



Transformation der Energiesysteme 2010-2050

Teil V

Umweltpolitische Instrumente
Rüstzeug der Politik Richtung Netto-Null



Übersicht

- Repetitorium der letzten Vorlesung
- Instrumente der Umwelt- und Klimapolitik
- Effizienz: Potenziale, Instrumente, Hindernisse
- Achtung: Rebound-Effekte

Kostensenkungen als stärkster Motor der Energiewende

Comparing Key Expansion Periods of Innovative Technologies

Technology and timeframe	Average annual deployment growth (%)	Average annual cost reduction (%)
EV batteries (2010-20)	69	-19
Solar PV modules (2010-20)	24	-18
Wind, onshore (2010-20)	13	-4
Wind, offshore (2010-20)	19	-4
US WWII aircraft (1939-44/1942-45)	75	-13
Ford Model T (1910-20)	34	-9
Gas turbines (1970-80)	18	-2

Sources: IEA; Lafond, Greenwald and Farmer (2022); Zeitlin (1995); Abernathy and Wayne (1974); Grubler, Nakicenovic and Victor (1999)

Note: the datasets for US aircraft production in WWII run from 1939 to 1944 for average annual deployment growth and 1942 to 1945 for average annual cost reduction.

Potenzial der Sonne sehr gross – atemberaubende Verbesserung der Nutzungstechnologien (Solarzellen, Windturbinen, Batterien usw.)

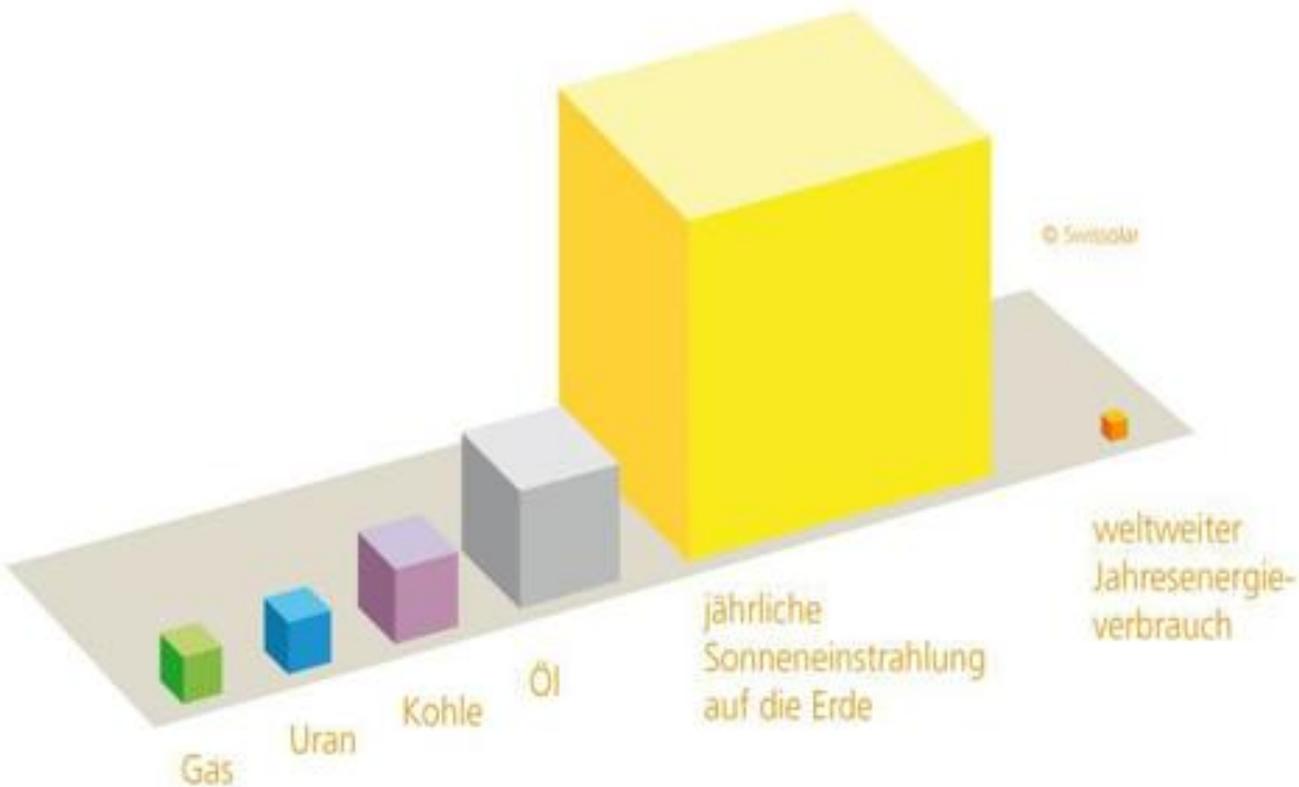
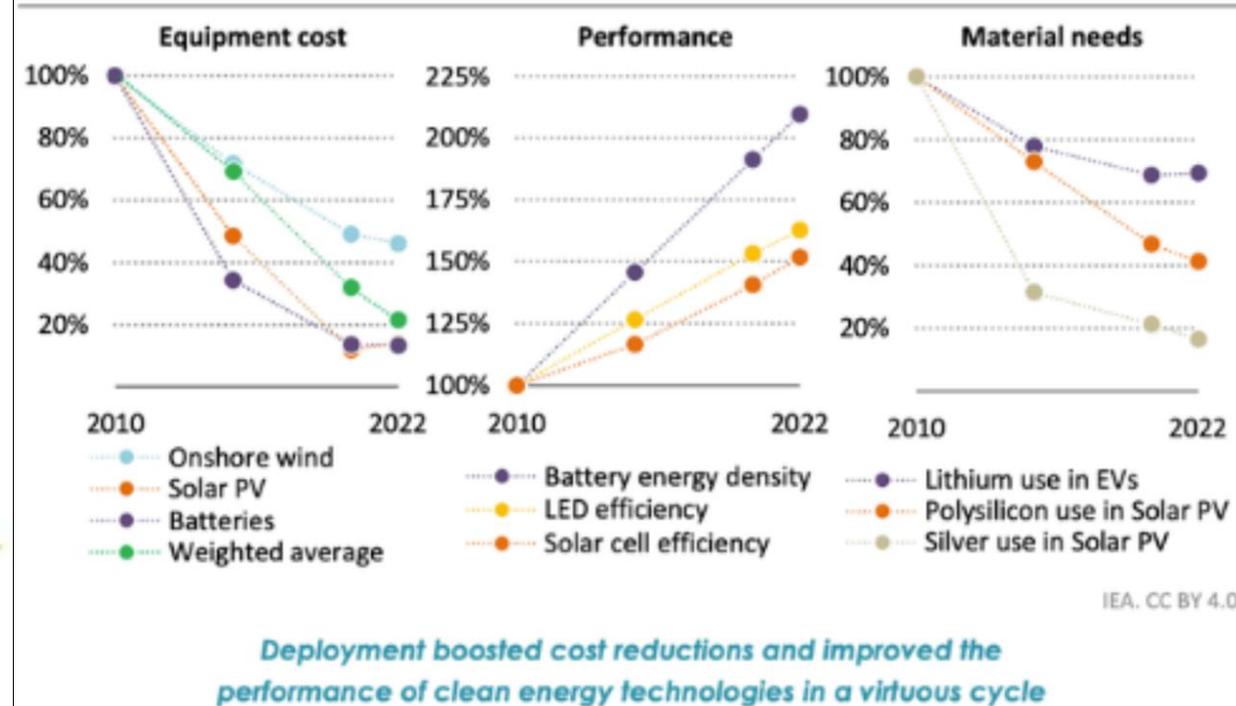
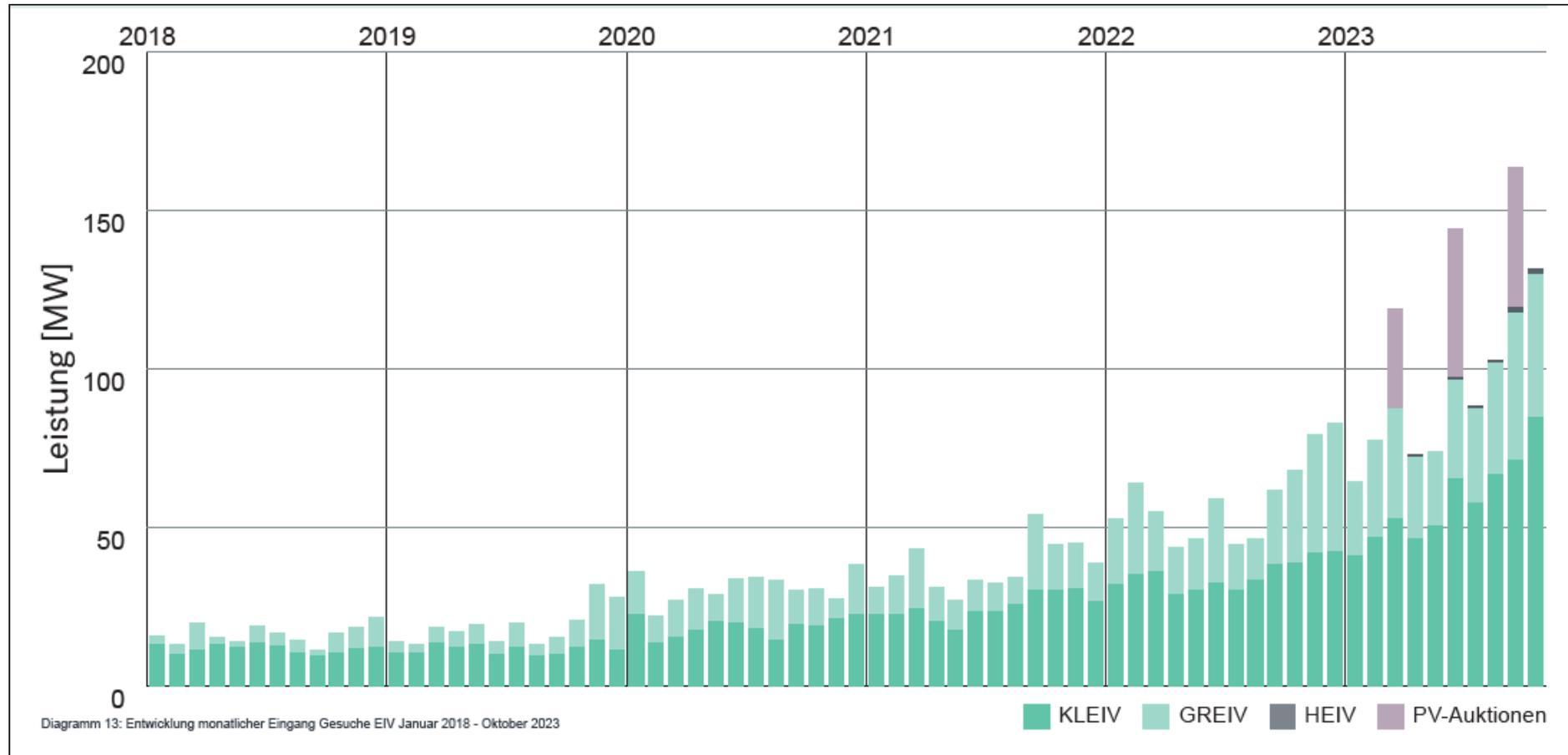


Figure 1.22 ▶ Equipment cost, performance and material needs per unit for selected clean energy technologies, 2010-2022



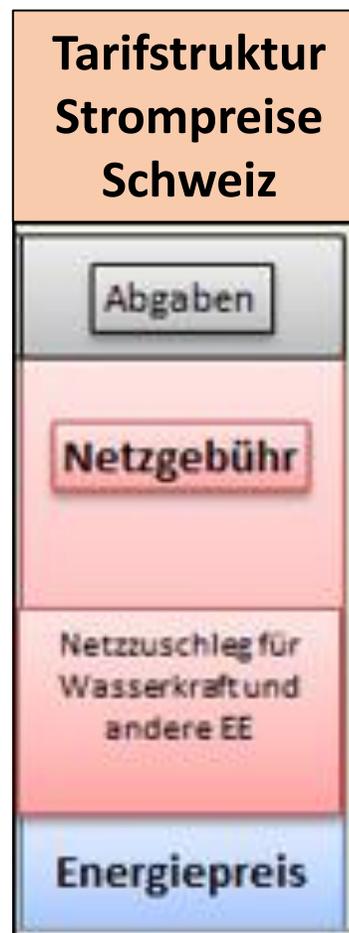
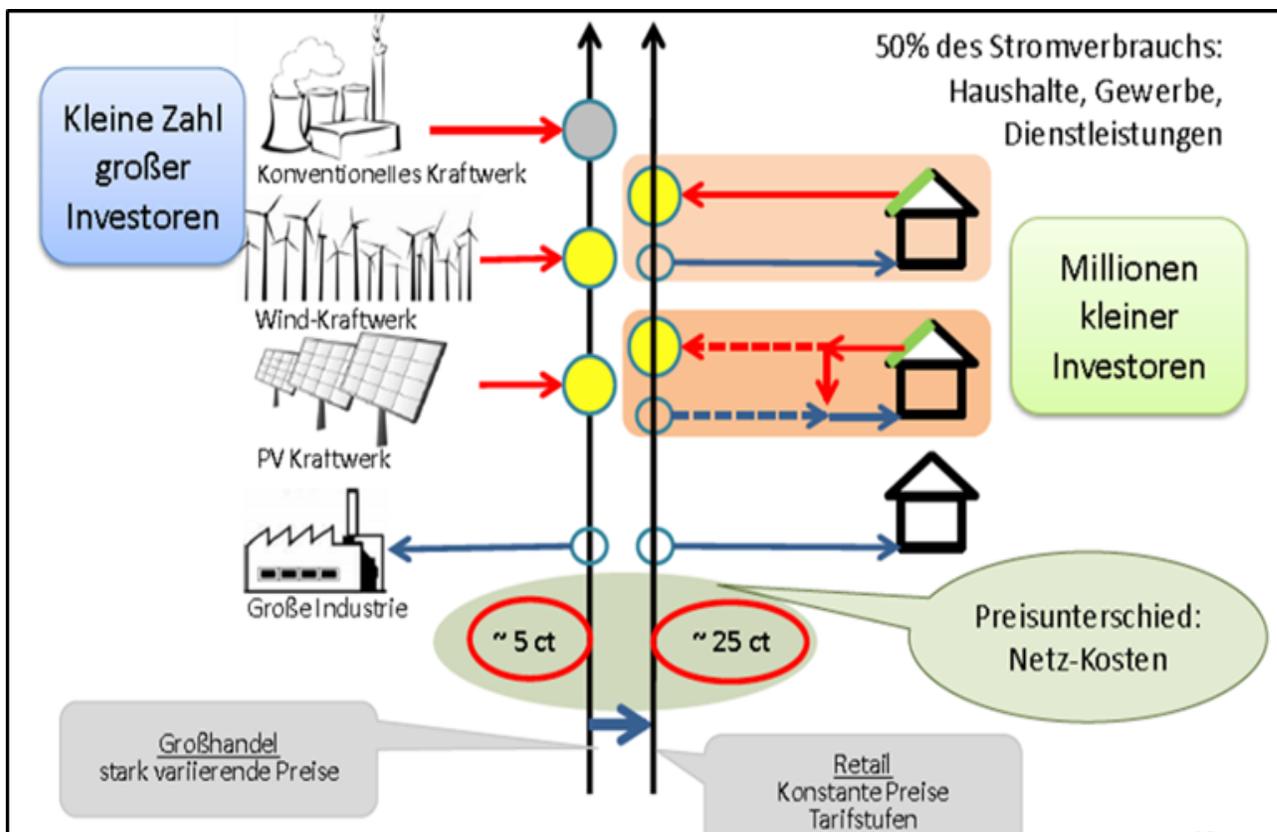
International Energy Agency (IEA): Net Zero Roadmap A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach 2023 Update

Starke Zunahme neu installierte PV-Leistung (Monatswerte)



Investitionslogik dezentraler Kleinanlagen: Eigenverbrauch, Mobilität, Speicher zur Produktionsverschiebung (Wärme & Strom), Smart Grid

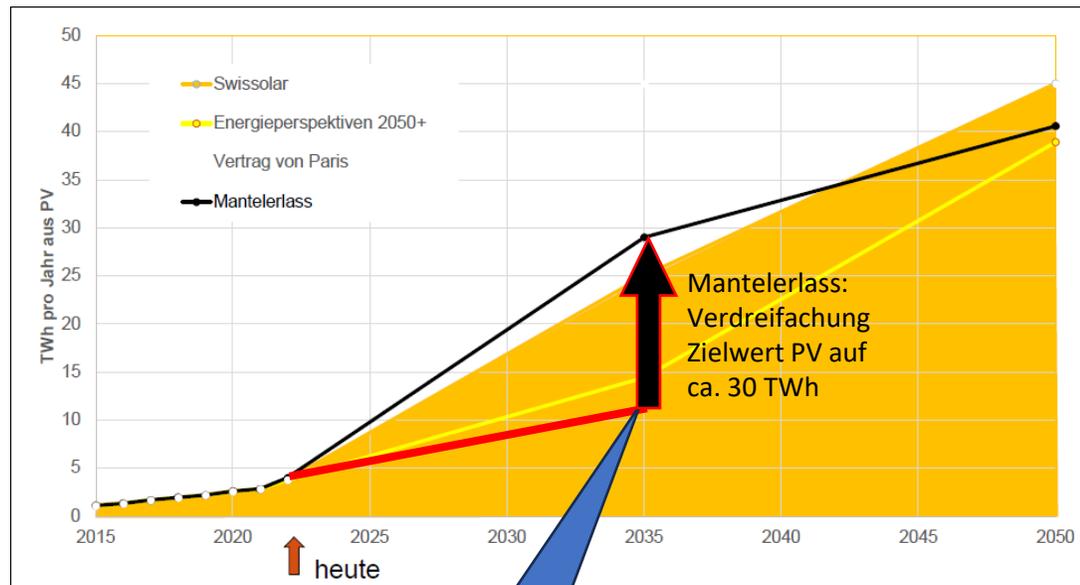
Strom dezentral vom eigenen Solardach ist inzwischen billiger als Strom von der Steckdose.



- Eigenverbrauch bietet Schutz gegen Marktwertisiko, wenn Marktpreise bei starker Sonne auf null sinken.
- Eingespart werden können
 - Variabler Teil der Netzegebühr
 - Energiepreis
 - Abgaben (zB. MWSt)
 - Netzzuschlag
- Einspeisung zum Großhandelspreis ist viel weniger interessant

Bemerkenswerte Fortschritte im «Mantelerlass»

Verdreifachung PV-Ausbauziel, Winterstrom neu auch aus PV



Geltendes
Energiegesetz:
Ca. 10 TWh PV
bis 2035

Schlussabstimmung Sept. 2023 deutliche Mehrheit:

- Nationalrat mit 177:19, Ständerat mit 44:0

Mantelerlass = Revision von mehreren Gesetzen

- Energiegesetz
- Stromversorgungsgesetz
- Raumplanungsgesetz, Waldgesetz

Neue Ausbauziele im Energiegesetz:

- 35 TWh bis 2035 (bisher nur 11,4 TWh 2035)
- Davon ca. 30 TWh Photovoltaik, Versechsfachung bis 2035
- 45 TWh bis 2050
- **Ausbau Wasserkraft für Versorgungssicherheit im Winter**
 - 16 Projekte inkl. Chlus (GR)
 - Kompromiss bei Restwassermengen: Senkung nur bei Mangellage

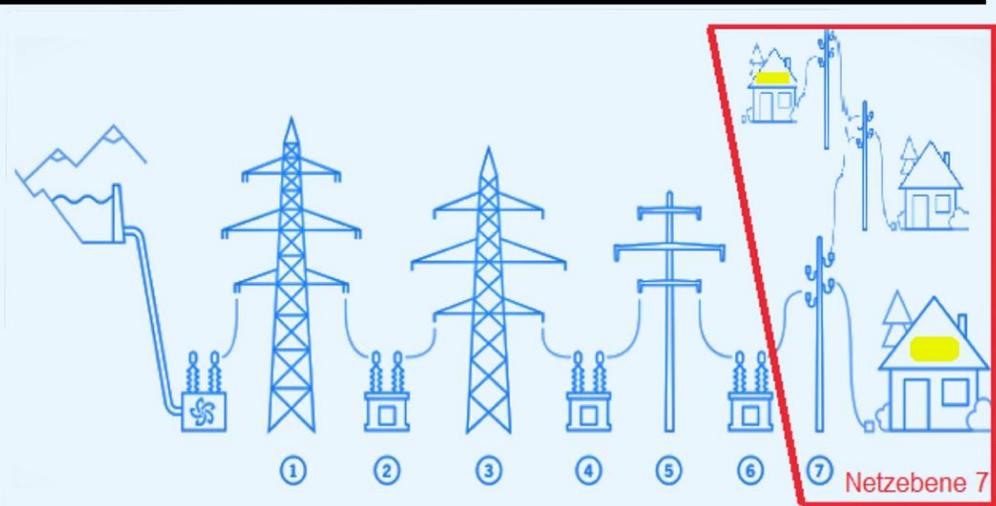
Neue Gewichtung nationales Interesse – mehr Nutzung vs. Schutz

- Anlagen in Biotopen, Auen von nationaler Bedeutung & Vogelreservate bleiben ausgeschlossen
- Ausnahme: Gletschervorfelder, Schwall-Ausleitkraftwerke, wenn nur Restwasserstrecke in Schutzobjekt

Referendum lanciert Volksabstimmung erste Hälfte 2024 zu erwarten.

Mantelerlass: Neuerungen Stromversorgungsgesetz

Diskriminierung der Photovoltaik bei den Netznutzungsgebühren



Quelle: eigene Darstellung

Solarstrom wird meist lokal auf der untersten Netzebene (Netzebene 7) ein- und ausgespeist, ohne dass oberliegende Netze ins Spiel kommen. Das Gesetz tarifiert die Durchleitung, als würden auch die Netzebenen 1 bis 6 beansprucht.

- **Massnahmen zur wirtschaftlichen Absicherung bei Nullpreisen**
 - Minimale Abnahmepreise für PV-Kleinanlagen,
 - wettbewerbliche Ausschreibungen
- **Lokale Elektrizitätsgemeinschaften: bis zu 60% Rabatt auf Netzgebühr**
 - Verursacherprinzip: Lokalverkehr wird nicht länger für die nationale Netzinfrastruktur zur Kasse gebeten
 - Anreiz für dezentrale gemeinsame Bewirtschaftung von PV-Flächen, E-Mobile und Speicher
- **Befreiung Batterie-Speicher vom doppelten Netzentgelt**
- **Unterstützung dezentraler PV bei Netzverstärkung**
- **Abschaffung der Durchschnittspreismethode für Energietarife**
 - Trennung der Strombeschaffung in segmentierte Beschaffung
 - Grundversorgung
 - freie Kunden (Marktkunden)
- **Datenverfügbarkeit im Messwesen**
 - smart grid,
 - Zugriff auf Zählerdaten ermöglicht aktive Steuerung des Stromverbrauchs
- **Möglichkeit zur Teilnahme am Flexibilitätsmarkt**
 - Batterien dürfen ihre Leistung für Regenergie anbieten

Grosse PV-Anlagen = billige PV-Anlagen

Bau von Grossanlagen > 1 MW beginnt nun dank Nutzung von Infrastrukturen

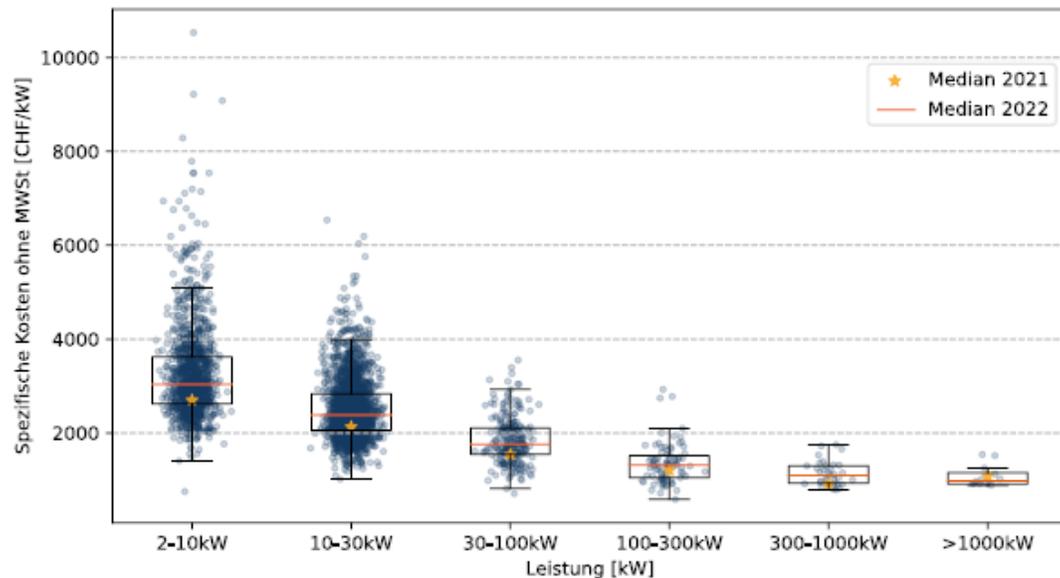


Abbildung 15: Spezifische Kosten (ohne MWST) von Aufdachanlagen als Boxplots nach Leistungsbereich. Der orangefarbene Balken kennzeichnet den Medianwert der spezifischen Kosten für den jeweiligen Bereich im Jahr 2022, der Stern den Medianwert 2021. Die Ränder der Box stehen für die 25%- und 75%-Quartile, was bedeutet, dass sich 50 % aller Daten innerhalb des betreffenden Intervalls befinden.

Leistungsbereich [kW]	Anzahl der Einrichtungen	Spezifische Kosten [CHF/kW]				
		Min	25%	Median	75%	Max
2-10	1253	748	2623	3032	3619	10533
10-30	2319	1012	2055	2384	2833	6537
30-100	246	706	1542	1759	2100	3552
100-300	86	585	1042	1312	1513	2927
300-1000	35	788	928	1097	1296	1750
>1000	12	886	914	982	1154	1538

Neue Regelung im Energiegesetz ab 2025:

«Art. 45b An den Infrastrukturen der Bundesverwaltung und der bundesnahen Betriebe sind geeignete Flächen solaraktiv auszurüsten. Infrastrukturoberflächen, die nicht genutzt werden, sind an private Organisationen, Unternehmungen oder Personen zur Nutzung zur Verfügung zu stellen.

2 Der Bundesrat regelt die Ausnahmen, insbesondere wenn das Erstellen einer Solaranlage:

- anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften widerspricht;
- technisch nicht möglich ist; oder
- wirtschaftlich unverhältnismässig ist.»

Der reale «game changer»: neue Elektrofahrzeuge mit Batteriespeichern

	Vollelektrifizierung CH Fahrzeugflotte			Wasserkraft CH		second life Batteriemarkt	
		Gesamtleistung Batterien CH		Gesamtleistung und Energieproduktion		Angebot bei 20% Rücklauf	
Vergleich	Fahrzeugbestand CH						
Leistung	3400'000	1'156	GW	11	GW	231.20	GW
Energie	3400'000	255	GWh	8'900	GWh	51.00	GWh

- Batterien als „Schweizer Sackmesser der Elektrizitätswirtschaft“
- Reagieren extrem schnell, können Energie aufnehmen, abgeben, Spannungshaltung und Frequenzkontrolle sicherstellen
- **Elektrifizierung Fahrzeugbestand erhält eine enorme Leistung (> 1000 GW)**
- **Etwa das 50-Fache im Vergleich mit allen bestehenden Wasserkraftwerken (Gesamtleistung CH 14 GW)**
- Durchschnittliche Fahrstrecke < 50 km/d, aber Reserve für > 350 km
- Bescheidene Energietiefe (ca. 250 GWh/ 4 h auf Nennleistung) im Vergleich mit Speicher-Wasserkraft (ca. 8800 GWh) aber etwa das Zehnfache des AKW Leibstadt an Strom aufnehmen und abgeben (ca. 25 GWh/Tag)
- Müssen regelmässig [täglich/wöchentlich] erneut beschickt werden.
- **Ergänzend notwendig für lange Zyklen: Langzeitspeicher (H2, Methan, Wasser-Speicherkraftwerke)**

Übersicht

- Instrumente der Umweltpolitik
 - Ordnungsrechtliche Instrumente (kein wirtschaftlicher Anreiz)
 - Marktwirtschaftliche Instrumente (Anreize für Emissionsvermeidung)

Marktwirtschaftliche Instrumente		Ordnungsrechtliche Instrumente	
Subventionen	<p>erlaubt, aber zahlungspflichtig oder einem Absenkpfad unterworfen</p>	Appelle	verboten
Haftungsrecht		Gebote und Verbote	
Abgaben (Preisanzreiz)		Vorschriften/Standards	erlaubt
Lenkungsabgaben		Emissionsgrenzwerte	
Förderabgaben		Immissionsgrenzwerte	
gemischte Systeme		Schwellenwerte	
Steuerbegünstigungen			
Kontingente (Mengensteuerung)			
Instrument wirkt dynamisch			Instrument wirkt statisch

Appelle: Information, Beratung, Empfehlungen

- **Beispiele**

- „Bravo“ – Energiesparen beim Eierkochen (Bundesrat Ogi, Bild)
- Informationskampagnen: «Batterie nicht in den Abfall»
- Beratungsstellen von Kantonen und Elektrizitätswerken

- **Wirkung**

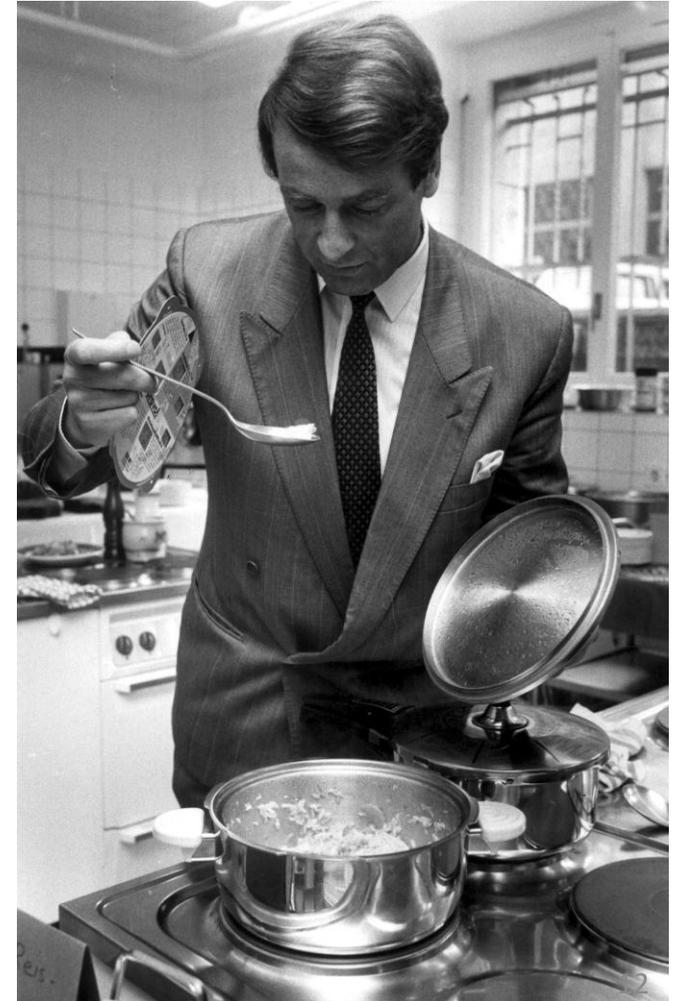
- Beliebt, kosten relativ wenig
- tun niemandem weh, aber Wirkung oft kaum messbar
- Eher selten wirksam

- **Wirkung unter speziellen Bedingungen**

- bei Motivation der Konsumentinnen und Konsumenten (Notlagen, Teuerung)
- In Kombination mit Anreizen (Lenkungsabgaben, Rabatte), neue Technik
- Glaubwürdig, wenn kulturell gelebt (Umweltschutz als Lifestyle): zB. Lastenvelo

Kritisch:

- Glaubwürdigkeit, «moralische Intensität»
- fehlende Anreize/Sanktionen
- «Bevormundung»



Vorschriften: Verbote, Gebote

Beispiele:

- Abgas- und Feuerungskontrollen,
- Emissionsgrenzwerte (Lärm, Luft, Wasser)
- Dosisgrenzwerte (Radioaktivität)
- Verbrauchsvorschriften (Geräte)
- Fahrverbote, Tempolimits (Verkehr)
- Zonenpläne, Zeitlimate (Baurecht, Flughäfen)

Wirkung

- Gute Wirksamkeit, einfache Messung
- Nachvollziehend, anfällig auf Lobbying
- Risiken oft erst spät erfasst
- Restemissionen bleiben und können sogar weiter ansteigen (zB. Verkehr, Landwirtschaft)

Vorteile

- effizient für Massenkonsumgüter (Sicherheit, Standards)
- Wirksam für „hot spots“ (örtliche/zeitliche Belastungsgrenze)
- Wirksam ohne sozialen Unterschied:
 - Massnahme wirkt für alle gleich
 - niemand kann sich auskaufen.

Nachteile

- bürden Verursachern unterschiedliche Kosten auf
- keine Checks und Balances bei steigenden Emissionsfrachten
 - Beispiel Luftverkehr: Flugzeuge immer leiser und sparsamer, aber Frequenzen und CO2-Emissionen vervielfacht!!
- Lobbying: Ausnahmen
 - gewisse Autos (SUV)s
 - Flugverkehr, Atomenergie, Schiffsverkehr:
 - die Schädigungen werden nicht gesenkt, sondern verwaltet
- Erfasst oft nur Neubauten, Neugeräte,
 - Altbauten kommen ungeschoren davon,
 - Altgeräte werden weiterbetrieben!

Vertiefung: weshalb sind Verbote suboptimal?

fehlende Dynamik

- **keine Anreize**
 - für Innovationen,
 - für Übererfüllung
- **externe Kosten werden nicht internalisiert:**
 - Restemissionen bleiben bestehen
 - keine verbesserte Wettbewerbsposition für saubere Alternativen
 - Vermeidungskosten nur im Rahmen der Vorschrift («zumutbar, verhältnismässig», nicht an Schadenspotenzial orientiert
 - «Stand der Technik»,
 - neuster Stand der Technik nicht durchgesetzt

Oft grosser Widerstand:

- **Absenz intrinsischer Motivation***

*intrinsisch motiviert sind Menschen, wenn sie „von sich aus“ etwas machen, also zum Beispiel Heizöl sparen, wenn der Preis steigt.

Fehlende Effizienz

- **Es wird nicht dort auf Emissionen verzichtet, wo es besonders leicht oder besonders billig wäre**
- **Gemacht wird, was vorgeschrieben ist.**

Fehlende Feinsteuerung

- **Vorschriften tragen der zunehmenden Zahl der Verursacher nicht Rechnung**
- **Emissions-Frachten bleiben meist unreguliert (Ausnahme: klare Verbote)**

Vertiefung: Weshalb sind Vorschriften trotzdem beliebt (und oft auch sehr sinnvoll)?

Vorschriften sind effizient

- **Wenn Vermeidungstechnik verfügbar**
 - zB. Abwasserreinigung, Gebäudeisolation, Wärmepumpen anstelle von fossilen Heizungen, Solarzellen auf Dächern (Schutz des unverbauten Bodens, Ästhetik, Gegenrechnen von Ziegelkosten)
- **wenn Folgekosten unendlich viel höher sind als die Vermeidungskosten**
 - Tempovorschriften gegen tödliche Unfälle
 - Lebensmittelhygiene
 - Abgasvorschriften
 - E-Mobile & Heizungsvorschriften, wenn Alternativen gleich teuer sind oder gar billiger

Vorschriften werden als «gerecht» empfunden

- weil sie alle treffen.
- Weil reiche Individuen sich nicht freikaufen dürfen (Unterschied zu Abgaben)
- Weil sie kontrolliert werden
- Wenn sie einfach zu erfüllen sind (bei Neuanlagen)

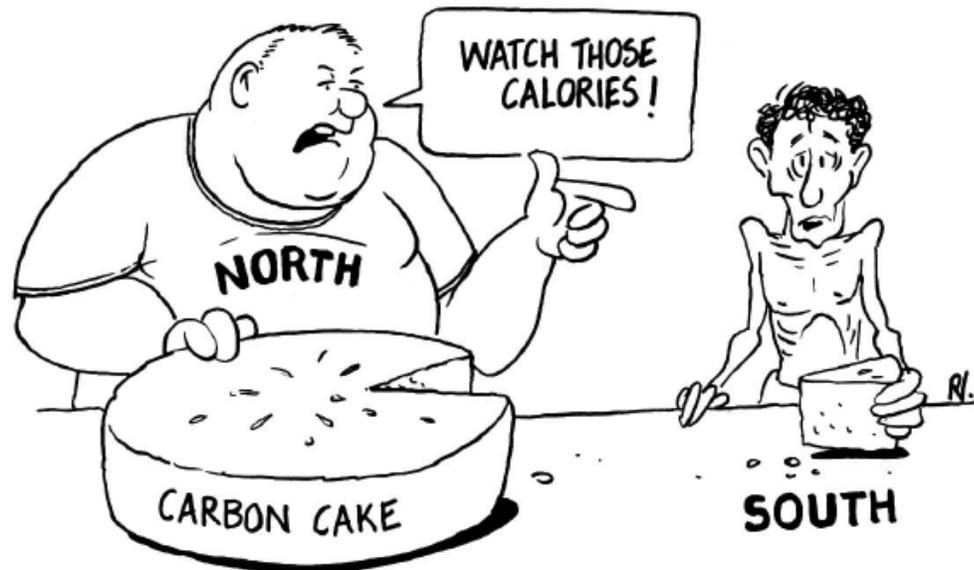
Standards = geringe Transaktionskosten*

- Technische Standards für Verbrauchsgegenstände, Bauten, Geräte: Katalysator, Isolationsvorschriften, Lärmschutz für Fenster, Motoren usw.

* Transaktionskosten: alle Kosten, die mit dem Vollzug einhergehen

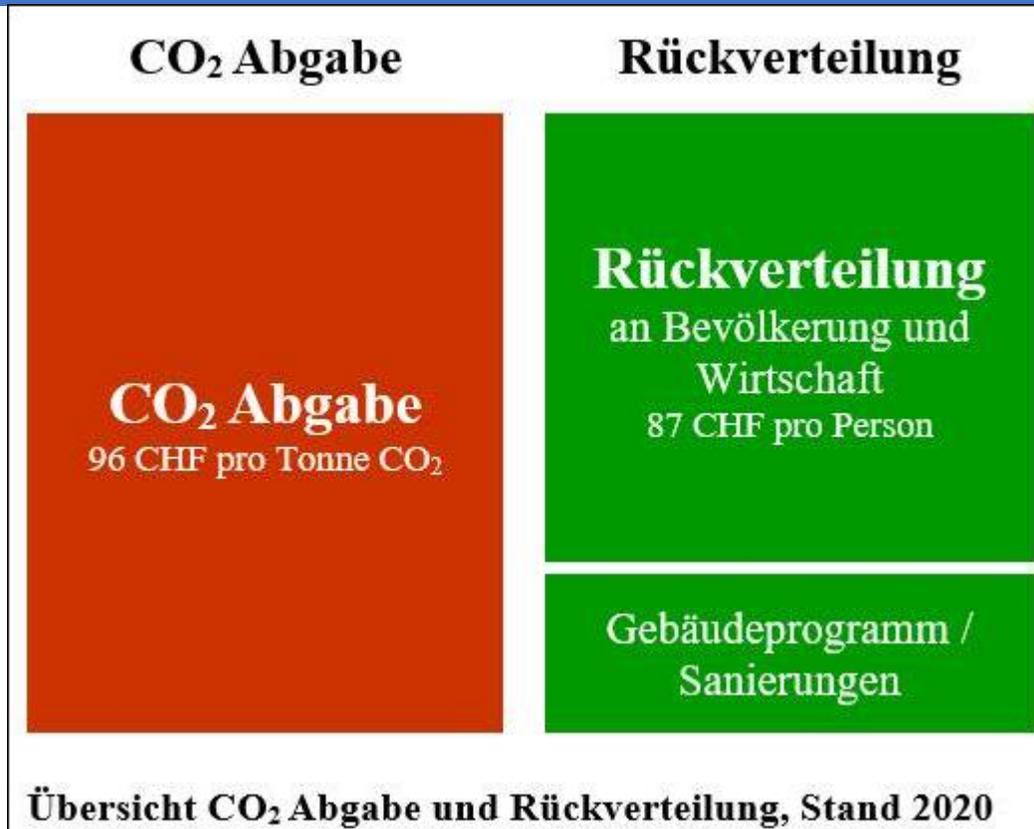
Wahl des Instruments oft von Interessen geleitet

Climate Justice – Equitable Allocation of Per Capita Carbon Emissions



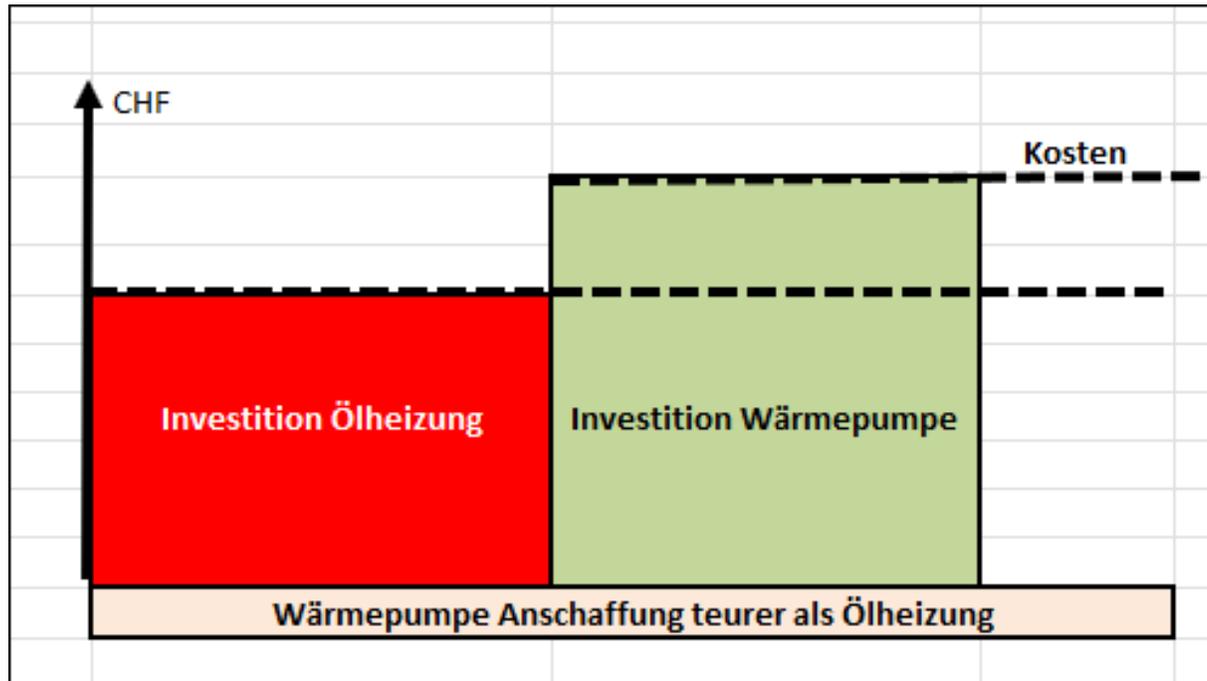
- Lenkungsabgaben sind sozial umstritten:
 - «Reiche» können sich gegen Aufpreis freikaufen.
 - Arme können Belastungen erleiden, die ihre Existenz gefährdet.
 - Aber:
 - die Zahlung der Reichen wirkt oft auch auf diese zurück. sie ändern ihr Verhalten ebenfalls «wenn es rentiert»
 - Ärmere Menschen können netto profitieren, wenn reiche belangt werden.
- Verwendungsweise der Abgabe ist entscheidend für Gerechtigkeit, Akzeptanz und Wirkung:
 - Rückerstattung der Lenkungsabgabe pro Kopf gilt als gerecht
 - «Klimageld», «Ökobonus»

Beispiel CO₂-Abgabe: pro-Kopf-Rückerstattung begünstigt kleinere Einkommen



- **Ausgewogene Lösung: CO₂-Abgabe**
- **Lenkungsabgaben werden zurückerstattet**
 - Über Reduktion Krankenversicherungsprämie (alle erhalten gleich viel zurück)
 - über Prämienreduktionen bei AHV für die Arbeitgeber (CO₂-Abgabe der Wirtschaft)
 - Über Gebäudesanierungsprogramm (max. 1/3 der Einnahmen): Entlastung der Heizkostenrechnung
- **Sozial ausgewogene Lösung!**
 - Energieverbrauch steigt mit dem Einkommen
 - Alle bekommen gleich viel in CHF/Kopf
 - Kleine Einkommen erhalten in der Schweiz mehr zurück als sie einzahlen

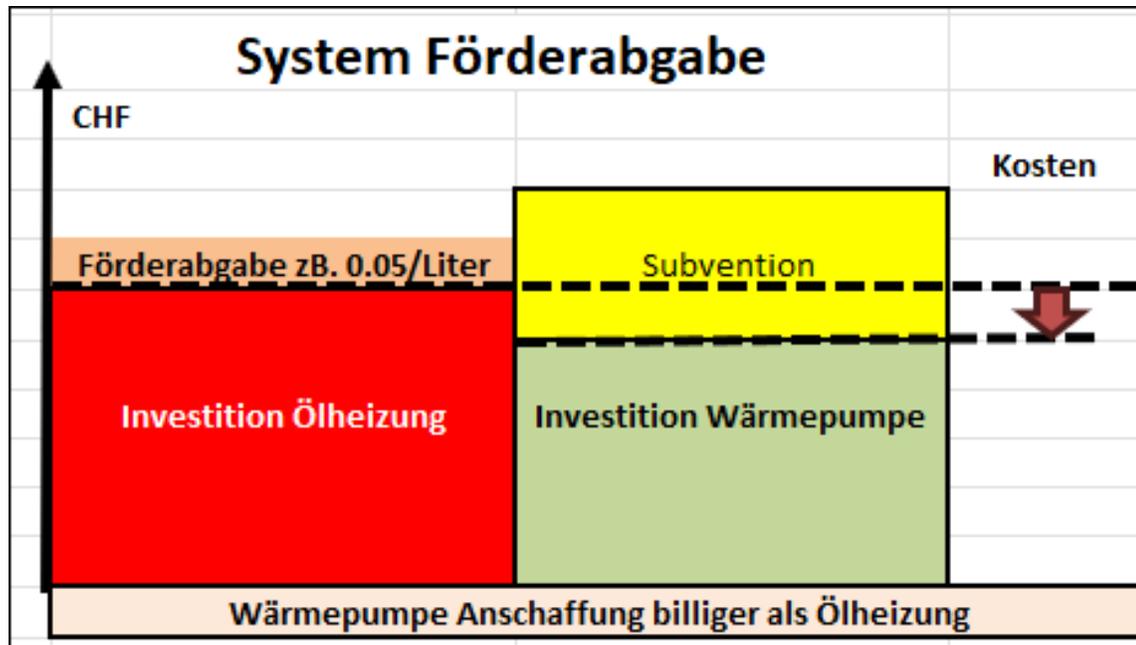
Der Unterschied zwischen Förderabgabe und Lenkungsabgabe : Ausgangslage



Ausgangslage Heizungserneuerung:

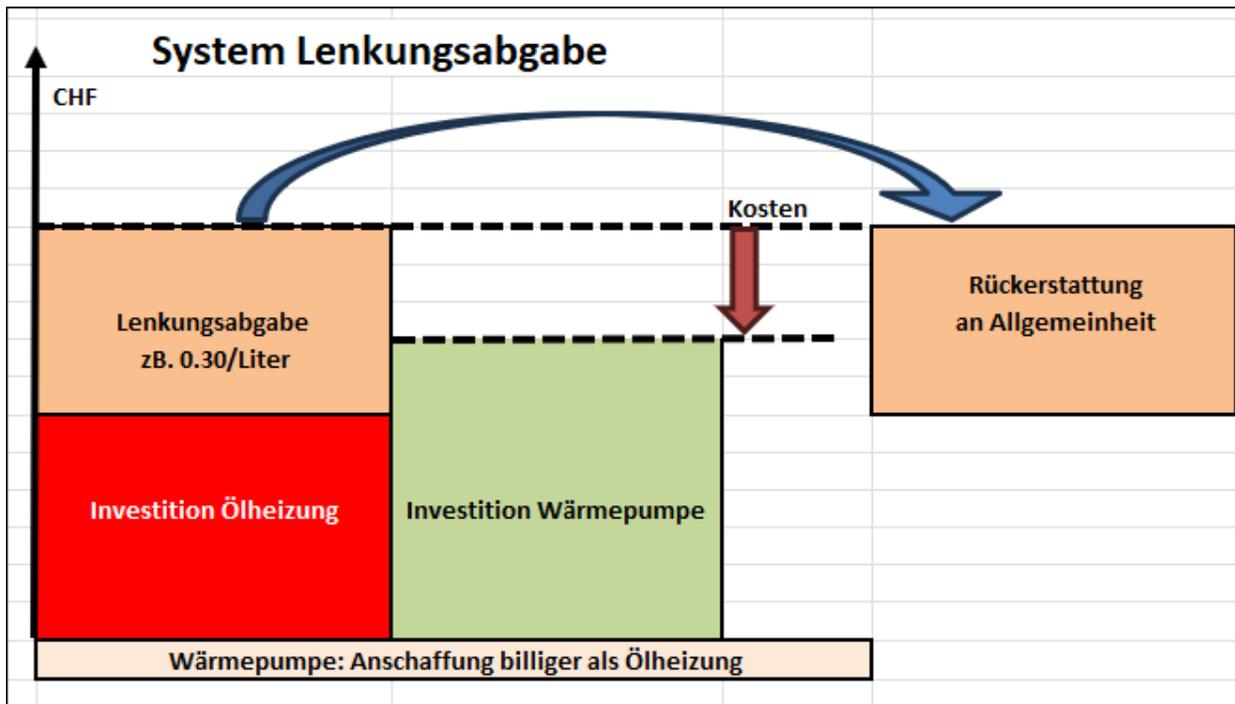
- Fossile System sind beim Kauf oft billiger in der Anschaffung
- Auf lange Sicht kosten sie aber mehr, wegen der Brennstoffkosten
- Wärmepumpen sind am Anfang oft teurer, aber auf lange Sicht nicht.
- Hausbesitzer nehmen oft das Billigste
 - Schlecht informiert
 - «zu kompliziert»
 - fortgeschrittenes Alter (>70 Jahre)
- Folge: Schadenskosten für die Allgemeinheit

Förderabgabe und Lenkungsabgabe im Vergleich



- **Förderabgabe**
 - Oft tief (wenige Rappen/Liter)
 - Vermeidungstechnik erhält Subvention:
 - zB. Wärmepumpe, Holzpellet-Ofen
- **Nachteile**
 - Technik vorgegeben (punktuell)
 - Schadenskosten internalisiert
 - Effizienzpotenziale werden nicht realisiert (bessere Fenster, Isolation usw.)
- **Vorteile**
 - Akzeptanz (manchmal)
 - Vermeidungstechniken amtlich begleitet (Vertrauensfrage)
 - Lernkurve kann beginnen und wird unterstützt (was Anlagen weiter verbilligt)

Lenkungsabgabe



Vorteile

- Schadbestand wird viel stärker verteuert (zB. 30 Rp/Liter)
- Keine Subventionen nötig, Preishebel wirkt allein
- Altanlagen sind miterfasst, Internalisierung externer Kosten findet statt
- Technikoffen:
 - Effizienz, Neubau, Wechsel der Heizungstechnik
 - Entscheid beim Verursacher
- Rückerstattung pro Kopf beseitigt Härten für kleine Einkommen

Nachteile

- Starker Widerstand der fossilen Lobby (SVP, FDP usw.)
- Die ökonomisch beste Lösung stösst auf grösste Opposition
- Hohe Lenkungsabgaben sehr selten, meist nur schrittweise erreichbar

Subventionen

(Finanzierung aus Staatskasse)

- Beispiele:

- Forschung, Pilot & Demonstrationsanlagen,
- Abgeltung für ökologische Landwirtschaft,
- Staatsbeiträge für Tram, Bus, SBB,

- Wirkung

- Kann «saubere» Lösungen verbilligen, **aber muss nicht:**
 - subventionierte Flughäfen,
 - subventionierte fossil betriebene Landwirtschaft!
- Kann Kostensenkung beschleunigen
- Gilt als Abgeltung für öffentlichen Nutzen

- kritisch

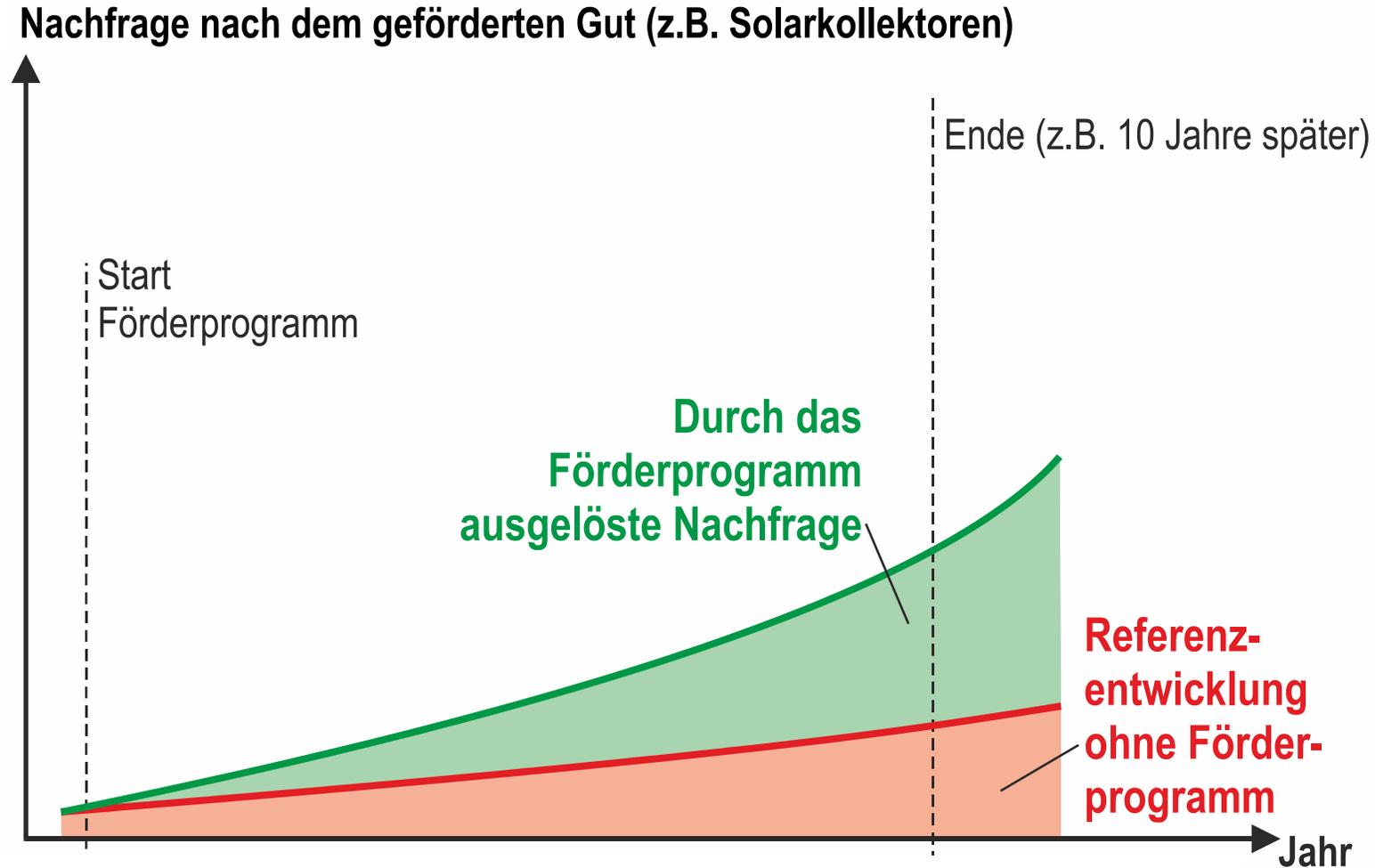
- **keine finanzielle Belastung der Verursacher (!), Verursacherprinzip wird nicht durchgesetzt!**
- **Bringschuld der Geschädigten (!)**
- **Geldknappheit**
- **Mitnahme-Effekte**

- Zielführend

- Bei öffentlichen Gütern mit sehr breiter Nutzung (zB. Naturparks, Umweltbildung, Forschung & Entwicklung)
- Bei neuen Techniken: Beschleunigung von Lernkurven (Bsp. Photovoltaik, Batterien-Recycling, neue Dekarbonisierungstechnik)
- Sehr effizient in Kombination mit einer finanziellen Beteiligung der Verursacher
 - zum Beispiel Bau und Betrieb der Alpentransversalen (Neat) für den Güterverkehr finanziert mit Einnahmen der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA)

Was sind Mitnahmeeffekte?

Inanspruchnahme von Subventionen für ein Verhalten, das auch ohne Anreiz stattgefunden hätte.



Haftungsrecht

Frankfurter Allgemeine
ZEITUNG ● FAZ.NET

Milliarden-Schadenersatz für einen Raucher



Der amerikanische Tabakkonzern Philip Morris ist verurteilt worden. Nach dem Urteil einer Jury in Los Angeles soll der 56 Jahre alte Kläger Richard Boeken von dem Zigarettenhersteller 5,5 Millionen Dollar als Entschädigung sowie 3,5 Milliarden Dollar als Strafzahlung erhalten.

Beispiele:

- Altlastenrecht / Unfallversicherung / Störfallverordnung

Bei richtiger Handhabung vor allem präventive Wirkung

- **Wer Schaden verursacht, wird haftbar: Durchsetzung des Verursacherprinzips**
- allokativ korrekte Anreize: zB. Wer durch Heizöl Böden belastet, trägt Kosten der Entfernung, auch Jahrzehnte danach
- **Im besten Fall: Verteuerung für den Schädiger im Ausmass der Wiedergutmachung**
- Anreiz für Vorsichtsmassnahmen

Hindernisse:

- Vor Gericht schwierig nachweisbare Kausalitäten
- zeitlich oder örtlich entfernte Fälligkeiten,
- Hohe Gerichtskosten, fehlende Kläger, multiple Verursacher (Klima)
- Verzögerungstaktik: Abfindung oft nur an noch lebende Betroffenen (zB. Asbest!)
- **Parlamente und Gerichte verweigern Rechtsschutz**
 - **«Primat der Wirtschaft»: es gilt das Recht des Stärkeren, faktische Enteignung der Opfer**
 - Straflosigkeit, wenn Emissionen angeblich «unvermeidlich» seien (meistens wären sie es nicht)
 - Rechtsansprüche oft erst durchsetzbar, wenn schadlose Alternative gefunden ist
 - Dies unterstreicht die Bedeutung von Vermeidungstechniken: Windenergie statt Kohle
- **oft nur kleine Kompensationsleistungen, Spätfolgen bleiben**
 - Strafzahlungen nur im Einzelfall haben kaum präventive Wirkung,
 - Spätfolgen oft nicht kompensiert, Verursacher konkurs: (Bsp. Fukushima/Tepco oder Tschernobyl/Sowjetunion):
 - Wenn am Ende der Staat zahlen muss, bleibt Wettbewerbsverzerrung
 - **Kardinalfehler bei Atomrisiken: AKWs sind von Haftpflichtversicherung für Grossunfälle entbunden**
 - Schäden oft irreversibel: zB. Anstieg des Meeresspiegels/ Verlust der Bodenfruchtbarkeit durch Klimawandel

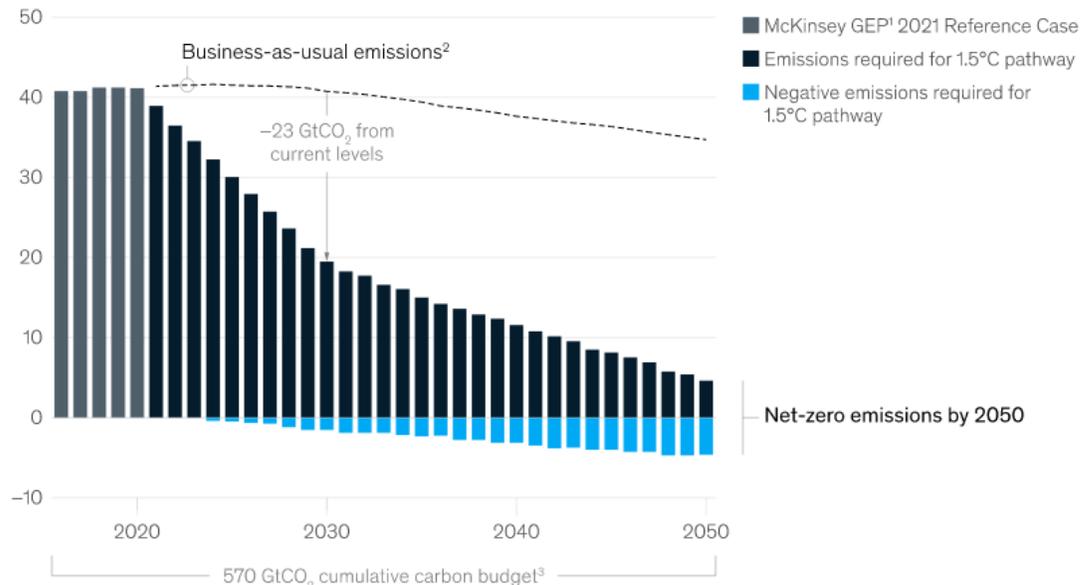
Deckelung und Verknappung von Verschmutzungsrechten (Kontingente/Zertifikate)

- **Beispiele:**
 - CO2-Emissionshandelssystem in der EU und in China
 - Emissionshandel für Luftschadstoffe in USA, Canada, AUS
- **Wirkungsweise**
 - Staat legt für Branche oder Sektor feste Emissionsmenge fest, Lizenzen werden vergeben (verkauft/verschenkt/versteigert)
 - Es bildet sich ein Zertifikate-Markt, freie Zertifikate werden verkauft.
 - Emittenten entscheiden, ob sie ihre Emissionen einschränken oder Zertifikate kaufen.
 - Umwelt erhält einen Preis
 - Emissionen werden dort reduziert, wo es am billigsten kommt.
- **Probleme**
 - Zu hohe Freigrenzen und überschüssige Zertifikate
 - machten das EU-System jahrelang wirkungslos
 - Volatilität der Zertifikatspreise ist keine gute Kalkulationsgrundlage für Finanzierung von Alternativen (zB. für Windkraft)
 - Zertifikate oft nur punktuell: wenige Grossverbraucher, Branchen, **Luftverkehr erhält bisher 85% gratis Zertifikate**
 - Emissionszertifikate ermöglichen Preisaufschläge, Gratis-Emissionsrechte = Gratis-Gewinne auf Kosten Dritter
 - Wenig Anreize für Ersatztechniken, die noch nicht wettbewerbsfähig sind (zum Beispiel batteriegetriebene Flugzeuge).

Verschmutzungsrechte (=Zertifikate) und Emissionshandel: Emissionsmengen werden verknappt und verteuert

Reaching the 1.5-degree warming target could require a large quantity of negative emissions, including some generated using carbon credits.

Global carbon-dioxide emissions, gigatons (GtCO₂) per year

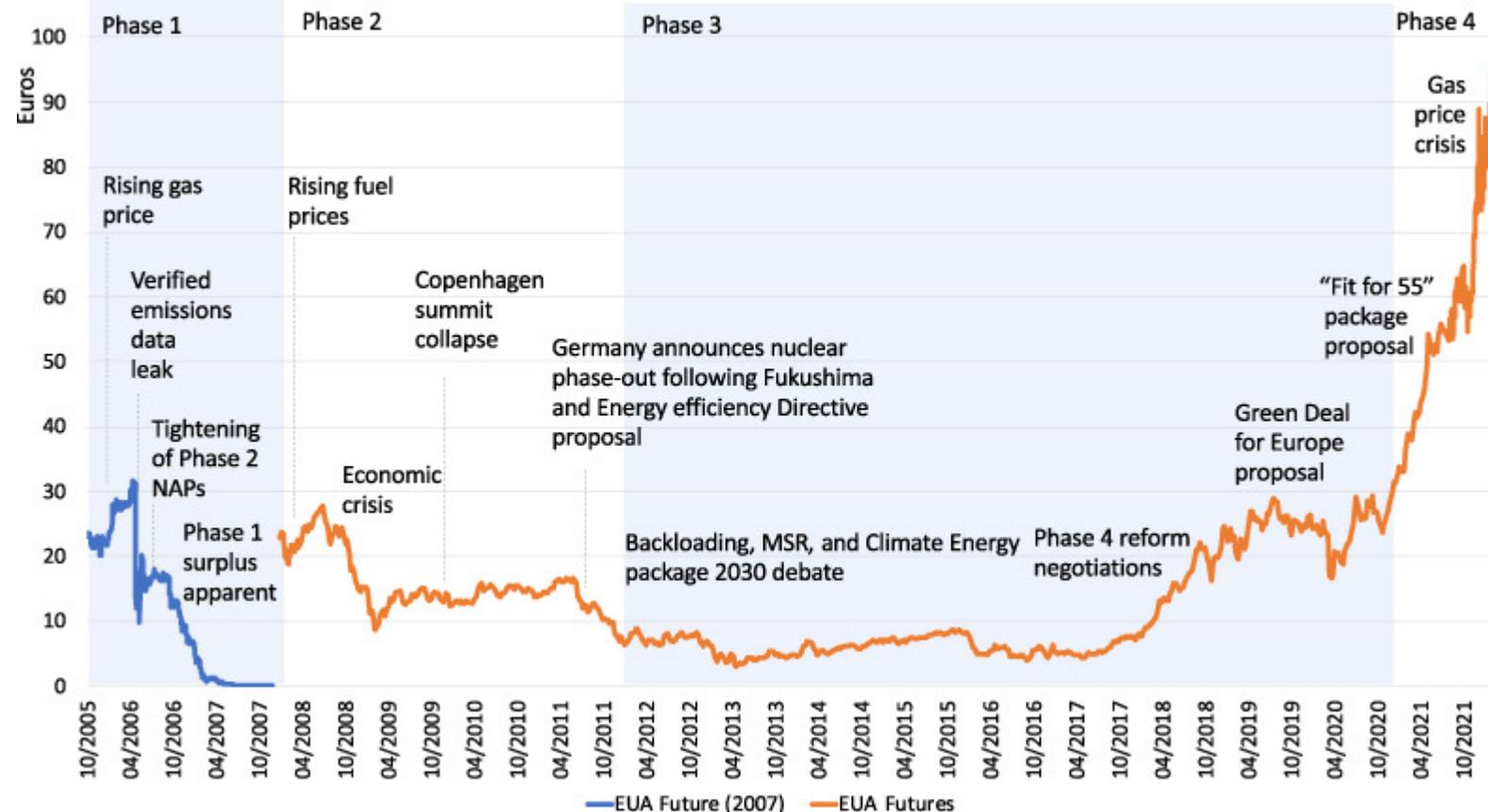


**Anreiz am grössten, wenn Zertifikate versteigert werden.
Auktionserlös ermöglicht zusätzliche Hebelwirkung :**

- zB. Geld für Carbon Removal,
- Beschleunigte Markteinführung klimafreundlicher Techniken, Forschung & Entwicklung
- Soziale Abfederung («Klimageld»)

Beispiel EU Emissionshandel für CO₂

Seit 2018: Marktstabilisierungsreserve und Vernichtung überschüssiger Zertifikate führt zu erhöhtem CO₂-Preis



Der EU Emissionshandel (ETS) funktionierte lange Zeit nicht wie erwartet. Er lieferte weder Anreize zur CO₂-Reduktion noch unterstützte er den Umstieg auf Wind- und Solarenergie, die Preise lagen zu tief (<10 Euro/Tonne CO₂, was zum Beispiel Kohlestrom um weniger als 1 Eurocent/kWh verteuerte).

Im Herbst 2015 beschloss die EU eine Reform. Bis 2021/22/23 verzehnfachten sich die CO₂-Preise.

Ab 2019 nimmt die Marktstabilitätsreserve (MSR) überschüssige Zertifikate vom Markt. Diese werden in Zeiten grösserer Knappheit (sehr hoher Preise) wieder zurückgegeben. Werden sie eine gewisse Zeit nicht verwendet, werden sie vernichtet, das heisst es gibt weniger Verschmutzungsrechte als zuvor und die Preise bleiben hoch.

Der Preis von 100 Euro pro Tonne verteuert 1 kWh Kohlestrom (= ca. 1 kg CO₂-Emission) um 10 Rappen.

Mit dem «Green Deal» will die EU als erster Kontinent bis 2050 klimaneutral werden. Schrittweise werden neuerdings auch Gas- und Ölimporte (Brenn und Treibstoffe) einbezogen.

Fossiler Strom & Stahlerzeugung wird so entscheidend verteuert, sodass nun selbst in osteuropäischen Ländern ein Boom von Solar- und Windkraft zu beobachten ist.

Die Stahlindustrie will inzwischen aktiv auf grünen Stahl umstellen, die Energie kommt aus Sonne und Wind statt aus Kohle.

Abgaben: Gebühren, Lenkungsabgaben, Förderabgaben

- **Gebühren (Entgelt für eine staatliche Leistung)**
 - Kehrichtsackgebühren,
 - Schwerverkehrsabgabe,
 - Gewässerschutzabgaben,
 - lärmspezifische Startgebühren,
 - vorgezogene Entsorgungsgebühren auf Batterien
- **Lenkungsabgaben (Senkung der externen Kosten)***
 - VOC-Abgabe
 - CO₂-Abgabe
- **Förderabgaben (Finanzierung von Schadensvermeidung)**
 - Schwerverkehrsabgabe LSVA/Neat,
 - Teilzweckbindung der CO₂-Abgabe: 1/3
Gebäudesanierungsprogramm,
 - Netzzuschlag zur Finanzierung von sauberem Strom
(Einmalvergütung, Marktprämie)

*Externe Kosten sind ungedeckte Schadenskosten, die zulasten Dritter auftreten, zum Beispiel Gesundheitsschäden beim Passivrauchen, Überschwemmungen durch die Klimaerwärmung usw.

Hohe Anreiz-Wirkung

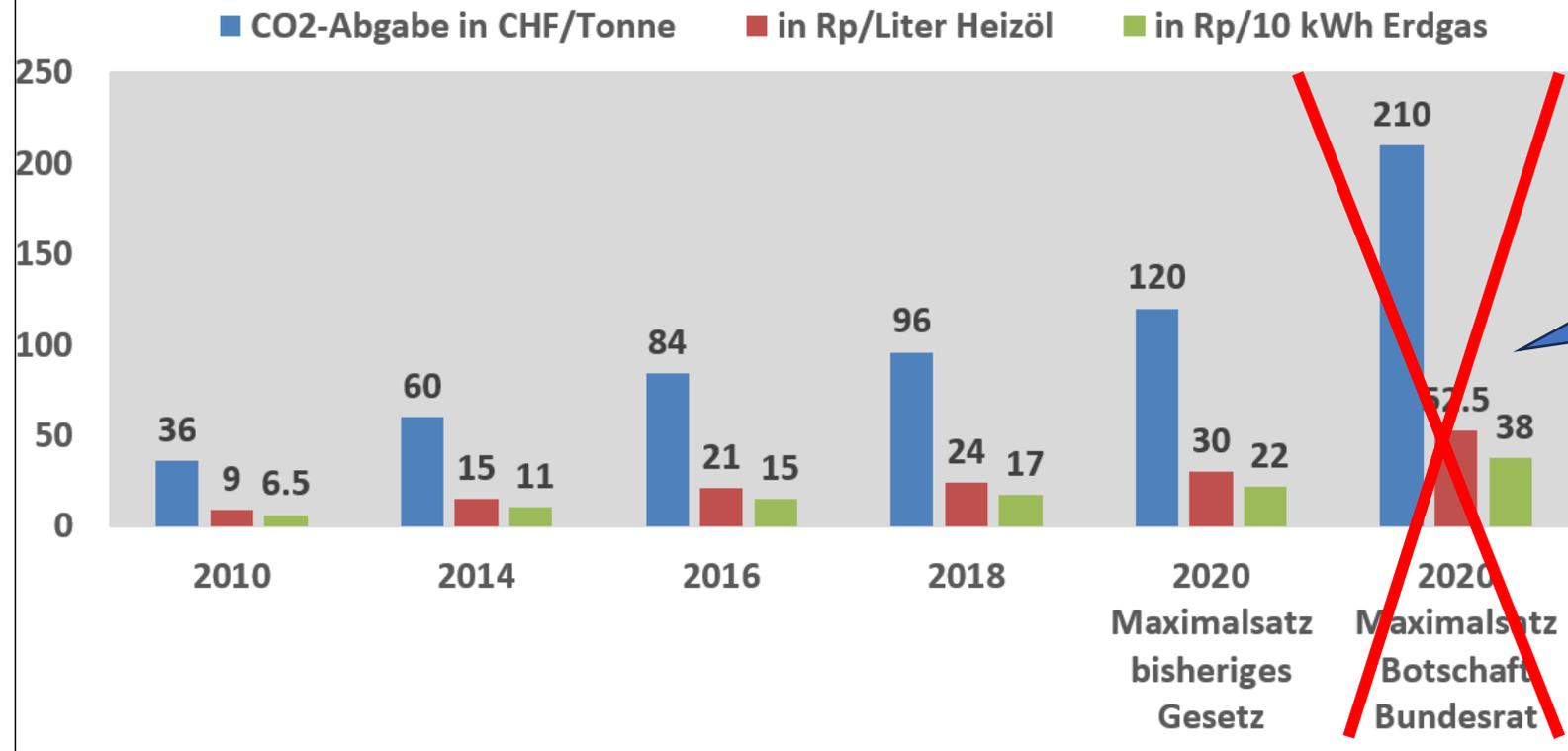
- Verteuerung von schädigendem Verhalten
- Innovationen belohnt, Emissionen gesenkt
- Hebeleffekt: es wird gespart, wo es am billigsten ist
- freiheitliches Modell: Flexibilität der Verursacher
- Intrinsische Motivation* hoch
- **Alternativen werden rentabel**
 - besonders gemischte Lenkungs-/Förderabgaben (Teil-Zweckbindung)
 - frachtbezogene Mechanismen möglich: Lenkungsabgabe steigt je nach Emissionsverlauf, abhängig vom Erreichen Reduktionsziel
- **Wichtige Stellschrauben**
 - Wer bekommt die Erträge bei Lenkungsabgaben
 - Was wird mit einer Förderabgabe finanziert?
 - Wie viel Rückerstattung aus einer Lenkungsabgabe?
 - Freibeträge/Abgabebefreiungen: gerechtfertigt?
 - Staatsquote steigend oder sinkend?
 - Erhaltung Wettbewerbsfähigkeit?
 - Befreiung von energie-intensiven Betrieben?

*Intrinsisch motiviert sind Menschen, die «freiwillig» Umweltschutz betreiben, zum Beispiel indem sie ihre Fenster sanieren, wenn die Energie verteuert wird. Wenn sie damit Geld sparen, tun sie es gerne.

CO2-Abgabe ab 2010

Verdoppelung auf >50 Rappen/Liter Heizöl 2021 abgelehnt

Entwicklung der CO2-Abgabe in der Schweiz



Abgelehnt in
Volksabstimmung
Juni 2021

Verstärkung durch Kombination:

Nicht Strafzahlung, sondern Vermeiden ist das Ziel,
Lernkurven verbilligen die Umstellung

Zunehmende Einschränkung des Entscheidungsspielraums

Information
und Beratung

Freiwillige
Vereinbarungen

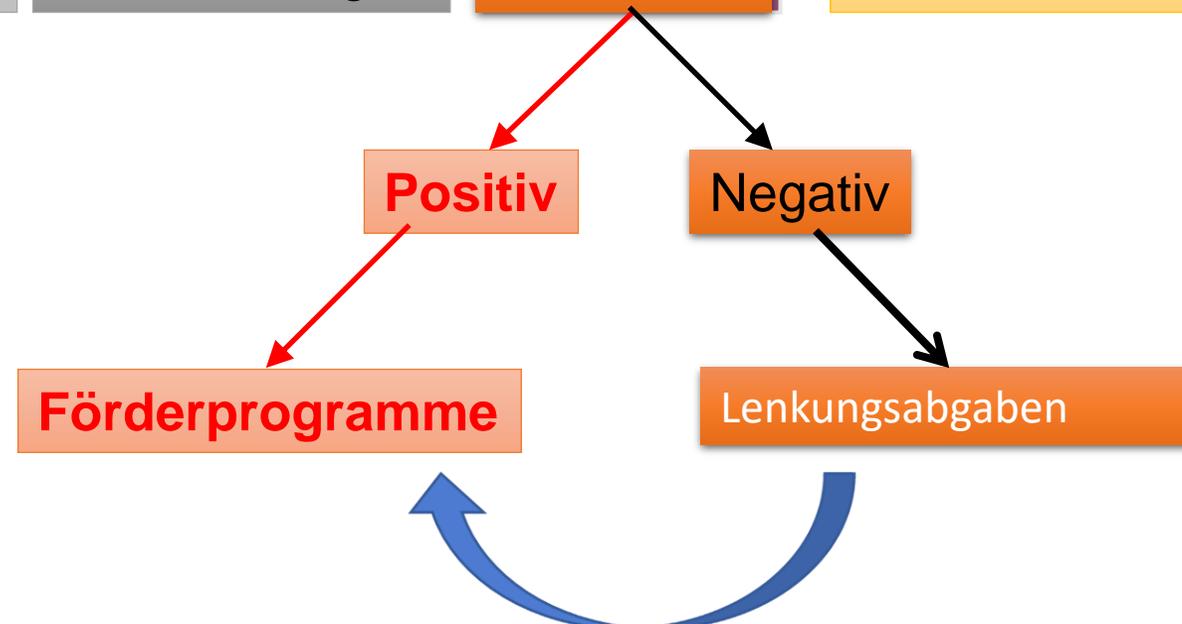
Finanzielle
Anreize

Regulatorische
Instrumente

Lenkung mit Teil-Zweckbindung (Bonus-Malus-Systeme) sind besonders wirksam!

Die Verwendungsseite der Abgabe verstärkt den Preiseffekt auf der Erhebungsseite durch zusätzliche Vermeidung!

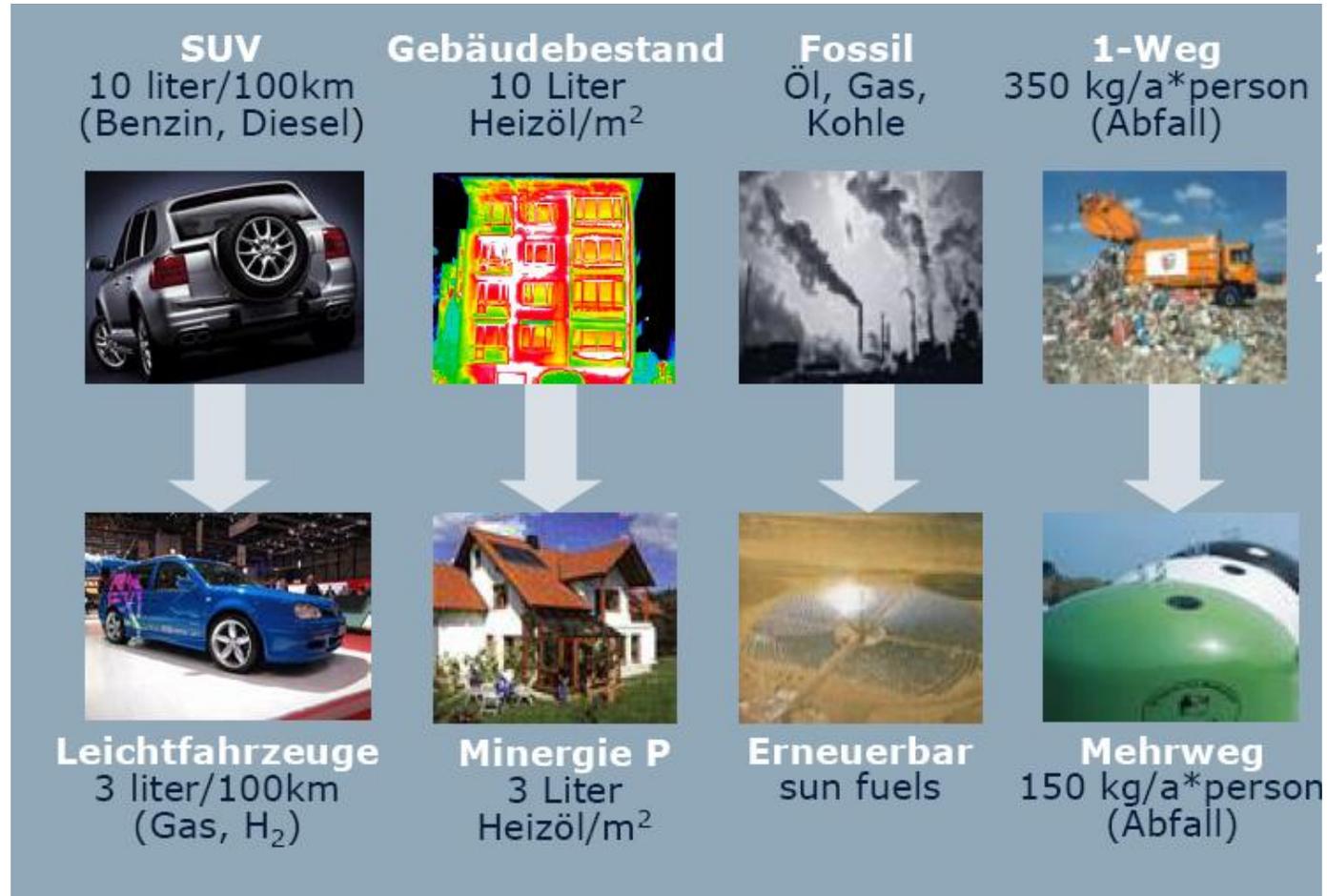
Beispiel CO2-Abgabe , Abnahmepreise für sauberen Strom



Übersicht

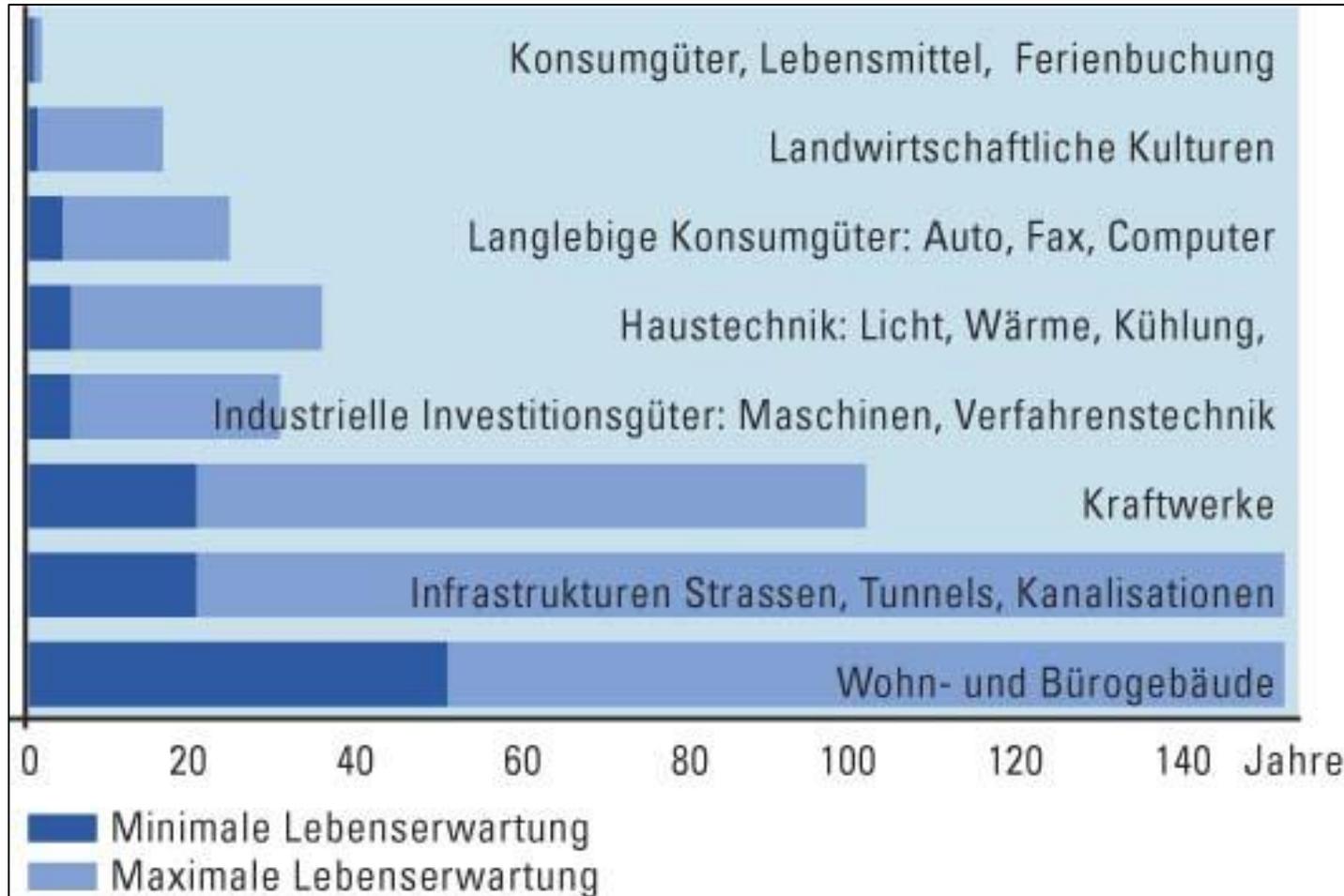
- Repetitorium der letzten Vorlesung
- Instrumente der Umwelt- und Klimapolitik
- **Effizienz: Potenziale, Instrumente, Hindernisse**
- Achtung: Rebound-Effekte

Better products – better standards



Effizienz manifestiert sich in neuen Produkten, aber es besteht eine unterschiedliche Trägheit:

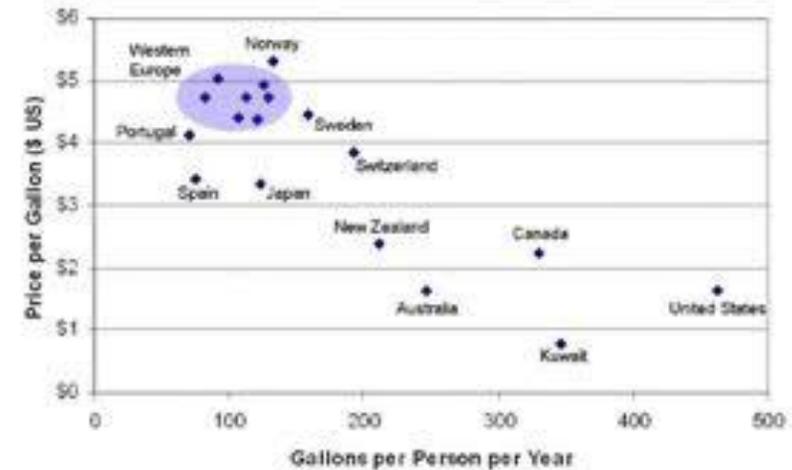
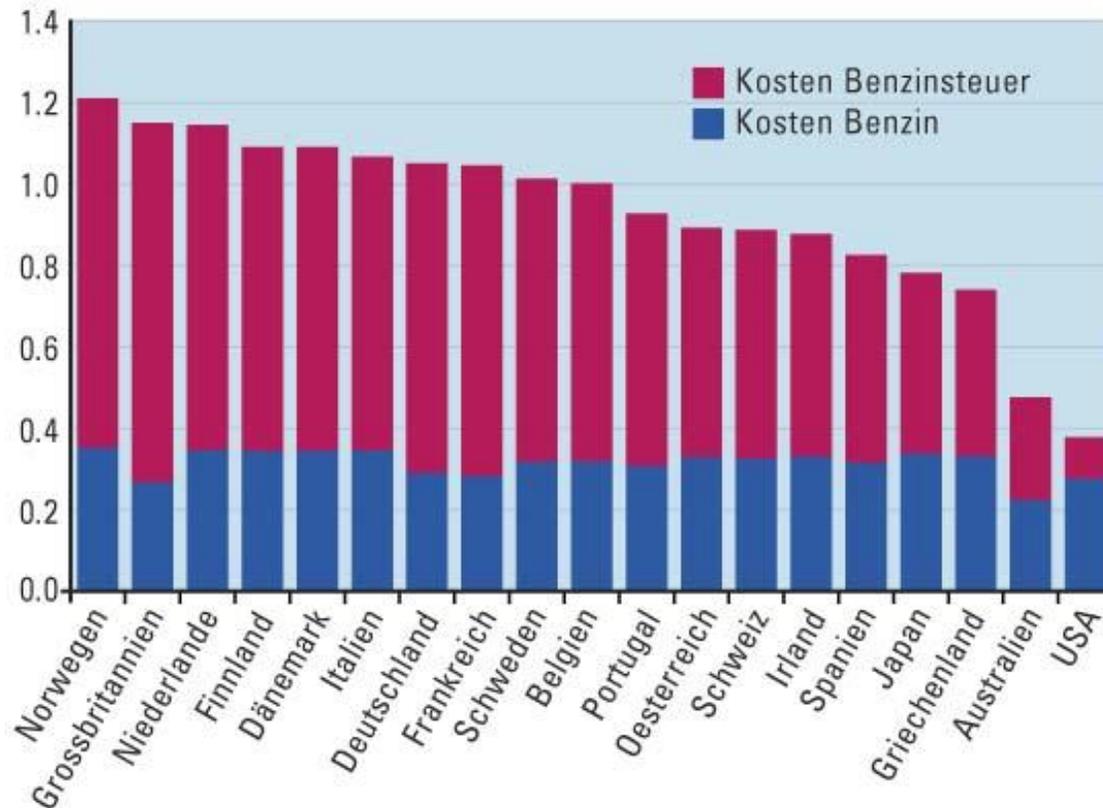
Konsum- und Investitionszyklen



Lenkungswirkung von Ersatzzyklen abhängig

Unterschiedliche Preisgestaltung, unterschiedliche Internalisierung externer Kosten: Beispiel Benzin

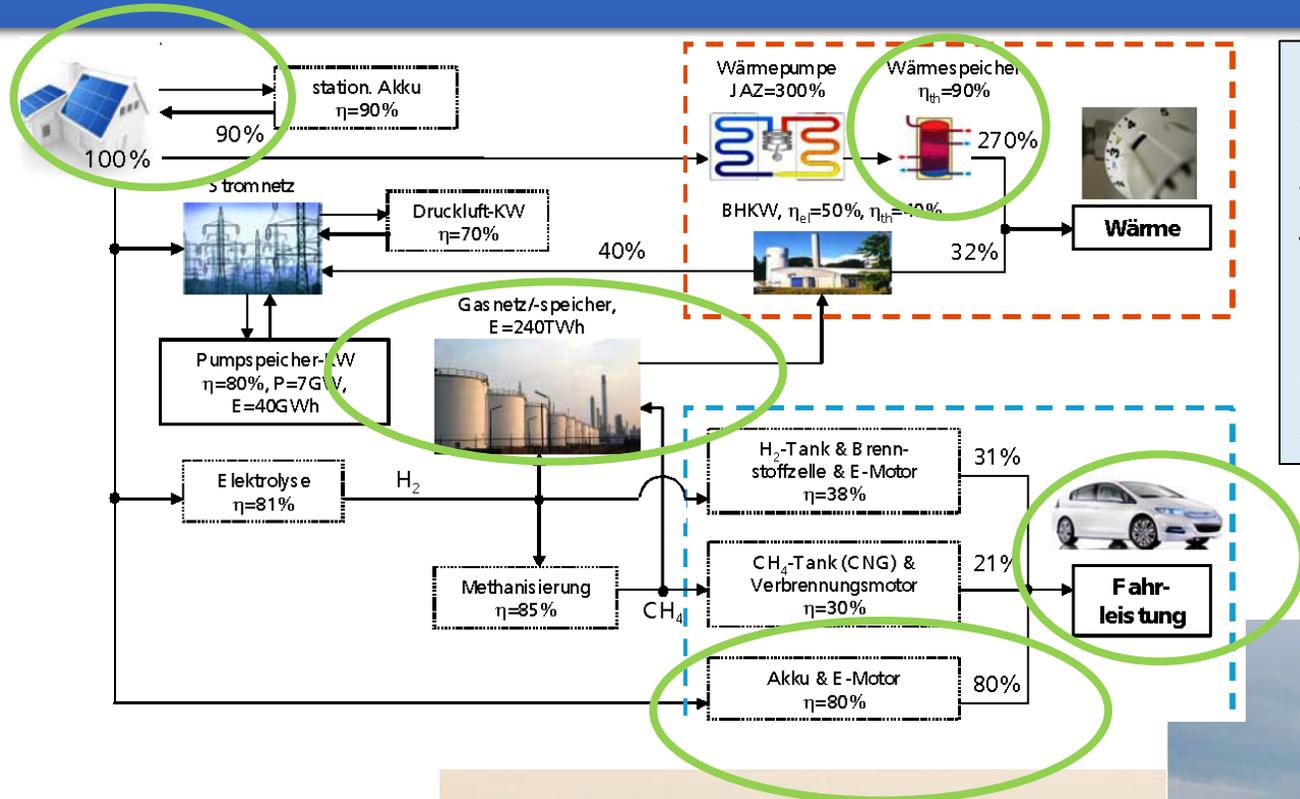
Schweiz auf dem drittletzten Platz in Europa. Folge des billigen Benzins: überdurchschnittlich schwere Fahrzeuge, hoher Verbrauch



The Encyclopedia of Earth: Policy responses to climate change (2012)

http://www.eoearth.org/article/Policy_responses_to_climate_change

Neue Handlungsspielräume: Speichern statt abregeln von witterungsabhängigen Energien



Effizienz am Beispiel Mobilität
Wege vermeiden/verkürzen/auf Schiene verlagern, auf EE umstellen, (elektrische Traktion/erneuerbarer Strom)

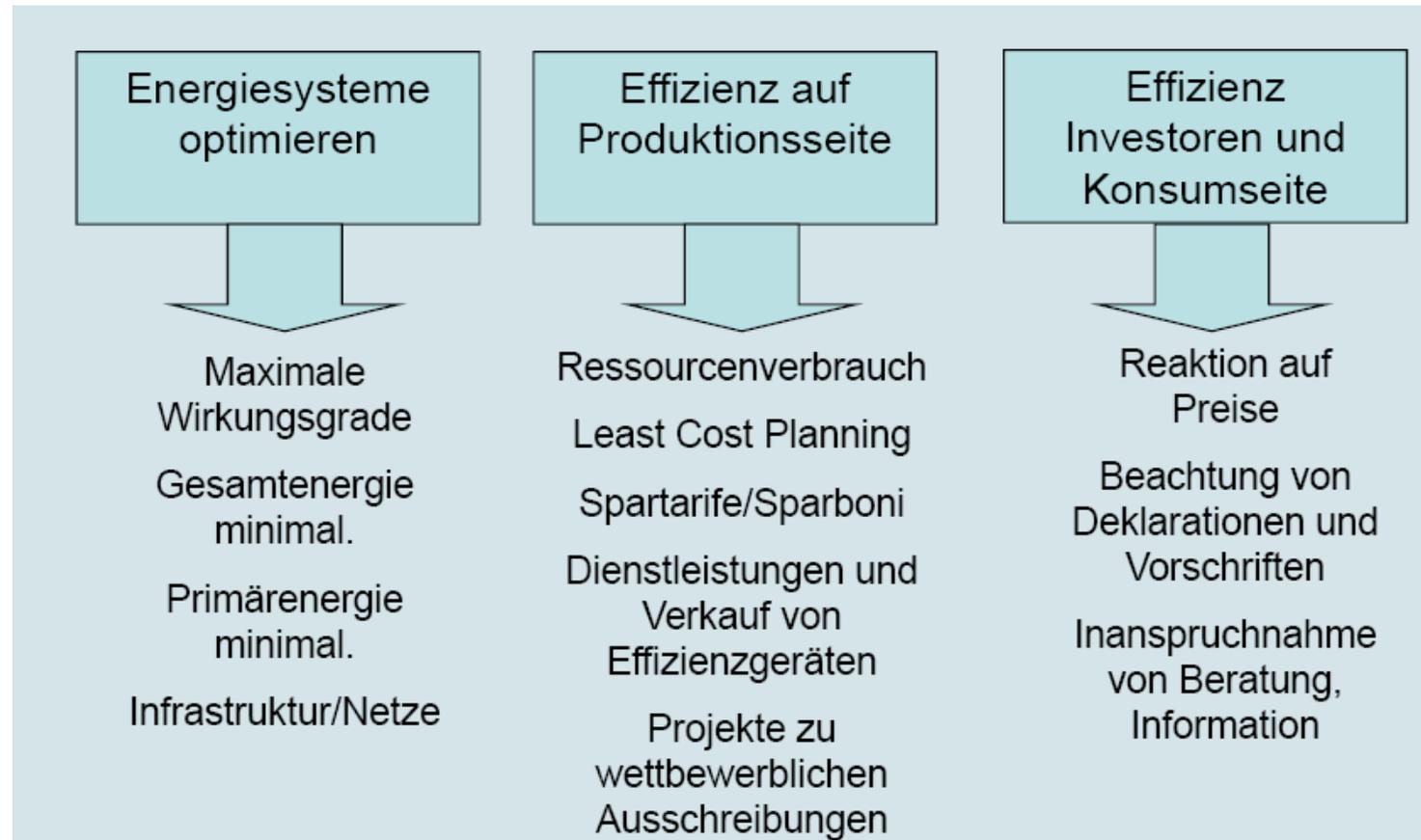
Speichermöglichkeiten gibt es in vielen Segmenten

Nissan Leaf



Visualisierung der neuen Zürcher S-Bahnen von Stadler Rail. In Realität werden die Züge aber nicht vier, sondern sechs Wagen haben.

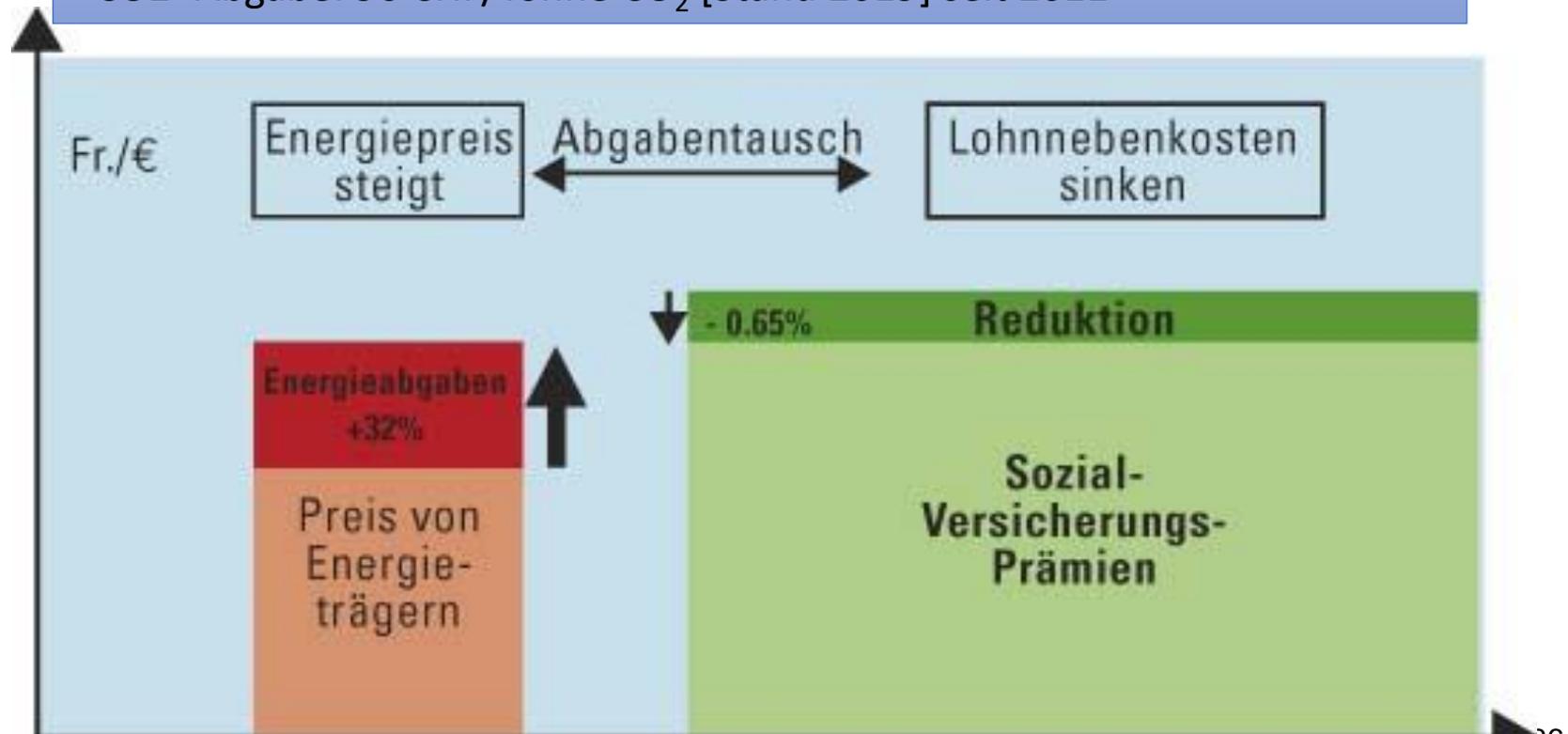
Verbesserung der Effizienz mit vielen Ansatzmöglichkeiten



Ökologische Steuerreform Beispiel Basel-Stadt: Lenkungsabgabe als Anreiz für Effizienz

Schädliches wird teurer, Steuern und Sozialabgaben sinken

- Lenkungsabgabe auf VOC-Emissionen (seit 2000)
- Lenkungsabgabe auf Strom ca. 5 Rp./kWh, in Basel-Stadt seit 1999
- CO₂- Abgabe: 96 CHF/Tonne CO₂ [Stand 2019] seit 2011



«Push-Elemente»:

Anbieter als Adressaten

Verbrauchsvorschriften

- **Geräte: Beleuchtung, Motoren, IT, Kühl- und Heizgeräte, Kaffeemaschinen, Strassenbeleuchtungen**
- **Fahrzeuge: 130 g CO₂/km, 95g/km angestrebt**
- **Gebäude: Beispiel MuKE n [Mustervorschriften der Kantone für den Energieverbrauch]**

Vorteile / Effekte / Nachteile von Vorschriften

- **Klare Ausgangslage für Produzenten/Importe/Konsument**
- **Sanktionsmöglichkeiten**
- **Belohnt innovative Produzenten – Qualitätsschub, verteuert Produkte meist nur wenig.**
- **spart Geld**

Problem: Altgeräte

«Pull-Elemente»: Nachfrager als Adressaten

- **Lenkungsabgaben:**
Beispiel CO₂-Abgabe Brennstoffe (Gebäude)
- **Steuerliche Anreize:**
zB. E-Fahrzeuge (Bonus-Malus-Systeme)
- **Tarife mit Sparanreizen:**
Spartarife ohne Grundpreis und Sparboni
- **Deklarationen und Best-Geräte-Standards:**
Energie- und Umweltetiketten, Minergie-Standards

Wirkung

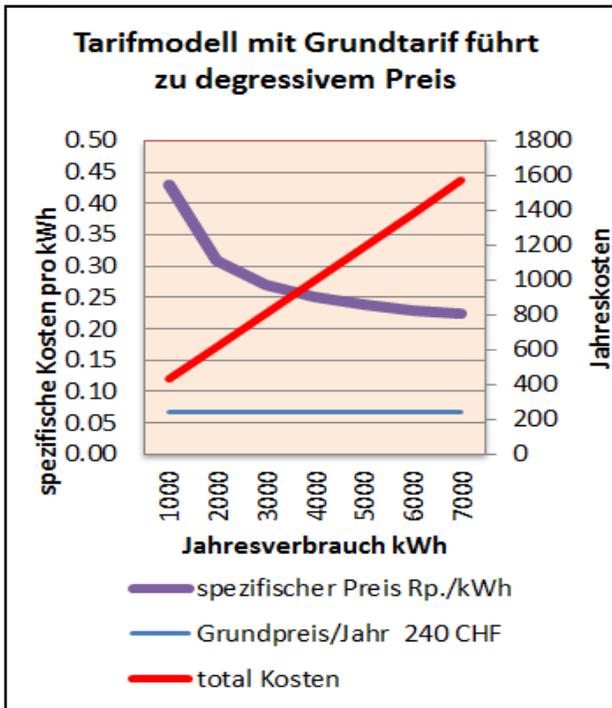
Anreize beeinflussen das Beschaffungsverhalten und die Investitionen über Preissignale,

Es schafft auch ein Klima der Innovation für Anbieter, was zur Reduktion der verbrauchten Mengen führen kann, Ersatz von Altanlagen beschleunigt und Wirtschaftlichkeit von erneuerbaren Energien verbessern kann.

Tarifstrukturen beeinflussen Verhalten

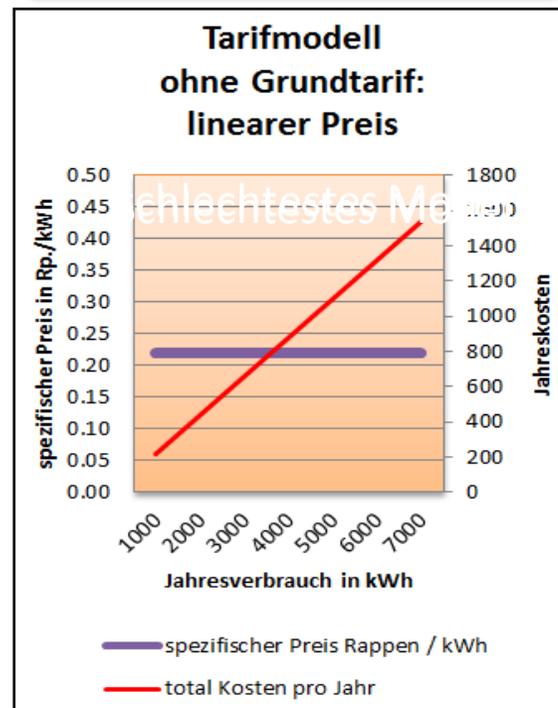
- 1) Stromtarife mit Grundpreis - 2) Stromtarife ohne Grundpreis -
- 3) Stromtarife ohne Grundpreis, mit Sockeltarif

Bestraft Effizienz



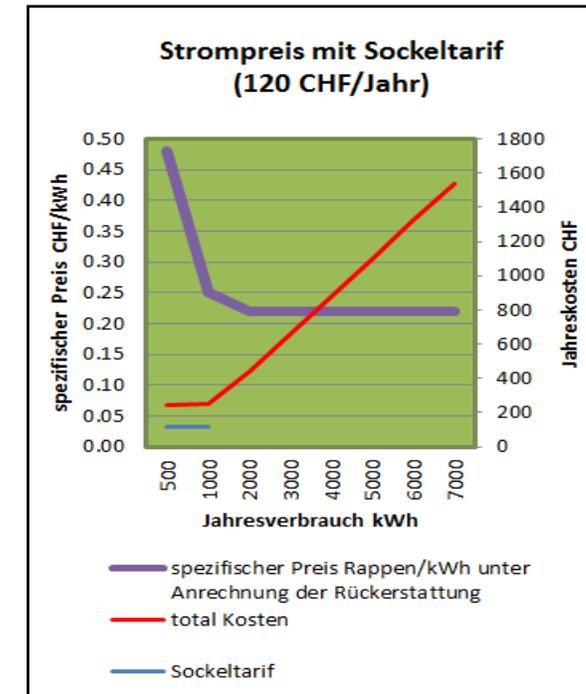
meistverwendet
Sparen und Eigenproduktion werden bestraft

Neutrales Modell



Beispiel: Lausanne
Sparen, Eigenproduktion führen nicht zu Aufpreis pro kWh

Belohnt Effizienz



Beispiel: Basel-Stadt: Lineare Lenkungsabgabe mit Rückerstattung belohnt Sparen & Eigenproduktion
Minimum fee zur Kostendeckung bei Kleinstverbräuchen

Effizienz im Stromsektor: Massnahmen-Katalog

- **Nicht-degressive Tarife pro kWh**
 - Keine Grundpreise, keine Leistungspreise
 - Verbot von Lockvogel-Angeboten
 - Knappheitsorientierte Tarife für Netz & Energie
- **Vorschriften**
 - A-Klasse/A++ für Geräte und Anlagen, **dynamisiert entlang der Technik**
- **Vorgeschriebene Eigenproduktion aus erneuerbaren Energien**
 - zB. auf und in Liegenschaften
 - Kann auch als Effizienz-Anreiz oder als Anreiz, Verbrauch witterungsspezifisch auszurichten
- **Lenkungsabgaben (Bsp. Basel-Stadt, Stromsteuer Deutschland), senkt payback-Zeit von Effizienzmassnahmen**
- **Förderabgaben und Effizienzrabatte**
 - Beispiel Stadt Zürich, Kanton Vaud, Basel-Stadt, GR
- **Abwrackprämien: zB. für Elektroheizungen, Strassenbeleuchtungen**
 - Grösster ineffizienter Einzelverbrauch in der CH (ca. 20% des Winterstroms)

Vorschriften des Bundes (Übersicht)

1. März 2021



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Faktenblatt: Energieeffizienzvorschriften für Elektrogeräte

Vorschriften ab dem 1. März 2021 <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/6495>

EnEV Anhang	Gerätekategorie	Vorschriften Schweiz	Vorschriften EU
1.1	Kühl-/Gefriergeräte mit 10 bis 1500 Liter Inhalt	EEI < 100 (Klasse E) Synchron mit EU-Vorschriften sind folgende Gerätetypen: - Eintürige Kühlgeräte (mit einem Verhältnis des Rauminhalts, des/der Drei-Sterne- oder Vier-Sterne-Fachs/-Fächer zum Gesamtrauminhalt von weniger als 0.18): EEI < 125 (Klasse F) - Weinlagerschränke (Klasse G) - Geräuscharme Kühlgeräte (Klasse G)	EEI < 125 (Klasse F) Vorschriften für andere Gerätetypen: - Weinlagerschränke: EEI < 155 oder 190 (je nach Gerätetyp, entspricht Klasse G) - Geräuscharme Kühlgeräte: EEI < 300, 375 oder 380 (je nach Gerätetyp, entspricht Klasse G)
1.2	Haushaltswaschmaschinen und Haushaaltswaschtrockner	Synchron mit EU-Vorschriften	EEI < 105 (Klasse G)
1.3	Haushaltswäschetrockner (Tumbler)	EEI < 42 (Klasse A+)	EEI < 76 (Klasse B)
1.4	Haushaltswaschtrockner	Aufgehoben	
1.5	Haushaltsgeschirrspüler	Synchron mit EU-Vorschriften	EEI < 63 (Klasse G)
1.6	Backöfen	Synchron mit EU-Vorschriften	EEI < 96 (Klasse A)
1.7	Dunstabzugshauben	Synchron mit EU-Vorschriften	EEI < 100 (Klasse D)
1.8	Staubsauger	Synchron mit EU-Vorschriften	Max. 43 kWh/Jahr, Eingangsleistung <900W. Keine Energieetikette

1.9	Haushaltlampen	Synchron mit EU-Vorschriften	Alle matten Lampen: Effizienzklasse A Alle klaren Lampen: Energieeffizienzklasse B, mit Ausnahmen
1.10	Leuchtstofflampen, Hochdruckentladungslampen, Vorschaltgeräte	Synchron mit EU-Vorschriften	Differenziert nach Lampentyp und Leistung (ergäbe separate Tabelle) Details sind in EG-Vo 245/2009
1.11	Gebündeltes Licht	Synchron mit EU-Vorschriften	Bsp.: Hochdruckentladungslampen: $EEL \leq 0.36$ (Klasse A) Leuchten, welche durch den Benutzer austauschbare Leuchtmittel enthalten, müssen mindestens mit Leuchtmitteln der Klasse A+ ausgeliefert werden.
1.12	Elektronischer Displays (Fernseher, Monitore und digitale Signage-Displays)	Synchron mit EU-Vorschriften	Displays mit Auflösung HD oder tiefer: $EEL < 0.9$ (Klasse F) Displays mit Auflösung UHD-4k: $EEL < 1.10$ (Klasse G)
1.13	Raumklimageräte	Synchron mit EU-Vorschriften	Bsp.: Einkanal, Kältemittel mit hohem Treibhausgaspotential, EER > 2.6 (Klasse A), COP > 2.04 (Klasse B)
1.14	Gewerbliche Kühltagschränke, Schnellkühler/-froster, Verflüssigungssätze und Prozesskühler	Synchron mit EU-Vorschriften	Bsp.: Gewerbliche Kühltagschränke, $EEL < 85$ (Klasse E)
1.15	Warmwasserbereitern, Warmwasser- und Wärmespeichern bis 400 kW oder 2000 Litern	Synchron mit EU-Vorschriften Ausnahme: Warmwasser- und Wärmespeicher bis und mit 500 Liter: Effizienzklasse B (anstelle C).	Warmwasserbereiter: EEI Klassen Anforderungen zwischen Klasse D und B von Lastprofil abhängig. Warmwasser- und Wärmespeichern: Klasse C.
1.16	Raumheizgeräte und Kombiheizgeräte	Synchron mit EU-Vorschriften Ausnahme: Die Energieetikette für Verbundanlagen wird nicht angewendet.	Vorschriften nicht mit EEI Konsistent. Anforderungen abhängig von der Art der Heizung. EEI Klassen Anforderungen unterschiedlich: von E für Elektroheizungen bis A++ für Niedertemperatur-Wärmepumpen. <small>42/5</small>
1.17	Raumlüftungsgeräte	Synchron mit EU-Vorschriften	Spezifischer Energieverbrauch (SEV) < 20 kWh/a m ² (Klasse D)
1.18	Einzelraumheizgeräte	Synchron mit EU-Vorschriften	Bsp.: Raumheizungs-Jahresnutzungsgrad von elektrischen Fußboden-Einzelraumheizgeräten: mindestens 38 %

1.19	Festbrennstoff-Einzelraumheizgeräte	Synchron mit EU-Vorschriften	Bsp.: Raumheizungs-Jahresnutzungsgrad von Festbrennstoff-Einzelraumheizgeräten mit offener Brennkammer: mindestens 30%
1.20	Festbrennstoffkessel	Synchron mit EU-Vorschriften	Bsp.: Raumheizungs-Jahresnutzungsgrad von Kesseln mit einer Nennwärmeleistung von 20 kW oder weniger: mindestens 75 %
1.21	Kühlgeräte mit Direktverkaufsfunktion	Synchron mit EU-Vorschriften Ausnahme : Getränkekühler sowie vertikale und kombinierte Kühlschränke resp. Gefriergeräte für Supermärkte: EEI < 80 (Klasse F)	EEI < 100 (Klasse G) Ausnahme: Speiseeis-Gefriermaschinen EEI < 80 (Klasse F)
2.1	Haushalts- und Bürogeräte im Bereitschafts- und Aus- Zustand	Synchron mit EU-Vorschriften	Max. Leistungsaufnahme im Aus-Modus 0.5 Watt und im Stand-by-Modus 1 Watt. Stromverbrauch im Zustand des vernetzten Bereitschaftsbetriebs (networked Standby): Max. 2W (vernetzte Geräte) oder 8W (vernetzte Geräte mit hoher Netzwerk-Verfügbarkeit)
2.2	Externe Stromversorgungsgeräte (Netzgeräte) bis 250 Watt	Synchron mit EU-Vorschriften	AC/DC Netzgeräte bis 49 Watt Nennleistung: Nulllast max. 0.1 Watt Über 49 Watt sowie AC/AC Netzgeräte: Nulllast max. 0.21 Watt Externe Mehrspannungsnetzteile: Nulllast max. 0.3W Mindestwirkungsgrad abhängig von Leistung, steigend bis 88 % (für 1W = 66%)
2.3	Computer und Server	Synchron mit EU-Vorschriften	Bsp.: - Desktop-Computer der Kategorie A, max. 94 kWh/Jahr - Laptop-Computer der Kategorie A, max 36 kWh/Jahr
2.4	Komplexe Set-Top Boxen Einfache Set-Top Boxen	Bezug auf Branchenvereinbarung. Anforderungen an den Standby-Verbrauch Synchron mit EU-Vorschriften	Keine Vorschriften, Branchenvereinbarung. Komplexe Set-Top Boxen gelten als „vernetzte Geräte“ im Sinne der Anforderungen an den Standby-Verbrauch Betrieb 5W, Standby 0.5W
2.5	Haushaltskochfelder	Synchron mit EU-Vorschriften	EEI < 195

2.6	Ventilatoren	Synchron mit EU-Vorschriften	Bsp.: Axial, statisch, N > 40
2.7	Elektrische Normmotoren 0.75 bis 375 kW	Synchron mit EU-Vorschriften	Energieeffizienzklasse IE3 für grosse Motoren (0.75 - 375 kW) oder IE2 mit variabler Motorsteuerung
2.8	Umwälzpumpen	Synchron mit EU-Vorschriften	EEI ≤ 0.23
2.9	Wasserpumpen	Synchron mit EU-Vorschriften	MEI = 0.4
2.10	Transformatoren	Synchron mit EU-Vorschriften	Bsp. : Höchste Kurzschlussverluste für dreiphasige flüssigkeitsge- füllte Mittelleistungstransformatoren mit einer Wicklung mit Um ≤ 24 kV und einer mit Um ≤ 3.6 kV, Nennleistung von 50 kVA: 1100 W
2.11	Luftheizungsprodukte, Kühlungsprodukte, Pro- zesskühler mit hoher Be- triebstemperatur und Ge- bläsekonvektoren	Synchron mit EU-Vorschriften	<p>Mindestanforderungen an den Raumheizungs- Jahresnutzungsgrad von Luftheizungsprodukten: 31% ~ 137%, je nach Gerätetyp.</p> <p>Mindestanforderungen an den Raumkühlungs- Jahresnutzungsgrad von Kühlungsprodukten: 138% ~ 272%, je nach Gerätetyp.</p> <p>Jahresarbeitszahl (SEPR) von Prozesskühlern mit hoher Betriebs- temperatur: 5 ~ 8.5, je nach Gerätetyp.</p>
2.12	Server und Datenspei- cherprodukte	Synchron mit EU-Vorschriften	<p>Bsp.: Blade- oder Multi-Node-Server (ohne zusätzliche Kompo- nenten)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Leistung im Leerlaufzustand, Pidle: Max. 40W - Mindesteffizienz im Aktivzustand, Effserver: Min. 8
2.13	Schweissgeräte	Synchron mit EU-Vorschriften	<p>Ab 1. Januar 2023:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Maximale Leistungsaufnahme im Leerlaufzustand: 50W
3.2	Kaffeemaschinen	Energieetikette obligatorisch	Keine Vorschriften

Vorschriften, welche am 1. Juli 2021 in Kraft treten

EnEV Anhang	Gerätekategorie	Vorschriften Schweiz	Vorschriften EU
2.7	Motoren und Frequenzumrichter	Synchron mit EU-Vorschriften	Motoren von 0.12 kW – 0.75 kW: Energieeffizienzklasse IE2 Motoren von 0.75 kW – 1000 kW: Energieeffizienzklasse IE3 Frequenzumrichter: Energieeffizienzklasse IE2

Vorschriften, welche am 1. September 2021 in Kraft treten

EnEV Anhang	Gerätekategorie	Vorschriften Schweiz	Vorschriften EU
1.9	Haushaltlampen	Aufgehoben	Aufgehoben
1.10	Leuchtstofflampen, Hochdruckentladungslampen, Vorschaltgeräte		
1.11	Gebündeltes Licht		
1.22	Lichtquellen und separate Betriebsgeräte	Synchron mit EU-Vorschriften	Differenziert nach Lampentyp und Lichtstrom. Details sind in der Verordnung (EU) 2019/2020

Das Faktenblatt vermittelt eine Übersicht. Für die genauen Anforderungen sind die jeweiligen Gesetzes- und Verordnungstexte massgebend. Alle Details, einschließlich den Verweisen zur Energieeffizienzverordnung EnEV und zu den EU-Verordnungen, auf welche sich die EnEV bezieht, sind unter <https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/effizienz.html> zu finden.

Fortschritte dank Vorschriften (ab 2000)

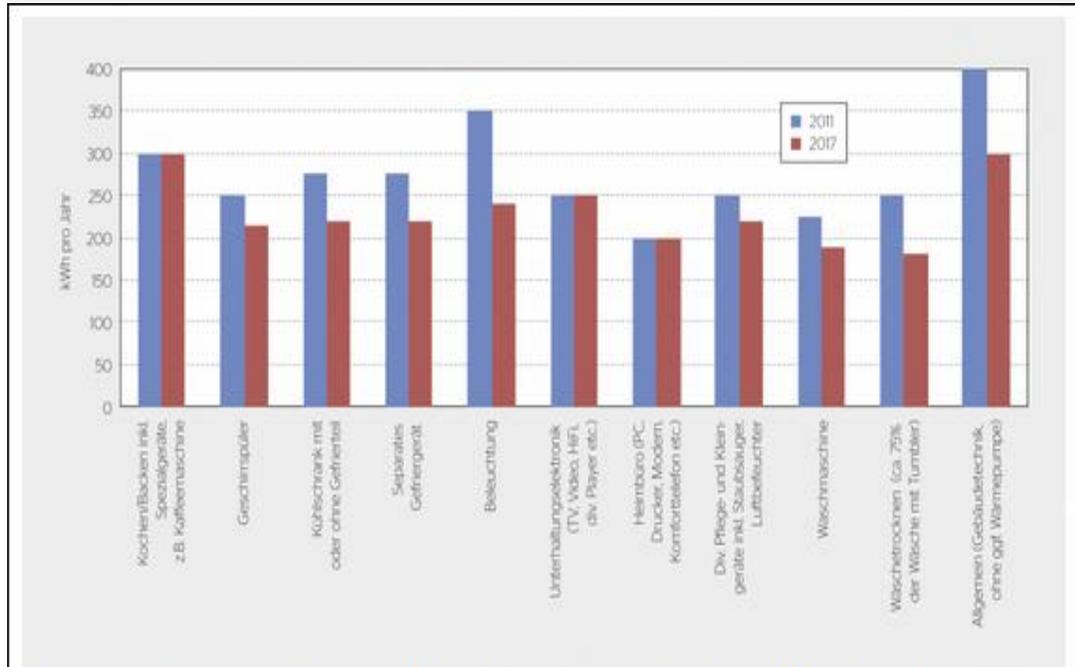


Bild 3 Stromverbrauchswerte nach Anwendung, Annahmen für den typischen Haushalt-Stromverbrauch 2017 und 2011 ([3]), 2-Personenhaushalt in MFH.

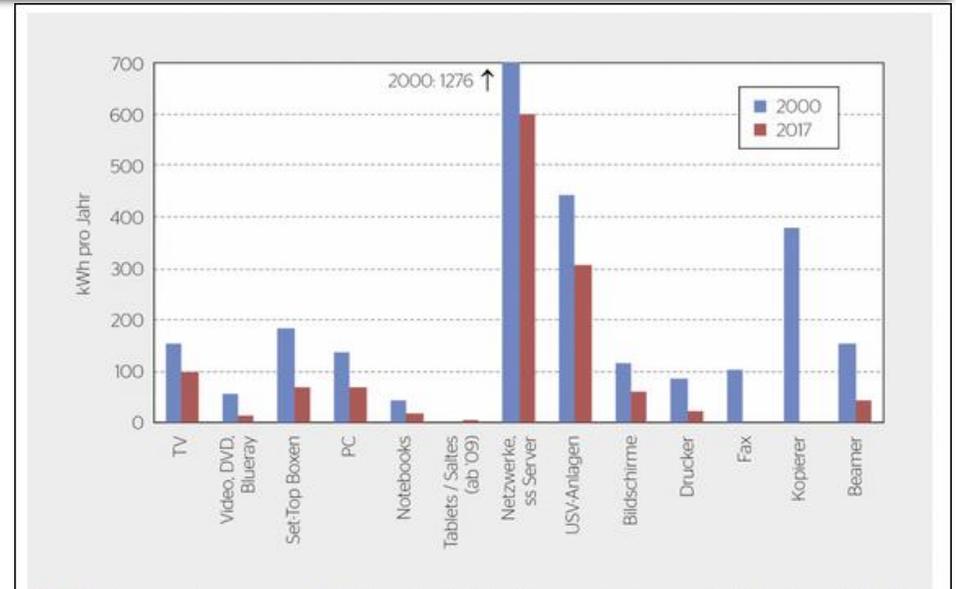


Bild 4 Stromverbrauch pro Elektronik-Gerät, Durchschnittswerte 2000 und 2017, inkl. gewerbliche Nutzungen. Quelle [2].

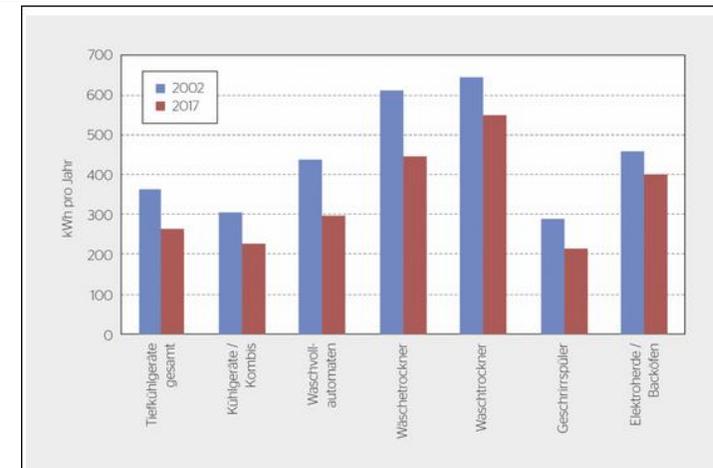


Bild 5 Stromverbrauch pro (Haushalt-) Gerät, Durchschnittswerte 2002 und 2017. Quelle [2].

Jürg Nipkow: Haushalt-Stromverbrauch gesunken, VSE-bulletin.ch 8/2019, Seite 37

<https://www.bulletin.ch/de/news-detail/haushalt-stromverbrauch-gesunken.html>

«Seit etwa zehn Jahren nimmt der Stromverbrauch der Schweizer Haushalte ab, sowohl pro typischen Haushalt als auch – trotz steigender Anzahl Haushalte – gesamthaft. Wie oben beschrieben, sind noch beträchtliche Effizienzpotenziale auszuschöpfen; zudem werden sich einige Effizienz-Effekte erst nach und nach stärker im typischen Haushalt-Stromverbrauch niederschlagen, weil die Geräte erst nach Ablauf ihrer Lebensdauer ersetzt werden.»

Verharrungskräfte trotz Wirtschaftlichkeit: Wodurch wird Effizienz behindert?

1. Keine Betrachtung über den Lebenszyklus;
 - höhere Anfangsinvestitionen werden nicht akzeptiert, unabhängig von den verringerten Betriebskosten
2. Trennung Eigentümer und Nutzer
 - Mieter bezahlen die Rechnung, Vermieter investiert nicht.
3. Informationsmangel: Rentabilität nicht bekannt (Hauseigentümer)
4. Liquiditätsmangel: geringes Einkommen oder Vermögen
5. Ersatzzyklen werden nicht beachtet
6. Altgeräte dienen als Zweitgeräte (TV im Kinderzimmer).
7. Kompetenzkonflikte (Bund, Kanton, Gemeinde)

Wie erreichen wir mehr Effizienz?

- **Diffusionsdynamik beachten: Zeitfaktor ist wichtig**
 - Erneuerungszyklen berücksichtigen
 - Ersatzbeschaffungen anpeilen!
 - Innovationen brauchen Qualitätssicherung: **messen und darüber reden!**
 - Kontinuität, keine Strohfeuer bei Anreizen!
- **Transaktionskosten senken – mittels Transparenz**
 - Labels, technische Standards, elektronische Entscheidungshilfen, Informationsstellen, Fortbildung, Beratungsstellen
- **Effizienzpolitik ist auch Materialeffizienz**
 - Graue Energie beachten,
 - Ökobilanzen aktualisieren,
 - Recycling durchsetzen

Eine nachhaltige Energieversorgung steht auf mehreren Säulen

effizient
+ erneuerbar
+ diversifiziert
+ vernetzt
+ mit Speichern
= sichere Versorgung

Energieeffizienz

A-Klasse für alle Neugeräte /
Fahrzeuge / Anlagen
Lenkungsabgaben/
Förderabgaben
Sanierungsprogramme für
Altbauten/Altanlagen

Erneuerbare Energien im In- und Ausland

Wasserkraft Modernisierung
Windkraft im In- und Ausland
Biogas
Biomasse
Sonne thermisch
Solarstrom
Solarstrom alpin
Geothermie
Umgebungswärme

Vernetzung und Speicher

Bessere Vernetzung,
europaweit Speicherkraftwerke
Pumpspeicher
Batterien
Biomasse als Reserve
Diversifikation der erneuerbaren
Energien als
Ausgleichsmaßnahme (tages-
und jahreszeitlich)

Übersicht

- Repetitorium der letzten Vorlesung
- Instrumente der Umwelt- und Klimapolitik
- Effizienz: Potenziale, Instrumente, Hindernisse
- **Rebound-Effekte**

Was ist ein Rebound-Effekt?

- Phänomen, demgemäss mehr Energieeffizienz lediglich **unterproportionale Energieeinsparungen** bewirken.
- Der realisierte Umweltnutzen ist niedriger als der erwartete Nutzen.

Jevons Paradoxon: Effizienz führt zu Mehrverbrauch

William Stanley Jevons (1835-1882)

«*technologischer Fortschritt, der die effizientere Nutzung eines Rohstoffes erlaubt, führt letztlich zu einer erhöhten Nutzung dieses Rohstoffes ..., anstatt sie zu senken...»*

- **Rebound tritt auf, wenn der Konsum wegen Einkommens- und Preiseffekten ansteigt.**
- **Rebound wird typischerweise in % der ingenieurwissenschaftlich erwarteten Einsparungen ausgedrückt.**
 - **Beispiel: LED senkt Verbrauch um 80%, Mehrbeleuchtung führt aber nur zu 40% Einsparung.**
 - **Rebound-Effekt ist 50%**
- **Wenn der Rebound-Effekt > 100 % beträgt, so spricht man von "backfire".**

Effizientere Bereitstellung kann Strompreis senken und Nachfrage erhöhen



Beispiele Rebound-Effekt

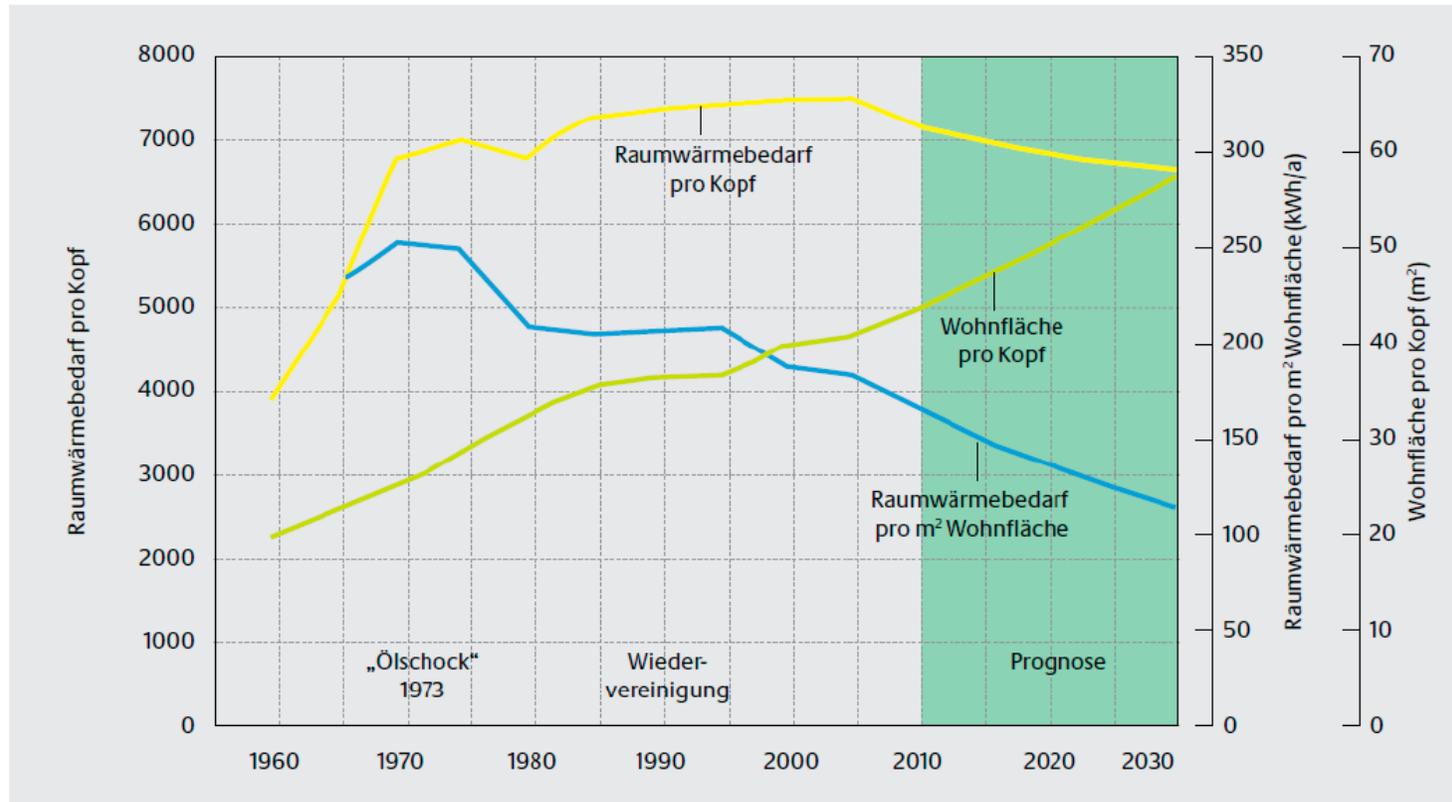
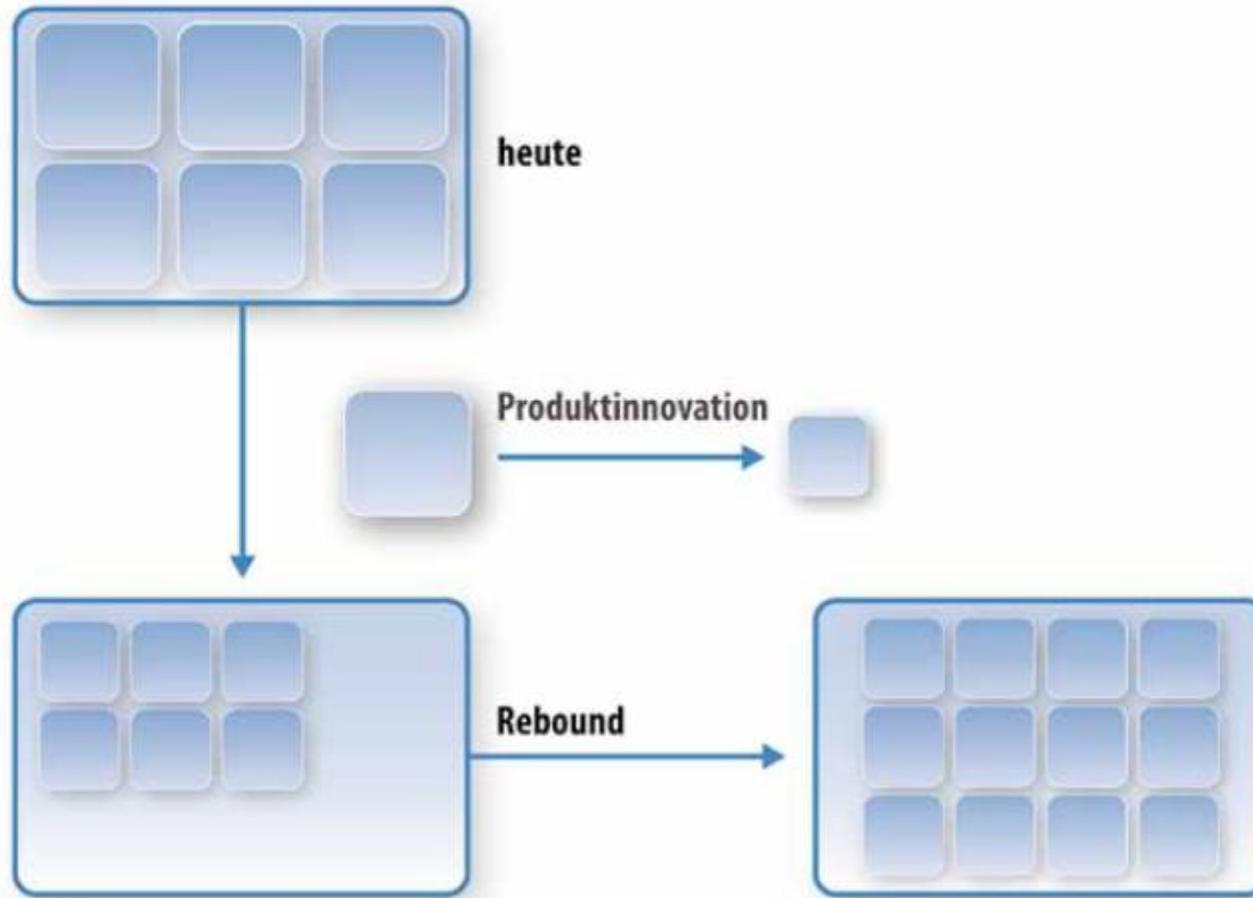


Abbildung 2: Wohnfläche und Wärmebedarf in Deutschland

Quelle der Abbildung: BMWI (2011). Abbildung dort entlehnt aus: Ebert et al. (2010)

Wie funktioniert der Rebound-Effekt?



Rebound-Effekt: Beispiel energieeffizientes Auto

- **Einkommenseffekt:**

- Für die gleiche Anzahl gefahrener Kilometer reduzieren sich die monatlichen Benzinkosten, also kann ich mit dem gesparten Geld weiter fahren.

- **Substitutionseffekt:**

- Der Produktionsfaktor Auto wird produktiver (billiger, schneller) verglichen mit anderen Produktionsfaktoren, zB. Eisenbahn (Faktorzuwachs)

- **Preiseffekt**

- (dynamischer Ausgleich Angebot + Nachfrage):
- geringerer Energiebedarf für Autos verursacht niedrigere Nachfrage nach Energie, was preissenkend wirkt, also werden zB. Flüge billiger.

Weitere Rebound-Effekte

- **Psychologische Rebound-Effekte:**

- «Jetzt hab ich so ein sparsames Auto, also darf damit auch öfters fahren»: moral-hazard-Effekt/ zusätzlicher Mehrkonsum
- «Nun habe ich eine sparsame Lampe, also kann ich sie auch mal brennen lassen: Moral-Leaking-Effekt/nicht intendierter, aber tolerierter Mehrkonsum
- Ökologische Produkte (ENERGIE-PLUS-HAUS) erleichtern den Konsum von unökologischen Produkten (zB. Fernreisen mit Flugzeug): «ich wohne so sparsam, also darf ich öfter weit raus»: Moral-Licensing-Effekt

- **Neue-Märkte-Effekt:**

- Neue sparsamere Autos (zB. Elektroautos) erfordern eine völlig neue Infrastruktur (Stromtankstellen usw.)

- **Embodied-Energy-Effekt**

- Neue Produkte, zB. sparsame Kühlschränke, erfordern mehr Material (graue Energie)

Weshalb ist Effizienzpolitik trotz Rebound sinnvoll?

- **Effizienz erhöht Handlungsspielräume**
(zB. Befriedigung der basic needs mit weniger Umweltauswirkungen)
- **Es gibt natürliche Sättigungsgrenzen**
 - Man braucht nur einen Kühlschrank, einen Boiler, ein Vollbad pro Woche
 - Der Tag hat nur 24 Stunden
- **Menschen können vernünftig handeln:**
 - umweltsensibel und innovativ
 - Umweltschutz und sparsames Verhalten als kulturelle Errungenschaften
- **Dank Verbesserung der Effizienz steigt die Akzeptanz von weitergehenden Massnahmen [«Nutzen bleibt erhalten»].**

Schlussfolgerungen

Effizienzpolitik, Rebound & Nachhaltigkeit

- 1. Nachhaltigkeitsziele (zum Beispiel netto-null CO₂) sind mit Effizienzmassnahmen allein nicht erreichbar.**
- 2. Faustregel: nur die Hälfte der Effizienzgewinne wird auch gespart.**
Rebound-Effekte muss man berücksichtigen
- 3. Energieeffizienz sollten wir als Mittel verstehen, nicht als Ziel.**
Deshalb zielführende Konzepte verwenden: critical load, Vorsorgeprinzip, Verursacherprinzip, Immissionsgrenzwerte
- 4. Ziel bleibt die Reduktion der Umweltbelastung**
 - Rest-Emissionen ersetzen/verteuern/begrenzen/bewirtschaften
 - Inputs qualitativ verbessern: erneuerbar statt fossil/nuklear
 - Dynamische Instrumente wählen, die Anreize für Innovationen setzen