

Zeitschrift:	Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber:	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band:	46 (1954)
Heft:	1
Artikel:	Uebersicht über den gesamten Energieverbrauch der Schweiz im heutigen Zeitpunkt und Schätzung des künftig zu erwartenden gesamten Energiebedarfes
Autor:	[s.n.]
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-921396

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 08.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Uebersicht über den gesamten Energieverbrauch der Schweiz im heutigen Zeitpunkt und Schätzung des künftig zu erwartenden gesamten Energiebedarfes

Bericht des Komitees für Energiefragen im Schweizerischen Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz¹

DK 620.9 (494)

1. Entwicklung des Rohenergieverbrauches

Der erste Teil der den Berichterstattern gestellten Aufgabe bezog sich auf die Darlegung des heutigen Energieverbrauchs. Der zweite Teil verlangte sodann die Schätzung des künftigen Bedarfes. Hiefür konnte jedoch nicht allein vom gegenwärtigen Stand ausgegangen werden. Um sich an Prognosen heranwagen zu können, mußte vielmehr zuerst festgestellt werden, wie sich im Laufe der wechselvollen letzten Jahrzehnte der Verbrauch an Energie jeglicher Art entwickelt hat und welche Wirkung neben der Bevölkerungsvermehrung und dem technischen Fortschritt Wirtschaftskrisen, Hochkonjunktur und Weltkriege auf die Energieversorgung ausgeübt haben. Deshalb wurde bei der Beschaffung der jährlichen statistischen Unterlagen bis zum Jahre 1910 zurückgegriffen.

Die erhältlichen Daten betrafen zumeist die Mengen importierter fester und flüssiger Brenn- und Treibstoffe, verkauften Holzes und erzeugter elektrischer

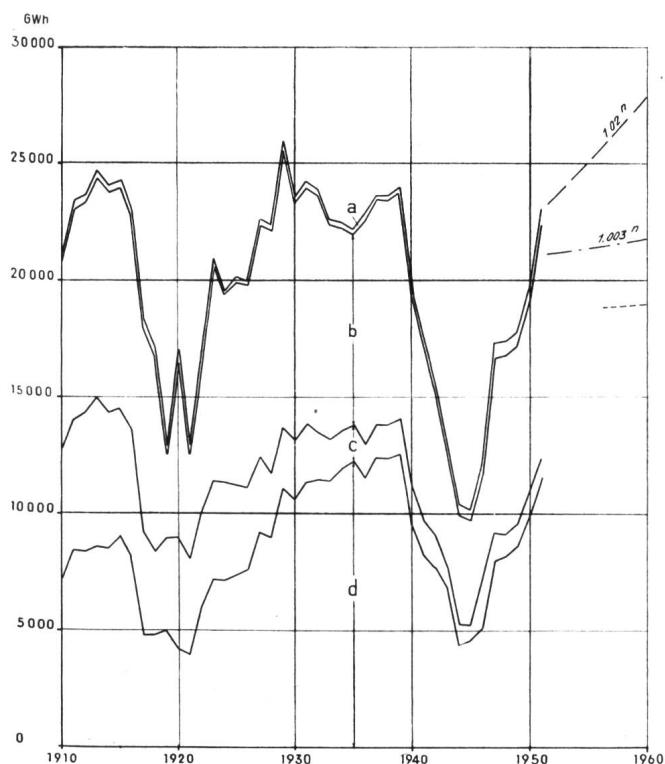


Abb. 1 Rohenergiewert der verbrauchten Kohle in GWh (einschließlich Koks aus den Gaswerken)

a chemisch gebundene Energie

b Industrie

c Bahnen

d Haushalt und Gewerbe

tatsächlicher Verbrauch 1910—1951

durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage

durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur

durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

Energie, also die verbrauchte *Rohenergie*. (Siehe auch Anhang 1, Seiten 17 bis 18, «Unterlagen für die Ermittlung des Rohenergieverbrauches».)

Die in den Abb. 1 bis 5 wiedergegebenen Graphiken stellen den auf diese Weise ermittelten Rohenergieverbrauch der Schweiz je für Kohle, flüssige Brennstoffe, Holz, Gas und Elektrizität dar, wobei eine Unterteilung nach den wichtigsten Verbraucher-Kategorien wie Haushalt und Gewerbe, Bahnen, Industrie, Chemie vorgenommen wurde. (Die Zahlenwerte sind in den Tabellen 1 bis 5 enthalten.)

Rohenergiewert der verbrauchten Kohle in GWh (inkl. Inlandkohle)

Tabelle 1 (Siehe Abb. 1)

Jahr	Haushalt und Gewerbe	Bahnen	Allgemeine Industrie	chem.- metallurg. Industrie*	Total
	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
1910	7 081	5 559	8 278	216	21 134
1911	8 465	5 681	9 002	306	23 454
1912	8 384	5 958	9 010	305	23 657
1913	8 546	6 438	9 507	297	24 788
1914	8 465	5 893	9 426	297	24 081
1915	9 035	5 470	9 523	288	24 316
1916	8 140	5 470	9 328	256	22 938
1917	4 758	4 656	8 509	403	18 326
1918	4 786	3 598	8 312	386	17 082
1919	4 948	4 037	8 532	321	12 838
1920	4 193	4 802	7 673	299	16 967
1921	3 980	4 078	4 554	194	12 806
1922	5 815	4 102	6 634	193	16 744
1923	7 197	4 290	9 232	194	20 913
1924	7 162	4 216	7 838	193	19 409
1925	7 326	3 948	8 628	226	20 128
1926	7 570	3 541	8 603	227	19 941
1927	9 198	3 266	9 881	259	22 604
1928	8 954	2 702	10 435	276	22 367
1929	11 070	2 645	12 014	331	26 060
1930	10 500	2 572	10 183	267	23 522
1931	11 314	2 442	10 123	316	24 195
1932	11 470	2 027	10 093	267	23 857
1933	11 477	1 783	9 010	285	22 555
1934	11 883	1 660	8 612	284	22 439
1935	12 209	1 498	8 180	227	22 114
1936	11 477	1 457	9 597	202	22 733
1937	12 372	1 441	9 580	227	23 620
1938	12 372	1 441	9 507	292	23 612
1939	12 454	1 530	9 719	259	23 962
1940	9 468	1 587	8 153	323	19 531
1941	8 112	1 473	7 280	356	17 221
1942	7 630	1 408	6 102	356	15 496
1943	6 778	960	4 668	429	12 835
1944	4 296	944	4 671	486	10 397
1945	4 552	627	4 440	488	10 107
1946	5 039	700	5 882	513	12 134
1947	7 945	1 026	7 676	601	17 248
1948	8 140	1 009	7 529	658	17 336
1949	8 546	977	7 578	609	17 710
1950	9 750	814	8 370	585	19 519
1951	11 400	814	10 030	730	22 974

¹ Siehe einleitende Bemerkungen «Wasser- und Energiewirtschaft»

1953, S. 231.

1 GWh = 1 Mio kWh

* Anteil der chemisch gebundenen Energie.

**Rohenergiewert
der verbrauchten flüssigen Brennstoffe in GWh**
Tabelle 2 (Siehe Abb. 2)

Jahr	Flüssige Brennstoffe			
	Heizöl GWh	Benzin, Benzol GWh	Dieselöl GWh	Total GWh
1910	67	140	1	208
1911	95	169	1	265
1912	96	184	1	281
1913	95	187	5	287
1914	41	144	1	186
1915	11	125	1	137
1916	3	47	1	51
1917	1	86	—	87
1918	3	78	1	82
1919	14	159	4	177
1920	103	406	9	518
1921	107	268	1	376
1922	280	455	1	736
1923	334	521	1	856
1924	423	554	1	978
1925	433	812	1	1 246
1926	489	886	1	1 376
1927	559	1 106	—	1 665
1928	657	1 376	1	2 034
1929	828	1 628	1	2 457
1930	920	1 848	12	2 780
1931	1 134	2 115	32	3 271
1932	1 531	2 375	60	3 966
1933	1 771	2 272	81	4 124
1934	1 897	2 541	99	4 537
1935	1 961	2 403	179	4 543
1936	2 005	2 254	89	4 348
1937	1 896	2 259	125	4 280
1938	1 990	2 332	184	4 506
1939	2 249	2 192	188	4 629
1940	1 439	1 355	230	3 024
1941	577	539	50	1 166
1942	481	397	15	893
1943	396	343	13	752
1944	214	420	1	635
1945	217	132	—	349
1946	2 563	1 750	1	4 314
1947	5 173	2 090	580	7 843
1948	4 696	2 442	815	7 953
1949	5 233	2 442	815	8 490
1950	5 800	2 900	815	9 515
1951	6 400	3 250	815	10 465

Die Ergebnisse der Prognosen findet der Leser auf den gleichen Graphiken eingetragen, wobei, wie noch später ausführlicher berichtet werden wird, hinsichtlich der künftigen Wirtschaftslage von drei verschiedenen Annahmen ausgegangen wurde.

Abb. 1 stellt den Verbrauch an Rohenergie in Form von Kohle, einschließlich Koks dar. Aus dem dargestellten Verbrauch darf jedoch nicht stets auf den Bedarf geschlossen werden, da dieser während und nach den beiden Weltkriegen bei weitem nicht voll gedeckt werden konnte. Die durch die beiden Weltkriege in der Kohlenverbrauchskurve entstandenen Lücken würden übrigens noch tiefer erscheinen, wenn nicht die in der Not herangezogene teure Inlandskohle mit eingeschlossen wäre, und wenn nicht die Reserven aufgebraucht worden wären, die man in den Vorkriegszeiten aufgestapelt hatte. Auffallend ist, wie in Friedenszeiten der gesamte Kohlenverbrauch trotz Bevölkerungszunahme und Industrialisierung nicht nur nicht zugenommen, sondern vielmehr abgenommen hat. Bemerkenswert ist besonders der Bahnbetrieb, bei welchem die Kohle, die

im Rohenergieverbrauch von 1910 noch eine bedeutende Stellung einnahm, fast vollständig durch Elektrizität ersetzt wurde. Dagegen hat der Kohlen- und namentlich der Koksverbrauch der Gruppen Haushalt und Gewerbe und z. T. der Industrie zugenommen.

Auch bei den flüssigen Brenn- und Treibstoffen ist, wie aus Abb. 2 ersichtlich, der Verbrauch während der Mangelperiode des letzten Krieges auf ein Minimum gesunken. Seither nimmt er jedoch wieder rasch zu. Dies gilt ganz besonders für das Heizöl, das offensichtlich als Hauptkonkurrent von Kohle bzw. Koks auftritt und diese sukzessive verdrängt.

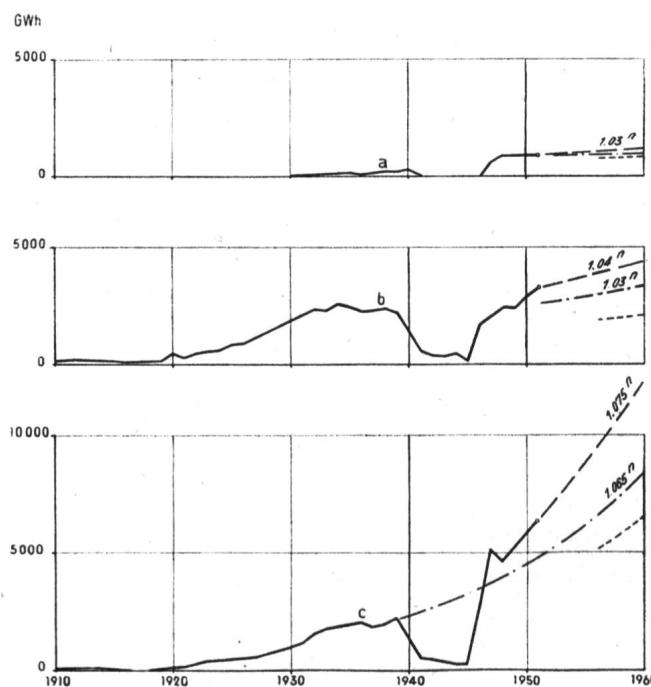


Abb. 2 Rohenergiewert der verbrauchten flüssigen Brennstoffe in GWh

a Dieselöl

b Benzin, Benzol

c Heizöl

— tatsächlicher Verbrauch 1910—1951

- - - durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage

- · - durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur

··· durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

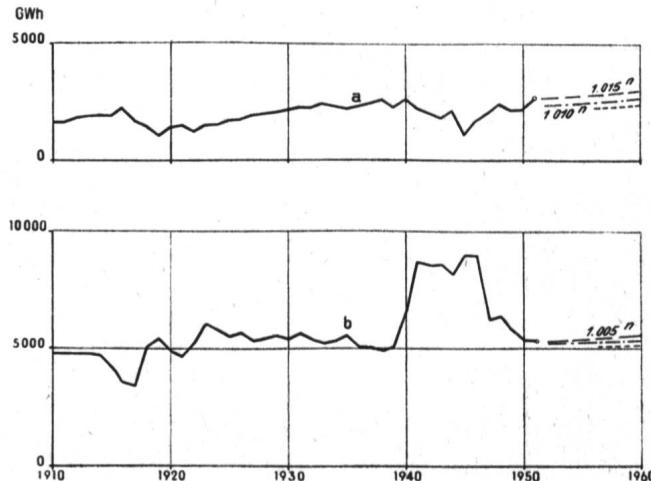


Abb. 3 Rohenergiewert des verbrauchten Holzes und Gases in GWh

a Gas (bzw. Kohle, die für den Veredelungsprozeß notwendig ist, abzüglich verkäuflicher Koks und Teer)

b Holz

— tatsächlicher Verbrauch 1910—1951

- - - durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage

- · - durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur

··· durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

Aus Abb. 3 ist die langsame Entwicklung des Gasabsatzes ersichtlich, so wie er durch die Kohlenknappheit verursacht wurde. Wichtig war während des letzten Krieges die beträchtliche Hilfe, die durch das einheimische Holz geleistet wurde und die nur dank rechtzeitiger Vorbereitungen möglich war.

In Abb. 4 ist die bisherige Entwicklung des Verbrauchs an elektrischer Energie festgehalten. Leicht zu erkennen ist der kräftige Impuls, den der Verbrauch in den Kriegszeiten durch die Umstellung ausländischer Brennstoffe auf Elektrizität und in Zeiten der Hochkonjunktur durch den intensiveren Gang der Wirtschaft erhielt. Bemerkenswert ist besonders die stetige und immer raschere Entwicklung in Haushalt und Gewerbe. Der Konsum in Elektrokesseln wurde nur gestrichelt angedeutet, da es sich dabei um eine Überschußverwertung handelt, während in unserer Untersuchung die so-

genannte Normalenergie im Vordergrund des Interesses steht.

Die größten Schwankungen in der Entwicklung des Elektrizitätsverbrauchs weisen die sehr krisenempfindlichen chemischen und metallurgischen Anwendungen auf.

In der Abb. 5 ist durch Summierung der einzelnen Energieträger die Entwicklung des gesamten Rohenergieverbrauchs zusammenfassend eingetragen.

Es ergibt sich daraus, daß sich die Entwicklung des Rohenergieverbrauchs seit jeher im Sinne eines immer größeren Anteils der hochwertigen Energieträger bewegt. Zum Teil sind die Rohenergieträger aus bestimmten Anwendungsbereichen verdrängt worden, wofür neben Wirtschaftlichkeitsgründen auch andere Momente ausschlaggebend waren, wie neue technische Verfahren mit größerer Leistungsfähigkeit, Sauberkeit, Bequemlichkeit usw. Diese Verdrängung wurde durch die beiden Weltkriege beschleunigt, ließ doch der Kohlemangel die Vorteile der Bedarfsdeckung durch einheimische Hydroelektrizität drastisch erkennen. Zum Teil aber sind infolge des technischen Fortschritts neue Anwendungen der Energie entstanden, für deren Befriedigung nur hochwertige Energieträger in Betracht kamen. Es erschien deshalb unerlässlich, die Entwicklung des Nutzenergiebedarfs genauer zu untersuchen.

Rohenergiewert des verbrauchten Gases, Holzes, der Holzkohle und des Torfes in GWh

Tabelle 3

Jahr	Abb. 3 Gas *	Abb. 3 Holz	Holz u. Holzkohle für mech. Arbeit	Torf
	GWh	GWh	GWh	GWh
1910	1 690	4 773		63
1911	1 690	4 773		62
1912	1 880	4 773		59
1913	1 950	4 773		60
1914	1 990	4 672		59
1915	1 960	4 147		55
1916	2 290	3 496		55
1917	1 700	3 366		667
1918	1 500	5 091		663
1919	1 070	5 486		665
1920	1 420	4 855		849
1921	1 440	4 656		670
1922	1 210	5 274		55
1923	1 490	6 080		55
1924	1 510	5 852		53
1925	1 640	5 535		53
1926	1 710	5 608		53
1927	1 900	5 307		53
1928	1 970	5 097		53
1929	2 000	5 572		53
1930	2 120	5 364		53
1931	2 220	5 661		53
1932	2 250	5 352		53
1933	2 400	5 272		53
1934	2 340	5 295		53
1935	2 230	5 510		53
1936	2 350	5 026		53
1937	2 440	5 006		53
1938	2 650	4 985		53
1939	2 320	5 042		53
1940	2 650	6 422		53
1941	2 230	8 685	236	129
1942	2 020	8 563	236	743
1943	1 880	8 563	319	1 537
1944	2 060	8 155	249	1 081
1945	1 100	8 961	179	1 730
1946	1 750	8 941	159	349
1947	2 050	6 125	70	70
1948	2 410	6 394		52
1949	2 290	5 698		35
1950	2 220	5 280		35
1951	2 620	5 280		35

* bzw. die Kohle, die für den Veredelungsprozeß notwendig ist, abzüglich verkäuflicher Koks und Teer.

2. Entwicklung des Nutzenergieverbrauches

Die Berichterstatter waren der Auffassung, daß ihre Untersuchungen sich nicht nur auf der Ebene der von der Schweiz benötigten Rohenergiemengen, sondern im wesentlichen auf der Ebene des *Bedarfes an Nutzenergie* bewegen sollten. Beim Verbraucher spielt sich sowohl die Entwicklung des Bedarfes an Licht, Kraft und Wärme ab, wie auch der Wettbewerb der verschiedenen Energieträger in der Bedarfsdeckung, der je nach der technischen Entwicklung, den Preisen und der Versorgungslage bedeutende Verschiebungen bewirkt.

Um, ausgehend von dem statistisch festgestellten Rohenergieverbrauch, eine statistische Aufstellung über die Entwicklung des Nutzenergieverbrauches zu erhalten, mußte für die Jahre 1910 bis 1951 zunächst ermittelt werden, wieviel von jedem Energieträger für die Erzeugung von Licht, mechanischer Arbeit, Wärme und chemisch gebundener Energie verwendet wurde. Dabei mußten zur Berechnung des Nutzenergieverbrauches die jeweiligen Wirkungsgrade der Umwandlung der Rohenergie in Nutzenergie, die für jeden Rohenergieträger und jede Nutzenergieform (Licht, mechanische Arbeit, Wärme usw.) verschieden sind und sich im allgemeinen mit der Zeit erhöht haben, berücksichtigt werden. Die dabei getroffenen Annahmen sind in der Hauptsache aus Anhang 2, Seiten 18 bis 21, ersichtlich.

Die Ergebnisse sind in den Graphiken Abb. 6a, b, c, 7, 8, 9a, b, c, d (und in den Tabellen 6, 7, 8, 9) festgehalten. Um in der Entwicklung den Einfluß der Bevölkerungszunahme auszuschalten, ist der Nutzenergieverbrauch auf den Kopf der jeweiligen Wohnbevölkerung bezogen.

Die Abb. 6a, b, c stellen für die eingeführten festen und flüssigen Brennstoffe den Verlauf jeder Anwendungsbereich dar (Wärme, mechanische Arbeit und Chemie). Zu beachten ist dabei, wie stark der Verbrauch von Kohle für mechanische Arbeit zurückgegangen ist.

Rohenergiewert der verbrauchten Elektrizität in GWh (ohne Export)

Tabelle 4 (Siehe Abb. 4)

Jahr	Haushalt und Gewerbe	Bahnen	Allgemeine Industrie	Chem. metallurg. Industrie	Total Pflicht- energie	Verluste u. Verbrauch für Sp.- Pumpen	Total Pflicht- energie ab Werk	Elektro- kessel	Total ab Werk
	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
1910	156	68	300	440	964	186	1 150	—	1 150
1911	173	74	310	600	1 157	223	1 380	—	1 380
1912	190	79	380	680	1 329	251	1 580	—	1 580
1913	208	98	450	690	1 446	274	1 720	—	1 720
1914	233	96	480	700	1 509	281	1 790	—	1 720
1915	262	87	485	800	1 634	336	1 970	—	1 970
1916	297	110	490	900	1 797	357	2 154	—	2 154
1917	357	115	510	1 000	1 982	400	2 382	—	2 382
1918	390	115	540	1 140	2 185	427	2 612	10	2 622
1919	430	120	590	985	2 125	435	2 560	15	2 575
1920	453	140	520	880	1 993	410	2 403	20	2 423
1921	480	150	600	655	1 885	392	2 277	45	2 322
1922	512	190	630	705	2 037	435	2 472	65	2 537
1923	555	210	670	775	2 210	493	2 703	75	2 778
1924	595	260	680	965	2 500	548	3 048	85	3 133
1925	650	300	710	1 030	2 690	586	3 276	70	3 346
1926	709	350	730	1 060	2 849	607	3 456	90	3 546
1927	782	420	750	1 100	3 052	637	3 689	100	3 789
1928	853	500	760	1 120	3 233	703	3 936	80	4 016
1929	935	565	790	1 110	3 400	820	4 220	90	4 310
1930	967	580	785	965	3 297	813	4 110	135	4 245
1931	1 007	578	745	838	3 168	722	3 890	155	4 045
1932	1 058	579	670	766	3 013	736	3 749	126	3 875
1933	1 121	585	681	650	3 037	694	3 731	230	3 961
1934	1 174	620	707	728	3 229	713	3 942	273	4 215
1935	1 203	633	689	778	3 303	709	4 012	343	4 355
1936	1 230	640	662	885	3 417	670	4 087	501	4 588
1937	1 277	709	760	1 280	4 026	741	4 767	532	5 299
1938	1 324	722	770	1 452	4 268	742	5 010	496	5 506
1939	1 401	722	819	1 404	4 346	761	5 107	506	5 613
1940	1 477	788	889	1 583	4 737	831	5 568	728	6 296
1941	1 635	864	944	1 626	5 069	912	5 981	673	6 654
1942	1 613	819	968	1 604	5 004	979	5 983	550	6 533
1943	1 886	814	993	1 634	5 327	1 029	6 356	815	7 171
1944	2 078	815	1 023	1 624	5 540	1 106	6 646	786	7 432
1945	2 452	830	1 153	1 401	5 836	1 409	7 245	1 526	8 771
1946	2 783	916	1 322	1 596	6 617	1 468	8 085	1 403	9 488
1947	2 947	940	1 428	1 846	7 161	1 322	8 483	812	9 295
1948	3 079	955	1 485	2 033	7 552	1 434	8 986	1 052	10 038
1949	3 187	949	1 502	1 876	7 514	1 393	8 907	503	9 410
1950	3 400	970	1 548	1 764	7 682	1 437	9 119	766	9 885
1951	3 770	1 072	1 797	2 364	9 003	1 527	10 530	1 024	11 554

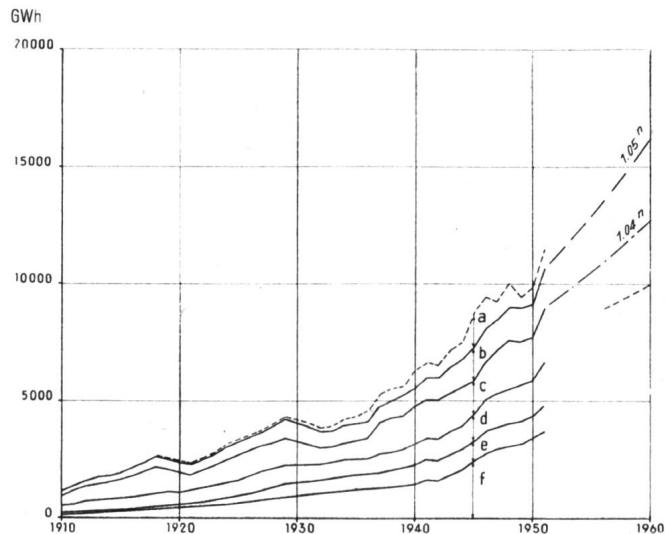


Abb. 4 Rohenergiewert der verbrauchten Elektrizität in GWh

- a Elektrokessel
 - b Verluste und Verbrauch der Speicherpumpen
 - c chemische, metallurgische und thermische Anwendungen
 - d Industrie
 - e Bahnen
 - f Haushalt und Gewerbe
- tatsächlicher Verbrauch 1910—1951
durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage
durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur
durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

Rohenergiewert aller verbrauchten Energieträger in GWh

Tabelle 5 (Siehe Abb. 5)

Jahr	Kohle	Flüssige Brennstoffe	Holz	Torf	Holz und Holzkohle für Traktion	Gas *	Elektrizität	Total
	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
1910	21 134	208	4 773	63		1 690	1 150	29 018
1911	23 454	265	4 773	62		1 690	1 380	31 624
1912	23 657	281	4 773	59		1 880	1 580	32 230
1913	24 788	287	4 773	60		1 950	1 720	33 578
1914	24 081	186	4 672	59		1 990	1 720	32 708
1915	24 316	137	4 147	55		1 960	1 970	32 585
1916	22 938	51	3 496	55		2 290	2 154	30 984
1917	18 326	87	3 366	667		1 700	2 382	26 528
1918	17 082	82	5 091	663		1 500	2 622	27 040
1919	12 838	177	5 486	665		1 070	2 575	22 811
1920	16 967	518	4 855	849		1 420	2 423	27 032
1921	12 806	376	4 656	670		1 440	2 322	22 270
1922	16 744	736	5 274	55		1 210	2 537	26 556
1923	20 913	856	6 080	55		1 490	2 778	32 172
1924	19 409	978	5 852	53		1 510	3 133	30 935
1925	20 128	1 246	5 535	53		1 640	3 346	31 948
1926	19 941	1 376	5 608	53		1 710	3 546	32 234
1927	22 604	1 665	5 307	53		1 900	3 789	35 318
1928	22 367	2 034	5 397	53		1 970	4 016	35 837
1929	26 060	2 457	5 572	53		2 000	4 310	40 452
1930	23 522	2 780	5 364	53		2 120	4 245	38 084
1931	24 195	3 281	5 661	53		2 220	4 045	39 455
1932	23 857	3 966	5 352	53		2 250	3 875	39 353
1933	22 555	4 124	5 278	53		2 400	3 961	38 371
1934	22 439	4 537	5 295	53		2 340	4 215	38 879
1935	22 114	4 543	5 510	53		2 230	4 355	38 805
1936	22 733	4 348	5 026	53		2 350	4 588	39 098
1937	23 620	4 280	5 006	53		2 440	5 299	40 698
1938	23 612	4 506	4 985	53		2 650	5 506	41 312
1939	23 962	4 629	5 042	53		2 320	5 613	41 619
1940	19 531	3 024	6 422	53		2 650	6 296	37 976
1941	17 221	1 166	8 685	129	236	2 230	6 654	36 321
1942	15 496	893	8 563	743	236	2 020	6 533	34 484
1943	12 835	752	8 563	1 537	319	1 880	7 171	33 057
1944	10 397	635	8 155	1 081	249	2 060	7 432	30 009
1945	10 107	349	8 961	1 730	179	1 100	8 771	31 197
1946	12 134	4 314	8 941	349	159	1 750	9 488	37 135
1947	17 248	7 843	6 125	70	70	2 050	9 295	42 701
1948	17 336	7 953	6 394	52		2 410	10 038	44 183
1949	17 710	8 490	5 698	35		2 290	9 410	43 633
1950	19 519	9 515	5 280	35		2 220	9 885	46 454
1951	22 974	10 465	5 280	35		2 620	11 554	52 928

* bzw. die Kohle, die für den Veredelungsprozeß notwendig ist, abzüglich verkäuflicher Koks und Teer.



Abb. 5 Rohenergiewert aller Energieträger in GWh

- tatsächlicher Verbrauch 1910—1951
- durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage
- durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur
- durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

Die Aufteilung der Verwendung von Elektrizität je auf Wärme, mechanische Arbeit, Chemie und Beleuchtung ist in den Abb. 9a, b, c, d dargestellt. In Abb. 10a ist der Verlauf des totalen tatsächlichen Nutzenergieverbrauchs für Wärmeanwendungen gezeigt, der durch alle Energieträger zusammen gedeckt wurde. In Friedenszeiten entspricht der Verbrauch dem Bedarf, in Kriegszeiten dagegen ist der Bedarf bei weitem nicht gedeckt, so daß dann die Kurve keinen Rückschluß auf den wirklichen Bedarf zuläßt.

In ähnlicher Weise ist in Abb. 10b der totale Nutzenergieverbrauch an mechanischer Arbeit dargestellt. Die lebhafte Zunahme in der Nachkriegszeit ist wohl in der Hauptsache auf den gesteigerten Konsum des Straßenverkehrs zurückzuführen.

Abb. 10c spiegelt die starken Konjunkturschwankungen wider, denen die chemische Industrie in Abhängigkeit von den Weltmärkten ausgesetzt ist.

Durch Kohle gedeckter Nutzenergieverbrauch in kWh pro Kopf der Bevölkerung

Tabelle 6

Jahr	Abb. 6a	Abb. 6b	Abb. 6c	Total kWh Kopf
	Wärme kWh Kopf	mech. Arbeit kWh Kopf	Chemie kWh Kopf	
1910	2 079	104	32	2 215
1911	2 320	105	43	2 468
1912	2 290	106	43	2 439
1913	2 365	117	42	2 524
1914	2 310	107	42	2 459
1915	2 395	99	40	2 534
1916	2 260	99	37	2 396
1917	1 755	83	57	1 895
1918	1 720	65	55	1 840
1919	1 595	73	46	1 714
1920	1 685	74	42	1 801
1921	1 190	64	28	1 282
1922	1 745	64	27	1 836
1923	2 300	66	28	2 394
1924	2 090	65	27	2 182
1925	2 220	61	32	2 313
1926	2 230	54	32	2 316
1927	2 610	49	36	2 695
1928	2 640	41	38	2 719
1929	3 110	40	45	3 195
1930	2 950	32	36	3 018
1931	3 045	30	42	3 017
1932	3 045	25	36	3 106
1933	2 900	22	38	2 960
1934	2 840	20	38	2 898
1935	2 820	18	30	2 868
1936	2 940	17	27	2 984
1937	3 050	17	30	3 097
1938	3 020	17	39	3 076
1939	3 050	18	34	3 102
1940	2 480	19	42	2 541
1941	2 150	17	46	2 213
1942	1 890	16	46	1 952
1943	1 550	11	55	1 616
1944	1 220	11	61	1 292
1945	1 195	7	61	1 263
1946	1 460	8	63	1 531
1947	2 050	11	73	2 184
1948	2 035	11	78	2 124
1949	2 070	11	72	2 153
1950	2 290	9	68	2 367
1951	2 710	9	85	2 804

Abb. 11 faßt die vorstehenden Darstellungen zusammen und zeigt den totalen Nutzenergieverbrauch pro Kopf der Bevölkerung.

In den Abb. 12 bis 14 haben wir einige Erkenntnisse aus unserer Untersuchung graphisch aufgetragen.

In Abb. 12 wird pro Kopf der Bevölkerung die Entwicklung des Gesamtverbrauches an Roh- sowie an Nutzenergie seit 1910 dargestellt. Ein strichpunktierter Linienzug, der die Zeiten des Produktionsmangels überbrückt, zeigt, wie sich der Verbrauch etwa entwickelt hätte, wenn die allgemeinen Verhältnisse normal geblieben wären; er stellt also annähernd die Entwicklung des Bedarfes dar. Bemerkenswert ist, daß der Nutzenergieverbrauch wesentlich rascher ansteigt als der Rohenergieverbrauch, nämlich im Durchschnitt der letzten 40 Jahre jährlich um 1,5 % gegenüber 0,5 %. Die Differenz zwischen Rohenergie und Nutzenergie, also die Verluste, betrugen im Jahre 1950 nur noch 42 % gegenüber 60 % im Jahre 1910. Diese beträchtliche Verminde rung der Verluste ist, allgemein gesprochen, den technischen Fortschritten zu verdanken, die in allen Um-

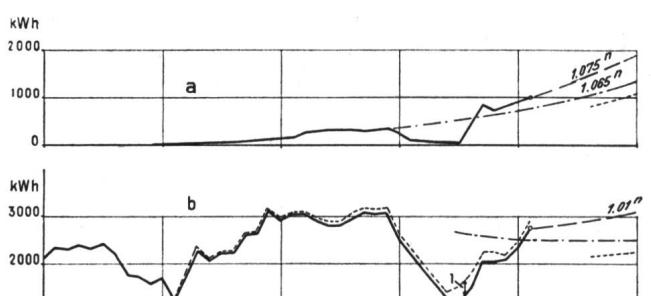


Abb. 6a Durch Kohle und flüssige Brennstoffe gedeckter Nutzenergieverbrauch in Form von Wärme in kWh pro Kopf der Bevölkerung

a flüssige Brennstoffe

b Kohle

1 Kohle durch elektrische Energie in Elektrokesseln ersetzt

— tatsächlicher Verbrauch 1910—1951

— · — durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage

— — durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur

···· durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

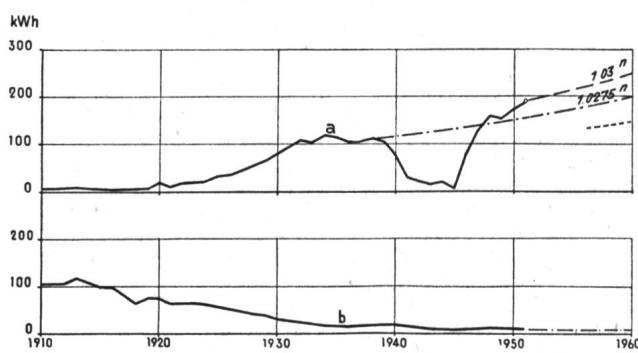


Abb. 6b Durch Kohle und flüssige Brennstoffe gedeckter Nutzenergieverbrauch in Form von mechanischer Arbeit in kWh pro Kopf der Bevölkerung

a flüssige Brennstoffe

b Kohle

— tatsächlicher Verbrauch 1910—1951

— · — durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage

— — durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur

···· durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

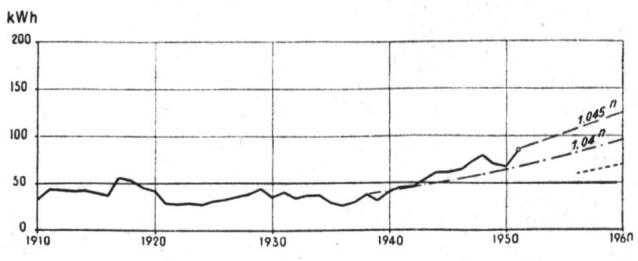


Abb. 6c Durch Kohle gedeckter Nutzenergieverbrauch in Form von chemisch gebundener Energie in kWh pro Kopf der Bevölkerung

— tatsächlicher Verbrauch 1910—1951

— · — durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage

— — durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur

···· durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

wandlungsprozessen, namentlich bei den Verbrauchsgeräten, erzielt wurden. Sie wurde aber auch in ganz besonderem Maße gefördert durch die Umstellung der Energieverbraucher auf hochwertige Energieträger, so besonders durch die Elektrifizierung aller Bahnen, arbeiten doch bekanntlich die Dampflokomotiven mit einem

Durch flüssige Brennstoffe, Gas, Holz, Holzkohle und Torf gedeckter Nutzenergieverbrauch in kWh pro Kopf der Bevölkerung

Tabelle 7

Jahr	Flüssige Brennstoffe			Holz	Gas	Holz- u. Holzkohle	Torf
	Abb. 6a	Abb. 6b	Total	Abb. 7	Abb. 8		
	Wärme kWh Kopf	mech. Arbeit kWh Kopf	Total kWh Kopf	Wärme kWh Kopf	Wärme kWh Kopf	mech. Arbeit kWh Kopf	Wärme kWh Kopf
1910	11	5	16	511	97		7
1911	15	6	21	505	98		7
1912	15	7	22	500	109		6
1913	15	7	22	495	108		6
1914	6	5	11	480	107		6
1915	2	5	7	428	111		6
1916	—	2	2	360	94		6
1917	—	3	3	346	72		69
1918	—	3	3	525	64		68
1919	2	6	8	568	61		68
1920	17	17	34	563	92		99
1921	18	11	29	540	97		78
1922	47	19	66	612	97		6
1923	56	21	77	705	104		6
1924	71	23	94	668	111		6
1925	72	33	105	638	118		6
1926	81	36	117	643	124		6
1927	92	45	137	605	131		6
1928	107	55	162	608	138		6
1929	134	65	199	622	148		6
1930	164	82	246	660	167		6
1931	190	95	285	695	174		6
1932	262	108	370	652	181		6
1933	300	104	404	640	181		6
1934	320	116	436	640	182		6
1935	331	115	446	662	181		6
1936	336	103	439	602	181		6
1937	317	105	422	600	183		6
1938	334	111	445	596	187		6
1939	372	106	478	598	187		6
1940	255	80	385	760	195	—	6
1941	102	29	131	1 020	182	6	15
1942	84	20	104	990	159	6	87
1943	69	15	84	980	138	6	177
1944	37	19	56	935	143	3	124
1945	37	6	43	1 010	98	2	196
1946	430	78	508	1 000	118	2	39
1947	855	130	985	676	136	1	8
1948	765	159	924	690	149	—	8
1949	845	158	1 003	616	158	—	4
1950	923	175	1 098	582	157	—	4
1951	1 010	189	1 199	578	159	—	4

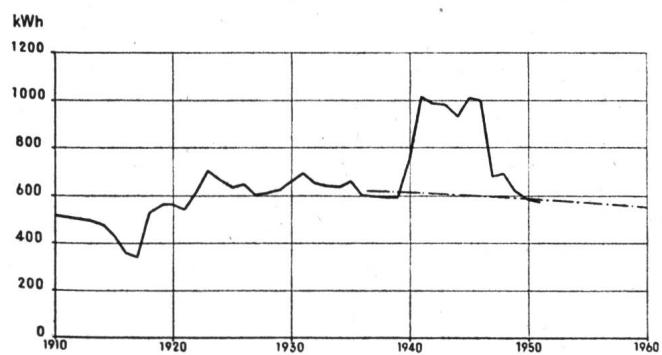


Abb. 7 Durch Holz gedeckter Nutzenergieverbrauch in Form von Wärme in kWh pro Kopf der Bevölkerung

— tatsächlicher Verbrauch 1910—1951
— · — durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage

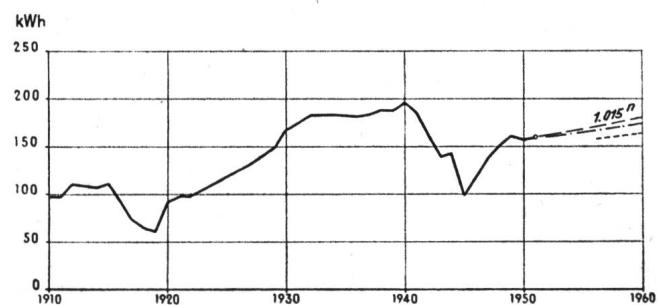


Abb. 8 Durch Gas gedeckter Nutzenergieverbrauch in Form von Wärme in kWh pro Kopf der Bevölkerung

— tatsächlicher Verbrauch 1910—1951
— · — durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage
— — durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur
····· durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

**Durch Elektrizität gedeckter Nutzenergieverbrauch in kWh
pro Kopf der Bevölkerung**

Tabelle 8

Jahr	Abb. 9a		mech. Arbeit	Chemie	Licht	Total mit El.-Kessel				
	Wärme									
	ohne El.-Kessel	mit El.-Kessel								
	kWh Kopf	kWh Kopf	kWh Kopf	kWh Kopf	kWh Kopf	kWh Kopf				
1910	10	10	98	72	23	203				
1911	14	14	104	99	27	244				
1912	15	15	124	110	30	279				
1913	16	16	141	111	33	301				
1914	18	18	146	110	38	312				
1915	19	19	149	130	43	341				
1916	21	21	157	149	48	375				
1917	31	31	165	158	59	413				
1918	46	49	174	174	61	458				
1919	53	57	184	139	62	442				
1920	54	59	171	125	64	419				
1921	54	65	185	100	65	415				
1922	64	81	199	106	67	453				
1923	59	78	212	134	68	492				
1924	80	101	230	158	69	558				
1925	91	108	242	167	72	589				
1926	92	114	253	183	73	623				
1927	101	126	270	191	75	662				
1928	120	137	287	185	76	685				
1929	126	148	299	188	77	712				
1930	134	167	297	167	78	709				
1931	143	180	289	131	79	679				
1932	143	172	278	103	78	631				
1933	147	198	278	98	79	653				
1934	171	236	284	103	79	702				
1935	167	246	285	120	80	731				
1936	166	283	288	137	81	789				
1937	186	310	322	204	83	919				
1938	203	318	328	228	85	959				
1939	230	346	335	224	86	991				
1940	230	397	362	251	86	1 096				
1941	262	415	383	250	81	1 129				
1942	260	385	380	238	80	1 083				
1943	312	493	381	229	83	1 186				
1944	362	539	385	189	90	1 203				
1945	404	740	406	151	101	1 398				
1946	448	753	450	190	100	1 493				
1947	437	612	470	240	107	1 429				
1948	461	683	481	261	109	1 534				
1949	455	557	493	249	112	1 411				
1950	472	630	495	228	113	1 466				
1951	565	745	560	280	117	1 702				

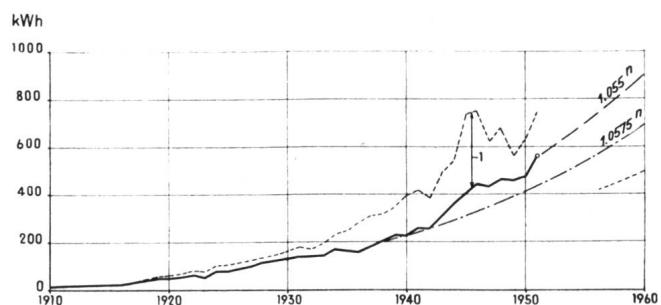


Abb. 9a

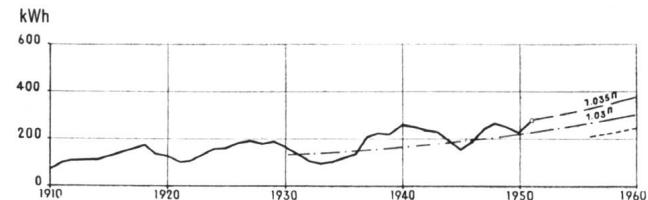


Abb. 9c

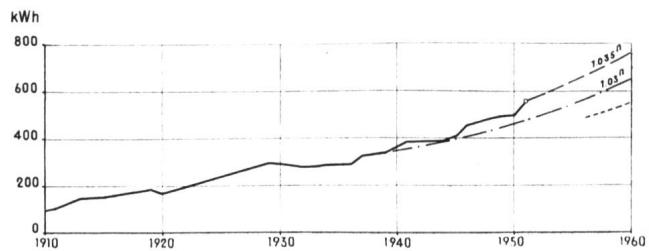


Abb. 9b

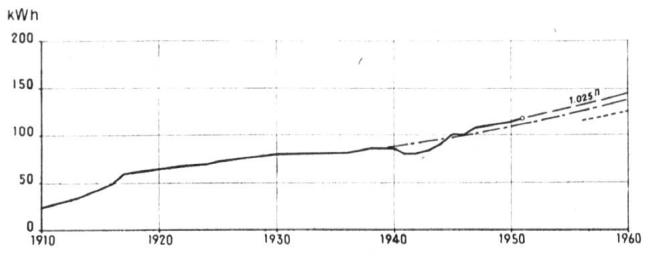


Abb. 9d

Abb. 9a Durch Elektrizität gedeckter Nutzenergieverbrauch in Form von *Wärme* in kWh pro Kopf der Bevölkerung

1 Elektrokessel

tatsächlicher Verbrauch 1910—1951

durchschn. Bedarf b. norm. Wirtschaftslage

durchschnittl. Bedarf bei Hochkonjunktur

durchschnittl. Bedarf bei Wirtschaftskrise

Abb. 9b Durch Elektrizität gedeckter Nutzenergieverbrauch in Form von *mechanischer Arbeit* in kWh pro Kopf der Bevölkerung

tatsächlicher Verbrauch 1910—1951

durchschn. Bedarf b. norm. Wirtschaftslage

durchschnittl. Bedarf bei Hochkonjunktur

durchschnittl. Bedarf bei Wirtschaftskrise

Abb. 9c Durch Elektrizität gedeckter Nutzenergieverbrauch in Form *chemisch gebundener Energie* in kWh pro Kopf der Bevölkerung

tatsächlicher Verbrauch 1910—1951

durchschn. Bedarf b. norm. Wirtschaftslage

durchschnittl. Bedarf bei Hochkonjunktur

durchschnittl. Bedarf bei Wirtschaftskrise

Abb. 9d Durch Elektrizität gedeckter Nutzenergieverbrauch für *Beleuchtung* in kWh pro Kopf der Bevölkerung

tatsächlicher Verbrauch 1910—1951

durchschn. Bedarf b. norm. Wirtschaftslage

durchschnittl. Bedarf bei Hochkonjunktur

durchschnittl. Bedarf bei Wirtschaftskrise

**Durch alle Energieträger gedeckter Nutzenergieverbrauch
in kWh pro Kopf der Bevölkerung** Tabelle 9

Jahr	Abb. 9d	Abb. 10a	Abb. 10b	Abb. 10c	Abb. 11
	Licht	Wärme	mech. Arbeit	Chemie	Total
	kWh Kopf	kWh Kopf	kWh Kopf	kWh Kopf	kWh Kopf
1910	23	2 715	207	104	3 049
1911	27	2 959	213	142	3 341
1912	30	2 935	239	153	3 357
1913	33	2 995	265	153	3 446
1914	38	2 927	258	152	3 375
1915	43	2 961	252	170	3 426
1916	48	2 741	258	186	3 233
1917	59	2 273	253	215	2 800
1918	61	2 426	242	229	2 958
1919	62	2 351	263	185	2 861
1920	64	2 515	262	167	3 008
1921	65	1 988	260	128	2 441
1922	67	2 588	282	133	3 070
1923	68	3 249	299	162	3 778
1924	69	3 047	318	185	3 619
1925	72	3 162	336	199	3 769
1926	73	3 198	343	215	3 829
1927	75	3 570	364	227	4 236
1928	76	3 636	383	223	4 318
1929	77	4 168	404	233	4 882
1930	78	4 114	411	203	4 806
1931	79	4 290	414	173	4 956
1932	78	4 318	411	139	4 946
1933	79	4 225	404	136	4 844
1934	79	4 225	420	141	4 864
1935	80	4 246	418	150	4 894
1936	81	4 348	408	164	5 001
1937	83	4 466	444	234	5 227
1938	85	4 461	456	267	5 269
1939	86	4 559	459	258	5 362
1940	86	4 093	460	293	4 932
1941	81	3 884	435	296	4 696
1942	80	3 595	422	284	4 381
1943	83	3 407	413	284	4 187
1944	90	2 998	418	250	3 756
1945	101	3 276	421	212	4 010
1946	100	3 800	538	253	4 691
1947	107	4 337	615	313	5 372
1948	109	4 330	651	339	5 429
1949	112	4 250	661	321	5 344
1950	113	4 586	679	296	5 674
1951	117	5 206	758	365	6 446

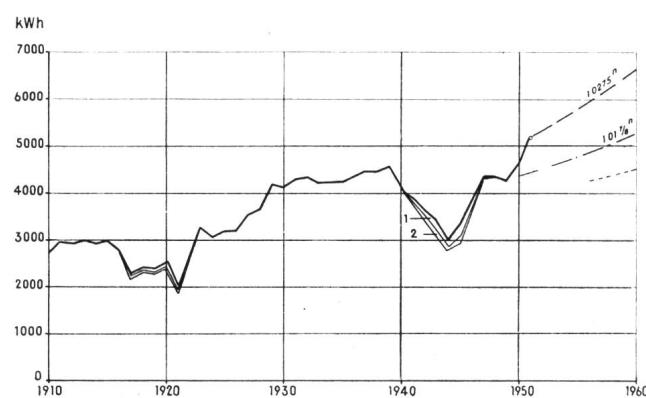


Abb. 10a Durch alle Energieträger gedeckter totaler Nutzenergieverbrauch in Form von Wärme in kWh pro Kopf der Bevölkerung, wobei der Anteil von Torf (1) und Inlandskohle (2) ersichtlich gemacht wurde.

tatsächlicher Verbrauch 1910—1951
durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage
durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur
durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

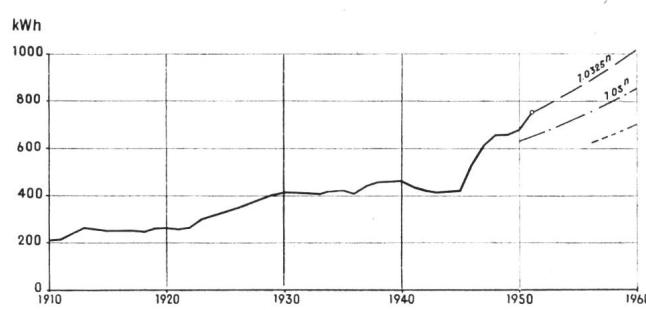


Abb. 10b Durch alle Energieträger gedeckter totaler Nutzenergieverbrauch in Form von mechanischer Arbeit in kWh pro Kopf der Bevölkerung

tatsächlicher Verbrauch 1910—1951
durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage
durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur
durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

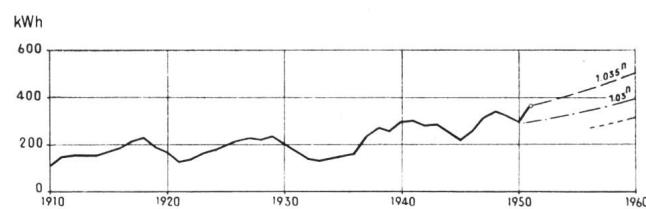


Abb. 10c Durch alle Energieträger gedeckter totaler Nutzenergieverbrauch in Form von chemisch gebundener Energie in kWh pro Kopf der Bevölkerung

tatsächlicher Verbrauch 1910—1951
durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage
durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur
durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise



Links: Abb. 11. Durch alle Energieträger gedeckter totaler Nutzenergieverbrauch in kWh pro Kopf der Bevölkerung.

tatsächlicher Verbrauch 1910—1951
durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage
durchschnittlicher Bedarf bei Hochkonjunktur
durchschnittlicher Bedarf bei Wirtschaftskrise

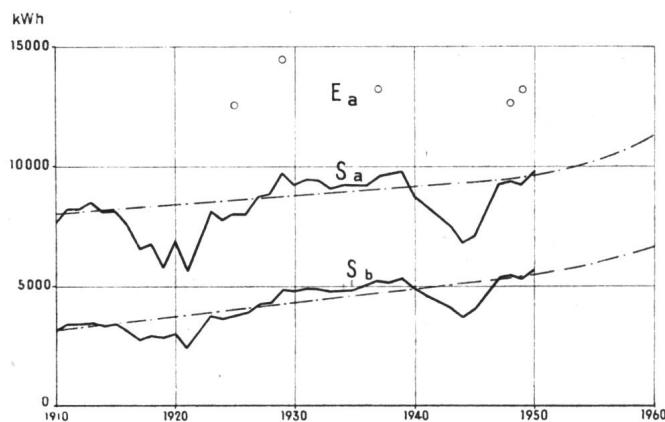


Abb. 12 Energieverbrauch und Energiebedarf in kWh pro Kopf der Bevölkerung

Sa Gesamtverbrauch an Rohenergieträgern in der Schweiz
 Sb Gesamtverbrauch an Nutzenergie in der Schweiz
 Ea Gesamtverbrauch an Rohenergieträgern in Europa
 tatsächlicher Verbrauch 1910—1951
 durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage

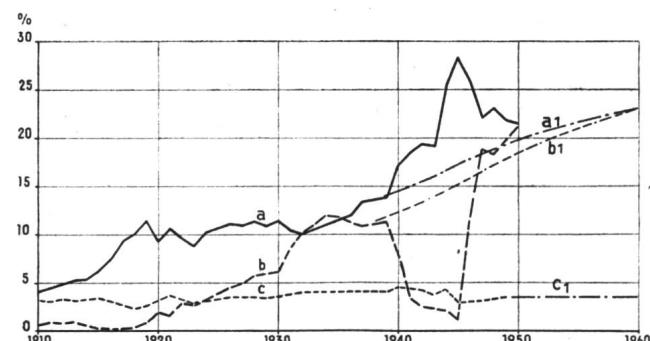


Abb. 13 Prozentualer Anteil der Elektrizität, der flüssigen Brennstoffe und des Gases am Gesamtverbrauch an Energieträgern

a Elektrizität
 b flüssige Brennstoffe
 c Gas
 1 durchschnittlicher Bedarf bei normaler Wirtschaftslage

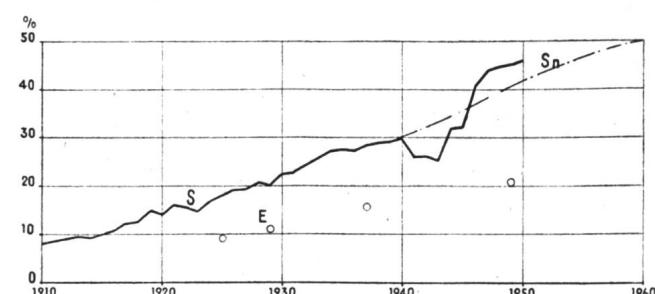


Abb. 14 Prozentualer Anteil von Elektrizität, flüssigen Brennstoffen und Gas am Gesamtverbrauch an Energieträgern

S tatsächlicher Verbrauch in der Schweiz
 Sn durchschnittlicher Bedarf in der Schweiz bei normaler Wirtschaftslage
 Eo tatsächlicher Verbrauch in Europa

Wirkungsgrad am Zughaken von 5 bis 7 %, wogegen die elektrischen Lokomotiven unter Berücksichtigung der Verluste in der Fahrleitung mit einem Wirkungsgrad von 70 % arbeiten.

Die in der Graphik eingetragenen Kreise stellen Vergleichswerte über den spezifischen Verbrauch an Energieträgern in Europa dar. Der Grund des höheren Verbrauches für Europa dürfte darin zu suchen sein, daß

ein großer Teil der Elektrizität in thermischen Kraftanlagen mit einem Wirkungsgrad von etwa 20 bis 25 % erzeugt wird. Ferner hat auch die Elektrifizierung der Bahnen im europäischen Durchschnitt bei weitem nicht den Stand erreicht wie in der Schweiz.

Aus Abb. 13 ist die enorme prozentuale Zunahme des Anteils der Elektrizität und der flüssigen Brennstoffe am Gesamtverbrauch von Energieträgern deutlich ersichtlich. Der Anteil der Elektrizität ist von 4,1 % im Jahre 1910 auf 21,5 % im Jahre 1950 und derjenige der flüssigen Brennstoffe von 0,7 % auf 20,8 % angestiegen. Lediglich der Anteil des Gases konnte keine wesentliche Zunahme verzeichnen.

Dagegen ist der Anteil der Kohle, der im Jahre 1910 noch 74,9 % vom Gesamtverbrauch an Rohenergieträgern deckte, auf 42,6 % im Jahre 1950 zurückgegangen und derjenige des Holzes von 16,9 auf 11,5 %.

Aus Abb. 14 geht die außerordentlich interessante Tatsache hervor, daß der Anteil der hochwertigen Energieträger Elektrizität, flüssige Brennstoffe und Gas am Gesamtverbrauch von Energieträgern von 8 % im Jahre 1910 auf 45,9 % im Jahre 1950 angestiegen ist.

Die in Kreisen eingetragenen Werte zeigen die Verhältnisse für Europa; die Tendenz ist ähnlich wie in der Schweiz. Während vor einigen Jahrzehnten auf dem ganzen Kontinent fast jede Fabrik ihre eigene Kraft- und Lichtanlage besaß, liegt die Entwicklung in der Richtung einer Konzentration der Energieumwandlung in größere, spezialisierte Versorgungsbetriebe, die mit geringeren spezifischen Kosten und höherem Wirkungsgrad arbeiten, eine hohe Betriebssicherheit bieten und den Energieverbraucher von den Investitionen und stetigen Sorgen um eine eigene Versorgungsanlage und ihre Erneuerung und Erweiterung entlasten. Das gleiche gilt von der zentralen Verteilung von Erdgas und Öl.

3. Prognose über die künftige Entwicklung des Energiebedarfs

Durch die in Abschnitt 2 dargelegten Ermittlungen waren die statistischen Unterlagen so verarbeitet, daß sie als Grundlagen für die Aufstellung von Prognosen über die künftige Entwicklung des Bedarfs benutzt werden konnten, unter Berücksichtigung der den Verbrauch beeinflussenden Faktoren, sei es von der Bedarfsseite infolge des mehr oder weniger lebhaften Ganges der Wirtschaft, sei es von der Deckungsseite, die die verschiedensten Fährnisse durchgemacht hat. Alle diese Überlegungen bezogen sich immer noch auf den Nutzenergieverbrauch pro Kopf.

Die Berichterstatter sind sich des problematischen Wertes jeder Prognose bewußt. Es schien ihnen, um zu möglichst brauchbaren Ergebnissen zu gelangen, angebracht, die denkbare Entwicklung unter folgenden drei Annahmen ins Auge zu fassen:

- die Wirtschaftslage wäre 1960 wieder normal,
- die heutige Hochkonjunktur würde bis 1960 anhalten,
- in den nächsten Jahren würde eine Wirtschaftskrise ausbrechen, die aber bis 1960 abklingen würde.

Die Ergebnisse der Überlegungen wurden einfach in die Graphiken Abb. 6 bis 11 als wahrscheinliche Fortsetzung der bisherigen Entwicklungslinien eingetragen.

Anschließend war durch Berücksichtigung der zu erwartenden Wirkungsgrade vom künftigen Nutzener-

gieverbrauch auf den künftigen Rohenergieverbrauch zu schließen und, ausgehend vom Verbrauch pro Kopf der Bevölkerung, der gesamtschweizerische Verbrauch zu ermitteln. Dabei war selbstverständlich auch die Auswirkung der für die kommenden Jahre zu erwartenden Bevölkerungsvermehrung auf die Entwicklung des Gesamtenergiebedarfes in Rechnung zu setzen.

Das Eidg. Statistische Amt hat uns als Ergebnis seiner Schätzung für die mittlere Wohnbevölkerung im Jahre 1960 folgende Zahlen mitgeteilt:

- a) allmähliche Rückkehr zu einem normalen Gang der Wirtschaft 4,858 Mio,
- b) Anhalten der intensiven Beschäftigung 5,042 Mio,
- c) Ausbruch einer Wirtschaftskrise, die jedoch bis 1960 abgeklungen wäre 4,731 Mio.

Diese Ermittlung des Rohenergieverbrauchs der Schweiz wurde zunächst für jeden Energieträger durchgeführt. Das Total ergab den künftig zu erwartenden Gesamtrohenergiebedarf der Schweiz für die drei angenommenen Wirtschaftslagen.

Die Ergebnisse wurden in die bereits erwähnten Abb. 1 bis 5 und 12 bis 14 als vermutliche Fortsetzung der statistischen Kurven der bisherigen Entwicklung eingetragen.

Die Berichterstatter legen Gewicht darauf zu bemerken, daß sie zu den aus den Kurven und der nachfolgenden Schlußtabelle ersichtlichen Bedarfzahlen nicht etwa durch Annahme eines allgemeinen Entwicklungsgesetzes gelangen, wie dies gegenwärtig oft in ausländischen Prognosen des Elektrizitätsverbrauches unter Annahme einer jährlichen Zuwachsquote von z. B. 7 % geschieht. Diese Bedarfzahlen wurden vielmehr aus der Beobachtung der bisher für das schweizerische Versorgungsgebiet typischen Entwicklung und unter Berücksichtigung des Einflusses der verschiedenen verbrauchsbestimmenden Faktoren gewonnen.

Unter den wichtigsten, in Rechnung gezogenen Faktoren seien weiter erwähnt:

1. die fortschreitende Industrialisierung der Schweiz als eine volkswirtschaftliche Folge, namentlich des Bevölkerungszuwachses. Die industrielle Belegschaft ist heute 50 % größer als 1938.

2. Auch nach Abflauen der Hochkonjunktur und Rückwanderung der Fremdarbeiter bleibt eine industrielle Produktionskapazität, die bleibend Anspruch auf Bedarfsdeckung erhebt; mit anderen Worten: der einmal erreichte Industrialisierungsgrad bleibt.

3. Hinsichtlich des Verbrauches an elektrischer Energie im besonderen konnte man beobachten, daß jede Hochkonjunktur eine weitere Stufe der Elektrifizierung mit sich bringt, die in der Folge für die Elektrizität eine «Position acquise» bedeutet. Bei einem nachfolgenden

Konjunkturrückgang geht der Elektrizitätsverbrauch relativ weniger zurück als derjenige der anderen Energieträger. Ebenso bleibt der Verbraucher, wenn er infolge der Verknappung an anderen Energieträgern zum Ausweichen auf Elektrizität veranlaßt worden war, auch später bei der Elektrizität.

Unsere Prognosen beruhen auf der Annahme, daß die Preise der verschiedenen Energieträger unverändert bleiben. Was die Elektrizität betrifft, so ist darauf hinzuweisen, daß während alle anderen Energieträger sich seit 1936 stark verteuerten, die allgemeinen Tarifpreise ungefähr unverändert blieben. Die Detailabnehmer namentlich, die bei ihren Einnahmen im Durchschnitt den vollen Teuerungsausgleich genießen, zahlen noch *Vorkriegsstrompreise*. Sie genießen also einen realen Rabatt von etwa 40 %. Die Tarifpreise werden in Zukunft nicht so bleiben können; sie werden jedoch kaum so stark erhöht werden, daß unsere Prognosen über die Entwicklung bis 1960 davon wesentlich beeinflußt werden.

Das Schlußergebnis unserer Untersuchungen und Überlegungen ist aus der nachfolgenden Tabelle ersichtlich.

Zu erwartender gesamter Rohenergiebedarf der Schweiz im Jahre 1960

	bei Annahme von		
	andauernder Hochkonjunktur	rückkehrend normale Wirtschaftslage	überstandener Wirtschaftskrise
1. Wärme			
Kohle	26 000 GWh	20 200 GWh	17 800 GWh
fl. Brennstoffe	12 500 GWh	8 500 GWh	6 750 GWh
Holz	5 550 GWh	5 350 GWh	5 200 GWh
Gas	2 600 GWh	2 400 GWh	2 250 GWh
Elektrizität	5 900 GWh	4 450 GWh	3 080 GWh
Total	52 550 GWh	40 900 GWh	35 080 GWh
2. Kraft			
Kohle	800 GWh	800 GWh	750 GWh
fl. Brennstoffe	5 500 GWh	4 250 GWh	3 100 GWh
Elektrizität	4 850 GWh	4 000 GWh	3 300 GWh
Total	11 150 GWh	9 050 GWh	7 150 GWh
3. Chemie			
Kohle	1 050 GWh	750 GWh	550 GWh
Elektrizität	2 120 GWh	1 600 GWh	1 330 GWh
Total	3 170 GWh	2 350 GWh	1 880 GWh
4. Beleuchtung	730 GWh	650 GWh	590 GWh
5. Verluste Elektr.	2 600 GWh	2 000 GWh	1 700 GWh
Total 1 bis 5	70 200 GWh	54 950 GWh	46 400 GWh
Kohle:	3,75 Mio t	2,95 Mio t	2,60 Mio t
fl. Brennstoffe:	1,55 Mio t	1,10 Mio t	0,85 Mio t
Holz:	1,35 Mio t	1,30 Mio t	1,28 Mio t
Elektrizität:	16 200 GWh	12 700 GWh	10 000 GWh

ANHANG 1

Unterlagen für die Ermittlung des Rohenergieverbrauches

Wir haben vorerst die jährlich zur Verfügung stehenden Rohenergiemengen ermittelt. Die Unterlagen für diese Untersuchung haben wir folgenden Quellen entnommen:

1. Die jährliche Einfuhr von festen und flüssigen Brennstoffen stammt aus den Veröffentlichungen der Eidg. Oberzolldirektion.

2. Für die Berechnung des Brennholzverbrauches diente uns die schweizerische Forststatistik. Zu den dar-

in aufgeföhrten Zahlen haben wir noch vom Nutzholz den Brennstoffanteil berücksichtigt, der in Form von Sägemehl, Spreißel, Schwarten, Schreinereiabfällen usw. ebenfalls zu Brenzzwecken Verwendung findet. Nach Angaben der Eidg. Inspektion für Forstwesen dürfte dieser Anteil schätzungsweise etwa 25 % betragen (vorsichtige Schätzung).

3. Die Förderung von Inlandskohle für die Periode 1917 bis 1923 wurde aus der Publikation von H. Fehl-

mann «Der schweizerische Bergbau während des ersten Weltkrieges» zusammengestellt, diejenige für die Periode 1940 bis 1947 aus der Publikation «Der schweizerische Bergbau während des zweiten Weltkrieges», herausgegeben vom Büro für Bergbau des Eidg. Kriegs-Industrie- und -Arbeits-Amtes.

4. Die Energie-Erzeugung bzw. Verwendung elektrischer Energie in der Schweiz (Elektrizitätswerke der allgemeinen Versorgung einschließlich Bahn- und Industriewerke) haben wir für die Periode 1910 bis 1930 einer Veröffentlichung des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes (Verbandschrift Nr. 21) und ab 1931 den jährlichen Erhebungen des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft entnommen.

5. Eine offizielle Statistik des Brennstoffverbrauchs gibt es leider nicht. Von den fünf Hauptverbrauchergruppen: Bundesbahnen, Private Verkehrsanstalten, Gaswerke, Industrie und Hausbrand geben lediglich die ersten drei jährlich eine Statistik heraus. Setzt man diese Zahlen in Vergleich mit der jährlichen Totaleinfuhr, so kann man auf diese Weise die von Hausbrand und Industrie zusammen konsumierte Menge an Kohle berechnen. Schwieriger war nun die Aufteilung des Verbrauchs auf diese beiden Gruppen.

Die Verwendung der Einfuhrziffern für die Ermittlung des Verbrauchs bringt nur annähernde Resultate, da durch die von Jahr zu Jahr schwankende Lagerung unvermeidliche Fehlerquellen entstehen. Der jährliche Kohlenverbrauch dieser beiden Verbrauchsgruppen wurde den Veröffentlichungen von Dr. W. Hotz und dem Buche «Der schweizerische Kohlenhandel» von H. Jenny entnommen.

Nachstehende Tabelle zeigt die Wandlungen, die der Bedarf der einzelnen Verbrauchergruppen an Kohle im Laufe der Zeit durchgemacht hat:

ANHANG 2

Unterlagen für die Ermittlung des Nutzenergieverbrauches

I. Energieverbrauch für Wärmeanwendungen

a) Kohlenverbrauch

aa) Kohlenverbrauch der Industrie für Wärmezwecke

Der Kohlenverbrauch der Industrie ist seit 1910 praktisch gleich geblieben. Für die Berechnung der Nutzenergie haben wir mit mittleren Jahreswirkungsgraden der verschiedenen Verbrauchsgeräte gerechnet.

Die Wirkungsgrade von Dampfkesselanlagen haben sich zum Beispiel im Durchschnitt von rund 60 % im Jahre 1910 auf etwa 70 % im Jahre 1940 erhöht. Diese Verbesserung ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, daß in den letzten 15 Jahren einige gut ausgebaute Großanlagen erstellt worden sind, die mit mittleren Jahreswirkungsgraden bis zu 85 % arbeiten.

In der Zementindustrie, die vor dem Krieg etwa 12 % und heute gegen 25 % der gesamten Industriekohle verbraucht, arbeiten die Brennöfen mit einem Wirkungsgrad von etwa 32 % (nach Dr. H. Gygi, «Schweiz. Bauzeitung» Nr. 33 und 34, 1948).

Die Wirkungsgrade der Ringöfen in der Ziegeleiproduktion betragen etwa 50 %. Dieser Industriezweig absorbiert etwa 8 % des gesamten Kohlenverbrauchs der Industrie.

ab) Kohlenverbrauch für Raumheizung und Gewerbe

Der Verbrauch an Importkohle, einschließlich Koks

	1919		1939		1950	
	1000 t	%	1000 t	%	1000 t	%
Bahnen	683	24,5	188	5,8	100	3,7
Gaswerke ²	217	7,7	286	8,9	275	10,3
Industrie ³	1 030	36,8	1 220	37,3	1 100	41,2
Hausverbrauch ⁴	870	31,0	1 530	47,5	1 200	44,8
Total	2 800	100,0	3 224	100,0	2 675	100,0

² Bei den Gaswerken ist die Kohle aufgeführt, die für den Veredelungsprozeß notwendig ist, abzüglich verkäuflicher Koks.

³ einschließlich Koks aus den schweizerischen Gaswerken.

6. Umrechnungsfaktoren

Für die Umrechnung der Heizwerte der einzelnen Rohenergieträger in kWh wurde mit folgenden Heizwerten gerechnet:

a) Import-Kohle

Steinkohle	7 500 kcal/kg
Koks	7 000 kcal/kg
Steinkohlenbrikette	7 000 kcal/kg
Braunkohlenbrikette	4 800 kcal/kg
Braunkohle	4 800 kcal/kg

Der mittlere Heizwert beträgt etwa 7000 kcal/kg, berechnet aus den zur Verfügung stehenden Mengen der verschiedenen Kohlenarten.

b) Inland-Kohle

Walliser Anthrazit	4 600 kcal/kg
Braunkohle	4 500 kcal/kg
Schieferkohle	1 200 kcal/kg
c) Holzkohle	6 750 kcal/kg
d) Brennholz	3 500 kcal/kg
e) Torf	3 000 kcal/kg
f) Flüssige Brennstoffe	10 000 kcal/kg

aus den schweizerischen Gaswerken, hat sich von 870 000 t im Jahre 1910 auf 1 530 000 t im Jahre 1939 erhöht. Im Jahre 1950 betrug der Kohlenverbrauch infolge Umstellung auf Heizöl nur noch etwa 1 200 000 t.

Die für die Berechnung der Nutzenergie verwendeten Wirkungsgrade entsprechen praktisch den erzielbaren Jahreswirkungsgraden bei sachgemäßer Feuerführung.

Wirkungsgrade verschiedener Heizungssysteme, bezogen auf den gesamten Winterbetrieb:

Warmwasserfernheizung	etwa 68 %
Warmwasserheizung mit Koks	etwa 69 %
Kachelofenheizung	etwa 60 %
Warmwasserheizung mit verkleideten Radiatoren	etwa 55 %
Warmwasser-Etagenheizung	etwa 50 %
Eiserne Füllöfen	etwa 40 %

ac) Inlandkohlenverbrauch

Bei der Inlandkohle wurde als Verbrauch die jährliche Förderung angenommen. Eine Aufteilung des Verbrauchs an Inlandkohle auf die Verbrauchergruppen Raumheizung und Industrie wurde mangels zuverlässiger Angaben nicht gemacht. Wird die Inlandkohle in Zentralheizungen verfeuert, so kann man mit folgenden Wirkungsgraden rechnen:

Walliser Anthrazit	50 %
Braunkohle (Kander)	55 %
Schieferkohle	45 %

b) Holzverbrauch

Als jährlicher Brennholzverbrauch wurde die eigene jährliche Nutzung, einschließlich Import angenommen, da kaum anzunehmen ist, daß in normalen Zeiten größere Lagerbestände angehäuft werden.

c) Torfverbrauch

Wie beim Brennholz haben wir auch bei Torf den jährlichen Verbrauch der eigenen Förderung zuzüglich Import gleichgesetzt. Während des zweiten Weltkrieges wurde von der Industrie während einiger Jahre bis zu $\frac{1}{3}$ des gesamten Torfverbrauchs absorbiert.

d) Gasverbrauch

Die Aufteilung des Gasverbrauches auf die Verbrauchergruppen Haushalt und Industrie ist nicht genau bekannt, dürfte aber seit Jahren im Durchschnitt etwa bei 80 % für Haushalt und 20 % für Industrie und Gewerbe liegen. Eine detaillierte Untersuchung der Wärmeanwendungen des Gases, wie wir sie bei der Elektrizität durchgeführt haben, war hier nicht möglich, da keine Statistik über angeschlossene Kochherde, Warmwasserapparate und Gasheizapparate besteht. Die Untersuchung über den Nutzenergieverbrauch wurde deshalb gesamthaft durchgeführt. Der durchschnittliche Wirkungsgrad, mit welchem das Gas durch Verbrennung in Wärme umgesetzt wird, beträgt heute etwa 63 %. Die mittleren Wirkungsgrade beim Gasherd betragen heute je nach Qualität des Kochgeschirrs und der Brenner 55 bis 65 %, bei Gasboilern etwa 80 %, bei der Gasheizung für Einbaubrenner etwa 65 % und für Heizkessel etwa 80 %. (Diese Angaben sind einer Veröffentlichung von F. Jordi in der «NZZ» vom 28. Januar 1949 entnommen.)

e) Heizölverbrauch

Für die Jahre 1910 bis 1948 haben wir den Verbrauch gleich dem Import angenommen, da für diese Jahre noch kaum größere Reservemöglichkeiten vorhanden waren. In den folgenden Jahren haben wir dann mit dem ungefähren jährlichen Verbrauch gerechnet.

Früher wurden fast ausschließlich Industrieanlagen mit Ölfeuerung eingerichtet. Die Wirkungsgrade solcher Anlagen betrugen 1916 etwa 60 %. Moderne Anlagen arbeiten heute mit Wirkungsgraden bis zu 85 %. In den letzten Jahren sind zahlreiche Zentralheizungen für Ölfeuerung eingerichtet worden, die aber mit kleineren Jahreswirkungsgraden arbeiten. Als durchschnittlicher Jahreswirkungsgrad für sämtliche Anlagen kann man gegenwärtig mit etwa 75 % rechnen.

f) Elektrizitätsverbrauch

fa) Wärmeanwendungen in Haushalt und Gewerbe

Für die Untersuchung des Energieverbrauchs bzw. des Nutzenergieverbrauchs für Wärmeanwendungen in Haushalt und Gewerbe dienten folgende Unterlagen:

Ab 1931 die jährlichen Erhebungen des VSE «Der Verbrauch elektrischer Energie für Haushalt und Gewerbe in der Schweiz».

Für die Periode 1910 bis 1930 haben wir die Entwicklung der angeschlossenen Apparate aus Veröffentlichungen des SWV, dem Buche von Professor Wyß-

ling: «Die Entwicklung der schweizerischen Elektrizitätswerke und ihre Bestandteile», sowie Geschäftsberichten von Elektrizitätswerken entnommen. Ferner verweisen wir auf die Veröffentlichung des Schweizerischen Energie-Konsumenten-Verbandes aus dem Jahre 1930: «Über den Ersatz der in der Schweiz benötigten Brennstoffe durch hydroelektrische Energie». Auf Grund dieser Zahlen haben wir dann mit dem mittleren Jahresverbrauch für die betreffenden Apparate den Energieverbrauch berechnet.

Wirkungsgrade von elektrischen Wärmeapparaten

Bei Kochherden sind in den letzten 40 Jahren durch Verbesserungen der Konstruktion Einsparungen im Stromverbrauch von 15 bis 20 % erreicht worden.

Die mittleren Jahreswirkungsgrade der Heißwasserspeicher und Futterkocher haben sich von etwa 70 % im Jahre 1910 auf etwa 80 % heute verbessert.

Großwasserspeicher arbeiten mit einem mittleren Jahreswirkungsgrad von etwa 80 %.

Bei den kleinen Wärmeapparaten dominieren bezüglich des Wärmeverbrauchs jedenfalls die Heizöfen. Diese arbeiten aber durchwegs mit einem Wirkungsgrad von 100 %. Bügeleisen, Kocher, Heizkissen und derartiges kommen ja nicht allzu oft in Anwendung.

Wir haben für die kleinen Wärmeapparate mit einem mittleren Jahreswirkungsgrad von 90 % im Jahre 1910 und mit 95 % heute gerechnet.

Bei Backöfen für Bäckereien und Konditoreien war 1920 noch kein beträchtlicher Fortschritt der Wirkungsgrade zu verzeichnen. Derselbe trat erst 1930 ein und hat sich seitdem nicht mehr bedeutend steigern können. Wir haben mit folgenden Wirkungsgraden gerechnet:

ab 1910	35 %
ab 1920	40 %
ab 1930	60 %
ab 1940	65 %

Bei den vorstehenden Angaben handelt es sich nicht etwa um maximale Heizwirkungsgrade, sondern um mittlere Jahreswirkungsgrade, wie sie sich in der Praxis ungefähr ergeben.

fb) Wärmeanwendungen in der Industrie

Elektrokessel

Der Energieverbrauch für Elektrokessel ist ab 1931 den Erhebungen des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft entnommen. Vor 1931 ist der Verbrauch auf Grund der Entwicklung der installierten Leistung der Elektrokesseln angenommen (siehe Bulletin SEV Nr. 2, 1949) geschätzt worden. Die Wirkungsgrade für solche Anlagen sind praktisch gleich geblieben. In dieser Untersuchung wurde mit einem mittleren Wirkungsgrad von 97 % gerechnet.

Elektrowärme für Elektrostahlöfen und Erzverhüttungsöfen

Der Energieverbrauch für Elektrostahlöfen und Erzverhüttungsöfen wurde uns zum Teil von einigen Firmen bekanntgegeben, zum andern Teil haben wir ihn aus der Stahleisenproduktion berechnet. Die Wirkungsgrade, mit denen wir gerechnet haben, sind Werte aus der Praxis, sie wurden uns von einem Fachmann der Stahlindustrie mitgeteilt. Diese können natürlich stark ändern, je nachdem die Öfen mit einer, zwei oder mehreren Chargen täglich beschickt werden. Wir haben

mit folgenden mittleren Jahreswirkungsgraden gerechnet:

ab 1910	50 %
ab 1920	55 %
ab 1930	60 %

Übrige Wärmeanwendungen

Die mannigfältigen Anwendungen der Elektrowärme in der Industrie, wie Brennöfen der keramischen Industrie, Emaillieröfen, Glühöfen, Trockenöfen, Schmelzöfen, Raumheizung usw., erschweren es sehr, einen praktischen Jahreswirkungsgrad für die verschiedenen Wärmeanwendungen zu bestimmen, um so mehr als für die einzelnen Anwendungen keine jährlichen Verbrauchszahlen bekannt sind. Für diese Wärmeapparate haben wir mit einem mittleren Jahreswirkungsgrad von 75 % im Jahre 1910 und mit 85 % heute gerechnet.

Elektrische Zugheizung

Der Energieverbrauch für die Zugheizung im Winter beträgt bei der SBB etwa 4 % vom totalen Jahresverbrauch. Mit diesem Prozentsatz haben wir auch für die übrigen Bahnen gerechnet; Wirkungsgrad: 100 %.

II. Mechanische Arbeit

a) Kohlen- und Holzverbrauch

Schweizerische Bundesbahnen und private Transportanstalten

Den jährlichen Kohlenverbrauch der SBB und der privaten Transportanstalten haben wir für die Jahre 1910 bis 1934 einer Veröffentlichung des Schweizerischen Wasserwirtschaftsverbandes (Verbandschrift Nr. 21) entnommen. In dieser ist der während des ersten Weltkrieges auf Kohle umgerechnete Holzverbrauch eingeschlossen. Ab 1935 sind uns die Werte von den SBB bzw. dem Kohlenverband Schweizerischer Transportanstalten zur Verfügung gestellt worden.

Der mittlere Wirkungsgrad der Dampflokomotiven (am Zughaken) ist von rund 7 % im Jahre 1910 auf rund 5 % bei der heutigen, nur noch geringen Dampftraktion zurückgegangen.

b) Holzkohlenverbrauch

Für die während des zweiten Weltkrieges verbrauchte Holzkohle für Fahrzeuge haben wir mit einem Wirkungsgrad von 10 % gerechnet.

c) Benzin- und Benzolverbrauch

Die mittleren Wirkungsgrade am Radumfang von Benzinfahrzeugen, mit denen wir den Nutzenergieverbrauch berechneten, sind uns von der Firma A. Saurer, Arbon, wie folgt angegeben worden:

Baujahre	η tot. %
1910—1920	14
1920—1930	16
1930—1940	18
1940—1950	20

Da der totale Wirkungsgrad stark von Geschwindigkeit, Fahrzeugbelastung, Reifenkonstruktion und Fahrbahnbeschaffenheit abhängig ist, handelt es sich bei den Wirkungsgradangaben nicht um Optimalwerte, die zu der betreffenden Zeit mit den Fahrzeugen erreichbar

waren, sondern um den Mittelwert über dem ganzen möglichen Fahrbereich. Dies gilt auch für Dieselfahrzeuge.

d) Dieselölverbrauch

Wie für die Benzinfahrzeuge, sind uns auch die Wirkungsgrade für Dieselfahrzeuge von der Firma A. Saurer, Arbon, wie folgt angegeben worden:

Baujahre	η tot. %	Dieselmotor
1910—1920	16	
1920—1930	22	
1930—1940	25	
1940—1950	28	

Für ortsfeste Dieselmotoren haben wir mit einem mittleren Wirkungsgrad von 30 % gerechnet.

Als jährlichen Verbrauch an Benzin, Benzol und Dieselöl haben wir für die Jahre 1910 bis 1946 den Import gleich Verbrauch angenommen, und ab 1947 haben wir eine gewisse Lagerung angenommen, da keine zuverlässigen Werte über den wirklichen Verbrauch erhältlich waren.

e) Elektrizitätsverbrauch

Bahnen

Den Energieverbrauch der Bahnen haben wir für die Jahre 1910 bis 1930 der Verbandschrift Nr. 21 des Schweiz. Wasserwirtschaftsverbandes entnommen und ab 1931 den jährlichen Veröffentlichungen des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft. Von den darin aufgeführten jährlichen Verbrauchszahlen haben wir den Verbrauch für Licht- und Wärmeanwendungen in Abzug gebracht.

Der Wirkungsgrad von Elektrolokomotiven beträgt am Zughaken inkl. Verluste im Fahrdräht etwa 70 %. Die Wirkungsgrade sind im Verlaufe der Jahre praktisch gleich geblieben.

Industrie

Bei der Ermittlung des Stromverbrauches für mechanische Arbeit in der Industrie waren wir auf Schätzungen angewiesen, die sich auf Angaben stützten, die uns von einer Anzahl Industrien über ihren Stromverbrauch gemacht wurden.

Auf Grund dieser Angaben haben wir dann aus den jährlichen Veröffentlichungen des Eidg. Amtes für Elektrizitätswirtschaft über die «Erzeugung und Verwendung der elektrischen Energie»:

1. die Verbrauchergruppe «Allgemeine Industrie» wie folgt aufgeteilt:

motorische Kraft	90 %
Licht	5 %
Wärme ⁴	5 %

2. die Verbrauchergruppe «Chemische, metallurgische und thermische Anwendungen» wie folgt aufgeteilt:

motorische Kraft	10,0 %
Licht	1,5 %
chemisch gebundene Energie	
und Wärmeanwendungen	88,5 %

Für die Berechnung des Nutzenergieverbrauchs der Elektromotoren in der Industrie haben wir durchwegs

⁴ Bei Industrien, in denen die Wärmeanwendungen mehr als jährlich 200 000 kWh betragen, sind dieselben unter «Chemische, metallurgische und thermische Anwendungen» aufgeführt.

mit einem mittleren Jahreswirkungsgrad von 84 % gerechnet, da die Wirkungsgrade in den letzten 40 Jahren praktisch gleich geblieben sind. Die Verbesserungen im Elektromotorenbau sind hauptsächlich die großen Materialeinsparungen.

Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft

Der Energieverbrauch der Elektromotoren dieser Kategorie ist ab 1931 den jährlichen Erhebungen des VSE «Der Verbrauch elektrischer Energie in Haushalt, Gewerbe und Landwirtschaft in der Schweiz» entnommen. Die früheren Jahre wurden an Hand von verschiedenen Veröffentlichungen geschätzt.

Wir haben mit folgenden mittleren Wirkungsgraden gerechnet:

Elektromotoren in Gewerbe und Landwirtschaft	80 %
Kleinmotoren in Haushaltungen	70 %

Der Gesamtverbrauch an elektrischer Energie aller Verbrauchergruppen (ohne Elektrokessel und Verluste und Verbrauch der Speicherpumpen) ergibt im Mittel für die Jahre 1945/49 ungefähr folgende prozentuale Anteile der verschiedenen Energieanwendungen:

motorische Kraft	etwa 39 %
Licht	etwa 7 %
Wärme	etwa 38 %
chemisch gebundene Energie	etwa 16 %

III. Licht

Da für den heute äußerst geringen Verbrauch von Gas und Petroleum für Leuchtzwecke keine zuverlässigen Angaben erhältlich waren, wurde bei vorliegender Untersuchung über die Entwicklung des Lichtes nur der Energieträger Elektrizität berücksichtigt. Auf den Gesamtnutzenergieverbrauch hat dies keinen Einfluß, daß der Anteil des Leuchtgases in der Kategorie Wärmeanwendungen aufgeführt ist.

Für die Untersuchung der Entwicklung der Beleuchtung haben wir uns folgender Quellen bedient:

1. Die jährlichen Erhebungen des VSE über den Verbrauch elektrischer Energie im Haushalt seit 1931.
2. Für die öffentliche Beleuchtung die Geschäftsberichte der Elektrizitätswerke.
3. Für die Beleuchtung in der Industrie wurden uns von einer Anzahl Industrien Angaben über ihren jährlichen Lichtkonsum gemacht. Hierzu haben wir zu bemerken, daß diese Angaben von den Industrien teilweise geschätzt wurden, da nicht immer besondere Meßvorrichtungen vorhanden waren. Im Durchschnitt beträgt

der Anteil der Elektrizität für den Lichtkonsum in sämtlichen Industrien etwa 3 % vom gesamten Verbrauch elektrischer Energie der Industrie.

4. Der jährliche Energieverbrauch für die äußere Beleuchtung der Bahnhöfe, Signale usw. (die Innenbeleuchtung der Stationen ist in der Allgemeinversorgung schon berücksichtigt), sowie für die Beleuchtung der Personen- und Gepäckwagen beträgt nach Aussagen eines Ingenieurs der Betriebsleitung der SBB rund 2 % des Gesamtenergieverbrauchs.

Bei der Berechnung der Nutzenergie wurde der Rohenergieverbrauch gleich Nutzenergieverbrauch gesetzt.

IV. Chemie und Metallurgie

Chemisch gebundene Energie

Infolge der großen Zurückhaltung, die in diesem Industriegebiet üblich ist, war es sehr schwer, genauere Angaben über die Verwendung der verschiedenen Energieträger, speziell für chemisch gebundene Zwecke, sowie über die Wirkungsgrade der Verbrauchsapparate zu erhalten. Von einem kompetenten Fachmann wurden uns Angaben gesamthaft über den Elektrizitäts- und Kohlenverbrauch der chemischen Industrie einschließlich *Ferrolegierungen* und *Karbiderzeugung* für einige Jahre gemacht, für die übrigen Jahre haben wir den Verbrauch extrapoliert. Karbidöfen arbeiten mit einem Wirkungsgrad von 60 bis 65 %, Elektrolyseure mit nahezu 100 %.

Den Anteil der chemisch gebundenen Energie für die *Aluminumerzeugung* haben wir aus der jährlichen Produktion berechnet. Als Grundlage zur Berechnung des Stromverbrauches diente uns ein Aufsatz von M. Preiswerk, veröffentlicht im Bulletin SEV Nr. 25, 1936. Die Wirkungsgrade der Elektrolyse haben wir der Fachliteratur entnommen.

Bei der *Erzverhüttung* im Blas-Hochofen bzw. im Elektroofen wurde nur der Anteil der Kohle, der für die Reduktion notwendig ist, als chemisch gebundene Energie aufgeführt, dasselbe gilt auch für die Reduktionsöfen. Der übrige Verbrauchsanteil an Kohle bzw. Elektrizität wurde unter Wärme aufgeführt. Die anteilige Reduktionskohle für die Erzverhüttung und für die Reduktionsöfen wurde aus der Roheisenproduktion errechnet. (Hochofen Choindez etwa 400 kg Koks/t, Reduktionsöfen etwa 500 kg Koks/t, Erzverhüttung Flums etwa 500 kg Koks/t und Erzverhüttung in Bex etwa 500 kg Koks/t.)

Die in den Elektrostahlöfen verbrauchte elektrische Energie ist unter Wärmeanwendungen aufgeführt.

Wasserkraftnutzung, Energiewirtschaft

Maggia-Kraftwerke

Bei den Maggia-Kraftwerken konnte die Zentrale Verbano der untersten Kraftwerkstufe seit Ende März 1953 mit dem Wasser der Melezza (Centovalli) und des Isorno (Val Onsernone) betrieben werden. Mitte Dezember 1953 wurden nun auch die Abflüsse der Maggia, der Bavona und der Rovana (Val di Campo) dem Sammelbecken Palagnedra zugeleitet. Damit kann die Leistung der Zentrale Verbano mehr als verdoppelt werden.

Gründung der Engadiner Kraftwerke AG (EKA)

Am 9. Januar 1954 ist in St. Moritz die Engadiner Kraftwerke AG (Ouvras Electricas d'Engiadina S.A., Officine Elettriche dell'Engadina S. A.), kurz EKA genannt, mit Sitz in Zernez und mit einem Anfangskapital von Fr. 1 000 000.—, gegründet worden. Zweck der Gesellschaft sind Bau und Betrieb von Kraftwerken zur Nutzbarmachung der Wasserkräfte des Engadins und benachbarter Einzugsgebiete. Sie wird sich dabei auf die Vor-