

Energieflüsse und Klimaziele

Massnahmen | In der letzten Ausgabe wurden die bisherige Entwicklung der klimawirksamen Kennzahlen der Schweiz sowie deren notwendige Entwicklung bis 2050 zur Erreichung der Klimaziele dargelegt.[1] Ergänzend seien hier die entsprechenden Energieflüsse veranschaulicht, zunächst nur für 2030, aber für das strengere 1,5-°C-Klimaziel mit den entsprechenden CO₂-Emissionen.

VALENTIN CRASTAN

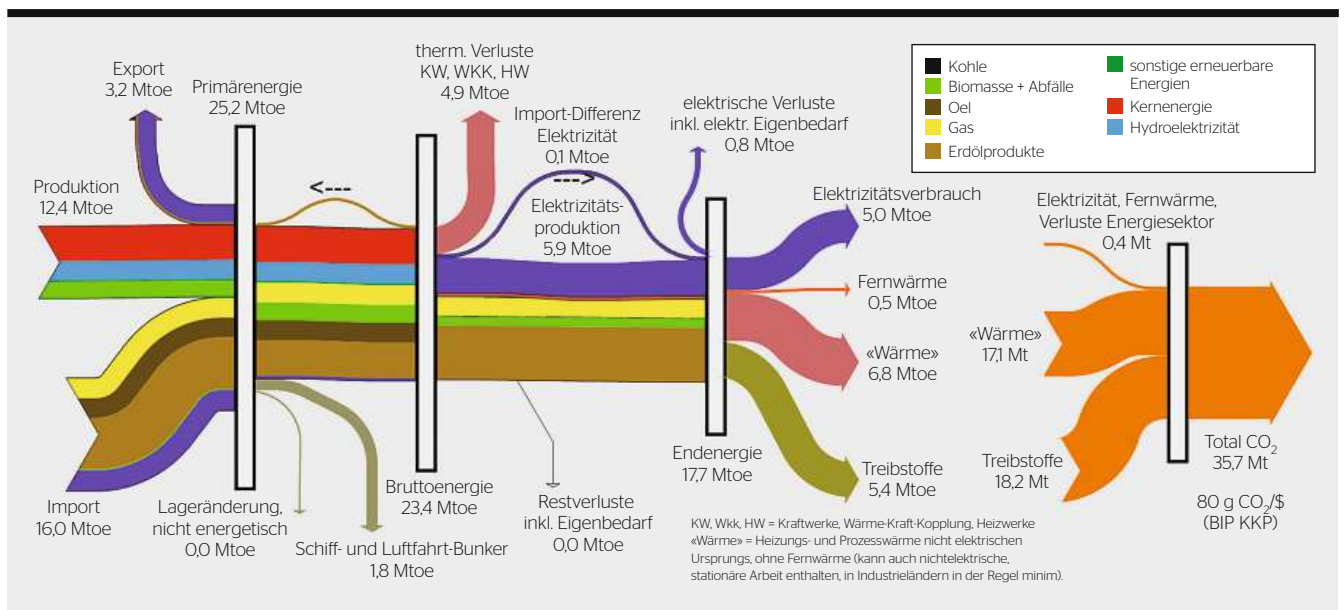


Bild 1 Energiefluss im Jahr 2018 im Schweizer Energiesektor von der Primärenergie über die Bruttoenergie zu den vier Endenergien, mit entsprechenden CO₂-Emissionen. Bruttoenergie = Endenergie + Verluste des Energiesektors.

Es führt kein Weg daran vorbei: Die Menschheit muss den Ausstoss von CO₂ deutlich reduzieren, will sie die gesteckten Klimaziele erreichen. Das ist eine Herkulesaufgabe, welche die internationale Gemeinschaft aber nur gemeinsam bewältigen kann.

Energieflüsse im Jahr 2018

Bild 1 zeigt den Energiefluss im Energiesektor von der Primärenergie über die Bruttoenergie (oder Bruttoinlandverbrauch) zur Endenergie sowie die entsprechenden CO₂-Emissionen. Alle Energien werden in Mtoe (Megatonnen Öl-Äquivalente, 1 Mtoe entspricht 11,6 TWh) angegeben. Primärenergie und Bruttoenergie werden durch die verwendeten Energieträger veranschaulicht:

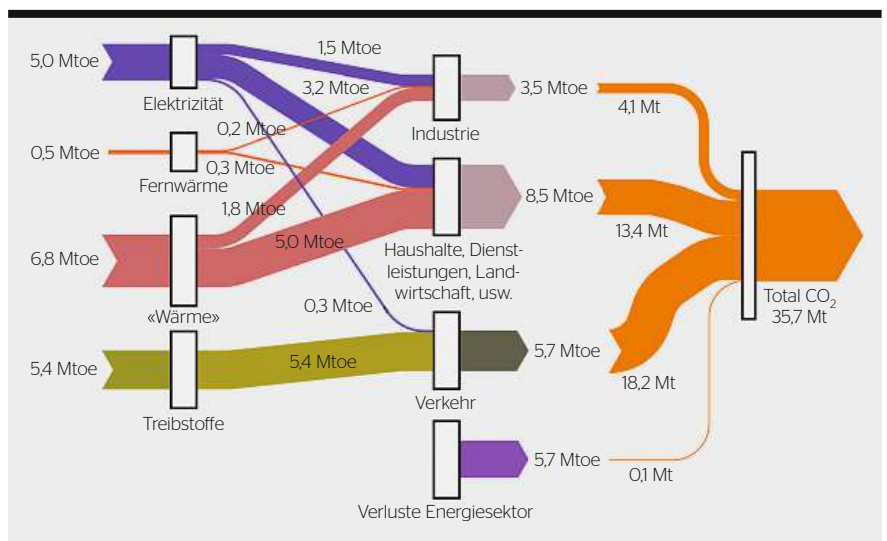


Bild 2 Energiefluss der vier Endenergien zu den Endverbrauchern und entsprechende CO₂-Emissionen 2018 in der Schweiz.

Bilder: Valentin Crastan

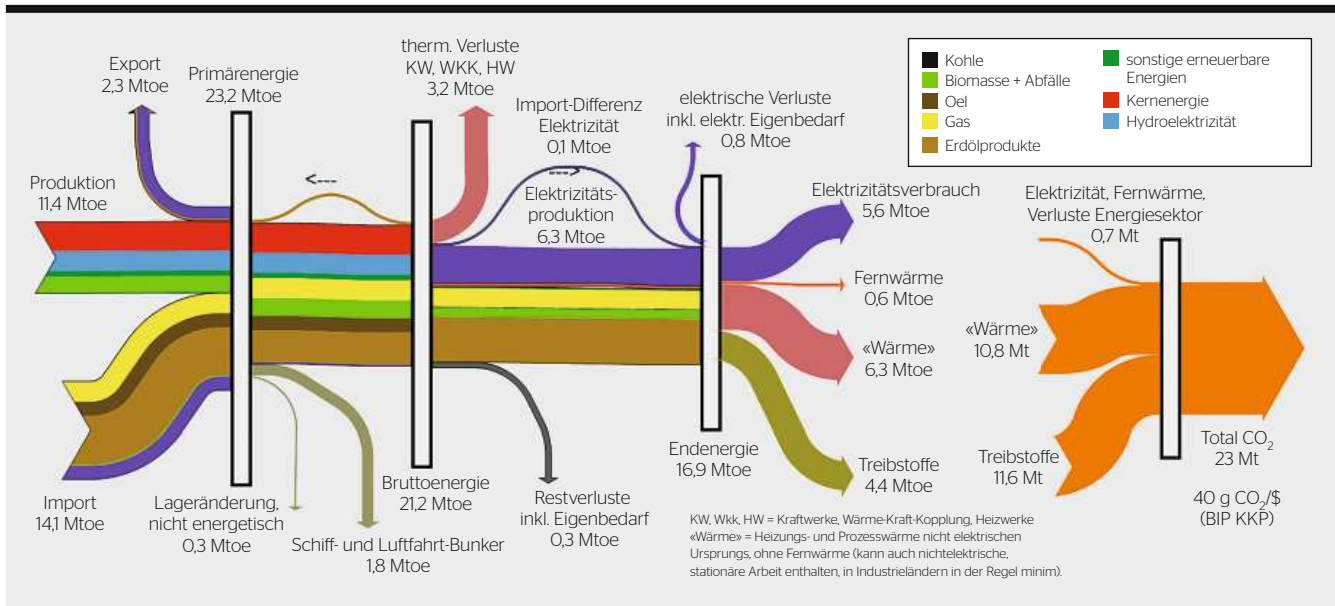


Bild 3 1,5-°C-Ziel: Energiefluss im Jahr 2030 im Schweizer Energiesektor von der Primärenergie über die Bruttoenergie zu den vier Endenergien, mit entsprechenden CO₂-Emissionen. Bruttoenergie = Endenergie + Verluste des Energiesektors.

Die Primärenergie ist die Summe aus einheimischer Produktion und effektiven Importen abzüglich Exporte von Energieträgern.

Die Bruttoenergie ergibt sich aus der Primärenergie nach Abzug des nicht-energetischen Bedarfs (zum Beispiel für die chemische Industrie) und eventueller Lagerveränderungen. Abgezogen werden auch die für die internationalen Schiff- und Luftfahrt-Bunker benötigten Energiemengen. Die entsprechenden CO₂-Emissionen werden nur weltweit erfasst.

Es ist die Aufgabe des Energiesektors, den Verbrauchern Energie in Form von Endenergie zur Verfügung zu stellen. Dabei werden vier Formen von Endenergie unterschieden: Elektrizität, Fernwärme, Treibstoffe und «Wärme». Letztere besteht hauptsächlich aus nichtelektrischer Heizungs- und Prozesswärme (aus fossilen oder erneuerbaren Energien) und beinhaltet keine Fernwärme. Stationäre Arbeit nicht-elektrischen Ursprungs kann ebenfalls enthalten sein (zum Beispiel stationäre Gas-, Benzin- oder Dieselmotoren sowie Pumpen); zumindest in Industrieländern ist dieser Anteil jedoch minim. Mit der Umwandlung von Bruttoenergie in Endenergie sind Verluste verbunden, die gesamthaft als Verluste des Energiesektors bezeichnet werden. Diese Verluste setzen sich aus den thermischen Verlusten in Kraftwerken (thermodynamisch bedingt) sowie in

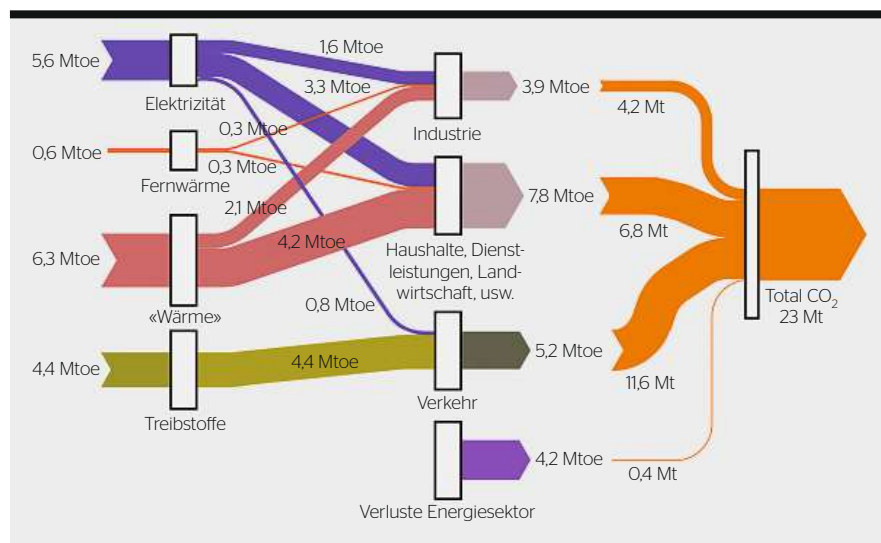


Bild 4 1,5-°C-Ziel: Energiefluss der vier Endenergien zu den Endverbrauchern und entsprechende CO₂-Emissionen 2030 in der Schweiz.

Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen und in Heizwerken zusammen. Ebenso sind die elektrischen Verluste im Transport- und Verteilungsnetz, einschliesslich elektrischen Eigenbedarfs des Energiesektors sowie die Restverluste des Energiesektors (zum Beispiel in Raffinerien und Fernwärmenetzen) Teil davon.

Das Schema zeigt ferner die mit den Verlusten des Energiesektors und dem Verbrauch der Endenergien verbundenen, also vom Bruttoinlandverbrauch verursachten, CO₂-Emissionen in Mt. Der grösste Teil der Verluste des Energiesektors ist in der Regel mit der Elektrizitäts-

und Fernwärmeproduktion gekoppelt, weshalb die CO₂-Emissionen dieser drei Faktoren zusammengefasst werden.

Bild 2 veranschaulicht den Energiefluss der Endenergie zu den Endverbrauchern. Die vier Endenergiearten werden auf die drei Endverbrauchergruppen verteilt und die CO₂-Emissionen diesen Verbrauchergruppen zugeordnet.

Die Endverbraucher sind (gemäss IEA-Statistik):

- Industrie
- Haushalt, Dienstleistungen, Landwirtschaft etc.
- Verkehr

Zur Bildung der Gesamt-Emissionen sind noch die CO₂-Emissionen des Energiesektors, das heisst der im Energiesektor entstehenden Verluste, hinzuzufügen.

Energieflüsse im Jahr 2030

Eine für die Einhaltung des 1,5°C-Klimaziels notwendige und realistische Redimensionierung der Energieflüsse, zur Einhaltung der in [1] gegebenen

Kennzahlen, wird in **Bild 3** für den Energiefluss im Energiesektor und in **Bild 4** für den Energiefluss der Endenergien dargestellt, inklusive der zugehörigen Reduktion der CO₂-Emissionen. Klar ersichtlich sind die dazu notwendigen Massnahmen, vor allem eine starke Verminderung des Ölanteils, mit Zunahme der Elektrifizierung im Treibstoffbereich und der Geothermie sowie des Gasanteils im Wärmebereich.

Referenz

[1] Valentin Crastan, «Klimawirksame Kennzahlen», Bulletin SEV/VSE 10/2020, S. 20-23.



Autor

Prof. em. Dr. Ing. **Valentin Crastan** war Professor für Energiesysteme und Regelungstechnik sowie Vorsteher der Abteilung Elektrotechnik und Kommunikationssysteme an der Berner Fachhochschule, Technik und Informatik in Biel.
→ valentin.crastan@bluewin.ch

RÉSUMÉ

Flux énergétiques et objectifs climatiques

Mesures

La dernière édition présentait l'évolution jusqu'à présent des chiffres-clés de la Suisse agissant sur le climat, ainsi que l'évolution nécessaire de ces chiffres d'ici à 2050 si l'on veut atteindre les objectifs climatiques. En complément, sont illustrés ici les flux énergétiques correspondants, actuellement pour 2030 uniquement, mais en tenant compte de l'objectif climatique plus strict de 1,5°C, avec les émissions de CO₂ correspondantes. Il n'existe pas d'autre alternative: les humains doivent réduire nettement les émissions de CO₂ s'ils veulent atteindre les objectifs climatiques fixés. C'est

une tâche herculéenne, que la communauté internationale ne peut mener à bien que si elle unit ses forces.

Les mesures visant à redimensionner les flux énergétiques et, ainsi, à respecter les chiffres-clés indiqués dans le numéro d'octobre sont évidentes: sans une forte diminution de la part de pétrole et, parallèlement, une plus forte électrification dans le domaine des carburants ainsi qu'une plus grande importance donnée à la géothermie et à la part du gaz dans le domaine de la chaleur, il sera impossible d'atteindre l'objectif climatique de 1,5°C.

MR