

CO₂ – Spick

Prof. Dr. Hubert Kirrmann, 2021-01-07

CO₂ ist das Wichtigste der Treibhausgase, welche die Erde erwärmen, die anderen werden hier als CO₂-Äquivalente mit erfasst. Eine Reduktion des CO₂ Ausstosses wird von keiner politischen Partei bestritten. Es ergeben sich verbindliche und erreichbare Ziele für den CO₂ Ausstoss aus dem CO₂-Gesetz 2011, aus dem Pariser Abkommen 2016 und aus der laufenden Revision des CO₂ Gesetzes.

Man soll sich für die Einhaltung dieser gesetzlichen Ziele einsetzen, denn sie werden heute nicht erreicht und die Instrumente fehlen, um die Ziele durchzusetzen. Ziele wie „0% CO₂ bis 2050“, die nicht zu erreichen sind, schaden mehr als nützen. Die „2000W-Gesellschaft“ (ein loser Bund von Gemeinden) strebt 1 Tonne CO₂ / Kopf / Jahr für das Jahr 2100 an, mit einem verfolgbaren Absenkpfad.

1 CO₂ Produktion bei der Energieerzeugung

CO₂ entsteht bei der Verbrennung von karbonhaltigen Stoffen.

Heizöl/Diesel	2,65 kg CO ₂ / Liter	0,28 kg CO ₂ / kWh (Heizwert)
Benzin	2,32 kg CO ₂ / Liter	0,25 kg CO ₂ / kWh (Heizwert)
Erdgas (Methan)	2,79 kg CO ₂ / Kilogramm	0,23 kg CO ₂ / kWh (Heizwert)

Wenn ein Auto 10 Liter Benzin verbraucht, entweichen 22 kg CO₂ in die Luft.

Ausserdem entsteht CO₂ bei chemischen Prozessen, z.B. Eisengewinnung $FeO_2 + C = Fe + CO_2$

Bei der Produktion von Elektrizität werden fixe CO₂-Kosten von den CO₂-Produktionskosten unterschieden.

Quelle	Fixkosten (kg/W)	Varkosten (g/kWh)	g/kWh über Leben	Lastfaktor
Wasserkraft	0.5	0	10-13	0.9
Wind on shore	0.6	0	17.7	0.6
Wind off-shore	0.5	0	5	0.3
Photovoltaik	0.625	0	32	0,1
Biogas	-	0	11	
Biomasse	-	0	14-41	
Geothermie	-	0	38	0.8
Kernkraft	0.01	6	12	0.95
Gas-und-Dampf	0.01	398	418	.4
Oel	-	650	750	.5
Kohlekraftwerk	-	800	830	.95
Braunkohlekraftwerk	-	1000	1075	.95

2 Situation 2019

Der durchschnittliche CO₂-Ausstoss pro Einwohner der Schweiz 2017 ist 6 Tonnen (ETH Studie, Bild 1). Dabei wird die graue (importierte) CO₂ Last eingerechnet.

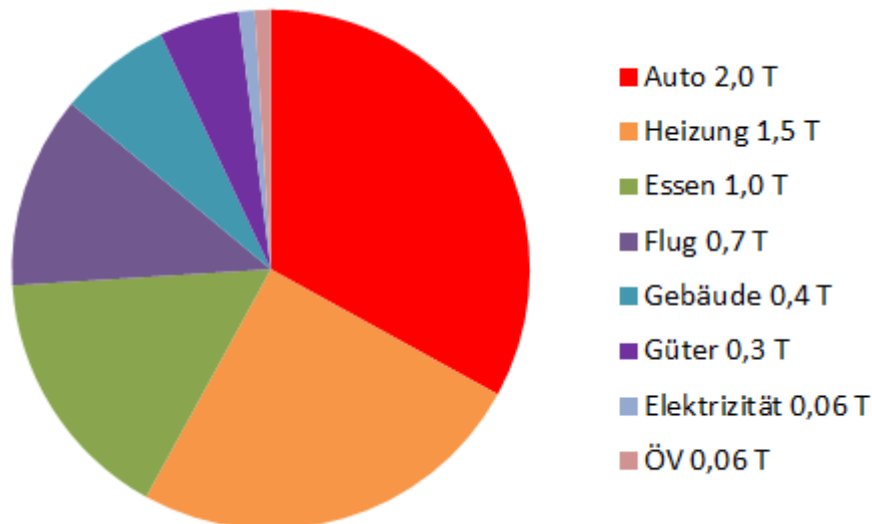


Bild 1: CO₂-Last pro Person in der Schweiz

Es gibt beträchtliche Unterschiede zwischen Gemeinden und Einkommensklassen. In Baden waren 2007 für die CO₂ Emissionen verantwortlich: Wirtschaft 42%, Verkehr 33% und Haushalte 25%. Bemerkenswert für die Schweiz ist der tiefe Anteil des ÖV (es zählen nur Busse und Postautos) und der Elektrizität, sowie der hohe Anteil für Flüge.

3 CO₂ Emissionshandel

Dieses in Kyoto 1997 abgeschlossene internationale Abkommen – die Schweiz hat es nicht ratifiziert aber eingehalten – sieht ein Emissionshandel für CO₂ vor. Der Aufpreis ist zu bescheiden, um ernsthaft die fossilen Brennstoffen zu begrenzen, aber es erhöht die Brenn- und Treibstoffpreise etwas. Es wird gehofft, dass dieser Handel in Schwung kommt.

4 CO₂-Gesetz 2011 (SR 641.71) und CO₂-Abgabe (Abkommen von Kyoto)

Das CO₂-Gesetz von 2011 ist die Grundlage der heutigen CO₂-Abgabe.

Art. 1 Ziel: (Klimakonferenz Kyoto 1997) - den globalen Temperaturanstieg auf 2°C beschränken.

Art. 3 Reduktionsziel: gegenüber 1990 CO₂ Emissionen gesamthaft um **20%** vermindern

Der Bundesrat kann das Reduktionsziel in Einklang mit internationalen Vereinbarungen auf **40 %** erhöhen. Diese zusätzlichen Reduktionen der Treibhausgasemissionen dürfen maximal zu 75 % durch im Ausland durchgeführte Massnahmen erfolgen.

Art. 9 Die **Kantone** sorgen dafür, dass die CO₂-Emissionen aus Gebäuden, die mit fossilen Energieträgern beheizt werden, zielkonform vermindert werden. Dafür erlassen sie Gebäudestandards für Neu- und Altbauten aufgrund des aktuellen Stands der Technik.

Art 10 Die CO₂-Emissionen von **Personenwagen**, die erstmals in Verkehr gesetzt werden, sind bis Ende 2015 auf durchschnittlich 130 g CO₂/km und bis Ende 2020 auf durchschnittlich 95 g CO₂/km zu vermindern [5 Liter/100km für Benziner und 5,5 Liter/100 km für Diesel].

Die CO₂-Emissionen von **Lieferwagen** und **Sattelschleppern** mit einem Gesamtgewicht von bis zu 3,50 t (leichte Sattelschlepper), die erstmals in Verkehr gesetzt werden, sind bis Ende 2020 auf durchschnittlich 147 g CO₂/km zu vermindern.

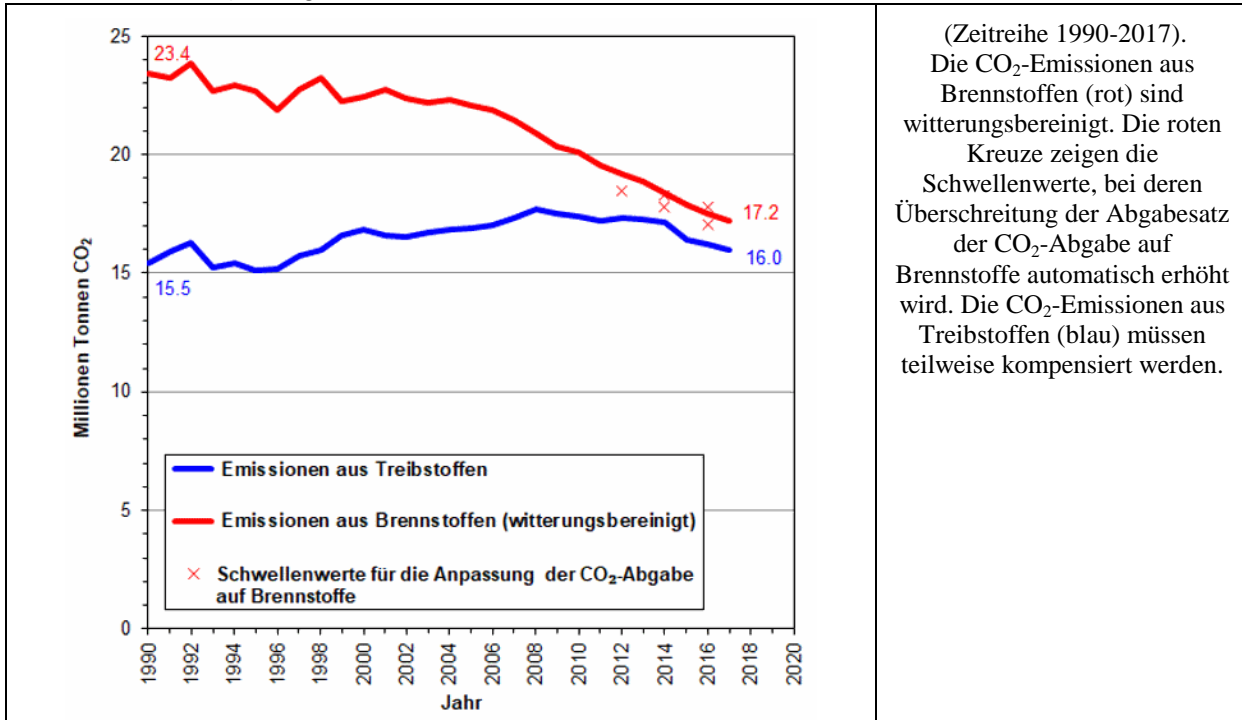
Diese Ziele werden durch die Autoimporteure umgangen, indem sie die (tiefen) Bussen bezahlen und ihren Flottendurchschnitt hinunterdrücken (z.B. mit einer Mischung von sparsamen und verschwenderischen Modellen, ohne Berücksichtigung der jeweiligen Verkaufszahlen).

Die CO₂-Abgabe wird seit dem 1. Januar 2008 erhoben. Sie ist als Lenkungsabgabe konzipiert und verteuert den Einsatz fossiler Brennstoffe wie Heizöl oder Erdgas. Die CO₂-Abgabe wird sukzessiv erhöht, wenn die Absenkziele nicht erreicht werden, sie wurde am 2018-01-01 von 84 Fr auf 96 Fr pro Tonne CO₂ erhöht (25 Rp/Liter Heizöl), sie darf bis zu 33 Fr/Tonne betragen.

Der Erlös fließt in einen Technologiefond und in ein Gebäudeprogramm (thermische Sanierung). Heute liegen Millionen auf dem Konto des Gebäudeprogrammes, die nicht beansprucht werden, weil die Erneuerungsrate der Gebäude unter den Erwartungen liegt.

5 Entwicklung des Ausstosses bisher

Eine genaue Statistik gibt es nur von den Treibstoffen und Brennstoffen im Inland (Bild 2). Während der Verbrauch der Brennstoffe zurückging (bessere Isolation der Häuser, aber auch Abwanderung der Schwerindustrie), stieg der Verbrauch des Verkehrs.



(Zeitreihe 1990-2017). Die CO₂-Emissionen aus Brennstoffen (rot) sind witterungsbereinigt. Die roten Kreuze zeigen die Schwellenwerte, bei deren Überschreitung der Abgabesatz der CO₂-Abgabe auf Brennstoffe automatisch erhöht wird. Die CO₂-Emissionen aus Treibstoffen (blau) müssen teilweise kompensiert werden.

Bild 2: Entwicklung der CO₂-Emissionen aus Brenn- und Treibstoffen

6 Einfluss des Verkehrs

6.1 Entwicklung des Ausstosses

Der Verkehr ist der einzige Sektor, der seinen CO₂-Ausstoss seit 1990 nicht reduziert hat. Das erhöht den Druck auf die anderen Sektoren. Die Verbesserung der Motoren wurde mehr als ausgeglichen durch immer schwerere Autos und längere Fahrten (Bild 3)

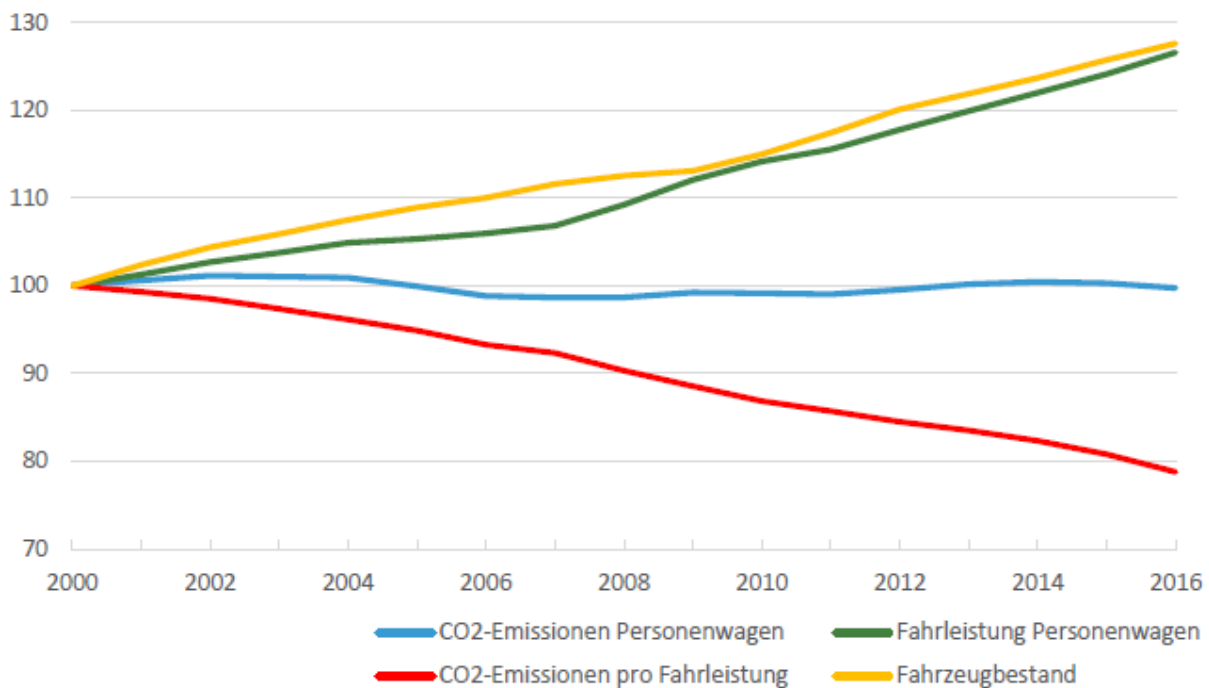


Bild 3: Entwicklung der CO₂-Emissionen aus Fahrzeugen (BAFU)

6.2 Einfluss der Strassenplanung

Strassenplaner bauen gerne neue Strassen und sehen nicht ein, dass der Ausbau den Verkehr erhöht. (Thierry Burkhard, FDP / TCS: „dass mehr Strassen mehr Verkehr generieren ist eine alte Ideologie der Grünen“). Die Verkehrsexperten meinen, diese Ideologie sei zwar alt, aber gültig.

6.3 E-Autos als Helfer?

E-Autos helfen dem Klima nur, wenn sie mit CO₂-armen Strom geladen werden.

Eine grosses E-Auto (Tesla) muss 68'000 km mit Ökostrom fahren, um seine CO₂ Schuld (150 kg CO₂ / kWh Batterie) zurückzuzahlen, ein Nissan-Leaf nur 20'000 km. Neue Batterien werden aber schon mit 100 kg CO₂ / kWh hergestellt.

Wenn der Strom aus Erdgas oder Kohle kommt, wird das E-Auto seine CO₂-Schuld nie zurückzahlen.

6.4 Wasserstoffautos und Lastwagen

Der CO₂-Ausstoss hängt davon ab, woher der Strom zur Erzeugung von Wasserstoff kommt. Da der Wirkungsgrad des Wasserstoffzyklus unter 30% liegt, muss erstens viel mehr primäre Energie zur Verfügung stehen und zweitens darf diese Energie nicht aus fossilen Brennstoffen kommen, sonst ist Diesel umweltfreundlicher.

Die Produktion von Wasserstoff aus Wasserkraft ist nur insofern umweltfreundlich, als die Wasserkraft sonst nicht gebraucht wäre, und die fehlende Energie nicht aus karbon-Quelle stammt, sonst ist sie eine Vergeudung von erneuerbaren Energien. Eine umweltfreundliche Wasserstoffproduktion ist nur in Wüstengegenden möglich.

6.5 Selbstfahrende Autos

Selbstfahrende Autos bringen nichts, denn die Menge gefahrene Kilometer mit einem PW mit nur einer Person an Bord (oder gar keiner) würde ansteigen. Ein Taxi ist genauso umweltfreundlich.

6.6 E-bikes

Der Akku hat eine schlechte CO₂-Bilanz, aber E-Bike fahren ist viel umweltfreundlicher als Auto fahren. Ausserdem kann eine Vegetarierin, die E-Bike fährt, einen Steakfresser auf seinem Rennvelo schlagen.

7 CO2 Ausstoss der Elektrizitätserzeugung

Technologie	Totale Emissionen	
	Kohlendioxid-Emissionen	Treibhausgas-Emissionen
Einheit	gCO ₂ /kWh	gCO ₂ -eq/kWh
Inlandproduktion		
Erneuerbare Energien		
Wasserkraft		
<i>Laufwasserkraft</i>	3.2	3.8
<i>Speichewasserkraft</i>	10.9	11.5
<i>Speichewasserkraft (zertifiziert)</i>	4.0	4.2
<i>Kleinwasserkraft</i>	4.7	5.0
<i>Pumpspeicherkraft</i>	198.7	211.5
Andere erneuerbare Energien		
<i>Sonne</i>	69.7	80.9
<i>Wind</i>	15.7	17.3
<i>Holz</i>	36.8	45.7
<i>Biogas Landwirtschaft</i>	19.5	155.8
<i>Biogas Industrie</i>	110.3	368.4
<i>Biomasse KVA (gemäss GHG Protocol)</i>	26.8	44.8
<i>Biomasse KVA (gemäss KBOB Bilanzierungsregeln)</i>	0.0	0.0
Nicht erneuerbare Energien		
Kernenergie		
<i>Druckwasserreaktor</i>	12.4	13.3
<i>Siedewasserreaktor</i>	13.9	14.9
Fossile Energieträger		
<i>Erdöl</i>	698.5	738.1
<i>Erdgas</i>	517.7	598.6
Abfälle (gemäss GHG Protocol)	692.4	712.0
Abfälle (gemäss KBOB Bilanzierungsregeln)	0.0	0.0

Schweiz: Obwohl die nationale Stromproduktion CO₂-arm ist, verursachen die 36,5 TWh Strom, die die Schweiz im Jahr importiert 2 Tonne CO₂/Kopf/Jahr, weil der Euro-Strommix zur Hälfte aus Kohle- oder Braunkohlestrom besteht. Da die Schweiz im Jahr 31 TWh CO₂-armen Strom exportiert, zählt die Statistik nur den Überschuss von 5,5 TWh, deshalb das 1% in Bild 1) – hier wird gemogelt.

Der CO₂ Ausstoss wird zunehmen, weil die AKWs abgeschaltet werden (mehr Importe) und der Verbrauch zunehmen wird (E-Mobility, Wärmepumpen, Datenzentren).

Z.B. Die Abschaltung von Beznau (2,8 TWh/a, 28'000 T CO₂ /a) wird ersetzt entweder durch:

- 20'000 Tonnen CO₂ / Jahr aus Wasserkraft
- 44'800 Tonnen CO₂ / Jahr aus Windkraft
- 280'000 Tonnen CO₂ / Jahr aus Photovoltaik
- 1'100'000 Tonnen CO₂ / Jahr aus Gasturbinen oder Eurostrommix
- 2'800'000 Tonnen CO₂ / Jahr aus Kohlestrom

8 Revision des CO₂-Gesetzes (2018-2019) – Pariser Abkommen

Das Parlament revidiert gegenwärtig das CO₂-Gesetz von 2011, Ziel ist die Anpassung an das Abkommen von Paris und eine Reduktion der Emissionen auf 50% des Niveaus von 1990.

Mit der Revision des CO₂-Gesetzes soll der maximale Abgabesatz von 120 Fr auf 210 Fr pro Tonne CO₂ erhöht werden (bis 0,52 Fr/Liter). Der Erlös soll an die Bevölkerung rückverteilt werden. Es werden Quoten für die Reduktionsziele von 30% im Inland und 20% im Ausland aufgestellt.

Die Revision wurde im NR von FDP und SVP torpediert, die möchten, dass CO₂ Reduktionen im Ausland ohne obere Grenze angerechnet werden und „wirtschaftsfreundlich“ erfolgen. Die SVP will überhaupt keine Abgabe (Albert Rösti SVP als Präsident von Swissoil wird von der Automobilbranche, der grössten CO₂-Quelle, unterstützt. Sie verhinderten auch eine Kerosin-Abgabe auf Flüge.

Der Absenkpfad von Paris wird heute nicht erreicht. Das BFE mogelt mit den Zahlen, indem es nicht den Ausstoss, sondern den Ausstoss pro Kopf betrachtet. Da die Bevölkerung um 1,5% / Jahr wächst, senkt sich der CO₂-Ausstoss pro Kopf, auch wenn die absolute Menge stabil ist (Bild 4). Darum muss der Treibhausausstoss pro Kopf stärker sinken als die 50% absolut bis 2030. Mit der Zeit wird eine Reduktion immer schwieriger, Rebound-effekte sind zu berücksichtigen.

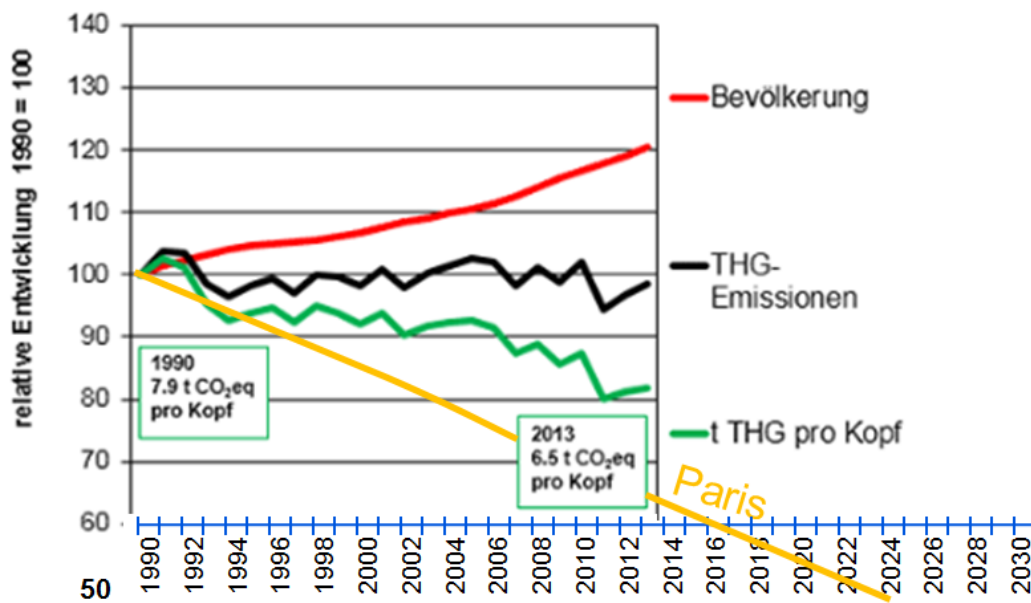


Bild 4: Treibhausgase pro Kopf Schweiz 1990-2013 und Absenkpfad von Paris

9 Was kann der Kanton Aargau tun?

Nach Bundesverfassung Art. 74 ist der Kanton Aargau verpflichtet, die Umweltziele des Bundes umzusetzen.

Der Kanton Aargau hat ein Energiegesetz herausgegeben (EnG AG 2102 SAR 773.200) der zahnlos ist, weil er keine Vorschriften erlässt, die nicht umgangen werden können.

Z.B. verlangt das EnG AG 2012 für neue Heizungsanlagen mit fossilen Brennstoffen lediglich einen Nachweis, dass eine andere Heizung zu teuer wäre. Für eine Gasturbine verlangt er lediglich, dass die Abwärme „fachgerecht und weitgehend“ genutzt wird.

Der Kanton beteiligt sich am Gebäudeprogramm, das aus der CO₂-Abgabe gespeist wird, stellt aber keine eigenen Mittel bereit zur Förderung von Photovoltaik oder Wind. Im Gegenteil verlangt der Kanton Steuern auf den eingespeisten Strom.

Der Kanton hat eine Energiestrategie am 2. Juni 2015 herausgegeben, die unverbindliche Ziele für den Absenkpfad des Kantons vorgibt.

Der Aargau produziert etwa drei Mal soviel Elektrizität, als er selber verbraucht (Bild 5, man notiert den Einbruch wegen Ausfall von Leibstadt 2007 und 2016).

Diese Elektrizität ist CO₂-arm. Hier sieht der Kanton keinen Handlungsbedarf, obwohl die Zeit bis zum Atomausstieg ständig kleiner wird. Die Wasserkraftproduktion nimmt in Folge der Klimaerwärmung, der erhöhten Restwassermengen und der Umweltauflagen (neue Konzessionen) ab.

Obwohl einige Elektrizitätsunternehmen im Mitbesitz des Kantons sind, erhalten sie keine Vorgaben für die Produktion von CO₂-armer Elektrizität. Die AXPO hat aber in anderen Ländern ein Vielfach der Windkapazität aufgebaut, als in der Schweiz vorhanden, nur zählt dies nicht zur CO₂-Bilanz der Schweiz.

Besonderheit: Im Aargau ist die Zementindustrie eine wesentliche Quelle von CO₂ (mehr als die Gebäudeheizungen). Diese Industrie müsste ihren Treibhausgasausstoss im Ausland kompensieren.

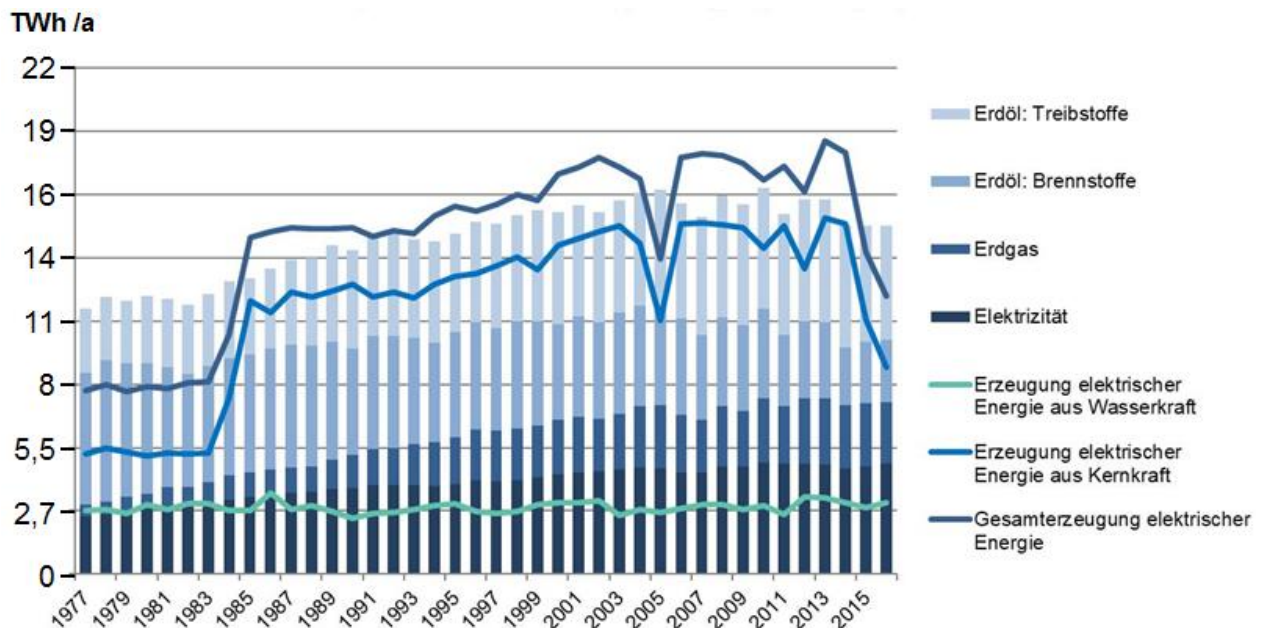


Bild 5: Energieproduktion des Kantons Aargau (Quelle:Statistik Aargau)

10 Was können die Gemeinden tun?

Die Gemeinden sollen die Ziele des Kantons umsetzen, z.B.:

- 1) Sensibilisierungskampagne für die Eigentümer (Gebäudeprogramm, Minergie, Photovoltaik, Wärmepumpen, etc.) und Beratung (Lebensstyl, Essen, Freizeit, etc.);
- 2) Verfolgung der Klimaindikatoren (z.B. EcoSpeed) und Berichterstattung, Offenlegung der Messungen;
- 3) Prüfung der Baugesuche nach der Bau- und Nutzungsordnung im Hinblick auf Heizung, Ventilation und Klima und möglichen Anbau von Photovoltaik;
- 4) Beteiligung an neue erneuerbare Energien, besonders in Gemeinden, die eigene Energieerzeugungsanlagen, insbesondere Wasserwerke, Biogas und Holz, besitzen;
- 5) Positive Haltung zu Photovoltaik, Wasserkraft, Wind und Geothermie. Bereitschaft, etwas zu opfern, um dem Klima zu helfen;
- 6) Vorbild bei eigenen Bauten und Vorhaben;
- 7) Beteiligung an Energie-Stadt;
- 8) Förderung der CO₂-armen Mobilität (Ausbau ÖV, Veloinfrastruktur);
- 9) Parkplatzbewirtschaftung und Anbindung von Einkaufszentren am ÖV;
- 10) Siedlungspolitik

11 Fazit

Die Ziele sind bekannt, die Konzepte existieren, die Gesetze liegen vor, was hindert uns sie umzusetzen?

Es braucht konkrete Taten auf der Ebene jeder Gemeinde, die die Eigenarten der Gemeinden berücksichtigt. Wichtig ist die Kontrolle: wie weit sind wir?

Anhang: Möglicher CO₂ Absenkpfad pro Person

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050

CO ₂ aus MI Verkehr	2.10	2.08	2.06	2.04	2.02	2.00	1.98	1.58	1.27	1.01	0.81	0.65	0.52
CO ₂ Gebäude & Wärme	2.66	2.42	2.20	2.00	1.82	1.65	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
CO ₂ Essen	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.93	0.90	0.88	0.85	0.82	0.80
CO ₂ aus Flugverkehr	0.53	0.56	0.59	0.62	0.65	0.68	0.72	0.68	0.65	0.62	0.59	0.56	0.53
CO ₂ aus Gebäuden	0.74	0.68	0.61	0.56	0.51	0.46	0.42	0.39	0.37	0.35	0.33	0.31	0.29
CO ₂ aus Güter	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.29	0.28	0.27	0.25	0.24	0.23
CO ₂ aus Elektrizität	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11
CO ₂ aus ÖV	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11
Summe	7.41	7.11	6.84	6.59	6.37	6.18	6.00	5.51	5.11	4.78	4.51	4.28	4.09

H. Kirrmann 12. Juni 2019