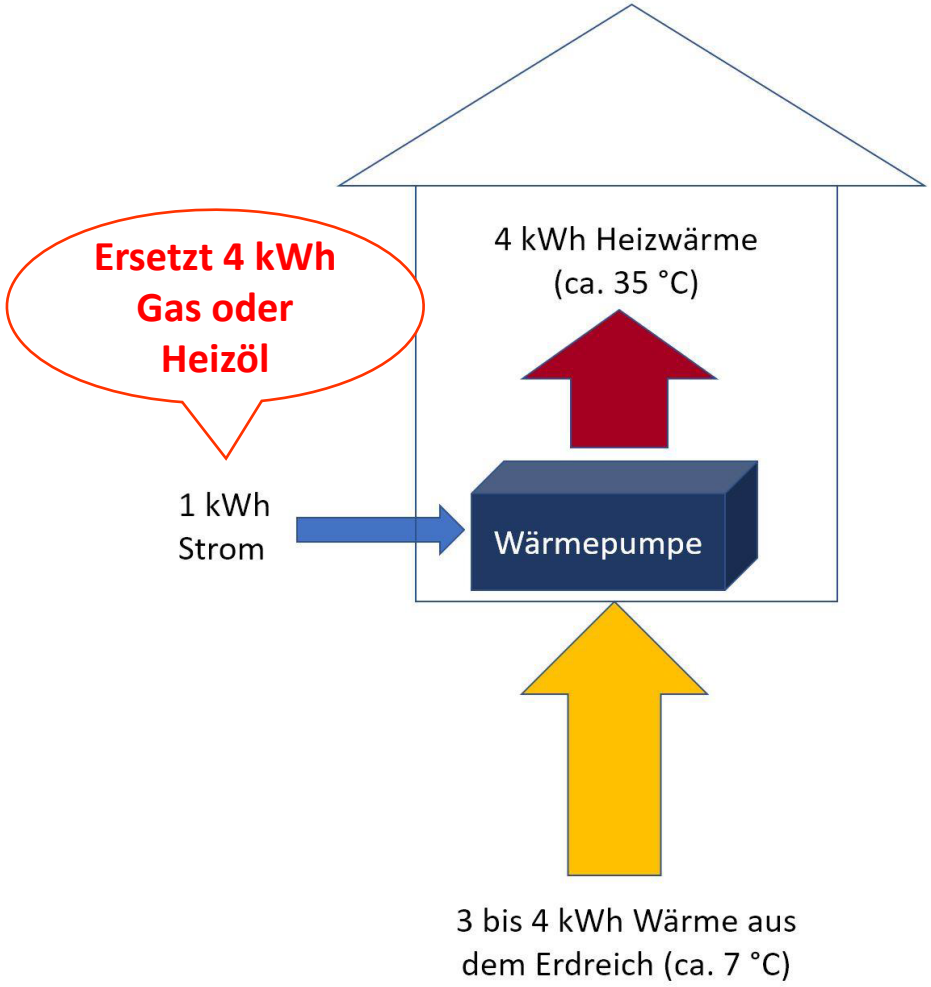
Fig. 14 Entwicklung energierelevanter Grössen im Vergleich zum Endverbrauch
Evolution des données statistiques en comparaison avec la consommation finale

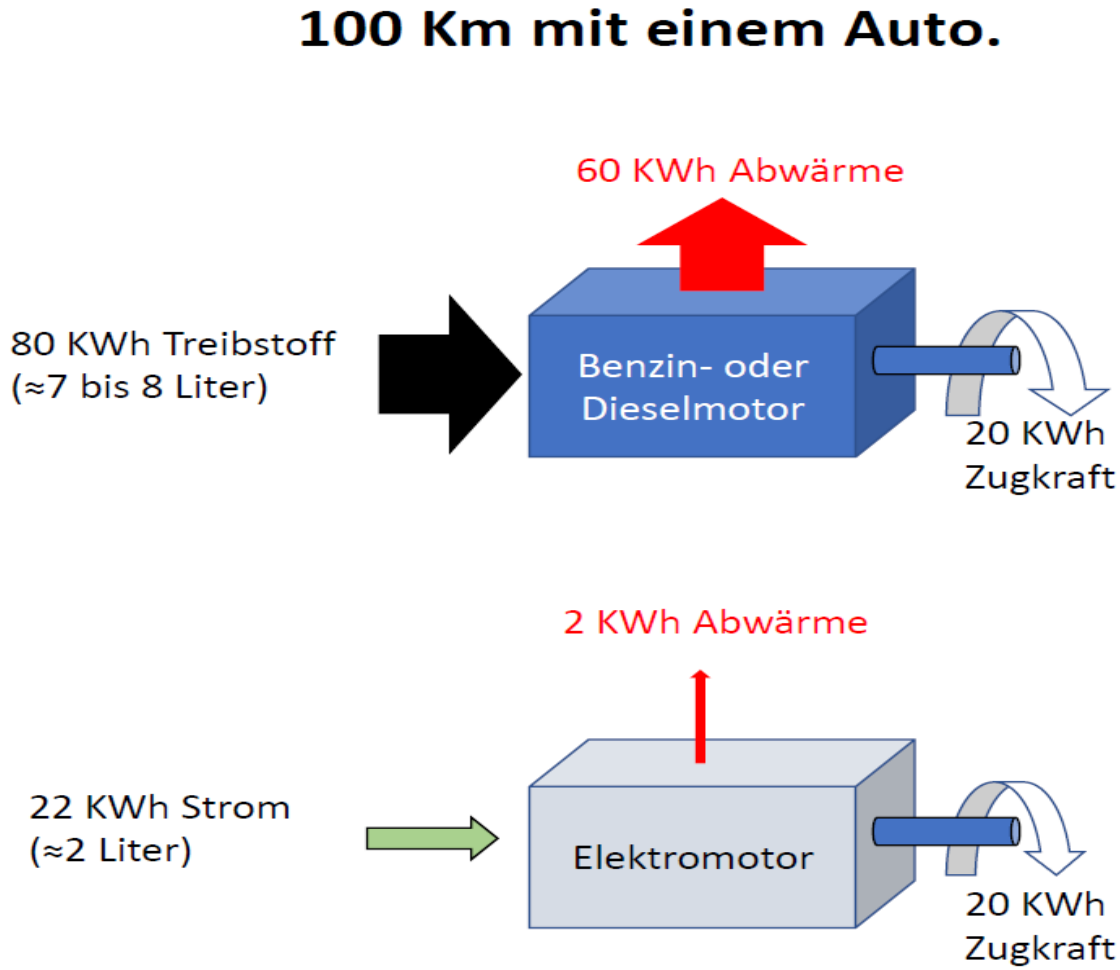


BFE, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2022 (Fig. 14)
OFEN, Statistique globale suisse de l'énergie 2022 (fig. 14)

126 TWh/a fossil ➡ +30 – 40 TWh/a Strom

Faktor 3-4: Wärmepumpen, eMobilität





Versorgungsplan CH 2022: 213 TWh = 26 Wasser + 21 AKW + 126 Fossil + 10 DivS + 9 ÜEE + 21 DivE ★

Strombedarf für Abschaltung AKW und Dekarbonisierung: ↳ *21* + ↳ *32* = 53 TWh*

- Annahme: Gesamtenergienachfrage konstant
- Ersetzen: 21 TWh AKW (1:1) = 21 TWh Strom. 126 TWh Fossil (4:1) = 32 TWh Strom
- Energie-Effizienz weiter steigern !

Möglicher Zubau TWh p.a. (abrufbar nach rollender Bedarfsprognose)	**2024 - 2035**	**2024 - 2050**
Wasserkraft: Runder Tisch (+13 Stausee-Erhöhungen, neu Trift, Gorner)	2	3
Photovoltaik: Alle Kategorien	35	40 - 45
Windkraft	3	6
Biomasse ⇨ Methan	2	4
Power to X: Inlandproduktion (Sommerüberschuss ⇨ Winterlücke)	+3	+8
Total möglicher Zubau an erneuerbaren Energien	**45**	**61 - 66**

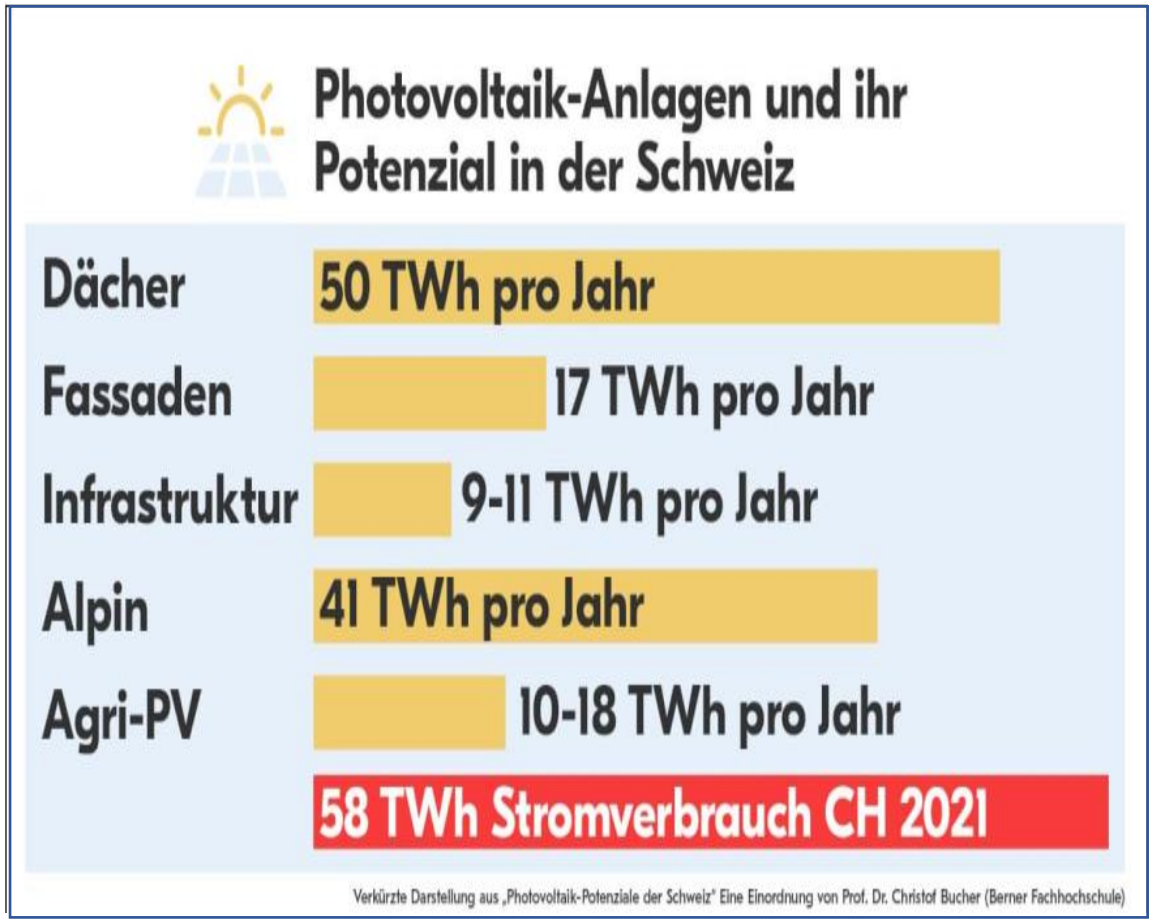
Energiewende mit Erneuerbaren Energien und Versorgungssicherheit ist machbar!

★ **DivS = Strom aus Import, Thermische Kraftwerke, PV, Biomasse, Wind**
ÜEE = Energie aus Umweltwärme, Sonnenkollektoren, BioQuellen
DivE = Energie aus Holz + Abfällen + Fernwärme

* **Faktor 4: Effizienzvorteil der Elektromotoren in E-Autos und Wärmepumpen**

Potentiale Sonne, Wind, Wasser? >>> 2 x Stromkonsum

Solar ca. 127 – 137 TWh, Wind 30 TWh, Wasser 2 TWh Winter



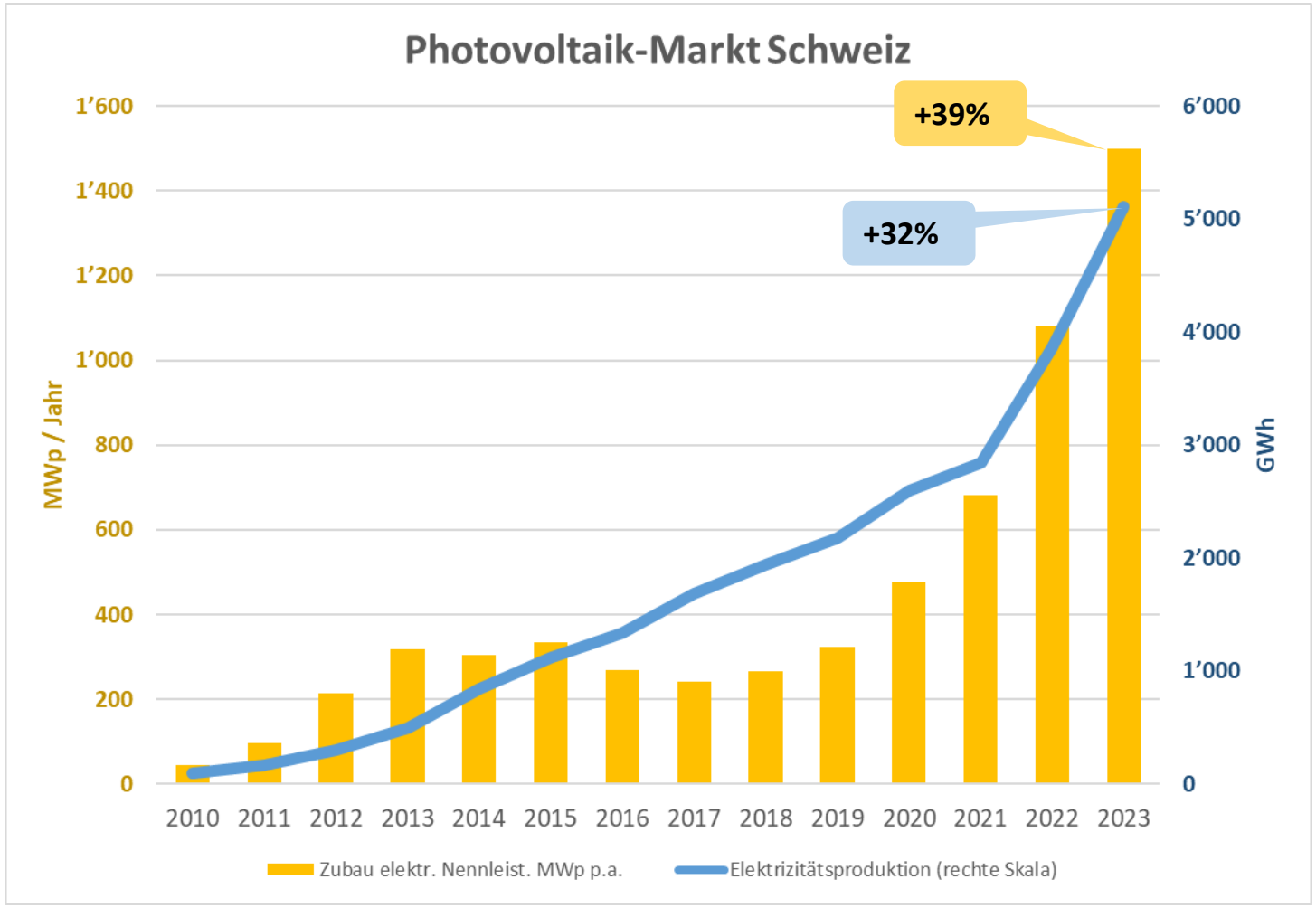
Windenergiepotentiale Kantone, Schweiz

Basel-Stadt	0 (keine WEA platziert)
Bern	7'030
Freiburg	1'803
Wallis	632
Waadt	5'929
Zug	189
Zürich	883
Summe	**29'456 (= 29.5 TWh/a)**

Quelle: https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/72771.pdf

Photovoltaik Markt Schweiz: 2010 - 2023

➡ Disruptive Entwicklung!



Quelle: Swissolar und BFE

Zubauraten wachsen exponentiell!

2020:	+ 475	MWp	+ 46%
2021:	+ 682	MWp	+ 43%
2022:	+ 1'081	MWp	+ 59%
2023:	+ 1'500	MWp	+ 39%

Total installierte Nennleistung

Stand Ende 2023: 6'237 MWp

Damit wird 2024 ca. 10% des Schweizer Jahresverbrauchs mit Solarstrom geliefert!

BFE, ElCom, SwissGrid gehen von zu tiefem Stand und zu geringem Wachstum aus.

Fehlplanung Gaskraftwerke !

Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien – Stromgesetz [Bundesversammlung 29.9.23] (1/2)

Energiegesetz Artikel 2: Ausbauziele für erneuerbare Energien

- Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien ohne Wasserkraft
  - Bis **2035**: mindestens 35 TWh, bis **2050**: mindestens 45 TWh
- Nettoproduktion von Elektrizität aus Wasserkraft bis 2035
  - Bis **2035**: mindestens 37.9 TWh, bis **2050**: mindestens 39.2 TWh
- Import von Elektrizität im Winterhalbjahr (1.10. – 31.3.): nicht mehr als netto 5 TWh

Energiegesetz Artikel 3: Verbrauchsziele

- Energieverbrauch pro Person (gegenüber Stand 2000):
  - Bis **2035**: Senkung um 43%, bis **2050**: Senkung um 53%
- Durchschnittlicher Elektrizitätsverbrauch (gegenüber Stand 2000):
  - Bis **2035**: Senkung um 13%, bis **2050**: Senkung um 5%

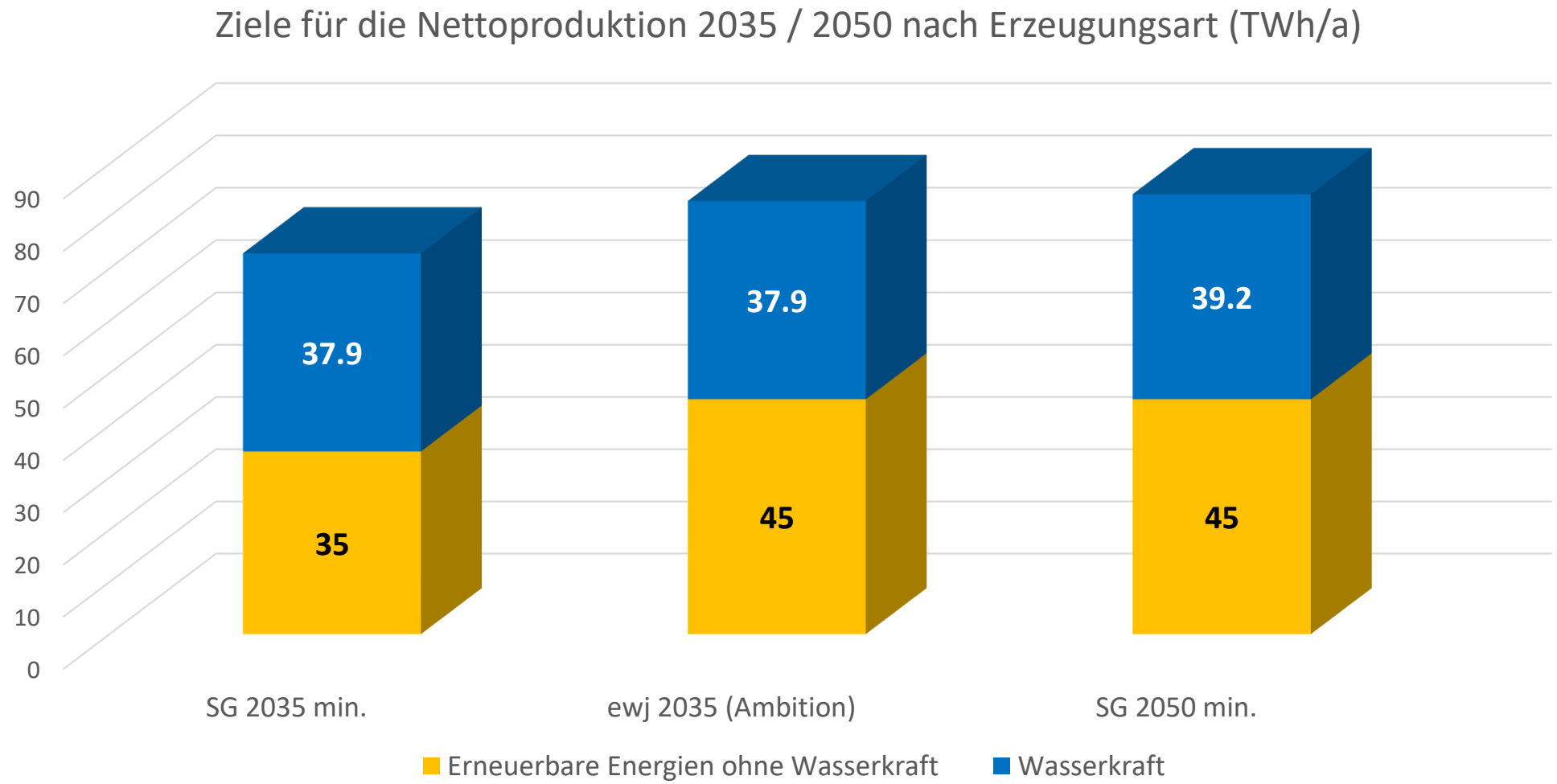
Stromversorgungsgesetz Artikel 9a: Zubau für die Stromproduktion im Winter

- Per **2040** soll ein Zubau erneuerbarer Energie von mindestens 6 TWh realisiert werden. Davon müssen mindestens 2 TWh sicher abrufbar sein (Speicherwasserkraftwerke, Solar- und Windkraftanlagen).

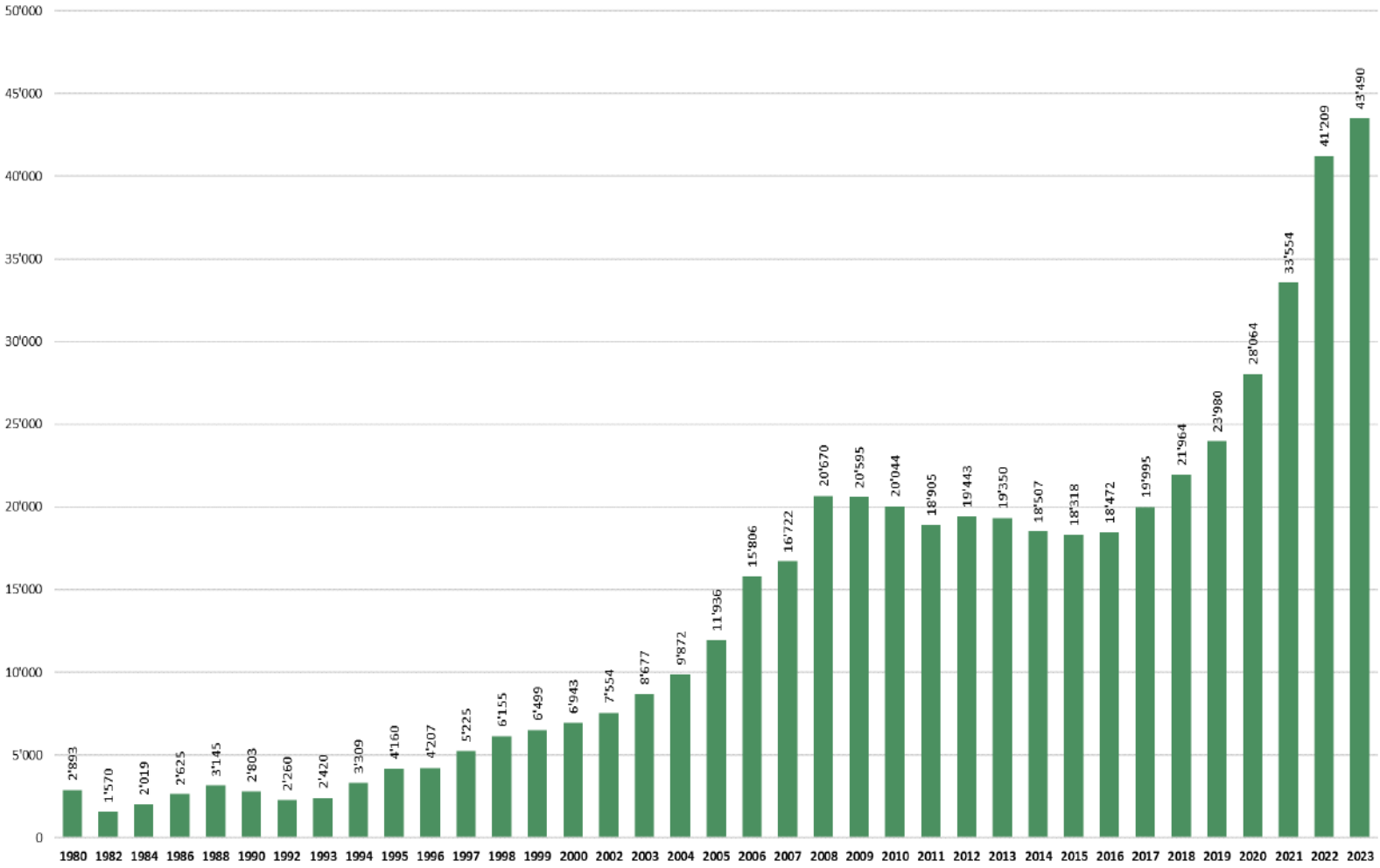
Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien – Stromgesetz [Bundesversammlung 29.9.23] (2/2)

- Gleitende Marktprämie: Garantierter Preis. Gewinne an Netzzuschlagsfonds. Kleinanlagen weiterhin Beiträge. Verschuldung Netzzuschlagsfonds.
- Mindestvergütung – Rückliefertarif – für Anlagen bis 150 kW.
- Lokale Elektrizitätsgemeinschaften (LEG) (Ergänzung ZEV): Nutzung Verteilnetz, z.B. Gebiet einer Gemeinde.
- Netzentgeltbefreiung dezentrale Speicher, zum Beispiel Autobatterien.
- Solidarische Finanzierung Netzverstärkungen. Ausbauten unterste Netzebene: Pauschaler Betrag ohne Genehmigung ElCom.
- Rahmenbedingungen Planung Energieanlagen: Ausscheidung Eignungsgebiete. Biomasse auch ausserhalb Bauzone.
- EVU Effizienzdienstleistungen mit Zielvorgaben/Massnahmen. Z.B. Ferienwohnungen bis 2035 Heizungssteuerungen. Ersatzvornahme durch Dritte.
- Restwassermengen nur in Notsituationen reduzieren. Schutz Trockenwiesen: keine Abstriche.

Stromproduktion aus Erneuerbaren bis 2035 / 50 gemäss Stromgesetz(SG) Mindestanforderungen (min.) und Stellungnahme energie-wende-ja (Ambition)



Verkaufte Wärmepumpen pro Jahr (CH) seit 2019 ca. +15% p.a.

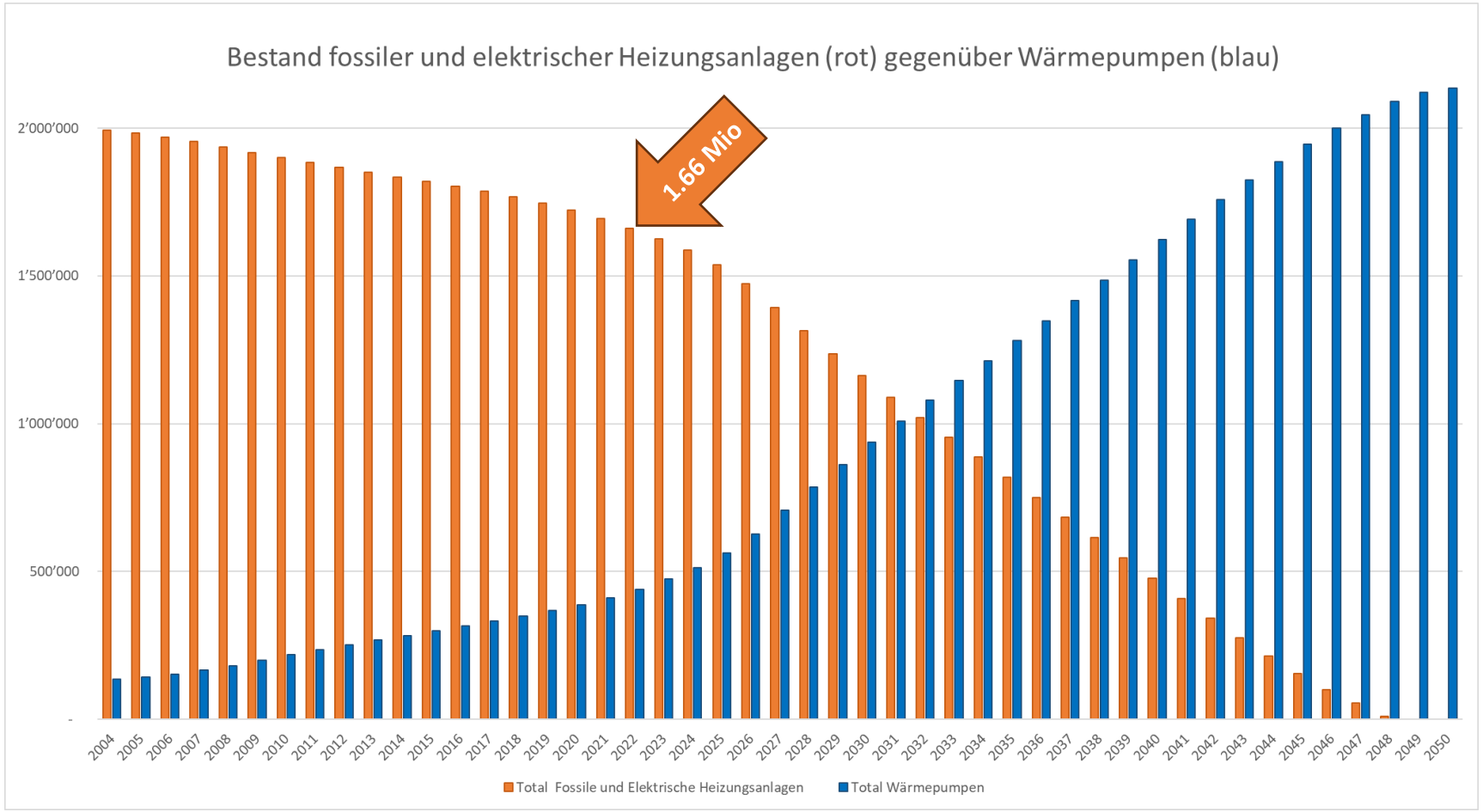


- Wärmepumpen sind ein Schlüsselelement der Energiewende
- Es müssen noch ca. 1.54 Mio fossile und 120’000 Elektrodirekt-Heizungen ersetzt werden.
- In den nächsten ca. 2-3 Jahren müsste ein Wachstumstrend von 20-30% p.a. gehalten werden.

1 Einheit Strom ≙ 4 Einheiten Energie

Quelle: Fachverein Wärmepumpen Schweiz (FWS); HK-Gebäudetechnik 6·23, S.40

Exkurs: Wachstumspfad Wärmepumpen (WP) bis 2050:
Ersatz bestehender fossiler und elektrischer Heizungsanlagen durch WP



Quelle: Fachverein Wärmepumpen Schweiz (FWS); HK-Gebäudetechnik 6·23, S.40

Annahmen:

- 20-30% Steigerung des jährlichen Zubaus bis 2026, dann konstant halten
- 50'000 bis 80'000 fossile und elektrische Heizungen werden jedes Jahr durch WP abgelöst
- Ca. 40% der WP bis 2050 werden als Ersatz für bestehende WP installiert (weniger Aufwand als Ersatz Fossil)

Exkurs: Versorgung aus Südeuropa, Nordafrika mit Sonne, Wind, Synfuel? Projekte von Grossbritannien- Marokko, bzw. –Norwegen realisiert

Was tut die Schweiz – Grosse Chancen für die Stärkung der Versorgungssicherheit in der Schweiz und Europa

Längstes Kabel der Welt soll Marokko und Großbritannien verbinden

- Stromproduktion mit Wind und Sonne in Marokko zu tiefen Kosten und ausgeglichenem Profil
- Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungskabeln (HGÜ) über Tausende Kilometer: Grüner Strom wird aus Ländern mit viel erneuerbaren Energieressourcen in Gebiete mit hoher Nachfrage wie Europa gebracht. Schafft auf beiden Seiten Arbeitsplätze.
- Versorgungssicherheit durch Erneuerbare Energiequellen (Wind, Sonne, Wasserkraft) mit variablen, aber sich überschneidenden Erzeugungsprofilen steigt.
- Marokko – Grossbritannien: Unterwasser-Stromübertragungskabel. Länge 3.800 Kilometer. Gesamtkapazität von 3,6 Gigawatt (GW).
- „North Sea Link“, Länge 724 Kilometern zur Zeit längstes Unterwasserstromkabel der Welt. Oktober 2021 Inbetriebnahme.
- Strom Wasserkraft von Norwegen geht ins Vereinigte Königreich. Umgekehrt fliesst überschüssige Windenergie von der Insel nach Norwegen.
- Die Länge eines HGÜ-Kabels ist technisch nicht begrenzt, auch wenn die Leistungsverluste bei größeren Entfernungen zunehmen.
- Bei HGÜ-Systemen gehen pro 1.000 km etwa drei Prozent der übertragenen Leistung verloren. Kostengünstig kann über weite Entfernungen Strom transportiert werden. Die Nutzung von flachen Gewässern entlang der Küste Nordmarokkos, Portugals und Nordspaniens, Golf von Biskaya, Südengland reduziert Kosten und Unterhalt.

Fazit:

- Für die Schweiz ist Versorgungssicherheit im europäischen Kontext zu stärken.
- Im Inland kann ein hoher Anteil des direkten inländischen Konsums gedeckt werden.
- Die grauen Energieimporte und der Konsum für den Flug- und Schiffsverkehr müssen im Ausland produziert werden.
- Der Aufbau von Produktionskapazitäten zum Beispiel in Nordafrika macht in diesem Kontext Sinn, birgt aber grosse Sicherheitsrisiken.
- Gleichzeitig kann mit der Erstellung einer HGÜ die inländische Produktion gestärkt werden.

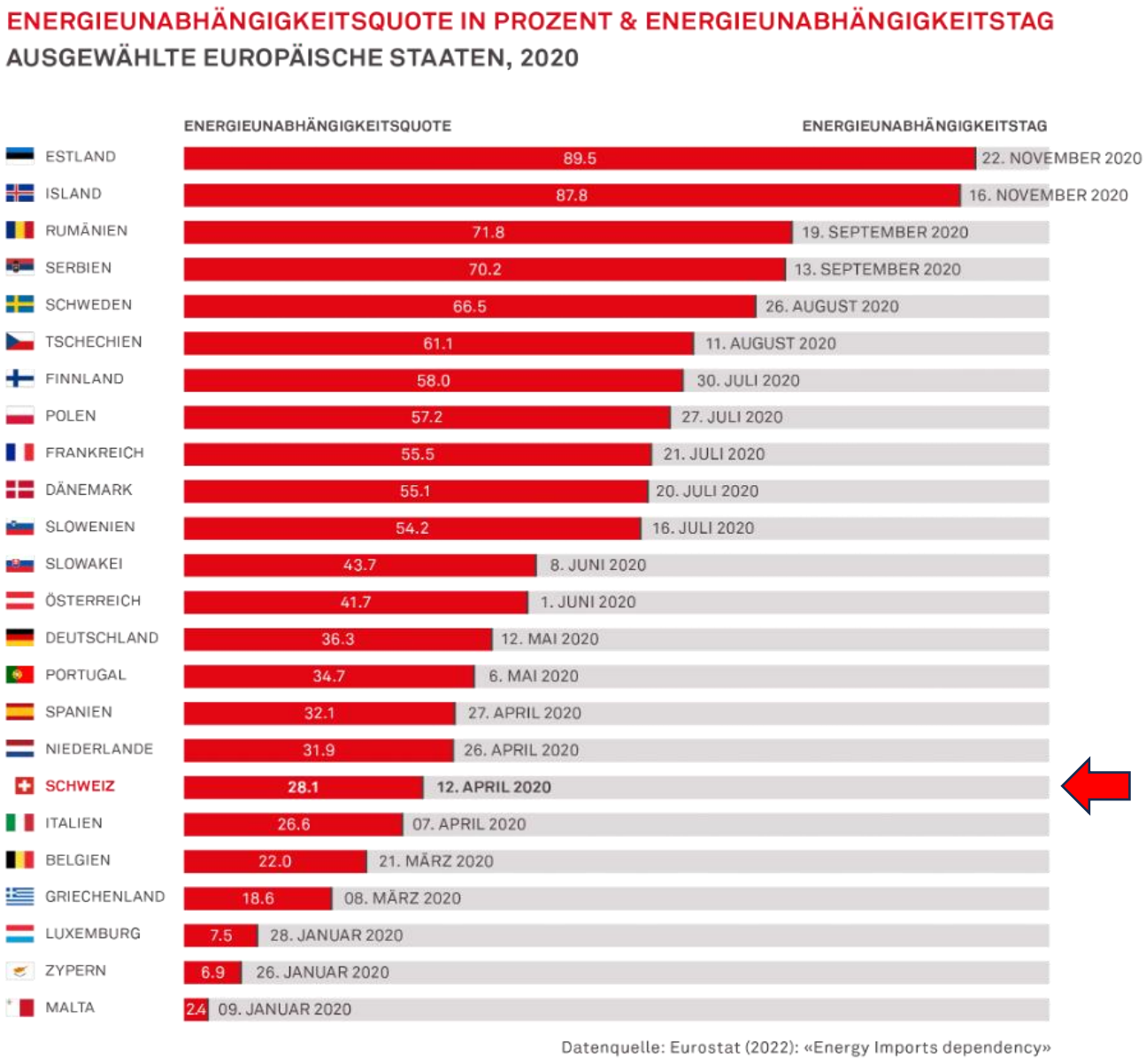
Fazit: Energiewende

- Mehr Energieeffizienz, der Umbau mit Wärmepumpen, eMobilität und ein forcierter Zubau erneuerbarer Energien sind Schlüsselelemente der Energiewende und ermöglichen Netto Null bis 2050.
- Das Wachstum der Wärmepumpen, aber auch der eMobilität lassen bis 2045/2050 eine Dekarbonisierung der Heizungen bzw. der Mobilität erwarten.
- Das Potential für erneuerbare Energien ist vor allem für PV und Wind sehr gross. Die Herausforderung ist, im Winter genügend erneuerbaren Strom zu produzieren und die Akzeptanz der Bevölkerung für die nötigen Anlagen zu gewinnen.
- Das laufende Wachstum der PV lässt einen Zubau von 35 TWh p.a. bis 2035 bzw. 40-45 TWh p.a. bis 2050 zu – je nach Bedarfsentwicklung steuerbar. Die Entwicklung der Windkraftanlagen muss noch konsequenter gefördert werden.
- Die Gewährleistung der Strom-Versorgungssicherheit im Winter kann mit zusätzlichem erneuerbarem Gas und mit Speichern erreicht werden ⇨ Kurs 5.

Versorgungssicherheit

- Auslandabhängigkeit fossil, Uran: Folien 39 - 40
- Ökologischer Fussabdruck: Folie 41
- Exkurse: Stromproduktion, Preisentwicklung, Ausgaben Energie, Strom. Energie- und Strommarkt: Folien 42 - 47
- Zukunft: Energieperspektiven 2035/2050+ Strom. Import/Stromlücke Winter: Versorgungssicherheit?: Folien 48 - 50
- Zubau Grossprojekte VSE, Stand September 2023: Folie 51
- Winterdefizit vermeiden: Sommerüberschüsse verwerten: Folie 52
- Versorgungssicherheit ElCom/SwissGrid. Folien 53 - 54
- Fazit Versorgungssicherheit: Folie 55

Hohe Energie-Auslandabhängigkeit: Schweiz hat ab 3. April nur noch importierte Energie.



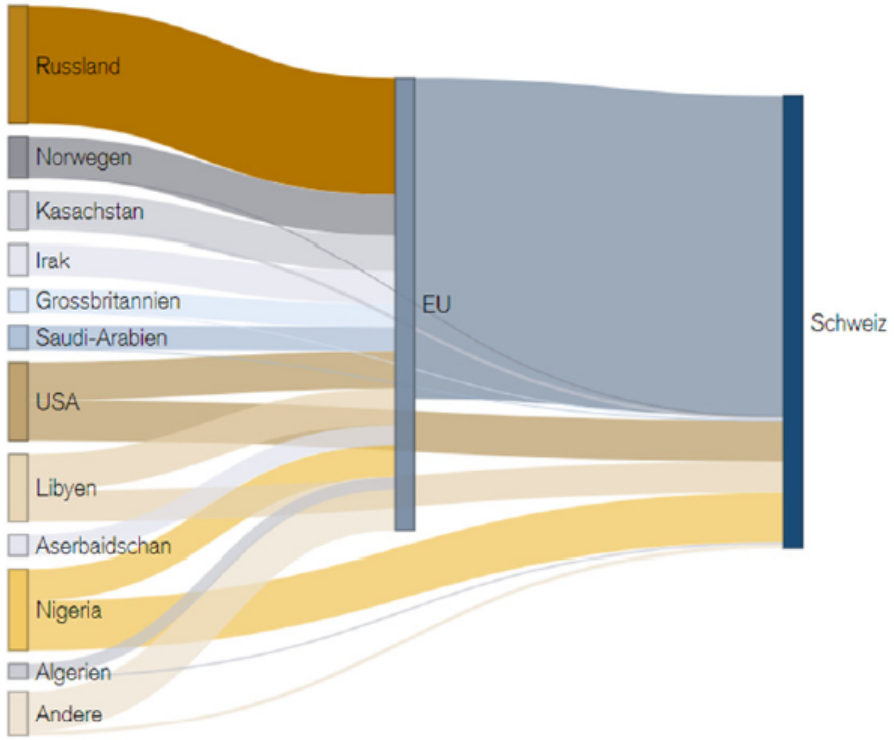
- Die Schweiz als hochentwickelte Industrie- und Exportnation hat zahlreiche Auslandabhängigkeiten.
- Bei zentralen Gütern der Grundversorgung kann dies mit sehr hohen Risiken verbunden sein, die es zu minimieren gilt.
- Die **Energie** gehört zu den kritischen Gütern. Versorgungsengpässe können sehr hohe Schäden verursachen. Bei einem Blackout – Ausfall von Strom gilt als grösstes Schadensrisiko – werden Schadenskosten von gegen 200 Milliarden CHF geschätzt.
- In den Berechnungen in der Grafik links werden alle fossilen Energieträger, das Uran für AKW sowie die – relativ geringen – Stromimporte als auslandabhängig beachtet.
- **Eine forcierte Energie- und Klimapolitik kann die Schweizer Versorgungssicherheit mit mehr Energieeffizienz und einem forcierten Ausbau mit erneuerbaren Energien entscheidend erhöhen und gleichzeitig die Klimakatastrophe bekämpfen.**

Herkunft Rohöl, Erdölprodukte, Gas

CH-Schweiz importiertes Rohöl, 2022: USA (33%), Nigeria (33%), Kasachstan (15%). Erdölprodukte: Deutschland (59%), Niederlande (12%), Frankreich (10%). Gasimporte: Deutschland (65%), Frankreich (24%). Dahinter stecken vielschichtige Handelsstrukturen, die Ursprungsländer sind zu beachten mit indirekten Abhängigkeiten (Abb. 7).

Abb. 7: Abhängigkeiten bei Energieimporten zeigen sich indirekt

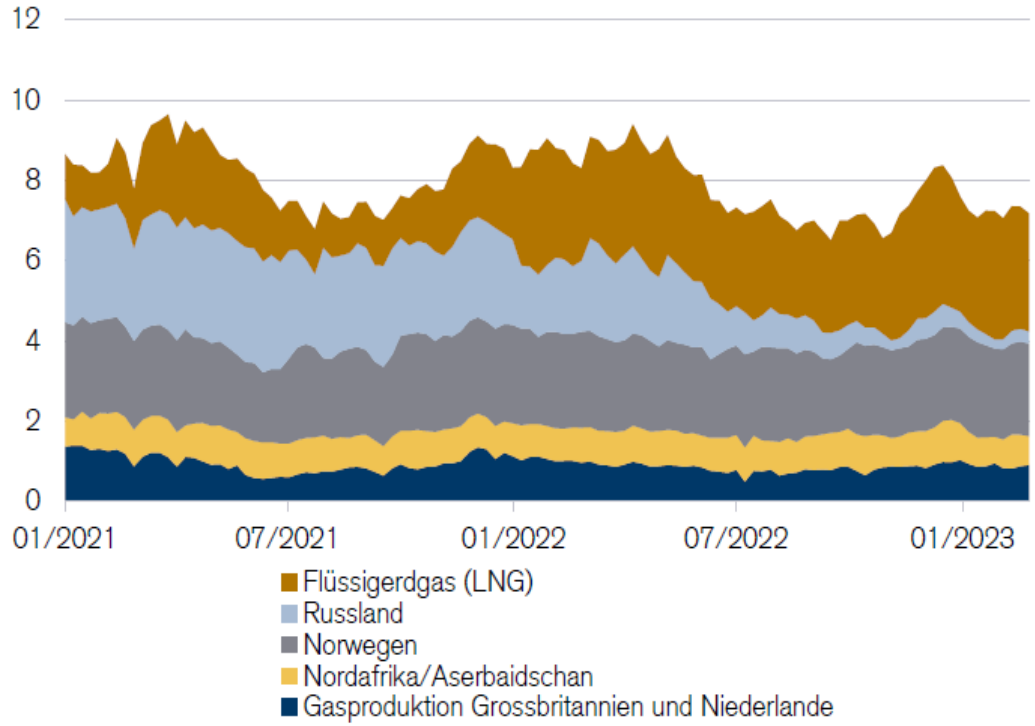
Herkunft von Erdöl und Erdölprodukten, 2021, in %



Quelle: Bundesamt für Zoll und Grenzsicherheit (BAZG), Eurostat

Abb. 8: Russisches Gas wird in Europa zunehmend mit Flüssig-gasimporten ersetzt

Wöchentliche Gaslieferungen nach Herkunft, in Milliarden Kubikmeter



Quelle: Bloomberg, Credit Suisse. Letzter Datenpunkt: 27.02.2023

Ökologischer Fussabdruck: Grosse Anteile der Belastungen fallen indirekt, v.a. auch im Ausland an.

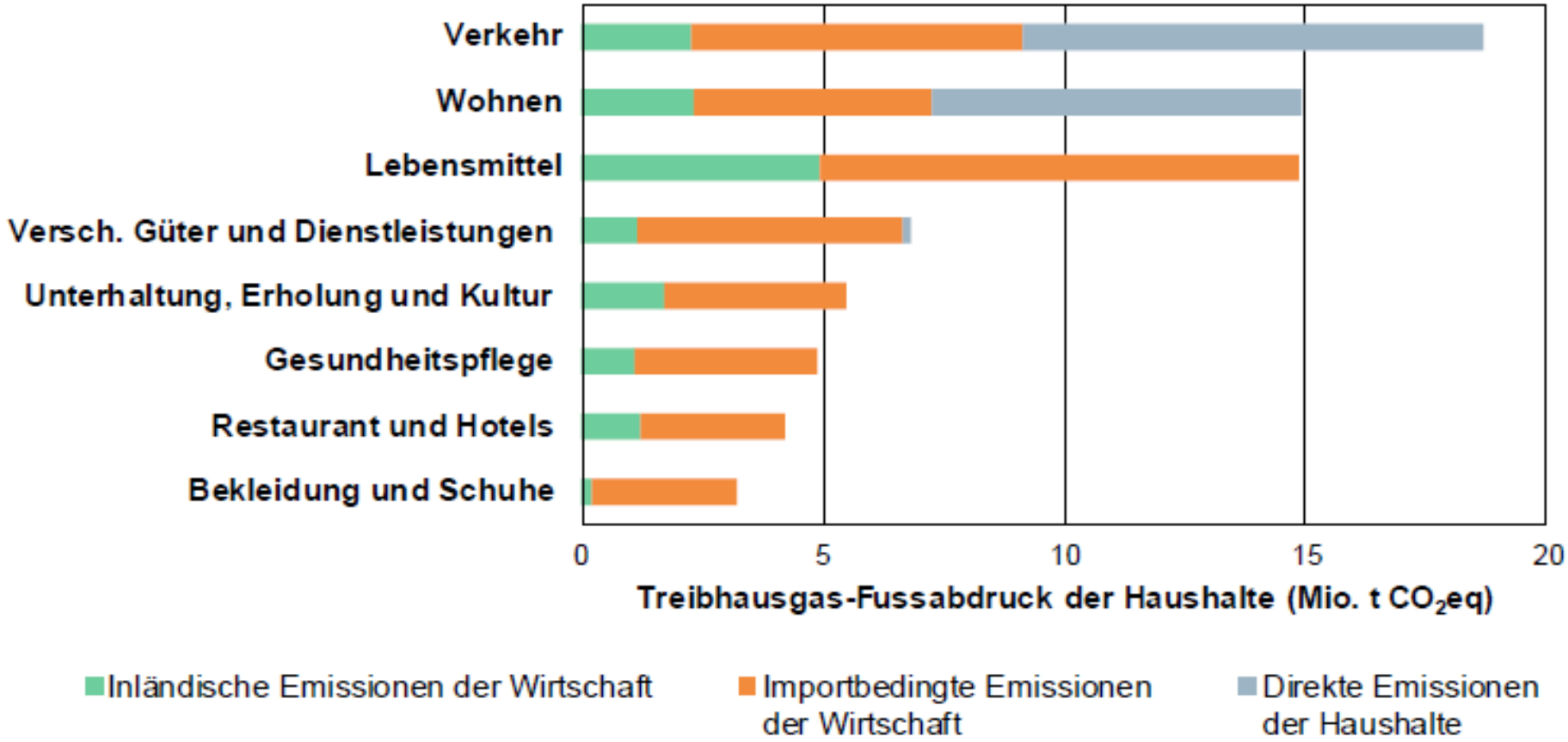


Abbildung 6-2: Treibhausgas-Fussabdruck der Haushalte in der Schweiz nach Ausgabeposten für das Jahr 2019. Lebensmittel: Nahrungsmittel, alkoholfreie und alkoholische Getränke, Tabakwaren. Verschiedene Güter und Dienstleistungen: Möbel, Haushaltsgeräte, Nachrichtenübermittlung, Unterrichtswesen, etc.

Quelle: Sotomo

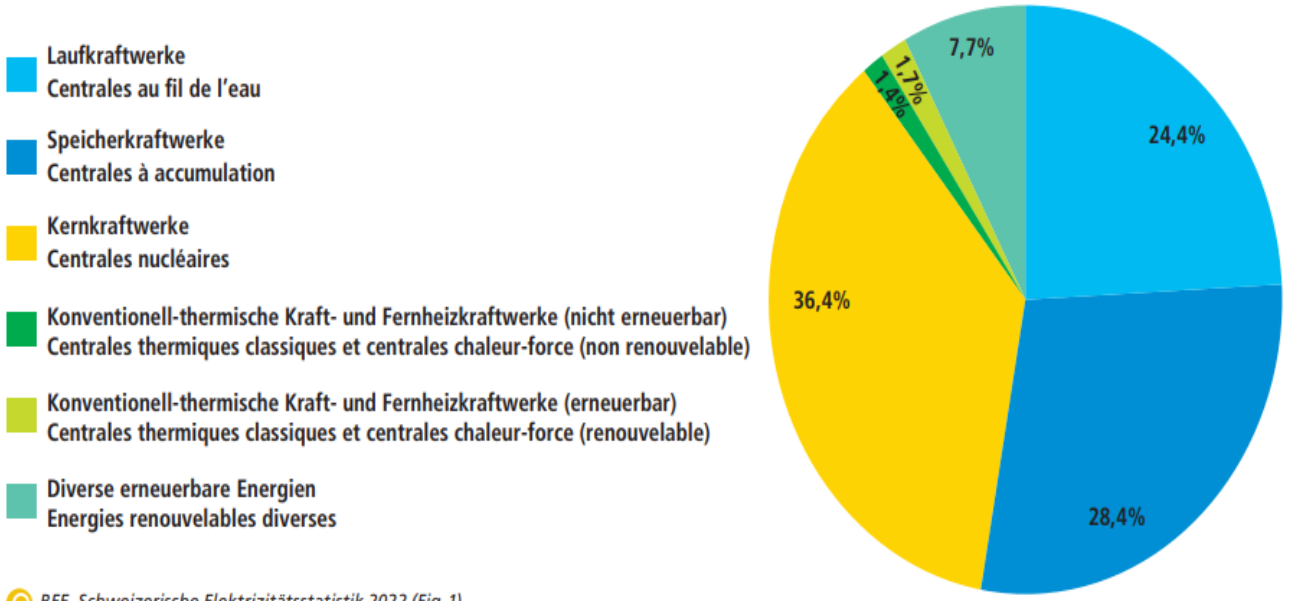
Exkurs:
CH-Stromproduktion (2021 bzw.2022), Grafik links: Total ca. 62 TWh/a.

Wasserkraft 61.5/52.8%, Atom 28,9/36.4%, Thermisch 3.6/3.1%. Diverse erneuerbare Energien: 6/7,7%,. Erneuerbare Energien, v.a. Fotovoltaik, wächst seit 2018 mit ca. 30-40%/Jahr.

CH-Strom-Verbrauch, Grafik rechts: Endverbrauch 2022 57 TWh/a

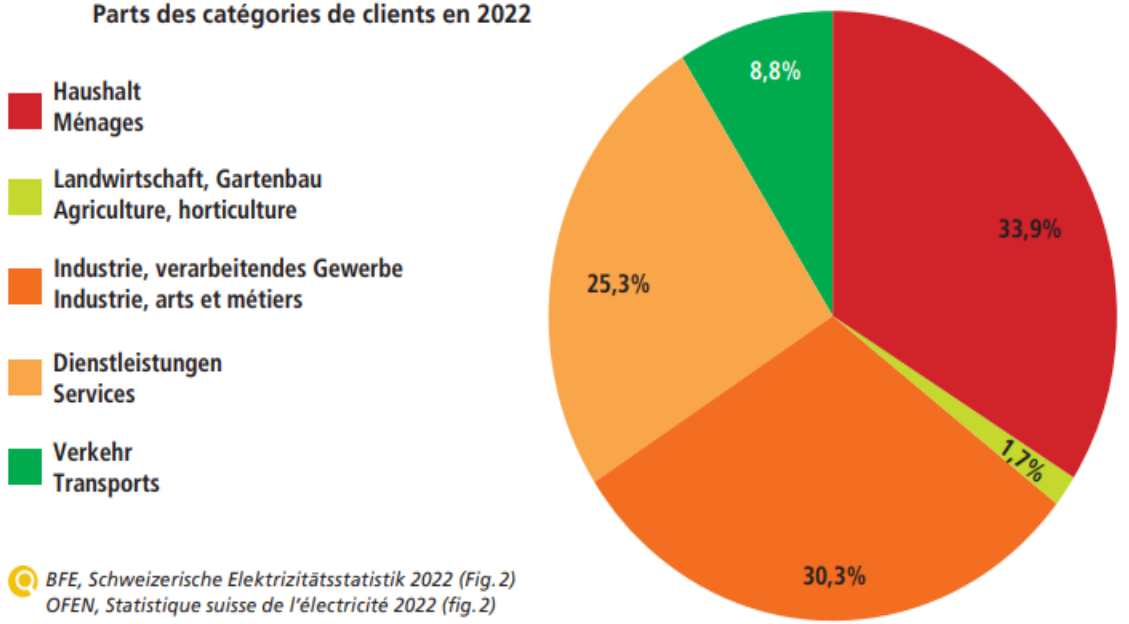
Haushalte, Industrie/Gewerbe, Dienstleistungen anteilmässig je ca. 30%. Energie- und Stromeffizienz können um 30-40% weiter gesteigert werden.

Fig. 1 Stromproduktion 2022 nach Kraftwerkkategorien
Production d'électricité en 2022 par catégories de centrales



BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2022 (Fig. 1)
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2022 (fig. 1)

Fig. 2 Stromverbrauch 2022 nach Kundenkategorien
Parts des catégories de clients en 2022

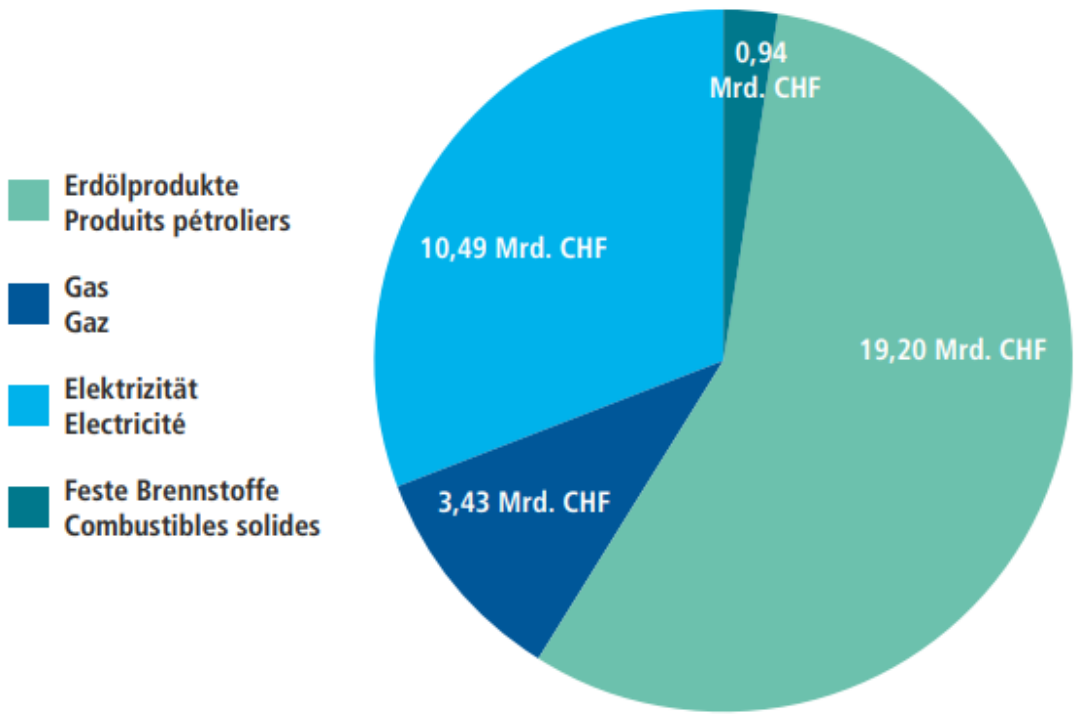


BFE, Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2022 (Fig. 2)
OFEN, Statistique suisse de l'électricité 2022 (fig. 2)

Exkurs: Ausgaben für Energie: 2021 ➡ 2022: 25,78 ➡ 34.06 Mrd. CHF p.a.
Strom 10.25 ➡ 10.49 Mrd. CHF p.a.

Die Ausgaben enthalten einen beträchtlichen Anteil fiskalische Belastungen. Etwa beim Strom betragen die Abgaben gut 2 Mrd. CHF, nämlich Netzzuschlag (2.3 Rp./kWh oder ca. 1,35 Mrd. CHF/a), MWSt. und Abgaben an Gemeinden.

Fig. 13 Endverbraucher-Ausgaben für Energie 2022
Dépenses des consommateurs finaux d'énergie 2022



BFE, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2022 (Fig. 13)
OFEN, Statistique globale suisse de l'énergie 2022 (fig. 13)

Total: 34,06 Mrd. CHF
(provisorisch/provisoire)

Gemessen am BIP (2021: 742.8 Mrd. CHF) beträgt der Ausgabenanteil Energie nur knapp 3.5%.
Ohne fiskalische Belastungen beträgt der Anteil nur rund 2 Prozent. Anteil Energie-Ausgaben am BIP hat in den letzten Jahrzehnten deutlich abgenommen.

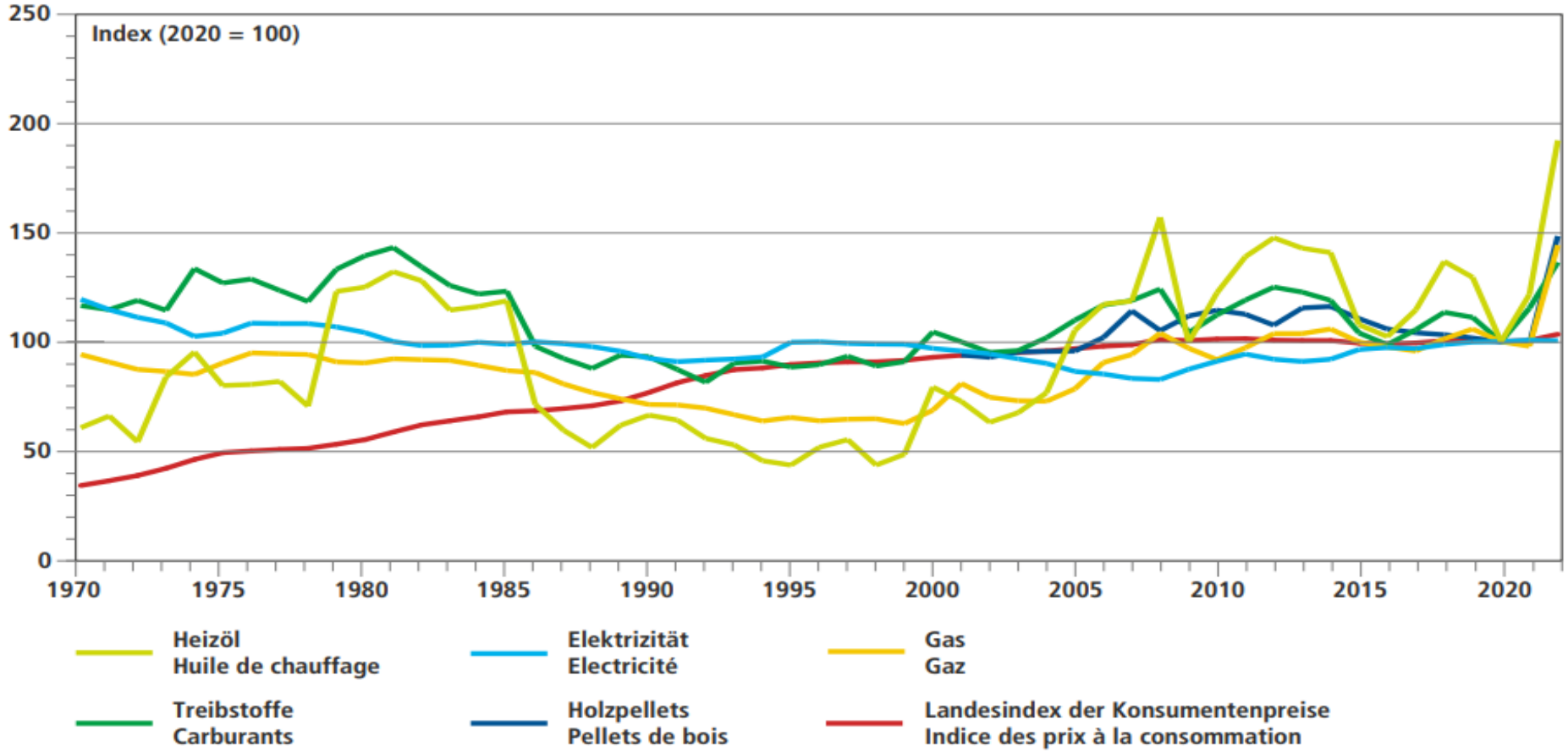
Die Preise bzw. Ausgaben für fossile Energie steigen 2022/23 um ca. 30-50 Prozent an.
Der Mittelabfluss für fossile Energie ins Ausland wird von ca. 6 auf ca. 9-11 Milliarden Franken ansteigen. Entsprechend erhöhen sich die Gewinne der Erdöl- und Gaskonzerne bei denen die Beschaffungskosten praktisch gleich hoch bleiben - ausser beim Fracking und beim LNG.

Die Strompreise steigen 2023 bei den Endverbrauchern um rund 20-100 Prozent an. In einer ersten Runde kommen die zusätzlichen Einnahmen primär den CH-Stromkonzernen mit Stromproduktion zugute.

Exkurs: Reale Energie- und Strompreise von 1970 – 2021. Indexiert Stand 2020 = 100

Preisentwicklung fossile Energieträger: Heizölpreis ist seit 1970 (60 Punkte) bis 1981 (gut 130 Punkte) deutlich gestiegen, anschliessend massiver Preiseinbruch bis 1999 (noch gut 40 Punkte), dann wiederum massiver Anstieg bis 2009 (knapp 160 Punkte). Ab 2010 bis 2022: relativ starke Schwankungen mit sinkender Tendenz. Ab 2022 wiederum steigende Preise für fossile Energieträger und Strom.

Fig. 11 Entwicklung der Energiepreise für Konsumenten (real, indexiert)
Evolution des prix de l'énergie à la consommation (réels, sous forme d'indice)



BFE, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2022 (Fig. 11)
OFEN, Statistique globale suisse de l'énergie 2022 (fig. 11)

Exkurs: Reale Energie- und Strompreise seit 1970 – 2022

Tab. 37 Entwicklung der Energiepreise für Konsumenten (Erdölprodukte und Holzpellets in Fr., Gas und Elektrizität in Rp.)[1]
Evolution des prix de l'énergie à la consommation (produits pétroliers et pellets en fr., gaz et électricité en cts.)[1]

Jahr	Real (Basis 2020) – Réel (base 2020)					Landesindex der Konsumentenpreise	Nominal				
	Heizöl E-L in Fr./100 l[2]	Elektrizität in Rp./kWh[3]	Gas in Rp./kWh[4]	Benzin in Fr./l[5]	Holzpellets in Fr./6 kg[6]		Heizöl E-L in Fr./100 l[2]	Elektrizität in Rp./kWh[3]	Gas in Rp./kWh[4]	Benzin in Fr./l[5]	Holzpellets in Fr./6 kg[6]
Année	Huile E-L en fr./100 l[2]	Electricité en cts/kWh[3]	Gaz en cts/kWh[4]	Essence en fr./l[5]	Pellets de bois en fr./6 kg[6]	Indice des prix à la consommation	Huile E-L en fr./100 l[2]	Electricité en cts/kWh[3]	Gaz en cts/kWh[4]	Essence en fr./l[5]	Pellets de bois en fr./6 kg[6]
1965	36,8	28,5	8,6	1,90	–	28,5	10,5	8,1	2,5	0,54	–
1970	46,1	26,3	8,9	1,76	–	33,8	15,6	8,9	3,0	0,59	–
1975	60,7	22,8	8,5	1,90	–	48,9	29,7	11,2	4,2	0,93	–
1980	94,6	22,9	8,5	2,09	–	54,9	51,9	12,6	4,7	1,15	–
1985	88,9	21,7	8,2	1,82	–	67,7	60,1	14,7	5,6	1,23	–
1993[7]	36,5	20,2	6,3	1,30	–	87,1	31,8	17,6	5,5	1,13	–
1995	30,0	21,8	6,1	1,27	–	89,5	26,8	19,5	5,5	1,14	–
2000[8]	54,7	19,7	6,6	1,51	–	92,8	50,8	18,3	6,1	1,40	–
2001	50,2	19,6	7,6	1,44	–	93,8	47,0	18,4	7,1	1,35	–
2002	43,3	19,4	7,0	1,37	–	94,4	40,9	18,3	6,6	1,29	–
2003	46,3	18,9	6,9	1,38	–	95,0	43,9	17,9	6,5	1,31	–
2004	52,7	18,5	6,9	1,46	–	95,7	50,5	17,7	6,6	1,40	–
2005	72,4	17,9	7,4	1,58	–	96,8	70,1	17,3	7,2	1,53	–
2006	80,8	16,9	8,9	1,68	2,09	97,9	79,1	16,5	8,7	1,64	2,05
2007	81,8	16,6	9,2	1,70	2,35	98,6	80,6	16,4	9,1	1,68	2,32
2008	108,5	16,6	10,1	1,77	2,16	101,0	109,6	16,7	10,2	1,79	2,18
2009	68,6	17,7	9,5	1,50	2,30	100,5	68,9	17,8	9,6	1,51	2,31
2010	84,4	18,6	9,0	1,62	2,35	101,2	85,4	18,8	9,1	1,64	2,38
2011	96,7	19,5	9,4	1,71	2,31	101,4	98,0	19,8	9,5	1,73	2,34
2012	103,2	19,0	9,9	1,80	2,21	100,7	103,9	19,1	10,0	1,81	2,22
2013	99,9	18,8	10,0	1,76	2,38	100,5	100,5	18,9	10,1	1,77	2,39
2014	98,5	19,1	10,3	1,71	2,41	100,5	99,0	19,2	10,3	1,72	2,42
2015	74,7	20,0	9,7	1,50	2,30	99,3	74,2	19,8	9,7	1,49	2,29
2016	70,7	20,3	9,7	1,43	2,20	98,9	70,0	20,0	9,6	1,41	2,18
2017	79,4	20,2	9,4	1,52	2,17	99,4	78,9	20,1	9,3	1,51	2,16
2018	95,2	20,7	9,8	1,62	2,15	100,4	95,5	20,7	9,8	1,63	2,16
2019	89,9	20,9	10,2	1,58	2,12	100,7	90,5	21,1	10,2	1,60	2,14
2020	69,4	21,1	9,6	1,43	2,09	100,0	69,4	21,1	9,6	1,43	2,09
2021	84,9	21,3	9,8	1,66	2,08	100,6	85,4	21,4	9,9	1,67	2,09
2022	134,2	21,2	14,4	1,93	3,12	103,4	138,8	21,9	14,9	2,00	3,23

[1] inkl. MwSt. bzw. WUSt.
[2] Kategorie 3001–6000 l
[3] Typ III (Jahresverbrauch: 4500 kWh)
[4] Typ II (Jahresverbrauch: 20 000 kWh)
[5] bis Juni 1985 Preise für Normalbenzin, danach Bleifrei 95 oc
[6] ab 2006 verfügbar
[7] bis 1993 eigene Berechnungen
[8] Juni bis Dezember 2000 (ausser Benzin)

[1] y compris la TVA ou l'IChA
[2] catégorie 3001–6000 l
[3] type III (consommation: 4500 kWh par an)
[4] type II (consommation: 20 000 kWh par an)
[5] jusqu'en juin 1985, prix de l'essence normale, ensuite essence sans plomb 95 oc
[6] disponible à partir de 2006
[7] jusqu'en 1993 calculs propres
[8] juin – décembre 2000 (sauf essence)

Exkurs: Reale Energie- & Strompreise 1970 – 2022. Indexiert Stand 2020 = 100

Gaspreis: Von 1970 (95 Punkte) kontinuierlicher Preisrückgang bis 1999 auf gut 60 Punkte. Gas wurde zum grossen Hoffnungsträger für eine günstige und stabile Energieversorgung, wenn auch ab 2000 bis 2008 ein Anstieg auf 100 Punkte stattfand. Ab 2011 blieben die Preise für Gas bis 2021 praktisch stabil. Ab 2022 sind Gaspreise mit massiven Auswirkungen auf Strompreise explodiert. Ab Frühjahr 2023 hat wiederum eine gewisse Beruhigung stattgefunden.

Treibstoffpreise: Diese standen 1970 bei 120 Punkten um sich dann ähnlich wie die Heizölpreise – wenn auch mit wesentlich geringeren Ausschlägen wegen dem relativ hohen Fiskalanteil – zu entwickeln. Über den gesamten Zeitraum von 1970 bis 2021 haben die Treibstoffpreise real sogar abgenommen.

Der CH-Strompreis ist ab 1970 (Stand 1970: 120 Indexpunkte) real um ca. 40 Indexpunkte – mit leichten Schwankungen – gesunken. 2008 erreichte der Strompreis den tiefsten Wert mit nur noch gut 80 Indexpunkten. 2020 haben die Strompreise 100 Indexpunkte erreicht. Ab 2022 steigen die Strompreise deutlich.

Auswirkungen der Preisentwicklung: Die Preiserhöhungen in den 70-er Jahren lösten – vor allem bei den Gebäuden mit einem hohen Heizölanteil - Innovationen und erste Investitionen in Energieeffizienz und erneuerbare Energien aus. Die tiefen Preise in den 90-er Jahren – auch international - brachten diese Anstrengungen ins Stocken. Der Preisanstieg ab 2003 führte zu einem Revival von Energieeffizienz und erneuerbare Energien: «The Price is my best Friend». Im Prinzip wäre eine aktive Preispolitik das wirksamste Mittel für mehr Versorgungssicherheit und zur Bekämpfung der Klimakrise.

Aktive Preispolitik letzte 50 Jahre? Nur in bescheidenem Ausmass für Energie-, Ökologie- und Klimaziele realisiert:

- Im Bereich Heizöl und Gas wurde 2009 eine CO_2-Abgabe – ursprünglich mit voller Rückerstattung - eingeführt, die zurzeit 120 Franken pro Tonne CO_2 beträgt.
- Beim Strom wurde im Jahre 2009 eine zweckgebundene Abgabe (Netzkostenzuschlag) eingeführt, die zurzeit 2.3 Rp./kWh beträgt.
- Inzwischen können sich alle Unternehmen von der CO_2-Abgabe befreien, wenn sie sogenannte Leistungsvereinbarungen mit – sehr moderaten – Effizienzzielen abschliessen. Bei der Stromabgabe sind energieintensive Unternehmen im internationalen Wettbewerb im Prinzip ohne weitere Auflagen vom Netzkosten-zuschlag ausgenommen. Dabei erfolgt die Abgabenbefreiung recht grosszügig, was zu Abgabeausfällen von jährlich über 100 Millionen Franken – bei Einnahmen von insgesamt 1.35 Milliarden CHF - führt.

Ab 2020: Preisexplosion fossile Energieträger – Gründe in Stichworten: Reduktion fossile Förderung aufgrund Pandemie, danach rasch steigende Nachfrage. Höhere Kosten CO_2-Zertifikate (von 10 auf ca. 100 Euro/t CO_2 in Europa). Höhere Refinanzierungs-, Versicherungs-Kosten für fossile Energieträger. Einmarsch Russlands in Ukraine 24.2.2022 brachte Explosion für fossile Energiepreise mit Embargo. Gas erstmals höherer Preis als Erdöl. Die Situation gilt primär für Europa, was industriepolitisch von erheblicher Bedeutung ist und - zumindest kurz- und mittelfristigen – zu Wettbewerbsnachteilen führen kann. Zubau erneuerbare Energien und internationale Preispolitik – etwa durch «Abschottung» durch CO_2-Abgabe auf Importen ("Club"-Idee Nobelpreisträger Nordhaus) – werden zentral. Die mittel- bis längerfristige Preisentwicklung ist mit grossen Unsicherheiten verbunden. Weltweit dürfte der fossile Energiepreis bis 2050 eher relativ tief bleiben.

Ab 2021 sind auch die Strom-Preise an der europäischen Strombörse explodiert – Gründe in Stichworten: Höhere CO_2-Zertifiakte für fossile Stromproduktion. Höhere Gaspreise für Stromproduktion. 50%-Ausfall maroder AKW-Park in Frankreich. Dies wirkt sich auf die CH-Stromhändler direkt aus. Ihre Beschaffungskosten haben sich massiv erhöht, die sie am Markt weiter geben. Für die CH-Stromproduzenten ist Goldgräberstimmung angebrochen: Sie haben gleichbleibende, gar sinkende Produktionskosten und verkaufen den Strom zu den internationalen Strompreisen. Damit realisieren sie sogenannte Windfall-Profite in Milliardenhöhe.

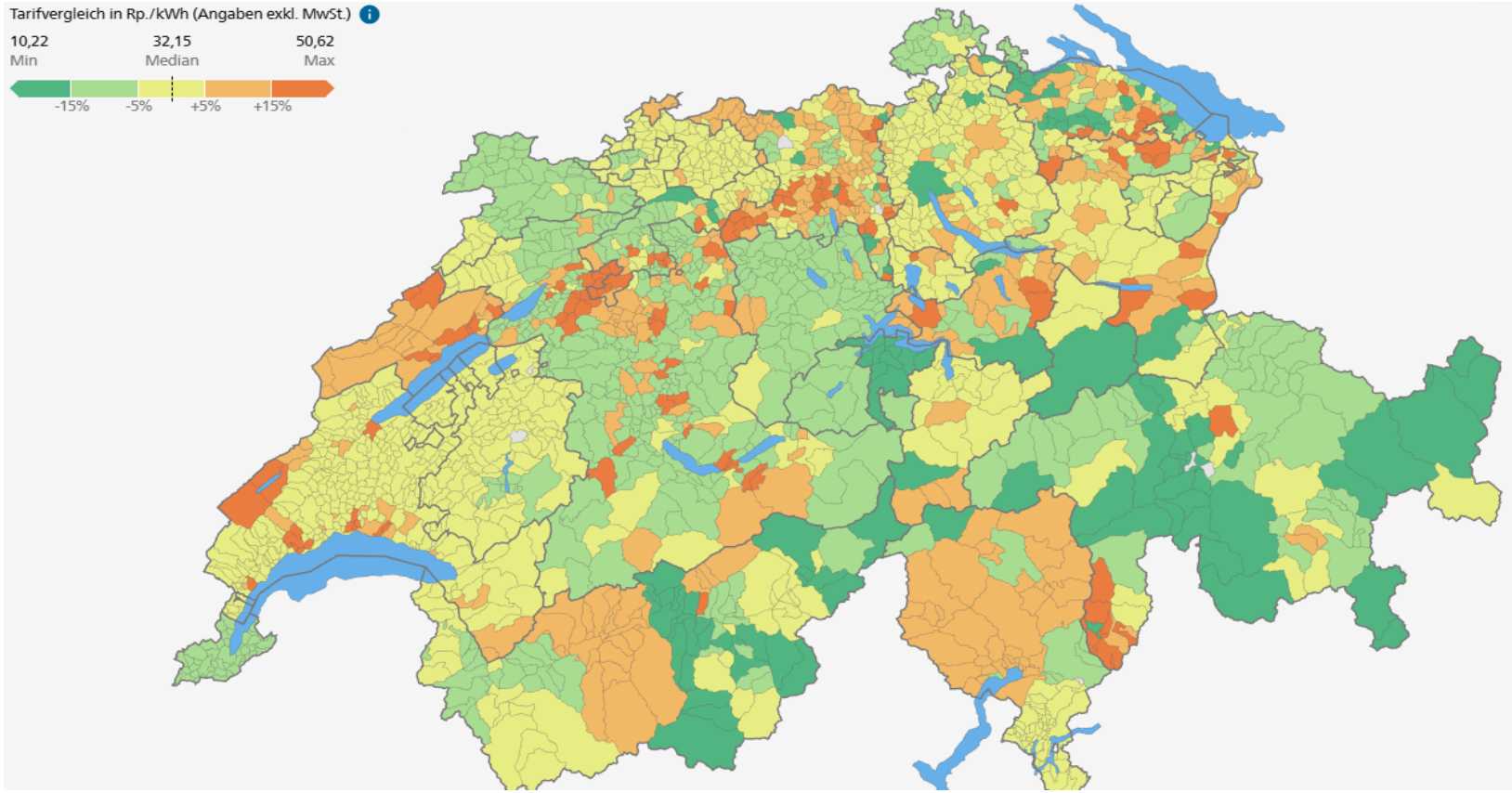
Exkurs: Strompreis-Explosion Schweiz: Grafik ElCom Strompreise 2024

Im Jahr 2023 stieg der Strompreis durchschnittlich um **27 Prozent** (rund 260 Franken pro Haushalt). Im **Jahr 2024** steigt er in der Grundversorgung für Haushalte im Mittel (Median) um weitere **18 Prozent** an.

Grosse Unterschiede CH-Strompreise aufgrund verschiedener Komponenten (siehe unten links): Netznutzung, Energiebezug, Bundesabgabe (Netzzuschlag 2.3 Rp./kWh für Förderung erneuerbare Energien), Abgaben und Leistungen an die Gemeinwesen.

Ursachen für Preisdifferenzen: Topografische Gegebenheiten Versorgungsgebiet. So wirkt beispielsweise die Dichte an installierten Stromzählern pro Kilometer Leitungsstrang kostensteigernd. Die an die Kunden abgegebene Energie pro Leitungskilometer wirkt dagegen kostensenkend. Bau- und Umweltauflagen können die Kosten für den Netzbau erhöhen. Daneben können strukturpolitische Entscheidungen einen starken Einfluss haben. Durch den Verzicht auf die regulatorisch zulässige Verzinsung des im Netzbereich (gemäss ElCom) eingesetzten Kapitals werden die Netznutzungstarife teilweise bewusst tief oder nicht kostendeckend gehalten.

Komponente	Anteil
Netznutzung	50 %
Energiebezug	35 %
Bundesabgabe	12 %
Abgaben und Leistungen an die Gemeinwesen	3 %



Energieperspektiven2035/2050+: Zentrales Analyse-Instrument - Einschätzungen

Energieperspektiven 2050 – Der Zustand für das Jahr 2050: „Die inländische Stromproduktion erfolgt 2050 fast ausschliesslich durch Wasserkraftwerke und erneuerbare Energien inklusive Wärme-Kraft-Kopplungs-Anlagen (WKK-Anlagen). Die neuen erneuerbaren Energien liefern 39 TWh/a oder 46% der Bruttostromerzeugung, die Wasserkraft 45 TWh/a oder 53%. Die Produktion der Wasserkraft steigt also um 10% gegenüber der heutigen Produktion (2019). Geringe Anteile an fossiler Stromerzeugung verbleiben durch die fossilen Anteile des verbrannten Abfalls in Kehrichtverbrennungsanlagen. Zwar entsteht nach der Ausserbetriebnahme des letzten Kernkraftwerks Leibstadt im Jahr 2034 (Annahme: 50 Jahre Laufzeit) zwischenzeitlich ein Importsaldo von 14 TWh/a. 2050 liegt aber der jährliche Importsaldo dennoch bei null, das heisst die Schweiz kann sich bis 2050 aber mindestens in der Jahresbilanz selbst versorgen. Dies dank Effizienzmassnahmen, dem starken Ausbau erneuerbarer Stromproduktion sowie dem Ausbau der Wasserkraftproduktion.»

Kurz-Kommentar zu den Energieperspektiven 2035/2050:

- Die Energieperspektiven sind das zentrale Planungsinstrument für die CH-Energie- und Klimapolitik.
- Für das Jahr 2050 wird gezeigt, wie die Versorgung bzw. Energiewende erreicht werden kann. Die präsentierten Resultate erscheinen grundsätzlich plausibel. Der Zeithorizont von 30 Jahren ist selbstredend mit relativ hohen Ungewissheiten verbunden, zum Beispiel technischer Fortschritt, Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum etc. Im folgenden gehen wir nicht weiter darauf ein. Wir konzentrieren uns auf laufenden Entwicklungen und beachten primär den Zeithorizont bis 2035.
- Für 2035 werden in den Energieperspektiven wohl diverse Varianten gerechnet. Der Fächer der möglichen Entwicklungen wird aber viel zu eng gesetzt. Die «beschränkte» Sichtweise mit der Konzentration auf hohe Strom-Importe mit notabene hohem Umwelt- und Risikobelastungen – das heisst hoher Anteil Kohle-, Gas- und Atomstrom, geringer Dekarbonisierung mit relativ bescheidenem Stromwachstum und sehr zurückhaltenden Ausbau der erneuerbaren Energien - hat letztlich die Energie- und Klimapolitik ab 2011 bis in die jüngste Zeit geleitet. Heute wissen wir, dass mit dieser Politik grosse Risiken drohen. Die Versorgungssicherheit ist für die Winter 2024 und Folgende in Frage gestellt. Es drohen teure Blackouts (Schadenskosten bis ca. 200 Mrd. CHF). Das Potential für eine forcierte Klimapolitik wird analytisch zu wenig für die absehbare Zeit angegangen. Konkret:
  - Es fehlt ein **forciertes Dekarbonisierungsszenario** mit einem raschen Umstieg auf mehr Wärmepumpen für die Wärmeversorgung, mehr eMobilität und einer dadurch erhöhten Stromnachfrage. Der zurzeit laufende Umbau auf WP und eMobilität wird nicht abgebildet. **Die Abstimmung von Energie- und Klimapolitik ist ungenügend.**
  - Für 2035 werden **Stromimporte von 15-20 TWh** berechnet. Damit wurde vor allem einer aus damaliger Sicht kostengünstigen Stromversorgung Rechnung getragen, die Risiken der hohen Importabhängigkeit übergangen und die Tatsache des nicht klimakonformen Stromimports (hoher Anteil Kohle- und Gasstrom) nicht beachtet.
  - Bis 2035 wird der **Ausbau der erneuerbaren Energien in den Energieperspektiven mit nur 11.4 TWh/a** sehr tief gehalten. Dabei wird – wie noch gezeigt wird – mit u.a. sehr fragwürdigen **Preisannahmen** – sprich zu hohen Preisen für Fotovoltaik – gerechnet. Die Chancen einer grösseren Versorgungssicherheit und einer forcierten Klimapolitik werden nicht wahrgenommen, der zurzeit laufende Ausbau bei den Erneuerbaren ist viel grösser als von den Perspektiven angenommen.
- Inzwischen treten die Defizite der einseitigen Ausrichtung der Analysen bzw. der Energie- und Klimapolitik klar zu Tage. **Die planerischen Grundlagen müssen überarbeitet und angepasst werden.**
- **Die Energiestrategie 2050 ist nicht gescheitert, sie wurde zu wenig offensiv angegangen**. Genau jene Kreise, die vom Scheitern der Energiewende sprechen, haben mit ihrer fossil und atomar orientierten Politik zumindest den Boden für die Vertagung der Energiewende nach 2035 gelegt. Massnahmen zur Dekarbonisierung, mehr Ausbau der erneuerbaren Energien wurden bekämpft. Der Widerstand nährt sich u.a. aus der Hoffnung, dass die AKW lange am Netz bleiben und neue AKW zugebaut werden können. Dass dies eine teure Lösung wäre, viel zu lange dauert, keine Investoren in der Schweiz AKW bauen wollen etc. wird übersehen.

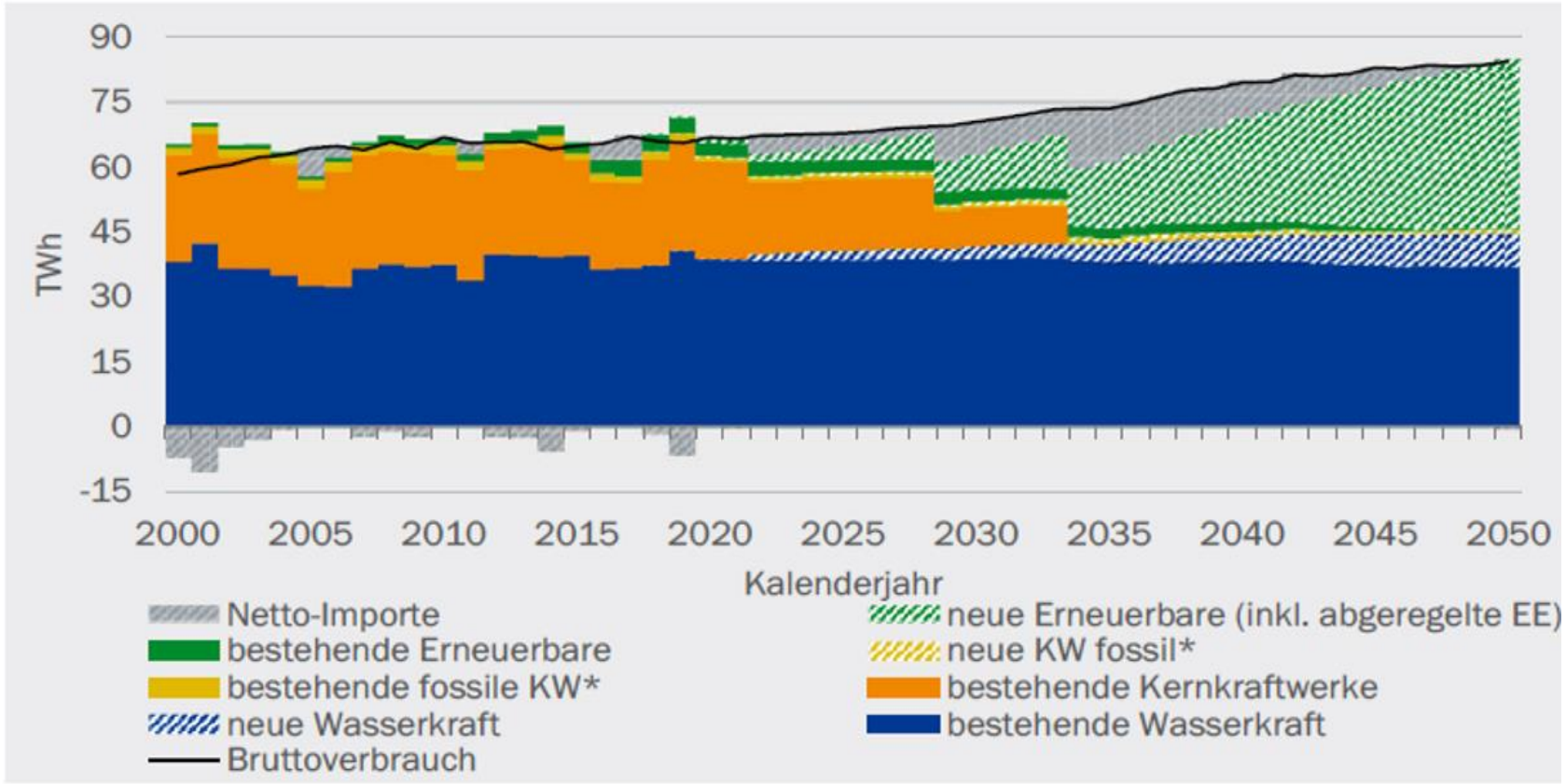
Exkurs: Energieperspektiven BFE 2035/2050+ Strom. Import/Stromlücke Winter: Versorgungssicherheit?

Bis 2035 passiert wenig, ausser Ausstieg aus der Atomkraft: Geringe Nachfragesteigerung (schwarze Linie Bruttoverbrauch) bei geringer Dekarbonisierung – d.h. geringe Zunahme Wärmepumpen, eMobilität, geringer Zubau erneuerbare Energien auf 11.4 TWh. **Hohe Zunahme der Stromimporte (auf 15-20 TWh je nach Szenario) mit billigem Kohle- und Gas-Strom.**

Bis 2050 wird eine hohe Versorgungssicherheit bzw. die Energiewende weitgehend realisiert: Dekarbonisierung, Ausstieg AKW.

Abbildung 6: Stromerzeugung nach Technologien

Entwicklung der jährlichen Stromerzeugung nach Technologien im Szenario ZERO Basis (Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050»), in TWh



* gekoppelt und ungekoppelt

© Prognos AG/TEP Energy GmbH/INFRAS AG 2020

Kommentar

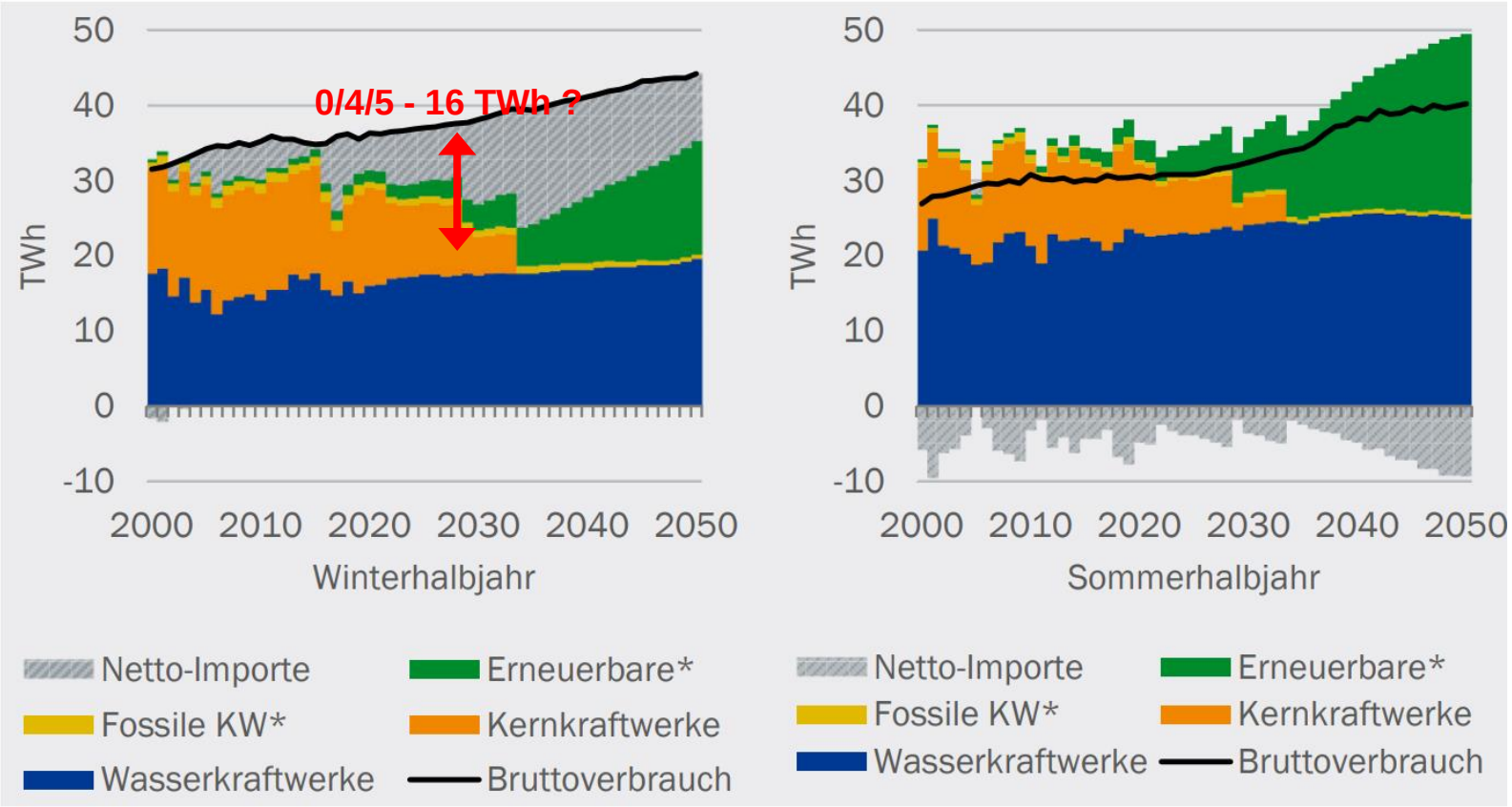
- Bis 2035 fatale Stromimport-strategie geplant
- Zu wenig Ausbau Erneuerbare Energien
- Zu wenig Wärmepumpen, eMobilität

Von Realität völlig überholt

- Dringend:
  - Monitoring
  - Neue Perspektiven
  - Analyse Kosten, Förderung

Zukunft Versorgungssicherheit: Stromerzeugung Winter/Sommerbilanz gemäss Bundesamt für Energie.

Abbildung 7: Winter-/Sommerbilanz
Entwicklung der Bruttostromerzeugung im Winter- und Sommerhalbjahr im Szenario ZERO Basis (Strategievariante «ausgeglichene Jahresbilanz 2050»), in TWh



* gekoppelt und ungekoppelt

© Prognos AG/TEP Energy GmbH/INFRAS AG 2020

Gefährdete Versorgungssicherheit

- Hohe Importe: Gas-, Kohlestrom nicht mehr möglich:
  - Mehr Eigenverbrauch Ausland
  - Teuer
  - Unökologisch (Kohle, Gas)
  - Kein Rahmenabkommen EU

Neue Zielsetzungen nötig!

- Mehr Energieeffizienz
- Forcierter Zubau erneuerbare Energien.
- Hoher Anteil Winterhalbjahr
  - PV Winter, bis ca. 50%
  - Wind, ca. 66%
  - Biomasse, bis 100%.
  - Wasserkraft Speicher, 100%
  - Wärmespeicherung
  - P2X mit saisonalen Speichern

Zubau Grossprojekte Erneuerbare Energien: Wasser, Wind, PV, Biomasse, Geothermie: 4.6 TWh, davon 3.8 TWh Winterstrom

VSE 127 Ausbauprojekte (07.02.2024):

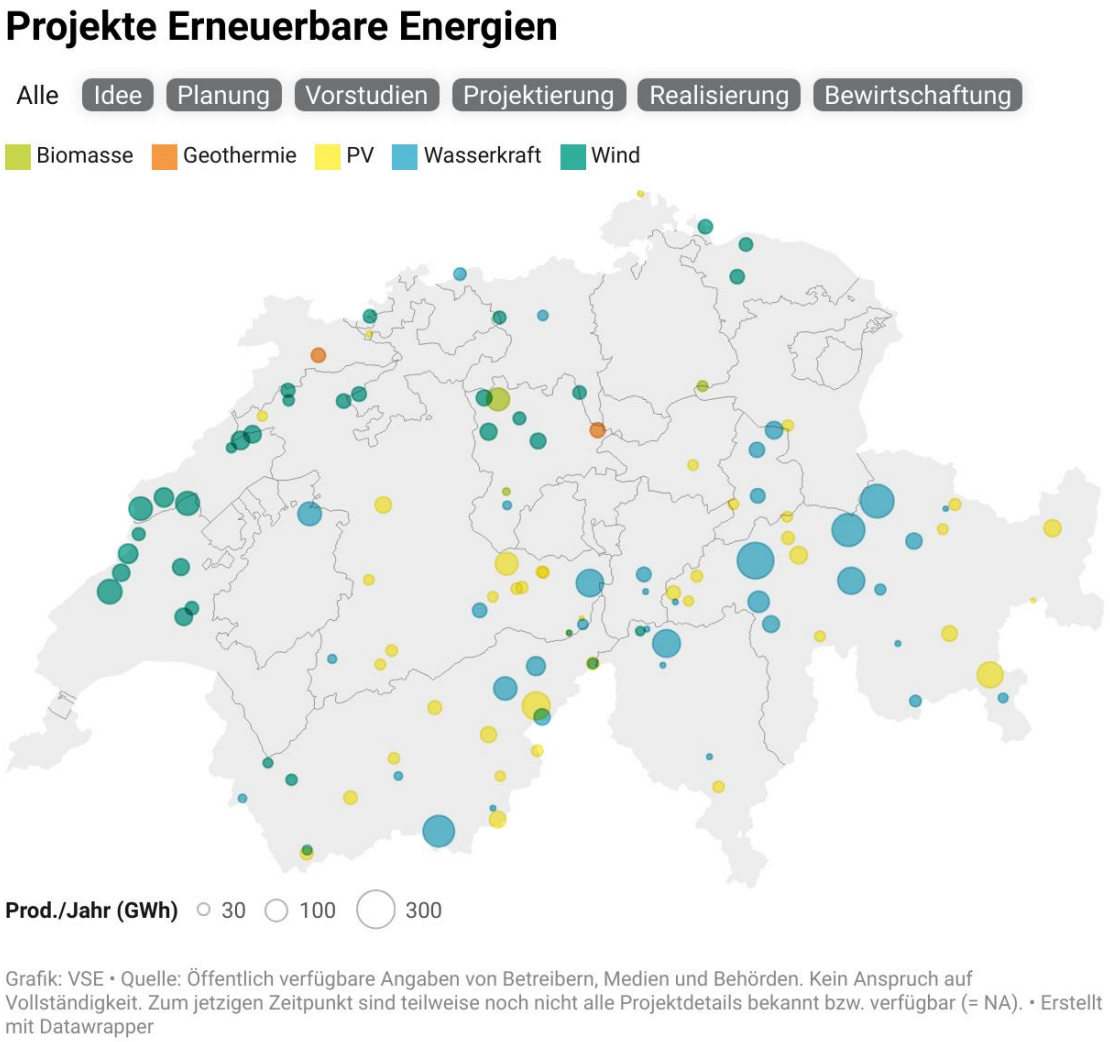
- 40 Wasserkraftprojekte
- 52 geplante alpine PV-Freiflächenanlagen
- 30 Windkraftprojekte
- 3 Biomasse-Projekte
- 2 Geothermie-Projekte

Jahresproduktion bei der Realisierung sämtlicher Grossprojekte: +4,6 TWh/a, davon mind. 3,8 TWh zusätzlicher Winterstrom.

Wann in Betrieb?

Bedarf bis 2035 gemäss Versorgungsplan 12 TWh/a

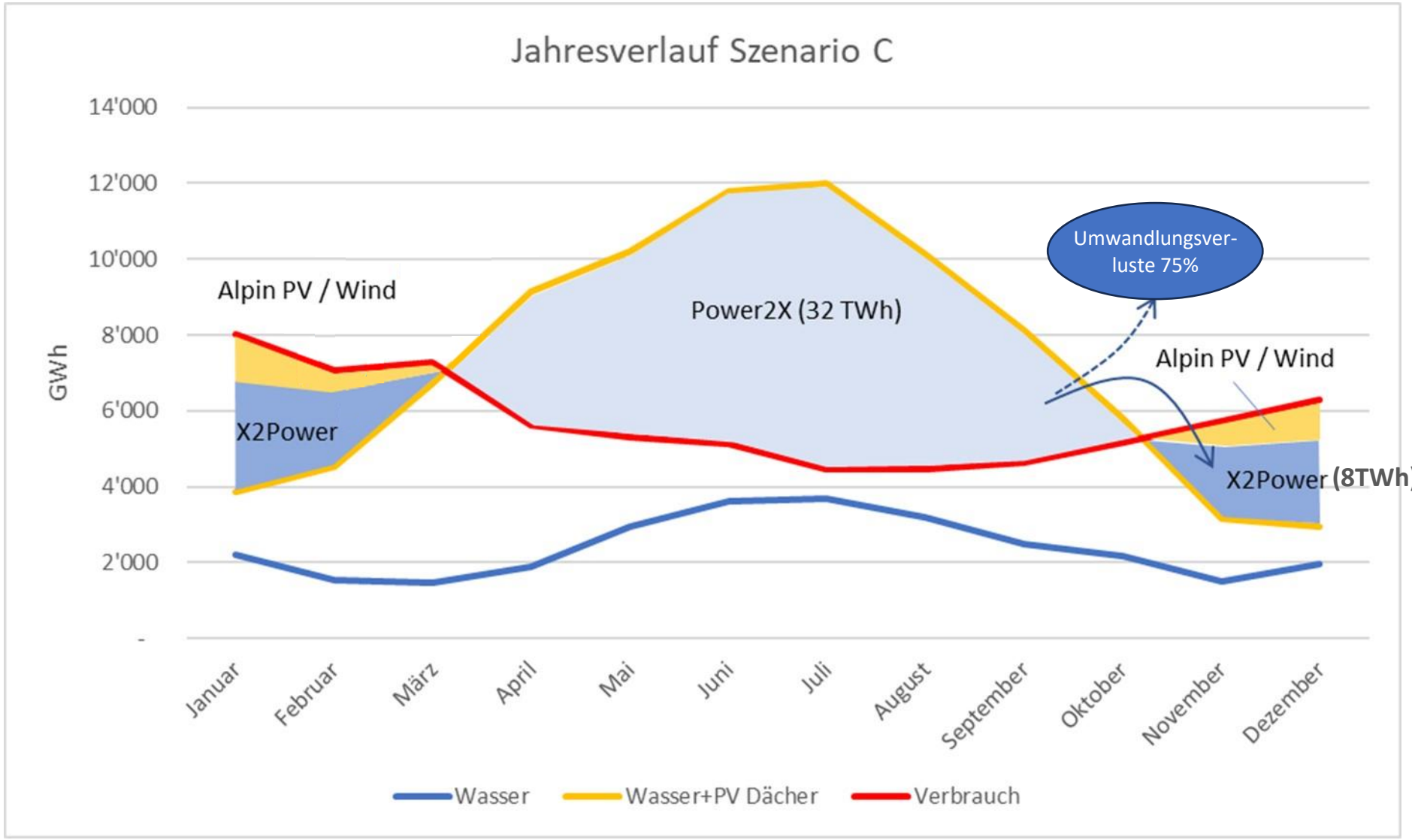
Quelle: https://www.newsd.admin.ch/newsd/message/attachments/85034.pdf



Winterdefizit vermeiden: Sommerüberschüsse verwerten

Quelle: David Zogg, NWFH, Brugg/Windisch. Szenario C.

- Aus dem PV-Überschuss der Sommermonate wird mittels P2X Verfahren Gas erzeugt, welches in saisonalen Speichern für die Winterperiode bereitgestellt wird
- Im Winter wird daraus wieder Elektrizität erzeugt
- Die Umwandlungs-verluste belaufen sich aktuell noch auf 75%



Strom-Versorgungssicherheit 2023/2024; SwissGrid, ElCom. Keine Gross-Gas-Kraftwerke.

Stellungnahme energie-wende-ja.ch

Ausgangswerte für 2022 zu tief: Verfügbare Produktionskapazitäten um 310 MW höher.

Realistische Annahmen Zubau erneuerbare Energien PV-Kleinanlagen: Plus 2’140 MW bis 2’240 MW bis Anfang 2025.

Einbezug Grossanlagen gemäss VSE: Plus 1’000 bis 2’000 MW bis 2025.

Fehlende 400 MW Reservekapazitäten für Worst-Case-Szenario anfangs 2025 vorhanden. Ende 2025 weit über 4000 MW.

Zudem Einbezug bestehende Reservekraftwerke sowie Notstromaggregate: Zubau Gross-Gas-Kraftwerke definitiv obsolet.

Aktuelle Simulationen für 2025, aber auch 2030 und 2035 dringend.

Disruptive Entwicklung forcieren, statt hohe Geldsummen in rückwärtsgewandte Gaskraftwerke. SwissGrid: 2025 27'500 MW.

Bundesverwaltungsgerichtsentscheid, publiziert am 23.02.2024: Gaskraftwerk Birr ist nicht legal

Quelle: Tabelle 2/SwissGrid, 28.7.23.

Installierte Leistung [GW]	Österreich	Schweiz	Deutschland	Frankreich	Italien
Kernkraft	-	2.9	0	61.8	0
Kohle	-	-	21.2	0	4.9
Gas	5.0	-	34.9	12.7	36.8
Öl	0.1	-	1.8	1.6	0.9
Andere Nicht-Erneuerbare	-	0.8	0	0	7.6
Wind	5.0	0.2	78.2	26.0	12.2
Photovoltaik	5.0	6.5	94.4	18.2	34.6
Laufwasser	6.1	4.1	4.0	13.6	5.9
Speicherwasser	6.6	12.1	11.3	11.7	17.9
Andere Erneuerbare	0.6	0.9	7.9	2.5	4.8
Total	**28.5**	**27.5**	**253.7**	**148.1**	**125.6**
davon Thermische KW	*5.1*	*3.7*	*57.9*	*76.1*	*50.2*
davon Erneuerbare	*23.4*	*23.8*	*195.8*	*72.0*	*75.4*

Tabelle 2: Installierte Leistung im Jahr 2025 in der Schweiz und ihren Nachbarländern

Kategorie	Installierte Leistung in Megawatt	Anzahl Anlagen
Wasserkraft	16'121.2	1'480
Photovoltaik	4'127.5	177'963
Kernenergie	3'014.6	4
Abfälle	379.9	30
Erdgas	278.9	188
Biomasse	248.2	429
Windenergie	88.1	68
Erdöl	0	1
Geothermie	0	0
Kohle	0	0
	24'258.3	180'163

Versorgungssicherheit 2030/2035. Einschätzungen der ElCom zur Stromversorgungssicherheit Schweiz 2035 (TWh/Winter ggü. 2021), 28.7.2023.

2030/2035Tabelle 11/ElCom: Berücksichtigte Daten Winterproduktionsfähigkeit: Einschätzungen der ElCom zur Stromversorgungssicherheit Schweiz 2035 (TWh/Winter ggü. 2021), 28. Juli 2023.

Tabelle 11: berücksichtigte Daten (TWh/Winter ggü. 2021)

Treiber	Fall minimaler Importbedarf		Fall Treiber gewichtet mit 0.3		Fall maximaler Importbedarf	
	2030	2035	2030	2035	2030	2035
Zubau PV	4.4	7.1	2.8	4.5	2.2	3.4
Zubau Wind	2.7	4	0.8	1.2	0	0
Zubau Hydro	0	0.7	0.0	0.4	0	0.2
Wegfall CH-KKW	1.4	2.8	*	*	6.6	11.2
Wegfall Restwasser	0.2	0.3	0.4	0.5	0.4	0.5
Zuwachs Elektromobilität	1.2	2.8	3.1	5.5	3.8	6.6
Zuwachs Wärmepumpen	1	1.7	3.1	4.5	4.1	5.7
Wegfall Elektroheizung	0.7	2.4	0.7	2.2	0.6	2.1
Zuwachs Effizienz	0.3	0.3	0.1	0.1	0	0
Zuwachs Pumpverluste	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

* Es wurden bzgl. CH-KKW in den Szenarien nur die Fälle 50J und 60 J berücksichtigt, d.h. diese Zwischenwerte kommen nicht zur Anwendung

- Die Bemerkungen und Annahmen im Bericht «Winterstromproduktionsfähigkeit/ElCom 28.7.2023» sind von grossem Interesse. Die Max-Varianten entsprechen exakt den Annahmen von energie-wende-ja:
  - Für PV werden im Fall «Minimaler Importbedarf» bis 2035 35 TWh mit eher geringen Winteranteilen im Flachland von 27% und alpin 38% angenommen.
  - Für Wind werden bis 2035 6 TWh angenommen.

Für die KKW werden Laufzeiten von 50 bzw. 60 Jahren angenommen. Die hohen Ausfallrisiken sollten zu einer Reflektion klar befristeter Laufzeiten führen.

Für den Zuwachs von eMobilität und Wärmepumpen werden Planzahlen – und kein aktueller Abgleich mit effektiven Zahlen – aufgeführt.

Fazit: Versorgungssicherheit

- Energieversorgung Schweiz: ca. 70% vom Ausland abhängig:
  Fossil 126 TWh/a, Uran 21 TWh/a (80 TWh/a Primärenergie).
- Dekarbonisierung, Ausstieg Kernenergie erhöht CH-Versorgungssicherheit massiv
- Die höheren Preise ab 2021/2022 haben die Energiewende entschieden forciert: Ökologische Steuerreform mit Geldabfluss ins Ausland statt Rückverteilung.
- Zentrale Herausforderung: Stromversorgung im Winter
- Laufender Zubau gewährleistet Versorgungssicherheit.
- Weitere Anstrengungen sind unabdingbar.
- Ein Monitoring und neue Szenarien sind nötig. Einbezug Abschaltung AKW.
- Verlässlichkeit mit forciertem Zubau unabdingbar.

Besten Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- Besten Dank an Peter Stutz, Rolf Iten, Vorstand energie-wende-ja für Anregungen, Korrekturlesen.
- Feedbacks bitte an ruedimeier@bluewin.ch

Weitere Unterlagen: www.energie-wende-ja.ch; www.ruedimeier.ch

Spenden – Mitgliedschaft – Sponsoring energie-wende-ja

- Aktive Energie- Klimapolitik unterstützen mit Spenden an energie-wende-ja

- Mitgliedschaft: 50.- Franken pro Jahr

- Sponsoring:

Platin	10’000.-
Gold	5’000.-
Silber	3’000.-
Bronze	1’000.-

- Ganz herzlichen Dank! www.energie-wende-ja.ch