



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Oktober 2022

Synthesebericht

Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energie- verbrauchs 2000 bis 2021

nach Bestimmungsfaktoren



Synthesebericht

Ex-Post-Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 bis 2021

nach Bestimmungsfaktoren

Impressum

Auftraggeber

Bundesamt für Energie

Auftragnehmer / Autoren

Synthesebericht

Andreas Kemmler (Prognos AG)

Tim Trachsel (Prognos AG)

Zugrundeliegende Sektormodellierungen und -berichte:

Private Haushalte:

Andreas Kemmler (Prognos AG)

Phuong Vu (Prognos AG)

Industrie:

Alexander Piégsa (Prognos AG)

Verkehr:

Brian Cox (Infras AG)

Benedikt Notter (Infras AG)

Dienstleistungen und Landwirtschaft:

Martin Jakob (TEP Energy GmbH)

Giacomo Catenazzi (TEP Energy GmbH)

Abschlussdatum:

Oktober 2022

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Energie erarbeitet. Für den Inhalt der Studie sind allein die Auftragnehmer verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	VII
Kurzfassung	IX
Résumé	XIV
1 Aufgabenstellung	1
2 Methodik	3
2.1 Unterschiedene Bestimmungsfaktoren	3
2.1.1 Witterung	3
2.1.2 Mengeneffekte	3
2.1.3 Technik und Politik	4
2.1.4 Substitution	4
2.1.5 Struktureffekte	4
2.1.6 Tanktourismus und internationaler Flugverkehr	5
2.1.7 Joint-Effekte	6
2.1.8 Preiseffekte	6
2.1.9 Abbildung der Auswirkungen der Covid19-Pandemie durch die Bestimmungsfaktoren	6
2.2 Quantifizierung der Effekte	7
2.2.1 Bestimmung der Verbrauchsentwicklung	7
2.2.2 Aggregation der Effekte	8
2.3 Sektorabgrenzungen	9
3 Statistische Ausgangslage	11
3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs 2000 – 2021	11
3.2 Entwicklung der Rahmenbedingungen	16
4 Analyse der Endenergieverbrauchsentwicklung 2000 bis 2021	21
4.1 Verbrauchsentwicklung nach Bestimmungsfaktoren	21

4.1.1	Veränderung gegenüber dem Jahr 2000	21
4.1.2	Veränderung gegenüber dem Vorjahr	25
4.2	Verbrauchsentwicklung nach Sektoren	26
4.2.1	Landverkehr	29
5	Entwicklung der Bestimmungsfaktoren im Verlauf der Jahre 2000 bis 2021	30
5.1	Witterung	31
5.2	Mengeneffekte	33
5.3	Technik und Politik	37
5.4	Substitution	40
5.5	Struktureffekte	43
5.6	Tanktourismus und internationaler Flugverkehr	46
6	Die Veränderungen der Energieträger im Einzelnen	49
6.1	Elektrizität	49
6.2	Heizöl extra-leicht	52
6.3	Erdgas	55
6.4	Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme	59
6.5	Treibstoffe	62
6.5.1	Benzin	63
6.5.2	Diesel	65
6.5.3	Flugtreibstoffe (Kerosin)	67
7	Anhang	70
8	Literaturverzeichnis	74

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Energieträgern	X
Tabelle 2:	Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs	XII
Tableau 3:	Demande d'énergie finale en 2021 par rapport à 2000 par agents énergétiques	XV
Tableau 4:	Variation annuelle de la demande d'énergie finale	XVIII
Tabelle 5:	Bezug zum TEP Tertiary CH Modell	8
Tabelle 6:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Schweiz	11
Tabelle 7:	Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren	15
Tabelle 8:	Wichtige Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs	17
Tabelle 9:	Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Energieträgern	22
Tabelle 10:	Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2020 nach Energieträgern	25
Tabelle 11:	Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren	26
Tabelle 12:	Sektorverbräuche 2021 gegenüber 2000 nach Energieträgern	28
Tabelle 13:	Jährliche Verbrauchsveränderung nach Bestimmungsfaktoren	30
Tabelle 14:	Verbrauchsänderung durch Witterung nach Energieträgern	32
Tabelle 15:	Verbrauchsänderung durch Mengeneffekte nach Energieträgern	35
Tabelle 16:	Verbrauchsänderung durch Technik & Politik nach Energieträgern	38
Tabelle 17:	Verbrauchsänderung durch Substitution nach Energieträgern	41

Tabelle 18:	Verbrauchsänderung durch Struktureffekte nach Energieträgern	45
Tabelle 19:	Entwicklung des Tanktourismus und internationalen Flugverkehrs	47
Tabelle 20:	Stromverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren	49
Tabelle 21:	Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	50
Tabelle 22:	Veränderung des Heizölverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	53
Tabelle 23:	Heizölverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren	54
Tabelle 24:	Erdgasverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren	56
Tabelle 25:	Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	57
Tabelle 26:	Verbrauch erneuerbarer Energien 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren	59
Tabelle 27:	Verbrauchsänderung erneuerbarer Energien nach Bestimmungsfaktoren	60
Tabelle 28:	Veränderung des Benzinverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	64
Tabelle 29:	Veränderung des Dieserverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	65
Tabelle 30:	Veränderung des Kerosinverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	69
Tabelle 31:	Veränderung des Energieverbrauchs im Haushaltssektor	70
Tabelle 32:	Veränderung des Energieverbrauchs im Industriesektor	71
Tabelle 33:	Veränderung des Energieverbrauchs im Dienstleistungssektor	72
Tabelle 34:	Veränderung des Energieverbrauchs im Verkehrssektor	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren	XI
Figure 2:	Demande d'énergie finale en 2021 par rapport à 2000 par secteurs	XVI
Abbildung 3:	Veränderung des Endenergieverbrauchs der Schweiz	13
Abbildung 4:	Relative Veränderung des Endenergieverbrauchs der Schweiz	13
Abbildung 5:	Veränderung der Energieträgeranteile am Endenergieverbrauch	14
Abbildung 6:	Energieträgeranteile am Endenergieverbrauch 2021	15
Abbildung 7:	Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren	23
Abbildung 8:	Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Energieträgern	24
Abbildung 9:	Sektorverbräuche 2021 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren	27
Abbildung 10:	Sektorverbräuche 2021 gegenüber 2000 nach Energieträgern	28
Abbildung 11:	Jährliche Verbrauchsveränderung im Landverkehr	29
Abbildung 12:	Verbrauchsänderung durch Witterung nach Energieträgern	31
Abbildung 13:	Verbrauchsänderung durch Witterung nach Sektoren	33
Abbildung 14:	Vergleich der BIP-Änderung mit der Änderung der Mengeneffekte	34
Abbildung 15:	Verbrauchsänderung durch Mengeneffekte nach Energieträgern	36
Abbildung 16:	Verbrauchsänderung durch Mengeneffekte nach Sektoren	36
Abbildung 17:	Verbrauchsänderung durch Technik & Politik nach Energieträgern	39

Abbildung 18:	Verbrauchsänderung durch Technik & Politik nach Sektoren	39
Abbildung 19:	Verbrauchsänderung durch Substitution nach Energieträgern	42
Abbildung 20:	Verbrauchsänderung durch Substitution nach Sektoren	42
Abbildung 21:	Verbrauchsänderung durch Struktureffekte nach Energieträgern	44
Abbildung 22:	Verbrauchsänderung durch Struktureffekte nach Sektoren	46
Abbildung 23:	Entwicklung des Tanktourismus und internat. Flugverkehrs	48
Abbildung 24:	Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	51
Abbildung 25:	Veränderung des Stromverbrauchs nach Sektoren	52
Abbildung 26:	Veränderung des Heizölverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	54
Abbildung 27:	Veränderung des Heizölverbrauchs nach Sektoren	55
Abbildung 28:	Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	58
Abbildung 29:	Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Sektoren	58
Abbildung 30:	Verbrauch erneuerbarer Energien nach Bestimmungsfaktoren	61
Abbildung 31:	Verbrauchsänderung erneuerbarer Energien nach Sektoren	62
Abbildung 32:	Veränderung des Benzinverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	63
Abbildung 33:	Veränderung des Dieserverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	67
Abbildung 34:	Veränderung des Kerosinverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren	68

Kurzfassung

In der Ex-Post-Analyse wird auf Basis von Energiemodellen die Entwicklung des Endenergieverbrauchs in Beziehung gesetzt zu den Veränderungen seiner wichtigsten Bestimmungsfaktoren. Als solche werden hier die Ursachenkomplexe Witterung, Mengeneffekte (Produktion, Energiebezugsflächen, Bevölkerung usw.), Technik und Politik, Substitution, Struktureffekte, Tanktourismus und internationaler Flugverkehr sowie Joint-Effekte unterschieden. Im Bereich der klimatischen, ökonomischen und energiepolitischen Rahmenbedingungen wirkten sich in der Zeitperiode 2000 bis 2021 die folgenden Determinanten besonders aus:

- Die mittlere Wohnbevölkerung stieg um 21.1 % an. Die Energiebezugsfläche wuchs insgesamt um 27.7 %, die Energiebezugsfläche in Wohngebäuden um 32.0 %. Das Bruttoinlandsprodukt hat sich real um 44.3 % erhöht. Ausgeweitet haben sich auch der Motorfahrzeugbestand (+37.7 %) und die Fahrleistungen des Personen- und des Güterverkehrs. Diese Mengeneffekte führen – für sich genommen – alle zu einem höheren Energieverbrauch.
- Die Energiepreise entwickelten sich uneinheitlich (basierend auf realen Konsumentenpreisen gemäss dem Landesindex der Konsumentenpreise des Bundesamtes für Statistik (BFS). Die Preise für Strom und Treibstoffe lagen im Jahr 2021 über dem Niveau des Jahres 2000: Strom +8.4 %, Benzin +10.0 %, Diesel +11.6 %. Die Preise der übrigen Energieträger sind im Zeitraum 2000 bis 2021 zum Teil deutlich angestiegen: Heizöl +55.1 %, Erdgas +49.3 %, Fernwärme +39.8 %, Energieholz +12.7 %. Für Produzenten und Importeure ergaben sich im Zeitraum 2000 bis 2021 abweichende Preisbewegungen: Heizöl +87.7 %, Erdgas +107.6 %, Diesel +11.6 %. Der Preis für Elektrizität war rückläufig (-5.0 %).
- Die Wintermonate des Jahres 2021 waren bezogen auf den Betrachtungszeitraum 2000 bis 2021 vergleichsweise kühl. Die Zahl der Heizgradtage (HGT) belief sich im Jahr 2021 auf 3'378, der Durchschnitt der Periode 2000 bis 2021 liegt bei 3'203. Die Zahl der Kühlgradtage (CDD) war mit 111 im Jahr 2021 überdurchschnittlich niedrig (Mittel der Jahre 2000 bis 2021: 167 CDD). Die Solarstrahlungsmenge lag im Jahr 2021 mit 4'594 MJ/m² hingegen leicht über dem Durchschnittswert des Betrachtungszeitraums (4'462 MJ/m²).

Der Endenergieverbrauch hat gemäss der Gesamtenergiestatistik (GEST) in den Jahren 2000 bis 2021 um 52.6 PJ abgenommen (-6.2 %), gemäss den Bottom-Up-Modellen um 70.6 PJ (-8.2 %). Dabei bildeten die Mengeneffekte den stärksten verbrauchstreibenden Faktor, sie erhöhten den Verbrauch für sich genommen um 132.9 PJ (Tabelle 1, Abbildung 1). Der Einflussbereich Technik und Politik wirkte verbrauchsseitig den Mengeneffekten entgegen, konnte den Anstieg jedoch nicht vollständig kompensieren. Die Einsparungen fielen mit 129.0 PJ geringer aus als der mengenbedingte Verbrauchszuwachs. Verbrauchsdämpfende Wirkungen gingen aber auch von den Substitutionseffekten (-28.8 PJ), vom Tanktourismus (-12.9 PJ, Benzin, Diesel, Biotreibstoffe), vom Kerosinverbrauch des internationalen Flugverkehrs (-32.5 PJ, Flugtreibstoffe) und den Struktureffekten (-14.1 PJ) aus. Dabei steht insbesondere der Rückgang des internationalen Flugverkehrs in starkem Zusammenhang mit den Massnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie und der damit verbundenen rückläufigen Reisetätigkeit. Die Witterung spielt im Allgemeinen in der mittel- bis längerfristigen Betrachtung eine geringe Rolle. Im Vergleich des Jahres 2021 ge-

gegenüber dem Jahr 2000 zeigt sich ein verbrauchssteigernder Witterungseffekt von 24.1 PJ. Bereinigt um diesen Witterungseffekt ergibt sich im Zeitraum 2000 bis 2021 gemäss den Modellen eine Reduktion des Energieverbrauchs um 94.7 PJ.

Tabelle 1: Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Energieträgern

Verbrauchsveränderung nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
Elektrizität	2.6	35.6	-27.9	3.7	1.8	0.0	-2.9	12.9	20.7
Heizöl extra-leicht	10.4	25.4	-41.7	-80.1	-0.8	0.0	-12.0	-98.8	-88.3
Heizöl mittel + schwer	0.0	0.3	-0.1	-5.7	-1.9	0.0	0.6	-6.9	-5.7
Erdgas	5.3	16.3	-18.9	29.8	-5.9	0.0	4.6	31.2	28.6
Kohle	0.0	0.6	-0.2	-2.3	-0.5	0.0	0.1	-2.4	-2.1
übrige fossile Brennstoffe ¹⁾	0.0	0.3	-0.3	-1.7	-0.6	0.0	-0.1	-2.2	-2.8
Fernwärme	1.1	2.7	0.6	10.2	-3.1	0.0	-0.5	11.0	9.9
Holz	2.8	7.7	1.5	6.0	-1.3	0.0	-0.8	15.9	18.3
übrige erneuerbare Energien ²⁾	0.0	0.4	0.4	0.9	0.0	0.0	0.9	2.6	0.5
Müll / Industrieabfälle	0.0	1.0	-0.1	0.9	-2.0	0.0	0.4	0.2	1.6
Umweltwärme ³⁾	1.8	2.4	-2.2	18.0	0.3	0.0	-0.7	19.6	19.8
Benzin	0.0	26.9	-32.9	-61.8	0.0	-12.2	-0.3	-80.3	-81.4
Diesel	0.0	14.1	-6.8	46.9	0.0	-0.6	0.2	53.8	55.3
Flugtreibstoffe	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	-32.5	0.0	-34.1	-34.1
biogene Treibstoffe	0.0	0.8	-0.3	6.2	0.0	-0.1	0.0	6.6	6.5
übrige fossile Treibstoffe ⁴⁾	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5
Summe	24.1	132.9	-129.0	-28.8	-14.1	-45.4	-10.3	-70.6	-52.6

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen

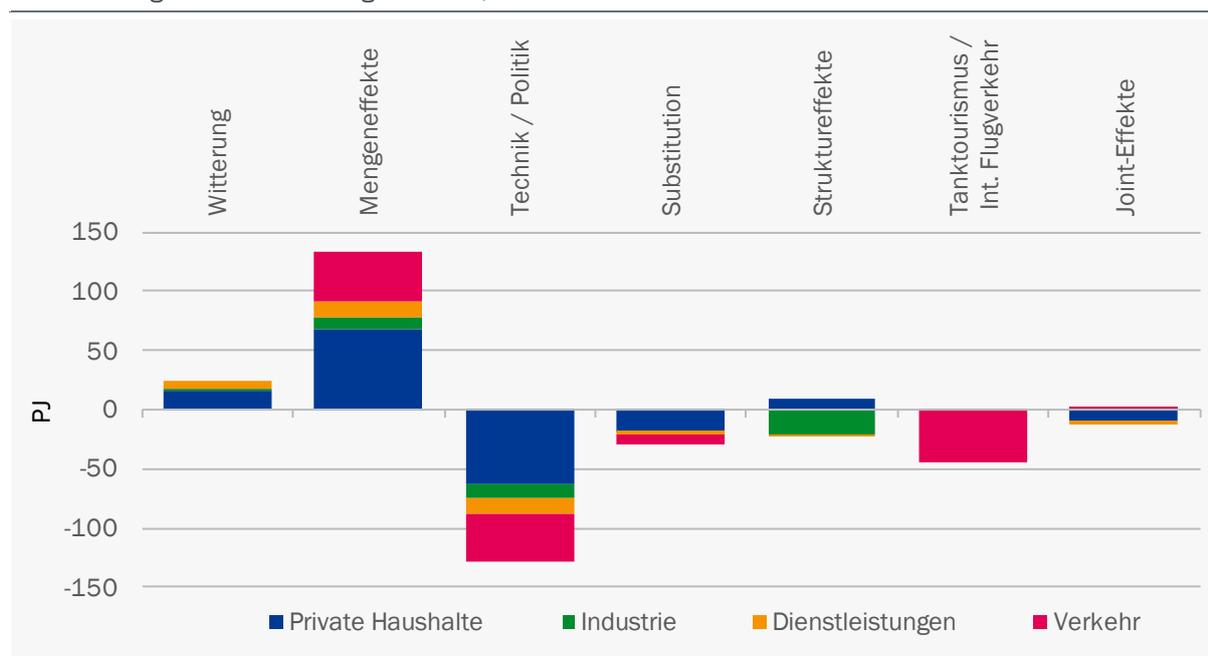
Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Im Zeitraum 2000 bis 2021 hat sich der Energieverbrauch in den einzelnen Sektoren unterschiedlich entwickelt. Gemäss Gesamtenergiestatistik zeigt sich bei den Privaten Haushalten eine Verbrauchszunahme von 4.8 PJ (+2.0 %). Das Haushaltsmodell weist eine Zunahme von 2.1 PJ aus. Bereinigt um den Witterungseffekt ergibt sich im Haushaltsmodell ein Verbrauchsrückgang von 14.5 PJ. Der Verbrauch im Industriesektor verringerte sich gemäss Gesamtenergiestatistik um 6.6 PJ (-4.1 %), im Dienstleistungssektor sank er um 0.5 PJ (-0.4 %) und im Verkehrssektor

nahm der Verbrauch zwischen 2000 und 2021 um 51.5 PJ ab (-16.9 %). Gemäss den Modellrechnungen zeigt sich im Verkehrssektor eine Abnahme von 51.8 PJ. Wird diese Abnahme um den Tanktourismus und den internationalen Flugverkehr (-45.4 PJ) korrigiert, so ergibt sich gegenüber dem Jahr 2000 eine Verringerung des Inlandverbrauchs um 6.4 PJ. Der inländische Landverkehr (Verkehr ohne Flugverkehr) weist im Modell eine Verbrauchsabnahme von 4.9 PJ auf. Diese Reduktion setzt sich zusammen aus einem Rückgang des Treibstoffverbrauchs (-6.8 PJ) und einem Anstieg des Stromverbrauchs (+1.9 PJ). Der Kerosinverbrauch des inländischen Flugverkehrs war im Zeitraum 2000 bis 2021 rückläufig (-1.5 PJ).

Abbildung 1: Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren

Veränderung nach Bestimmungsfaktoren, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Der Verbrauch an fossilen Brennstoffen ist laut Gesamtenergiestatistik gegenüber dem Jahr 2000 um 70.2 PJ gesunken (-22.8 %; ohne gasförmige Treibstoffe). Sehr stark abgenommen hat der Verbrauch an Heizöl (-88.3 PJ; -45.0 %), hauptsächlich aufgrund der Einflussfaktoren Substitution (-80.1 PJ) sowie Technik und Politik (-41.7 PJ), während die Mengeneffekte (+25.4 PJ) der Verbrauchsabnahme entgegenwirkten. Im Gegensatz zum Heizöl hat sich die Nutzung von Erdgas ausgeweitet (+28.6 PJ; +30.7 %, ohne gasförmige Treibstoffe). Die Zunahme ist vorwiegend auf die Mengeneffekte (+16.3 PJ), die Substitution (+29.8 PJ) und die kühlere Witterung im Jahr 2021 (+5.3 PJ) zurückzuführen. Der seit den 1990er-Jahren beobachtete Trend weg vom Heizöl und hin zum Erdgas setzte sich auch in den Jahren nach 2000 fort. «Technik und Politik» wirkten dem Anstieg entgegen und reduzierten den Erdgasverbrauch für sich genommen (-18.9 PJ). Die Struktureffekte (-5.9 PJ) dämpften die Verbrauchszunahme ebenfalls.

Der Absatz an fossilen Treibstoffen hat im Zeitraum 2000 bis 2021 gemäss Gesamtenergiestatistik um 59.6 PJ abgenommen (-20.3 %; inkl. gasförmige Treibstoffe). Benzin und Diesel wiesen gegenläufige Entwicklungen auf: Der Benzinabsatz war rückläufig (-81.4 PJ; -48.0 %), während sich der Dieselabsatz ausgeweitet hat (+55.3 PJ; +98.7 %). Diese Entwicklung ist hauptsächlich durch

die Substitution von Benzin durch Diesel zu erklären. Sowohl beim Diesel als auch beim Benzin waren die verbrauchstreibenden Mengeneffekte schwächer als die reduzierenden Effekte durch Technik und Politik. Das abgesetzte Kerosin wurde zu rund 94 % für den internationalen Flugverkehr eingesetzt. Bis 2004 war der Kerosinabsatz rückläufig, stieg aber danach bis 2019 wieder deutlich an. Im Jahr darauf erfolgte aufgrund der Corona-Pandemie ein starker Rückgang. Insgesamt hat der Kerosinabsatz zwischen 2000 und 2021 um 34.1 PJ abgenommen (-50.1 %). Der Absatz an gasförmigen Treibstoffen war gering (2021: ca. 0.5 PJ). Der Absatz biogener Treibstoffe hat sich von 2000 bis 2021 von 0.1 PJ auf 6.6 PJ erhöht (2020: 7.3 PJ).

Tabelle 2: Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs

Entwicklung von 2000 bis 2021 nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Zeitraum	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
00-01	24.0	1.3	-2.8	-0.1	2.8	-9.9	-0.6	14.6	22.9
01-02	-21.5	-1.7	-3.7	-0.4	0.5	-4.1	-0.9	-31.8	-27.4
02-03	24.2	6.2	-4.3	-1.1	1.0	-2.3	-0.2	23.6	20.2
03-04	-4.8	10.2	-5.0	-0.9	-2.1	-1.9	-0.6	-5.1	3.1
04-05	11.1	7.4	-4.8	-1.0	-0.4	1.3	-0.3	13.3	12.6
05-06	-9.0	14.5	-5.5	-1.5	-6.9	3.5	0.0	-4.9	-2.4
06-07	-33.9	15.0	-4.5	-1.8	-4.9	7.4	-0.9	-23.5	-23.2
07-08	27.4	11.0	-4.8	-1.1	-2.7	3.2	0.5	33.4	34.0
08-09	-4.8	-4.5	-4.7	-1.3	-1.4	-4.1	-0.2	-21.0	-19.9
09-10	35.6	17.2	-7.2	-1.4	0.3	-0.1	0.0	44.5	38.1
10-11	-67.3	13.2	-6.5	-2.6	-4.4	1.5	-1.4	-67.5	-60.8
11-12	34.0	3.7	-8.8	-1.5	3.8	1.4	0.2	32.9	31.5
12-13	29.4	5.8	-8.3	-1.5	1.3	2.0	0.4	29.2	22.1
13-14	-73.3	8.7	-8.3	-1.9	-2.0	-0.5	-2.1	-79.4	-69.9
14-15	26.9	3.8	-7.8	-1.4	1.0	-6.0	0.4	16.9	12.7
15-16	18.1	7.0	-7.9	-1.4	1.8	3.0	0.5	21.0	15.7
16-17	-7.9	7.7	-8.1	-1.3	-1.3	2.2	-0.2	-8.9	-4.2
17-18	-20.7	9.6	-8.2	-1.5	-2.2	4.4	-0.1	-18.7	-19.0
18-19	5.8	2.0	-6.5	-1.3	1.3	0.9	-0.1	2.1	3.0
19-20	-15.4	-28.5	-4.6	-2.3	4.8	-50.7	-0.9	-97.6	-88.3
20-21	46.2	23.2	-6.5	-1.6	-4.6	3.4	-3.9	56.1	46.8
00-21	24.1	132.9	-129.0	-28.8	-14.1	-45.4	-10.3	-70.6	-52.6

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Weiter gewachsen ist der Stellenwert der Elektrizität, deren Verwendung im Zeitraum 2000 bis 2021 gemäss der Gesamtenergiestatistik um 20.7 PJ zugenommen hat (+11.0 %). Die Zunahme ist überwiegend den Mengeneffekten zuzuschreiben (+35.6 PJ), welche die reduzierenden Effekte durch Technik und Politik deutlich übertrafen (-27.9 PJ). Die reduzierenden Effekte sind jedoch im Zeitverlauf grösser geworden, so dass der Stromverbrauch seit 2008 nicht weiter angestiegen ist. In mehreren Jahren zeigten sich Verbrauchsreduktionen. Ursächlich für die Verbrauchsreduktion im Jahr 2009 war hauptsächlich die Wirtschaftskrise, im Jahr 2020 spielte die Corona-Pandemie eine wichtige Rolle (verbrauchsreduzierender Mengeneffekt ggü. 2019). Der Rückgang in den übrigen Jahren ist vor allem auf den Witterungseinfluss und die Energieeffizienz (Technik / Politik) zurückzuführen.

Die Verwendung der erneuerbaren Energieträger Holz, Biogas, Solar- und Umweltwärme hat sich zwischen 2000 und 2021 gemäss Gesamtenergiestatistik um +38.5 PJ ausgeweitet (+112.0 %). Dieser Anstieg ist überwiegend auf Mengeneffekte (+10.4 PJ) und Substitution (+24.9 PJ) zurückzuführen.

Erhöht hat sich auch die Nutzung von Fernwärme (+9.9 PJ). Die Zunahme ist ebenfalls überwiegend in den Mengeneffekten (+2.7 PJ) und der Substitution (+10.2 PJ) begründet, während die die Struktureffekte (-3.1 PJ) dem Verbrauchsanstieg entgegengewirkt haben.

Résumé

Dans l'analyse ex-post, l'évolution de la demande d'énergie finale a été mise en relation avec les changements affectant ses principaux facteurs déterminants à partir de modèles énergétiques. Parmi ces facteurs, qui sont à l'origine des changements de consommation, on distingue les conditions météorologiques, les effets de quantité (production, surface de référence énergétique, démographie, etc.), les facteurs techniques et politiques, la substitution, les effets structurels, le tourisme à la pompe et le trafic aérien international ainsi que les effets conjoints. Dans le domaine des conditions climatiques, économiques et de politique énergétique, les facteurs suivants ont particulièrement impacté la consommation énergétique pendant la période 2000 à 2021.

- La population résidente moyenne a augmenté de 21.1 %. Au total, la surface de référence énergétique s'est agrandie de 27.7 %, et celle des bâtiments résidentiels de 32.0 %. Le produit intérieur brut s'est accru de 44.3 %. Le parc de véhicules à moteur a augmenté (+37.7 %), ainsi que la prestation kilométrique du transport de personnes et de marchandises. Ces effets de quantité, pris individuellement, ont conduit à une hausse de la consommation énergétique.
- Les prix des énergies ont évolué de manière inégale (prix réels à la consommation selon l'indice suisse de prix à la consommation de l'OFS). Les prix de l'électricité et des carburants se trouvaient en 2021 à un niveau légèrement supérieur à celui de 2000 : électricité +8.4 %, essence +10.0 %, diesel +11.6 %. Les prix des autres agents énergétiques ont en partie nettement augmenté entre 2000 et 2021 : huile de chauffage +55.1 %, gaz naturel +49.3 %, chaleur à distance +39.8 %, bois-énergie +12.7 %. Les variations relatives des prix pour les producteurs et les importateurs étaient différentes de celles des prix à la consommation : huile de chauffage +87.7 %, gaz naturel +107.6 %, diesel +11.6 %. Le prix de l'électricité a chuté (-5.0 %).
- Les températures des mois hivernaux de l'année 2021 se situent dans la moyenne de la période 2000 à 2021. Le nombre de degrés-jours de chauffage en 2021 s'élevait à 3'378, tandis que la moyenne sur la période d'observation de 2000 à 2021 atteint 3'203 degrés-jours de chauffage. Le nombre de degrés-jours de réfrigération en 2021 était 111, soit largement supérieur à la moyenne des années 2000 à 2021 (167 degrés-jours de réfrigération). Avec 4'594 MJ/m², la quantité de rayonnement solaire en 2021 était également supérieure à la moyenne de la période d'observation (4'462 MJ/m²).

Selon la Statistique globale de l'énergie, la demande d'énergie finale a diminué de 52.6 PJ entre 2000 et 2021 (-6.2 %), et de 70.6 PJ (-8.2 %) selon le modèle bottom-up. Les effets de quantité ont joué un rôle majeur en tant que facteur tirant la demande vers le haut. Ils sont responsables d'une augmentation de la consommation de 132.9 PJ (Tableau 3, Figure 2).

Tableau 3: Demande d'énergie finale en 2021 par rapport à 2000 par agents énergétiques

Variation de la demande par facteurs déterminants, en PJ

Agents énergétiques	Conditions météorologiques	Effets de quantité	Effets techniques / politiques	Substitution	Effets structurels	Tourisme à la pompe / Trafic aérien int.	Effets conjoints / non linéaires	Total modèle	Statistique énergétique
Electricité	2.6	35.6	-27.9	3.7	1.8	0.0	-2.9	12.9	20.7
Huile extra-légère	10.4	25.4	-41.7	-80.1	-0.8	0.0	-12.0	-98.8	-88.3
Huile moyenne et lourde	0.0	0.3	-0.1	-5.7	-1.9	0.0	0.6	-6.9	-5.7
Gaz naturel	5.3	16.3	-18.9	29.8	-5.9	0.0	4.6	31.2	28.6
Charbon	0.0	0.6	-0.2	-2.3	-0.5	0.0	0.1	-2.4	-2.1
Autres combustibles fossiles ¹⁾	0.0	0.3	-0.3	-1.7	-0.6	0.0	-0.1	-2.2	-2.8
Chaleur à distance	1.1	2.7	0.6	10.2	-3.1	0.0	-0.5	11.0	9.9
Bois	2.8	7.7	1.5	6.0	-1.3	0.0	-0.8	15.9	18.3
Autres énergies renouvelables ²⁾	0.0	0.4	0.4	0.9	0.0	0.0	0.9	2.6	0.5
Ordures ménagères / déchets industriels	0.0	1.0	-0.1	0.9	-2.0	0.0	0.4	0.2	1.6
Chaleur ambiante ³⁾	1.8	2.4	-2.2	18.0	0.3	0.0	-0.7	19.6	19.8
Essence	0.0	26.9	-32.9	-61.8	0.0	-12.2	-0.3	-80.3	-81.4
Diesel	0.0	14.1	-6.8	46.9	0.0	-0.6	0.2	53.8	55.3
Carburants	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	-32.5	0.0	-34.1	-34.1
Biocarburants	0.0	0.8	-0.3	6.2	0.0	-0.1	0.0	6.6	6.5
Autres carburants fossiles ⁴⁾	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5
Total	24.1	132.9	-129.0	-28.8	-14.1	-45.4	-10.3	-70.6	-52.6

¹⁾ y compris coke de pétrole, propane, butane, gaz de pétrole liquéfié²⁾ Biogaz, gaz de station d'épuration³⁾ y compris chaleur solaire⁴⁾ Gaz naturel comprimé (GNC), gaz de pétrole liquéfié (éthanol, méthanol); le gaz naturel et le gaz de pétrole liquéfié utilisés dans le transport sont inclus dans cette catégorie

Source : Prognos, TEP, Infras 2022

Les facteurs techniques et politiques ont eu tendance à réduire les effets des facteurs de quantité sur la demande, mais ne les ont pas totalement compensés. Les économies d'énergie se sont élevées à 129.0 PJ, soit une valeur inférieure à la hausse de la consommation engendrée par les facteurs de quantité. Cette hausse a également été modérée par les effets de substitution (-28.8 PJ), le tourisme à la pompe (-12.9 PJ, essence, diesel et biocarburants), la consommation due aux effets structurels (-14.1 PJ), ainsi que la consommation de kérosène du trafic aérien international (-32.5 PJ, carburants d'aviation). La baisse du trafic aérien international en particulier est fortement liée à la pandémie de corona et à la forte diminution des voyages due aux mesures

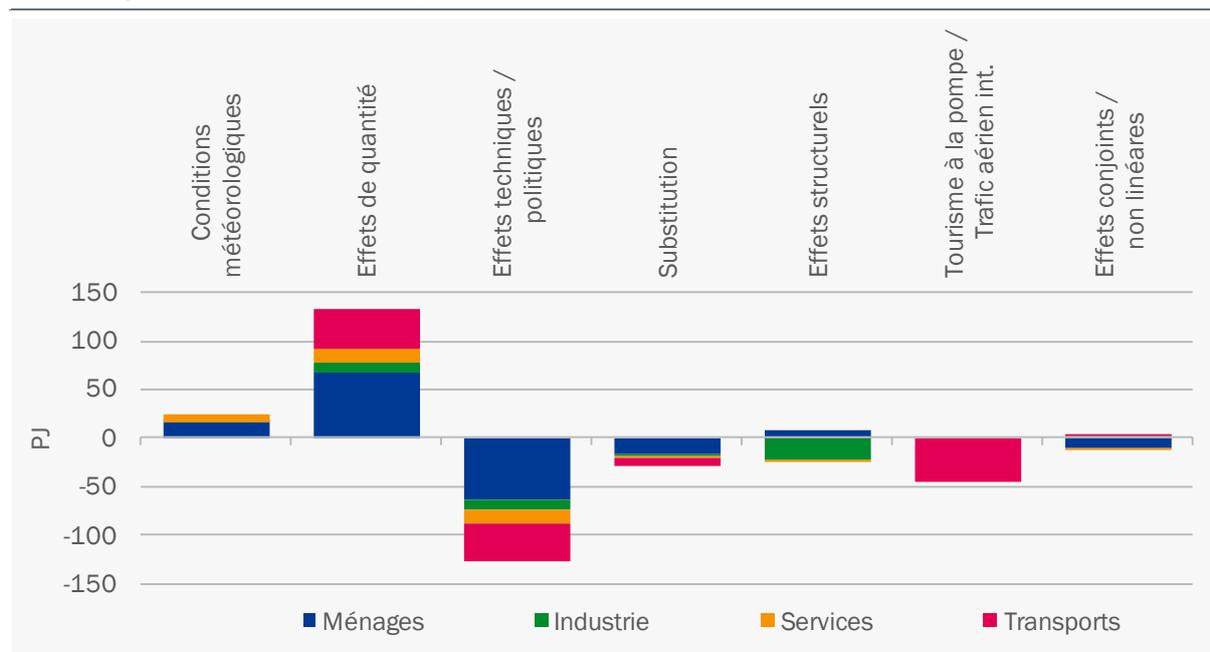
prises. A moyen et long terme, les conditions météorologiques ne jouent pas, en général, de rôle significatif. Une comparaison de 2000 avec 2021 montre un effet météorologique de 24.1 PJ sur la réduction de la consommation. Corrigée des conditions météorologiques, la consommation d'énergie a diminué de 94.7 PJ entre 2000 et 2021 selon les modèles.

Dans la période allant de 2000 à 2021, la consommation énergétique des secteurs a évolué de manière inégale. Selon la Statistique globale de l'énergie, les ménages accusent une baisse de leur consommation de 4.8 PJ (+2.0 %). Le modèle des ménages indique une réduction de 2.1 PJ. Après correction des variations météorologiques, le modèle des ménages indique une baisse de la consommation de 14.5 PJ. La consommation du secteur industriel a reculé de 6.6 PJ (-4.1 %) selon la Statistique globale de l'énergie. Dans le secteur des services, elle a augmenté de 0.5 PJ (-0.4 %) et dans le secteur des transports, de 51.5 PJ (-16.9 %) entre 2000 et 2021. Selon les calculs des modèles, les transports accusent une baisse de leur consommation de 51.8 PJ. Corrigée du tourisme à la pompe et du trafic aérien international (-45.4 PJ), la consommation intérieure du secteur des transports a augmenté de 6.4 PJ depuis 2000.

Le transport terrestre intérieur (sans le trafic aérien) a vu sa consommation baisser de 4.9 PJ selon le modèle. La réduction totale est constituée d'une diminution de la consommation de carburant (-6.8 PJ) et d'une augmentation de la consommation d'électricité (+1.9 PJ). La consommation de kérosène des transports aériens domestiques a également diminué entre 2000 et 2021 (-1.5 PJ).

Figure 2: Demande d'énergie finale en 2021 par rapport à 2000 par secteurs

Variation par facteurs déterminants, en PJ



Source : Prognos, TEP, Infras 2022

La consommation des combustibles fossiles a baissé de 70.2 PJ depuis 2000 (-22.8 %; en excluant les carburants gazeux). Chacun des combustibles fossiles a évolué de manière différente. La consommation de l'huile de chauffage a chuté (-88.3 PJ; -45.0 %), principalement en raison

des effets de substitution (-80.1 PJ) ainsi que des facteurs techniques et politiques (-41.7 PJ), tandis que les effets de quantité ont eu tendance à tirer la consommation vers le haut (+25.4 PJ). Contrairement à l'huile de chauffage, l'utilisation du gaz naturel s'est développée (+28.6 PJ; +30.7 %, en excluant les carburants gazeux). L'augmentation est principalement due aux effets de quantité (+16.3 PJ), à la substitution (+29.8 PJ) et aux conditions météorologiques plus froides en 2021 (+5.3 PJ). La tendance « abandonner l'huile de chauffage pour le gaz naturel » observée depuis les années 1990 s'est poursuivie après l'an 2000. Les facteurs techniques et politiques ont modéré l'augmentation et, pris isolément, ont réduit la consommation de gaz naturel (-18.9 PJ). Les effets structurels (-5.9 PJ) ont également réduit la hausse de consommation.

Les ventes de carburants fossiles ont baissé de 59.6 PJ (-20.3 %; carburants gazeux inclus) entre 2000 et 2021 selon la Statistique globale de l'énergie. L'essence et le diesel ont évolué dans des directions opposées : les ventes d'essence ont reculé (-81.4 PJ; -48.0 %), tandis que les ventes de diesel se sont accrues (+55.3 PJ; +98.7 %). Ces évolutions s'expliquent principalement par la substitution de l'essence par le diesel. Tant pour le diesel que pour l'essence l'effet de la quantité sur la consommation est plus faible que les effets réducteurs dus à la technologie et à la politique. 94 % du kérosène vendu a été utilisé dans le transport aérien international. Jusqu'en 2004, les ventes de kérosène étaient en recul, mais elles ont ensuite de nouveau augmenté jusqu'en 2019. Au cours de l'année, une forte baisse a été enregistrée en raison de la pandémie de Corona. Globalement, les ventes de kérosène ont diminué de 34.1 PJ entre 2000 et 2021 (-50.1 %). Les ventes de carburants gazeux étaient faibles en 2021 (ca. 0.5 PJ). Les ventes de biocarburants ont progressé de 0.1 PJ à 6.6 PJ entre 2000 et 2021 (2020 : 7.3 PJ).

L'électricité a continué à gagner en importance : Entre 2000 et 2021, son utilisation a progressé de 20.7 PJ (+11.0 %) selon la Statistique globale de l'énergie. L'augmentation est essentiellement due aux effets de quantité (+35.6 PJ), qui ont largement surpassé les effets réducteurs des facteurs techniques et politiques (-27.9 PJ). Cependant, les effets qui tendent à réduire la consommation sont devenus plus importants au cours du temps, de sorte que la consommation électrique n'a pas continué à augmenter depuis 2008. Des réductions de la consommation ont été observées pendant plusieurs années. La principale raison de la réduction de la consommation en 2009 était la crise économique ; en 2020, la pandémie de corona a joué un rôle important (effet de quantité réduisant la consommation par rapport à 2019). La baisse enregistrée les autres années est principalement due à l'influence des conditions météorologiques et de l'efficacité énergétique (technologie / politique).

L'utilisation des énergies renouvelables (bois, biogaz, chaleur solaire et ambiante) s'est étendue de +38.5 PJ (+112.0 %) entre 2000 et 2021 selon la Statistique globale de l'énergie. Cette hausse est essentiellement due aux effets de quantité (+10.4 PJ) et de substitution (+24.9 PJ).

L'utilisation de la chaleur à distance a également progressé (+9.9 PJ). L'augmentation s'explique aussi principalement par les effets de quantité (+2.7 PJ) et de substitution (+10.2 PJ), tandis que les effets structurels (-3.1 PJ) ont affaibli la hausse de la consommation.

Tableau 4: Variation annuelle de la demande d'énergie finale

Evolution entre 2000 et 2021 par les facteurs déterminants, en PJ

Période	Conditions météorologiques	Effets de quantité	Effets techniques / politiques	Substitution	Effets structurels	Tourisme à la pompe / Trafic aérien int.	Effets conjoints / non linéaires	Total modèle	Statistique énergétique
00-01	24.0	1.3	-2.8	-0.1	2.8	-9.9	-0.6	14.6	22.9
01-02	-21.5	-1.7	-3.7	-0.4	0.5	-4.1	-0.9	-31.8	-27.4
02-03	24.2	6.2	-4.3	-1.1	1.0	-2.3	-0.2	23.6	20.2
03-04	-4.8	10.2	-5.0	-0.9	-2.1	-1.9	-0.6	-5.1	3.1
04-05	11.1	7.4	-4.8	-1.0	-0.4	1.3	-0.3	13.3	12.6
05-06	-9.0	14.5	-5.5	-1.5	-6.9	3.5	0.0	-4.9	-2.4
06-07	-33.9	15.0	-4.5	-1.8	-4.9	7.4	-0.9	-23.5	-23.2
07-08	27.4	11.0	-4.8	-1.1	-2.7	3.2	0.5	33.4	34.0
08-09	-4.8	-4.5	-4.7	-1.3	-1.4	-4.1	-0.2	-21.0	-19.9
09-10	35.6	17.2	-7.2	-1.4	0.3	-0.1	0.0	44.5	38.1
10-11	-67.3	13.2	-6.5	-2.6	-4.4	1.5	-1.4	-67.5	-60.8
11-12	34.0	3.7	-8.8	-1.5	3.8	1.4	0.2	32.9	31.5
12-13	29.4	5.8	-8.3	-1.5	1.3	2.0	0.4	29.2	22.1
13-14	-73.3	8.7	-8.3	-1.9	-2.0	-0.5	-2.1	-79.4	-69.9
14-15	26.9	3.8	-7.8	-1.4	1.0	-6.0	0.4	16.9	12.7
15-16	18.1	7.0	-7.9	-1.4	1.8	3.0	0.5	21.0	15.7
16-17	-7.9	7.7	-8.1	-1.3	-1.3	2.2	-0.2	-8.9	-4.2
17-18	-20.7	9.6	-8.2	-1.5	-2.2	4.4	-0.1	-18.7	-19.0
18-19	5.8	2.0	-6.5	-1.3	1.3	0.9	-0.1	2.1	3.0
19-20	-15.4	-28.5	-4.6	-2.3	4.8	-50.7	-0.9	-97.6	-88.3
20-21	46.2	23.2	-6.5	-1.6	-4.6	3.4	-3.9	56.1	46.8
00-21	24.1	132.9	-129.0	-28.8	-14.1	-45.4	-10.3	-70.6	-52.6

Source : Prognos, TEP, Infras 2022

1 Aufgabenstellung

Im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE) werden periodisch die Veränderungen des Energieverbrauchs analysiert. Die Ex-Post-Analyse hat hierbei die Aufgabe, auf Basis von Energiesystemmodellen die Veränderung des Energieverbrauchs nach Energieträgern und Verbrauchssektoren mit der Entwicklung seiner wichtigsten Bestimmungsfaktoren zu korrelieren und entsprechend zu zerlegen. Als Ursachenkomplexe werden jeweils Mengeneffekte (z.B. Bevölkerung, Produktion, Wohnfläche etc.), Witterung, Substitution, Strukturänderungen, technischer Fortschritt und politische Massnahmen berücksichtigt. Für die sektoralen Ex-Post-Analysen werden Bottom-Up-Modelle benutzt, welche ursprünglich im Rahmen der vom BFE in Auftrag gegebenen Energieperspektiven entwickelt worden sind. Seither wurde ein Teil der Modelle von den beteiligten Unternehmen ständig weiterentwickelt, aktualisiert und mit vertieften Datengrundlagen versehen.

Aufgrund einer Erweiterung der Prioritäten des BFE wird seit 2008 zusätzlich zur herkömmlichen Ex-Post-Analyse nach Bestimmungsfaktoren eine Analyse nach Verwendungszwecken vorgenommen (BFE, 2008). Beide Analysen werden mit denselben Sektormodellen durchgeführt, jedoch in eigenständigen Berichten dokumentiert. Der vorliegende Bericht fasst die Resultate der Ex-Post-Analyse nach Bestimmungsfaktoren zusammen. Der Bericht bildet eine Synthese der Ergebnisse der vier sektoralen Analysen. Die Sektoren Private Haushalte und Industrie wurden von der Prognos AG bearbeitet, der Sektor Dienstleistungen und Landwirtschaft von der TEP Energy GmbH und der Verkehrssektor durch die Infrasa AG. Die Synthese der Sektorergebnisse und die Koordination obliegen der Prognos AG.

Im Besonderen besteht die Zielsetzung der Ex-Post-Analyse nach Bestimmungsfaktoren darin,

- die Entwicklung des Energieverbrauchs der Jahre 2000 bis 2021 durch den Einfluss der Bestimmungsfaktoren modellgestützt zu erklären und deren Einfluss zu quantifizieren, sowie
- die Ergebnisse in Form von durchgehenden Zeitreihen zu präsentieren und nach Energieträgern und Verbrauchssektoren zu unterscheiden. Damit wird ein kontinuierlicher Verlauf der Verbrauchsentwicklung abgebildet. Dies erlaubt, nebst der Quantifizierung der Effekte auch deren zeitliche Dynamik zu analysieren. Im Zentrum der Betrachtung stehen die Veränderung gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 und die Veränderung gegenüber dem Vorjahr 2020.

Der Vergleich der Ergebnisse der Ex-Post-Analyse mit den energiepolitischen Zielen kann Hinweise zur Beantwortung der Frage liefern, inwieweit die aktuellen energie- und klimapolitischen Massnahmen in ihrer Wirksamkeit den vorgegebenen langfristigen Zielsetzungen entsprechen oder möglicherweise Korrektur- und Handlungsbedarf besteht.

Im Rahmen der Energieperspektiven 2050+ wurden in den Sektoren Private Haushalte, Dienstleistungen (inkl. Landwirtschaft) und Industrie überarbeitete Energiemodelle eingesetzt. Diese erneuerten Modelle werden wie bereits im Vorjahr auch für die Ex-Post-Analyse verwendet. Dies erhöht die Vergleichbarkeit und Konsistenz zwischen der Ex-Post-Analyse und den aktuellen Energieperspektiven 2050+. Beim Vergleich mit den Ergebnissen der Energieperspektiven 2050+ muss berücksichtigt werden, dass die Ergebnisse der Energieperspektiven auf die Energiestatistik kalibriert wurden, bei der Ex-Post-Analyse handelt es sich um unkalibrierte Modellergebnisse.

Der Bericht ist wie folgt aufgebaut:

- In Kapitel 2 werden die unterschiedenen Bestimmungsfaktoren beschrieben und die Methodik zur Quantifizierung der einzelnen Effekte kurz erläutert.
- Die statistischen Grundlagen der Energieverbrauchsentwicklung sowie der wichtigsten Rahmenfaktoren sind in Kapitel 3 dokumentiert.
- Die Synthese der Resultate der vier sektoralen Ex-Post-Analysen erfolgt in den Kapiteln 4 bis 6:
 - Zuerst werden in Kapitel 4 die mittelfristigen Veränderungen des Jahres 2021 gegenüber dem Vorjahr 2020 und dem Ausgangsjahr 2000 beschrieben.
 - Anschliessend folgt in Kapitel 5 eine Analyse der einzelnen Bestimmungsfaktoren über den Jahresverlauf 2000 bis 2021 (Kapitel 5).
 - Die Veränderungen der unterschiedenen Energieträger im Zeitverlauf werden in Kapitel 6 untersucht.

2 Methodik

2.1 Unterschiedene Bestimmungsfaktoren

Der Endenergieverbrauch und seine Veränderung hängen mit einer Vielzahl von Faktoren zusammen. Im Rahmen dieser Arbeit werden diese Faktoren zu übergeordneten Ursachenkomplexen zusammengefasst. Unterschieden werden die Bestimmungsfaktoren *Witterung*, *Mengeneffekte*, *Technik & Politik*, *Substitution*, *Struktureffekte* sowie *Tanktourismus und internationaler Flugverkehr*. Zudem werden *Joint-Effekte* (Nichtlinearitäten) ausgewiesen.

2.1.1 Witterung

Die Witterungsbedingungen bestimmen die Nachfrage nach Raumwärme, Klimakälte (Raumklimatisierung) und Warmwasser. Sie sind entscheidend für das Verständnis von Energieverbrauchsschwankungen zwischen aufeinanderfolgenden Jahren. Die Veränderungen der Witterungsbedingungen verlieren in der Langfristbetrachtung im Allgemeinen an Bedeutung. Die jährlichen Witterungsschwankungen kompensieren sich in der Regel weitgehend und die langfristige Klimaveränderung ist deutlich geringer als die jährlichen Schwankungen. Der Witterungseffekt wirkt überwiegend in denjenigen Sektoren, in denen Energie zur Erzeugung von Raumwärme eingesetzt wird. Dies sind die Sektoren Private Haushalte, Dienstleistungen und Industrie, nicht aber der Verkehrssektor. Grundsätzlich können sich die Witterungsbedingungen auf die Fahrzeugheizung und die Klimatisierung auswirken. Diese Effekte sind jedoch klein und gegenüber dem grundsätzlichen Effekt, der bereits mit dem Vorhandensein einer Klimaanlage und ihrer Grundnutzung im Fahrzeug verbunden ist, kaum zu isolieren.

Der Einfluss der Witterung auf den Verbrauch zur Erzeugung von Warmwasser wird in den Sektormodellen berücksichtigt. Im Vergleich zur Raumwärme ist der Witterungseinfluss jedoch gering. Die Klimakälte (Klimatisierung) ist insbesondere im Dienstleistungssektor von Bedeutung. Die ausgewiesenen Witterungseffekte in den Bereichen Raumwärme und Warmwasser stützen sich auf das Witterungsbereinigungsverfahren auf Basis von Monatsdaten für Gradtage und Solarstrahlung. Der Effekt der Witterung auf den Verbrauch für die Klimatisierung wird durch die Veränderung der jährlichen Kühlgradtage (CDD) modelliert.

2.1.2 Mengeneffekte

Bei einer Langfristbetrachtung des Energieverbrauchs spielen die sogenannten Mengeneffekte eine wesentliche Rolle. Dazu gehören alle expansiven Einflussfaktoren, die mit dem Bevölkerungs- und dem Wirtschaftswachstum und dadurch mit der Anzahl der Energieanwendungen zusammenhängen. Beispiele sind Fahrleistungen und Fahrzeugbestände, die Wirtschaftsleistung insgesamt (an dieser Stelle ohne Struktureffekte) oder die beheizten Gebäudeflächen. Die genaue Ausgestaltung hängt dabei von den jeweiligen sektoralen Gegebenheiten und deren Umsetzung in den Modellen ab. Im Dienstleistungssektor betrifft dies z.B. den Technisierungs- und Ausstattungsgrad mit Energiedienstleistungen.

2.1.3 Technik und Politik

Die Einflüsse von Politik und langfristigen Preisveränderungen können nicht stringent von den Effekten der (autonomen) Technologieentwicklung getrennt werden, da diese Bestimmungsfaktoren selbst eng miteinander verzahnt sind. Die beiden ersten Ölpreiskrisen haben beispielsweise zu politischen Instrumenten geführt, mit denen der Wärmeschutz der Gebäudehüllen im Durchschnitt deutlich verbessert wurde. Diese haben einerseits dem bereits vorhandenen («autonom entwickelten») neuesten, einigermaßen wirtschaftlichen Stand der Technik zur verstärkten Umsetzung verholfen, andererseits auch die weitere Entwicklung von Materialien zur Wärmedämmung der Gebäudehülle unterstützt. Dem Bestimmungsfaktor Technik und Politik werden alle Faktoren zugerechnet, die auf den spezifischen Verbrauch und damit auf die rationelle Energieverwendung einwirken: energiepolitische Instrumente, freiwillige und politische Massnahmen von EnergieSchweiz, bauliche Massnahmen der Wärmedämmung sowie der Einsatz effizienterer Heizanlagen, Elektrogeräte, Maschinen etc.

Eine Besonderheit in der Modellarchitektur des Dienstleistungsmodells ermöglicht es, in Umsetzung einer in der Ökonomie gängigen Hypothese den Einfluss der Energiepreise auf die Effizienzentwicklung explizit über die Diffusion von Effizienzmassnahmen als Funktion ihrer Lebenszykluskosten abzubilden. Dem technischen Fortschritt wird dadurch eine (langfristige) preisgetriebene Komponente zugeordnet.

2.1.4 Substitution

Unter der Kategorie Substitution werden die Effekte erfasst, die durch den Wechsel zwischen den Energieträgern für ein und denselben Verwendungszweck entstehen, z.B. den Wechsel von Benzin zu Diesel oder von Heizöl zu Gas. Diese Effekte sind in den Sektoren Dienstleistungen und Private Haushalte meist verbunden mit einer Substitution der Technologie (Ersatz von Öl- durch Gasheizung) und haben in diesen Fällen auch eine Effizienzkomponente. Ähnliches gilt für den «Umstieg» von Benzin- auf Dieselfahrzeuge im Verkehrssektor. Die Abgrenzung zum Technikeffekt kann dadurch nicht immer eindeutig gezogen werden.

Substitutionseffekte treten aber auch auf bei der Verlagerung von Funktionen von einem Elektrogerät auf ein anderes Elektrogerät (z.B. vom Kochherd auf andere elektrische Haushaltsgeräte wie Mikrowelle, Grill, etc.). Im Industriesektor wird unter Substitution der Austausch von Energieträgern beispielsweise in Bi-Fuel-Anlagen (Gas zu Öl oder Kohle zu Abfall) in einem Prozess verstanden. Diese hängen vor allem von den Preisrelationen der Energieträger und deren Verfügbarkeit ab. Als Vereinfachung wird im Industriemodell angenommen, dass die Substitutionsbilanz, d.h. die Summe über die einzelnen Energieträger, jeweils explizit Null ergibt: Die angewandte Substitution ersetzt die Endenergie eines Energieträgers durch diejenige eines anderen. Da hierbei kein Umwandlungs- bzw. Prozesswirkungsgrad unterschieden wird, müssen beide Energiemengen identisch sein. Wären die spezifischen Anlagenwirkungsgrade bekannt, liesse sich die eingesparte Endenergie berechnen. Diese Angaben sind jedoch nicht hinreichend vorhanden.

2.1.5 Struktureffekte

Es ist sinnvoll, einen Struktureffekt, der beispielsweise unterschiedliche Wachstumsraten einzelner Branchen abbildet, vom Mengeneffekt, der mit dem Wachstum der Wirtschaft insgesamt verbunden ist, zu trennen. Daneben wird der Struktureffekt auch von den effizienzbezogenen Politik-

und Technischeffekten unterschieden. Es liegt in der Natur der Sache, dass solche Trennungen definitorisch nicht absolut scharf sein können. Die erfassten und ausgewiesenen Einzeleffekte geben deshalb eher Hinweise auf die relative Bedeutung der genannten Bestimmungsfaktoren. Konkret werden den Struktureffekten die folgenden Dynamiken zugewiesen:

- der Strukturwandel im Dienstleistungssektor (unterschiedliches Wachstum der Branchen mit ihren Flächen, Beschäftigten sowie unterschiedlichen Energiekennzahlen),
- das unterschiedliche Wachstum der Industriebranchen und die damit verbundenen Verschiebungen in der Energieintensität der Wertschöpfung,
- die Verschiebung der mengenmässigen Zusammensetzung von verbrauchsintensiven und weniger verbrauchsintensiven Elektro-Geräten innerhalb einer Gerätegruppe, beispielsweise durch eine Verschiebung zwischen Kühlgeräten, Kühl-Gefriergeräten und Gefriergeräten und
- die Veränderung der Gebäudenutzung im Sektor Private Haushalte (Verschiebungen zwischen nicht bewohnten, teilweise bewohnten und bewohnten Gebäuden).

Im Verkehrssektor werden keine Struktureffekte ausgewiesen. Es wäre zwar denkbar, die Verschiebung zwischen den Verkehrsträgern (Modal Split) den Struktureffekten zuzurechnen. Dieser Effekt lässt sich jedoch nicht stringent von den Mengeneffekten (Neuverkehr) isolieren.

2.1.6 Tanktourismus und internationaler Flugverkehr

Der Bestimmungsfaktor Tanktourismus und internationaler Flugverkehr betrifft lediglich den Verkehrssektor. Tanktourismus tritt beidseits der Grenzen auf. Konsumenten kaufen eine bestimmte Treibstoffmenge im Ausland ein und «verfahren» sie in der Schweiz (d.h. die entsprechenden Fahrleistungen und Emissionen fallen in der Schweiz an). Entsprechend dazu wird ein Teil der in der Schweiz verkauften Treibstoffe über die Grenzen transportiert und im Ausland verbraucht. Diese Effekte entstehen sowohl durch die jeweils grenznah lebenden Bürger/Konsumenten als auch durch Entscheidungen über den Treibstoffbezug bei Touristen sowie beim Import-/Export- und Transitverkehr. Im Folgenden gilt, dass der Bezug von Treibstoffen in der Schweiz, der jenseits der Grenzen verbraucht wird, als Tanktourismus mit einem positiven Vorzeichen und der Treibstoffbezug im Ausland, der in der Schweiz verbraucht wird, mit einem negativen Vorzeichen belegt wird (Absatzoptik). Entsprechend ergibt sich der Inlandabsatz aus dem Verbrauch im Inland plus dem Saldo im Tanktourismus. Die Grösse Tanktourismus wird im Wesentlichen durch die Treibstoffpreisverhältnisse zwischen dem Inland und dem grenznahen Ausland beeinflusst. Wird beispielsweise der Treibstoff in der Schweiz im Verhältnis zum grenznahen Ausland billiger, tanken vermehrt ausländische Kunden in der Schweiz und die Menge Tanktourismus nimmt gemäss der hier verwendeten Definition zu (Zunahme des Treibstoffexports).

Da der Effekt durch die Veränderung des internationalen Flugverkehrsaufkommens ebenfalls nur den Treibstoffabsatz im Verkehrssektor beeinflusst, wird dieser Effekt zusammen mit dem Tanktourismus ausgewiesen.

2.1.7 Joint-Effekte

Diese Kategorie weist den Grad der Nichtlinearität der Ergebnisse aus, d.h. die Differenz zwischen den in den Modellen kombinierten Effekten und der Summe der Einzeleffekte. Nichtlinearitäten treten beispielsweise dann auf, wenn sich sowohl die Mengen- als auch die spezifische Verbrauchsponente verändert. Diese Nichtlinearitäten sind methodisch unvermeidbar, da die Isolierung der Effekte mathematisch gesehen jeweils eine lineare diskrete Näherung in einem oder wenigen Parametern ist. Die simultane Veränderung aller Parameter muss sowohl in den Modellen als auch in der Realität zu einer Abweichung des Ergebnisses von der schematischen Summierung der Einzeleffekte führen. Dies gilt – aus den gleichen Gründen – auch für die zeitliche Entwicklung: Aufgrund der jeweiligen simultanen Veränderung der Parameter in der Ausgangslage von Jahr zu Jahr kann die Summierung über die Jahresergebnisse nicht mit dem in einem Schritt gerechneten Ergebnis über den gesamten mittelfristigen Zeitraum 2000 bis 2020 übereinstimmen. Diese Effekte werden nachrichtlich aufgeführt, aber nicht diskutiert.

2.1.8 Preiseffekte

Die längerfristigen Preiseffekte werden nicht explizit, sondern über die Effekte von Technik und Politik und insbesondere über die Substitutionseffekte abgebildet. Kurzfristige Preiseffekte könnten mittels Annahmen bezüglich der Nachfrageelastizitäten geschätzt werden. Empirische Schätzungen finden Nachfrageelastizitäten von -0.1 oder kleiner. Gerade im Energiebereich sind diese Elastizitäten ausgesprochen unsicher; bislang konnten sie empirisch mit keiner Methode isoliert werden. Die Entwicklungen der letzten Jahre deuten darauf hin, dass der Verbrauch ausgesprochen preisinelastisch ist. Deshalb werden in der vorliegenden Arbeit diese Effekte nicht berücksichtigt.

2.1.9 Abbildung der Auswirkungen der Covid19-Pandemie durch die Bestimmungsfaktoren

Die Corona-Pandemie und die Massnahmen zu deren Eindämmung im Jahr 2020 hatten einen deutlichen Einfluss auf die Veränderung des Energieverbrauchs gegenüber dem Vorjahr. So führte der Lockdown und die zeitweise Home-Office-Pflicht bzw. -Empfehlung dazu, dass sich die Bevölkerung mehr Zeit als üblich in der eigenen Wohnung aufhielt. Dies hatte zur Folge, dass der Energieverbrauch im Sektor Private Haushalte anstieg. Im Industrie- und Dienstleistungssektor wirkte sich der Lockdown negativ auf die Mengen umgesetzter bzw. produzierter Güter aus. Im Verkehrssektor ging das Verkehrsaufkommen deutlich zurück. Zum einen war dies beim Inlandsverkehr der Fall, wo Verkehrswege aufgrund von Lockdown und Home-Office-Empfehlung reduziert wurden. Insbesondere war aber der internationale Flugverkehr betroffen, wo aufgrund von Reisewarnungen und verschärften internationalen Einreisebeschränkungen ein deutlicher Einbruch der Flugbewegungen stattgefunden hat. In abgeschwächter Form beeinflussten die Corona-Pandemie und die Massnahmen zu deren Eindämmung auch den Energieverbrauch im Jahr 2021.

Die durch die Corona-Pandemie beeinflussten Entwicklungen sind verschiedenen Bestimmungsfaktoren zugeordnet:

- Im Industriemodell fließt der Corona-Effekt über die Entwicklung der Produktionsindizes bzw. -mengen und anderen Aktivitätsgrößen wie der Bruttowertschöpfung und Beschäftigtenzahl ein. Diese sind den Mengeneffekten zugeordnet.

- Auch im Verkehrssektor ist die Entwicklung der Verkehrsmengen und -leistungen in den Mengeneffekten wiedergegeben. Die Entwicklungen des internationalen Flugverkehrs sowie des durch die zeitweisen Grenzschiessungen beeinträchtigten Tanktourismus werden mit einem eigenen Bestimmungsfaktor beschrieben.
- Im Dienstleistungssektor teilen sich die direkten Corona-Effekte auf die Mengeneffekte (insb. Entwicklung der Beschäftigtenzahlen) und die Struktureffekte auf (Änderungen der Betriebszeiten und Ladenöffnungszeiten, Home-Office).
- Im Haushaltssektor wirkt sich die Corona-Pandemie vor allem auf den Warmwasserverbrauch pro Kopf und die Benutzungsstunden der Elektrogeräte (inkl. Kochherde) aus, weniger auf die Anzahl der Geräte insgesamt. Somit wird der Mehrverbrauch weniger durch die Mengeneffekte als die Struktureffekte erklärt und im Fall der Elektrogeräte durch den Faktor Technik/Politik. Hier führt die höhere Anzahl Benutzungsstunden zu einem höheren mittleren Geräteverbrauch.

2.2 Quantifizierung der Effekte

2.2.1 Bestimmung der Verbrauchsentwicklung

Der in der Ex-Post-Analyse nach Bestimmungsfaktoren ausgewiesene Energieverbrauch und die jährlichen Verbrauchsänderungen entsprechen dem Energieverbrauch der Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken (BFE, 2022a). Es bestehen gewisse Differenzen zwischen dem modellierten Verbrauchsniveau und dem Niveau gemäss der Gesamtenergiestatistik. Dies ist unter anderem auf die unterschiedlichen Systemgrenzen zurückzuführen (Berücksichtigung der statistischen Differenz, Absatz vs. Verbrauch bei den Treibstoffen). Da bei der Ex-Post-Analyse der Fokus auf der Beschreibung der Verbrauchsveränderung liegt, ist der Niveauunterschied zwischen Gesamtenergiestatistik und den Modellen von geringer Bedeutung.

Kleine Differenzen bestehen indes auch bei den jährlichen Veränderungen, weshalb die Modellergebnisse jeweils der Statistik gegenübergestellt werden. Diese Abweichungen sind unvermeidbar, wenn Modellergebnisse, die systematisch auf Zusatzinformationen beruhen und zusammenfassende Annahmen machen müssen (z.B. über durchschnittliches Nutzerverhalten), die Energiestatistik ergänzen sollen. Als Basis der Modellrechnungen und als erste Vergleichsgrösse dienen die Werte der Gesamtenergiestatistik 2021 (BFE, 2022b).

Bei den verwendeten sektoralen Bottom-Up-Modellen handelt es sich um durchgängige Jahresmodelle. Dadurch ergeben sich die gesamten jährlichen Verbrauchsänderungen unmittelbar aus den aktualisierten Modellen. Die Effekte der einzelnen Bestimmungsfaktoren werden grundsätzlich im Sinne einer linearen Näherung berechnet: Ein Einflussfaktor wird zwischen den Jahren t_n und t_{n+1} verändert, während alle anderen Parameter konstant gehalten werden. Die sich daraus ergebende Verbrauchsänderung $E_{n+1} - E_n$ quantifiziert den Effekt. Grundsätzlich wird für jeden Faktor der Einfluss in jedem Jahr bestimmt, wofür, je nach Modellaufbau, entsprechend viele Schleifen in der Modellausführung notwendig werden können.

Aufgrund der Eigenschaften des Dienstleistungsmodells wird dort die energetische Wirkung der verschiedenen Bestimmungsfaktoren nicht isoliert und schrittweise unter konstant halten aller anderen Faktoren berechnet. Vielmehr bauen die einzelnen Parameterveränderungen aufeinander auf. Die Wirkung des neu hinzugefügten Parameters ergibt sich dann aus der Ergebnisdifferenz der aktuellen Modellausführung zur vorherigen Ausführung. Dieses Vorgehen hat den Vorteil,

dass die Summe der einzelnen Wirkungen der Faktoren ungefähr der Gesamtwirkung aller Faktoren zusammen entspricht, d.h. es werden weniger Joint-Effekte gebildet. Anhand des neuen Repräsentantenansatzes können die Joint-Effekte nicht mehr auf null gesetzt werden. Ein weiterer Nachteil ist, dass die berechnete Wirkung der einzelnen Faktoren davon abhängt, in welcher Reihenfolge die Parameter verändert werden. Die dadurch entstehenden Unterschiede dürften jedoch bei der Betrachtung der jährlichen Wirkungen klein sein.

Tabelle 5: Bezug zum TEP Tertiary CH Modell

Zuordnung der TEP-Modellgrößen zu den Bestimmungsfaktoren der Ex-Post-Analyse

TEP Tertiary CH Modellgrößen	Ex-Post-Analyse				
	Witterung	Mengen	Substitution	Struktur	Tech., Pol.
EBF, Beschäftigte, jeweils für den DL-Sektor total					
EBF, Beschäftigte pro Branchen- gruppe					
Gebäudegeometrie					
Konstruktionstyp					
Ausrüstung mit Energiedienstleis- tungen pro Branchengruppe, Grös- senklasse, Neubau/Bestand					
Kurzfristige Effekte (COVID19): Be- triebsstunden / Home Office					
Gebäude-, Anlagen- und Geräte- erneuerung autonom					
Gebäude-, Anlagen- und Geräte- erneuerung Politik / Preise					
Substitution (Potentiale)					
Substitution: Politik / Preise					
Witterung Wärme					
Witterung Kälte					

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

In den Sektoren Dienstleistungen und Landwirtschaft erfolgt die Berechnung des Energieverbrauchs mit dem Modell TEP Tertiary. Tabelle 5 beschreibt die Zuordnung der Modellgrößen des Modells TEP Tertiary CH zu den Bestimmungsfaktoren gemäss der Ex-Post-Analyse.

2.2.2 Aggregation der Effekte

Vereinfacht wird mit der Zerlegung der Effekte impliziert, dass es sich um ein lineares System handelt, bei dem die Faktoren einzeln bestimmt und addiert werden können. Ganz korrekt im mathematischen Sinne wäre dies nur für infinitesimale Änderungen über infinitesimale Zeiträume

sowie bei empirischer und modellumgesetzter strenger Multilinearität. Grundsätzlich sind die Zusammenhänge jedoch nicht multilinear, da sich die Verteilungen in jedem Zeitschritt durch technischen Fortschritt, Strukturwandel und Veränderungen von Konsumpräferenzen immer «am oberen Rand» verändern. Bei endlichen Zeiträumen und Veränderungen der Parameter lässt sich nicht ausschliessen, dass die Summe der Effekte sich von der modellierten Gesamtveränderung, bei der alle Parameter gleichzeitig geändert werden, unterscheidet. Erfahrungsgemäss ist die Differenz auf Jahresebene klein, d.h. die lineare Näherung ist im Allgemeinen gut. Entsprechend sind die in den Resultaten aufgeführten Joint-Effekte (Nichtlinearitäten) meist klein. Sie können vor allem dann grösser werden, wenn die Reagibilitäten des Verbrauchs auf die einzelnen Parametervariationen stark unterschiedlich ausfallen.

Die Nichtlinearitäten sind hingegen bei der Analyse über mehrere Jahre teilweise erheblich grösser, beispielsweise bei der Betrachtung der Veränderungen im Jahr 2021 in Bezug zum Jahr 2000. Der Bericht und die publizierten Ergebnistabellen basieren weitgehend auf den Effekten der einzelnen Jahresschritte sowie deren Summe und vergleichsweise geringen Joint-Effekten.

Zahlreiche Rahmendaten (Wohn- und Betriebsflächen, Anlagenabsätze, Fahrleistungen, z.T. Energieträger gemäss Energiestatistik) wurden rückwirkend gegenüber den bei den bisher publizierten Ex-Post-Analysen vorliegenden (provisorischen) Daten verändert. Diese Revisionen sind in die vorliegende Analyse eingeflossen und bilden zusammen mit den je nach Modell grösseren oder kleineren Anpassungen der Modellarchitektur die Ursache für Unterschiede in den Bestimmungsfaktoren gegenüber früheren Ex-Post-Analysen.

2.3 Sektorabgrenzungen

Die Abgrenzung zwischen den Sektoren erfolgt analog der in der Verwendungszweckanalyse angewandten Einteilung. Damit ergibt sich eine gute Vergleichbarkeit zwischen den beiden Studien. Die gewählte Abgrenzung bedingt einen Transfer zwischen den Modellen der Sektoren Private Haushalte und Dienstleistungen: Die Veränderung des Wärmebedarfs der Zweit- und Ferienwohnungen wird im Haushaltssektor berechnet, aber im Dienstleistungssektor verbucht. Das Gleiche gilt für die Veränderung des Elektrizitätsverbrauchs der gemeinschaftlich genutzten Infrastruktur in Mehrfamilienhäusern. Die Zuordnung dieser Verbräuche in der Energiestatistik ist nicht vollständig zu klären.

Ferner gilt, dass der nicht traktionsbedingte Elektrizitätsverbrauch des Verkehrssektors (Strassen- und Bahnhofsbeleuchtung, Tunnelbelüftung etc.) im Dienstleistungssektor verbucht wird und der Verbrauch des Non-Road-Verkehrs (wie Baumaschinen, Traktoren, mobile Geräte, inklusive des internen Werkverkehrs der Industrie) dem Verkehrssektor zugerechnet wird. Die Landwirtschaft wird zusammen mit dem Dienstleistungssektor ausgewiesen. Die in der Gesamtenergiestatistik ausgewiesene «statistische Differenz» wird bei der Bestimmung der Effekte nicht berücksichtigt.

Bei der Beurteilung der Entwicklung des Treibstoffverbrauchs ist zu beachten, dass die Gesamtenergiestatistik in Anlehnung an internationale Konventionen Absatzwerte und keine Verbrauchswerte ausweist. Im Verkehrssektor werden der gesamte in der Schweiz abgesetzte Treibstoff und die Elektrizität für den Strassen-, Flug-, Schiff- und Eisenbahnverkehr, inklusive des Tanktourismus und aller ausländischen Flugzeugbetankungen auf schweizerischen Flugplätzen berücksichtigt. Im Gegensatz dazu bildet das Verkehrsmodell den Energieverbrauch der inländischen Verkehrsteilnehmer im Strassen- und Non-Road-Verkehr, den Energieverbrauch im schweizerischen Eisenbahnnetz und den Kerosinverbrauch für den inländischen Flugverkehr ab. Beim Kerosin wird die Differenz zwischen statistisch erfasster Absatz- und modellierter Verbrauchsentwicklung,

als Konsequenz der Anwendung des Territorialprinzips, dem Verbrauch des internationalen Flugverkehrs zugerechnet. Der Tanktourismus wurde in früheren Ausgaben der Ex-Post-Analyse ebenfalls als Residual zwischen Treibstoffabsatz (Benzin, Diesel) und modelliertem Treibstoffverbrauch im Inland bestimmt. Seit der Ausgabe 2012 der Ex-Post-Analyse des Energieverbrauchs wird der Tanktourismus in einem eigenständigen Modul berechnet (vgl. Anmerkungen in BFE 2015). Als Folge davon entspricht die Summe aus modelliertem Inlandverbrauch und der Menge Tanktourismus nicht mehr exakt dem in der Energiestatistik ausgewiesenen Treibstoffabsatz.

3 Statistische Ausgangslage

3.1 Entwicklung des Endenergieverbrauchs 2000 – 2021

Der Gesamtenergieverbrauch der Schweiz hat sich 2021 gegenüber dem Vorjahr um 46.8 PJ auf 794.7 PJ erhöht (+6.3 %; Tabelle 6).

Tabelle 6: Entwicklung des Endenergieverbrauchs der Schweiz

Darstellung nach Energieträgern in PJ von 2000 bis 2021

Energieträger	2000	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ '00-'21
Elektrizität	188.5	209.7	209.7	210.5	207.5	205.9	200.6	209.2	+20.7
Erdölbrennstoffe	208.4	133.9	136.4	127.9	115.6	112.3	101.1	111.7	-96.7
Heizöl extra leicht	196.3	129.3	132.4	123.7	111.2	108.7	97.4	108.0	-88.3
übrige Erdölbrennstoffe ¹⁾	12.2	4.6	4.0	4.2	4.4	3.6	3.7	3.7	-8.4
Erdgas ²⁾	93.2	112.9	117.2	118.9	112.3	115.2	112.9	122.3	+29.1
Kohle und Koks	5.8	5.2	4.8	4.6	4.3	3.8	3.7	3.7	-2.1
Fernwärme	13.2	18.1	19.4	19.8	19.4	21.5	21.1	23.1	+9.9
Holz	28.1	39.2	42.3	42.7	40.5	41.1	39.9	46.4	+18.3
übrige Erneuerbare Energien ³⁾	6.3	20.6	23.7	26.4	28.3	30.4	30.4	33.1	+26.8
Müll / Abfälle	10.4	10.6	11.2	11.2	11.1	11.7	11.6	12.0	+1.6
Treibstoffe	293.4	290.5	291.8	290.1	294.3	294.4	226.7	233.2	-60.2
Benzin	169.3	106.1	102.8	99.6	98.0	97.2	86.1	88.0	-81.4
Diesel	56.0	113.7	114.9	114.6	116.0	116.1	110.0	111.2	+55.3
Flugtreibstoffe	68.1	70.8	74.2	76.0	80.3	81.1	30.6	34.0	-34.1
Summe	847.4	840.7	856.4	852.3	833.3	836.2	747.9	794.7	-52.6

¹⁾ inklusive Heizöl Mittel und Schwer

²⁾ inklusive gasförmiger Treibstoffe

³⁾ Sonne, Biogas, Biotreibstoffe, Umweltwärme

Quelle: BFE 2022b

Im Vergleich zum Jahr 2000 nahm der Energieverbrauch um 52.6 PJ (-6.2 %) ab. Die Gesamtveränderung verteilt sich wie folgt auf die einzelnen Energieträger und Energieträgergruppen:

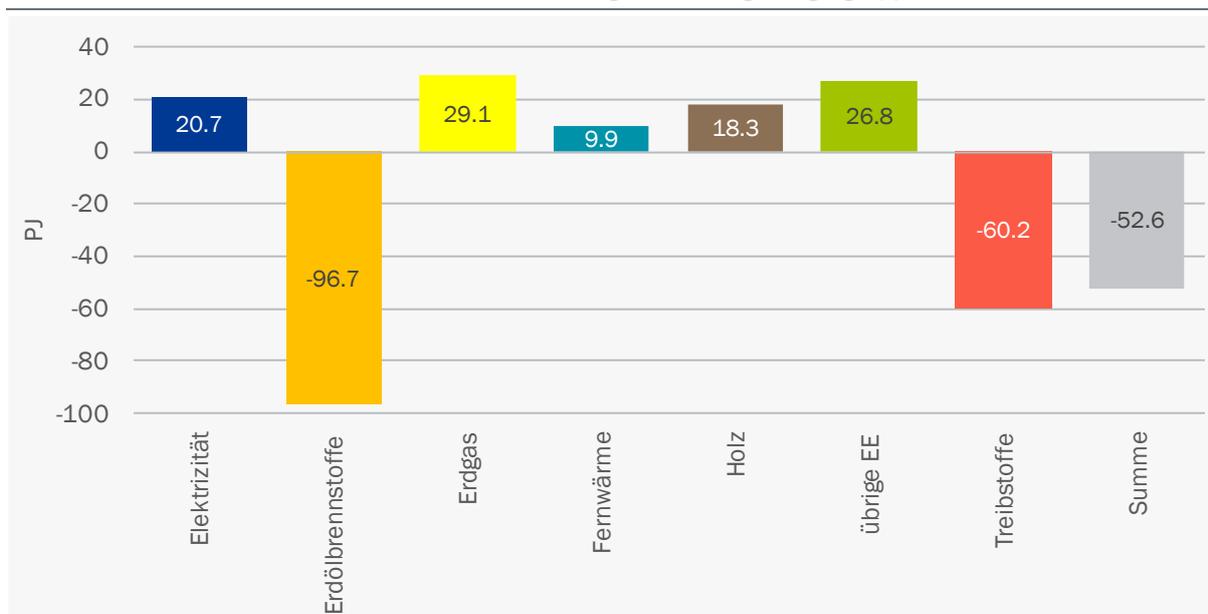
- Der Anteil der fossilen Energieträger am Gesamtenergieverbrauch reduzierte sich von 70.9 % im Jahr 2000 auf 59.3 % im Jahr 2021. Deutliche Verbrauchsrückgänge zeigten sich in Jahren mit warmer Witterung (2007, 2011, 2014) sowie im Wirtschaftskrisenjahr 2009 und im ersten Jahr der Corona-Pandemie 2020. Der Verbrauch an fossilen Brenn- und Treibstoffen lag im Jahr 2021 um 129.8 PJ unter dem Verbrauch im Jahr 2000 (-21.6 %). Der Verbrauch

der einzelnen fossilen Energieträger entwickelte sich unterschiedlich (vgl. Abbildung 3 und Abbildung 4):

- Ein grosser Verbrauchsrückgang zeichnet sich bei Heizöl extra-leicht (HEL) ab. Gegenüber dem Jahr 2000 reduzierte sich der Verbrauch um 88.3 PJ (-45.0 %). Der Verbrauch der übrigen erdölbasierten Brennstoffe (Heizöl Mittel und Schwer (H M+S), Petrolkoks, Propan, Butan, sonstige Gase) hat sich in der Periode 2000 bis 2021 um 8.4 PJ verringert (-69.4 %). Im Gegensatz zum Heizöl extra-leicht ist der Verbrauch dieser Energieträger kaum von der Witterung beeinflusst.
- Die Nutzung von Erdgas hat sich zwischen 2000 und 2021 um 29.1 PJ erhöht (+31.3 %). Gegenüber dem Vorjahr 2020 hat der Verbrauch um 9.4 PJ zugenommen (+8.3 %). Der Verbrauch an Compressed Natural Gas (CNG; Treibstoffgas) wird in der Gesamtenergiestatistik ebenfalls unter Erdgas berücksichtigt. Der Verbrauch an CNG stieg im Zeitraum 2000 bis 2021 auf 0.5 PJ.
- Die Verwendung von Koks und Kohle hat seit 2000 um 2.1 PJ abgenommen (-35.9 %). Gegenüber dem Vorjahr ist der Verbrauch um 1.1 % angestiegen.
- Beim Treibstoffabsatz zeigt sich im Zeitraum 2000 bis 2021 ein Rückgang um 60.2 PJ (-20.5 %; exkl. Bio-Treibstoffe und gasförmige Treibstoffe). Die Entwicklung des Treibstoffabsatzes verlief nicht kontinuierlich. In den Jahren 2000 bis 2004 nahm der Absatz um rund 6 % ab, zwischen 2005 bis 2012 stieg er an, mit Ausnahme des Jahres 2009. In den folgenden Jahren weist der Absatz eine leicht sinkende Tendenz auf. Im Jahr 2020 war ein starker Einbruch zu verbuchen, der auf die Auswirkungen der Corona-Pandemie zurückzuführen ist. Die einzelnen Treibstoffe zeigen unterschiedliche Entwicklungstrends: Der Benzinabsatz ist kontinuierlich gesunken. Demgegenüber stieg der Dieselabsatz in fast jedem Jahr an (Ausnahme 2015, 2017 und 2020). Der Absatz an Flugtreibstoffen verringerte sich im Jahr 2020 gegenüber dem Vorjahr aufgrund der Massnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie um 50.5 PJ (-62.2 %) auf 30.6 PJ (-55.0 % ggü. 2000). Im Jahr 2021 lag der Absatz an Flugtreibstoffen mit 34.0 PJ noch um 50.1 % unter dem Verbrauchsniveau des Jahres 2000 (-34.1 PJ).
Bei den konventionellen Treibstoffen nicht berücksichtigt sind die Bio-Treibstoffe und die gasförmigen Treibstoffe, welche bei dieser Betrachtung unter den übrigen erneuerbaren Energien, respektive unter Erdgas verbucht sind. Der Absatz von Bio-Treibstoffen und gasförmigen Treibstoffen erhöhte sich im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2021 von 0.1 PJ auf 7.1 PJ.
- Am meisten Endenergie wird in Form von Elektrizität verbraucht. Der Einsatz von Elektrizität hat im Zeitraum 2000 bis 2021 um 20.7 PJ (+11.0 %) zugenommen. Gegenüber dem Vorjahr 2020 ist der Elektrizitätsverbrauch um 8.6 PJ (+4.3 %) auf 209.2 PJ angestiegen.
- Die übrigen Energieträger wiesen im Zeitraum 2000 bis 2021 durchwegs steigende Verbräuche auf: Der Verbrauch von Fernwärme nahm um 9.9 PJ zu (+75.2 %), der Holzverbrauch um 18.3 PJ (+64.9 %) und der Verbrauch an übrigen erneuerbaren Energien (inkl. biogener Treibstoffe) um 26.8 PJ (+422.9 %). Der energetische Einsatz von Müll und Industrieabfällen hat sich um 1.6 PJ erhöht (+15.2 %).

Abbildung 3: Veränderung des Endenergieverbrauchs der Schweiz

Differenz der Jahre 2021 und 2000 in PJ. Darstellung nach Energieträgergruppen

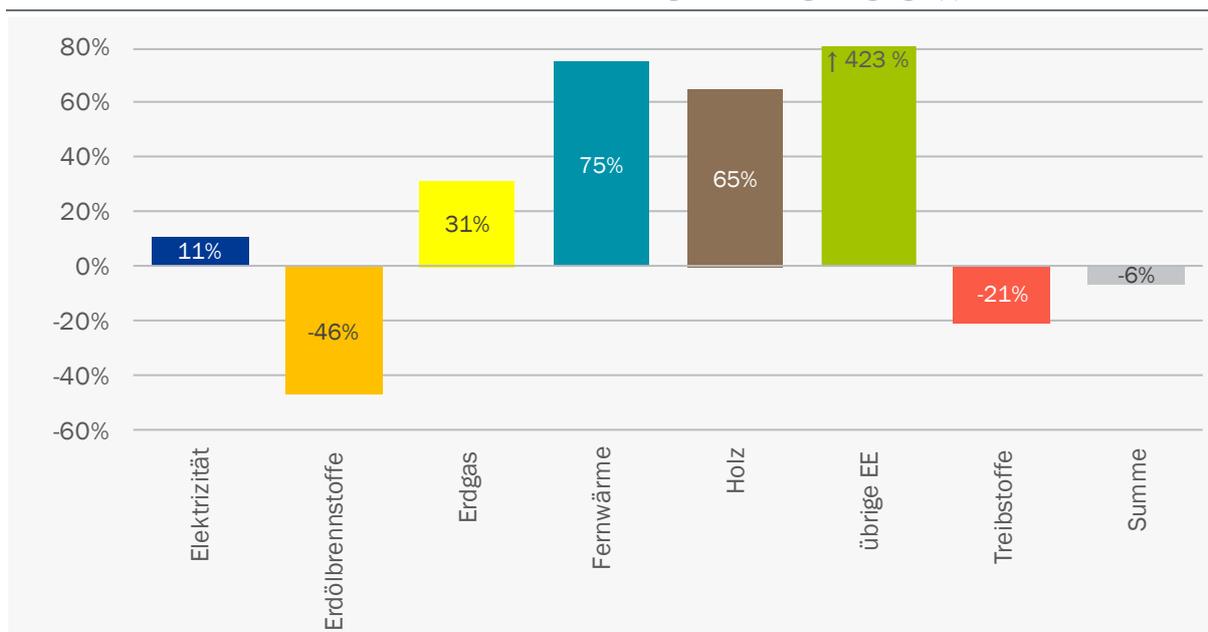


EE: Erneuerbare Energien

Quelle: BFE 2022b

Abbildung 4: Relative Veränderung des Endenergieverbrauchs der Schweiz

Differenz der Jahre 2021 und 2000 in Prozent. Darstellung nach Energieträgergruppen



EE: Erneuerbare Energien

Quelle: BFE 2022b

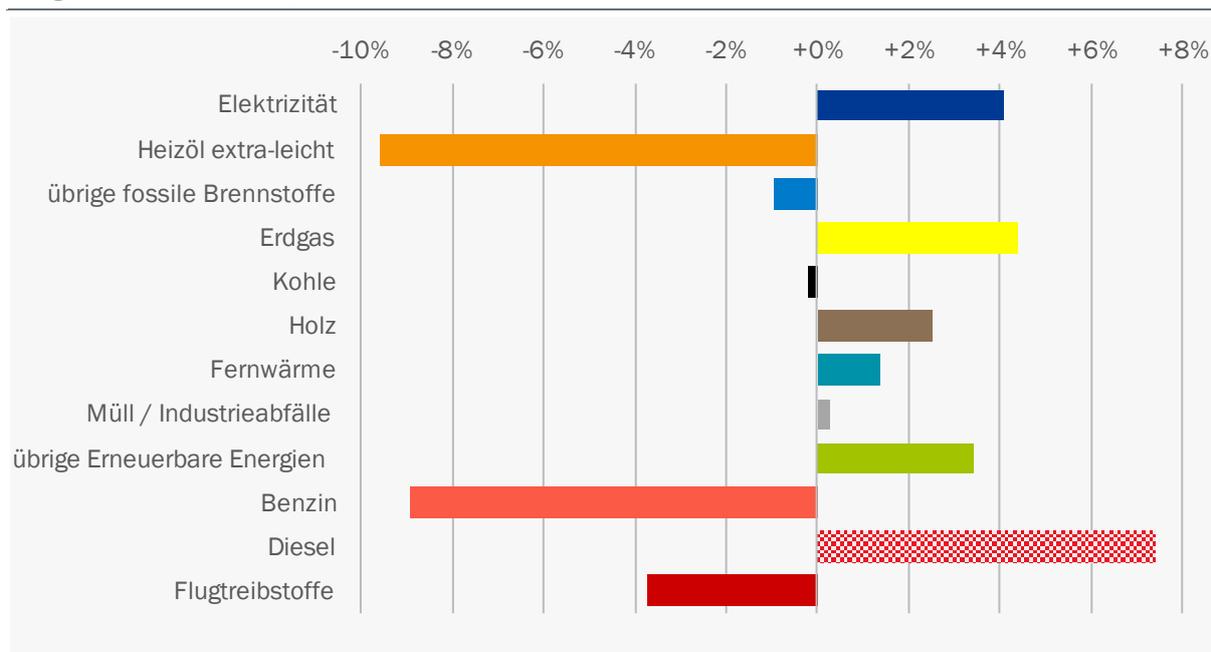
In Abbildung 5 ist die Entwicklung der Energieträgerstruktur illustriert. An Bedeutung gewonnen hat Diesel, dessen Anteil am Endverbrauch sich um 7.4 %-Punkte ausgeweitet hat. Parallel dazu ging die Bedeutung von Benzin zurück (-8.9 %-Punkte). Dennoch ist der Anteil von Benzin am Endenergieverbrauch mit 11.1 % immer noch annähernd gleich gross wie derjenige von Diesel mit 14.0 % (Abbildung 6). Der Anteil der Flugtreibstoffe (inklusive der Anteile am internationalen Flugverkehr) nahm im Zeitraum von 2005 bis 2019 um 1.7 %-Punkte zu. Im Jahr 2020 brach der Verbrauch gegenüber dem Vorjahr ein als Folge der Massnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie. Der Anteil sank um 5.6 %-Punkte auf 4.1 % und erholte sich im Jahr 2021 leicht um 0.2 %-Punkte auf 4.3 %. Der Anteil der fossilen Treibstoffe insgesamt am Gesamtenergieverbrauch hat sich nicht wesentlich verändert und lag 2021 bei 29.3 % (2000: 34.6 % inkl. CNG/Erdgas).

Der Anteil von Heizöl extra-leicht ist um 9.6 %-Punkte gesunken, derjenige der übrigen erdöl-basierten Brennstoffe um 1.0 %-Punkte. Der Anteil von Erdgas hat um 4.4 %-Punkte zugenommen. Der Anteil des Heizöls am Endverbrauch 2021 liegt mit 13.6 % leicht unter dem Anteil von Erdgas mit 15.4 %. Der Anteil der fossilen Brennstoffe insgesamt ist im Zeitraum 2000 bis 2021 um 6.4 %-Punkte auf 29.8 % gesunken.

Neben Diesel und Erdgas hat die Bedeutung der Elektrizität im Zeitraum 2000 bis 2021 ebenfalls stark zugenommen. Im Jahr 2021 lag der Stromanteil bei 26.3 % und damit um 4.1 %-Punkte über dem Anteil im Jahr 2000.

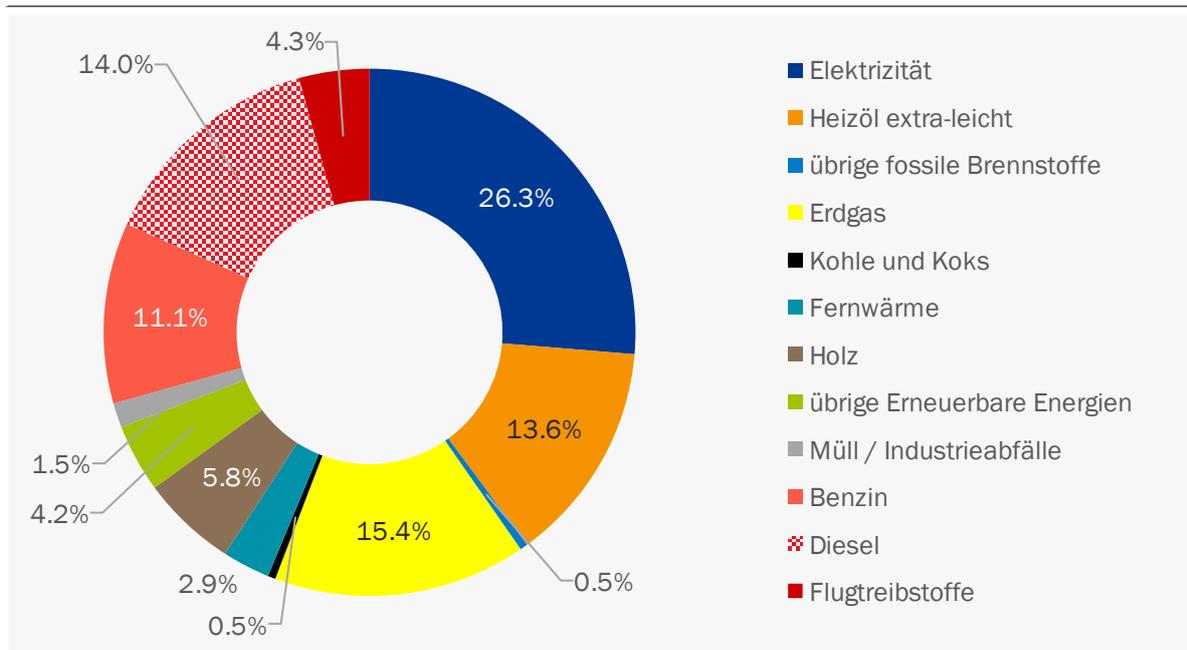
Abbildung 5: Veränderung der Energieträgeranteile am Endenergieverbrauch

Vergleich 2021 zu 2000, in %-Punkten



Quelle: BFE 2022b

Abbildung 6: Energieträgeranteile am Endenergieverbrauch 2021



Quelle: BFE 2022b

Der Anteil von Holz ist im gleichen Zeitraum von 3.3 % auf 5.8 % gestiegen. Die übrigen Energieträger besaßen nur eine geringe Bedeutung (jeweilige Anteile $\leq 4.2\%$). Ihre Anteile haben sich unterschiedlich entwickelt; deutlich zugenommen hat der Anteil der übrigen erneuerbaren Energien (+3.4 %-Punkte).

Tabelle 7: Entwicklung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren

Darstellung der Jahre 2000 bis 2021, in PJ

Verbrauchssektor	2000	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ '00-'21
Haushalte	236.3	232.8	241.2	236.5	223.7	226.5	219.1	241.2	4.8
Industrie	160.0	154.2	154.6	155.5	150.2	149.8	145.1	153.4	-6.6
Dienstleistungen	137.7	139.5	143.5	141.5	135.3	135.9	128.9	137.2	-0.5
Verkehr	304.1	306.2	308.8	309.0	315.2	315.5	246.5	252.6	-51.5
statistische Differenz ¹⁾	9.2	8.1	8.4	9.8	9.0	8.5	8.4	10.3	1.1
Summe	847.4	840.7	856.4	852.3	833.3	836.2	747.9	794.7	-52.6

1) inkl. Landwirtschaft

Quelle: BFE 2022b

Die Aufteilung des Endenergieverbrauchs nach Verbrauchssektoren ist in Tabelle 7 dargestellt. Der Energieverbrauch des Sektors Private Haushalte erhöhte sich zwischen 2000 und 2021 um 4.8 PJ (+2.0 %). Der Energieverbrauch des Industriesektors nahm im gleichen Zeitraum hingegen

um 6.6 PJ ab (-4.1 %). Ebenfalls verringert haben sich die Verbräuche in den Sektoren Dienstleistungen (-0.5 PJ; -0.4 %) und Verkehr (-51.5 PJ; -16.9 %, inklusive der Absätze an den internationalen Flugverkehr). Die Entwicklung im Verkehrssektor steht in engem Zusammenhang mit der Corona-Pandemie und dem damit verbundenen Rückgang des internationalen Flugverkehrs.

Werden die Absätze an den internationalen Flugverkehr beim Energieverbrauch mitberücksichtigt, so ist der Verkehrssektor jener Sektor mit dem höchsten Energieverbrauch; im Jahr 2021 betrug der Anteil am Gesamtenergieverbrauch 31.8 %. Die Anteile aller Sektoren haben sich im Vergleich zum Jahr 2000 nur leicht verschoben (≤ 2.5 %-Punkte).

3.2 Entwicklung der Rahmenbedingungen

Für die Analyse und das Verständnis der Veränderung des Energieverbrauchs ist die Entwicklung der Rahmenbedingungen von ausschlaggebender Bedeutung. Beispielsweise sind die Witterungsbedingungen (Wärme- und Kältenachfrage) entscheidend für das Verständnis von Energieverbrauchsschwankungen in aufeinander folgenden Jahren. In der Langfristbetrachtung verlieren die Witterungsschwankungen an Bedeutung, demgegenüber treten die Mengenkomponten (z.B. Produktion, Bevölkerung, Beschäftigte, Flächen) in den Vordergrund. Viele dieser exogenen Einflussfaktoren weisen in ihrer jährlichen Entwicklung nur geringe Veränderungsraten auf, aber in der Summe über das betrachtete Zeitintervall beeinflussen sie den Energieverbrauch. Folglich besteht eine Gewichtsverlagerung in der Bedeutung der einzelnen Einflussfaktoren in Abhängigkeit vom betrachteten Zeitraum. Die Korrelationen zwischen den verschiedenen Verwendungszwecken und Rahmendaten sind unterschiedlich. Während der Raumwärmeverbrauch beispielsweise sehr stark von der Witterung abhängt, wird der Verbrauch an Prozesswärme stark durch die Wirtschaftsentwicklung und derjenige der Elektrogeräte von der Bevölkerungsentwicklung beeinflusst. In Tabelle 8 ist die Entwicklung der wichtigsten Einflussfaktoren für die Jahre 2000 bis 2021 zusammengefasst.

- Die Witterungsbedingungen sind als Kurzfristdeterminante von herausragender Bedeutung. Im Vergleich zum langjährigen Durchschnitt der Jahre 1970 bis 1992 mit 3'588 Heizgradtagen (HGT) war es in den meisten Jahren des Zeitraums 2000 bis 2021 deutlich wärmer.¹ Einzig im Jahr 2010 fielen in etwa gleich viele HGT an wie im Mittel der langfristigen Referenzperiode. Mit 3'586 HGT war das Jahr 2010 das kühlste Jahr im Betrachtungszeitraum, die Zahl der HGT lag um 12.0 % über dem Mittel der Periode 2000 bis 2021 (3'203 HGT). Mit 3'378 HGT war das Jahr 2021 nach 2010, 2005 und 2013 das viertkälteste Jahr des Betrachtungszeitraums 2000 bis 2021. Gegenüber dem Vorjahr 2020 nahm die Anzahl HGT um 15.3 % zu, der Gradtags- und Strahlungsfaktor nahm um rund 19 % zu. Die Sommermonate waren 2021 kühler als im Durchschnitt des Betrachtungszeitraums: Die Zahl der Kühlgradtage (CDD) lag im Jahr 2021 mit 111 CDD um 33 % unter dem Mittelwert der Jahre 2000 bis 2021 (167 CDD). Eine besonders hohe Anzahl CDD trat im Jahre 2003 auf («Hitzesommer» mit 346 CDD).²

¹ Beim Bereinigungsverfahren mit Gradtagen und Strahlung von Prognos wird der Referenzzeitraum 1984/2002 verwendet. Die durchschnittliche Anzahl HGT in diesem Referenzzeitraum beträgt 3'407 HGT. Im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2021 liegen einzig die Jahre 2005, 2010 und 2013 über diesem Referenzwert.

² Kühltag werden gezählt, wenn die mittlere Tagestemperatur 18.3°C überschreitet. Bei den Kühlgradtagen (Cooling Degree Days: CDD) werden die Kühltag mit der Differenz zwischen der mittleren Tagestemperatur und 18.3°C gewichtet.

Tabelle 8: Wichtige Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauchs

Entwicklung in den Jahren 2000 bis 2021

Bestimmungsfaktoren	Einheit	2000	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
1. Allg. Bestimmungsfaktoren									
Heizgradtage (a)		3'081	3'075	3'281	3'233	2'891	3'067	2'931	3'378
Cooling Degree Days (f)		115	263	167	231	247	223	182	111
Bevölkerung ¹⁾ (b)	Tsd.	7'184	8'282	8'373	8'452	8'514	8'575	8'638	8'703
BIP real, Preise 2020 (c)	Mrd. CHF	514.7	679.7	693.6	704.6	725.2	733.9	716.4	742.8
LIK (b), Basis 2020		92.2	98.7	98.3	98.8	99.8	100.1	99.4	100.0
Wohnungsbestand (e,f)	Tsd.	3'754	4'391	4'445	4'496	4'555	4'608	4'662	4'713
Energiebezugsflächen									
- insgesamt (d,f)	Mio. m ²	644	768	777	786	796	804	813	822
- Wohnungen (f)	Mio. m ²	422	518	525	532	539	545	551	557
- Dienstleistungen (d)	Mio. m ²	140	159	161	163	164	166	168	170
- Industrie (d)	Mio. m ²	83	91	91	92	93	94	94	95
Motorfahrzeugbestand ²⁾ (b)	Mio.	4.58	5.89	5.98	6.05	6.11	6.16	6.24	6.31
Personenwagen (b)	Mio.	3.55	4.46	4.52	4.57	4.60	4.62	4.66	4.69
2. Energiepreise (real, Basis 2021)									
a) Konsumentenpreise ³⁾ (b)									
Heizöl EL (3000-6000l)	CHF/100l	55.1	75.2	71.2	79.9	95.7	90.4	69.8	85.4
Elektrizität	Rp./kWh	19.8	20.1	20.4	20.3	20.8	21.1	21.2	21.4
Erdgas	Rp./kWh	6.6	9.8	9.8	9.5	9.8	10.2	9.7	9.9
Holz	CHF/Ster	45.2	57.1	55.3	53.2	52.7	52.0	51.2	50.9
Fernwärme	CHF/GJ	16.6	23.1	22.6	22.5	22.6	23.4	22.9	23.2
Benzin	CHF/l	1.52	1.51	1.43	1.53	1.63	1.59	1.44	1.67
Diesel	CHF/l	1.56	1.57	1.47	1.60	1.74	1.74	1.55	1.74
b) Produzenten-/Importpreise ⁴⁾ (a)									
Heizöl EL ⁵⁾	CHF/100l	38.7	62.2	59.3	67.0	81.7	78.0	60.1	72.7
Elektrizität	Rp./kWh	17.0	15.9	16.6	16.3	16.0	16.2	16.5	16.1
Erdgas	Rp./kWh	3.3	6.2	6.9	6.7	7.0	7.4	7.1	6.8
Diesel	CHF/l	1.15	1.23	1.14	1.22	1.34	1.29	1.13	1.28

1) mittlere ständige Wohnbevölkerung

2) total Fahrzeuge, ohne Anhänger

3) inklusive MwSt.

4) ohne MwSt.

5) gewichteter Durchschnitt der Preise ab Raffinerie und franko Grenze zuzüglich Carbura-Gebühr

Quellen: (a) Gesamtenergiestatistik (BFE 2022b), (b) BFS (2021a-c); (c) seco, (d) Wüest & Partner (2022), (e) Gebäude- und Wohnungszählung 2000 (BFS, 2002), (f) eigene Berechnungen

Die mittlere Bevölkerung hat stetig zugenommen, durchschnittlich um rund 0.9 % pro Jahr. Für den Zeitraum 2000 bis 2021 ergibt sich eine Zunahme um 21.1 %. Der Anstieg der Bevölkerung wirkt sich unter anderem auf den Wohnungsbestand und auf die Energiebezugsflächen (EBF) aus. Der Wohnungsbestand hat zwischen 2000 und 2021 mit 25.6 % prozentual stärker zugenommen als die Bevölkerung. Gleiches gilt für die Entwicklung der Energiebezugsflächen. Diese haben im selben Zeitraum um 27.7 % zugenommen. Überproportional gestiegen ist die Energiebezugsfläche bei den Wohnungen (EBF +32.0 %). Hieraus lässt sich eine weiterhin fortschreitende Zunahme der Wohnfläche pro Kopf ableiten. Diese erhöhte sich von 59 m² EBF pro Kopf im Jahr 2000 auf 64 m² EBF pro Kopf in 2021 (+9.0 %; inkl. der Wohnflächen in Zweit- und Ferienwohnungen).

- Die Wirtschaftsleistung, gemessen am BIP, ist im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2021 um 44.3 % gewachsen. Im Jahr 2009 sank das BIP gegenüber dem Vorjahr um 2.1 %, in den Jahren ab 2010 erholte sich die Wirtschaft, schrumpfte jedoch im Jahr 2020 aufgrund der Corona-Pandemie. Das BIP stieg im Mittel der Jahre 2000 bis 2021 um 1.8 % p.a. an (ggü. 2020: +3.7 %). Die Jahre 2004 bis 2007, 2010, 2018 und 2021 verzeichneten ein besonders starkes Wirtschaftswachstum, mit einem Anstieg des BIP um knapp 3 % oder mehr gegenüber dem Vorjahr. Das reale BIP pro Kopf (zu Preisen des Jahres 2021) lag 2021 mit 85.3 Tsd. CHF um 19.1 % höher als im Jahr 2000 (71.6 Tsd. CHF).
- Der Motorfahrzeugbestand und die Verkehrsleistung, für welche die Entwicklung der Wohnbevölkerung ebenfalls eine wichtige Rolle spielt, sind zentrale Treiber für die Veränderung des Treibstoffverbrauchs. Die Anzahl der Personenwagen, aber auch die Anzahl der Motorfahrzeuge insgesamt, nahmen während des Betrachtungszeitraums kontinuierlich zu. Im Zeitraum 2000 bis 2009 waren die Zuwachsraten tendenziell rückläufig, seit dem Jahr 2010 sind sie wieder grösser. Insgesamt hat der Bestand an Motorfahrzeugen im Zeitraum 2000 bis 2021 um 37.7 % zugenommen, was einer durchschnittlichen jährlichen Zuwachsrate von 1.5 % entspricht. Im gleichen Zeitraum hat sich der Bestand an Personenwagen um 32.2 % vergrössert (mittlere Zuwachsrate 1.3 % p.a.).
Die Verkehrsleistung des Personenverkehrs hat im Zeitraum 2000 bis 2020, ausgedrückt in Personenkilometern, um rund 8 % zugenommen (-19.8 % ggü. 2019). Die Werte für das Jahr 2021 sind zurzeit noch nicht publiziert.
Die Güterverkehrsleistung des Schienenverkehrs hat gemäss den Zahlen des BFS im Jahr 2021 wieder zugenommen und lag um 7.5 % über der Verkehrsleistung im Vorjahr. Gegenüber dem Jahr 2000 ergab sich ebenfalls eine Zunahme von 6.7 % (bezogen auf die Netto-Tonnenkilometer). Für die Strasse liegen die Werte nur bis ins Jahr 2020 vor. Gegenüber dem Jahr 2000 hat die Güterverkehrsleistung der Strasse um 25.2 % deutlich zugenommen, gegenüber dem Vorjahr 2019 um 0.9 % abgenommen.
- Die realen Konsumentenpreise der einzelnen Energieträger entwickelten sich in den Jahren 2000 bis 2021 unterschiedlich. Der Preis für Heizöl hatte sich zwischenzeitlich sehr stark erhöht. Im Jahr 2008 lag der Preis annähernd 100 % über dem Preis im Jahr 2000. Seit 2010 schwankt der Preis zwischen rund 70 bis 100 CHF/Liter Heizöl. Im Jahr 2021 lag der Preis bei 85 CHF/Liter (+55.1 % ggü. 2000). Ein wichtiger Treiber für den Heizölpreis ist die Entwicklung des Weltmarktpreises für Erdöl. Im Jahr 2013 lag der nominelle Ölpreis im Jahresmittel bei rund 105 US\$/bbl, im Jahr 2020 bei 41.5 US\$/bbl und im Jahr 2021 bei 69.9 US\$/bbl (OPEC-Preiskorb). Deutlich gestiegen sind im Betrachtungszeitraum 2000 bis 2021 auch die Konsumentenpreise für Erdgas (+49.3 %) und Fernwärme (+39.8 %). Der Strompreis für Haushaltskunden hat sich im Zeitraum 2000 bis 2021 weniger stark verändert (+8.4 %). Die Preise für Treibstoffe sind im Vergleich zum Jahr 2000 leicht angestiegen: Benzin +10.0 %, Diesel +11.6 %.

Bei den kurzfristigen Preisentwicklungen der Energieträger zeigen sich nahezu durchgängig Anstiege im Vergleich zum Vorjahr. Besonders deutlich sind diese beim Heizöl (+22.3 %) sowie Diesel (+12.4 %) und Benzin (+15.8 %). Weniger deutlich fallen diese bei Erdgas (+2.0 %), Fernwärme (+1.4 %) und Elektrizität (+1.2 %) aus. Allein die Preise von Holz sind gegenüber dem Vorjahr geringfügig zurückgegangen (-0.7 %).

Bei den Konsumentenpreisen dämpfen in der Regel die bestehenden höheren Abgaben und Steuern die prozentualen Änderungen der Energiepreise. Für Produzenten und Importeure ergaben sich entsprechend leicht abweichende Preisbewegungen im Zeitraum 2000 bis 2021: Heizöl +87.7 %, Erdgas +107.6 %, Elektrizität -5.0 %, Diesel +11.6 %.

- Die Basis für die energiepolitischen Regelungen sind das Energiegesetz (EnG), das Elektrizitätsgesetz (EleG) sowie das CO₂-Gesetz. Diese Gesetze bilden die Rechtsgrundlage für gesetzliche Massnahmen, Vorschriften, Förderprogramme sowie für freiwillige Massnahmen im Rahmen von EnergieSchweiz oder auch für die CO₂-Zielvereinbarungen mit der Wirtschaft und Organisationen.

Die CO₂-Abgabe auf Brennstoffe wurde im Januar 2008 eingeführt, bei einem anfänglichen Abgabesatz von 12 CHF/t CO₂. Die Abgabe wurde stufenweise erhöht und lag 2021 bei 96 CHF/t CO₂. Die nächste Erhöhung erfolgt im Jahr 2022 auf 120 CHF/t CO₂ (BAFU, 2021). Im Rahmen der Revision des CO₂-Gesetzes, welche am 1.1.2013 in Kraft trat, wurde der 2005 eingeführte Klimarappen auf Treibstoffe durch eine Kompensationspflicht für Hersteller und Importeure von Treibstoffen abgelöst. Die Kompensationspflicht wird stufenweise angehoben. Bis 2020 erreicht sie 10 % der CO₂-Emissionen, die bei der Verbrennung der Treibstoffe entstehen. Zudem hat die Schweiz per Juli 2012 analog zur EU CO₂-Emissionsvorschriften für neue Personenwagen eingeführt. Die Schweizer Importeure wurden verpflichtet, den Durchschnitt der Neuwagenflotte bei Personenwagen bis 2020 auf höchstens 118 Gramm CO₂ pro Kilometer zu senken. Die durchschnittlichen CO₂-Emissionen der 243'000 Neuwagen des Jahres 2021 lagen bei rund 129.8 g CO₂/km (2020: 123.6 g CO₂/km). Trotz des Rückgangs wurde das Gesamtflottenziel von 118 g CO₂/km deutlich überschritten.³ Die erhobenen Sanktionen belaufen sich im Jahr 2021 auf insgesamt rund 28 Mio. CHF (BFE, 2022c). Weiter sind in Bezug auf die energiepolitischen Regelungen die zu grossen Teilen per 1. April 2008 in Kraft gesetzte neue Stromversorgungsverordnung (StromVV), die Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE), die im Jahr 2009 eingeführte kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) sowie die ebenfalls im Jahr 2009 eingeführte Strommarktöffnung für Grossverbraucher zu erwähnen. Die im Januar 2015 verabschiedeten neuen Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE 2014) werden im Verlauf der kommenden Jahre in die kantonalen Energiegesetze aufgenommen. Erst dann werden sie die Energieverbrauchsentwicklung beeinflussen. Der aktuelle Stand der Umsetzung und des Vollzugs in den Kantonen ist in einer Studie beschrieben, welche das BFE jährlich in Zusammenarbeit mit den Kantonen erstellt (BFE, 2022d).

Im Jahr 2010 wurde das Gebäudeprogramm der Stiftung Klimarappen durch das nationale «Gebäudeprogramm» abgelöst. Im Rahmen des «Gebäudeprogramms» werden energetische Gebäudesanierungen und der Einsatz von erneuerbaren Energien gefördert. Das Programm wird finanziert durch eine Teilzweckbindung der CO₂-Abgabe (jährlich rund 180 Mio. CHF) sowie durch einen Beitrag der Kantone (jährlich 80 - 100 Mio. CHF). Das Parlament hat Ende

³ Seit 2021 werden Verbrauch und CO₂-Emissionen dank dem neuen WLTP-Messverfahren realitätsnäher berechnet und es gelten darauf angepasste CO₂-Zielwerte: neu 118 g CO₂/km. Basierend auf dem alten NEFZ-Verfahren (Neuer Europäischer Fahrzyklus) lag der Grenzwert bei 95 g CO₂/km.

2011 entschieden, den Maximalbetrag, der dem Gebäudeprogramm aus der CO₂-Abgabe zu-
steht, ab 2014 auf 300 Mio. CHF zu erhöhen. Im Jahr 2020 wurden rund 299 Mio. Franken
Fördermittel ausbezahlt.

4 Analyse der Endenergieverbrauchsentwicklung 2000 bis 2021

4.1 Verbrauchsentwicklung nach Bestimmungsfaktoren

4.1.1 Veränderung gegenüber dem Jahr 2000

Die Verbrauchsveränderung der einzelnen Energieträger nach Ursachenkomplexen im Zeitraum 2000 bis 2021 ist in Tabelle 9 beschrieben. Die Tabelle aggregiert die Resultate der vier Sektormodelle. Die Aggregation erfolgt auf der Basis unkalibrierter Modellergebnisse aus der Summe der einzelnen Jahreseffekte.

Der in der Energiestatistik ausgewiesene Rückgang des Gesamtenergieverbrauchs 2021 gegenüber 2000 beläuft sich auf 52.6 PJ (-6.2 %). Die Modellberechnungen zeigen einen Rückgang von -70.6 PJ (-8.2 %). Die Abweichung zwischen Modellen und Energiestatistik verteilt sich nicht gleichmässig auf alle Energieträger. Die grössten Abweichungen finden sich bei den Energieträgern Heizöl extra-leicht und Elektrizität.

Der Grad der Übereinstimmung zwischen Modellschätzung und Energiestatistik variiert zwischen den Jahren. Im Mittel der Jahre 2000 bis 2021 beträgt die Abweichung im Verbrauchsniveau rund 2 PJ. Im Jahr 2021 beläuft sich die Abweichung auf 3 PJ. Dies entspricht weniger als 1 % des Gesamtverbrauchs des Jahres 2021. Insgesamt kann aufgrund der in den meisten Jahren geringen Gesamtabweichung und den identischen Vorzeichen bei der Verbrauchsentwicklung der unterschiedenen Energieträger von einer guten Übereinstimmung zwischen Statistik und Modellen gesprochen werden. Die Modelle sind darauf ausgelegt, vor allem die Gesamtbetreffnisse zu beschreiben. In Bezug auf diese liegen ihre Abweichungen je nach Datenlage im Allgemeinen bei 0.0 - 1.7 %. Energieträger mit geringerem Anteil können (müssen aber nicht) höhere Unsicherheiten aufweisen aufgrund geringerer Fallzahlen und höherer relativer Fluktuationen. Die Differenzen zwischen der Statistik und den Modellberechnungen haben zur Folge, dass die Ergebnisse in den Kapiteln 4 bis 6 teilweise etwas von der in Kapitel 3 beschriebenen Entwicklung des Energieverbrauchs abweichen.

Die Differenzierung der Veränderung des Gesamtenergieverbrauchs nach den unterschiedenen Bestimmungsfaktoren zeigt folgende Ergebnisse:

- Die Witterung spielt in der langfristigen Betrachtung in der Regel eine geringe Rolle. Mit 3'378 HGT war die Zahl der Heizgradtage höher als im Jahr 2000 mit 3'081 HGT (+9.6 %). Die kältere Witterung in den Wintermonaten des Jahres 2021 führte zu einem Mehrverbrauch von 24.1 PJ. Bereinigt um den Effekt der Witterung hat sich der Endenergieverbrauch gemäss den Modellen im Zeitraum 2000 bis 2021 um 94.7 PJ verringert.

Tabelle 9: Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Energieträgern

Verbrauchsveränderung nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
Elektrizität	2.6	35.6	-27.9	3.7	1.8	0.0	-2.9	12.9	20.7
Heizöl extra-leicht	10.4	25.4	-41.7	-80.1	-0.8	0.0	-12.0	-98.8	-88.3
Heizöl mittel + schwer	0.0	0.3	-0.1	-5.7	-1.9	0.0	0.6	-6.9	-5.7
Erdgas	5.3	16.3	-18.9	29.8	-5.9	0.0	4.6	31.2	28.6
Kohle	0.0	0.6	-0.2	-2.3	-0.5	0.0	0.1	-2.4	-2.1
übrige fossile Brennstoffe ¹⁾	0.0	0.3	-0.3	-1.7	-0.6	0.0	-0.1	-2.2	-2.8
Fernwärme	1.1	2.7	0.6	10.2	-3.1	0.0	-0.5	11.0	9.9
Holz	2.8	7.7	1.5	6.0	-1.3	0.0	-0.8	15.9	18.3
übrige erneuerbare Energien ²⁾	0.0	0.4	0.4	0.9	0.0	0.0	0.9	2.6	0.5
Müll / Industrieabfälle	0.0	1.0	-0.1	0.9	-2.0	0.0	0.4	0.2	1.6
Umweltwärme ³⁾	1.8	2.4	-2.2	18.0	0.3	0.0	-0.7	19.6	19.8
Benzin	0.0	26.9	-32.9	-61.8	0.0	-12.2	-0.3	-80.3	-81.4
Diesel	0.0	14.1	-6.8	46.9	0.0	-0.6	0.2	53.8	55.3
Flugtreibstoffe	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	-32.5	0.0	-34.1	-34.1
biogene Treibstoffe	0.0	0.8	-0.3	6.2	0.0	-0.1	0.0	6.6	6.5
übrige fossile Treibstoffe ⁴⁾	0.0	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2	0.3	0.5
Summe	24.1	132.9	-129.0	-28.8	-14.1	-45.4	-10.3	-70.6	-52.6

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

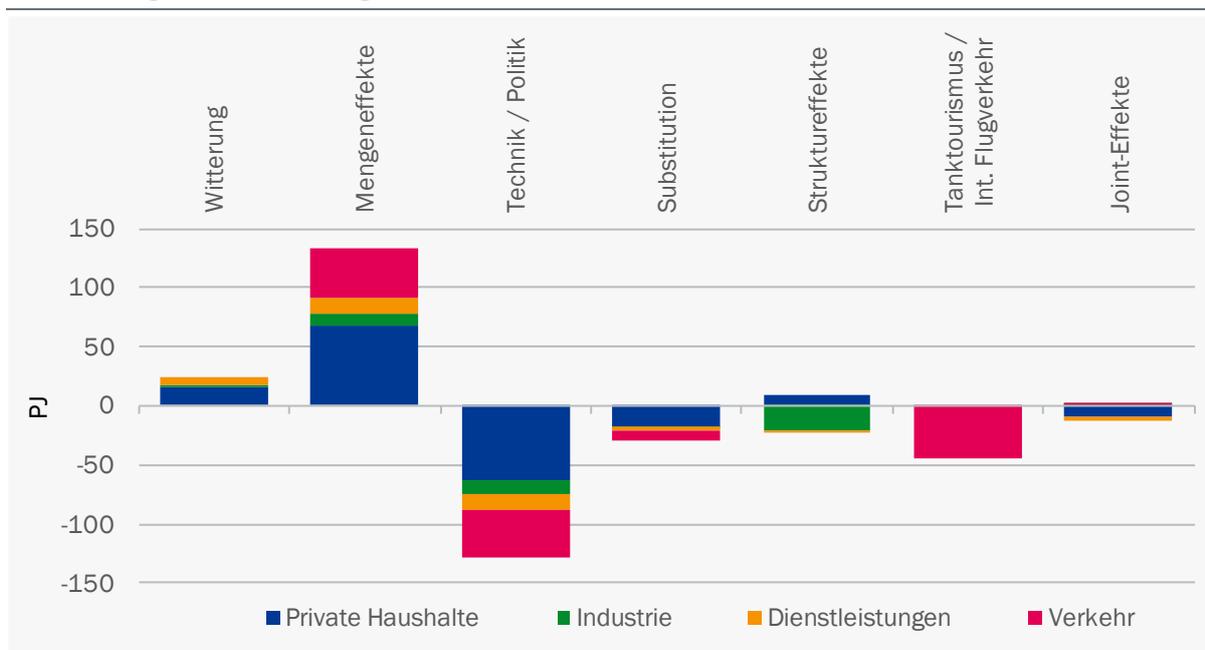
⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

- Den stärksten verbrauchstreibenden Faktor bilden die Mengeneffekte, welche den Verbrauch für sich genommen um 132.9 PJ erhöhten (Abbildung 7). Hierbei entfallen die grössten Anteile auf die Sektoren Private Haushalte (67.2 PJ) und Verkehr (41.4 PJ). Das sind diejenigen Bereiche, bei denen ein deutlicher Anstieg der expansiven Faktoren zu verzeichnen ist: Bevölkerung (+21.1 %), Energiebezugsflächen Wohnen (+32.0 %), Motorfahrzeugbestand (+37.7 %). Die Mengeneffekte waren in fast allen Jahren verbrauchssteigernd, mit Ausnahme der Jahre 2009 (Wirtschaftskrise) und 2020. Im Jahr 2020 war bedingt durch die Coronapandemie ein stark negativer Verbrauchseffekt zu verzeichnen. Im Jahr 2021 ist nun trotz anhaltender Massnahmen zu Eindämmung der Pandemie erneut eine verbrauchssteigernde Wirkung der Mengeneffekte gegenüber dem Vorjahr zu beobachten (+23.2 PJ).

Abbildung 7: Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren

Veränderung nach Bestimmungsfaktoren, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

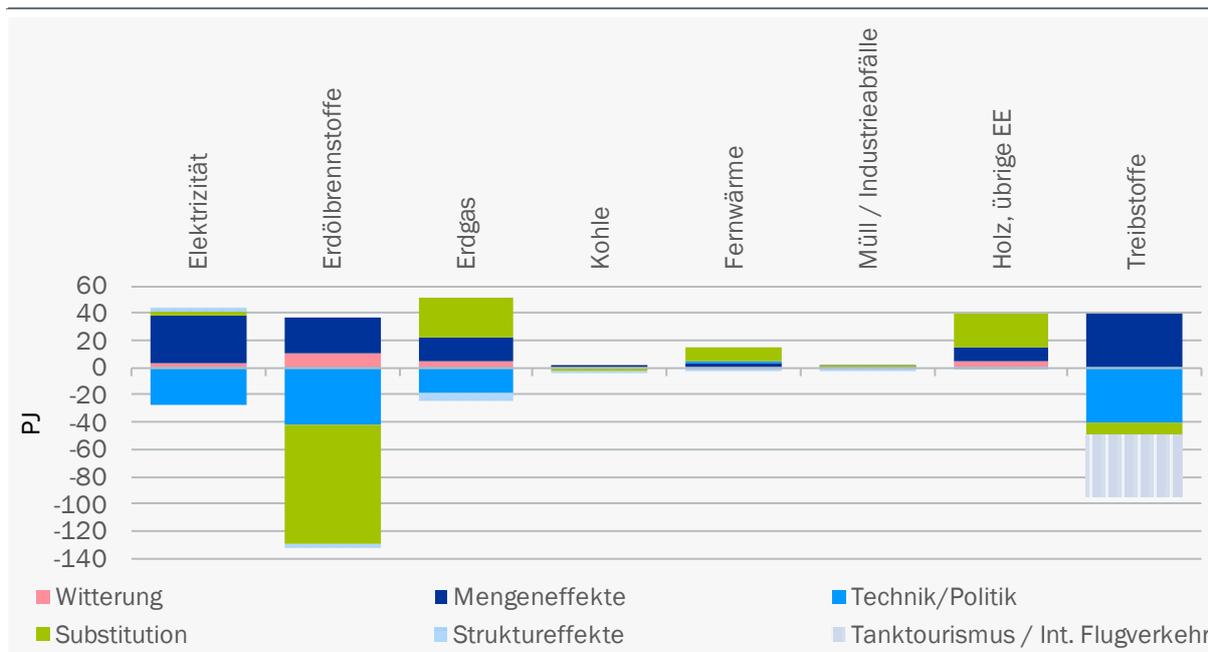
- Der Einflussbereich technische Entwicklung und Politik wirkte verbrauchsseitig den Mengeneffekten entgegen, konnte den Anstieg allein aber nicht kompensieren. Mit einer reduzierenden Wirkung von 129.0 PJ, wovon knapp die Hälfte auf den Haushaltssektor (-63.6 PJ) entfällt, waren die Einsparungen geringer als der mengenbedingte Verbrauchszuwachs.
- Die Substitutionseffekte wirkten in der Summe reduzierend auf den Energieverbrauch. Im Vergleich zum Bestimmungsfaktor Technik und Politik war die Reduktionswirkung mit 28.8 PJ gering. Von grosser Bedeutung waren dabei die Substitution von Benzin durch Diesel im Verkehrssektor sowie der Trend «weg von Heizöl» im Bereich Raumwärme und Warmwasser.
- Die Wirkung der Struktureffekte fällt in den einzelnen Verbrauchssektoren unterschiedlich aus. Insgesamt hatten sie eine verbrauchssenkende Wirkung (-14.1 PJ). Im Industriesektor führte das unterschiedliche Wachstum der energieintensiven und der weniger energieintensiven Branchen zu einer Reduktion von 21.8 PJ. Im Dienstleistungssektor ist der strukturelle Verbrauchsrückgang gering (-0.9 PJ) und hauptsächlich auf die Veränderungen der Flächen pro Beschäftigten zurückzuführen. Im Haushaltssektor verursachten die verstärkte Nutzung von leerstehenden oder nur teilweise belegten Wohnungen sowie insbesondere die Gewichtsverschiebungen innerhalb von Gruppen von Elektrogeräten einen Mehrverbrauch von 8.6 PJ. Im Verkehrssektor werden keine Struktureffekte ausgewiesen.
- Die Veränderung des Tanktourismus führt nicht zu einer Veränderung des inländischen Verbrauchs, jedoch zu einer Veränderung der in der Schweiz abgesetzten Treibstoffmenge. Die unter Tanktourismus subsumierte Benzinmenge hat sich im Zeitraum 2000 bis 2021 mit 12.2 PJ deutlich stärker reduziert als die Dieselmenge (-0.6 PJ). Gleichermassen lag der Kerosinabsatz für den internationalen Flugverkehr im Jahr 2021 unter dem Absatz im Jahr 2000

(-32.5 PJ). Die unter Tanktourismus und internationalem Flugverkehr verbuchte Treibstoffmenge ist damit insgesamt um 45.4 PJ gesunken. Insgesamt verringerte sich der Absatz an den Treibstoffen Benzin, Diesel und Kerosin in der Periode 2000 bis 2021 gemäss dem Verkehrsmodell um 60.6 PJ. Wird diese Entwicklung um den Tanktourismus und internationalen Luftverkehr bereinigt, so ergibt sich eine Reduktion des inländischen Verbrauchs dieser Treibstoffe um 15.3 PJ. Werden beim Inlandverbrauch zusätzlich die Zunahmen der biogenen und übrigen fossilen Treibstoffe von 6.9 PJ berücksichtigt, resultiert per Saldo eine Reduktion des inländischen Treibstoffverbrauchs um 8.3 PJ (-2.8 %). Dieser Rückgang steht wie der Rückgang des Kerosinverbrauchs in engen Zusammenhang mit der Corona-Pandemie und den damit verbundenen Einschränkungen.

In Abbildung 8 ist zusammengefasst, auf welche Bestimmungsfaktoren die Veränderungen bei den einzelnen Energieträgern zurückzuführen sind. Deutlich wird der starke verbrauchstreibende Einfluss der Mengeneffekte, welche insbesondere bei der Elektrizität, den Erdölbrennstoffen (überwiegend Heizöl), Erdgas und den Treibstoffen kräftige Verbrauchszuwächse induziert haben. Die Substitution von Heizöl zeigt sich in einem reduzierten Verbrauch an Erdölbrennstoffen bei gleichzeitigem Mehrverbrauch an Erdgas, aber auch an Holz und den übrigen erneuerbaren Energien (Solar- und Umweltwärme) sowie an Fernwärme. Im Verkehrssektor ist ein deutlicher Substitutionseffekt weg vom Benzin hin zum etwas effizienteren Dieselantrieb zu vermerken (vgl. Tabelle 9). Da sich diese beiden Entwicklungen fast vollständig kompensieren, ist der kumulierte Effekt nur gering, aber aufgrund des Effizienzvorteils des Dieselantriebs leicht negativ (verbrauchsreduzierend).

Abbildung 8: Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Energieträgern

Veränderung nach Bestimmungsfaktoren, in PJ



EE: Erneuerbare Energien

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

4.1.2 Veränderung gegenüber dem Vorjahr

Die Ergebnisse der Bottom-Up-Analyse der Verbrauchsentwicklung 2020/2021 nach Bestimmungsfaktoren werden in Tabelle 10 ausgewiesen.

Tabelle 10: Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2020 nach Energieträgern
Veränderung nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
Elektrizität	4.2	7.1	-2.2	0.5	-1.2	0.0	-0.3	8.1	8.6
Heizöl extra-leicht	16.4	1.1	-1.7	-3.7	-0.5	0.0	-1.5	10.2	10.6
Heizöl mittel + schwer	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Erdgas	13.8	2.8	-0.8	-1.0	-1.3	0.0	-1.0	12.6	9.4
Kohle	0.0	0.2	0.0	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
übrige fossile Brennstoffe ¹⁾	0.1	0.1	0.0	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Fernwärme	2.6	0.6	0.1	0.4	-0.4	0.0	-0.2	3.1	2.0
Holz	5.5	0.9	0.3	1.9	0.0	0.0	-0.3	8.2	6.5
übrige erneuerbare Energien ²⁾	0.1	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1
Müll / Industrieabfälle	0.0	0.8	0.0	0.1	-0.7	0.0	0.1	0.2	0.4
Umweltwärme ³⁾	3.5	0.3	0.1	1.3	-0.3	0.0	-0.5	4.4	3.3
Benzin	0.0	4.4	-1.8	-0.1	0.0	0.5	-0.1	2.9	1.9
Diesel	0.0	3.9	-0.4	-0.7	0.0	-0.1	-0.1	2.6	1.3
Flugtreibstoffe	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	3.4	3.4
biogene Treibstoffe	0.0	0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	-0.7
übrige fossile Treibstoffe ⁴⁾	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	46.2	23.2	-6.5	-1.6	-4.6	3.4	-3.9	56.1	46.8

¹⁾ inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

²⁾ Biogas, Klärgas

³⁾ inklusive Solarwärme

⁴⁾ Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Der statistisch ausgewiesene Anstieg des Gesamtenergieverbrauchs gegenüber dem Vorjahr 2020 beträgt 46.8 PJ (+6.3 %). Die Modellberechnungen zeigen einen Anstieg von 56.1 PJ (+7.5 %). Diese Entwicklung ist, wie bereits im Vorjahr, beeinflusst durch die Corona-Pandemie und den damit verbundenen Einschränkungen und Verhaltensänderungen.

Der Verbrauchsanstieg gegenüber dem Vorjahr 2020 ist vorwiegend auf die Witterung (+46.2 PJ), die Mengeneffekte (+23.2 PJ) und den Tanktourismus und internationalen Flugverkehr (+3.4 PJ) zurückzuführen. Verbrauchsdämpfend wirkten die Effekte von Technik und Politik (-6.5 PJ), die strukturellen Faktoren (-4.6 PJ) sowie die Substitution (-1.6 PJ). Die Joint-Effekte / Nichtlinearitäten wirkten sich im Jahr 2021 ebenfalls verbrauchsmindernd aus (-3.9 PJ).

4.2 Verbrauchsentwicklung nach Sektoren

Die Energieverbrauchsänderung des Jahres 2021 gegenüber dem Jahr 2000 nach Verbrauchssektoren ist in Tabelle 11 aufgeschlüsselt. Gemäss den Modellen hat sich der Verbrauch in den Sektoren Private Haushalte (+2.1 PJ) sowie Dienstleistungen inkl. Landwirtschaft (+0.3 PJ) erhöht. Gesunken ist der Verbrauch im Verkehrssektor (-51.8 PJ) und im Industriesektor (-21.2 PJ). Die Bereinigung des Treibstoffverbrauches um die in der Kategorie Tanktourismus und internationaler Flugverkehr aufgeführte Menge von 45.4 PJ ergibt für den Verkehrssektor eine inländische Verbrauchsreduktion von 6.4 PJ.

Tabelle 11: Endenergieverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren

Veränderung nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

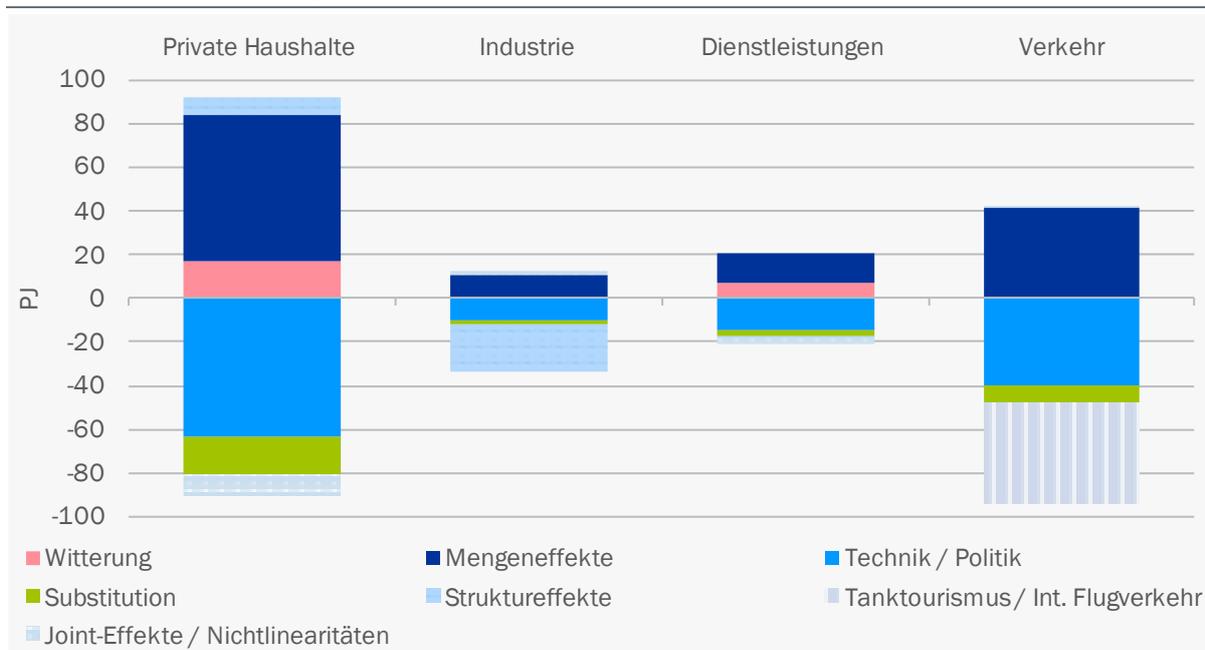
Verbrauchssektor	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell
Private Haushalte	16.6	67.2	-63.6	-17.0	8.6	0.0	-9.7	2.1
Industrie	0.1	10.8	-10.6	-1.1	-21.8	0.0	1.4	-21.2
Dienstleistungen	7.4	13.6	-14.7	-2.5	-0.9	0.0	-2.5	0.3
Verkehr	0.0	41.4	-40.2	-8.1	0.0	-45.4	0.5	-51.8
Summe	24.1	132.9	-129.0	-28.8	-14.1	-45.4	-10.3	-70.6

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Die Mengeneffekte waren mit 132.9 PJ die stärksten Verbrauchstreiber (Abbildung 9). Sie wirkten sich besonders stark auf die Verbräuche der Privaten Haushalte (+67.2 PJ) und des Verkehrssektors (+41.4 PJ) aus. Weniger starke Auswirkungen hatten sie auf die Verbräuche im Dienstleistungs- (+13.6 PJ) und Industriesektor (+10.8 PJ). Insbesondere in den Sektoren Verkehr und Industrie ist die Verbrauchsentwicklung stark von den Corona-bedingten Mengenreduktionen gegenüber dem Jahr 2019 geprägt. Den stärksten verbrauchsmindernden Effekt hatte der Einflussfaktor technische Entwicklung und Politik (-129.0 PJ). In den Sektoren Private Haushalte (-63.6 PJ), Verkehr (-40.2 PJ) und Industrie (-10.6 PJ) werden die Mengeneffekte dadurch nahezu ausgeglichen. Im Dienstleistungssektor (-14.7 PJ) wird die verbrauchssteigernde Wirkung der Mengeneffekte sogar leicht überkompensiert. Im Industriesektor (-21.8 PJ) und in geringerem Ausmass auch im Dienstleistungssektor (-0.9 PJ) trugen auch die Struktureffekte zur Reduktion des Energieverbrauchs bei; im Haushaltssektor erhöhten sie hingegen den Verbrauch (+8.6 PJ).

Abbildung 9: Sektorverbräuche 2021 gegenüber 2000 nach Bestimmungsfaktoren

Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren, in PJ

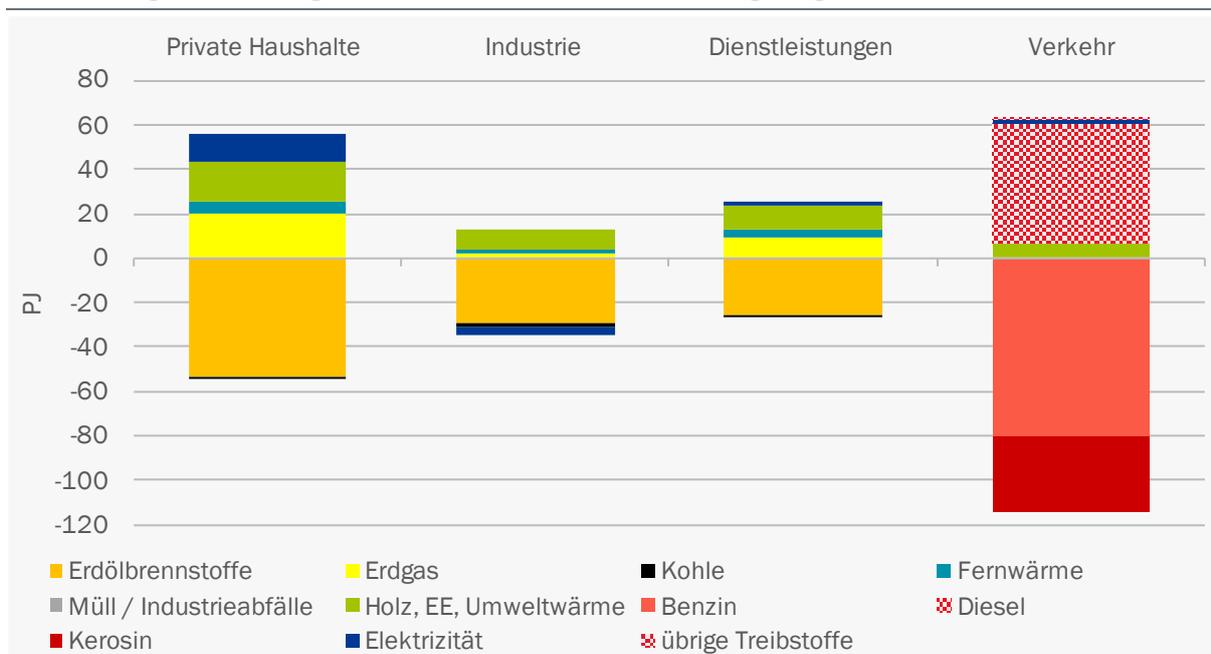


Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Bei der Analyse nach Sektoren und Energieträgern zeigt sich, dass bei den Haushalten ausschliesslich die Verbräuche an Erdölbrennstoffen (-53.6 PJ) und Kohle (-0.4 PJ) verringert wurden (Abbildung 10 und Tabelle 12). Ein ähnliches Bild zeigt sich im Dienstleistungssektor, wo ebenfalls die Verbräuche von Erdölbrennstoffen (-25.4 PJ) und Kohle (-0.1 PJ) rückläufig waren. Im Industriesektor sind Rückgänge bei den Verbräuchen von Erdölbrennstoffen (-28.9 PJ), Elektrizität (-3.7 PJ) und Kohle (-2.0 PJ) zu verzeichnen. Im Verkehrssektor war der Absatz von Benzin stark rückläufig (-80.3 PJ), während der Dieselabsatz zugenommen hat (+53.8 PJ). Aufgrund des stark eingeschränkten internationalen Verkehrsaufkommens im Zusammenhang mit der Corona-Pandemie sank auch der Kerosinabsatz stark ab (-34.1 PJ). Die Zunahme der biogenen Treibstoffe (+6.6 PJ) ist fast ausschliesslich der Substitution zuzurechnen, beispielsweise werden biogene Treibstoffe den herkömmlichen Treibstoffen beigemischt.

Abbildung 10: Sektorverbräuche 2021 gegenüber 2000 nach Energieträgern

Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren und Energieträgern, in PJ



EE: erneuerbare Energien

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Tabelle 12: Sektorverbräuche 2021 gegenüber 2000 nach Energieträgern

Veränderung des Endenergieverbrauchs nach Sektoren, in PJ

Energieträger	Private Haushalte	Industrie	Dienstleistungen	Verkehr	Summe Modell
Elektrizität	12.5	-3.7	2.2	1.9	12.9
Erdölbrennstoffe	-53.6	-28.9	-25.4	0.0	-107.9
Erdgas	19.7	1.9	9.6	0.0	31.2
Kohle	-0.4	-2.0	-0.1	0.0	-2.4
Fernwärme	5.3	1.9	3.7	0.0	11.0
Müll / Industrieabfälle	0.0	0.2	0.0	0.0	0.2
Holz, erneuerbare Energien ¹⁾	18.5	9.3	10.3	6.6	44.7
Benzin	0.0	0.0	0.0	-80.3	-80.3
Diesel	0.0	0.0	0.0	53.8	53.8
Kerosin	0.0	0.0	0.0	-34.1	-34.1
übrige Treibstoffe	0.0	0.0	0.0	0.3	0.3
Summe	2.1	-21.2	0.3	-51.8	-70.6

¹⁾ inklusive Umwelt- und Solarwärme, Biogas, Biotreibstoffe

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

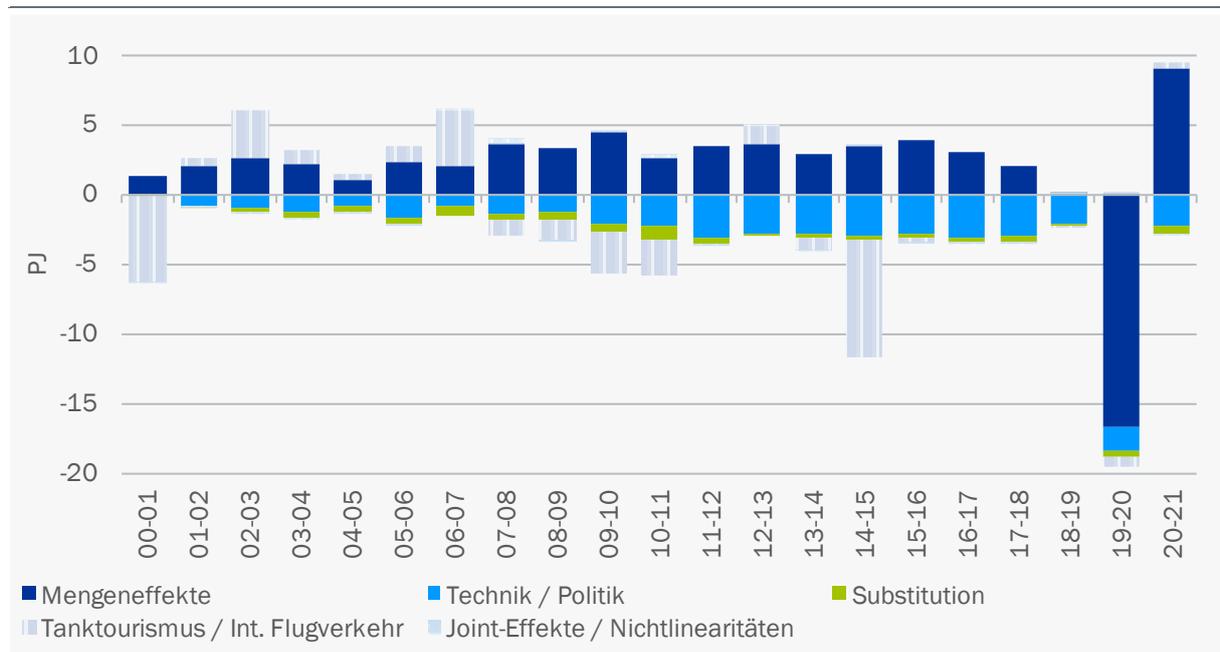
4.2.1 Landverkehr

Zum Landverkehr werden der Treibstoffabsatz ohne Kerosin sowie der Elektrizitätsverbrauch des Verkehrssektors gezählt (Abbildung 11). Im Zeitraum 2000 bis 2021 hat der Absatz der unter Landverkehr verbuchten Energieträger um 17.8 PJ abgenommen.

Beim Inlandverbrauch des Landverkehrs (Stromverbrauch plus abgesetzte Treibstoffmenge abzüglich des Tanktourismussaldos) zeigt sich zwischen 2000 und 2021 eine Reduktion von 4.9 PJ. Die Zunahme durch die Mengeneffekte (+42.9 PJ) wurde durch die Effekte von Technik und Politik (-40.2 PJ) und Substitution (-8.1 PJ) mehr als kompensiert. Die Gesamtreduktion des inländischen Landverkehrs um 4.9 PJ setzt sich zusammen aus einem Rückgang des Treibstoffverbrauchs (-6.8 PJ) und einem Anstieg des Stromverbrauchs (+1.9 PJ).

Abbildung 11: Jährliche Verbrauchsveränderung im Landverkehr

Darstellung in PJ nach Bestimmungsfaktoren, Treibstoffeinsatz ohne Kerosin, inkl. Stromanteil



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

5 Entwicklung der Bestimmungsfaktoren im Verlauf der Jahre 2000 bis 2021

Die Tabelle 13 gibt einen Überblick über die Effekte der unterschiedenen Bestimmungsfaktoren in den Jahren 2000 bis 2021.

Tabelle 13: Jährliche Verbrauchsveränderung nach Bestimmungsfaktoren

Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ

Zeitraum	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
00-01	24.0	1.3	-2.8	-0.1	2.8	-9.9	-0.6	14.6	22.9
01-02	-21.5	-1.7	-3.7	-0.4	0.5	-4.1	-0.9	-31.8	-27.4
02-03	24.2	6.2	-4.3	-1.1	1.0	-2.3	-0.2	23.6	20.2
03-04	-4.8	10.2	-5.0	-0.9	-2.1	-1.9	-0.6	-5.1	3.1
04-05	11.1	7.4	-4.8	-1.0	-0.4	1.3	-0.3	13.3	12.6
05-06	-9.0	14.5	-5.5	-1.5	-6.9	3.5	0.0	-4.9	-2.4
06-07	-33.9	15.0	-4.5	-1.8	-4.9	7.4	-0.9	-23.5	-23.2
07-08	27.4	11.0	-4.8	-1.1	-2.7	3.2	0.5	33.4	34.0
08-09	-4.8	-4.5	-4.7	-1.3	-1.4	-4.1	-0.2	-21.0	-19.9
09-10	35.6	17.2	-7.2	-1.4	0.3	-0.1	0.0	44.5	38.1
10-11	-67.3	13.2	-6.5	-2.6	-4.4	1.5	-1.4	-67.5	-60.8
11-12	34.0	3.7	-8.8	-1.5	3.8	1.4	0.2	32.9	31.5
12-13	29.4	5.8	-8.3	-1.5	1.3	2.0	0.4	29.2	22.1
13-14	-73.3	8.7	-8.3	-1.9	-2.0	-0.5	-2.1	-79.4	-69.9
14-15	26.9	3.8	-7.8	-1.4	1.0	-6.0	0.4	16.9	12.7
15-16	18.1	7.0	-7.9	-1.4	1.8	3.0	0.5	21.0	15.7
16-17	-7.9	7.7	-8.1	-1.3	-1.3	2.2	-0.2	-8.9	-4.2
17-18	-20.7	9.6	-8.2	-1.5	-2.2	4.4	-0.1	-18.7	-19.0
18-19	5.8	2.0	-6.5	-1.3	1.3	0.9	-0.1	2.1	3.0
19-20	-15.4	-28.5	-4.6	-2.3	4.8	-50.7	-0.9	-97.6	-88.3
20-21	46.2	23.2	-6.5	-1.6	-4.6	3.4	-3.9	56.1	46.8
00-21	24.1	132.9	-129.0	-28.8	-14.1	-45.4	-10.3	-70.6	-52.6

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

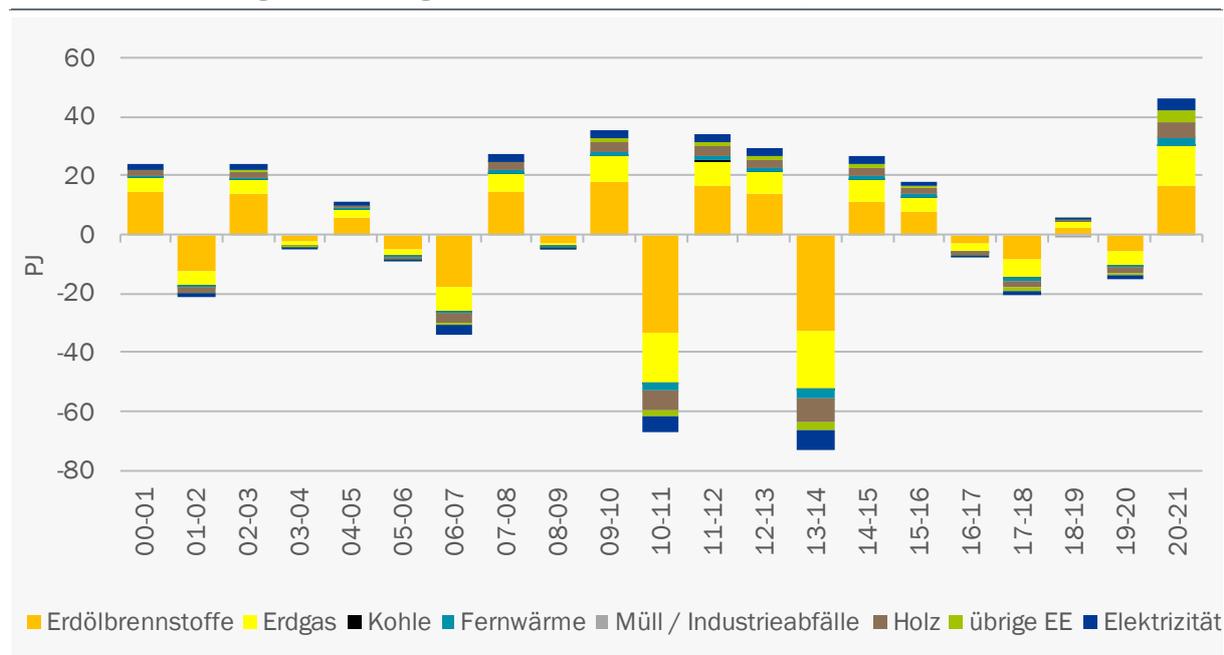
5.1 Witterung

Die Witterung, insbesondere die Aussentemperatur, übt einen starken Einfluss auf die Nachfrage nach Raumwärme und Klimakälte aus. Wird der Energieverbrauch zweier aufeinander folgender Jahre verglichen, weist der Faktor Witterung in der Regel den stärksten Einfluss auf die Verbrauchsänderung auf. Da sich die jährlichen Witterungseffekte im Verlauf der Jahre mehr oder weniger gegenseitig kompensieren, ist der Witterungseffekt über mehrere Jahre betrachtet in der Regel eher klein. Im Rahmen des Betrachtungszeitraums 2000 bis 2021 ist der Effekt der langfristigen Klimaveränderung deutlich geringer als die Effekte der jährlichen Witterungsschwankungen.

Die Witterung beeinflusst den Verbrauch jener Energieträger, welche zur Bereitstellung von Raumwärme oder im Sommer zur Raumkühlung eingesetzt werden. Im Vergleich zur Raumwärme sind die Verbrauchsmengen zur Raumkühlung von untergeordneter Bedeutung. Bis anhin ist der Verbrauch für die Klimatisierung einzig im Dienstleistungssektor von Relevanz und betrifft ausschliesslich den Elektrizitätsverbrauch. Im Jahr 2021 wurden 3'378 Heizgradtage (HGT) gezählt, 9.6 % mehr als im Jahr 2000 mit 3'081 HGT. Gleichzeitig erhöhte sich die Solarstrahlungsmenge im Jahr 2021 im Vergleich zum Jahr 2000 um rund 10.2 %, was die Nachfrage nach Raumwärme etwas dämpfte. Insgesamt führte die kühlere Witterung zu einem Verbrauchsanstieg um 24.1 PJ. Im Vergleich zum Vorjahr 2020 mit 2'931 HGT erhöhte sich der Verbrauch um 46.2 PJ (Abbildung 12 und Tabelle 14).

Abbildung 12: Verbrauchsänderung durch Witterung nach Energieträgern

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ



EE: erneuerbare Energien

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Tabelle 14: Verbrauchsänderung durch Witterung nach Energieträgern

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ

Zeitraum	Elektrizität	Erdölbrennstoffe	Erdgas	Kohle	Fernwärme	Müll / Industrieabfälle	Holz	übrige Erneuerbare	Summe
00-01	1.8	14.3	4.6	0.1	0.7	0.0	2.1	0.3	24.0
01-02	-1.7	-12.6	-4.3	-0.1	-0.6	0.0	-1.9	-0.3	-21.5
02-03	2.3	13.8	4.9	0.0	0.7	0.0	2.1	0.4	24.2
03-04	-0.8	-2.5	-1.0	0.0	-0.1	0.0	-0.4	-0.1	-4.8
04-05	1.0	6.1	2.4	0.0	0.4	0.0	1.0	0.2	11.1
05-06	-0.5	-5.1	-2.1	0.0	-0.3	0.0	-0.7	-0.2	-9.0
06-07	-3.1	-18.1	-7.6	-0.1	-1.1	0.0	-3.2	-0.8	-33.9
07-08	2.4	14.4	6.3	0.1	0.9	0.0	2.6	0.7	27.4
08-09	-0.3	-2.6	-1.2	0.0	-0.2	0.0	-0.4	-0.1	-4.8
09-10	2.9	18.1	8.6	0.0	1.3	0.0	3.5	1.0	35.6
10-11	-5.6	-33.2	-17.0	-0.1	-2.5	-0.1	-6.7	-2.1	-67.3
11-12	2.9	16.3	8.8	0.0	1.4	0.0	3.5	1.1	34.0
12-13	2.7	13.6	7.6	0.0	1.2	0.0	3.1	1.1	29.4
13-14	-6.8	-32.8	-19.7	-0.1	-3.3	-0.1	-7.8	-3.0	-73.3
14-15	3.1	11.3	7.3	0.0	1.2	0.0	2.8	1.1	26.9
15-16	1.4	7.7	5.1	0.0	0.9	0.0	2.1	0.9	18.1
16-17	-0.6	-3.3	-2.2	0.0	-0.4	0.0	-1.0	-0.5	-7.9
17-18	-1.8	-8.4	-6.1	0.0	-1.1	0.0	-2.2	-1.1	-20.7
18-19	0.4	2.4	1.8	0.0	0.4	0.0	0.6	0.3	5.8
19-20	-1.5	-5.7	-4.7	0.0	-0.9	0.0	-1.8	-0.9	-15.4
20-21	4.2	16.5	13.8	0.0	2.6	0.0	5.5	3.5	46.2
00-21	2.6	10.4	5.3	0.0	1.1	0.0	2.8	1.8	24.1

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

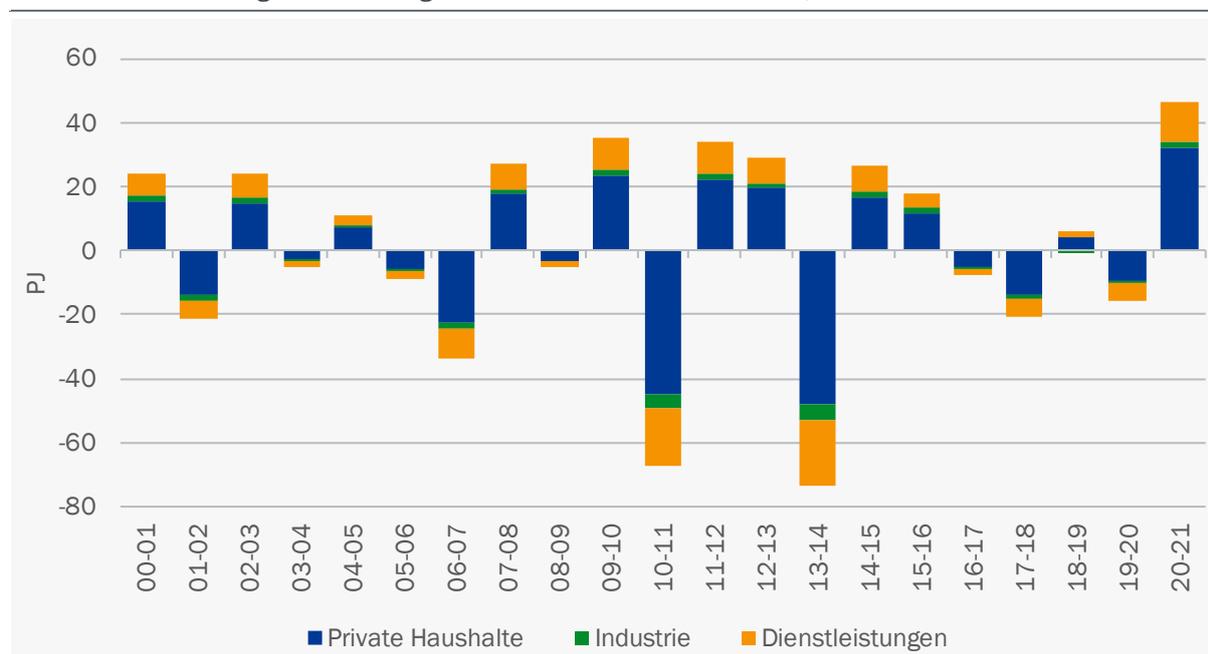
Der Grossteil der Raumwärme wird nach wie vor mit Heizöl und zunehmend auch mit Erdgas erzeugt. Entsprechend gross ist der Anteil dieser Energieträger an den jährlichen witterungsbedingten Verbrauchsänderungen. Im Jahr 2021 lag dieser bei 65 %. Aufgrund der zunehmenden Substitution von Heizöl durch erneuerbare Energien ist der Anteil der Erdölbrennstoffe im Zeitverlauf tendenziell gesunken.

Die Verteilung der witterungsbedingten Verbrauchsänderungen auf die Sektoren widerspiegelt den Stellenwert der Raumwärme in den Sektoren (Abbildung 13). Gross ist die Bedeutung bei den Privaten Haushalten und im Dienstleistungssektor, vergleichsweise gering im Industriesektor. Im

Verkehrssektor werden keine Witterungseffekte ausgewiesen. Grundsätzlich können sich zwar die Witterungsbedingungen bei Fahrzeugen auf die Fahrzeugheizung und die Klimatisierung auswirken. Diese Effekte werden jedoch als klein angenommen. Auch sind sie gegenüber dem grundsätzlichen Effekt, der bereits mit dem Vorhandensein einer Klimaanlage und ihrer Grundnutzung im Fahrzeug verbunden ist, kaum zu isolieren.

Abbildung 13: Verbrauchsänderung durch Witterung nach Sektoren

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

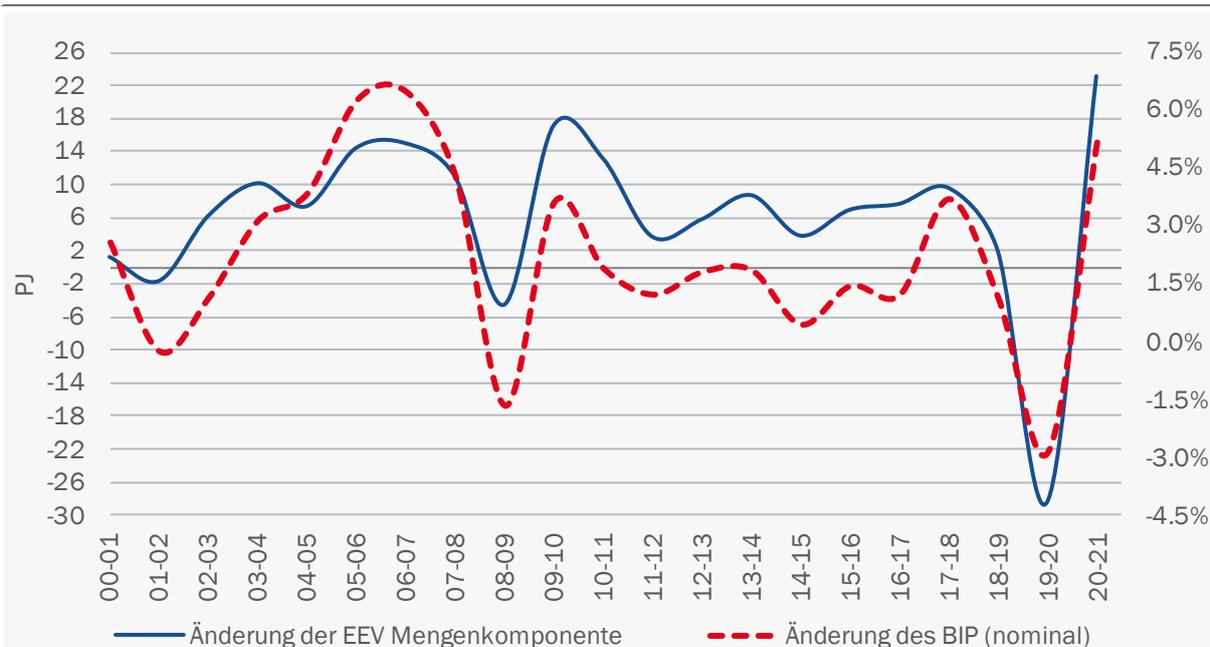
5.2 Mengeneffekte

Den Mengeneffekten werden alle «reinen» Wachstumseffekte zugerechnet. Dazu zählen insbesondere die Veränderungen von Gesamtproduktion, Bevölkerung, Energiebezugsfläche und Fahrleistung. Die Mengeneffekte tragen von allen unterschiedlichen Bestimmungsfaktoren am stärksten zur Ausweitung des Energieverbrauchs bei. Über die gesamte Periode 2000 bis 2021 erhöhten sie den Gesamtverbrauch um 132.9 PJ, was einer Zunahme um rund 15 % entspricht (Tabelle 15). Der durch die Mengeneffekte verursachte Verbrauchsanstieg verteilt sich nicht gleichmäßig über den Betrachtungszeitraum. In den Jahren 2000 bis 2003 lag der jährliche Effekt noch deutlich unter 10 PJ. Nach 2003 stiegen die Beiträge stark an und betragen im Mittel der Jahre 2003 bis 2008 rund 12 PJ. Aufgrund der Wirtschaftskrise ergab sich zum Jahr 2009 ein negativer Mengeneffekt (-4.5 PJ). Ab 2009 waren die Mengeneffekte wieder deutlich positiv. In der Periode 2019/2020 führte die Corona-Pandemie zu einer merklichen Abschwächung der wirtschaftlichen Entwicklung, die sich auf die Mengenentwicklung im Industrie- und Dienstleistungssektor auswirkt. Die globalen Bemühungen zur Eindämmung der Pandemie hatten einen dramatischen Rückgang der internationalen Flugverkehrsaktivitäten zur Folge. Dementsprechend zeigt sich in der Periode 2019/2020 ein stark negativer Mengeneffekt (-28.5 PJ). In der Periode 2020/2021 erhöhten sie den Verbrauch aber erneut um 23.2 PJ, was auch auf Nachholeffekte zurückzuführen ist.

Das Ausmass der Mengeneffekte steht in engem Zusammenhang mit dem Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum. Dargestellt ist dieser Zusammenhang in Abbildung 14: Die den Mengeneffekten zuzurechnende Veränderung des Energieverbrauchs folgte in etwa der Entwicklung des BIP. Mit dem Abschwung der Wirtschaft zu Beginn der Betrachtungsperiode sank der Beitrag der Mengeneffekte. Ab 2003 wuchsen das BIP und damit der Energieverbrauch. Ab 2008 nahmen BIP und Mengeneffekt bedingt durch die Wirtschaftskrise ab. Nach dem Abschwung 2009 zogen im Jahr 2010 die wirtschaftliche Entwicklung und die Mengeneffekte wieder an. Auch der Zusammenhang des wirtschaftlichen Einbruchs im Zuge der Corona-Pandemie und den negativen Mengeneffekten in der Periode 2019/2020 ist klar erkennbar. In der Periode 2020/2021 setzte anschliessend eine schnelle Erholung des BIP-Wachstums und der Mengeneffekte ein.

Abbildung 14: Vergleich der BIP-Änderung mit der Änderung der Mengeneffekte

BIP-Änderung in Prozent, Änderung der Mengenkomponente des Endenergieverbrauchs (EEV) in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Die Aufteilung der Mengeneffekte auf die einzelnen Energieträger ist in Abbildung 15 illustriert. Im Jahr 2021 zeigen sich bei allen Energieträgern positive Mengeneffekte. Eine grosse Bedeutung für die Mengeneffekte besitzt der Energieträger Elektrizität, dessen Anteil an den jährlichen Mengeneffekten im Mittel der Jahre annähernd 31 % beträgt. Der Anteil der Erdölbrennstoffe betrug bei abnehmender Tendenz im Mittel ca. 18 %.

Tabelle 15: Verbrauchsänderung durch Mengeneffekte nach Energieträgern

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ

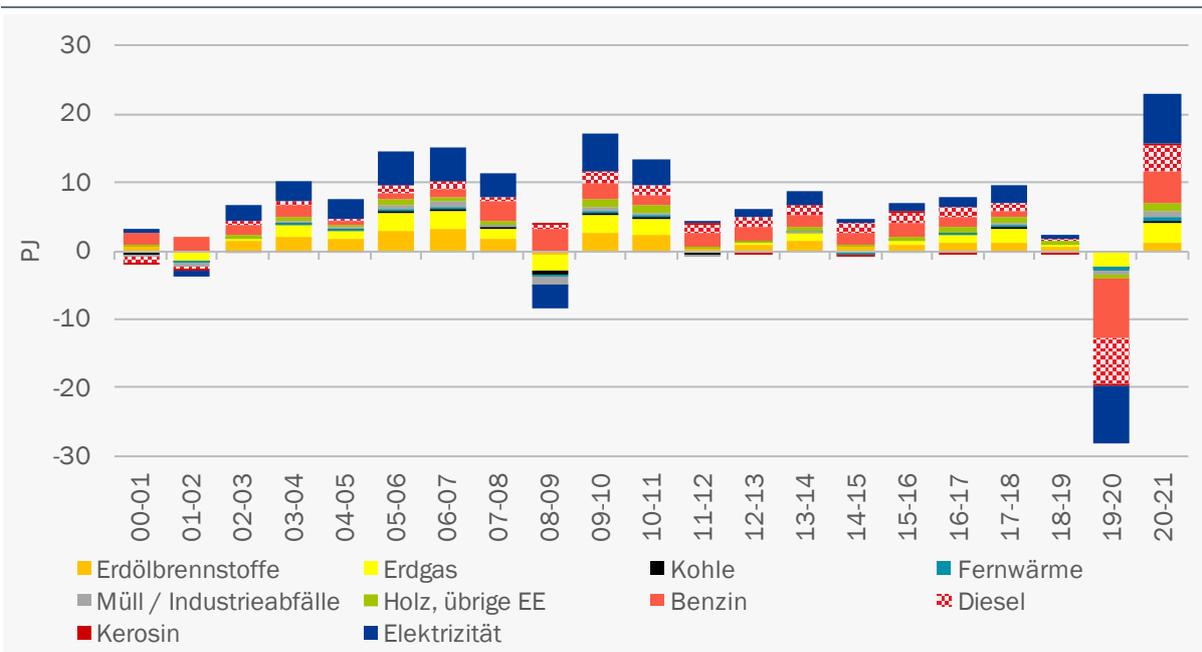
Zeitraum	Elektrizität	Erdölbrennstoffe	Erdgas	Kohle	Fernwärme	Müll / Industrieabfälle	Holz, übrige EE	Benzin	Diesel	Kerosin	übrige Treibstoffe	Summe
00-01	0.4	0.6	-0.3	-0.1	-0.1	-0.3	0.2	1.9	-0.8	-0.2	0.0	1.3
01-02	-0.9	-0.3	-1.0	-0.3	-0.2	-0.5	0.1	2.0	-0.2	-0.3	0.0	-1.7
02-03	2.4	1.3	0.5	0.0	0.1	-0.1	0.4	1.5	0.5	-0.3	0.0	6.2
03-04	3.0	2.2	1.5	0.2	0.2	0.3	0.6	1.6	0.8	-0.1	0.0	10.2
04-05	2.8	1.7	1.2	0.1	0.1	0.3	0.5	0.6	0.3	-0.1	0.0	7.4
05-06	4.9	3.0	2.5	0.3	0.4	0.6	0.8	0.9	1.1	0.0	0.0	14.5
06-07	4.8	3.1	2.6	0.3	0.5	0.7	0.8	1.1	1.0	0.1	0.0	15.0
07-08	3.4	1.8	1.4	0.1	0.2	0.2	0.6	2.8	0.7	-0.4	0.0	11.0
08-09	-3.3	-0.6	-2.3	-0.5	-0.4	-1.1	-0.1	3.1	0.6	0.1	0.0	-4.5
09-10	5.5	2.6	2.6	0.3	0.4	0.6	1.0	2.2	1.9	0.0	0.0	17.2
10-11	3.7	2.3	2.2	0.3	0.4	0.5	1.0	1.5	1.4	0.0	0.0	13.2
11-12	0.5	0.4	-0.4	-0.1	0.0	-0.2	0.1	2.2	1.0	0.2	0.0	3.7
12-13	1.0	0.9	0.2	-0.1	0.0	-0.1	0.4	1.9	1.5	-0.1	0.0	5.8
13-14	1.9	1.5	1.1	0.0	0.2	0.1	0.7	1.8	1.3	0.2	0.0	8.7
14-15	0.6	0.6	-0.3	-0.1	0.0	-0.3	0.2	1.7	1.4	-0.1	0.1	3.8
15-16	1.2	1.0	0.5	0.0	0.1	-0.1	0.5	1.9	1.6	0.1	0.2	7.0
16-17	1.5	1.1	1.2	0.1	0.2	0.2	0.7	1.6	1.4	-0.4	0.3	7.7
17-18	2.5	1.3	1.9	0.1	0.3	0.3	0.9	1.0	1.1	-0.1	0.3	9.6
18-19	0.7	0.6	0.3	0.0	0.0	-0.1	0.4	-0.1	0.3	-0.2	0.0	2.0
19-20	-8.2	-0.4	-1.8	-0.2	-0.4	-0.7	-0.6	-8.7	-6.7	-0.4	-0.5	-28.5
20-21	7.1	1.3	2.8	0.2	0.6	0.8	1.4	4.4	3.9	0.4	0.3	23.2
00-21	35.6	26.0	16.3	0.6	2.7	1.0	10.4	26.9	14.1	-1.5	0.7	132.9

EE: erneuerbare Energien

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Abbildung 15: Verbrauchsänderung durch Mengeneffekte nach Energieträgern

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ

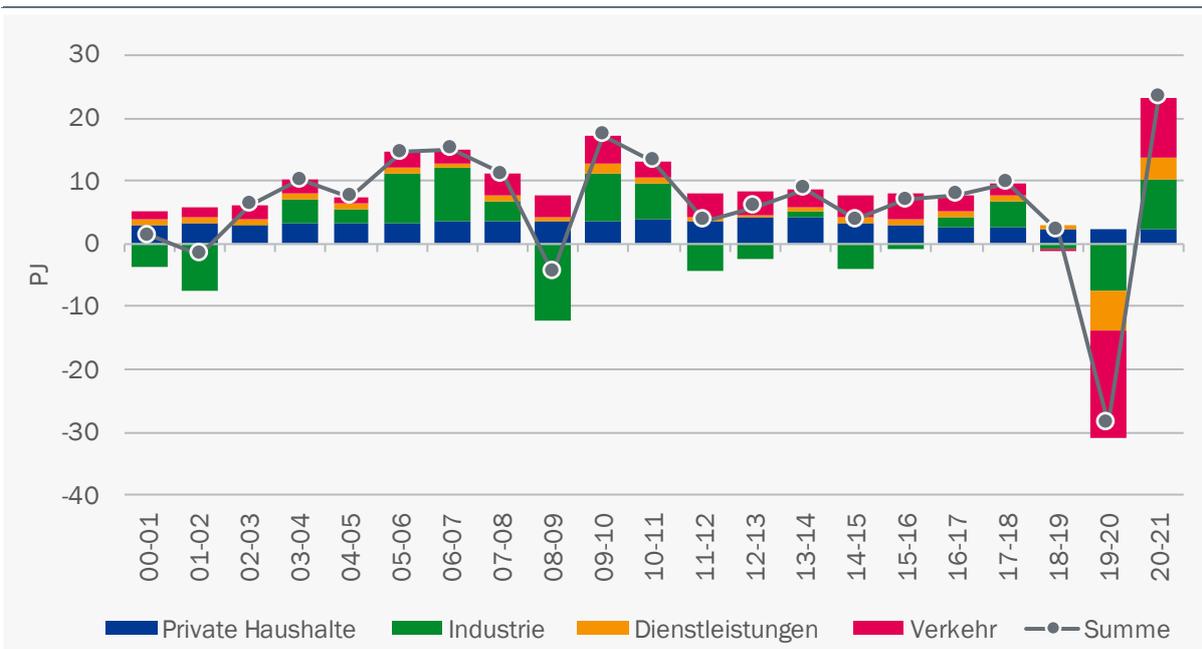


EE: erneuerbare Energien

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Abbildung 16: Verbrauchsänderung durch Mengeneffekte nach Sektoren

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Die Verteilung der Mengeneffekte auf die Verbrauchssektoren ist in Abbildung 16 wiedergegeben. Die Entwicklung der Mengeneffekte wird durch den Industriesektor dominiert, dessen Entwicklung eng mit dem BIP verknüpft ist. Der Konjunktureinfluss auf den Energieverbrauch ist im Dienstleistungssektor geringer als in der Industrie. Die Schwankungen des Mengeneffekts sind hier weniger stark ausgeprägt. Die rezessionsbedingten negativen Mengeneffekte im Jahr 2009 sind ausschliesslich auf den Industriesektor zurückzuführen. Die Mengeneffekte im Haushalts- und Verkehrssektor wiesen im Verlauf der Jahre 2000 bis 2021 wenig Dynamik auf, mit Ausnahme der Jahre 2020 und 2021. Die Mengeneffekte in den Sektoren Haushalte und Verkehr sind hauptsächlich bedingt durch die Zunahme der Energiebezugsfläche von Gebäuden (EBF) und des Flottenbestands. In den Jahren 2020 und 2021 spielt im Verkehrssektor zudem die Coronapandemie eine sehr entscheidende Rolle.

In der Periode 2020/2021 geht der Grossteil des Mengeneffekts auf die Entwicklung im Verkehrssektor (+9.5 PJ; 41 %) und der Industrie (+8.0 PJ; 34 %) zurück.

5.3 Technik und Politik

Die Kategorie Technik und Politik umfasst jene Faktoren, die den spezifischen Verbrauch und die rationelle Energieverwendung beeinflussen. Dazu werden alle energiepolitischen Instrumente und baulichen Massnahmen zur verbesserten Wärmedämmung sowie der Einsatz effizienterer Elektrogeräte, Heizanlagen, Produktionsanlagen, Maschinen, Motoren, Fahrzeuge usw. gezählt.

Die verbrauchsämpfende jährliche Wirkung der politischen Massnahmen und des technologischen Fortschritts wies in der Periode 2000 bis 2014 eine stärker werdende Tendenz auf. In den Jahren 2014 bis 2018 lag der Einspareffekt bei rund 8 PJ, im Jahr 2021 war er mit 6.5 PJ wieder etwas geringer. Über die gesamte Periode tragen die Effekte zu einer Reduktion des Energieverbrauchs von 129.0 PJ bei (Tabelle 16). Damit liegen die Einsparungen durch Technik und Politik leicht unter dem durch die Mengeneffekte verursachten Verbrauchsanstieg von 132.9 PJ.

Die Effekte waren bei fast allen Energieträgern in allen Jahren verbrauchssenkend. Aufgrund von Verbesserungen der Wärmedämmung bei Gebäuden und effizienteren Heizanlagen zeigen sich Reduktionen auch bei solchen Energieträgern, deren Einsatz prinzipiell gefördert wird, beispielsweise bei Holz oder Umweltwärme.

Am stärksten wirkten sich die Effekte von Technik und Politik auf den Verbrauch der Erdölbrennstoffe aus (-42.1 PJ), dabei insbesondere auf das Heizöl (Abbildung 17). Bedeutende Reduktionen zeigen sich auch bei der Elektrizität (-27.9 PJ) sowie bei Erdgas (-18.9 PJ) und Benzin (-32.9 PJ).

Der Einfluss von Technik und Politik auf die Sektorverbräuche ist in Abbildung 18 dargestellt. Kumuliert über den Zeitraum von 2000 bis 2021 ist rund die Hälfte der Reduktion bei den Privaten Haushalten angefallen (43 %). Auf den Verkehrssektor entfallen 35 %, auf den Dienstleistungssektor 15 % und auf den Industriesektor 7 % der im Zeitraum 2000 bis 2021 erzielten Einsparungen. Die Anteile der Sektoren an den technik- und politikbedingten Einsparungen haben sich leicht verschoben. Die Anteile des Industriesektors und des Haushaltssektors an den jährlichen Einsparungen haben im Zeitverlauf abgenommen, während die Anteile des Verkehrssektors und des Dienstleistungssektors eine steigende Tendenz aufweisen.

Tabelle 16: Verbrauchsänderung durch Technik & Politik nach Energieträgern

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ

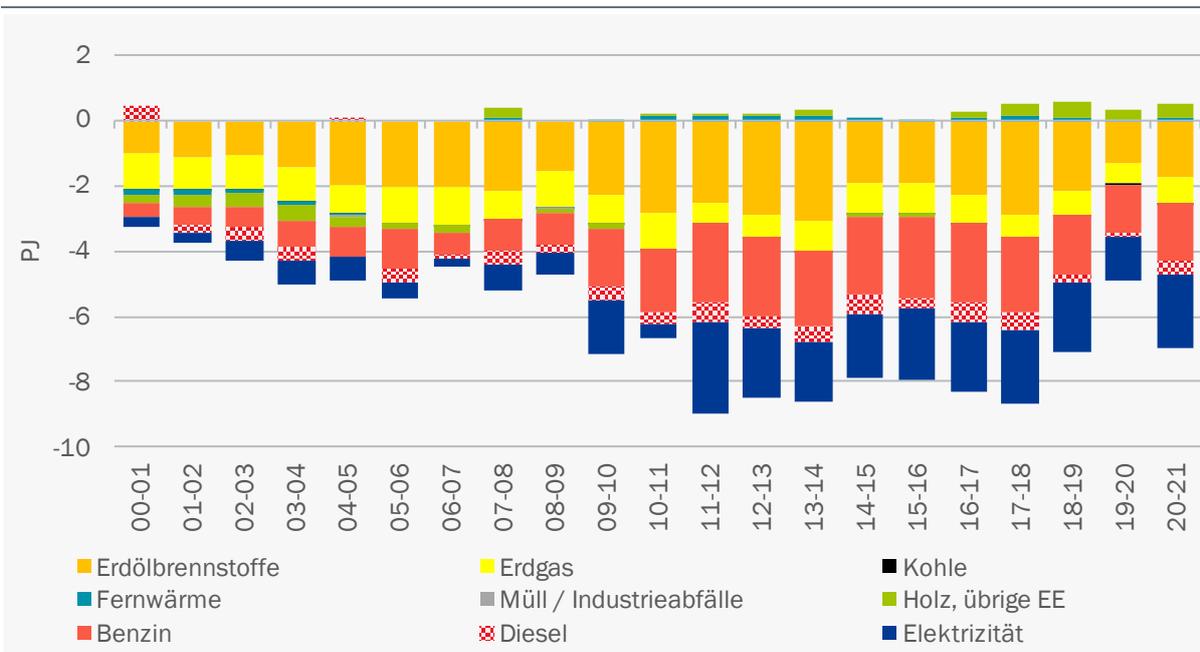
Zeitraum	Elektrizität	Erdölbrennstoffe	Erdgas	Kohle	Fernwärme	Müll / Industrieabfälle	Holz, übrige EE	Benzin	Diesel	übrige Treibstoffe	Summe
00-01	-0.3	-1.0	-1.1	0.0	-0.1	0.0	-0.3	-0.5	0.4	0.0	-2.8
01-02	-0.3	-1.1	-1.0	0.0	-0.1	0.0	-0.4	-0.5	-0.2	0.0	-3.7
02-03	-0.6	-1.0	-1.0	0.0	-0.1	0.0	-0.4	-0.6	-0.5	0.0	-4.3
03-04	-0.7	-1.4	-1.0	0.0	-0.2	0.0	-0.4	-0.8	-0.4	0.0	-5.0
04-05	-0.7	-2.0	-0.9	0.0	-0.1	0.0	-0.3	-1.0	0.1	0.0	-4.8
05-06	-0.5	-2.0	-1.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-1.2	-0.4	0.0	-5.5
06-07	-0.3	-2.0	-1.2	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.7	-0.1	0.0	-4.5
07-08	-0.8	-2.1	-0.9	0.0	0.1	0.0	0.3	-1.0	-0.4	0.0	-4.8
08-09	-0.6	-1.5	-1.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	-1.0	-0.3	0.0	-4.7
09-10	-1.7	-2.3	-0.9	0.0	0.0	0.0	-0.2	-1.7	-0.4	0.0	-7.2
10-11	-0.5	-2.9	-1.1	0.0	0.1	0.0	0.0	-2.0	-0.3	0.0	-6.5
11-12	-2.8	-2.5	-0.6	0.0	0.1	0.0	0.1	-2.4	-0.6	0.0	-8.8
12-13	-2.1	-2.9	-0.6	0.0	0.2	0.0	0.0	-2.4	-0.4	0.0	-8.3
13-14	-1.8	-3.1	-0.9	0.0	0.2	0.0	0.2	-2.3	-0.5	0.0	-8.3
14-15	-2.0	-1.9	-0.9	0.0	0.1	0.0	-0.1	-2.4	-0.6	0.0	-7.8
15-16	-2.2	-1.9	-0.9	0.0	0.1	0.0	-0.1	-2.5	-0.3	-0.1	-7.9
16-17	-2.1	-2.3	-0.9	0.0	0.1	0.0	0.2	-2.4	-0.6	-0.1	-8.1
17-18	-2.3	-2.9	-0.7	0.0	0.1	0.0	0.4	-2.3	-0.6	-0.1	-8.2
18-19	-2.1	-2.1	-0.7	0.0	0.1	0.0	0.5	-1.8	-0.2	0.0	-6.5
19-20	-1.3	-1.3	-0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	-1.5	-0.1	0.0	-4.6
20-21	-2.2	-1.7	-0.8	0.0	0.1	0.0	0.4	-1.8	-0.4	-0.1	-6.5
00-21	-27.9	-42.1	-18.9	-0.2	0.6	-0.1	-0.3	-32.9	-6.8	-0.3	-129.0

EE: erneuerbare Energien

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Abbildung 17: Verbrauchsänderung durch Technik & Politik nach Energieträgern

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ

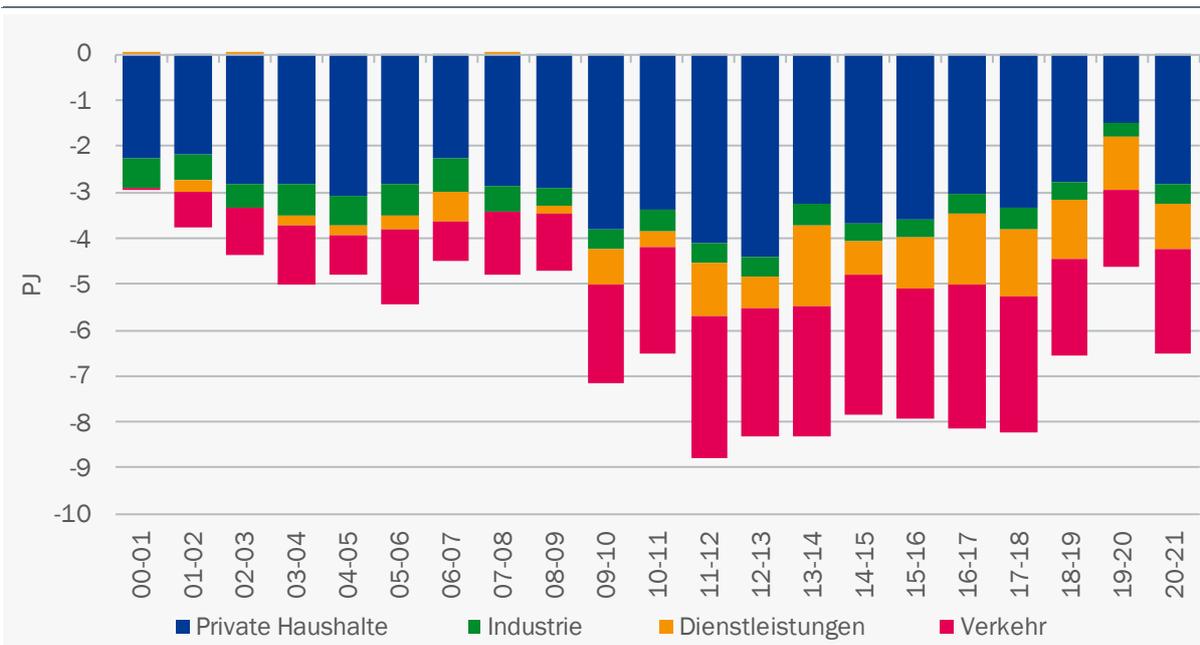


EE: erneuerbare Energien

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Abbildung 18: Verbrauchsänderung durch Technik & Politik nach Sektoren

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

5.4 Substitution

Der Substitution werden die Verbrauchseffekte zugerechnet, die durch den Wechsel zwischen Energieträgern entstehen. Meist ist damit auch ein technologiebedingter Effizienzeffekt verbunden, wodurch die Abgrenzung zum Technikeffekt nicht eindeutig möglich ist. Die Substitution hat eine bedeutende Wirkung auf die Verbrauchsstruktur (Verschiebung der Verbrauchsanteile der einzelnen Energieträger), aber nur einen beschränkten Effekt auf das Verbrauchsniveau. Die Einsparung bei einem Energieträger führt zu einem Mehrverbrauch bei einem anderen Energieträger. Da mit dem Technologiewechsel in der Regel ein Effizienzgewinn verbunden ist, verringert die Substitution im Allgemeinen den Energieverbrauch. Dieser Effekt ist seit 2005 deutlicher sichtbar geworden (Tabelle 17), wobei er im Vergleich zu anderen Einflussfaktoren nach wie vor eine geringe Wirkung hat. Die grossen «Substitutionsgewinner» sind Diesel (+46.9 PJ), Erdgas (+29.8 PJ) sowie Holz und die übrigen erneuerbaren Energien (+24.9 PJ). Die grossen «Substitutionsverlierer» sind Benzin (-61.8 PJ) und die Erdölbrennstoffe (-87.5 PJ; Abbildung 19). Rund 87 % der Substitutionsbewegungen sind im Mittel auf diese Energieträger(-gruppen) zurückzuführen.

Der Trend «weg vom Heizöl und hin zum Erdgas» ist seit 1990 nahezu unverändert und scheint weitgehend autonom zu erfolgen. Der langfristige Trend ist nicht nur auf die Preisentwicklung zurückzuführen, sondern auch bedingt durch Marketing, Verfügbarkeit, steigende Komfortansprüche (beispielsweise ist beim Gas kein Lagertank notwendig) sowie die vergleichsweise hohen Treibhausgasemissionen, die mit dem Einsatz des Heizöls verbunden sind. Seit 2005 hat sich der Trend «weg vom Heizöl» verstärkt. Während beim Erdgas die jährlichen Substitutionsgewinne eine sinkende Tendenz aufweisen, hat sich die Bedeutung der übrigen Substitutionsgewinner, hauptsächlich Fernwärme, Umgebungswärme und Holz, erhöht. Mit dem kleiner werdenden Marktvolumen von Heizöl beginnen aber auch die absoluten Substitutionsverluste beim Heizöl kleiner zu werden.

Die Entwicklung des Erdölpreises dürfte zum verstärkten Trend «weg vom Heizöl» mit beigetragen haben: Der inflationsbereinigte Konsumentenpreis für Heizöl stieg von 79 Indexpunkten im Jahr 2002 bis ins Jahr 2008 auf den bisherigen Höchststand von 198 Indexpunkten an (Indexbasis Jahr 2000 = 100%). Im Zeitraum 2014 bis 2016 war der Rohöl- und damit auch der Heizölpreis zwischenzeitlich rückläufig. Der zwischenzeitlich wieder tiefere Ölpreis hat die Substitutionsbewegung nicht gestoppt, der Absatz an Ölheizungen war auch in den Jahren nach 2014 deutlich rückläufig. Im Jahr 2021 lag der Preis im Mittel bei 155 Indexpunkten. Zum Vergleich: Der Preis für Energieholz hat im Zeitraum 2000 bis 2021 um rund drei Indexpunkte abgenommen, der Strompreis für Haushalte um 13 Indexpunkte zugenommen.

Die Verteilung der jährlichen Substitutionseffekte auf die Verbrauchssektoren ist in Abbildung 20 wiedergegeben. Da es sich um die Summe über die einzelnen Energieträger je Sektor handelt, können sie als Netto-Substitutionen je Sektor betrachtet werden. Im Industriemodell wird als Vereinfachung angenommen, dass diese Substitutionsbilanz (Summe über die einzelnen Energieträger) explizit Null ergibt (vgl. Kapitel 2.1).

Tabelle 17: Verbrauchsänderung durch Substitution nach Energieträgern

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ

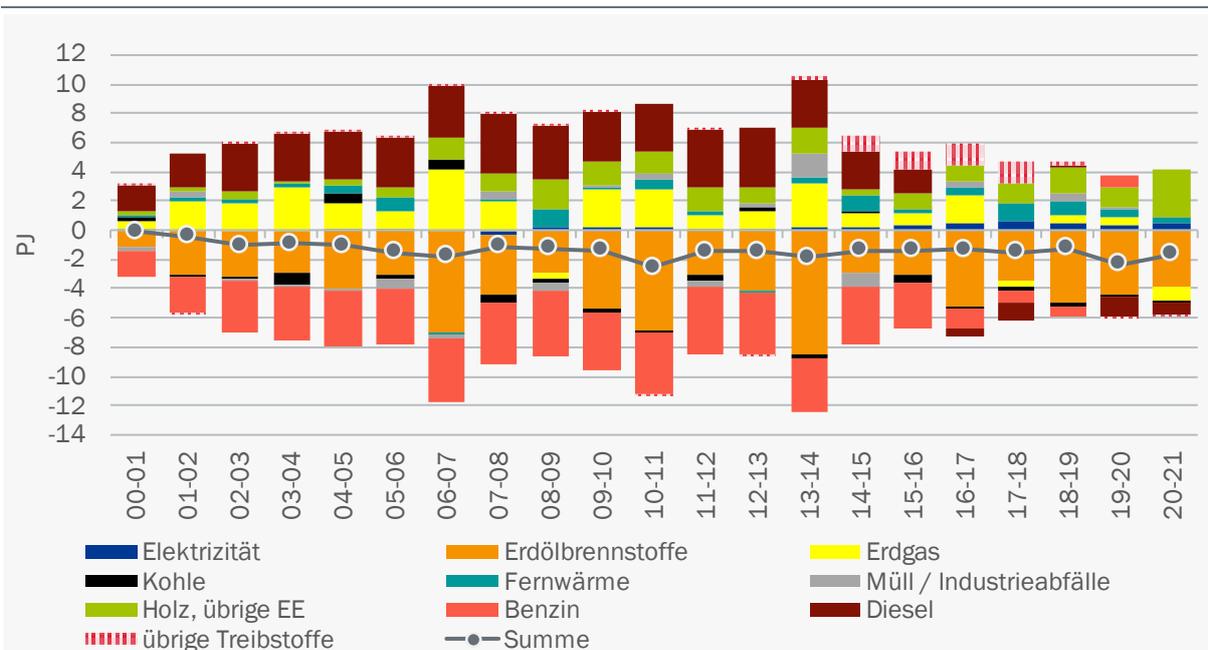
Zeitraum	Elektrizität	Erdölbrennstoffe	Erdgas	Kohle	Fernwärme	Müll / Industrieabfälle	Holz, übrige EE	Benzin	Diesel	Kerosin	übrige Treibstoffe	Summe
00-01	0.0	-1.1	0.6	0.1	0.2	-0.3	0.2	-1.8	1.8	0.0	0.0	-0.1
01-02	0.0	-3.0	2.0	-0.2	0.3	0.3	0.3	-2.4	2.3	0.0	0.0	-0.4
02-03	0.0	-3.2	1.9	-0.1	0.2	-0.1	0.6	-3.5	3.2	0.0	0.0	-1.1
03-04	0.0	-2.9	3.0	-0.7	0.2	-0.2	0.2	-3.6	3.2	0.0	0.1	-0.9
04-05	0.1	-4.1	1.8	0.8	0.4	-0.1	0.5	-3.7	3.2	0.0	0.1	-1.0
05-06	0.1	-3.1	1.2	-0.2	1.0	-0.7	0.7	-3.8	3.3	0.0	0.0	-1.5
06-07	0.0	-7.0	4.1	0.8	-0.2	-0.3	1.5	-4.3	3.5	0.0	0.1	-1.8
07-08	-0.3	-4.0	2.0	-0.6	0.1	0.6	1.2	-4.2	4.1	0.0	0.1	-1.1
08-09	0.2	-3.0	-0.4	-0.2	1.2	-0.6	2.1	-4.4	3.7	0.0	0.2	-1.3
09-10	0.2	-5.4	2.6	-0.2	0.1	0.1	1.7	-4.0	3.4	0.0	0.1	-1.4
10-11	0.2	-6.8	2.6	-0.2	0.7	0.4	1.5	-4.1	3.3	0.0	-0.1	-2.6
11-12	0.1	-3.1	0.9	-0.3	0.4	-0.4	1.6	-4.6	4.1	0.0	0.1	-1.5
12-13	0.1	-4.2	1.2	0.3	0.0	0.2	1.1	-4.3	4.1	0.0	0.0	-1.5
13-14	0.2	-8.5	3.0	-0.2	0.5	1.6	1.8	-3.8	3.2	0.0	0.3	-1.9
14-15	0.2	-3.0	1.0	0.2	1.0	-0.9	0.4	-4.0	2.6	0.0	1.0	-1.4
15-16	0.3	-3.1	0.8	-0.4	0.4	0.0	1.0	-3.2	1.7	0.0	1.2	-1.4
16-17	0.5	-5.3	1.9	-0.1	0.6	0.4	1.0	-1.3	-0.6	0.0	1.6	-1.3
17-18	0.6	-3.5	-0.4	-0.3	1.2	0.1	1.4	-0.8	-1.2	0.0	1.5	-1.5
18-19	0.4	-4.9	0.6	-0.3	0.9	0.6	1.7	-0.7	0.2	0.0	0.2	-1.3
19-20	0.4	-4.5	0.5	-0.1	0.6	0.1	1.3	0.8	-1.4	0.0	-0.1	-2.3
20-21	0.5	-3.9	-1.0	0.0	0.4	0.1	3.2	-0.1	-0.7	0.0	0.0	-1.6
00-21	3.7	-87.5	29.8	-2.3	10.2	0.9	24.9	-61.8	46.9	0.0	6.4	-28.8

EE: erneuerbare Energien

Quelle; Prognos, TEP, Infrac 2022

Abbildung 19: Verbrauchsänderung durch Substitution nach Energieträgern

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ

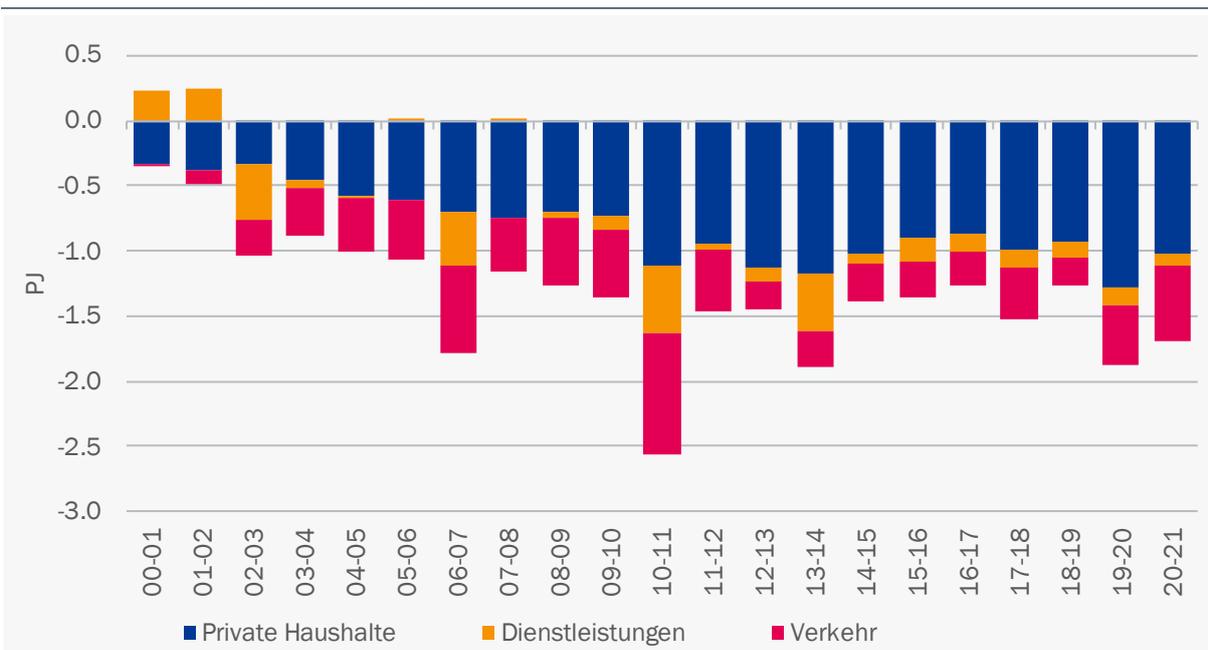


EE: erneuerbare Energien

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Abbildung 20: Verbrauchsänderung durch Substitution nach Sektoren

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Auch im Dienstleistungssektor sind die jährlichen Netto-Substitutionseffekte gering (im Mittel -0.1 PJ), im Zeitraum 2000 bis 2021 ergab sich per Saldo eine Einsparung von insgesamt 2.5 PJ. Am grössten waren die kumulierten Nettoeffekte im Haushaltssektor (-17.0 PJ). Der Ersatz von Heizöl durch effizientere Technologien auf Basis von Erdgas, Strom und Umweltwärme führte hier zu einer Abnahme des Energieverbrauchs. Im Verkehrssektor bewirkten die verbrauchsärmeren Dieselmotoren (und Gasmotoren) eine Verbrauchsreduktion gegenüber den benzinbetriebenen Ottomotoren um 8.1 PJ im Zeitraum 2000 bis 2021.

5.5 Struktureffekte

Die Struktureffekte umfassen in den Verbrauchssektoren unterschiedliche Wirkungsmechanismen:

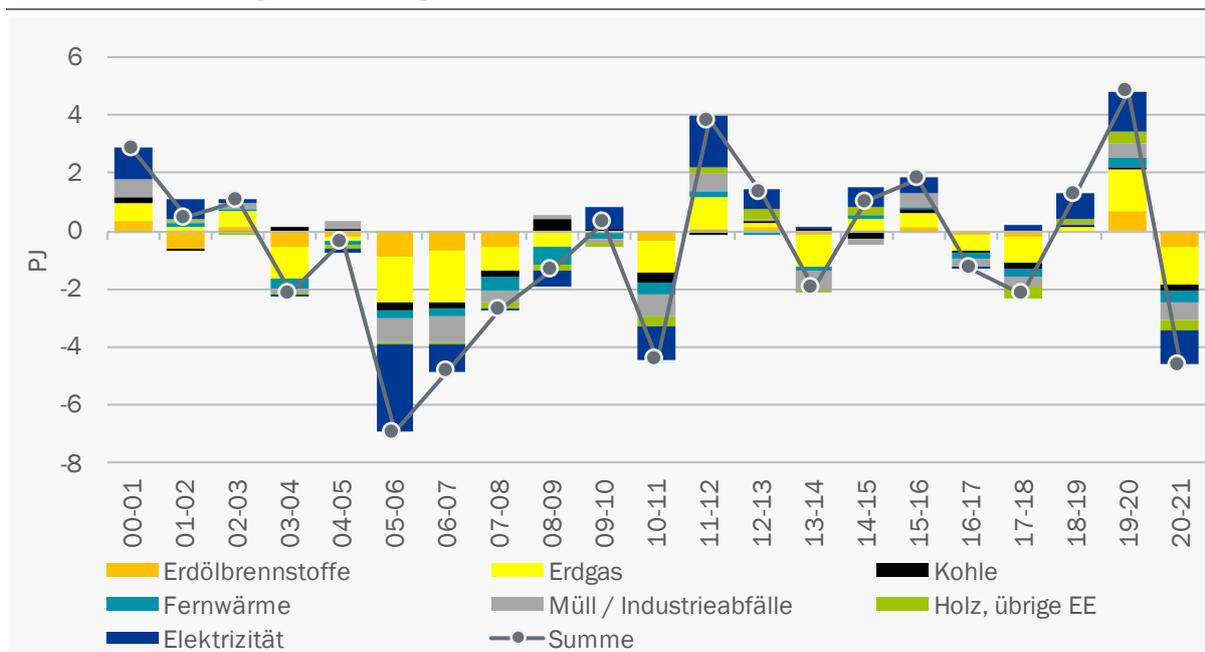
- Im Industriesektor werden mit den Struktureffekten das unterschiedliche Wachstum der einzelnen Industriebranchen relativ zum mittleren Wachstum des gesamten Industriesektors und die damit verbundene Verschiebung in der Energieintensität der Wertschöpfung beschrieben. Hinzu kommt ein Kapazitätseffekt durch die Auslastung der Anlagen und die variable Belegung der Produktions- und Büroflächen.
- Im Dienstleistungssektor beinhalten die Struktureffekte das unterschiedliche Wachstum der Branchen mit ihren Flächen, Beschäftigten sowie unterschiedlichen Energiekennzahlen.
- Im Sektor Private Haushalte werden bei den Struktureffekten die Verschiebung in der Nutzungsintensität bei Gebäuden (dauernd bewohnt, zeitweise bewohnt, leerstehend) sowie strukturelle Veränderungen zwischen Verwendungszwecken und innerhalb von Elektro-Gerätegruppen ausgewiesen. Das sind einerseits Effekte, die die Nutzungsintensität der Geräte beeinflussen, wie beispielsweise die Haushaltsstruktur (Veränderung der Haushaltsgrössen). Andererseits sind es Verschiebungen innerhalb der betrachteten Gerätegruppen. Wenn beispielsweise beim Verwendungszweck Waschen und Trocknen der Bestand an Trocknern stärker wächst als der Bestand an Waschmaschinen, beeinflusst dies den mittleren spezifischen Verbrauch der Gerätegruppe Waschmaschinen und Trockner.
- Im Verkehrssektor werden keine Struktureffekte ermittelt, da sich die Verschiebung zwischen den Verkehrsträgern (Modal Split) nicht stringent von den Mengeneffekten (Neuverkehr) isolieren lässt.

Die jährlichen Struktureffekte nach Energieträgern sind in Tabelle 18 und Abbildung 21 aufgeschlüsselt. Da zu Beginn der letzten Dekade sowie in den Jahren 2012 bis 2016 und 2019 bis 2020 die Struktureffekte mehrheitlich zu einer Zunahme, in den Jahren 2003 bis 2011 aber mehrheitlich zu einer Abnahme beitrugen, sind die kumulierten Veränderungen in der Periode 2000 bis 2021 gering (-14.1 PJ).

Die über den Zeitraum kumulierten strukturbedingten Veränderungen führten bei den meisten Energieträgern zu einer Abnahme des Verbrauchs: Erdölbrennstoffe (-3.3 PJ), Erdgas (-5.9 PJ), Fernwärme (-3.1 PJ), Müll und Industrieabfällen (-2.0 PJ) sowie Holz und übrige erneuerbare Energien (-1.0 PJ). Hingegen stieg der Verbrauch an Elektrizität strukturbedingt um 1.8 PJ an.

Abbildung 21: Verbrauchsänderung durch Struktureffekte nach Energieträgern

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ



EE: erneuerbare Energien

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Die Aufteilung der Struktureffekte auf die Verbrauchssektoren ist in Abbildung 22 illustriert. Die Struktureffekte wurden durch den Industriesektor dominiert, welcher im Mittel gut 67 % der jährlichen strukturbedingten Verbrauchsänderungen verursachte. Die Struktureffekte des Industriesektors wiesen eine ausgeprägte zeitliche Dynamik auf, wobei über den gesamten Betrachtungszeitraum von 2000 bis 2021 die verbrauchssenkenden Beiträge dominieren. Diese Entwicklung repräsentiert die abnehmende Bedeutung der energieintensiven Branchen. Zu Beginn der Dekade wuchsen die energieintensiven Branchen des Industriesektors noch etwas schneller als der Branchendurchschnitt (verbrauchssteigernder Effekt). In den Jahren 2003 bis 2011 dagegen sind die weniger energieintensiven Branchen mehrheitlich überdurchschnittlich gewachsen. Insbesondere in den Jahren 2006 bis 2008 und 2011 waren starke strukturbedingte Verbrauchsrückgänge zu beobachten, welche nur zwischen 2009 und 2010 bedingt durch die Rezession deutlich abflachten: Die sehr konjunktur reagiblen Branchen sind überwiegend wenig energieintensiv (z.B. der Maschinenbau) und stärker von der Rezession betroffen als die energieintensiven Branchen. Während die Struktureffekte in den Jahren 2013 bis 2017 eher gering waren, weisen sie im Jahr 2021 mit 3.2 PJ wieder eine grössere verbrauchssteigernde Wirkung auf. Der Struktureffekt weist für die meisten Jahre eine dem Mengeneffekt gegenläufige Entwicklung auf.

Tabelle 18: Verbrauchsänderung durch Struktureffekte nach Energieträgern

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ

Zeitraum	Elektrizität	Erdölbrennstoffe	Erdgas	Kohle	Fernwärme	Müll / Industrieabfälle	Holz, übrige EE	Benzin	Diesel	Kerosin	übrige Treibstoffe	Summe
00-01	1.1	0.4	0.6	0.2	0.0	0.6	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8
01-02	0.7	-0.6	0.1	-0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5
02-03	0.1	0.1	0.5	-0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
03-04	-0.1	-0.6	-1.1	0.2	-0.4	-0.1	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.1
04-05	-0.1	-0.2	-0.1	0.1	-0.1	0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4
05-06	-3.0	-0.9	-1.6	-0.2	-0.3	-0.8	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-6.9
06-07	-1.0	-0.7	-1.8	-0.2	-0.3	-0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.9
07-08	-0.1	-0.6	-0.8	-0.2	-0.5	-0.4	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.7
08-09	-0.6	0.0	-0.5	0.4	-0.6	0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.4
09-10	0.7	0.0	0.0	0.1	-0.2	-0.2	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
10-11	-1.1	-0.3	-1.1	-0.3	-0.5	-0.7	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.4
11-12	1.8	0.1	1.1	-0.2	0.2	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8
12-13	0.7	0.1	0.1	0.1	-0.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
13-14	0.1	-0.2	-1.1	0.1	-0.2	-0.6	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.0
14-15	0.7	0.0	0.4	-0.2	0.1	-0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
15-16	0.5	0.1	0.5	0.2	0.1	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8
16-17	-0.1	-0.2	-0.5	-0.1	-0.2	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.3
17-18	0.2	-0.2	-0.9	-0.2	-0.3	-0.3	-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.2
18-19	0.9	0.0	0.2	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
19-20	1.4	0.7	1.4	0.1	0.3	0.5	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	4.8
20-21	-1.2	-0.5	-1.3	-0.2	-0.4	-0.7	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.6
00-21	1.8	-3.3	-5.9	-0.5	-3.1	-2.0	-1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.1

EE: erneuerbare Energien

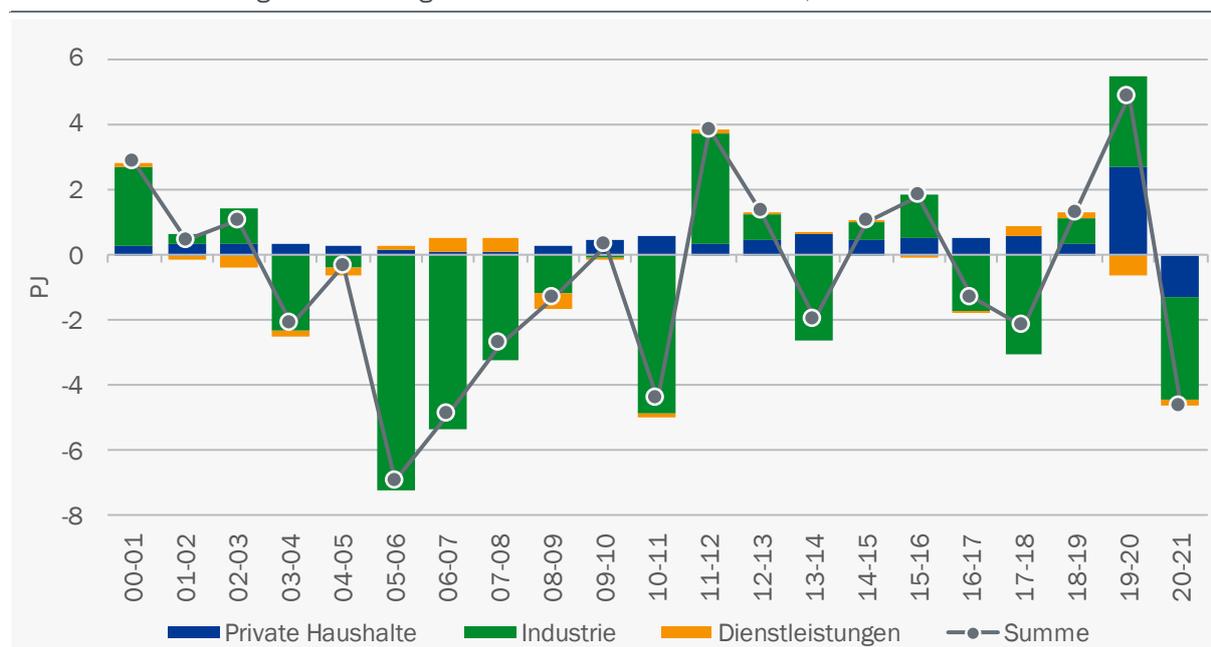
Quelle; Prognos, TEP, Infras 2022

Im Dienstleistungssektor wiesen die Struktureffekte ebenfalls eine zeitliche Dynamik auf, die sich jedoch von jener im Industriesektor teilweise unterscheidet: In mehreren Jahren waren die Effekte im Dienstleistungssektor nicht gleichgerichtet mit denjenigen im Industriesektor. Im Dienstleistungssektor ist die verbrauchstreibende Kraft die Fläche pro Beschäftigten, die insgesamt zu einer leichten Abnahme des Energieverbrauchs führte.

Die dem Haushaltssektor zugeordneten strukturellen Effekte führten in allen Jahren zu einer Zunahme des Verbrauchs, ausser der Periode 2020/2021, wo eine Reduktion um 1.3 PJ verzeichnet wurde. Dies ist auf die unterstellten Verhaltensänderungen in den beiden «Corona-Jahren» 2020 und 2021 zurückzuführen. Die Benutzungsintensität der Wohngebäude hat sich im Zeitraum nur wenig verändert und trägt nicht wesentlich zum Verbrauchsanstieg bei. Von grösserer Bedeutung sind die Gewichtsverlagerungen bei der Zusammensetzung von Elektrogerätegruppen.

Abbildung 22: Verbrauchsänderung durch Struktureffekte nach Sektoren

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

5.6 Tanktourismus und internationaler Flugverkehr

Die Kategorie Tanktourismus und internationaler Flugverkehr betrifft lediglich den Treibstoffabsatz im Verkehrssektor und berücksichtigt nebst Benzin und Diesel auch den Kerosinabsatz des internationalen Flugverkehrs. Die Mengen der biogenen und der übrigen fossilen Treibstoffe sowie Elektrizität sind (noch) gering und werden deshalb nicht aufgeführt.

Der inländische Absatz von Treibstoffen ist in der Regel deutlich höher als der inländische Verbrauch. Während der summierte Absatz an Benzin, Diesel und Kerosin im Jahr 2000 um 80 PJ höher war als deren Verbrauch, schrumpfte diese Differenz bis 2004 auf 62 PJ. Nach 2004 stieg die Differenz zwischen Absatz und Inlandverbrauch wieder an und verblieb in den Jahren 2007 bis 2018 auf einem Niveau zwischen 70 PJ und 80 PJ. Im Jahr 2020 gingen die Verkehrsmengen insbesondere beim internationalen Flugverkehr aufgrund der Corona-Pandemie stark zurück. Damit einhergehend verminderte sich auch die Differenz zwischen Absatz und Verbrauch im Jahr 2020 drastisch auf 31.1 PJ. Im Jahr 2021 erhöhte sich die Differenz wieder leicht auf 34.4 PJ. Für den Zeitraum 2000 bis 2021 ergibt sich eine Verringerung der unter Tanktourismus und internationalen Flugverkehr verbuchten Treibstoffmenge um 45.3 PJ (Tabelle 19 und Abbildung 23).

Bei Benzin und Diesel ergeben sich die jährlichen Änderungen des Tanktourismus aufgrund von Verschiebungen der Preisdifferenziale gegenüber dem grenznahen Ausland. Der Benzinpreis war im Ausland in den Jahren 2000 bis 2021 immer höher als im Inland (ausgenommen gegenüber Österreich seit 2011 und Frankreich mehrheitlich seit 2015; entsprechend lag der Inlandabsatz stets über dem Inlandverbrauch. Als Folge der Aufgabe des Euro-Mindestkurses der Schweizer Nationalbank entfiel Anfang 2015 der Preisvorteil des Schweizer Benzins gegenüber dem benachbarten Ausland. Deshalb ist die Nettomenge an Benzin, welche hier als Tanktourismus ausgewiesen wird, von 19.6 PJ im Jahr 2000 auf 7.4 PJ im Jahr 2021 gesunken (-12.2 PJ). Die Entwicklung der Treibstoffpreisdifferenzen ist im Bericht zu der Ex-Post-Analyse nach Verwendungszwecken (BFE, 2022a) wiedergegeben.

Tabelle 19: Entwicklung des Tanktourismus und internationalen Flugverkehrs

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021 nach Energieträgern, in PJ

Zeitraum	Benzin	Diesel	Kerosin	Summe ¹⁾	Summe Benzin + Diesel
00-01	-8.0	1.7	-3.6	-9.9	-6.3
01-02	0.3	0.1	-4.5	-4.1	0.5
02-03	1.6	1.7	-5.7	-2.3	3.4
03-04	0.5	0.5	-2.9	-1.9	1.0
04-05	0.2	0.3	0.8	1.3	0.5
05-06	0.6	0.4	2.5	3.5	1.0
06-07	2.5	1.4	3.5	7.4	4.0
07-08	-1.0	-0.2	4.3	3.2	-1.1
08-09	-0.8	-0.7	-2.6	-4.1	-1.5
09-10	-2.0	-1.0	2.9	-0.1	-3.0
10-11	-1.7	-0.9	4.1	1.5	-2.7
11-12	-0.2	0.2	1.4	1.4	0.0
12-13	0.7	0.5	0.8	2.0	1.2
13-14	-0.7	-0.1	0.3	-0.5	-0.8
14-15	-3.5	-4.8	2.3	-6.0	-8.3
15-16	-0.3	0.0	3.3	3.0	-0.2
16-17	0.0	0.1	2.2	2.3	0.0
17-18	0.0	0.1	4.4	4.4	0.0
18-19	-0.1	0.0	1.0	0.9	-0.1
19-20	-0.9	0.2	-50.0	-50.7	-0.7
20-21	0.5	-0.1	3.0	3.4	0.3
00-21	-12.2	-0.6	-32.5	-45.3	-12.8

¹⁾ Summe ohne biogene und übrige fossile Treibstoffe

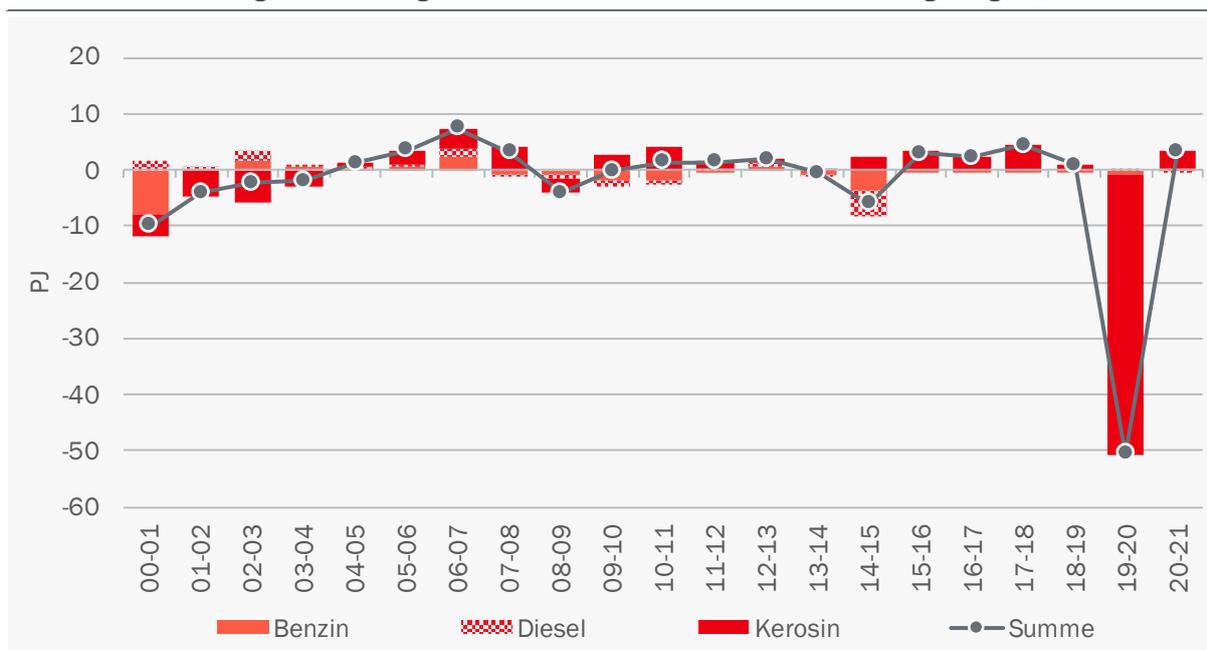
Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Beim Dieselpreis verhielt es sich umgekehrt: Der Inlandpreis lag im Mittel meist über den Preisen in den angrenzenden Ländern mit Ausnahme Italiens, wo der Preis in den Jahren ab 2003 meist höher war als in der Schweiz. Die Schweizer Verbraucher tankten in diesen Jahren Diesel vermehrt im grenznahen Ausland. Folglich war der Inlandverbrauch grösser als der Inlandabsatz, im Jahr 2000 um 3.5 PJ. Die Preisdifferenzen beim Diesel haben sich seit dem Jahr 2000 kontinuierlich verringert, bis ab 2003 der Inlandpreis unter dem Preis im grenznahen Ausland lag. Dadurch stieg der Tanktourismus im Inland bis ins Jahr 2007 an. Ab dem Jahr 2008 begann sich das Preisdifferential zwischen Inland und grenznahem Ausland wieder zu vergrössern. In den Jahren 2010 bis 2014 lag der Inlandpreis nur noch leicht unter dem Preis im grenznahen Ausland, wobei das Ausmass je nach Grenzland variiert. Im Jahr 2021 lag der Inlandpreis wieder deutlich über dem Preis im grenznahen Ausland (u.a. aufgrund der Aufgabe des Euro-Mindestkurses anfangs 2015), der Inlandabsatz lag um 4.1 PJ unter dem Inlandverbrauch. Die Dieselmenge, welche hier als Tanktourismus ausgewiesen wird, hat sich von -3.5 PJ im Jahr 2000 auf -4.1 PJ im Jahr 2021 verändert (-0.6 PJ).

Der Kerosinabsatz sank von 68.1 PJ im Jahr 2000 auf 51.1 PJ im Jahr 2005. In den Jahren 2006 bis 2019 hat der Kerosinabsatz wieder mehrheitlich zugenommen und lag im Jahr 2019 bei 81.1 PJ (+19.1 % ggü. 2000). Im Jahr 2020 brach der Verbrauch in Folge der Corona-Pandemie auf 30.6 PJ ein (-55 % ggü. 2000; -62.2 % ggü. 2019). Im darauffolgenden Jahr 2021 erhöhte sich der Verbrauch leicht auf 34.0 PJ (-34.1 PJ; 50.1 % ggü. 2000). Der Inlandverbrauch ist im Zeitraum 2000 bis 2021 um rund 1.5 PJ gesunken, während der Verbrauch des internationalen Flugverkehrs um 32.5 PJ abgenommen hat.

Abbildung 23: Entwicklung des Tanktourismus und internat. Flugverkehrs

Jährliche Veränderung des Endenergieverbrauchs von 2000 bis 2021 nach Energieträgern, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

6 Die Veränderungen der Energieträger im Einzelnen

6.1 Elektrizität

Im Zeitraum 2000 bis 2021 erhöhte sich gemäss den Bottom-Up-Modellen der Stromverbrauch um 12.9 PJ (gemäss GEST +20.7 PJ). Die Zunahme ist hauptsächlich auf die Mengeneffekte zurückzuführen (+35.6 PJ), welche durch die Haushalte (+22.4 PJ) und den Dienstleistungssektor (+8.2 PJ) dominiert werden (Tabelle 20). In geringerem Ausmass haben auch die Struktureffekte im Sektor Haushalte (+8.5 PJ) zum Anstieg des Stromverbrauchs beigetragen. Die kühle Witterung im Jahr 2021 erhöhte den Verbrauch um 2.6 PJ.

Gedämpft wurde der Anstieg des Stromverbrauchs im Zeitraum 2000 bis 2021 durch den Faktor Technik und Politik (-27.9 PJ). Dabei wurde der Grossteil der Einsparungen bei den Haushalten realisiert (-20.3 PJ). Der technische Fortschritt (Senkung der spezifischen Verbräuche bei Geräten, Anlagen und bei der Beleuchtung) und die energiepolitischen Instrumente reichten aber nicht aus, um die verbrauchstreibenden Mengeneffekte zu kompensieren.

Tabelle 20: Stromverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren

Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Verbrauchssektor	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell
Private Haushalte	1.7	22.4	-20.3	3.5	8.5	0.0	-3.3	12.5
Industrie	0.0	3.9	-1.8	0.0	-5.8	0.0	0.0	-3.7
Dienstleistungen	0.9	8.2	-5.7	-0.2	-1.0	0.0	-0.1	2.2
Verkehr	0.0	1.1	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4	1.9
Summe	2.6	35.6	-27.9	3.7	1.8	0.0	-2.9	12.9

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

In Tabelle 21 und Abbildung 24 sind die Effekte der unterschiedenen Bestimmungsfaktoren auf die Entwicklung des Stromverbrauchs in einzelnen Jahresschritten abgebildet. Die Effekte von Technik und Politik sind in den Jahren 2000 bis 2011 angestiegen und liegen seit 2011 jährlich bei rund 2 PJ. Der Rückgang im Jahr 2020 hängt stark mit der Corona-Pandemie zusammen. Insbesondere im Sektor Private Haushalte führten die Massnahmen zu höheren Nutzungszeiten der Geräte, damit verbunden ist ein höherer spezifischer Geräteverbrauch. Im Jahr 2021 zeigte sich hier wieder eine Angleichung an das Niveau vor der Pandemie. Bei den Mengeneffekten zeigt sich eine ausgeprägte Dynamik, die sich durch eine steil ansteigende Verbrauchszunahme bis ins Jahr 2007 und einen kräftigen Rückgang im Jahr 2009 ausdrückt. In den Jahren 2010 bis 2014 und 2019 zeigen sich wieder grössere verbrauchstreibende Mengeneffekte. Der Rückgang im Jahr

2020 ist auf die Corona-Pandemie zurückzuführen und deren dämpfenden Effekt auf die Wirtschaftsentwicklung. Im Jahr 2021 waren die höchsten verbrauchssteigernden Mengeneffekte des Beobachtungszeitraums zu verzeichnen. Diese waren der Haupttreiber der Erhöhung des Stromverbrauchs im Jahr 2021.

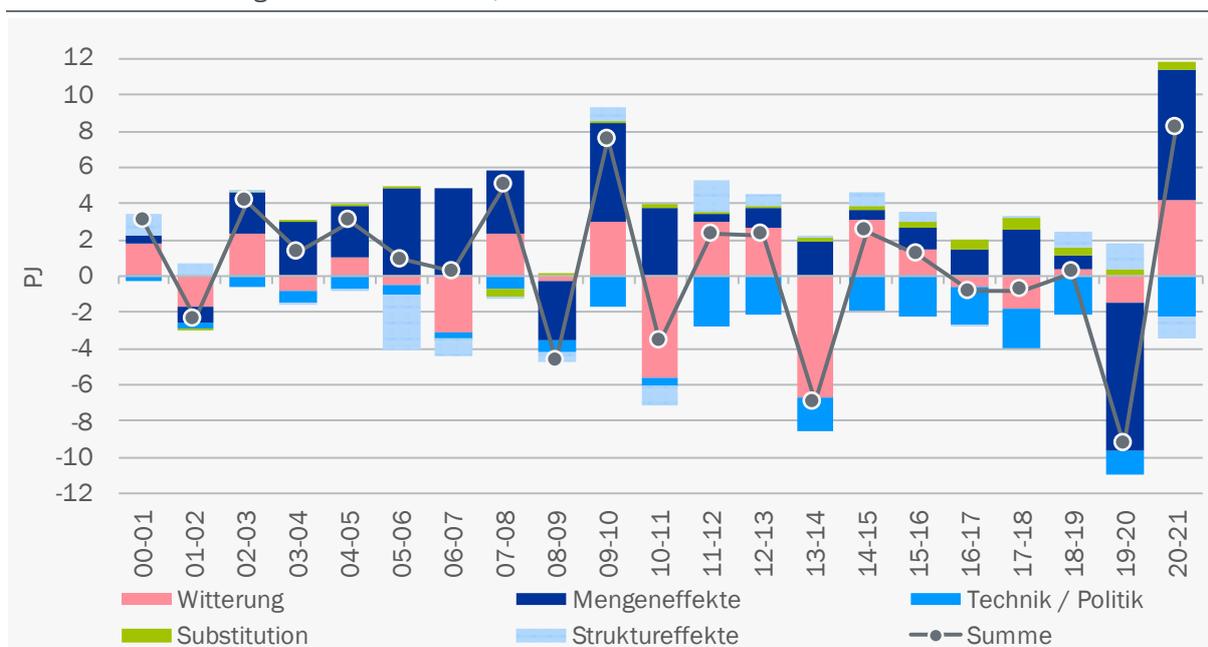
Tabelle 21: Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren
Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ

Zeitraum	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
00-01	1.8	0.4	-0.3	0.0	1.1	0.0	-0.1	3.0	5.0
01-02	-1.7	-0.9	-0.3	0.0	0.7	0.0	-0.1	-2.4	1.0
02-03	2.3	2.4	-0.6	0.0	0.1	0.0	-0.1	4.1	3.9
03-04	-0.8	3.0	-0.7	0.0	-0.1	0.0	0.0	1.3	3.8
04-05	1.0	2.8	-0.7	0.1	-0.1	0.0	0.0	3.0	4.2
05-06	-0.5	4.9	-0.5	0.1	-3.0	0.0	0.0	0.9	1.6
06-07	-3.1	4.8	-0.3	0.0	-1.0	0.0	-0.2	0.2	-1.3
07-08	2.4	3.4	-0.8	-0.3	-0.1	0.0	0.3	5.0	4.7
08-09	-0.3	-3.3	-0.6	0.2	-0.6	0.0	-0.1	-4.7	-4.4
09-10	2.9	5.5	-1.7	0.2	0.7	0.0	-0.1	7.5	8.3
10-11	-5.6	3.7	-0.5	0.2	-1.1	0.0	-0.4	-3.6	-4.3
11-12	2.9	0.5	-2.8	0.1	1.8	0.0	-0.2	2.3	1.3
12-13	2.7	1.0	-2.1	0.1	0.7	0.0	-0.2	2.2	1.3
13-14	-6.8	1.9	-1.8	0.2	0.1	0.0	-0.6	-7.0	-6.7
14-15	3.1	0.6	-2.0	0.2	0.7	0.0	-0.2	2.5	2.8
15-16	1.4	1.2	-2.2	0.3	0.5	0.0	-0.1	1.2	0.0
16-17	-0.6	1.5	-2.1	0.5	-0.1	0.0	-0.1	-0.9	0.9
17-18	-1.8	2.5	-2.3	0.6	0.2	0.0	-0.1	-0.8	-3.0
18-19	0.4	0.7	-2.1	0.4	0.9	0.0	-0.1	0.2	-1.6
19-20	-1.5	-8.2	-1.3	0.4	1.4	0.0	-0.1	-9.3	-5.3
20-21	4.2	7.1	-2.2	0.5	-1.2	0.0	-0.3	8.1	8.6
00-21	2.6	35.6	-27.9	3.7	1.8	0.0	-2.9	12.9	20.7

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Abbildung 24: Veränderung des Stromverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



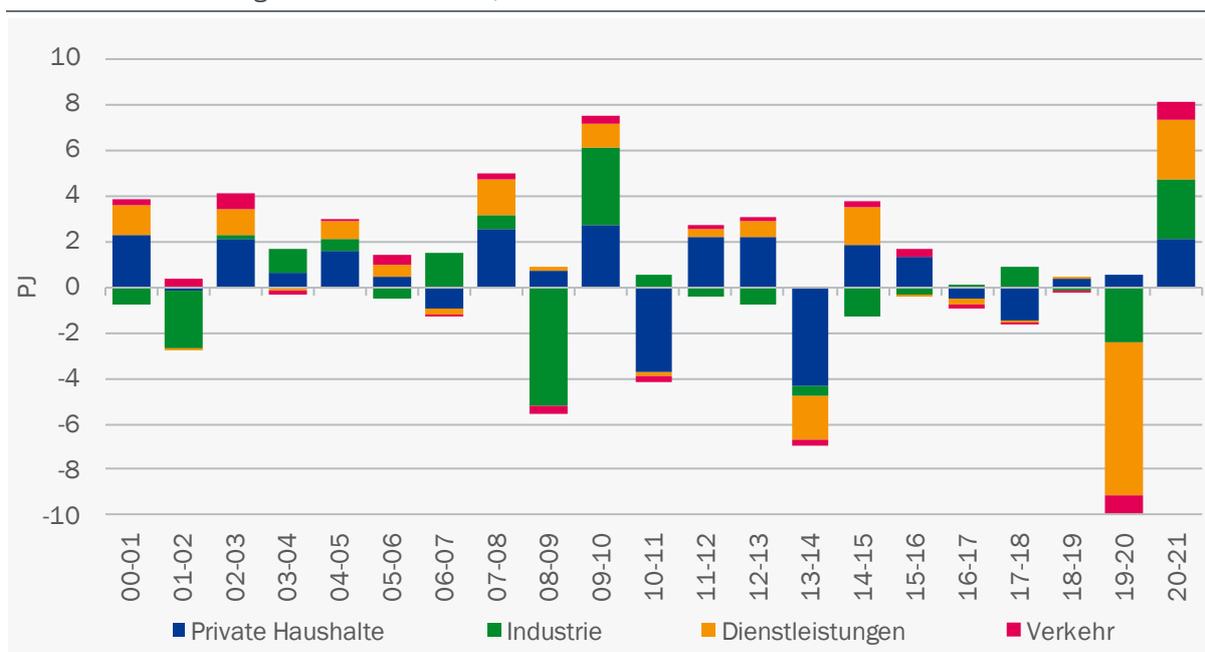
Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Der Verlauf der Mengeneffekte und der Struktureffekte wurde erheblich durch die Entwicklung im Industriesektor geprägt. Da sich diese beiden Effekte mehrheitlich kompensieren, sind die jährlichen Netto-Verbrauchsänderungen im Industriesektor in den meisten Jahren vergleichsweise gering (Ausnahmen: 2009 und 2010; Abbildung 25). Im Haushaltssektor und im Dienstleistungssektor spielt die Bereitstellung von Raumwärme (und Klimakälte) durch Strom (sowohl mit Direktheizungen als auch mit Wärmepumpen) eine viel bedeutendere Rolle als im Industriesektor. Folglich sind die Veränderungen des Stromverbrauchs in diesen Sektoren stärker von den Witterungsschwankungen beeinflusst. Diese erklären ebenfalls die grossen Verbrauchsschwankungen zwischen den einzelnen Jahren, unter anderem die starken Rückgänge in den warmen Jahren 2011 und 2014. Während im Industriesektor (-5.8 PJ) und im Dienstleistungssektor (-1.0 PJ) die Struktureffekte im Zeitraum 2000 bis 2021 insgesamt zu einer Reduktion des Stromverbrauchs führten, trugen sie bei den Haushalten zu einer Verbrauchszunahme bei (+8.5 PJ).

Gegenüber dem Vorjahr 2020 hat der Stromverbrauch deutlich zugenommen (Modell: +8.1 PJ; GEST: +8.6 PJ). Die Verbrauchssteigerung ist hauptsächlich auf die Mengeneffekte und die Witterung zurückzuführen. Die Struktureffekte sowie Effekte von Technik und Politik dämpften den Anstieg nur teilweise (Tabelle 21). Der hohe Mengeneffekt im Jahr 2021 ist auch auf die wirtschaftliche Erholung im Nachgang an das erste Corona-Jahr 2020 zurückzuführen. Bereinigt um den Witterungseffekt ergibt sich gemäss den Modellen gegenüber dem Vorjahr 2020 ein Verbrauchsanstieg von 3.9 PJ.

Abbildung 25: Veränderung des Stromverbrauchs nach Sektoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

6.2 Heizöl extra-leicht

Der seit den 1990er-Jahren beobachtete Trend «weg vom Heizöl» setzte sich auch in den Jahren nach 2000 fort. Das Heizöl weist in der GEST mit -88.3 PJ in der Periode 2000 bis 2021 neben dem Benzin (-81.4 PJ) den grössten Rückgang aller Energieträger auf. Der kräftige Rückgang ist vorwiegend auf die Effekte Technik und Politik sowie auf Substitutionen zurückzuführen (Tabelle 22). Die jährlichen Effekte von Technik und Politik (u.a. energetische Gebäudesanierungen, Verbesserung der Anlagenwirkungsgrade) bewirkten in den Jahren 2000 bis 2021 eine konstant anhaltende Verbrauchsreduktion; insgesamt senkten sie den Verbrauch um 41.7 PJ. Die Substitution trug ebenfalls in jedem Jahr zur Reduktion des Verbrauchs bei, insgesamt um 80.1 PJ. Substituiert wurde das Heizöl vorwiegend durch Erdgas, zunehmend aber auch durch Umweltwärme und Strom (elektrische Wärmepumpen) sowie in geringerem Masse durch Holz und Fernwärme. Die Verbrauchseinsparung wurde teilweise durch die Mengeneffekte kompensiert, welche insgesamt mit 25.4 PJ zur Steigerung des Verbrauchs beitrugen.

Der Witterungseffekt ist wesentlich zum Verständnis der jährlichen Verbrauchsentwicklung (Tabelle 23 und Abbildung 26). Das Jahr 2021 war trotz höherer Solarstrahlungsmenge (+10 %) kühler als das Jahr 2000 (HGT +9.6 %). In der Summe der einzelnen Jahreseffekte 2000 bis 2021 hat die Witterung den Heizölverbrauch um 10.4 PJ erhöht. Die Struktureffekte waren von untergeordneter Bedeutung. Es zeigten sich wechselnde Vorzeichen, insgesamt reduzierten sie den Verbrauch um 0.8 PJ.

Tabelle 22: Veränderung des Heizölverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ

Zeitraum	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
00-01	14.3	0.9	-1.0	-2.1	0.2	0.0	-1.6	10.6	16.9
01-02	-12.5	0.3	-1.1	-1.2	-0.2	0.0	-1.5	-16.2	-16.3
02-03	13.7	1.4	-1.0	-2.4	0.1	0.0	-1.2	10.5	11.2
03-04	-2.4	1.9	-1.4	-4.3	-0.4	0.0	-1.1	-7.7	-4.4
04-05	6.1	1.5	-2.0	-2.6	-0.1	0.0	-1.1	1.8	1.8
05-06	-5.1	2.6	-2.0	-4.5	-0.3	0.0	-0.8	-10.2	-9.7
06-07	-18.0	2.5	-2.0	-4.5	-0.3	0.0	-0.8	-23.2	-24.6
07-08	14.3	1.7	-2.1	-3.8	-0.1	0.0	-0.5	9.4	8.0
08-09	-2.6	0.0	-1.5	-2.8	0.2	0.0	-0.6	-7.3	-5.6
09-10	18.0	2.2	-2.2	-4.6	0.0	0.0	-0.8	12.7	9.0
10-11	-33.0	2.0	-2.8	-6.0	0.0	0.0	-0.1	-39.9	-38.5
11-12	16.2	0.5	-2.5	-3.1	0.0	0.0	-0.3	10.8	10.3
12-13	13.5	1.0	-2.9	-3.3	0.1	0.0	-0.2	8.3	8.3
13-14	-32.6	1.4	-3.0	-7.8	0.0	0.0	0.4	-41.7	-40.2
14-15	11.3	0.7	-1.9	-2.7	0.1	0.0	0.0	7.4	6.9
15-16	7.7	1.0	-1.9	-2.6	0.1	0.0	0.1	4.2	3.1
16-17	-3.2	1.0	-2.3	-5.3	-0.1	0.0	0.1	-9.9	-8.6
17-18	-8.3	1.2	-2.9	-3.7	-0.1	0.0	0.3	-13.5	-12.5
18-19	2.4	0.6	-2.1	-4.3	0.0	0.0	0.0	-3.4	-2.6
19-20	-5.6	-0.3	-1.3	-4.7	0.7	0.0	-0.7	-11.9	-11.3
20-21	16.4	1.1	-1.7	-3.7	-0.5	0.0	-1.5	10.2	10.6
00-21	10.4	25.4	-41.7	-80.1	-0.8	0.0	-12.0	-98.8	-88.3

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Die Aufteilung der jährlichen Verbrauchsänderungen auf die Sektoren ist in Tabelle 22 und Abbildung 27 illustriert. Die jährlichen Effekte sind in der Regel in allen Sektoren gleichgerichtet (gleiches Vorzeichen) und stark durch die Witterung beeinflusst. Über die Hälfte der jährlichen Verbrauchsänderungen entfällt auf die Haushalte (im Mittel ca. 62%).

Tabelle 23: Heizölverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren

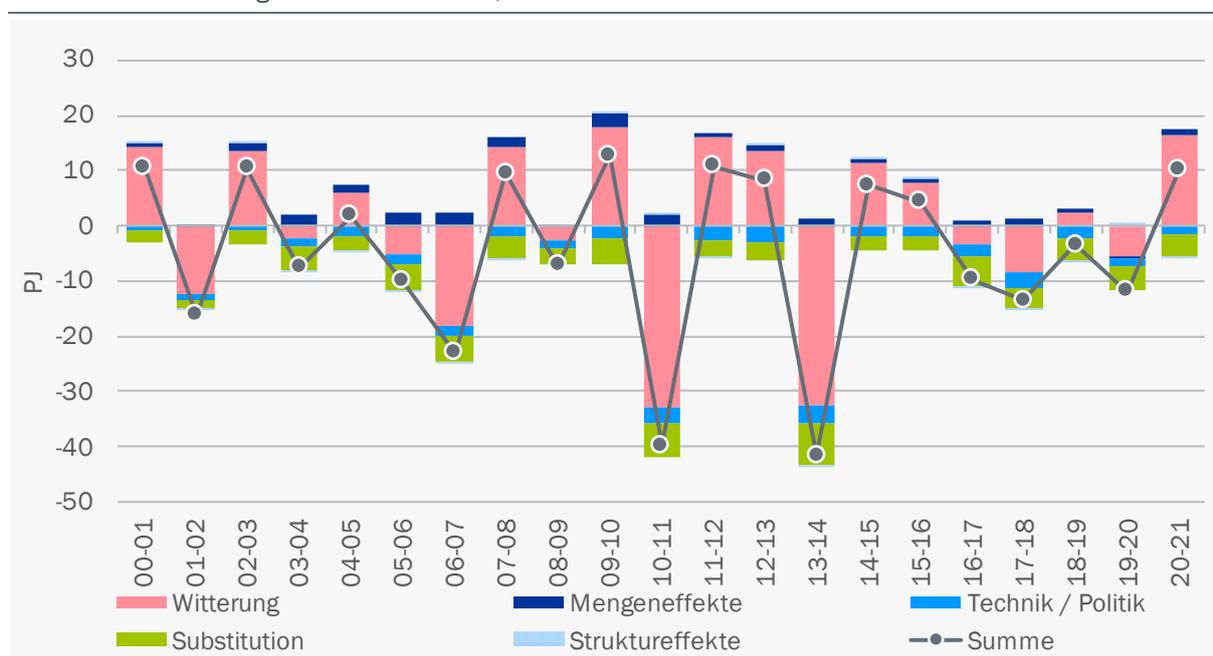
Veränderung nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Verbrauchssektor	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell
Private Haushalte	7.0	24.7	-21.9	-60.7	-0.3	0.0	-2.3	-53.6
Industrie	0.0	1.1	-3.6	-17.0	-0.5	0.0	0.3	-19.8
Dienstleistungen	3.4	-0.3	-16.1	-2.4	0.0	0.0	-9.9	-25.4
Verkehr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	10.4	25.4	-41.7	-80.1	-0.8	0.0	-12.0	-98.8

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Abbildung 26: Veränderung des Heizölverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

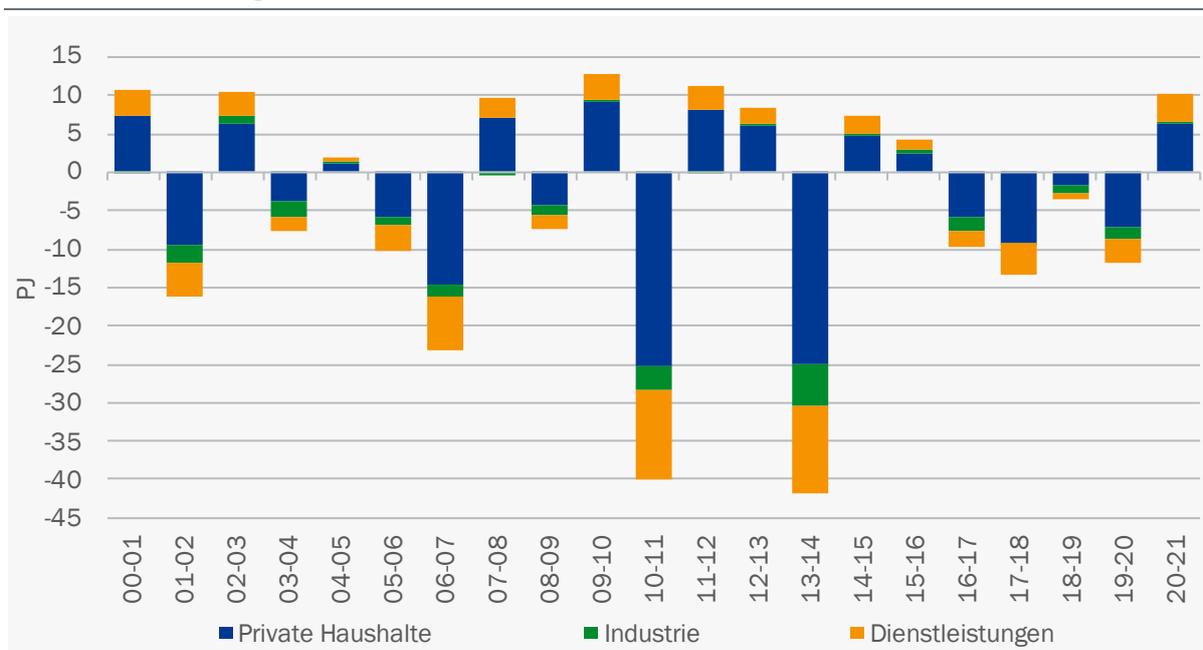
Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Abbildung 27: Veränderung des Heizölverbrauchs nach Sektoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

6.3 Erdgas

Der Erdgasverbrauch lag 2021 um 31.2 PJ höher als im Jahr 2000 (gemäss GEST +28.6 PJ). In diesen Mengen nicht enthalten ist der Verbrauchsanstieg um rund 0.5 PJ von Treibstoffgasen aus dem Verkehrssektor. Den grössten Einfluss auf die Verbrauchsentwicklung übte die Substitution aus (Tabelle 24). Unter den Brennstoffen ist Erdgas der grosse «Substitutionsgewinner» (+29.8 PJ). Die Substitution erfolgte vorwiegend zu Lasten des Heizöls; knapp 40 % der Substitutionsverluste von Heizöl seit 2000 dürften durch Erdgas ersetzt worden sein. Damit zeigt die Entwicklung des Gasverbrauchs die «andere Seite» des Trends weg vom Heizöl.

Die Verbrauchszunahme ist auch eng an die Bevölkerungs- und Wirtschaftsentwicklung geknüpft. Die Mengeneffekte im Haushaltssektor (+11.1 PJ), in der Industrie (+2.6 PJ) und im Dienstleistungssektor (+2.7 PJ) haben massgeblich zur gesteigerten Nutzung von Erdgas beigetragen (Mengeneffekte insgesamt: +16.3 PJ).

Gebremst wurde der Erdgasverbrauch durch Technik- und Politikeffekte, insbesondere durch die Steigerung der Anlageneffizienz und die Verbesserung der Wärmedämmung bei Gebäudehüllen. Die damit erzielte Reduktion von 18.9 PJ liegt unter der mengen- und substitutionsbedingten Verbrauchszunahme. In der Summe über die Jahre 2000 bis 2021 wirkten auch die Struktureffekte dämpfend auf den Verbrauch (-5.9 PJ). Von Bedeutung sind diese vor allem im Industriesektor.

Die Witterung im Jahr 2021 erhöhte den Erdgasverbrauch gegenüber dem Ausgangsjahr 2000 um 5.3 PJ. Der Witterungseffekt ist in der Regel bei der mittel- bis längerfristigen Verbrauchsentwicklung von geringer Bedeutung, hingegen dominiert dieser Effekt bei der Betrachtung der einzelnen jährlichen Veränderungen (Tabelle 25 und Abbildung 28). Wird die Verbrauchszunahme

2000 bis 2021 in Höhe von 31.2 PJ um den Witterungseffekt bereinigt, ergibt sich ein Verbrauchszuwachs von 25.9 PJ.

Tabelle 24: Erdgasverbrauch 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren

Veränderung nach Bestimmungsfaktoren, in PJ

Verbrauchssektor	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell
Private Haushalte	3.8	11.1	-10.7	18.5	-0.2	0.0	-2.8	19.7
Industrie	0.1	2.6	-2.9	7.8	-5.8	0.0	0.2	1.9
Dienstleistungen	1.5	2.7	-5.3	3.5	0.0	0.0	7.1	9.6
Verkehr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	5.3	16.3	-18.9	29.8	-5.9	0.0	4.6	31.2

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Die jährlichen Substitutionseffekte variieren stark. Sie beliefen sich im Mittel auf eine Zunahme von 1.4 PJ pro Jahr, weisen jedoch eine abnehmende Tendenz auf. Die jährlichen Einsparungen durch Technik und Politik waren nahezu konstant (-0.9 PJ). Die jährlichen Mengeneffekte wuchsen hingegen aufgrund der Verknüpfung mit dem Wirtschaftswachstum und der Bevölkerungsentwicklung (Energiebezugsflächen, Konsum, Industrieproduktion) bis ins Jahr 2007 deutlich an. Die nachfragedämpfende Wirkung der bis ins Jahr 2008 zunehmend steigenden Erdgaspreise scheint verhältnismässig gering gewesen zu sein. Der Rückgang des Gasverbrauchs von 5.1 PJ im Jahr 2009 hängt eng mit der Konjunkturentwicklung zusammen (globale Finanz- und Wirtschaftskrise).

Tabelle 25: Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

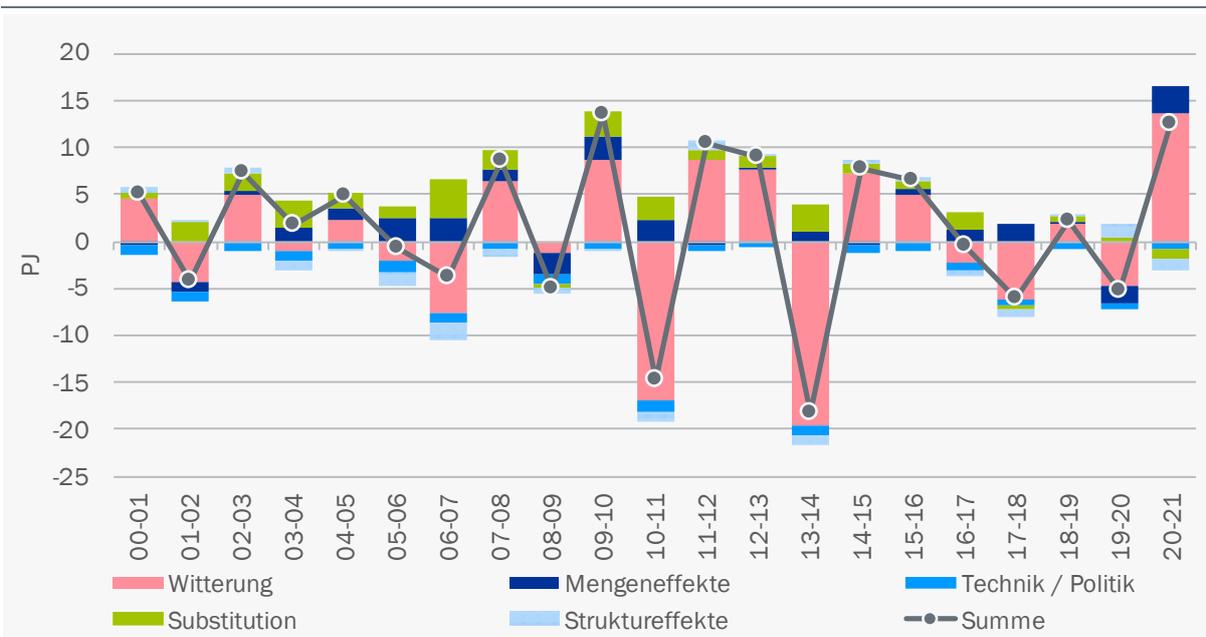
Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ

Zeitraum	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
00-01	4.6	-0.3	-1.1	0.6	0.6	0.0	0.6	5.0	3.9
01-02	-4.3	-1.0	-1.0	2.0	0.1	0.0	0.0	-4.1	-2.2
02-03	4.9	0.5	-1.0	1.9	0.5	0.0	0.6	7.3	5.1
03-04	-1.0	1.5	-1.0	3.0	-1.1	0.0	0.3	1.8	3.4
04-05	2.4	1.2	-0.9	1.8	-0.1	0.0	0.5	4.8	3.0
05-06	-2.1	2.5	-1.1	1.2	-1.6	0.0	0.5	-0.6	-2.1
06-07	-7.6	2.6	-1.2	4.1	-1.8	0.0	0.0	-3.8	-2.4
07-08	6.3	1.4	-0.9	2.0	-0.8	0.0	0.5	8.5	6.5
08-09	-1.2	-2.3	-1.1	-0.4	-0.5	0.0	0.4	-5.1	-4.5
09-10	8.6	2.6	-0.9	2.6	0.0	0.0	0.7	13.6	11.3
10-11	-17.0	2.2	-1.1	2.6	-1.1	0.0	-0.4	-14.8	-11.7
11-12	8.8	-0.4	-0.6	0.9	1.1	0.0	0.6	10.4	10.1
12-13	7.6	0.2	-0.6	1.2	0.1	0.0	0.5	9.0	6.5
13-14	-19.7	1.1	-0.9	3.0	-1.1	0.0	-0.6	-18.2	-13.6
14-15	7.3	-0.3	-0.9	1.0	0.4	0.0	0.4	7.8	5.8
15-16	5.1	0.5	-0.9	0.8	0.5	0.0	0.5	6.5	4.3
16-17	-2.2	1.2	-0.9	1.9	-0.5	0.0	0.0	-0.5	1.7
17-18	-6.1	1.9	-0.7	-0.4	-0.9	0.0	0.1	-6.1	-6.6
18-19	1.8	0.3	-0.7	0.6	0.2	0.0	0.1	2.3	2.9
19-20	-4.7	-1.8	-0.6	0.5	1.4	0.0	0.0	-5.3	-2.3
20-21	13.8	2.8	-0.8	-1.0	-1.3	0.0	-1.0	12.6	9.4
00-21	5.3	16.3	-18.9	29.8	-5.9	0.0	4.6	31.2	28.6

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Abbildung 28: Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

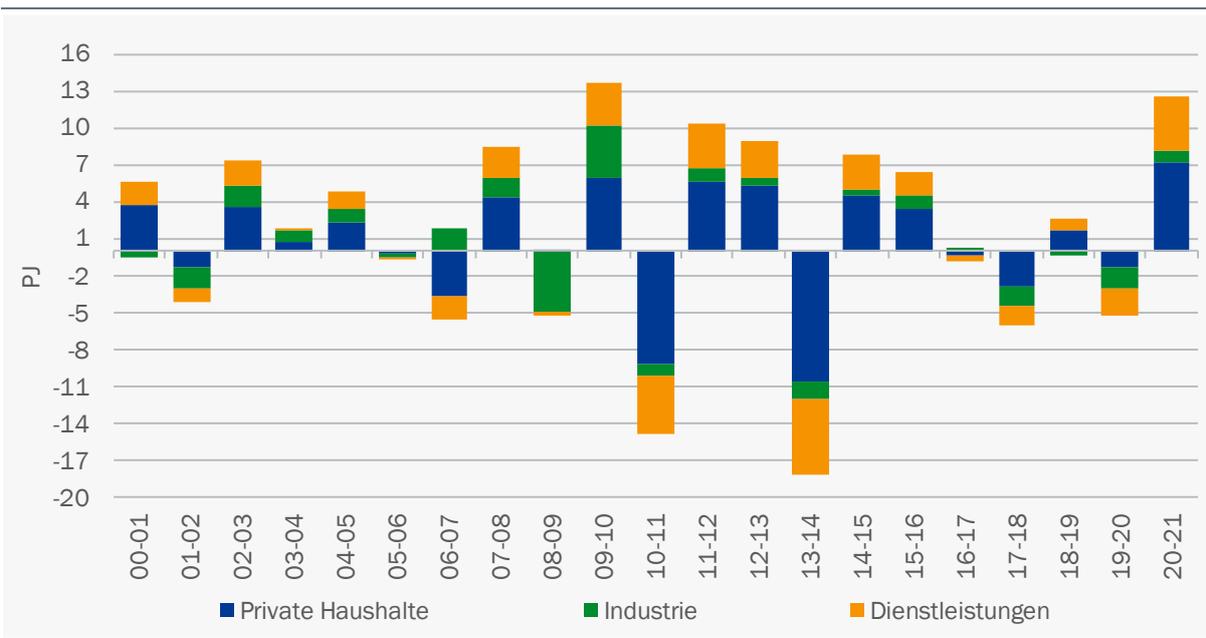
Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Abbildung 29: Veränderung des Erdgasverbrauchs nach Sektoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

In den meisten Jahren trug der Haushaltssektor am stärksten zu den Verbrauchsänderungen bei (insgesamt +19.7 PJ; Abbildung 29). Hier und im Dienstleistungssektor wird Erdgas überwiegend zur Erzeugung von Raumwärme eingesetzt. Dadurch sind die jährlichen sektoralen Verbräuche stark von der Witterung beeinflusst und es zeigen sich ausgeprägte Jahresschwankungen.

Im Industriesektor ist die Erzeugung von Prozesswärme von grösserer Bedeutung als die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser. Dadurch unterliegen die jährlichen Verbrauchsänderungen im Industriesektor stärker den konjunkturellen als den witterungsbedingten Einflüssen. Dies erklärt die Verbrauchszunahmen in dem warmen Jahr 2007. Teilweise kompensieren sich die Mengen- und Struktureffekte. Insgesamt erhöhte sich der Erdgasverbrauch im Industriesektor um 1.9 PJ.

Der Einsatz von Erdgas im Verkehrssektor ist unbedeutend und stagniert seit über 10 Jahren auf einem jährlichen Verbrauchsniveau von rund 0.5 PJ. Entsprechend ist dessen Anteil an den Verbrauchsänderungen von Erdgas vernachlässigbar. Die geringen Mengen an CNG sind deshalb in den Angaben in Kapitel 6.3 nicht enthalten.

6.4 Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme

Der Verbrauch von Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme hat gemäss den Modellrechnungen in den Jahren 2000 bis 2021 um 38.1 PJ, gemäss der Gesamtenergiestatistik um 38.5 PJ zugenommen (Tabelle 26; ohne Biotreibstoffe). Die relativen Zunahmen, bezogen auf die Ausgangsmengen der jeweiligen Energieträger im Jahr 2000, waren hoch: Umwelt- und Solarwärme +402.4 %, Holz +56.6 % und Biogas +186.1 %. Wie in Kapitel 3.1 gezeigt, sind die Anteile dieser Energieträger am Endverbrauch immer noch gering. Dies gilt insbesondere für Biogas mit einem Verbrauch von rund 1.9 PJ im Jahr 2021 (0.2 % vom Gesamtverbrauch).

Tabelle 26: Verbrauch erneuerbarer Energien 2021 gegenüber 2000 nach Sektoren

Verbrauchsänderung nach Bestimmungsfaktoren, in PJ, ohne Biotreibstoffe

Verbrauchssektor	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell
Private Haushalte	3.3	7.1	-8.8	16.9	0.6	0.0	-0.6	18.5
Industrie	0.0	0.6	-1.0	11.5	-1.6	0.0	-0.2	9.3
Dienstleistungen	1.3	2.8	9.5	-3.5	0.1	0.0	0.2	10.3
Verkehr	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Summe	4.6	10.4	-0.3	24.9	-1.0	0.0	-0.6	38.1

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Tabelle 27: Verbrauchsänderung erneuerbarer Energien nach Bestimmungsfaktoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ

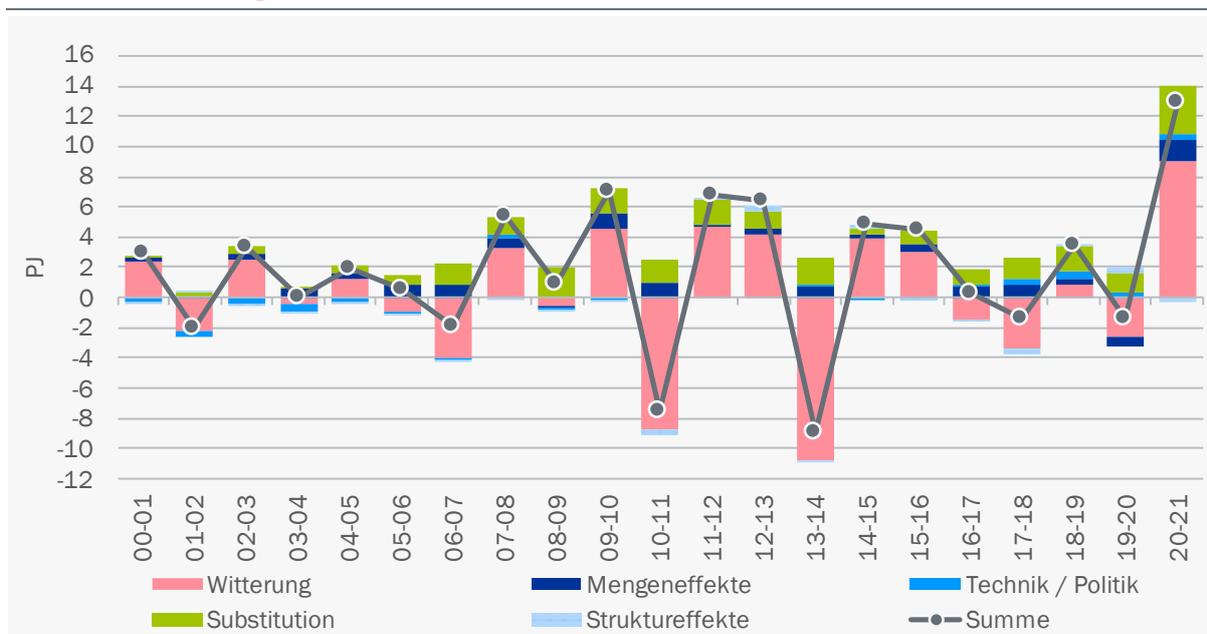
Zeitraum	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
00-01	2.4	0.2	-0.3	0.2	-0.1	0.0	0.4	2.9	2.2
01-02	-2.2	0.1	-0.4	0.3	0.1	0.0	0.1	-2.0	-1.1
02-03	2.5	0.4	-0.4	0.6	0.0	0.0	0.4	3.4	2.5
03-04	-0.4	0.6	-0.4	0.2	-0.1	0.0	0.2	0.0	0.2
04-05	1.2	0.5	-0.3	0.5	-0.1	0.0	0.3	2.0	1.9
05-06	-0.9	0.8	-0.1	0.7	-0.1	0.0	0.1	0.5	1.1
06-07	-4.0	0.8	-0.2	1.5	0.0	0.0	0.0	-1.9	-0.3
07-08	3.3	0.6	0.3	1.2	-0.2	0.0	0.2	5.3	5.6
08-09	-0.6	-0.1	-0.1	2.1	-0.2	0.0	-0.1	1.0	2.3
09-10	4.5	1.0	-0.2	1.7	-0.1	0.0	0.1	7.1	6.0
10-11	-8.8	1.0	0.0	1.5	-0.4	0.0	-0.8	-7.5	-5.4
11-12	4.6	0.1	0.1	1.6	0.2	0.0	0.2	6.8	5.9
12-13	4.2	0.4	0.0	1.1	0.3	0.0	0.2	6.3	5.6
13-14	-10.7	0.7	0.2	1.8	-0.1	0.0	-0.8	-9.0	-7.6
14-15	3.9	0.2	-0.1	0.4	0.2	0.0	0.1	4.9	4.3
15-16	3.0	0.5	-0.1	1.0	0.0	0.0	0.1	4.4	4.8
16-17	-1.4	0.7	0.2	1.0	0.0	0.0	-0.1	0.3	1.2
17-18	-3.3	0.9	0.4	1.4	-0.5	0.0	-0.2	-1.3	-2.4
18-19	0.8	0.4	0.5	1.7	0.1	0.0	0.0	3.4	2.4
19-20	-2.7	-0.6	0.3	1.3	0.4	0.0	-0.1	-1.3	-0.6
20-21	9.1	1.4	0.4	3.2	-0.3	0.0	-0.8	12.9	9.9
00-21	4.6	10.4	-0.3	24.9	-1.0	0.0	-0.6	38.1	38.5

Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Der Verbrauchsanstieg erklärt sich hauptsächlich durch die Substitutionsgewinne (+24.9 PJ), vorwiegend zu Lasten des Heizöls. Der Substitutionseffekt weist im Betrachtungszeitraum eine steigende Tendenz auf (Tabelle 27). Die Mengeneffekte (+10.4 PJ), insbesondere durch die Zunahme der Wohnfläche im Haushaltssektor, spielten ebenfalls eine bedeutende Rolle für den Verbrauchsanstieg. Die jährlichen Mengeneffekte sind auch durch die Wirtschaftsentwicklung beeinflusst und variieren deutlich in der Höhe.

Abbildung 30: Verbrauch erneuerbarer Energien nach Bestimmungsfaktoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Gebremst wurde der Zuwachs teilweise durch Technik- und Politikeffekte (-0.3 PJ), beispielsweise durch effizientere Heiz- und Warmwasseranlagen sowie durch besser gedämmte Gebäudehüllen. Politische Vorgaben reizen jedoch zunehmend den Einsatz von erneuerbaren Energien im Gebäudereich an. Dadurch führen die Politikeffekte in den Jahren ab 2017 insgesamt zu einem Mehrverbrauch, wobei sich dieser Effekt nicht immer vom Substitutionseffekt abgrenzen lässt.⁴ Die Struktureffekte hatten nur einen geringen Einfluss auf die Verbrauchsänderung. Sie verringerten in den meisten Jahren den Verbrauch, insgesamt um 1.0 PJ.

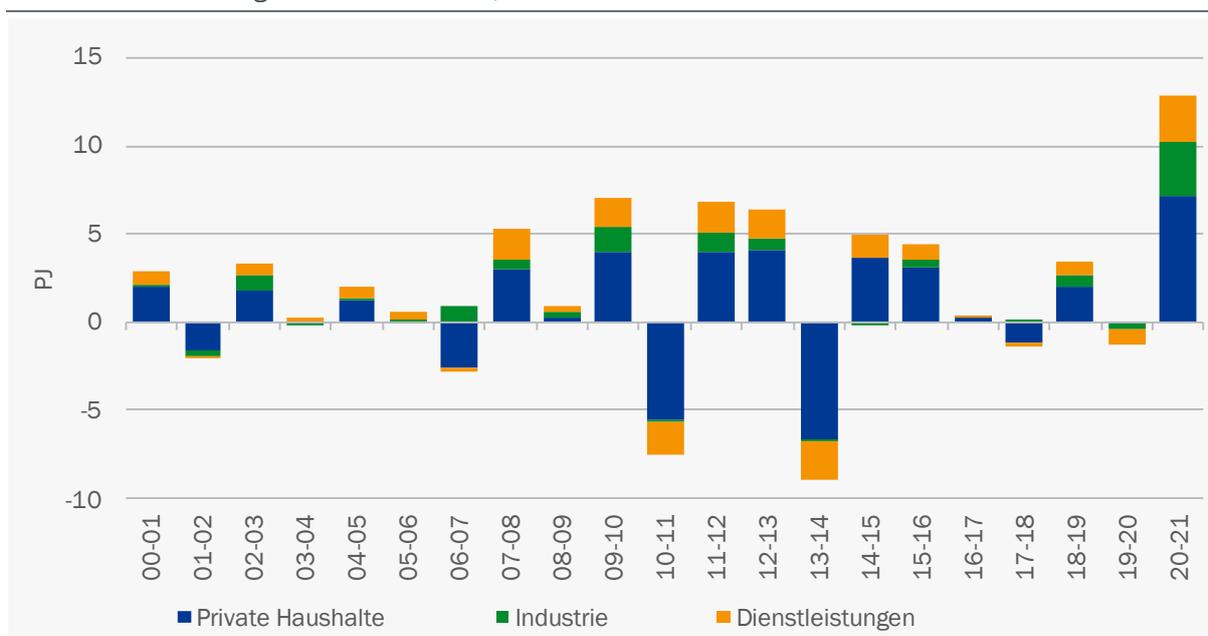
Holz, Biogas, Umwelt- und Solarwärme werden zur Erzeugung von Wärme, hauptsächlich von Raumwärme und Warmwasser, in der Industrie teilweise auch von Prozesswärme, eingesetzt. Der Verbrauch unterliegt dadurch stark dem Einfluss der Witterung (Tabelle 27 und Abbildung 30). Die witterungsbereinigten Veränderungen zeigen in fast allen Jahren eine Verbrauchssteigerung, im Mittel um 1.6 PJ. Der witterungsbereinigte Verbrauch hat sich zwischen 2000 und 2021 um 33.5 PJ erhöht.

Auf den Haushaltssektor entfällt knapp die Hälfte der Verbrauchszunahme (48 %). Auf den Industriesektor entfallen 24 % der Verbrauchszunahme und auf den Sektor Dienstleistungen und Landwirtschaft die restlichen 27 % (Abbildung 31). Hier nicht berücksichtigt sind die Bio-Treibstoffe, deren Verbrauch im Zeitraum 2000 bis 2021 um 6.6 PJ zugenommen hat (GEST: +6.5 PJ). Diese Zunahme entfällt hauptsächlich auf die Jahre ab 2015.

⁴ Im Sektor Private Haushalte werden unter den Technik- und Politikeffekten ausschliesslich die Effizienzeffekte bilanziert, während die Effekte durch einen Energieträgerwechsel vollständig unter der Substitution ausgewiesen werden. Dies im Gegensatz zum Dienstleistungssektor, bei dem der Politikeffekt teilweise auch Effekte durch einen Energieträgerwechsel enthält.

Abbildung 31: Verbrauchsänderung erneuerbarer Energien nach Sektoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

6.5 Treibstoffe

Bei der Beurteilung der Entwicklung des Treibstoffverbrauchs gilt es zu berücksichtigen, dass die Energiestatistik grundsätzlich Absatzwerte und keine Verbrauchswerte ausweist. Bis zur Ex-Post-Analyse 2011 wurde die Differenz zwischen Absatz und (modelliertem) Verbrauch als «Tanktourismus» oder als Konsequenz der Anwendung des Territorialprinzips bei den Flugtreibstoffen interpretiert. Seit der Ausgabe 2012 wird der Tanktourismus als eigenständiger Bereich wie ein Verbrauchersegment modelliert. Da die modellierten Werte die Realwerte nie exakt treffen, ergibt sich seither zwischen Inlandverbrauch, Tanktourismus (und int. Flugverkehr) und Absatz jeweils eine geringe Differenz, die als «statistische Differenz» betrachtet werden kann. Des Weiteren wird hier der Verbrauch der Treibstoffe, wie auch in der Energiestatistik, ausschliesslich dem Verkehrssektor zugerechnet. Eine Gliederung des Treibstoffverbrauchs nach Wirtschaftssektoren entfällt daher.

Im Zeitraum 2000 bis 2021 ist der Gesamtabsatz der herkömmlichen Treibstoffe Benzin, Diesel und Kerosin gemäss GEST um 60.2 PJ gesunken. Werden die biogenen und gasförmigen Treibstoffe dazugezählt, ergibt sich ein Rückgang um 53.1 PJ. Der inländische Verbrauch an Treibstoffen ist gemäss dem Verkehrsmodell um 8.3 PJ gesunken (ohne Elektrizität). Für den Tanktourismus und den internationalen Flugverkehr weist das Modell eine Reduktion von 45.3 PJ aus (für Benzin, Diesel und Biotreibstoffe eine Reduktion um 12.8 PJ, für Kerosin eine Reduktion um 32.5 PJ). In der Differenz zwischen Absatzveränderung gemäss Modell und Absatzveränderung gemäss Energiestatistik schlägt sich vor allem die grosse Unsicherheit über den Split zwischen inländischer Nachfrage und Tanktourismus zu Beginn der Beobachtungsperiode nieder, d.h. im Zeitraum 2000/2001. Die CEPE-Tanktourismus-Studie (CEPE, Infras, 2010) umfasst Angaben zum Tanktourismus erst ab 2001; zudem fiel die Einführung des Euro in diesen Zeitraum, was die Perzeption der Preisdifferenzen schwieriger und damit die Abschätzung der Wirkungen auf den Tanktourismus unsicherer macht. Eine weitere Unsicherheit rührt vom Umstand her, dass Benzin

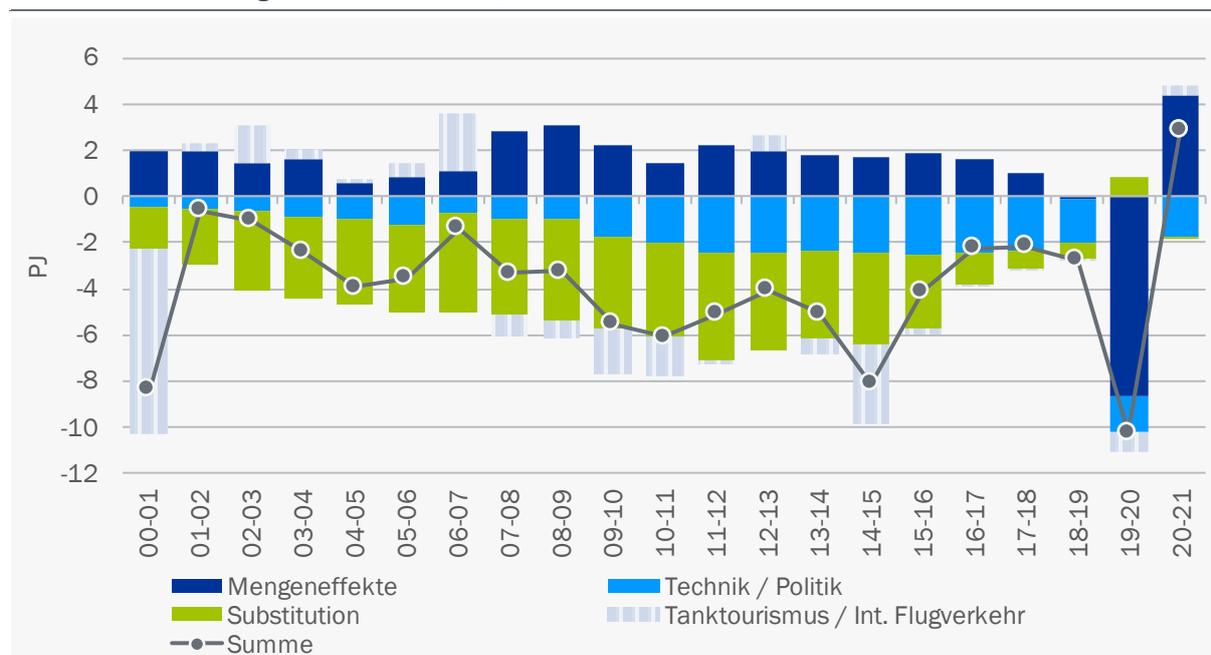
über die ganze Beobachtungsperiode in der Schweiz (mit Ausnahme von Österreich ab 2011 und in den Jahren ab 2015 auch von Frankreich) fast immer günstiger war als im grenznahen Ausland. Anhand der Analyse der Absatzentwicklung an Tankstellen entlang der Grenze im Vergleich zu Tankstellen in grösserer Distanz zur Grenze lässt sich die relative Entwicklung des Tanktourismus grob einschätzen (Infras, 2014). Das absolute Niveau bleibt eine unsichere Grösse. Die Entwicklungen der einzelnen Treibstoffe unterschieden sich deutlich.

6.5.1 Benzin

Der Benzinabsatz hat gemäss dem Verkehrsmodell um 80.3 PJ (-48.0 %) abgenommen (GEST: -81.4 PJ). Der Rückgang ist hauptsächlich auf die Substitution zurückzuführen, welche fast ausschliesslich durch Diesel erfolgte (-61.8 PJ; Abbildung 32 und Tabelle 28). Gleichzeitig ist der Rückgang auch technologischen Verbesserungen und politischen Massnahmen zuzuschreiben (-32.9 PJ). Hingegen hat die Fahrleistung des Flottenbestandes weiter zugenommen und führte zu einem verbrauchssteigernden Mengeneffekt von 26.9 PJ. Damit liegen die Effekte von Technik und Politik über dem Zuwachs der Mengeneffekte. Die Mengeneffekte waren in allen Jahren im Zeitraum 2000 bis 2018 verbrauchssteigernd. Im Jahr 2020 führten die Massnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie jedoch zu einem deutlichen Rückgang der Fahrleistung und damit verbunden zu einem deutlichen Rückgang des Benzinverbrauchs (Mengeneffekt 2020: -8.7 PJ). Der Tanktourismus war im Zeitraum 2000 bis 2021 rückläufig (-12.2 PJ ggü. 2000), insgesamt aber immer noch positiv, d.h. der Absatz war im Jahr 2021 höher als der Inlandverbrauch (7.4 PJ). Bereinigt um den Tanktourismus verringerte sich im Zeitraum 2000 bis 2021 der Verbrauch im Inland um 68.1 PJ.

Abbildung 32: Veränderung des Benzinverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

Tabelle 28: Veränderung des Benzinverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ

Zeitraum	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
00-01	0.0	1.9	-0.5	-1.8	0.0	-8.0	0.0	-8.4	-4.7
01-02	0.0	2.0	-0.5	-2.4	0.0	0.3	0.0	-0.6	-3.3
02-03	0.0	1.5	-0.6	-3.5	0.0	1.6	0.0	-1.0	-0.8
03-04	0.0	1.6	-0.8	-3.6	0.0	0.5	0.0	-2.4	-2.9
04-05	0.0	0.6	-1.0	-3.7	0.0	0.2	0.0	-3.9	-4.8
05-06	0.0	0.9	-1.2	-3.8	0.0	0.6	0.0	-3.5	-4.7
06-07	0.0	1.1	-0.7	-4.3	0.0	2.5	0.0	-1.4	-1.4
07-08	0.0	2.8	-1.0	-4.2	0.0	-1.0	-0.1	-3.3	-3.2
08-09	0.0	3.1	-1.0	-4.4	0.0	-0.8	-0.1	-3.2	-3.9
09-10	0.0	2.2	-1.7	-4.0	0.0	-2.0	0.0	-5.5	-5.0
10-11	0.0	1.5	-2.0	-4.1	0.0	-1.7	0.3	-6.1	-5.2
11-12	0.0	2.2	-2.4	-4.6	0.0	-0.2	0.0	-5.1	-4.5
12-13	0.0	1.9	-2.4	-4.3	0.0	0.7	0.0	-4.0	-5.7
13-14	0.0	1.8	-2.3	-3.8	0.0	-0.7	0.0	-5.1	-4.8
14-15	0.0	1.7	-2.4	-4.0	0.0	-3.5	0.0	-8.1	-8.4
15-16	0.0	1.9	-2.5	-3.2	0.0	-0.3	0.0	-4.1	-3.3
16-17	0.0	1.6	-2.4	-1.3	0.0	0.0	0.0	-2.2	-3.2
17-18	0.0	1.0	-2.3	-0.8	0.0	0.0	0.0	-2.2	-1.6
18-19	0.0	-0.1	-1.8	-0.7	0.0	-0.1	0.0	-2.8	-0.8
19-20	0.0	-8.7	-1.5	0.8	0.0	-0.9	0.0	-10.2	-11.1
20-21	0.0	4.4	-1.8	-0.1	0.0	0.5	-0.1	2.9	1.9
00-21	0.0	26.9	-32.9	-61.8	0.0	-12.2	-0.3	-80.3	-81.4

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

6.5.2 Diesel

Im Gegensatz zum Benzin hat der Dieselaabsatz zwischen 2000 und 2021 um 53.8 PJ zugenommen (+98.7 %; gemäss GEST +55.3 PJ; Abbildung 33 und Tabelle 29).

Tabelle 29: Veränderung des Dieserverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ

Zeitraum	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
00-01	0.0	-0.8	0.4	1.8	0.0	1.7	-0.1	3.1	1.0
01-02	0.0	-0.2	-0.2	2.3	0.0	0.1	0.0	1.9	2.0
02-03	0.0	0.5	-0.5	3.2	0.0	1.7	0.0	5.0	3.6
03-04	0.0	0.8	-0.4	3.2	0.0	0.5	0.0	4.0	4.7
04-05	0.0	0.3	0.1	3.2	0.0	0.3	0.0	3.9	6.2
05-06	0.0	1.1	-0.4	3.3	0.0	0.4	0.0	4.4	6.0
06-07	0.0	1.0	-0.1	3.5	0.0	1.4	0.0	5.9	5.9
07-08	0.0	0.7	-0.4	4.1	0.0	-0.2	0.0	4.2	8.3
08-09	0.0	0.6	-0.3	3.7	0.0	-0.7	0.1	3.4	1.4
09-10	0.0	1.9	-0.4	3.4	0.0	-1.0	0.0	3.9	3.7
10-11	0.0	1.4	-0.3	3.3	0.0	-0.9	0.0	3.5	2.7
11-12	0.0	1.0	-0.6	4.1	0.0	0.2	0.1	4.7	6.2
12-13	0.0	1.5	-0.4	4.1	0.0	0.5	0.0	5.8	4.9
13-14	0.0	1.3	-0.5	3.2	0.0	-0.1	0.0	3.9	2.8
14-15	0.0	1.4	-0.6	2.6	0.0	-4.8	0.0	-1.3	-1.6
15-16	0.0	1.6	-0.3	1.7	0.0	0.0	0.0	3.1	1.3
16-17	0.0	1.4	-0.6	-0.6	0.0	0.1	0.0	0.2	-0.4
17-18	0.0	1.1	-0.6	-1.2	0.0	0.1	0.0	-0.7	1.5
18-19	0.0	0.3	-0.2	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1
19-20	0.0	-6.7	-0.1	-1.4	0.0	0.2	0.1	-7.8	-6.1
20-21	0.0	3.9	-0.4	-0.7	0.0	-0.1	-0.1	2.6	1.3
00-21	0.0	14.1	-6.8	46.9	0.0	-0.6	0.2	53.8	55.3

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

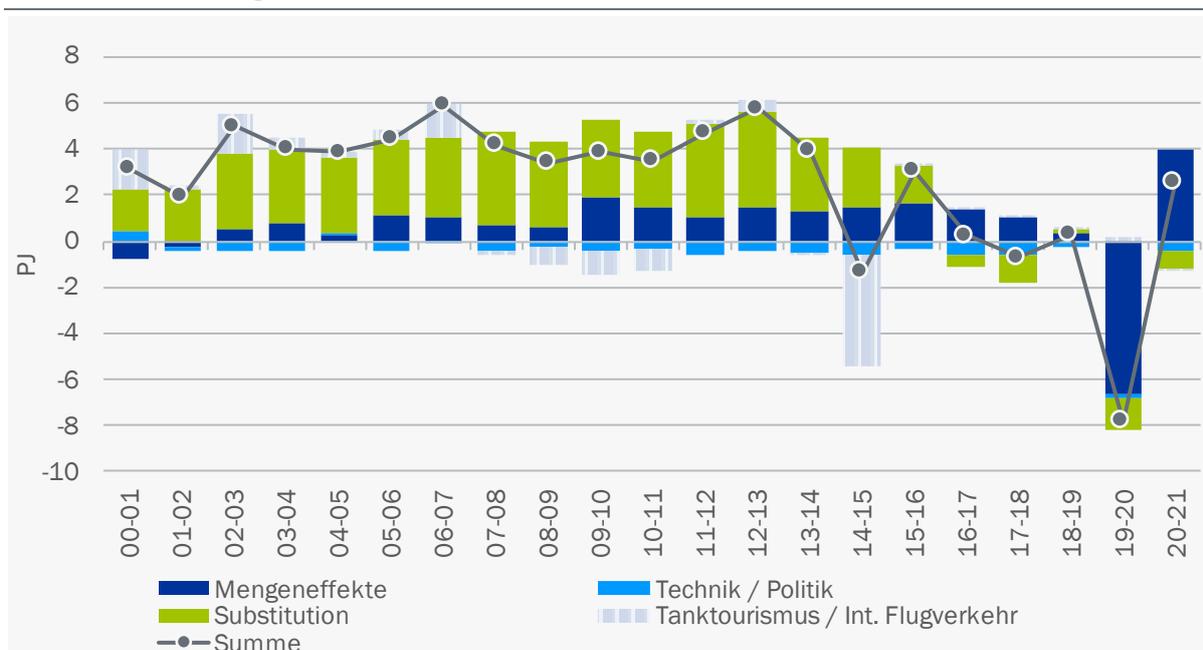
Seit 2014 liegt der Dieselaabsatz über dem Benzinabsatz. Hauptursache für den zunehmenden Dieselaabsatz waren die Substitutionsgewinne zu Lasten des Benzins (+46.9 PJ). Mit dem Ab-

gasskandal (manipulierte Software zur Motorensteuerung) im Herbst 2015 fand diese Entwicklung vorerst ein Ende. In den Jahren seit 2017 waren die Substitutionseffekte mehrheitlich negativ, im Jahr 2021 lag der Rückgang bei 0.7 PJ. Die Fahrleistung der Flotte hatte im Zeitraum 2000 bis 2019 eine steigende Tendenz (kumulierte Mengeneffekt + 16.9 PJ). Wie beim Benzin führten im Jahr 2020 die Massnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie jedoch zu einem starken Rückgang der Fahrleistung und damit verbunden zu einem deutlichen Rückgang des Dieserverbrauchs (Mengeneffekt 2020: -6.7 PJ). Im Jahr 2021 erhöhten sich die Mengeneffekte wieder stark und trugen mit 3.9 PJ zur Verbrauchssteigerung bei. Summiert über den Zeitraum 2000 bis 2021 führten die Mengeneffekte somit zu einem Verbrauchsanstieg um 14.1 PJ. Gedämpft wurde der Anstieg des Dieserverbrauchs durch den Einflussfaktor Technik und Politik (-6.8 PJ). Im Vergleich zum Benzin (-32.9 PJ) war der Effekt deutlich geringer.

Der Tanktourismus ging bei Diesel insgesamt um 0.6 PJ zurück. Allein zwischen den Jahren 2014 und 2015 verringerte sich der Tanktourismus um 4.8 PJ. Dies hängt stark mit der Wechselkursentwicklung des Schweizer Frankens zum Euro zusammen. Bei der Interpretation des Tanktourismus muss beachtet werden, dass sich die Preisrelation zum grenznahen Ausland bei Diesel anders verhielt als bei Benzin. Im Gegensatz zum Benzin war im Jahr 2000 der Dieselpreis im Ausland tiefer als im Inland. Infolgedessen lag der inländische Dieserverbrauch 3.5 PJ über dem inländischen Absatz. Die Dieselpreisrelation gegenüber dem Ausland, insbesondere gegenüber Deutschland, hat sich seit 2000 verschoben und bis 2003 haben sich die Preisniveaus angeglichen, wodurch die Nettomenge des Dieseltanktourismus gegen Null strebte. In den Jahren 2004 bis 2010 war der Dieselpreis in der Schweiz tiefer als im grenznahen Ausland und es tankten vermehrt Ausländer in der Schweiz. Der Dieselaabsatz liegt deshalb in diesen Jahren über dem Inlandverbrauch. Zwischen 2010 bis 2014 lag der Preis im Inland in etwa auf dem Preisniveau im grenznahen Ausland und der Inlandverbrauch entsprach annähernd dem Inlandabsatz. Insbesondere aufgrund der Wechselkursentwicklung hat sich das Verhältnis seit 2015 wieder gedreht: Die im Inland abgesetzte Menge war im Jahr 2015 um 4.4 PJ geringer als der Inlandverbrauch. Im Jahr 2021 dürfte sich das Ausmass des Tanktourismus nicht wesentlich verändert haben. Der ausgewiesene Rückgang des Tanktourismus im Zeitraum 2000 bis 2021 um 0.6 PJ steht demnach für eine Zunahme des Tanktourismus von Schweizer Verbrauchern im grenznahen Ausland von 3.5 PJ auf 4.1 PJ.

Abbildung 33: Veränderung des Dieserverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infras 2022

6.5.3 Flugtreibstoffe (Kerosin)

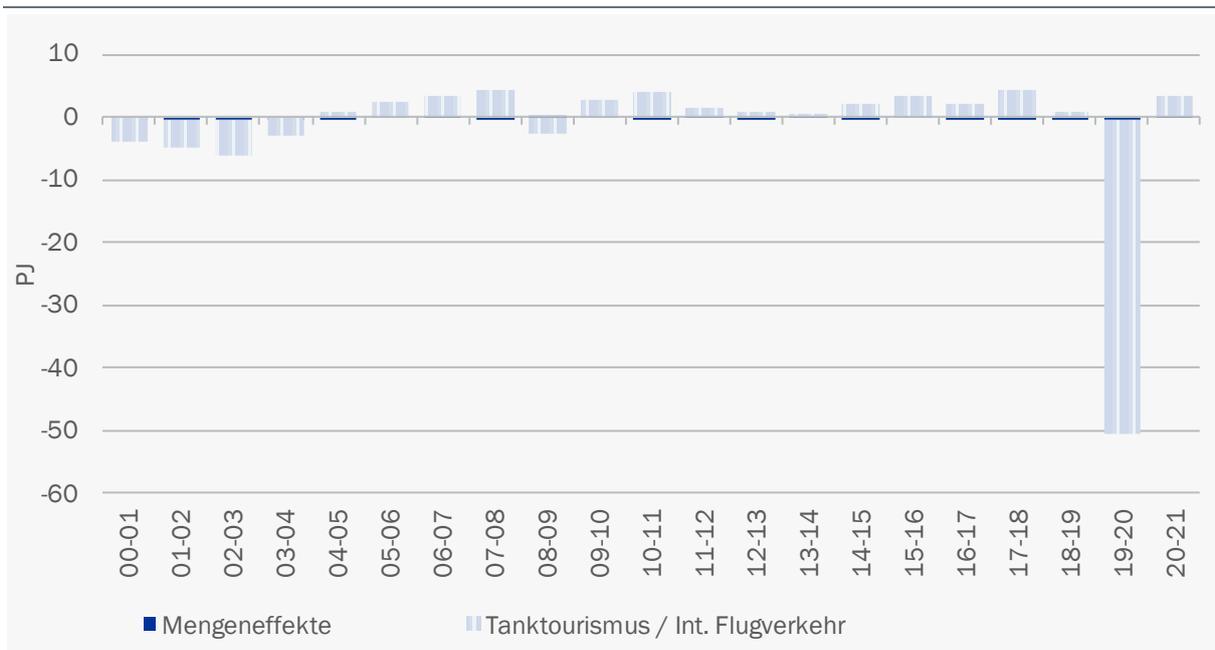
Im Jahr 2021 wurden 34.1 PJ weniger Flugtreibstoffe (Kerosin) abgesetzt als im Jahr 2000 (gemäss GEST -34.1 PJ). Der Inlandverbrauch, auf welchen im Mittel lediglich rund 6 % des Kerosinabsatzes entfallen, hat sich zwischen 2000 und 2004 von 4.3 PJ auf 3.5 PJ verringert. Danach hat sich der Verbrauch bis 2019 nur leicht verändert. Im Jahr 2021 lag er bei 2.8 PJ (-1.5 PJ ggü. 2000; -35.1 %). Der Inlandverbrauch setzt sich zu etwa gleichen Teilen aus «zivilem» und «militärischem» Verbrauch zusammen. Der Rückgang wird den Mengeneffekten zugeschrieben (Abbildung 34 und Tabelle 30).

Bei der Entwicklung des internationalen Flugverkehrsaufkommens spielten der Rückgang im Gefolge der Terroranschläge im Jahr 2001, das Grounding der ehemaligen Swissair, die Wirtschaftskrise 2009 sowie die Corona-Pandemie eine wesentliche Rolle. Entsprechend entfällt der Absatzrückgang fast ausschliesslich auf die Jahre 2000 bis 2005, das Wirtschaftskrisenjahr 2009 sowie 2020 und 2021. In den Jahren 2006 bis 2019 haben das internationale Flugverkehrsaufkommen und damit auch der Kerosinabsatz wieder zugenommen. Ursächlich für die Ausweitung in diesen Jahren waren unter anderem die Neustrukturierung des internationalen Kurz- und Mittelstrecken-Verkehrs mit Billigfliegern, an dem die Schweizer Flughäfen ebenfalls beteiligt sind.

Im Jahr 2020 führten die Massnahmen zur Eindämmung der Corona-Pandemie jedoch zu einem extremen Rückgang der Flugbewegungen, insbesondere beim internationalen Flugverkehr. Der Kerosinabsatz in den Jahren 2020 und 2021 reduzierte sich stark gegenüber dem Zeitraum vor der Corona-Pandemie. Im Jahr 2021 lag der Absatz an den internationalen Flugverkehr um 32.5 PJ unter dem Absatz im Jahr 2000.

Abbildung 34: Veränderung des Kerosinverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ



Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Tabelle 30: Veränderung des Kerosinverbrauchs nach Bestimmungsfaktoren

Jährliche Veränderung von 2000 bis 2021, in PJ

Zeitraum	Witterung	Mengeneffekte	Technik / Politik	Substitution	Struktureffekte	Tanktourismus / Int. Flugverkehr	Joint-Effekte / Nichtlinearitäten	Summe Modell	Energiestatistik
00-01	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	-3.6	0.0	-3.8	-3.9
01-02	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	-4.5	0.0	-4.8	-4.8
02-03	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0	-5.7	0.0	-6.0	-6.0
03-04	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	-2.9	0.0	-3.0	-3.0
04-05	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.7	0.7
05-06	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	2.5	2.5
06-07	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3.5	0.0	3.6	3.6
07-08	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0	4.3	0.0	4.0	4.0
08-09	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-2.6	0.0	-2.5	-2.5
09-10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.0	3.0	3.0
10-11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.1	0.0	4.1	4.1
11-12	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	1.6	1.6
12-13	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.8	0.8
13-14	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.5	0.5
14-15	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	2.2	2.2
15-16	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	3.4	3.4
16-17	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0	2.2	0.0	1.8	1.8
17-18	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0	4.3	4.3
18-19	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.8	0.8
19-20	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0	-50.0	0.0	-50.5	-50.5
20-21	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	3.4	3.4
00-21	0.0	-1.5	0.0	0.0	0.0	-32.5	0.0	-34.1	-34.1

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

7 Anhang

Tabelle 31: Veränderung des Energieverbrauchs im Haushaltssektor

Gesamteffekt kumuliert 2000 bis 2021, in PJ

Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Technik/Politik	Substitution	Struktureffekte	Joint -Effekte	Tanktourismus	Summe Modell
Elektrizität	+1.7	+22.4	-20.3	+3.5	+8.5	-3.3	+0.0	+12.5
Heizöl extra-leicht	+7.0	+24.7	-21.9	-60.7	-0.3	-2.3	+0.0	-53.6
Erdgas	+3.8	+11.1	-10.7	+18.5	-0.2	-2.8	+0.0	+19.7
Kohle	+0.0	+0.1	-0.1	-0.4	-0.0	-0.0	+0.0	-0.4
Fernwärme	+0.8	+1.8	-1.7	+5.1	-0.0	-0.6	+0.0	+5.3
Holz	+1.8	+4.9	-5.5	+1.3	-0.1	-0.9	+0.0	+1.5
Umweltwärme ¹⁾	+1.5	+2.2	-3.3	+15.7	+0.6	+0.3	+0.0	+17.0
Summe	+16.6	+67.2	-63.6	-17.0	+8.6	-9.7	+0.0	+2.1

1) inklusive Solarwärme

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Tabelle 32: Veränderung des Energieverbrauchs im Industriesektor

Gesamteffekt kumuliert 2000 bis 2021, in PJ

Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Technik/Politik	Substitution	Struktureffekte	Joint-Effekte	Tanktourismus	Summe Modell
Elektrizität	+0.0	+3.9	-1.8	+0.0	-5.8	+0.0	+0.0	-3.7
Heizöl extra-leicht	-0.0	+1.1	-3.6	-17.0	-0.5	+0.3	+0.0	-19.8
Heizöl mittel + schwer	-0.0	+0.3	-0.1	-5.7	-1.9	+0.6	+0.0	-6.9
Erdgas	+0.1	+2.6	-2.9	+7.8	-5.8	+0.2	+0.0	+1.9
Kohle	+0.0	+0.5	-0.1	-1.9	-0.5	+0.1	+0.0	-2.0
übrige fossile Brennstoffe ¹⁾	+0.0	+0.3	-0.3	-1.7	-0.6	-0.1	+0.0	-2.2
Fernwärme	+0.0	+0.5	-0.5	+5.0	-3.1	-0.0	+0.0	+1.9
Holz	+0.0	+0.5	-0.9	+9.2	-1.2	-0.1	+0.0	+7.5
übrige erneuerbare Energien ²⁾	+0.0	+0.0	-0.0	+0.8	-0.1	-0.0	+0.0	+0.7
Müll / Industrieabfälle	-0.0	+1.0	-0.1	+0.9	-2.0	+0.4	+0.0	+0.2
Umweltwärme ³⁾	-0.0	+0.0	-0.1	+1.5	-0.3	-0.0	+0.0	+1.1
Summe	+0.1	+10.8	-10.6	-1.1	-21.8	+1.4	+0.0	-21.2

1) inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

2) Biogas, Klärgas

3) inklusive Solarwärme

In der GEST wird die Kategorie übrige erneuerbare Energien ausgewiesen. Diese Kategorie umfasst Biotreibstoffe, Biogas, Umweltwärme und Sonnenenergie.

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Tabelle 33: Veränderung des Energieverbrauchs im Dienstleistungssektor

Gesamteffekt kumuliert 2000 bis 2021, in PJ

Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Technik/Politik	Substitution	Struktureffekte	Joint-Effekte	Tanktourismus	Summe Modell
Elektrizität	+0.9	+8.2	-5.7	-0.2	-1.0	-0.1	+0.0	+2.2
Heizöl extra-leicht	+3.4	-0.3	-16.1	-2.4	-0.0	-9.9	+0.0	-25.4
Heizöl mittel + schwer	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0
Erdgas	+1.5	+2.7	-5.3	+3.5	+0.0	+7.1	+0.0	+9.6
Kohle	+0.0	+0.0	-0.0	-0.0	+0.0	-0.0	+0.0	-0.1
übrige fossile Brennstoffe ¹⁾	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0
Fernwärme	+0.3	+0.3	+2.9	+0.1	+0.0	+0.1	+0.0	+3.7
Holz	+1.0	+2.3	+7.8	-4.5	+0.0	+0.3	+0.0	+6.9
übrige erneuerbare Energien ²⁾	+0.0	+0.3	+0.5	+0.1	+0.0	+0.9	+0.0	+1.9
Müll / Industrieabfälle	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0
Umweltwärme ³⁾	+0.3	+0.2	+1.2	+0.9	-0.0	-1.0	+0.0	+1.5
Summe	+7.4	+13.6	-14.7	-2.5	-0.9	-2.5	+0.0	+0.3

1) inklusive Petrolkoks, Propan, Butan, Flüssiggas

2) Biogas, Klärgas

3) inklusive Solarwärme

In der GEST wird die Kategorie übrige erneuerbare Energien ausgewiesen. Diese Kategorie umfasst Biotreibstoffe, Biogas, Umweltwärme und Sonnenenergie.

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

Tabelle 34: Veränderung des Energieverbrauchs im Verkehrssektor

Gesamteffekt kumuliert 2000 bis 2021, in PJ

Energieträger	Witterung	Mengeneffekte	Technik/Politik	Substitution	Struktureffekte	Joint-Effekte	Tanktourismus	Summe Modell
Elektrizität	+0.0	+1.1	-0.0	+0.4	+0.0	+0.4	+0.0	+1.9
Benzin	+0.0	+26.9	-32.9	-61.8	+0.0	-0.3	-12.2	-80.3
Diesel	+0.0	+14.1	-6.8	+46.9	+0.0	+0.2	-0.6	+53.8
Flugtreibstoffe	+0.0	-1.5	+0.0	+0.0	+0.0	+0.0	-32.5	-34.1
biogene Treibstoffe	+0.0	+0.8	-0.3	+6.2	+0.0	+0.0	-0.1	+6.6
übrige fossile Treibstoffe ¹⁾	+0.0	-0.1	-0.0	+0.2	+0.0	+0.2	+0.0	+0.3
Summe	+0.0	+41.4	-40.2	-8.1	+0.0	+0.5	-45.4	-51.8

1) Erdgas CNG, Flüssiggas, (Ethanol, Methanol); Erdgas und Flüssiggas im Verkehrssektor werden hier ausgewiesen

Quelle: Prognos, TEP, Infrac 2022

8 Literaturverzeichnis

- CEPE/INFRAS (2010). Tanktourismus. Studie im Rahmen der Energiewirtschaftlichen Grundlagen, ausgeführt von CEPE/INFRAS im Auftrag des BFE, BUWAL und Erdölvereinigung. Mai 2010
- BAFU (2021). Erhebung der CO₂-Abgabe auf Brennstoffen:
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/vermeidungsmassnahmen/co2-abgabe/erhebung.html> (abgerufen am 22.10.2021)
- BFE (2008). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2006 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Basics, Infrass und CEPE, im Auftrag Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- BFE (2015). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000 - 2014 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Infrass und TEP Energy GmbH, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- BFE (2022a). Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000–2021 nach Verwendungszwecken. Autoren: Prognos, Infrass und TEP Energy GmbH, im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern
- BFE (2022b). Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2021, Bundesamt für Energie (BFE), Bern
- BFE (2022c). Deutlicher Rückgang von Treibstoffverbrauch und CO₂-Emissionen neuer Personewagen im Jahr 2020. Medienmitteilung. Bundesamt für Energie (BFE), Bern.
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/news-und-medien/medienmitteilungen/mm-test.msg-id-84306.html> (abgerufen am 22.10.2021)
- BFE (2022d). Stand der Energie- und Klimapolitik in den Kantonen 2022. Bundesamt für Energie (BFE), Bern.
- BFS (2002) Ergebnisse der Gebäude- und Wohnungszählung 2000. Bundesamt für Statistik, Neuenburg.
- BFS (2021a) Ständige Wohnbevölkerung in Privathaushalten nach Kanton und Haushaltsgrösse, am 31. Dezember 2020. Bundesamt für Statistik, Neuenburg.
- BFS (2021b) Privathaushalte nach Kanton und Haushaltsgrösse, am 31. Dezember 2018. Bundesamt für Statistik, Neuenburg.
- BFS (2021c) Neu erstellte Gebäude mit Wohnnutzung, neu erstellte Wohnungen nach Kantonen. Bundesamt für Statistik, Neuenburg.
- Infrass (2014). Tanktourismus Aktualisierung 2013. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie (BFE), Bern.

seco (2022). Bruttoinlandprodukt – Quartalschätzungen, Daten. Excel-Tabellen. Staatssekretariat für Wirtschaft SECO, Bern

Wüest & Partner (2021). Gebäudebestandsentwicklung 1990-2020. Energiebezugsflächen. Excel-Datei