

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 81 (1989)
Heft: 7-8

Artikel: Die Kohlendioxid-Belastung der Atmosphäre durch die Schweiz
Autor: Zaugg, Paul
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-940487>

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: 11.01.2026

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

Tableau 2. Caractéristiques techniques de la nouvelle centrale.

| | | |
|-----------------|---------------------------------|-------------------------|
| Hydrologie | Bassin versant | 127 km ² |
| | Débit annuel moyen | 4,75 m ³ /s |
| | Débit de restitution | 260 l/s |
| | Accumulation env. | 300 m ³ |
| | Chute nette à pleine charge | 35,85 m |
| Canal d'aménée | Longueur | 442,7 m |
| | Pente | 2 à 3 ‰ |
| | Débit nominal | 12,5 m ³ /s |
| Conduite forcée | Longueur | 240 m |
| | Diamètre intérieur | 2,24 m |
| | Pente moyenne | 14 ‰ |
| Centrale | 4 turbines Francis | |
| | Puissance unitaire | 1,089 MW |
| | Débit unitaire | 3,125 m ³ /s |
| | Vitesse de rotation | 750 t/m |
| | Rendement (10/10) | 0,898 |
| | 4 alternateurs synchrones | |
| | Puissance unitaire | 1,2 MVA |
| | Cos φ | 0,9 |
| | Tension de service | 400 V |
| | Rendement (Cos φ = 0,9) | 0,967 |
| Production | Moyenne annuelle (estimée) | 9 mio KWh |

d'eau au barrage. L'architecture en une structure «bus» (MUBUS et IBUS) permet de gérer facilement toutes les données entre l'unité centrale et les périphériques.

Les fonctions de protection sont regroupées en quatre niveaux hiérarchiques, selon la gravité de l'événement:

- alarme (pas de perte de production),
- arrêt normal,
- arrêt rapide,
- arrêt d'urgence (délestage).

L'interface homme-machine comprend:

- une imprimante pour le protocole d'exploitation,
- un modem pour la transmission des données au dispatching,
- un synoptique hydraulique et électrique avec diodes de signalisation, appareils de mesure et commande manuelle de l'équipement moyenne tension,
- un tableau avec synchronoscope, commande manuelle des groupes et matrice de diodes (signalisation des alarmes),
- un terminal de contrôle directement relié à l'automate.

Tableau 3. Fournisseurs principaux – centrale de Saint-Sulpice.

| | |
|---|---|
| Maître de l'ouvrage: | Electricité Neuchâteloise SA, Corcelles |
| Ingénieurs génie civil: | Forces Motrices Neuchâteloises SA, Corcelles, Müller et Praz, Marin |
| Ingénieurs géotechnique: | De Cérenville Géotechnique SA, Neuchâtel |
| Ingénieurs électromécanique: | Electricité Neuchâteloise SA, Corcelles |
| Génie civil: | Association de Saint-Sulpice S. Facchinetti, Neuchâtel |
| Conduite forcée et répartiteur: | Jean Rossi, Lausanne |
| Vannes de barrage et vanne de tête: | Fäh, Glarus |
| Dégrilleur: | Jonneret, Genève |
| Mesure de niveaux: | Vega, Fehraltorf |
| Turbines et vannes de garde: | Ateliers de Constructions Mécaniques de Vevey, Vevey |
| Alternateurs et transformateurs: | Asea Brown Boveri SA, Baden |
| Équipement 16 kV: | Sprecher Energie, Oberentfelden |
| Synchronisation et régulateur de tension: | Asea Brown Boveri SA, Baden |
| Protection mécanique et électrique: | Asea Brown Boveri SA, Baden |
| Automate: | Electricité Neuchâteloise SA, Corcelles |
| Redresseur, batteries: | Electrona, Boudry |
| Onduleur: | Iwatec, Morbio Inferiore |
| Pont roulant: | Sponta, Boudry |

Le réglage du débit de turbinage est fait en fonction des apports de l'Areuse, le niveau d'eau restant constant dans le bassin d'accumulation. La centrale n'est pas équipée d'un réglage de fréquence pour fonctionner en réseau isolé. Le démarrage du premier groupe hydro-électrique est effectué à partir d'une certaine hauteur de la lame d'eau déversante. Dès que le groupe arrive à sa puissance nominale, la deuxième unité est synchronisée. Après stabilisation du réglage hydraulique, la puissance totale est répartie d'une manière équilibrée sur les groupes en service. Un groupe «chef d'orchestre», désigné par l'automate, règle les faibles variations.

Pour assurer la sécurité de l'ensemble de l'ouvrage, le profil hydraulique est constamment surveillé par deux systèmes de mesure de niveaux d'eau en amont du canal d'aménée et dans la chambre de mise en charge.

Adresse de l'auteur: René Bantz, ing. él. dipl. EPFL, chef du Service des études et constructions, Electricité Neuchâteloise SA, CH-2035 Corcelles.

Die Kohlendioxid-Belastung der Atmosphäre durch die Schweiz

Paul Zaugg

In der Schweiz ist man stolz darauf, mit der am 1. März 1986 in Kraft gesetzten Luftreinhalteverordnung Grenzwerte für die erlaubte Belastung der Luft mit den Schadstoffen Schwefeldioxid, Stickoxid, Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen festgelegt zu haben, die im Vergleich zu den entsprechenden Vorschriften anderer Industrieländer als streng und fortschrittlich zu bezeichnen sind. Aber das bei jeder Verbrennung von fossilen Brennstoffen entstehende Kohlendioxid (CO₂) hat bisher noch in keiner Luftreinhaltevorschrift Berücksichtigung gefunden, obwohl die Klimatologen immer lauter darauf hinweisen, dass die andauernde künstliche Freisetzung dieses Gases im gegenwärtigen weltweiten Ausmass auf mittlere und lange Sicht schlimme Folgen für das Erdklima haben wird. Zwar ist für die Beeinflussung des Erdklimas in erster Linie die globale Menge an freigesetztem CO₂ massgebend. Aber diese ist die Summe aller in den einzelnen Staaten oder Staatengruppen erzeugten Anteile. Hier ist nun festzuhalten, dass die Staaten Westeuropas, bezogen auf die über ihrem Territorium liegende Luftmasse, am meisten CO₂ freisetzen. Dies gilt auch für die Schweiz. Unser Land setzt anteilmässig rund das 10fache des Mittelwertes aller Staaten an in der Luft verbleibendem CO₂ frei und trägt, trotz fortschrittlicher Luftreinhalteverordnung, entsprechend viel zur Gefährdung des Erdklimas bei. Deshalb wird es dringend, dass man sich in der Schweiz viel ernsthafter als bisher mit den Möglichkeiten einer echten Reduktion des CO₂-Ausstosses auseinandersetzt. Dies gilt auch für das übrige Europa.

Die globale Verminderung der CO₂-Freisetzung ist dringend

Eine der wichtigsten Aufgaben, die sich uns heutigen Menschen stellen, ist sicher die, das Erdklima zu erhalten. Die Klimatologen kommen beim Vergleich der über längere Zeitabschnitte gemessenen Klimadaten zum Schluss, dass eine Klimaverschiebung im Gange sei. Zwar sind deren Ursachen noch nicht ganz klar. Aber die Anzeichen mehrten sich, dass gewisse durch den Menschen in Gang gesetzte Prozesse an diesem bedrohlichen Vorgang mitschuldig

sind, wobei das beim Verbrennen von Kohlenstoff entstehende Kohlendioxid (CO₂) eine Hauptrolle spielt. Der zunehmende CO₂-Gehalt der Erdatmosphäre bewirkt eine Erwärmung der Lufthülle. In den letzten zwei Jahren haben Fachleute an mehreren Konferenzen immer dringlicher gemahnt, die Freisetzung von CO₂ in die Atmosphäre sei zu reduzieren. Ferner hat das Meteorologische Amt von Grossbritannien Anfang Februar 1989 mitgeteilt, die sechs wärmsten Jahre dieses Jahrhunderts lägen alle in diesem Jahrzehnt, wobei 1988 das wärmste war. Die mittlere Lufttemperatur sei seit 1900 um etwa 0,6 K gestiegen, und der Anstieg sei in letzter Zeit stärker geworden. Auch hier wird darauf hingewiesen, dass der wahrscheinlichste Grund in den durch die Menschen bewirkten Veränderungen in der Erdatmosphäre liege. Zudem ist zu vermuten, die in den letzten Jahren in manchen Gegenden der Erde erlebten grossen Unwetter und langen Dürreperioden seien ebenfalls eine Folge der sich abzeichnenden Klimaänderungen. Vor 200 Jahren, also zu Beginn der industriellen Tätigkeit, lag der CO₂-Gehalt der Luft noch bei rund 280 ppm (parts per million), heute erreicht er rund 350 ppm. 1985 wurden weltweit $6,6 \cdot 10^9$ (6,6 Milliarden) t fossile Brennstoffe verbrannt, was $21 \cdot 10^9$ t CO₂ freisetzte. Dies macht bezogen auf die ganze Lufthülle der Erde, deren Masse rund 5000 Billionen ($5000 \cdot 10^{12}$) t beträgt, volumenmässig 2,8 ppm, da CO₂ spezifisch 52% schwerer als Luft ist. Als ein Ergebnis der Forschungen gilt, dass gegenwärtig etwa 50% des freigesetzten CO₂ in der Atmosphäre verbleiben, während der Rest von den Ozeanen und den Pflanzen aufgenommen wird. 1985 nahm somit der Gehalt an CO₂ in der Lufthülle um etwa 1,4 ppm zu, in den seitherigen Jahren wohl eher noch mehr. Beim gegenwärtigen Ausstoss von CO₂ in die Luft wird also deren CO₂-Konzentration in 50 Jahren um gleichviel zunehmen wie vorher innerhalb 200 Jahren, und die Gefahr sich häufender Naturkatastrophen, bedingt durch Klimaänderungen, wird rasch anwachsen.

Um die CO₂-Konzentration zu stabilisieren, wäre es nötig, den globalen Ausstoss so niedrig zu halten, dass alles freigesetzte CO₂ von der Natur verarbeitbar wäre. Dies würde nach dem vorstehenden strenggenommen eine Halbierung des gegenwärtigen globalen Verbrauchs an fossilen Brennstoffen erfordern. Dies macht deutlich, wie dringend es ist, mit einer Reduktion der CO₂-Freisetzung zu beginnen.

Die Schweiz erzeugt anteilmässig überdurchschnittlich viel CO₂

Der Anteil von 2,8 ppm entspricht dem weltweiten Mittelwert des jährlich erzeugten CO₂. An der gesamthaft freigesetzten CO₂-Menge sind die einzelnen Länder aber unterschiedlich beteiligt. Um die Belastung der Atmosphäre mit CO₂ durch eine Ländergruppe oder ein einzelnes Land mit der Durchschnittsbelastung zu vergleichen, ist es sinnvoll, zunächst das Verhältnis zwischen dem weltweit künstlich produzierten CO₂ und der nur über der Summe aller Staatsgebiete lagernden Luftmasse zu bestimmen. Die gesamte Oberfläche der Erde misst $510 \cdot 10^6$ km², diejenige aller Staatsgebiete etwa $130 \cdot 10^6$ km² (ohne Antarktis, Grönland, Spitzbergen). Also beträgt der Anteil des jährlich erzeugten CO₂ in der Luft über den Staatsgebieten im Mittel $2,8 \cdot \frac{510}{130} \approx 11$ ppm. Hiervon wird von der Natur etwa die Hälfte, also 5 bis 6 ppm abgebaut. Bezogen auf die Luftmasse über den Staatsgebieten nimmt somit gegenwärtig der CO₂-Gehalt pro Jahr um 5 bis 6 ppm zu.

Die Welt liesse sich in Ordnung halten, wenn jeder sein Haus in Ordnung hielte. Dies gilt auch für die Belastung der Atmosphäre mit CO₂. Würde jeder Staat dafür sorgen, dass,

bezogen auf die über seinem Hoheitsgebiet liegende Luftmasse, der von ihm pro Jahr produzierte CO₂-Anteil 5 bis 6 ppm nicht überstiege, so bliebe der CO₂-Gehalt in der ganzen Atmosphäre stabil.

Die westeuropäischen Staaten produzieren etwa 15% des globalen CO₂-Ausstosses, und ihr Hoheitsgebiet umfasst rund $3,9 \cdot 10^6$ km². Daraus bestimmt sich ein jährlich freigesetzter CO₂-Anteil in der Luft über diesen Ländern von etwa 55 ppm. Diese Zahl übersteigt den entsprechenden Wert von Nordamerika deutlich und sogar denjenigen von Osteuropa. Das Hoheitsgebiet der Schweiz misst 41 300 km², und über dieser Fläche lagern etwa $405 \cdot 10^9$ (405 Milliarden) t Luft. 1986 hat man hier rund $13 \cdot 10^6$ t fossile Brennstoffe verbrannt, wodurch etwa $41 \cdot 10^6$ t CO₂ freigesetzt wurden. Dies ergibt in der Luft einen Volumenanteil von 67 ppm, also noch höher als der Mittelwert aller westeuropäischen Länder. Baut auch hiervon die Natur 6 ppm ab, so bleiben immer noch 61 ppm, was rund dem 10fachen des Mittelwertes aller Staaten entspricht. Dies bedeutet, dass wenn die Schweiz nur mit der über ihrem Boden liegenden Luftmenge auskommen müsste, der CO₂-Gehalt ihrer Luft innert 50 Jahren um 3000 ppm zunähme, was innert weniger Jahre zu einem vollständig veränderten und wärmeren Klima bei uns führen würde. Dass dies in Wirklichkeit nicht zutrifft liegt daran, dass wir bezüglich des Klimas bereits auf Kosten anderer Länder leben. Wir Schweizer tragen anteilmässig überdurchschnittlich viel zur Zunahme der Unwetter und zur Vergrösserung der Dürregebiete in weiten Gebieten der Erde bei, mit den bekannten schlimmen Folgen für deren Bewohner.

Folgerungen

Aus den vorstehenden Ausführungen ergibt sich, dass es für die Industriestaaten höchste Zeit ist, dem CO₂-Ausstoss die gebührende Beachtung zu schenken und auf eine drastische Reduktion zu drängen. Wie bereits gesagt, müsste eigentlich jeder Staat anstreben, pro Jahr nur soviel CO₂ freizusetzen, dass dessen Anteil, bezogen auf die über seinem Hoheitsgebiet liegende Luftmasse 6 ppm nicht überstiege. Für die Schweiz würde dies bedeuten, dass der jährliche Verbrauch an fossilen Brennstoffen auf etwa 10% des gegenwärtigen zu reduzieren wäre.

Jedenfalls, um sich an der Erhaltung der bisherigen Eigenschaften der Erdatmosphäre aktiv zu beteiligen, muss die Schweiz nach und nach ihren Verbrauch an fossilen Energieträgern viel drastischer vermindern, als dies bisher je in offiziellen Berichten über Energieszenarien gefordert wurde. Dadurch stellt sich dann auch ein echter Energie-Spareffekt ein, von dem so viel gesprochen wird. Aber unter diesen Umständen darf die Kernenergie nicht länger veräußelt werden. Denn wie Dr. *Hugo Thiemann*, Gründungsmitglied des Club of Rome, kürzlich in einem Vortrag an der ETH Zürich ausführte, wird es unvermeidbar sein, diese Energieart inskünftig in allen ihren Formen anzuwenden, um die anstehenden Probleme einigermaßen zu bewältigen. Ausserdem sind die Häuser vermehrt zu isolieren; Abwärme und Fernwärme sind konsequent zu nutzen, ebenso Sonnen- und Windenergie. Der Individualverkehr ist weitgehend auf Elektroautos umzustellen. Um die Lufthülle der Erde gesund zu erhalten, müssen also in allen Industriestaaten Elektrizität und Kernenergie deutlich Vorrang vor den fossilen Brennstoffen erhalten.

Adresse des Verfassers: *Paul Zaugg*, dipl. Ing. ETH, Hirzematte 5, CH-5400 Baden.