

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 92 (2000)
Heft: 1-2

Artikel: Perspektivenwechsel bei der ökologischen Bewertung von Stromprodukten?
Autor: Sutter, Christoph
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940233>

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: 10.02.2026

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

Perspektivenwechsel bei der ökologischen Bewertung von Stromprodukten?

■ Christoph Sutter¹

Die sich verändernden Rahmenbedingungen im Elektrizitätsmarkt fordern in vielen Bereichen eine erneute Analyse der bis anhin gültigen Ansätze und Mechanismen. Dies gilt ebenfalls für die ökologische Bewertung von Stromprodukten. Der vorliegende Artikel schlägt einen Perspektivenwechsel bei der ökologischen Bilanzierung von Elektrizität vor. In den liberalisierten Märkten der Zukunft sollte weniger ein nationaler oder europäischer Elektrizitätsmix als vielmehr der individuelle, kundenspezifische Elektrizitätsmix ökologisch beurteilt werden. Die vorteilhaften Ökobilanzwerte erneuerbarer Energien können dadurch direkt an die Kunden weitergegeben werden und stellen damit einen Mehrwert dar.

Einleitung

In den vergangenen Jahren hat sich die Methode der Ökobilanzierung zur ökologischen Bewertung von Elektrizität etabliert. Das Bewertungsinstrument der Ökobilanzierung erfasst verschiedenste Umweltauswirkungen über den gesamten Lebenszyklus des Produktes. Somit werden nicht nur Umweltbeeinträchtigungen, die direkt bei der Elektrizitätsproduktion entstehen, sondern auch die vor- und nachgelagerten Prozesse in die Beobachtung einbezogen.

Trotz klaren Schwachpunkten bei der Beurteilung lokaler Umweltauswirkungen (z.B. vernachlässigte Gewässerökologie) ist die Ökobilanzierung zum heutigen Zeitpunkt das wohl am weitesten entwickelte Instrument für einen transparenten ökologischen Vergleich verschiedener Erzeugungstechnologien im Elektrizitätssektor.

Die Methodik der Ökobilanzierung von Elektrizität hat sich innerhalb von monopolistisch organisierten Elektrizitätsmärkten entwickelt. Im folgenden soll die Frage beleuchtet werden, ob und wie die Methodik der Ökobilanzierung für Elektrizitätsprodukte in liberalisierten Märkten modifiziert werden sollte.

¹ Der Artikel beruht auf der Diplomarbeit des Autors «Ökobilanzierung ‹grüner› Stromprodukte in liberalisierten Märkten», welche im Rahmen des Eawag-Projektes «Ökostrom» erarbeitet wurde.

Die gemachten Betrachtungen werden im Rahmen dieses Artikels am Beispiel der beiden Umweltbelastungen Kohlenmonoxid (CO_2) und Hochaktive Abfälle (HAA) quantifiziert. Für die übrigen Umweltbeeinträchtigungen gelten analoge Überlegungen.

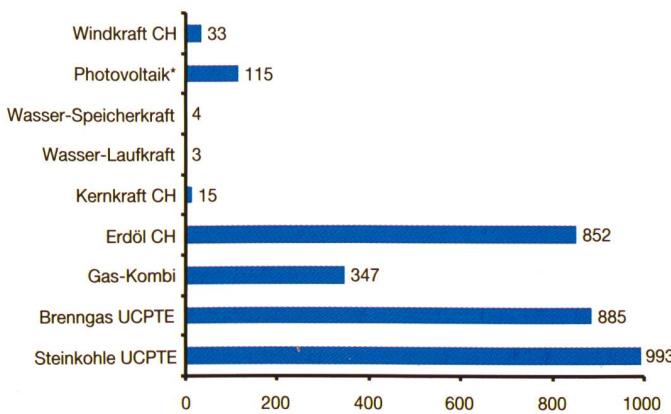
Status quo: das Pool-Modell

Bei der Ökobilanzierung von Strom hat sich bis heute insbesondere das «Pool-Modell» etabliert. Dabei wird der durchschnittliche Strommix in einem geographisch abgegrenzten Gebiet bilanziert. Als Grundlage für die Bilanzierung der Elektrizität dienen Öko-inventare einzelner Kraftwerke resp. Kraftwerkstypen. Diese Inventare sind für eine

große Anzahl von Kraftwerkstypen erhoben². Es handelt sich dabei um eine systematische, quantitative Inventarisierung zahlreicher Umweltbelastungen, welche durch die Energieproduktion (inklusive der vor- und nachgelagerten Prozesse) mit den entsprechenden Technologien entstehen. Beispielsweise sind die CO_2 -Emissionen und die anfallenden hochaktiven Abfälle für verschiedene Kraftwerkstypen in den Bildern 1 und 2 dargestellt.

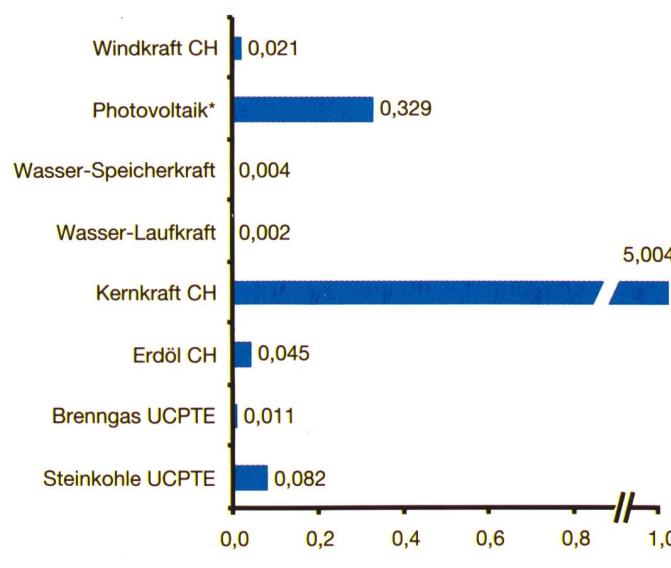
Die Kilowattstunde Strom innerhalb des Pools wird als Durchschnittswert gemäß

² Vgl. Frischknecht et al. (1996) und Frischknecht (1998).



Anmerkung: *3 kWp, Schrägdachanlage, m-Si Paneel ■ g CO_2 /kWh

Bild 1. CO_2 -Emissionen verschiedener Stromproduktions-technologien.
Quelle:
Gas-Kombi:
Frischknecht
(1998); übrige:
Frischknecht et al.
(1996).



Anmerkung: * 3 kWp, Schrägdachanlage, m-Si Paneel ■ mm³ HAA/kWh

Bild 2. Hochaktive Abfälle (HAA) verschiedener Stromproduktions-technologien.
Quelle: Frischknecht et al. (1996).

dem Verhältnis der verschiedenen Produktionstechnologien innerhalb des Poolgebietes bilanziert.

Bei den für die Ökobilanzen betrachteten Systemen handelt es sich meistens um nationale oder gesamteuropäische Poole. Entsprechend wird ein nationaler oder europäischer Strommix berechnet. Alle Stromkonsumenten innerhalb des Poolgebietes beziehen Strom mit einer identischen Ökobilanz.

Mangelnde Kundensicht des Pool-Modells

Die oben skizzierte Methodik zur ökologischen Bilanzierung von Elektrizität hat sich im Rahmen einer durch Gebietsmonopole charakterisierten Elektrizitätswirtschaft entwickelt.

In einem bis zu den Endkonsumenten liberalisierten Elektrizitätsmarkt werden die Verbraucher durch die Wahl des Lieferanten und des Produktes selber entscheiden, welchen Strommix sie kaufen. Obwohl sie physisch vorerst den selben Mix wie im monopolistischen System beziehen, entscheiden sie durch die Kanalisierung des Geldflusses, mit welchen Technologien die von ihnen bezogene Menge Elektrizität erzeugt wird.

Ist es unter diesen Umständen gerechtfertigt, im Rahmen der Ökobilanzierung allen Verbrauchern innerhalb des Systems die selben Umweltbelastungen zuzuweisen?

Frischknecht kommt in seiner Arbeit «Life Cycle Inventory Analysis for Decision-Making» zum Schluss, dass bei Produkten

wie Elektrizität die Ökobilanzierung nicht auf physikalischen, sondern auf ökonomischen Tatsachen beruhen sollte. Auch Ménard et al. verweisen darauf, dass «Ökobilanzen die Bestrebungen von Stromverbrauchern, die sich mit wenig umweltbelastendem Strom eindecken, transparent machen sollten».

Möchte man diesen beiden Forderungen innerhalb eines liberalisierten Elektrizitätsmarktes nachkommen, sind neue Konzepte für die Ökobilanzierung von Stromprodukten zu entwickeln. Nationale oder europäische Durchschnittsmodelle können den oben genannten Forderungen nicht gerecht werden. Diese weisen den Elektrizitätsverbrauchern durchschnittliche Umweltbelastungen zu, ohne deren Kaufentscheide zu berücksichtigen.

Im folgenden Abschnitt wird ein Vorschlag präsentiert, wie Elektrizität unter Berücksichtigung persönlicher Präferenzen der Konsumenten ökologisch bilanziert werden kann.

Kontrakt-Modell für liberalisierte Märkte

Die Bilanzierung der von einzelnen Verbrauchern konsumierten Elektrizität soll in liberalisierten Märkten nicht mehr über einen durchschnittlichen Gebietsmix geschehen. Vielmehr sollte die Wahlfreiheit und die damit verbundene Einflussnahme der Konsumenten in der Ökobilanz des bezogenen Stromes berücksichtigt werden. Die Einflussnahme der Konsumenten findet über individuelle Kaufentscheide statt. Somit ist die Verteilung

Zwei Kategorien von grünen Stromprodukten

Im vorgeschlagenen Kontrakt-Modell werden zwei Kategorien von Stromprodukten unterschieden:

Vollversorgungsprodukte

Der Versorgungspark oder die Bezugsrechte des Stromlieferanten müssen auf das Verbrauchsprofil seiner Kunden zugeschnitten sein. Es wird eine mit dem Verbrauch zeitgleiche Produktion zu jedem Zeitpunkt sichergestellt.

(Grüne) Zusatzprodukte

Gegen einen Aufpreis zum herkömmlichen Strom verpflichtet sich der Stromlieferant, die vereinbarte Menge «grünen» Strom zu produzieren oder produzieren zu lassen. Die Produktion findet nicht explizit zeitgleich mit dem vertraglichen Verbrauch statt. Bedingung ist jedoch die buchhalterische Übereinstimmung zwischen Produktion und Verbrauch über einen definierten Zeitraum. Dieser beträgt meistens ein Jahr. Beispiel: Solarstrombörsen.

der Umweltbelastungen so nahe wie möglich an die einzelnen Kaufentscheide zu koppeln. Die Zuteilung der Umweltbelastungen soll auf Basis der vom Verbraucher eingegangenen Verträge vorgenommen werden, das Modell wird dementsprechend als «Kontrakt-Modell» bezeichnet.

In deregulierten Märkten wird der Verbraucher zwischen verschiedenen Grundversorgungen und eventuellen Zusatzprodukten wählen können. Im hier vorgeschlagenen Kontrakt-Modell werden somit zwei unterschiedliche Produktkategorien unterschieden: Vollversorgungsprodukte und (grüne) Zusatzprodukte (siehe Kasten).

Beim Vollversorgungsprodukt wird grundsätzlich der Energiemix des gewählten Stromversorgers bilanziert. Dabei soll der auf Verträgen beruhende, übers Jahr gemittelte Elektrizitätsmix verwendet werden. Das gewählte Vollversorgungsprodukt kann vom Konsumenten mit einem oder mehreren (grünen) Zusatzprodukten ergänzt werden. Die verschiedenen Produkte werden einzeln bilanziert. Die dazu benutzte Datengrundlage (Umweltbelastungen pro Kilowattstunde einer spezifischen Erzeugungstechnologie, siehe Bilder 1 und 2) bleibt dieselbe.

Die Bilanzen der einzelnen Produkte werden anschliessend zu einem individuellen Elektrizitätsmix des Konsumenten zusammengefügt. Jedem Stromkonsumenten wird somit gemäss abgeschlossenen Kaufverträ-

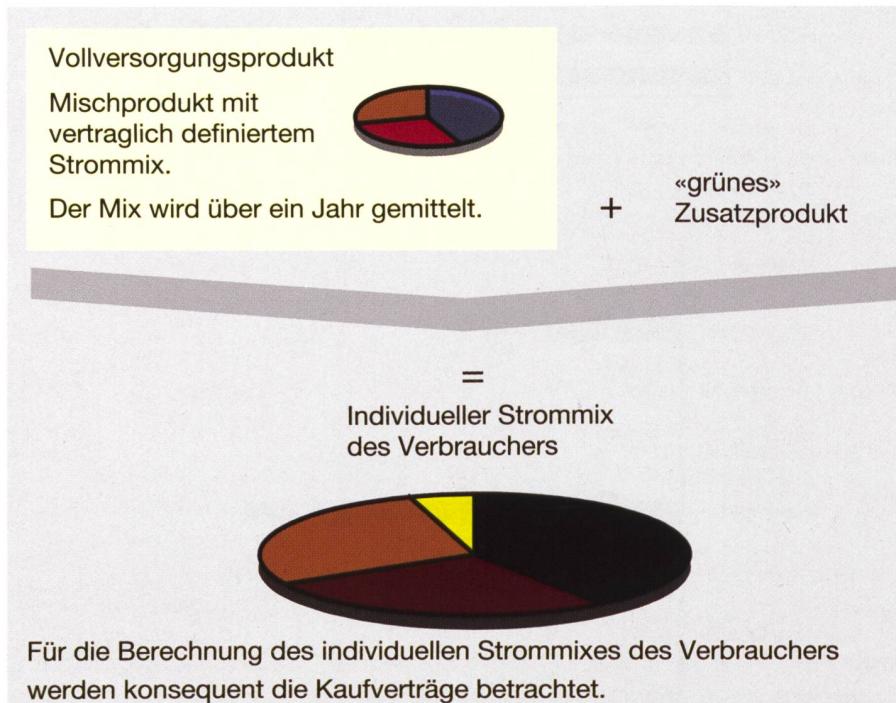


Bild 3. Vorgeschlagenes Kontrakt-Modell für die Ökobilanzierung von Elektrizität auf der Ebene der Verbraucher: Die einzelnen Produkte werden zu einem individuellen Elektrizitätsmix zusammengefügt. Bilanziert wird über den Zeitraum eines Jahres.

gen eine individuelle Ökobilanz für den von ihm bezogenen Strom zugewiesen (siehe Bild 3). Die so berechneten Ökobilanzdaten der Elektrizität können anschliessend in die Ökobilanzen der entsprechenden Betriebe und Produkte übernommen werden.

Beispiel:

Haushalt mit Solarstromabonnement

Als Beispiel dient ein Haushalt in der Stadt Zürich mit einem totalen Jahresverbrauch von 3646 kWh Elektrizität. Zurzeit hat er bei der elektrischen Grundversorgung noch keine Wahlfreiheit und bezieht das «Vollversorgungsprodukt» vom Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz). Zusätzlich hat der Haushalt bei der Solarstrombörsen 200 kWh/Jahr Photovoltaikstrom als grünes Zusatzprodukt abonniert.

Somit bezieht der betrachtete Haushalt vertraglich gesehen im Jahr 3446 kWh Strom aus dem konventionellen Mix des ewz und 200 kWh Solarstrom. Diese beiden Produkte bilden zusammen den individuellen Elektrizitätsmix des Verbrauchers (siehe Tabelle 1).

Vergleich Pool-/Kontrakt-Modell

Beim Vergleich des vorgeschlagenen Kontrakt-Modells mit einem nationalen Elektrizitätsmix fällt auf, dass der Vorschlag die anfallenden Umweltbelastungen deutlich verursachergerechter verteilt als das Pool-Modell (siehe Tabelle 2).

Beide Modelle eignen sich schlecht, um eine physikalische Realität wiederzugeben. Denn physikalisch gesehen beziehen die einzelnen Verbraucher weder exakt den durchschnittlichen Elektrizitätsmix eines Landes noch den vertraglich begründeten Strommix.

Ebenfalls arbeiten beide Modelle mit einem Elektrizitätsmix, welcher über ein Jahr hinweg gemittelt wird. Damit werden einer Kilowattstunde Strom unabhängig von der Tages- oder Jahreszeit dieselben Umweltbelastungen angerechnet. Individuelle Abwei-

| | Kontrakt-Modell | Pool-Modell |
|--|-----------------|-------------|
| Verteilung der Umweltbelastungen nach dem Verursacherprinzip | ++ | -- |
| Widerspiegelung der physikalischen Realität | -- | - |
| Differenzierung individueller zeitlicher Konsummuster | - | - |
| Operationalisierbarkeit | + | ++ |

++ = klare Stärke; + = Stärke; - - = klare Schwäche; - = Schwäche

Tabelle 2. Vergleichende Stärken/Schwächen-Analyse für die Ökobilanzierung mit den beiden Elektrizitätsmodellen «Kontrakt» und «Pool». Betrachtet wird die Bilanzierung des Elektrizitätsverbrauches von individuellen Verbrauchern.

chungen eines einzelnen Verbrauchers vom durchschnittlichen zeitlichen Verbrauchsmuster werden deshalb mit beiden Modellen nicht erfasst. Die Operationalisierung des Kontrakt-Modells wird sich schwieriger erweisen als die eines nationalen Mixes. Bei einer aktiven Mitarbeit der Stromlieferanten dürfte sie jedoch mit sinnvollem Aufwand realisierbar sein.

Handlungsbedarf

Um das vorgeschlagene Bilanzierungskonzept auf der Ebene der Verbraucher realisieren zu können, sind aussagekräftige Energiemixbilanzen der einzelnen Stromlieferanten notwendig. Zurzeit bestehen jedoch nur wenige, oft auf Schätzungen beruhende Daten (Ménard et al., 1998). Genaue Inventare über den Energiemix können nur in Zusammenarbeit mit den einzelnen Unternehmen erarbeitet werden. Durch Kooperation mit den einzelnen Stromlieferanten sollte die Erstellung eines detaillierten Energiemixes auf der Ebene der Stromlieferanten initiiert und gefördert werden.

Damit ein sinnvoller Vergleich zwischen den einzelnen Stromlieferanten möglich wird, ist das Verfahren zur Erhebung der jeweiligen Ökoinventare möglichst weit zu standardisieren. Dies geschieht mit Vorteil von einer neutralen Stelle, welche bereits in Kontakt mit den Stromlieferanten steht.

Für Anbieter von Stromprodukten mit einem grossen Anteil erneuerbarer Energie empfiehlt es sich, produktbezogene Ökobilanzen zu erstellen. Sie können damit die ökologischen Mehrwerte ihres Produktes glaubwürdig und transparent kommunizieren.

Literatur

Frischknecht R. (1998): Life Cycle Inventory Analysis for Decision-Making. Scope Dependent Inventory System Models and Context-specific Joint Product Allocation, Dissertation, Zürich.

Frischknecht R. et al. (1996): Ökoinventare von Energiesystemen. Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz, ETH Zürich, PSI Villigen, 3. Auflage, ENET Bern.

Ménard, M.; Dones, R.; Gantner, U. (1998): Strommix in Ökobilanzen. Auswirkungen der Strommodellwahl für Produkt- und Betriebs-Ökobilanzen, Villigen.

Sutter, C. (1999): Ökobilanzierung «grüner» Stromprodukte in liberalisierten Märkten. Diplomarbeit an der ETH, Zürich (zu beziehen bei: Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz, Kastanienbaum).

| | Bezogener Strom | Anteil im individuellen Mix | CO ₂ | HAA |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Vollversorgungsprodukt: Mischprodukt ewz | 3446 kWh | 95% | 38 g/kWh | 2,74 mm ³ /kWh |
| Zusatzprodukt: Solarstromabonnement | 200 kWh | 5% | 115 g/kWh | 0,33 mm ³ /kWh |
| Individueller Mix | 3646 kWh | 100% | 41 g/kWh | 2,6 mm³/kWh |

Tabelle 1. Individueller Strommix und dessen Ökobilanz für CO₂ und Hochaktive Abfälle (HAA) am Beispiel eines Haushaltes in der Stadt Zürich (Vollversorgung durch ewz) mit Solarstromabonnement. Der Mix wird über den Zeitraum eines Jahres ermittelt.

Daten: Mix ewz: Ménard et al. (1998), Solarstrom: Frischknecht et al. (1996).