Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 84 (1993)

Heft: 8

Rubrik: Technik und Wissenschaft = Techniques et sciences

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: 10.07.2025

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

Technik und Wissenschaft
Techniques et sciences

Kohlenstoffspeicher und Kohlenstoff-endlager

(si/se/bü) In den kommenden Jahrzehnten muss eine rasant wachsende und an hohe Ansprüche stellende Menschheit mit Energie versorgt werden. Heute wird daran gearbeitet, wie dabei Ressourcen geschont und vor allem die Kohlendioxid (CO_2)-Anreicherung der Luft reduziert werden kann (s. Beiträge zur Weltenergiekonferenz im Bulletin Nr. 2/93).

Globale Wachstumstendenzen

Die gegenwärtige Wachstumsrate des weltweiten Primärenergieverbrauchs (1,42% pro Jahr) liegt zwar unter derjenigen der Weltbevölkerung (1,7% pro Jahr), jedoch müssten demnach in 27 Jahren immerhin 52% mehr Energie bereitgestellt werden als 1990. Die Wachstumsraten sind je nach Lebensstandard unterschiedlich hoch. Wie sich am Beispiel der Versorgung mit elektrischer Energie zeigt, verfügen die Einwohner armer Länder jährlich nur über 240 kWh, Länder mit hohem Lebensstandard dagegen verfügen über 7000 kWh pro Kopf und Jahr. Schwellenländer liegen mit 4400 kWh dazwischen und jetzt schon erstaunlich hoch. Der CO_2-Gehalt der Atmosphäre ist von 290 ppm im Jahr 1860 auf heute über 350 ppm angestiegen. Mit zunehmendem Energieverbrauch wird die Emission von heute jährlich etwa 7,5 Mrd. t Kohlenstoff in Form von 28 Mrd. t Kohlendioxid weiter ansteigen. Das Kohlendioxid ist ein wichtiges Treibhausgas unserer Atmosphäre, das zusammen mit anderen anthropogenen Treibhausgasen eine Zunahme der globalen Mitteltemperatur um 1,5–4,5 °C in den nächsten Jahrzehnten und damit gravierende Klimaänderungen bewirken könnte. Versuche, die CO_2-Emissionen durch sparsameren Gebrauch fossiler Brennstoffe zu reduzieren, reichen aber nicht aus. Erst die Umstellung auf CO_2-freie oder CO_2-neutrale Energieträger könnte das Problem lösen.

Problemlöser Wald und Holz

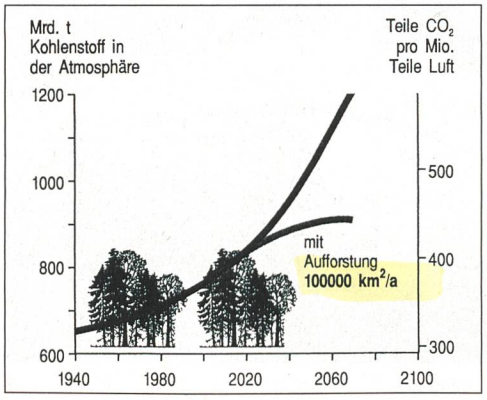
Der Wald kann als Kohlenstoffspeicher und Holzfabrikant einen bedeutsamen Beitrag zur Minderung des Treibhauseffekts liefern. Holz besteht aus etwa 50% Kohlenstoff, den ein Baum mittels Photosynthese aus dem CO_2 der Atmosphäre gewinnt. Weltweit sind allein in der lebenden Biomasse der Wälder an die 560 Mrd. t Kohlenstoff gebunden. Einerseits können durch Waldvermehrung grössere Kohlenstoffmengen gebunden und gespeichert werden, andererseits liefern die Wälder Holz als Werkstoff oder als CO_2-neutralen Energieträger. Die Verbrennung von Holz ist CO_2-neutral, da nur soviel CO_2 freigesetzt wird wie der Luft vorher zum Holzaufbau entzogen worden ist; diese Nutzung bildet einen geschlossenen Kreislauf. Ausserdem steht Holz bei dezentraler Nutzung überall ohne grossen Transportaufwand zur Verfügung. Um den Kreislauf zu erhalten, darf gerade soviel geerntet werden wie gleichzeitig nachwächst. Zusätzliches Energieholz fällt in Form von Sperrmüll- und Abbruchholz an. Die effizienteste Lösung bietet das Aufforsten mit dem primären Ziel, grössere Mengen Kohlenstoff zu binden, erst dann, wenn das produzierte Holz auch in einer Weise genutzt wird, die fossile Energie ersetzt und einspart.

Für die Aufforstung stehen in den nächsten Jahrzehnten voraussichtlich genügend Flächen zur Verfügung. In der Europäischen Gemeinschaft wird mit 0,4 Mio. km² aufforstbarer Fläche zur Beseitigung von 136 Mio. t Kohlendioxid (5% von 2,6 Mrd. t Kohlendioxid pro Jahr, das heisst etwa 13% der globalen Emission) gerechnet. Um den CO_2-Gehalt der Atmosphäre zu stabilisieren, müssten weltweit, zum Beispiel in den grossen Landschaften Asiens, jährlich mindestens 10–50 000 km² zu den bereits vorhandenen 45 Mio. km² Wald aufgeforstet werden. Bei doppelter Vermehrung der Waldfläche (um 100 000 km² pro Jahr) könnte ein Gleichgewicht von CO_2-Aufnahme und CO_2-Freisetzung nach etwa 100 Jahren erreicht werden. Wälder sind so in der Lage, der Atmosphäre einen erheblichen Teil des anthropogenen Kohlendioxids wieder zu entziehen und langfristig zu speichern; sie sind zusätzlich als Rohstoffproduzenten für eine CO_2-neutrale Energieversorgung von Bedeutung.

Luftentlastung durch Endlager

Fossile Brennstoffe sind heute relativ billig und haben eine höhere Energiedichte als Holz. In nächster Zukunft bestehen eher geringe Aussichten, anstelle von fossilen Brennstoffen ausschliesslich CO_2-freie Primärenergie zu nutzen. Auch Biotreibstoffe (z.B. verestertes Rapsöl) haben im Vergleich zu fossilen Brennstoffen eine ungünstige Ökobilanz, wenn beim Anbau die üblichen Hilfsmittel der intensiven Landwirtschaft eingesetzt werden (Maschinen, Dünger). Die Energiewirtschaft auf der Basis von Biomasse steht in Europa noch ganz am Anfang. Deshalb werden weitere Möglichkeiten, eine übermässige CO_2-Anreicherung der Atmosphäre zu vermeiden, erforscht. Holz, das grosse Plantagen lieferten, könnte nach der altbekannten Methode der Köhlerei oder durch das effizientere Hydrieren und Vergasen in Kohlenstoff übergeführt und eingelagert werden. Bei dieser Endlagerungsart kann der Energiegehalt des Kohlenstoffatoms aber nicht weiter genutzt werden. Wird das CO_2 bei der Energieproduktion vor dem Verbrennungsprozess abgetrennt, kann es gasförmig in leeren Erdgasfeldern, als flüssiger «CO_2-See» in tiefen Tälern, am Meeresboden oder in fester Form in terrestrischen Trokkeneis-Endlagern deponiert werden. Kohlenstoff zur Entlastung der Atmosphäre so zu entsorgen, erfordert zwar zusätzlich Energie, dennoch wären all diese Endlagerungsmethoden kostengünstiger als beispielsweise die Energienutzung der Photovoltaik.

Einerseits sind noch verstärkte Bemühungen nötig, um die technischen Probleme der Energiewirtschaft auf der Basis von Biomasse, insbesondere der Aufforstung und intensiven Nutzung von Wäldern, zu lösen. Andererseits soll die Endlagerungs-



Der CO_2-Gehalt der Atmosphäre könnte durch weltweite Aufforstung stabilisiert werden (Quelle: Siemens/KWU)

strategie den Mehreinsatz an fossilen Brennstoffen ermöglichen, ohne den Treibhauseffekt zu fördern. Es wird also von verschiedenen Seiten her daran gearbeitet, die Energie- und Umweltproblematik im Zusammenhang mit dem steigenden Energiebedarf, vor allem in den Drittwelt- und Schwellenländern, in den Griff zu bekommen. Sowohl von der Forschung zur CO_2-neutralen oder -freien Energienutzung als auch von derjenigen zur CO_2-Entsorgung dürfen wir dazu wichtige Beiträge erwarten.

Linearmotoren im Alltag – Vom Crash-Test zur Stereoanlage

(sl) Bei Crash-Tests zur Untersuchung grosser Kräftewirkungen auf das Fahrzeug und die Versuchspuppen auf den Sitzen fahren die Autos nicht mit eigener Motorkraft. Sogar ein Sportwagen könnte auf dieser kurzen Strecke nicht so stark und genau beschleunigen. Bei ihrer letzten Fahrt für die Forschung hängen die Autos am Haken eines Katapults, das von einem Linearmotor angetrieben wird.

Schon 1851 kam der Amerikaner Page auf die Idee, die Hin- und Herbewegung des Kolbengestänges einer Lokomotive durch einen Linearmotor anzutreiben. Warum, so dachte er sich, erst eine rotierende Bewegung erzeugen, die nachträglich in eine geradlinige umgewandelt werden muss? Die Idee des Linearmotors liegt nahe: Dem normalen Elektromotor wird die mit Strom versorgte äussere Hülle abgerollt. Der Anker, der sonst in dieser Hülle rotiert, kann nun – in etwas anderer Bauform – über das abgerollte Band hinweggleiten, ohne es zu berühren. Dabei treiben ihn dieselben elektromagnetischen Kräfte an, die im Innern eines Elektromotors die Drehung hervorrufen.

Im Linearmotor gibt es keine beweglichen Teile, keine Reibung und keinen Verschleiss. Er macht auch weniger Lärm. Linearmotoren können extreme Beschleunigungen erreichen und starke Steigungen überwinden. Eigentlich wären sie damit für alle geradlinigen Bewegungen der ideale Antrieb. Doch ist der Aufwand für die Steuerung hoch und der Preis eines Linearmotors verhindert, dass er zur Massenware wird. Sie werden dennoch für verschiedenste Anwendungen eingesetzt. Am bekanntesten sind Magnetschwebebahnen wie der Transrapid. In Fabriken und Kühlhäusern treiben Linearmotoren häufig benutzte Rolltore an. Wegen der hohen Beschleunigung geht das Öffnen und Schliessen schneller, was Wärme- oder Kälteverluste in den Gebäuden verringert. In teuren CD-Spielern lassen Linearmotoren den Laserkopf in Sekundenbruchteilen die richtige Stelle auf der Platte finden. Sogar am täglichen Frühstück wirken sie mit: In manchen Grossbäckereien treiben solche Maschinen hin- und hersausende Messer an, die den Brötchen palettenweise ihren typischen Schlitz verpassen.

Magnetschwebebahn Transrapid

Zeit, Geld und Energie sparen: Knochenarbeit für die Sauberkeit

(sl) Dampf im Treppenhaus und der Geruch nach Seife und heisser Lauge verkündete einst jedem Bewohner: Es ist Waschtag. Meist montags wurden die grossen Kessel geschürt und die schmutzigen Sachen unter grossem Kraftaufwand von den Hausfrauen gereinigt. Knochenarbeit, die bis zum Beginn der 50er Jahre zum Alltag gehörte. Bereits am Vorabend begann die Fron mit dem Einweichen der Wäschestücke. Sie wurden am nächsten Tag gekocht, auf dem Waschbrett gerubbelt, zigmal gespült und ausgewrungen. Gab es kein fliessendes Wasser im Haus, musste es zum Waschen noch herbeigeschleppt werden.

Die Bottichmaschinen, die vor gut 40 Jahren in die Wohnungen kamen, erleichterten schon das Waschen und Spülen; Schleudern hatte aber erst die Trommelwaschmaschine im Programm. Waschvollautomaten, die alle Arbeitsgänge übernahmen, gibt es seit Ende der 50er Jahre. Sie hatten damals, dem Textilangebot entsprechend, nur wenige Programme. Ausserdem mussten sie am Boden befestigt werden, damit sie beim Schleudern nicht auf Wanderschaft gingen. Um fünf Kilogramm Trockenwäsche zu säubern, wurden etwa 200 Liter Wasser und 5 Kilowattstunden Strom verbraucht. Modelle der 90er Jahre kommen bei gleicher Menge mit durchschnittlich knapp 65 l Wasser und 1,8 kWh Strom aus. Allerdings wechseln heute annähernd die Hälfte der Frauen und Männer täglich die Bluse oder das Hemd. Schnell kommt so ein Wäscheberg von etwa 14 Kilogramm pro Person und Monat zusammen. Die wenigsten Stücke müssen gekocht werden, meist genügen 60 °C. Das spart im Vergleich zur 95 °C-Wäsche bis zu 45% Strom. Leicht verschmutzte Textilien brauchen zudem keine Vorwäsche. Zum Energiesparen muss die Trommel jedenfalls voll sein.

Seit Ende der 50er Jahre verringerte sich der Stromverbrauch der Vollautomaten von 5 kWh/5 kg Trockenwäsche auf 1,8 kWh für die gleiche Menge Wäsche

Fast alle schweizerischen Haushalte, gemäss VSE-Statistik 97%, haben Zugang zu einer hauseigenen Waschanlage, knapp die Hälfte davon ist zusätzlich mit einem Tumbler ausgerüstet. Im Jahr 1991 verbrauchten Waschmaschinen insgesamt etwa dreimal mehr Strom als Tumbler, die den Waschtag nochmals erleichtern. Der Stromverbrauch pro Kilogramm Wäsche wird beim regelmässigen Einsatz von Tumblern zwar ansteigen, doch ersparen uns die neuen Maschinen Zeit und Kraft, denn das Aufhängen der schweren, nassen Wäsche entfällt.