

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 102 (1984)  
**Heft:** 27/28

**Artikel:** IEA-Projekt "Energy-Audit": Übersicht und erste Resultate  
**Autor:** Ernst, Rolf  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-75494>

### **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:** 04.02.2026

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

schluss und Vorliegen der abgesetzten Hauptartikel vergehen nur noch sechs Arbeitstage bis zur Spedition der Fachzeitschrift. Diese kurze Produktionszeit erfordert enge Zusammenarbeit zwischen Redaktion und Druckerei. Dass die Redaktion bereits von den Verfassern von Beiträgen produktionsgerechte Manuskripte und Bildvorlagen verlangen muss, versteht sich von selbst.

### Weitere Entwicklung der Druckindustrie

Dem Printmedium «Fachzeitschrift» wird allgemein eine gute Zukunft vor-

ausgesagt. Dementsprechend richtet auch die Druckerei ihre Investitionen in Produktionsmittel aus. Die Satzsysteme werden in Zukunft sicher noch weiter verbessert, die Satzprogramme werden noch vielseitiger, und Bildschirm-Seitenumbruchsysteme werden sich durchsetzen. Die Satzerfassung kann sich in einzelnen Fällen nach vorn bis in die Redaktionen hinein verlagern. Die Elektronik wird noch in vermehrtem Mass Anwendung finden.

Auch die neuen elektronischen Medien werden zweifellos einen Einfluss auf die Printmedien haben. Die Druckindustrie schenkt insbesondere dem Medium «Videotex» grosse Beachtung. So

beteiligt sich die Jean-Frey-Gruppe, zu der die Offset+Buchdruck AG gehört, am Videotex-Betriebsversuch der PTT. Auch die Fachzeitschriften werden die künftigen technischen Möglichkeiten ausschöpfen, um ihren Lesern noch besser dienen zu können.

Adresse des Verfassers: Peter Mägli, Haldenstrasse 9, 8307 Effretikon

IEA-Forschungsprogramm: Rationelle Energieverwendung in Gebäuden und Siedlungen

## IEA-Projekt «Energy-Audit»: Übersicht und erste Resultate

Von Rolf Ernst, La Sarraz

### Thema der Forschungsarbeit im Rahmen des Gesamtprogramms

Die vorliegende Arbeit befasst sich im Zusammenhang mit dem Energieverbrauch von Gebäuden mit zwei Themenkreisen: mit einer erstmaligen *genauen Erfassung* des energetischen Zustandes und einer *längerdauernden Kontrolle*. – Diese Themenkreise sind von einer Expertengruppe der Internationalen Energieagentur (IEA) gewählt worden und sind im stichwortartigen Projekttitel «Energy Audit» (zu deutsch: Energiekontrolle) enthalten. Der Titel enthält ausserdem den Hinweis auf die Erstellung einer *Energiebuchhaltung*, wie sie zum Beispiel auf nationaler oder regionaler Ebene aufgestellt werden kann und selbst auf internationaler Basis erfolgen könnte.

Das vorliegende Projekt ist Teil des sog. IEA-Forschungsprogramms «Energy Conservation in Buildings and Community Systems», das Fragen des Energieverbrauchs in Gebäuden und Siedlungen umfasst. Die Schweiz nimmt nicht nur am Gesamtprogramm teil, sondern insbesondere an diesem *Projekt XI* (genannt Annex XI), das von weiteren 8 Ländern mitunterzeichnet worden ist (USA, Kanada, Schweden, Norwegen, Belgien, Niederlande, Italien sowie die Europäische Gemeinschaft CEC).

Das internationale Projekt XI wird *in zwei Teilprojekten* durchgeführt, nämlich als

- A) Entwicklung von Methoden und Instrumenten zum Einsatz bei der Energiekontrolle, und als
- B) Festsetzung von geeigneten Energiespar-Massnahmenpaketen (sog. Energy Conservation Opportunities, kurz ECO's genannt).

Jedes Land hat sich verpflichtet, am Austausch der Erfahrungen und Resultate teilzunehmen. – Die *Dauer* des Projektes wurde auf 3½ Jahre festgelegt, beginnend im Herbst 1982, endend im Frühjahr 1986.

### Abwicklung des Forschungsprojektes in der Schweiz

In der Schweiz ist das Projekt durch das Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW) beaufsichtigt und kann dank der finanziellen Unterstützung des Nationalen Energieforschungsfonds (NEFF) ausgeführt werden. Verschiedene Auftragnehmer wirken mit unter der Projektleitung des Schreibenden, welcher die Koordination der Arbeiten im nationalen und internationalen Rahmen durchführt.

Die schweizerischen Projektbearbeiter haben sich vorgenommen, neben ihrer Verpflichtung im internationalen Rahmen, auf nationaler Ebene die Methoden der *Energiediagnose und -kontrolle* zu verbessern und das untenstehend beschriebene Projektziel zu erreichen. Erleichtert wird dies dank der Planungs-

methoden, wie sie durch das Bundesamt für Konjunkturfragen im sog. Impulsprogramm I in den Jahren 1978–1982 erarbeitet worden sind. Ausserdem besteht eine intensive Zusammenarbeit und Koordination mit dem momentan in Ausführung begriffenen Impulsprogramm «Haustechnik», was die eigenen Arbeiten wiederum fördert.

### Ziel des Projektes, Darstellung der Methode

Es sollen *einfache und leicht zu handhabende Instrumente* für die Praxis des Energiespezialisten im Gebäudebereich bereitgestellt werden. (Zu diesen Energiespezialisten werden neben eigentlichen Energieberatern auch Bedienungspersonal mit gewissen technischen Fachkenntnissen gezählt.) Dies wird ermöglichen, dass die Energiediagnose mit der erforderlichen Genauigkeit unternommen sowie die nachfolgende kontinuierliche Kontrolle durchgeführt werden kann.

Die Arbeitsmethoden werden im Rahmen des Projektes detailliert beschrieben und ausserdem vervollständigt durch den «*Diagnostiker-Koffer*», der die nötigen Instrumente samt Gebrauchsanweisung enthält.

Vorläufig beschränkt sich das Vorgehen auf die nachstehend aufgelisteten *Gebäudegruppen*: auf alle bestehenden Bauten, deren beheiztes Volumen grösser ist als 3000 m<sup>3</sup> und deren Nutzung und Haustechnik nicht so komplex sind, dass im Rahmen von energetischen Beurteilungen Spezialstudien notwendig erscheinen. Spezialfälle jener Art sind zumeist Spitäler, Hallenbäder, Bahnhöfe, Museen usw. Die eingeschlossenen Bauten des Projektes sind demnach: einfache Gebäude *ohne Lüftung*, wie

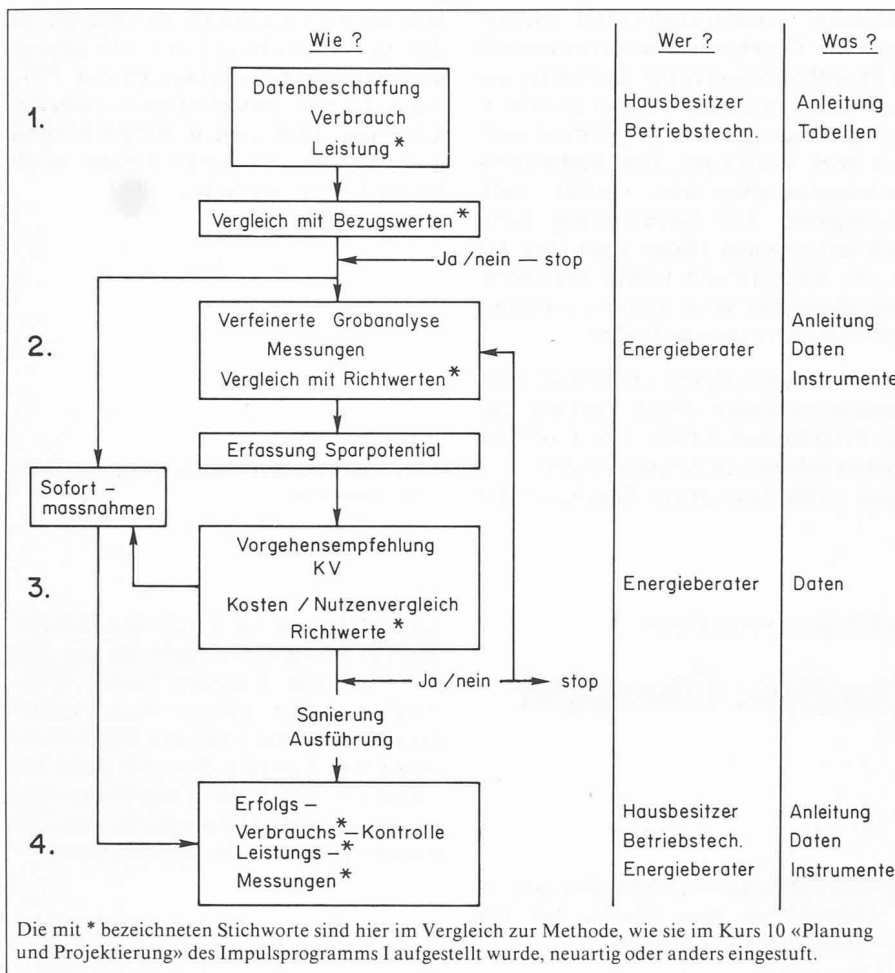


Bild 1. Schema betreffend des Vorgehens bei der Energiekontrolle (Energy Audit)

- Miethäuser
- Schulen oder öffentliche Bauten
- Büros
- Heime

oder Gebäude mit Lüftung, wie

- Bürogebäude
- Gewerbebauten
- Grosse Schulen
- Hotels

oder schliesslich auch Gebäude mit gemischter Nutzung.

Bild 1 zeigt, wie der Ablauf der Energiekontrolle in 4 Schritten vor sich geht:

1. Zunächst ist zu beurteilen, ob eine Energiediagnose ausgeführt werden soll oder nicht. Dies geschieht auf Grund von Angaben über den Energieverbrauch und «Leistungsauftrag» (der Gesamtheit von «Leistungen», welche erbracht werden in Form von Raumbeheizung, Warmwasserlieferung usw.), die mit Zielwerten verglichen werden. Diese Zielwerte (Referenzwerte) variieren selbstverständlich je nach Gebäudeart und Grad der Massnahmen.
2. Ist die Diagnose notwendig, welche dann mittels Messinstrumenten und bestimmten Beurteilungsmethoden durchgeführt wird, so soll diese eine relativ genaue Abschätzung des Energiesparpotentials ermöglichen.
3. Das Aufstellen einer Liste von Sparmassnahmen sowie deren Kosten-Nutzen-Ver-

gleich wird es ermöglichen, die auszuführenden Verbesserungen zu garantieren.

4. Eine eingehende Erfolgskontrolle nach der Ausführung soll dies bestätigen.

Im Vergleich zum IES-Programm (Energiespar-Beratungsprogramm, organisiert durch das BEW) kann man feststellen, dass das «Energy-Audit»-Projekt eine wesentliche Erweiterung der Arbeitsmethoden darstellen wird. So können die Diagnosen dank Messungen am Bau und für einen erweiterten Gebäudebestand genauer und schneller gestellt werden.

Das Projekt ermöglicht es, dank der Bereitstellung praktischer Hilfsmittel das Tätigkeitsfeld der Energieberater zu erweitern. Es ist andererseits klar, dass eine zusätzliche Ausbildung der Energieberater erfolgen muss im Hinblick auf die anzuwendenden Methoden und Instrumente.

### Durchgeführte Studien und deren Resultate

Die Ausarbeitung und Zusammenstellung der einzelnen Kapitel, welche im vorstehenden Arbeitsschema aufgeführt sind, wurde bis zum heutigen

Zeitpunkt 4 Auftragnehmern anvertraut:

- Le Centre Universitaire d'étude des problèmes de l'énergie de l'Université de Genève (CUEPE); Leitung: Prof. B. Giovannini.
- Le Service de l'Energie des Services Industriels de la ville de Lausanne (SIL/SE); Leitung: J.Cl. Gervaz.
- B. Saugy, Ing. Bureau BSI, Lausanne
- Weinmann-Energies, Echallens

Unter den – nur französisch erhältlichen – Veröffentlichungen können folgende erwähnt werden (Bezug auf Anfrage beim Autor):

- Studie über eine zweijährige Messperiode und detaillierte Analyse des dynamischen Verhaltens der Heizanlage eines Mietgebäudes in Lausanne. Als Resultat davon konnte der zeitliche Verlauf aller relevanten Grössen dargestellt werden, welcher ein Verständnis der gegenseitigen Beeinflussungen der Grössen ermöglicht;
- Studie über die geeignetsten Indikatoren, welche eine Verbesserung der Warmwasser-Verbrauchsstruktur desselben Gebäudes im Sommer ermöglichen würden;
- Studie, die vorschlägt, bei der Energieplanung den zu liefernden sog. Leistungsauftrag (Komfort usw.) in Betracht zu ziehen und zunächst jene Gebäude zu verbessern, welche das schlechteste Verhältnis zwischen Leistung und Energieverbrauch aufweisen;
- einfache Methode, die es ermöglicht, diejenigen Gebäude auszuwählen, bei denen eine verfeinerte Grobanalyse gemacht werden sollte;
- Inventarisierung der bestehenden Methoden und Instrumente, die gebraucht werden, um eine Energieanalyse (Beurteilung des Energiezustandes) durchzuführen; zusätzlich werden Testverfahren und Qualitätsvergleiche dargestellt, um einen «Diagnostikerkoffer» zusammenstellen zu können.

### Vorgesehene Arbeiten

Um möglichst praxisbezogene Resultate zu erhalten, wird neuerdings das Projekt in 4 Hauptrichtungen weitergeführt. Es sind dies:

- Die genaue Bestimmung der Datenerfassung in bezug auf Verbrauch und Leistungsauftrag im Energiehaushalt; zunächst wird ein Bezugsdiagramm für die Bestimmung der «Leistungsstufe» erarbeitet.
- Die Vervollständigung des Rüstzeugs für den Diagnostiker, geprüft an einer grossen Zahl von Testgebäu-

den. Es wird versucht, die Instrumente so zu bestimmen, dass sie auch für die Erfolgskontrolle des Leistungsauftrages und des Energieverbrauchs gebraucht werden können.

- Eine Forschungsarbeit wird sich mit der Bestimmung von Kriterien für ein *optimales Wärmeabgabe- und Regelsystem* befassen, die sowohl für die

Diagnose als auch für die Verbesserung bestehender Systeme in Frage kommen.

- Ein weiterer Arbeitsbereich besteht im Zusammenstellen der besten Methoden, um *Verbesserungsvorschläge* zu machen, deren Kosten zu erfassen und den Kosten-Nutzen-Vergleich präzise aufzuzeigen.

Einige Vorarbeiten auf diesem Gebiet sind schon geleistet worden, insbesondere das Vorprojekt einer Datenbank zur Speicherung dieser und anderer nützlicher Angaben.

Adresse des Verfassers: R. Ernst, Arch. SIA, c/o Communauté d'Architectes, 1315 La Sarraz.

## Umweltfreundliches Wasserstoffauto

### MHT - Antriebssystem für Lastwagen und Busse

Eine der Sorgen unserer technischen Zivilisation ist die Umweltverschmutzung durch Autoabgase. Zwar ist bekannt, dass Wasserstoff praktisch ohne Schadstoffe zu Wasserdampf verbrennt und zudem einen hohen spezifischen Heizwert aufweist. Seine Speicherung und Verteilung stellt jedoch wesentlich grössere Probleme als die herkömmlichen Treibstoffe Benzin und Öl.

Beim kürzlich im Prototyp vorgestellten MHT-Antriebssystem wird Wasserstoff durch Hydrieren von Toluol zu Methylcyclohexan bei normaler Temperatur drucklos transport- und lagerfähig gemacht. Vor der Verbrennung im Motor wird der Wasserstoff katalytisch abgetrennt. Das Toluol wird der Tankstelle zur späteren Wiederbeladung zurückgegeben.

Das Eidgenössische Institut für Reaktorforschung EIR befasst sich mit diesem Projekt in Zusammenarbeit mit verschiedenen Firmen im Rahmen seines Forschungsauftrages, der auch die Fragen der optimalen Energienutzung einschliesst.

### Sauberer Verbrennungsmotor

Wasserstoff als Treibstoff im Verbrennungsmotor hinterlässt als Abgas ausser Wasserdampf und Resten von Luft nur sehr wenig Stickoxide, kein Kohlenmonoxid und kein Kohlendioxid. Herkömmliche Verbrennungsmotoren lassen sich ohne Abänderungen für den Betrieb mit Wasserstoff einstellen. Das im Bild 1 gezeigte Versuchsfahrzeug weist einen normalen Motor auf.

Während ein Liter Benzin bei der Verbrennung 32 MJ bzw. 9 kWh Energie abgibt, benötigt man für die Erzeugung der gleichen Energiemenge 0,27 kg Wasserstoff.

### Wasserstoffgewinnung

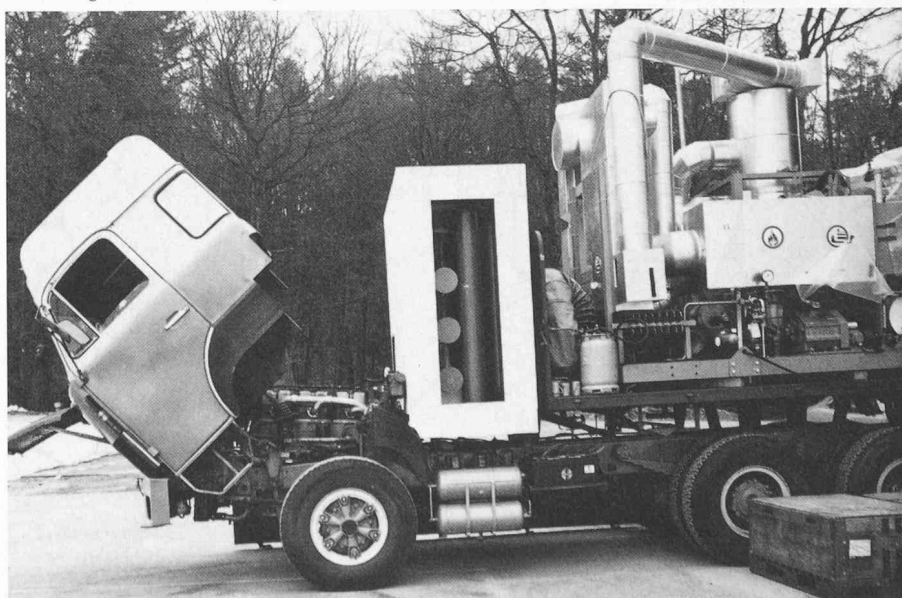
Ungebundener Wasserstoff tritt in der Natur praktisch nicht auf, doch existieren mehrere Methoden, den Wasserstoff chemisch aus wasserstoffhaltigen Substanzen zu gewinnen. Da die Wasserstoffgewinnung mehr Energie verbraucht, als bei der Verbrennung freierwerden, stellt Wasserstoff keine Primärenergieform wie Öl dar, sondern einen sekundären Energieträger, der im Gegensatz zur Elektrizität im Prinzip speicherbar ist.

Zur Gewinnung von Wasserstoff bietet die Hydrolyse von Wasser mit einem Wirkungsgrad von etwa 70 Prozent zugleich eine Verwendungsmöglichkeit für den ausserhalb der Spitzenzeiten aus Flusskraftwerken und Kernkraftwerken anfallenden Strom z. B.

während der Sommermonate und an Wochenenden.

Die bei der Hydrolyse und Hydrierung auf einem Temperaturniveau von 180 °C anfallende Prozessabwärme kann in Fernheizsystemen Verwendung finden. Für den in entsprechenden Mengen miterzeugten Sauerstoff werden sich bei angemessener Preisgestaltung ebenfalls Verwendungszwecke finden lassen.

Bild 1. Prototyp des MHT-Antriebssystems. Die Versuchsanlage nimmt noch grossen Raum ein. Der weisse Kasten zeigt die Grösse der Anlage nach Weiterentwicklung



### Wasserstoffspeicherung

Von den vielen Methoden der Wasserstoffspeicherung sind nur wenige für ein Autoantriebssystem vertretbar. Eine Übersicht über Speicher Methoden für Wasserstoff in der Tabelle 1 zeigt die relativen Vorteile der organischen Hydride. Im Fall von Methylcyclohexan erfolgen Transport und Lagerung im drucklosen Tank bei normaler Umgebungstemperatur.

Die Speicherung von hochkomprimiertem Wasserstoff verlangt nicht nur sehr kostspielige und schwere Stahlflaschen, sondern bringt auch erhöhte Unfallgefahr mit sich, etwa bei Überhitzung im Brandfall oder bei mechanischer Beschädigung der Behälter.

In Fahrzeugen würde das Mitführen von flüssigem Wasserstoff in Isoliergefässen weitere Probleme bringen, da während der relativ langen Stillstandszeiten beträchtliche Verdampfungsverluste in Kauf zu nehmen sind, wobei der entweichende Wasserstoff unter ungünstigen Verhältnissen Explosionsgefahr verursachen kann. Nur bei Grosstankanlagen dürfte die Verwendung der verdampfenden Menge zum Betrieb eines verlustsparenden Kühlsystems praktikabel sein, wie es z. B. bei Flüssiggastankern Anwendung findet.