

**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:** 81 (1990)

**Heft:** 18

**Artikel:** Hybridfahrzeuge als Alternative

**Autor:** Beck, J.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-903158>

### **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:** 12.01.2026

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

# Hybridfahrzeuge als Alternative

J. Beck

**Der Beitrag stellt die Überlegungen vor, die zur Entwicklung eines Hybridfahrzeuges geführt haben. Der Audi duo ermöglicht es, mit einem konventionellen Fahrzeug abgasfrei zu fahren, ohne auf die Vorteile des herkömmlichen Antriebs wie hohe Leistung und grosse Reichweite verzichten zu müssen.**

**L'article présente les considérations qui ont poussé à développer un véhicule hybride. Basé sur un véhicule conventionnel, l'Audi duo permet de rouler dans les agglomérations sans émettre de gaz d'échappement et sans avoir à renoncer aux avantages d'un entraînement traditionnel tels qu'un rendement élevé et un grand rayon d'action.**

## Ein neues Fahrzeug-Konzept für den Individualverkehr

Das starke Anwachsen des Verkehrs erfordert insbesondere für Ballungsgebiete völlig neue Fahrzeug-Konzepte. Verkehrsberuhigte Zonen nehmen ständig zu, und schon heute darf in sehr vielen Wohngebieten nur noch Tempo 30 gefahren werden. Darüber hinaus ist in Grossstädten das Geschäftszentrum häufig zur Fussgängerzone erklärt worden, und manche Kommunen sind sogar dazu übergegangen, den gesamten Stadtkern gegen den Individualverkehr abzuschotten.

Die Bemühungen der Kommunen, das Auto verstärkt aus den Ballungsgebieten oder den ruhebedürftigen Zonen zurückzudrängen, macht die Problematik dieser Massnahme nur deutlicher: Das Auto lässt sich nicht völlig ausgrenzen. Schliesslich wohnen auch in verkehrsberuhigten Gebieten Menschen, die in vielen Fällen auf ein Individualverkehrsmittel angewiesen sind. Und natürlich muss auch die Versorgung von Menschen und Betrieben aufrechterhalten werden können.

Das berechtigte Anliegen der lärm- und abgasgeplagten Bürger, sie durch noch einschneidendere Massnahmen vom Individualverkehr zu entlasten, scheiterte bislang an fehlenden Alternativen. Etwas Besseres als die vorhandenen Diesel- und Benzinfahrzeuge für den Individualverkehr gibt es bislang noch nicht. Nun hat der VW-Konzern mit neuen Fahrzeug-Konzepten eine alternative und vor allem praktikable Lösung präsent, die Hybridfahrzeuge.

## Hybridantriebe im VW-Konzern

Ein Hybridantrieb besteht aus der Kombination von Elektroantrieb und Verbrennungsmotor. Dieser verbindet

die Vorteile der beiden Antriebsarten:

- Der Betrieb mit Verbrennungsmotor ermöglicht einen grossen Aktionsradius und gute Fahrleistungen.
- Der Elektroantrieb bietet niedrige Geräusch- und Abgasemissionen und die Einsparung von Erdöl, falls der Strom aus anderen Energieträgern erzeugt wird.

Reine Elektrofahrzeuge werden wegen ihrer beschränkten Reichweite und langen Batterie-Ladezeiten überwiegend nur als Zweitwagen einzusetzen sein und sind auf einen lokalen Einsatz beschränkt. Elektro-Hybridfahrzeuge sind wesentlich flexibler und ähnlich universell einsetzbar wie Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Je nach Einsatzzweck gibt es verschiedene Möglichkeiten, solche Hybridantriebe zu verwirklichen. Zwei Konzepte sind in der letzten Zeit im VW-Konzern entwickelt worden: Der Golf mit Einwellen-Hybrid und der Audi duo.

Die nachfolgenden Ausführungen beschränken sich auf den Audi duo.

Das Hybridsystem Audi duo basiert auf dem Antrieb mit zwei unabhängigen Motoren: Verbrennungsmotor und Elektromotor. Neu ist die Idee von Audi, jeden Motor eine Achse antreiben zu lassen. Der Verbrennungsmotor treibt die Vorderachse an, der zusätzlich installierte Elektromotor die Hinterachse. Diese Anordnung macht das Antriebskonzept preiswert und ausserordentlich wirtschaftlich.

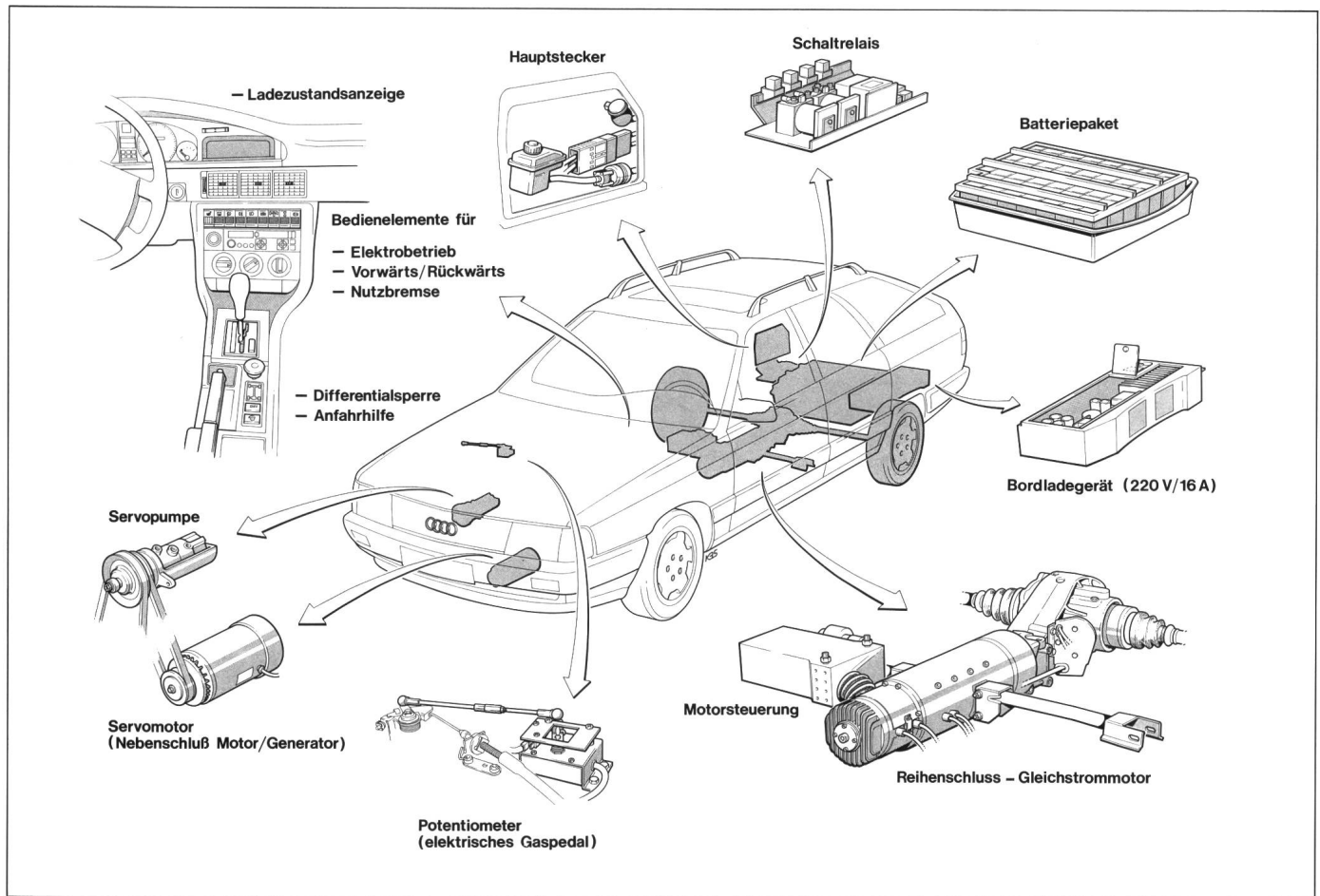
Im Prinzip kann das Hybridsystem in jedes Audi-Modell mit quattro-Antrieb adaptiert werden. Jede Motorisierung - Otto oder Diesel - in Kombination mit Schalt- oder Automatikgetriebe ist technisch möglich.

Erstmals dargestellt wurde das duo-System in einem Audi 100 Avant mit quattro-Antrieb. Dabei ist die Hinterachse schon als Antriebsachse ausgebildet. Im Tunnel für die Kardanwelle ist ausreichend Platz für den Elektro-

Leicht gekürzte Fassung eines Referates anlässlich des internationalen ASVER/ACS-Elektromobilsymposiums vom 28. Mai 1990 in Luzern

### Adresse des Autors

Josef Beck, Audi AG,  
Postfach 220, D-8070 Ingolstadt



**Bild 1** Die wichtigsten Elektroantriebskomponenten des Audi duo

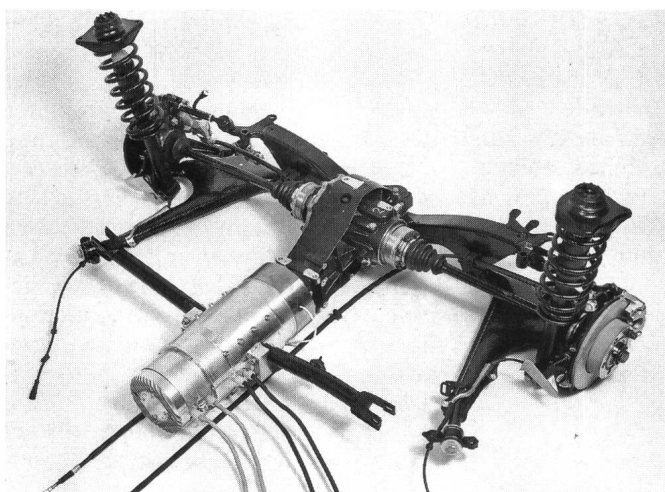
motor vorhanden. Es fallen also für den Audi Hybrid-Antrieb keine aufwendigen und teuren Karosseriearbeiten an.

Für das neue Antriebskonzept wird die Kardanwelle zur Hinterachse entfernt. Direkt an das Hinterachsdifferential kann der 60 kg schwere Elek-

tromotor mit elektrischer Kupplung angeflanscht werden. Die elektronische Steuerung setzt die komplexen Schalt- und Regelfunktionen in einen Bedienungsablauf um, der sich praktisch nicht von dem für einen Verbrennungsmotor unterscheidet. Die bisherige Reserveradmulde nimmt den

200 kg schweren Batteriesatz auf. Trotzdem muss nicht auf das Reserverad verzichtet werden, ein Notrad steht links im Seitenfach des Kofferraums.

Die 54 in Reihe geschalteten Zellen der Nickel-Cadmium-Batterie bieten eine Gesamtspannung von 64,8 Volt.



**Bild 2** Der 9,3-kW-Gleichstrom-Reihenschlussmotor für den Hinterachsantrieb findet im Tunnel für die Kardanwelle Platz



**Bild 3** Die NiCd-Hochleistungsbatterie des Audi duo in der Reserveradmulde unter dem Gepäckraum

Die Batterie hat eine Lebensdauer von etwa 10 Jahren, der Wartungsaufwand ist minimal. Ihre Aufbereitung beziehungsweise Entsorgung ist sichergestellt und wird vom Batteriehersteller garantiert.

Trotz dem Raumbedarf und dem Mehrgewicht für Elektromotor und Batterie bleibt die volle Zuladungskapazität für Raum und Gewicht erhalten.

Die beiden unterschiedlichen Antriebe erhöht die Betriebssicherheit des Fahrzeugs. Bei Ausfall eines Systems kann das Fahrzeug mit dem zweiten, völlig autarken Antriebssystem betrieben werden.

Das von Audi entwickelte Hybrid-Antriebskonzept ist für einen späteren Serieneinsatz konzipiert. Der erforderliche Mehraufwand gegenüber einem Fahrzeug, das nur mit einem Verbrennungsmotor ausgerüstet ist, hält sich in akzeptablen Grenzen, da der zusätzliche Elektroantrieb in ein Serienfahrzeug adaptiert wird.

## Fahren mit dem Audi duo-System

Durch den Einsatz von Verbrennungsmotor und Elektroantrieb in einem Fahrzeug werden die Vorteile des herkömmlichen Fahrzeugantriebs mit den Vorteilen des Elektroantriebs kombiniert: Mit dem Verbrennungsmotor bleibt der grosse Aktionsradius erhalten, mit dem Elektroantrieb kann das Fahrzeug schadstofffrei und fast geräuschlos betrieben werden. Das Hybridsystem Audi duo ist also äusserst flexibel und stellt sich auf die jeweiligen Erfordernisse ein.

Das Demonstrationsfahrzeug ist mit dem bekannten 2,3 Liter Fünfzylinder-motor mit 100 kW/136 PS und einem Elektromotor mit 9,3 kW/12,6 PS ausgerüstet. Die Leistung des Gleichstrommotors beträgt nur knapp 10 Prozent des Ottomotors und bringt dennoch das rund 1740 kg schwere Hybridfahrzeug auf akzeptable Fahrgeschwindigkeiten. Aus dem Stand heraus entwickelt der Elektromotor ein kräftiges Drehmoment von 110 Nm, während der Verbrennungsmotor ein Drehmoment von 190 Nm bei 4000/min bietet. Dass der extrem geräuscharme Gleichstrommotor ohne ein Getriebe das Fahrzeug aus dem Stand beschleunigen kann, liegt an den spezifischen Eigenschaften des Elektromotors.

Die Höchstgeschwindigkeit im Audi 100 Avant mit duo-System beträgt mit

Elektroantrieb 52 km/h, in acht Sekunden erreicht das Fahrzeug 30 km/h. Die Reichweite beträgt im innerstädtischen Betrieb und verkehrsberuhigten Zonen rund 40 Kilometer.

Der Fahrer wird ständig über den Ladezustand der Batterie informiert, so dass im Bedarfsfall rechtzeitig wieder Energie getankt werden kann. NiCd-Batterien vertragen hohe Ladeströme, so dass kurze Aufladungszeiten möglich sind. Mit einem entsprechend starken Ladegerät beträgt die Aufladung der leeren Batterie maximal 45 Minuten.

Mit dem Zündschlüssel wird entweder der Verbrennungsmotor gestartet oder – nachdem der Schalthebel im Leerlauf steht – durch Drücken der «E»-Taste der Elektroantrieb aktiviert.

Da beim Fahren mit Elektroantrieb ein zusätzlicher kleiner Elektromotor die Versorgung der Hydraulik übernimmt, treten in der Bedienung und Handhabung des Fahrzeugs keine Unterschiede auf: Lenkunterstützung, Bremsservo und ABS funktionieren wie üblich. Die benzinelektrische Warmwasserheizung sorgt auch bei Elektrobetrieb für angenehme Wärme. Im übrigen fährt sich das Auto mit Elektroantrieb wie mit einem automatischen Getriebe: Der Fahrer muss nur das Gaspedal betätigen, eine Getriebeschaltung gibt es nicht.

Die unproblematische Handhabung des Hybrid-Antriebs erlaubt den umweltschonenden Einsatz, wo immer es Sinn macht. So wird man im Stop-and-Go-Verkehr selbstverständlich auf Elektrobetrieb umschalten. Auch Kurzstrecken, beispielsweise zum Einkaufen innerhalb des Wohngebietes, wird man elektrisch angetrieben zurücklegen. Das senkt die Geräusche, ist umweltfreundlicher und auch preiswerter. Ein kurzes Umschalten – und der Fahrer fährt wieder mit Verbrennungsmotor. Mit dessen Start sind alle elektromotorspezifischen Verbindungen abgekoppelt. Der Fahrzeugantrieb erfolgt nun über die Vorderräder und es können die Vorteile des Verbrennungsmotors ohne Einschränkung genutzt werden.

## Warum Otto- und Dieselmotoren immer noch Vorteile haben

Trotz weltweiter Bemühungen ist es bislang noch nicht gelungen, die bekannten Verbrennungsmaschinen im

Fahrzeug – Otto und Diesel – auf breiter Front abzulösen. Solche Kraftfahrzeuge haben:

- hohe Fahrleistungen
- hohe Reichweite
- gutes Nutzvolumen und angemessene Nutzlast

Diese Vorteile resultieren vor allem aus der mitgeführten Antriebsenergie: Diesel oder Benzin. Es gibt für Fahrzeuge derzeit keine andere Energie, die einen so geringen Raum beansprucht und dennoch grosse Reichweiten und hohe Fahrleistungen ermöglicht. Ein Tank mit 80 Litern Inhalt reicht bei einem modernen 100 kW/136 PS-Fahrzeug mit Verbrennungsmotor im Praxisbetrieb für eine Fahrstrecke von etwa 800 km. Aufgrund des guten Leistungsgewichts ist ausserdem eine hohe Geschwindigkeit und eine Beschleunigung von 0 bis 100 km/h in rund 10 Sekunden möglich.

Als Alternative zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmaschinen ist immer wieder das reine Elektro-Fahrzeug im Gespräch, weil es zwei grosse Vorteile bietet: Abgasfreiheit und Geräuscharmut.

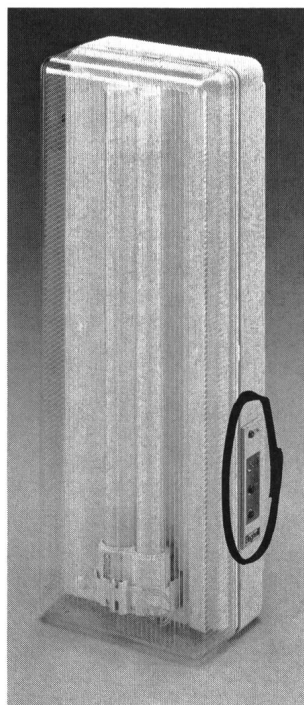
Diesen Vorteilen stehen gewichtige Nachteile gegenüber, wie die folgende Modellrechnung verdeutlicht: Der Energie-Inhalt von 80 Liter Kraftstoff beträgt etwa 800 kWh. Wegen des Wirkungsgrades der Verbrennungsmotoren von ungefähr 25 Prozent sind davon etwa 200 kWh direkt für den Fahrbetrieb verfügbar. Die Energiedichte moderner Elektro-Hochleistungsspeicher auf Natrium-Schwefel- oder Nickel-Cadmium-Basis beträgt ungefähr 50 Wh/kg beziehungsweise 80 Wh/l. Um die Energiemenge von 200 kWh elektrisch speichern zu können, bedarf es also einer Batterie mit einem Gewicht von etwa vier Tonnen beziehungsweise einen Rauminhalt von 2500 Litern. Die Grösse und das Gewicht der zurzeit einsatzfähigen Elektro-Hochleistungsspeicher ermöglichen bei den Elektro-Fahrzeugen nur begrenzte Fahrleistungen und kleine Nutzvolumina und Nutzlasten.

Fahrzeuge mit Hybridantrieb sind universell einsatzfähig wie Fahrzeuge mit Verbrennungsmotoren und mit Einschränkung speziell einsatzfähig wie ein Elektro-Fahrzeug. Wir sehen deshalb in einem Fahrzeug mit Hybridantrieb ein gutes Angebot zur Problemlösung für den innerstädtischen Verkehr.



# NEUHEIT ! NOTLEUCHTEN, DIE SICH SELBER TESTEN !

## Pratica Autotest



Die neue Generation im Gebiete der Notleuchten!

PRATICA Autotest führt auf selbstständige Weise periodische Tests durch. Allfällige Störungen werden sofort durch ein LED-Signal angezeigt.

### LED Zeichenerklärung:

LED **grün** Spannungsanzeige  
muss immer eingeschaltet sein.

LED **gelb** zeigt den Zustand der Fluo-Röhre an.  
Leuchtet auf, wenn die Röhre ausgewechselt werden muss.

LED **rot** zeigt den Zustand der Batterie an.  
Leuchtet auf wenn die Ladung der Batterie ungenügend ist.

LED **rot** zeigt Störungen der Elektronik an.



**Nicola Pagliaccio**

Eclairage de secours  
Service après vente

Chemin des Croix-Rouges 10, 1007 Lausanne  
Tél. (021) 20 22 13/14 Fax (021) 20 96 64

### Kontrolle des Betriebes:

Jede Woche führt das Gerät während 1 Minute folgende Kontrollen aus:

- Umschaltung auf Notbetrieb
- Korrekter Betrieb der Elektronik (inverter)
- Lichtstärke der Fluo-Röhre.

Allfällige Störungen werden sofort durch ein LED-Signal angezeigt.

### Autonomie-Kontrolle:

Alle 4 Monate kontrolliert das Gerät die Ladung der Akkus. Allfällige Störungen werden sofort durch ein LED-Signal angezeigt.

## E 607

### DER NEUE 1-KANAL WOCHENSCHALTCOMPUTER

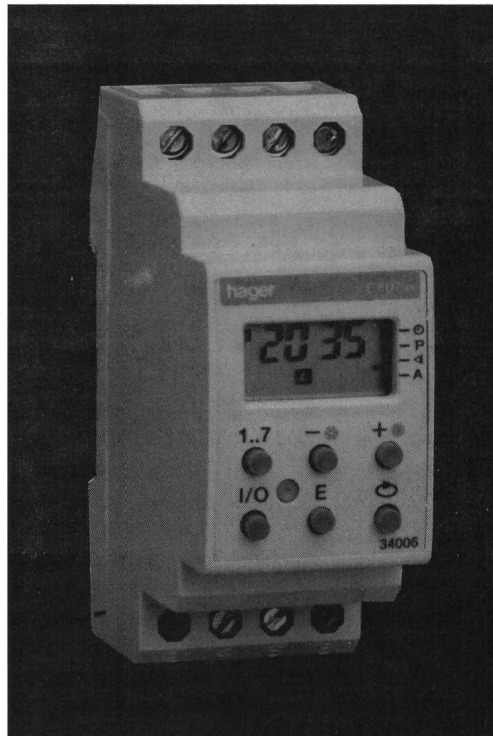
### FÜR EINFACHSTE PROGRAMMIERUNG

Um eine schnelle und leichte Programmierung zu garantieren, hat **hager** für seine Kunden einen neuen Schaltcomputer entwickelt, den **E607**.

Seine Stärken sind:

- direkter Wechsel Sommer-Winterzeit durch 2 Tasten,
- Programmschutz,
- Gangreserve: 24 Stunden,
- Platzbedarf: 2 Module,
- permanente Zwangsschaltung: Ein/Aus,
- Zwangsschaltung (Ein/Aus) mit automatischer Rückkehr zum Programm,
- externe Zwangsschaltung: z.B. über Telefon-Fernbedienung,
- visuelle Kontrolle der gespeicherten Programme möglich,
- zwei Programmierungsarten: Tag für Tag, Tagesgruppierung: zum Sparen von Programmschritten,
- Änderung der Programmierung jederzeit möglich.

**Der hager-Schaltcomputer E607:  
für einfachste Programmierung!**



## hager MODULA SA

EN BUDRON A N°9 - 1052 LE MONT-SUR-LAUSANNE  
Tél. 021/33 63 11 - Tél. 454 712 - Fax 021/325 523

## E 607

### NOUVEAU PROGRAMMATEUR HEBDOMADAIRE 1 VO

### L'AUTOMATISATION FACI

Pour faciliter la programmation à votre client, et du même coup, vous simplifier la vie, **hager** a mis au point son nouveau programmeur **E607**.

Ses points forts:

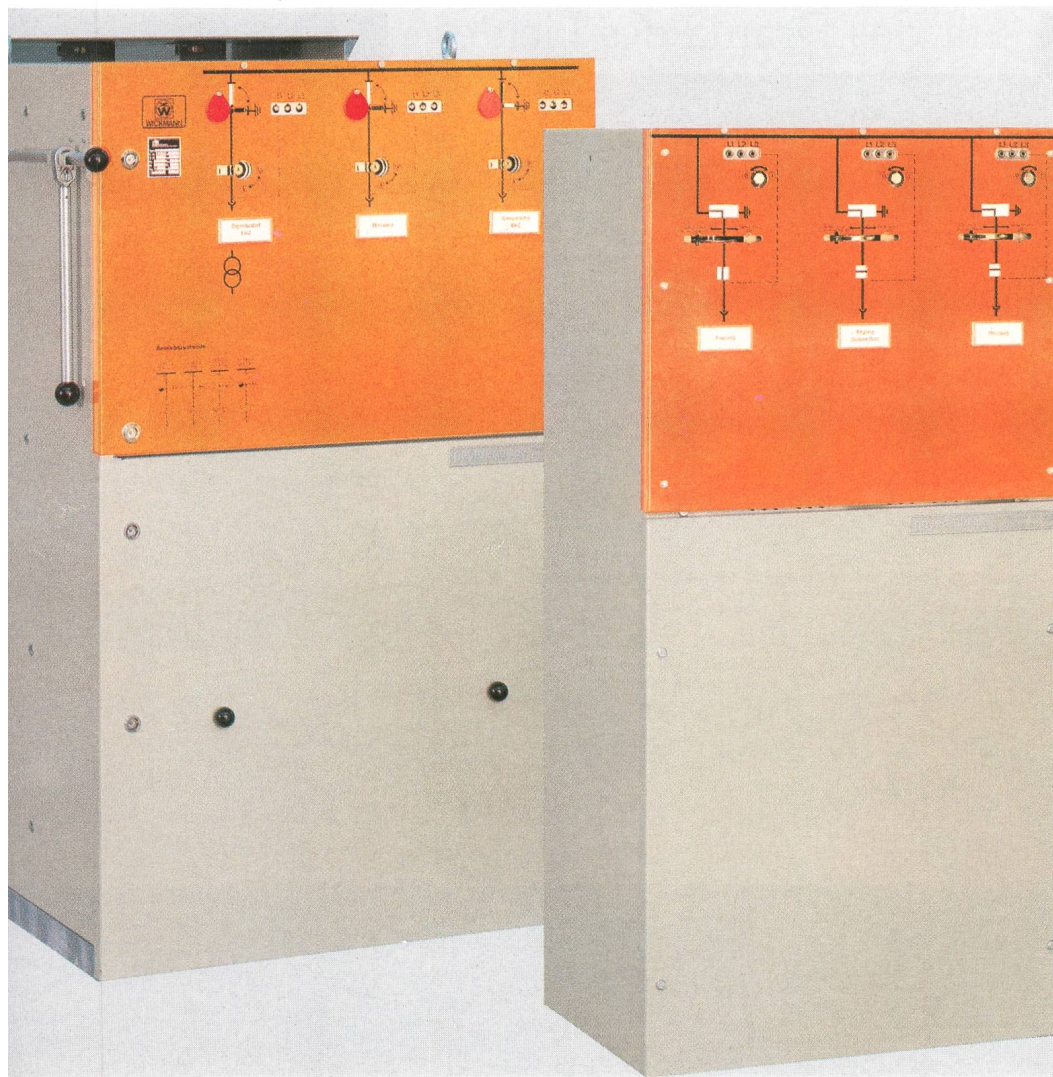
- changement d'horaire été/hiver simplifié: 2 to distinctes,
- sauvegarde du programme: illimitée,
- réserve de marche: 24 heures,
- appareil compact: 2 modules,
- possibilité de forçage marche ou arrêt perman
- possibilité de forçage marche ou arrêt avec re automatique au programme,
- possibilité de mise en route par ordre extérieur télécommande téléphonique,
- visualisation de contrôle du programme mém
- programmation au choix: jour par jour ou par de jours,
- possibilité de modifier à tout moment les cons

**Programmeur hager E607:  
l'automatisation faci**

**IHR PARTNER FÜR ALLE MODULARE EINBAUGERÄTE**

**VOTRE PARTENAIRE POUR LE MODULA**





**Siegfried Peyer AG**  
**peyerenergie**



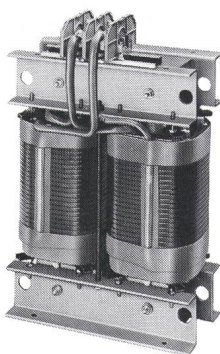
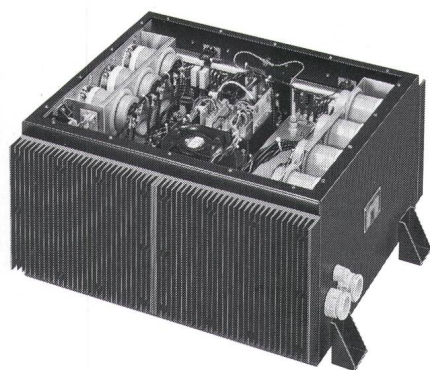
## **Mehr Schaltfelder und grössere Leistung auf kleinstem Raum.**

Vakuum- und SF<sub>6</sub>-isolierte Kompaktschaltanlagen von **peyerenergie** für höheren Personenschutz und mehr Sicherheit beim Schalten von Mittelspannung. Leistungs- und Lastschaltfelder bis zu 7 Einheiten, kombinierbar mit Messfeld. ESTI-Approbation vorhanden.

**peyerenergie**  
CH-8832 Wollerau  
Telefon 01 / 784 46 46  
Telex 875 570 pey ch  
Fax 01 / 784 34 15

4190

# **Appareils légers cherchent possibilités de voyager.**



Nos alimentations à bord de voitures, en technologie de commutation avancée, pour tension continue allant jusqu'à 1500 V se distinguent par leur légèreté, leur fiabilité et leur absence d'entretien. En outre, nous construisons des selfs à tension d'essai allant jusqu'à 150 kV et à puissance typique de 3,15 MVA. Grâce à l'ingénierie et à la conception assistées par ordinateur (CAE, CAD), l'étude et la réalisation s'adaptent entièrement à votre cas.

Demandez de la documentation détaillée, en spécifiant «Alimentation à bord de voitures» ou «Selfs».

**Elektro-Apparatebau  
Olten AG**

Tannwaldstrasse 88  
Case postale  
CH-4601 Olten

Téléphone 062-25 22 50  
Télex 981 602  
Téléfax 062-26 21 62





Für das Drama des Lichtes:



der Himmel über Cornwall. Oder wir.

Wer Lichteffekte liebt, dem brauchen wir hier nicht zu erklären, welche dramatischen Wirkungen sich mit Halogenlicht erzielen lassen. Vorausgesetzt, die erforderlichen Komponenten sind nicht wahllos kombiniert. Sondern von Haus aus füreinander bestimmt und darum – wie die Elemente, die SES anbietet – minutiös aufeinander abgestimmt: Systemkomponenten von STYLUX. Mit ihnen schöpfen Sie die Dramatik des Halogenlichtes brillant aus. Und inszenieren so ein Licht, das jedes andere in den Schatten stellt.



#### Neu: STYLUX ET

Dieser absolut geräusch- und störungsfreie elektronische Transformator der europäischen Spitzenmarke STYLUX verfügt über eine Konstanz der Ausgangsspannung, die konkurrenzlos ist. So wird das Potential der Halogenlampen restlos ausgeschöpft – und die Brillanz eines brillanten Lichtes optimiert!



#### Neu: STYLUX ES

Mit diesem ultrakompakten elektronischen Lichtsteuersystem der europäischen Spitzenmarke STYLUX lassen sich – raumübergreifend – zahllose Lichtquellen schalten und dimmen. Es lässt sich mit geringstem Aufwand montieren – und mit der allergrössten Einfachheit bedienen.



#### Halogenlampen EYE

Die Kaltlichtspiegellampen der Weltmarke EYE sind nur eine der Modellreihe aus dem bis jetzt ungefächerten Sortiment, das werkseitig genauestens auf die Lichtsystemkomponenten von STYLUX abgestimmt ist. Allen EYE Lampen gemeinsam ist ein Halogenlicht, dessen Brillanz und Farbwiedergabe einmalig sind.

#### Mir ist ein Licht aufgegangen.

☐ Darum möchte ich mich von Ihnen etwas eingehender über Ihr Niederspannungs-Lichtsystem und seine Komponenten orientieren lassen. Bitte senden Sie mir Ihre Dokumentation.

☐ Darum möchte ich von Ihnen einen Termin, um Ihr Lichtsystem und seine Elemente an Ort und Stelle zu studieren. Bitte rufen Sie mich an.

Name/Vorname: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Stellung: \_\_\_\_\_

Strasse: \_\_\_\_\_

PLZ/Ort: \_\_\_\_\_

Tel.-Nr.: \_\_\_\_\_

Coupon einsenden an SES, Sprecher Energie Systeme AG, Pflanzschulstrasse 47, 8004 Zürich

EYE + STYLUX b

**ses** SPRECHER  
ENERGIE  
SYSTEME

Wir holen für Sie das Licht vom Himmel