**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:** 82 (1991)

**Heft:** 22

**Artikel:** Entwicklung einer neuen Generation elektronischer Haushaltzähler

**Autor:** Niklaus, H.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-903036

**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:** 12.07.2025

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

# Entwicklung einer neuen Generation elektronischer Haushaltzähler

H. Niklaus

***Die weltweit geführten Diskussionen um neue, kostengerechte oder verbrauchssteuernde Verrechnungsverfahren für elektrische Energie erfordern neue Lösungen, auch für Haushaltzähler. Nachfolgend wird ein Konzept vorgestellt, welches erstmalig die Messung der elektrischen Energie mit der parametrierbaren Tarifsteuerung in einem Gerät vereinigt und durch seine Modularität für zukünftige Anforderungen offen bleibt.***

***Les discussions à l'échelle internationale portant sur de nouveaux procédés de tarification de l'énergie électrique au prix coûtant ou permettant de gérer la charge, exigent aussi des solutions nouvelles pour les compteurs ménagers. Le concept présenté réunit pour la première fois dans un même appareil la mesure de l'électricité avec la gestion paramétrique des tarifs, tout en restant ouvert à des développements ultérieurs grâce à sa conception modulaire.***

**Adresse des Autors**
*Herbert Niklaus*, dipl. El. Ing. ETH, Entwicklungsleiter Geschäftsbereich Mess- und Steuersysteme, Zellweger Uster AG, Mess- und Steuersysteme, Undermülistrasse 28, 8320 Fehraltdorf.

## Ausgangslage

Die Entwicklungen in Wirtschaft und Gesellschaft zeigen, dass die Bedeutung von elektrischer Energie noch weiter wachsen wird, nicht zuletzt als Ersatz für Energieträger, welche die Umwelt stärker als elektrische Energie belasten. Angesichts des steigenden Bedarfs an elektrischer Energie von 2,4% pro Jahr und der Beschränkungen auf der Produktionsseite ist es eine wichtige Aufgabe der Elektrizitätswirtschaft, den vorhandenen Strom so rationell wie möglich zu verteilen und den Verbraucher bei der Stromnutzung zu beraten.

Diese Forderung wird berechtigterweise auch von politischen Instanzen erhoben. Nebst den vielerorts bereits üblichen Tag- und Nachttarifen wird vermehrt auch eine unterschiedliche Tarifierung für Sommer und Winter gefordert. Möglich sind solche Vierstufentarife nur dank leistungstarker Rundsteuersysteme, welche in Kombination mit modernen elektronischen Zählern diese Mehrfachtarife verfügbar machen. Für einen erfolgreichen Anbieter von Rundsteuersystemen ist es deshalb naheliegend, sein Entwicklungspotential auf die zukunftsorientierte Integration von

- Rundsteuerung
- Energiemessung
- Tarifführung

auszurichten und demzufolge eine optimale Problemlösung von grosser Durchschlagskraft anzubieten.

## Produktekonzept

Ist der Entschluss für die Entwicklung einer neuen Gerätegeneration einmal gefasst, so stellt sich als nächstes die Frage nach dem Produktekonzept. Im Vordergrund steht dabei sicher das Anforderungsprofil des Kunden, in diesem Falle des EWs. Folgende Produkteanforderungen müssen dabei berücksichtigt werden:

- *Funktionen:*
  Registrieren der verrechnungstechnisch relevanten Grössen in Abhängigkeit von den neuen Tarifstrukturen
- *Zuverlässigkeit:*
  - Weder Verlust noch Verfälschung von Registerständen
  - Zuverlässiges Umschalten der Tarife
  - Hohe Lebensdauer
  - Keine Wartung
  - Minimaler Aufwand für Funktionsüberprüfung
  - Keine Nachkalibrierung

Daneben existiert eine ganze Reihe von Forderungen bezüglich der spezifischen Eingliederungsbedingungen beim EW, welche in verschiedenen Entwicklungsphasen berücksichtigt werden müssen, die aber hier nicht weiter erläutert werden sollen. Aus der vorliegenden Aufzählung ist klar ersichtlich, dass es bei einer Neuentwicklung nicht um die einfache Integration eines Rundsteuerempfängers und eines Zählers gehen kann, sondern vielmehr um die Bereitstellung eines flexiblen Leistungspaketes, welches den EWs die Verwirklichung ihrer Tarifpolitik erlaubt.

Auf der anderen Seite stellen sich jedoch auch dem innovationswilligen Einsteiger eine lange Liste von unternehmenspolitischen Fragen, welche im Zusammenhang mit einem grösseren Entwicklungsprojekt gelöst werden müssen:

- Ist die notwendige Technologie verfügbar?
- Welcher Kundenkreis soll abgedeckt werden?
- Wie werden die teilweise stark unterschiedlichen Kundenforderungen abgedeckt?

– Welches sind die Zeitverhältnisse bis zur Markteinführung?

Neben der ersten, generellen Frage ist die Beantwortung der zweiten Frage für ein Unternehmen mit Sitz in der Schweiz natürlich von grösster Bedeutung. Es ist aus naheliegenden Gründen klar, dass – bei einem Totalbedarf in der Schweiz von etwas über 100 000 Zählern pro Jahr für Direktanschluss – sich eine Entwicklung nur lohnt, wenn auch ausserhalb der Schweiz liegende Märkte berücksichtigt werden.

Im Technologiebereich gilt es, primär die beiden Bereiche Zählertechnologie und Produktionstechnologie für Grossserieprodukte zu beherrschen. Beim erfahrenen Anbieter von elektronischen Grossserieprodukten (Rundsteuerempfänger) richtet sich das Hauptaugenmerk auf die verfügbare Zählertechnologie. Im heutigen Zeitpunkt kommen für Neuentwicklungen von Direktanschlusszählern nur noch die folgenden statischen Messprinzipien in Frage:

| Zählertyp | Phasen | Prinzip | Bereich | Genauigkeit | Optionsmodule |
|---|---|---|---|---|---|
| Haushalt | 2 x 1 | Shunt | 100 A | 2% | 3 |
| Haushalt | 3 | Stromwandler | 40/80 A | 2% | 3 |
| Gewerbe | 3 | Stromwandler | 80 A | 1% | 3 |

**Tabelle I Einsatzbereiche und Anforderungen für die verschiedenen Geräte einer Gerätefamilie**

- Shunt einphasig
- Stromwandler ein- und mehrphasig
- Hallsonde ein- und mehrphasig

Sollen in einem Produktekonzept sowohl ein- als auch mehrphasige Zähler abgedeckt werden, so kommen demzufolge verschiedene Prinzipien oder Kombinationen davon in Frage. Um das Entwicklungsprojekt mit vernünftigem Risiko abzuwickeln, wurde für den einphasigen Zähler die bekannte und sehr robuste Shuntmethode gewählt. Aus den gleichen Gründen fiel die Wahl beim dreiphasigen Zähler auf den Stromwandler als Messelement.

Mit einem modularen Ansatz wird beim Gerätekonzept die Voraussetzung geschaffen, alle auch in der Zukunft denkbaren Kundenforderungen abzudecken (Bild 1). In einem Standardgehäuse können in diesem Konzept die verschiedensten Anforderungen bezüglich Funktionen und Schnittstellen abgedeckt werden.

Die vorliegende Anordnung erlaubt die Realisierung einer Gerätefamilie, welche die in Tabelle I zusammengestellten Bereiche abdeckt.

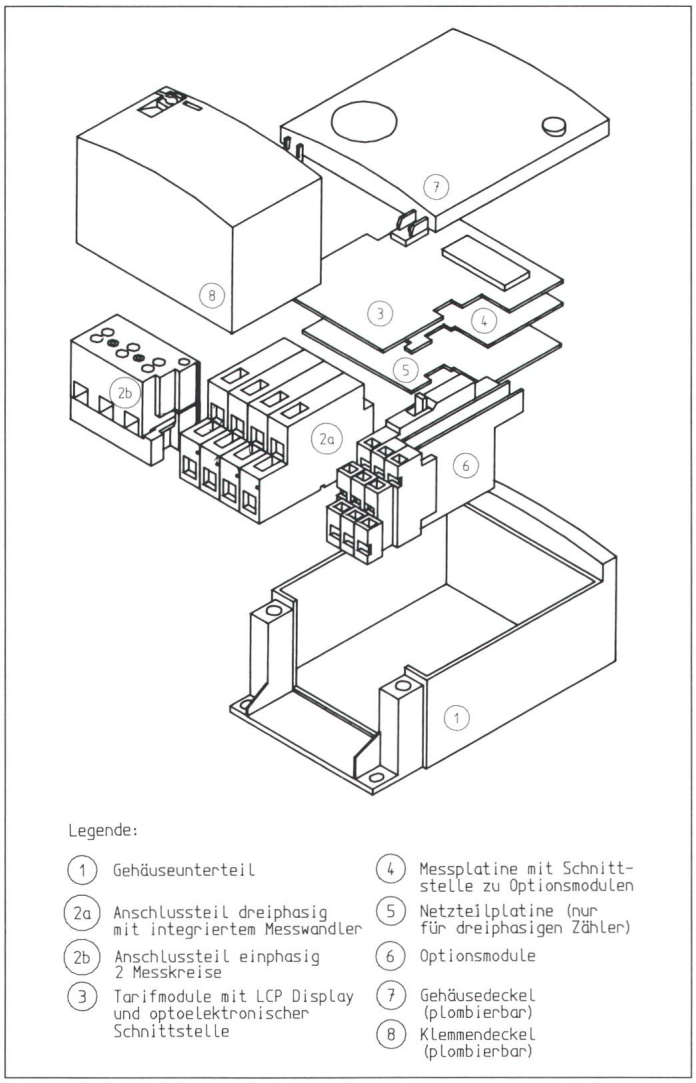



**Bild 1 Modulares Gerätekonzept**

## Entwicklungskonzept

Die Entwicklung einer neuen Zählergeneration stellt nicht nur für den Neueinsteiger ein Grossprojekt ersten Ranges dar. Dementsprechend wird die Entwicklung in die bekannten Phasen des Projektmanagements aufgeteilt:

- *Untersuchungsphase:*
  - Aufstellungsphase
  - Machbarkeitsphase
  - Ausarbeitungsphase
- *Realisierungsphase:*
  - Durchführungsphase
  - Optimierungsphase
  - Übergabephase

Die Untersuchungsphase startet mit der Projektidee, klärt die technische Machbarkeit sowie die betriebswirtschaftliche Rechtfertigung ab und endet mit dem konkreten Projektantrag für die Entwicklung eines genau spezifizierten Produktes. Die Realisierungsphase beginnt mit der eigentlichen Entwicklung, umfasst die wichtige Optimierung bezüglich Funktion und Produzierbarkeit (Herstellkosten) und endet mit der Übergabe an die Produktion.

Im Sinne eines Pilotprojektes wurde die Entwicklung eines einphasigen Haushaltzählers (Shuntprinzip) für einen genau umrissenen Markt begonnen. Damit soll die Fähigkeit demonstriert werden, Kundenprobleme im Bereich statischer Haushaltzähler lösen zu kön-

nen. Mit kurzem Zeitverzug wird dann quasi parallel die Realisierung der technisch anspruchsvolleren dreiphasigen Haushalts- und Gewerbezähler in Angriff genommen. Dieses Vorgehen bietet den Vorteil, dass vom Einfachen ausgehend die Erfahrungen direkt auf das Kompliziertere angewendet werden und so eine optimale Ausnutzung der Synergien gewährleistet ist.

## Technische Lösung

Dieses Kapitel behandelt die wesentlichen Merkmale der Hauptbestandteile gemäss Bild 1.

### Gehäuse

Neben den rein funktionsbedingten Anforderungen (Schutz vor Umwelteinflüssen, normgerechte Montage, Berührungsicherheit usw.) sind hier vor allem auch ästhetische Aspekte zu berücksichtigen.

### Anschlussteil

Der Anschlussteil (auch Klemmenblock genannt) beinhaltet die Schnittstelle zum Niederspannungsnetz bzw. zum Verbraucher. Es existieren zwei Versionen :

- Shuntversion:
  Anschluss für zwei Messkreise 100 A
- Stromwandler:
  dreiphasiger Anschluss 40/80 A

Bei der Shuntversion befinden sich die eigentlichen Messwiderstände direkt auf der Messplatine und der Klemmenblock ist als massives Kunststoffteil ausgeführt. Die Stromwandlerversion wird mit drei diskreten Messmodulen plus Nulleitermodul realisiert, welche auf dem Prinzip der Luftspule mit Abschirmung basieren. Um möglichst effiziente Kalibrier- und Eichabläufe sicherzustellen, ist im Modul eine Spannungsunterbrechung integriert, welche via Stecker aktiviert, jegliche Manipulation von Schraubverbindungen überflüssig macht (siehe Bild 2). Die übereinander angeordneten Klemmen ermöglichen einen sehr kompakten Zähler, was der Miniaturisierung in der Elektronik voll Rechnung trägt und zudem Platzvorteile bei der Montage bringt.

### Elektronik

*Tarifmodul*

Das Tarifmodul beinhaltet im wesentlichen die folgenden Benützerschnittstellen:

- LCD Display
- Scrolltaste für die Anzeige der Registerinhalte
- Elektrooptische Schnittstelle für die automatische Zählerablesung sowie für die Zählerparametrierung (Normvorschlag IEC 1015)
- LED für Anzeige «Zähler aktiv»

Das Tarifmodul wird je nach Tarifstruktur des Kunden verschiedene Konfigurationen aufweisen. Im einfachen Fall, wie zurzeit realisiert (4 Tarife ohne Vorwertregister), befindet sich die Intelligenz im Rechner der Messplatine. Auf dem Tarifmodul sind als Hauptkomponenten für diese Anwendung lediglich das Anzeigeelement (LCD) sowie der entsprechende Treiber IC (1,5-µm-Gate Array) aufgebracht. Bei komplexeren Tarifstrukturen mit Energie- und Leistungsverrechnung, Vorwertregister und Mittelwertbildung wird ein eigener Microcontroller eingesetzt.

*Messplatine*

Die Messplatine bildet den eigentlichen Kern des Zählers. Bild 3 zeigt das Blockschaltbild für die dreiphasige Version. Im Hinblick auf optimale Herstellkosten wurden die Funktionen konsequent in anwendungsspezifischen integrierten Schaltungen (ASIC) zusammengefasst, so dass die Komponentenzahl soweit als vernünftig reduziert werden konnte. Die kleine Anzahl von Komponenten bringt zudem wesentliche Verbesserungen in der Zuverlässigkeit des ganzen Zählers. Im Rahmen weiterer Optimierungsschritte bieten sich hier noch einige Rationalisierungsmöglichkeiten an, welche jedoch immer bezüglich verfügbarer Technologie, gegenseitiger Beeinflussung bei höherer Integration sowie Wirtschaftlichkeit gegeneinander abgewogen werden müssen. Die Platine wird vollständig in SMD-Technologie realisiert. In der Folge sind die Hauptfunktionen der einzelnen Blöcke kurz erläutert:

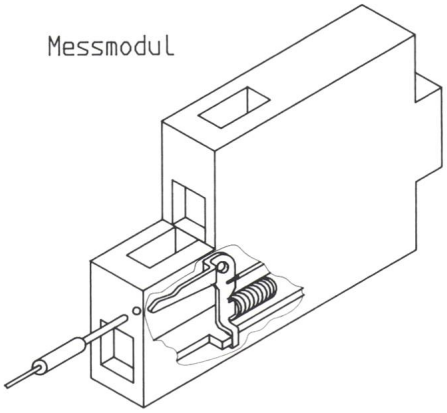



**Bild 2 Prinzip der Spannungsunterbrechung**

- *Messchip:*
  Der Messchip ist als analoger Fullcustom ASIC in 5-µm-CMOS-Technologie realisiert. Er integriert und verstärkt das Signal des Stromwandlers derart, dass dem Microcontroller ein dem Eingangsstrom proportionales Spannungssignal zur Verfügung steht. Der Verstärker ist aus mehreren Low Offset-Operationsverstärkern aufgebaut. Der Integrator ist in SC-Technik realisiert, was die Abstimmung der Phasengenauigkeit über die Clockfrequenz erlaubt.

- *Single Chip Microcontroller:*
  Das zentrale Bauteil des Zählers berechnet aus den Strom- und Spannungswerten die verbrauchte Energie/Leistung und ordnet die Ergebnisse den jeweiligen Tarifregistern zu. Eine weitere Aufgabe des Controllers ist die Decodierung der Rundsteuerbefehle für die Tarifumschaltung, wobei die üblichen Spuren benutzt werden können. Beim Single Chip-Controller handelt es sich um ein handelsübliches Bauteil mit integriertem AD-Wandler. Massgeblich bei der Auswahl waren:
  - Grosse Stückzahlen
  - Einsatz in industriellen Prozessen und Sicherheitssystemen
  - Hervorragende Qualitätsüberwachung.

- *Clock Driver:*
  Beim Clock Driver-Chip handelt es sich um Gate Array ASIC mit 1500 Gates im 1,5-µm–HCMOS-Prozess. Um in den Messstrecken der drei Phasen die geforderte Genauigkeit zu erzielen, stellt der Clock Driver jedem Messchip eine individuelle quarzstabilisierte Clockfrequenz zur Verfügung.

- *Rundsteuerchip:*
  Für die Verarbeitung des Rundsteuersignales wird ein schmalbandiges Filter benutzt, welches die überlagerte Rundsteuerfrequenz aus dem Netzsignal herausfiltert. Zu diesem Zweck wird ein anwenderspezifisch integriertes SC-Filter in 3-µm-Technologie eingesetzt. Die Parametrierung des Bauteils bezüglich Filterfrequenz, Bandbreite und Ansprechspannung erfolgt über eine serielle Schnittstelle. Diese anwenderspezifische Schaltung wird bereits in bestehenden Rundsteuerempfängern eingesetzt.

- *Different Function Chip:*
  Wie der Name aussagt, vereinigt dieses Bauteil verschiedene, voneinander unabhängige Funktionen wie:

- Referenzspannungsquelle für den AD-Wandler
- Spannungsüberwachung der 12-V-Speisung
- Signalaufbereitung der elektrooptischen Schnittstelle
- Digitalisierung der Netztaktfrequenz
- Entprellschaltung der Scrolltaste

Motivation für diesen Mixed digital/analog CMOS ASIC war die kostengünstige und platzsparende Implementierung einer Vielzahl von Funktionen. Der Digitalteil ist mit Standardzellen, der Analogteil als Full Custom Design realisiert.

*Netzteilplatine*

Beim einphasigen Zähler wird das Netzteil direkt auf der Messplatine realisiert. Dabei kommt das bewährte Prinzip des kapazitiven Spannungsteilers vom Rundsteuerempfänger zur Anwendung. Die Ansprüche beim dreiphasigen Netzteil sind wesentlich höher, gilt es doch die Betriebsicherheit bei sämtlichen Ausfallkombinationen von Phasen und Nulleiter sicherzustellen. Um die dabei auftretenden grossen Schwankungen im Ausgang des dreiphasigen kapazitiven Spannungsteilers abzufangen, kommt das Prinzip des primär getakteten Sperrwandlernetzteils zum Einsatz. Die Platine wird mit konventionellen bedrahteten Komponenten bestückt.

*Optionsmodule*

Wie oben beschrieben, stellt die rasche Anpassung eines Zählers an die vielfältigsten Anforderungen einen entscheidenden Kundenvorteil dar. Die heute bekannten Bedürfnisse stellen sich wie folgt dar:

- Klemmen für externe Tarif- und Periodensteuerung
- Logischer Steuerausgang für Signalisierung
- Impulseingang für externe Zähler (Gas, Wasser)
- Ausgänge für lokale und automatische Fernauslesung
- Ausgabekontakte für Messimpulse und Messperiode
- Externe Maximum-Rückstellung
- Lastrelais mit Umschaltkontakt 25 A

Der gewählte Lösungsansatz erlaubt die einfache Implementierung obiger Optionen, wobei pro Modul auch Kombinationen davon realisiert werden können. Die jeweilige Schnittstelle liegt im Klemmenraum des Anschlussteils und ist jederzeit zugänglich, ohne dass die Plombierung des Messteils gebrochen werden muss. Als Lastrelais kann ein Typ des bestehenden Angebots für Rundsteuerempfänger direkt übernommen werden.

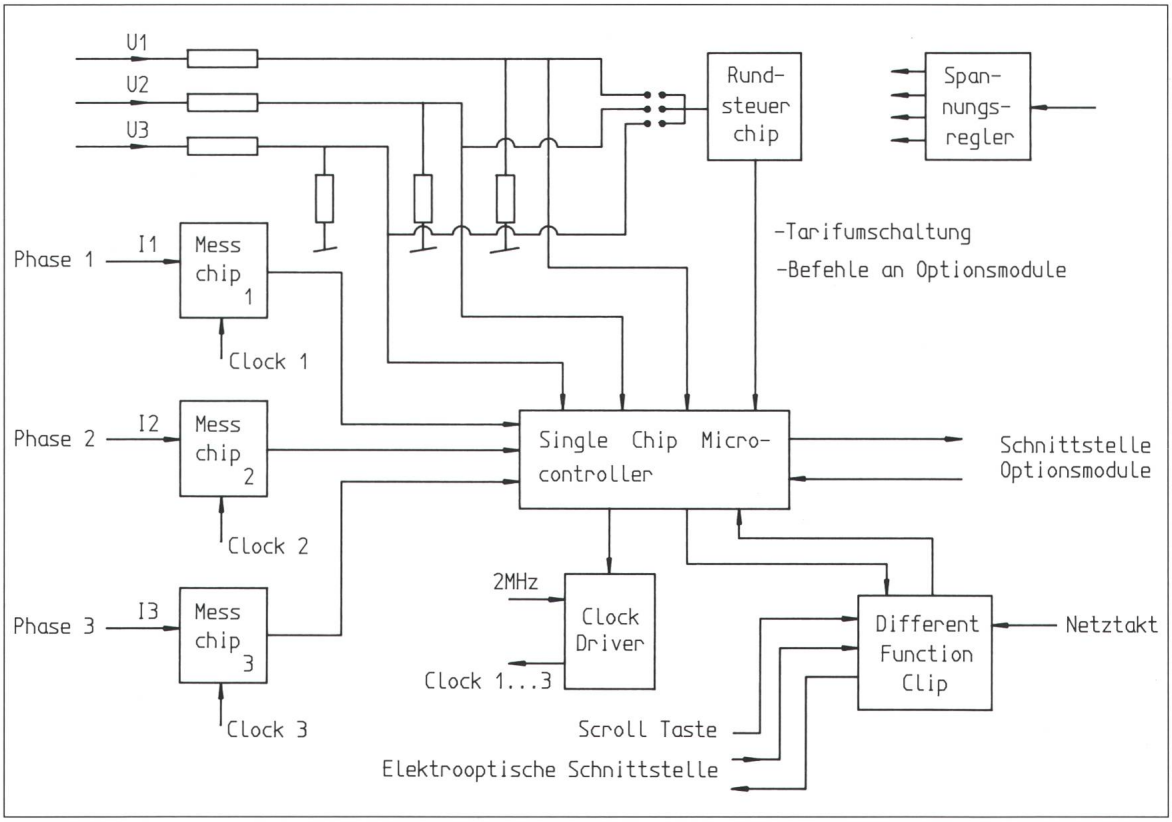
*Gehäuse- und Klemmendeckel*

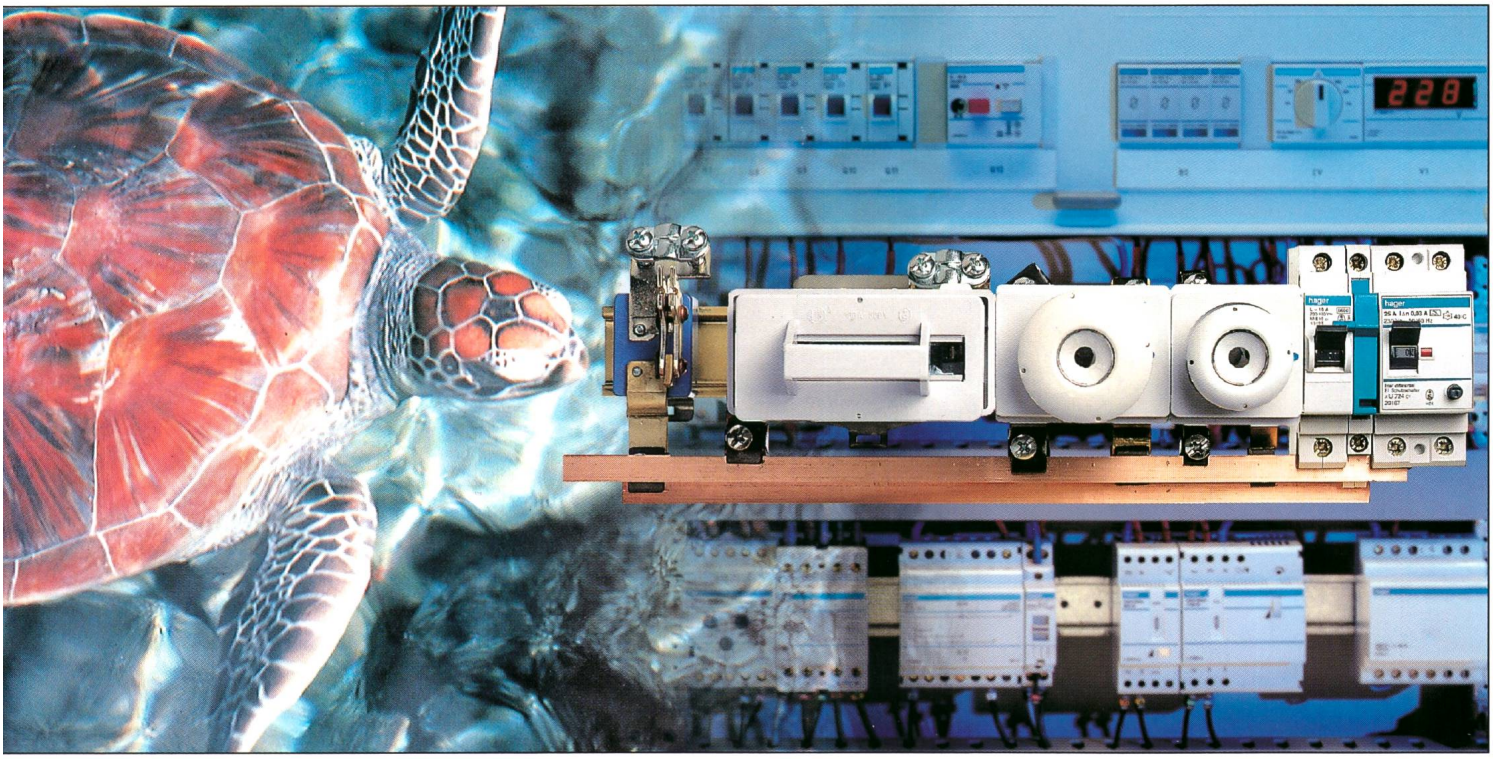
Gehäuse- und Klemmendeckel erfüllen ähnliche Funktionen wie der Gehäuse-Unterteil. Beide sind individuell mit umweltgerechten Kunststoff-Brechplomben plombierbar. Der Gehäusedeckel verfügt zusätzlich über einen Beschriftungseinsatz, wo nebst den Zählerdaten auch sämtliche rundsteuerspezifischen Angaben aufgebracht werden.

## Ausblick

Der einphasige Zähler steht momentan in der Optimierungsphase. In diesem Zeitpunkt wird das Produkt bezüglich Funktion sowie der Erfüllung aller Normtests und der Herstellkosten optimiert. In den gleichen Projektabschnitt fallen der Feldtest und die Beglaubigung durch die zuständigen Behörden (EAM). Der dreiphasige Zähler befindet sich am Ende der Realisierungsphase. Für beide Produkte läuft parallel zur Entwicklung die Produktionseinführung in der Schweiz. Nach Abschluss der Basisentwicklung werden sich die Hauptaktivitäten auf die Realisierung der verschiedenen Optionsmodule konzentrieren, wobei einmal mehr die optimale Abdeckung der unterschiedlichen Kundenforderungen im Vordergrund steht.

**Bild 3**
**Blockschaltbild Messplatine, dreiphasig**





# Die Natur ist reich an Schutzsystemen. Mit hager müssen Sie diese nicht beneiden.

Die Natur hat für jedes Lebewesen das ideale Schutzsystem geschaffen. Das haben wir uns zum Vorbild genommen: Schutzgeräte von hager sind genauso durchdacht, wie die Lösungen, die von der Natur verwirklicht werden. Auf dem Gebiet der Niederspannungs-Verteilungen bis 630 A umfaßt das Programm von hager eine komplette Familie von Schutzgeräten: Für Leitungs-, Personen- oder Geräteschutz haben wir wirksame Produkte entwickelt, die jedem Anwendungsfall gerecht werden.

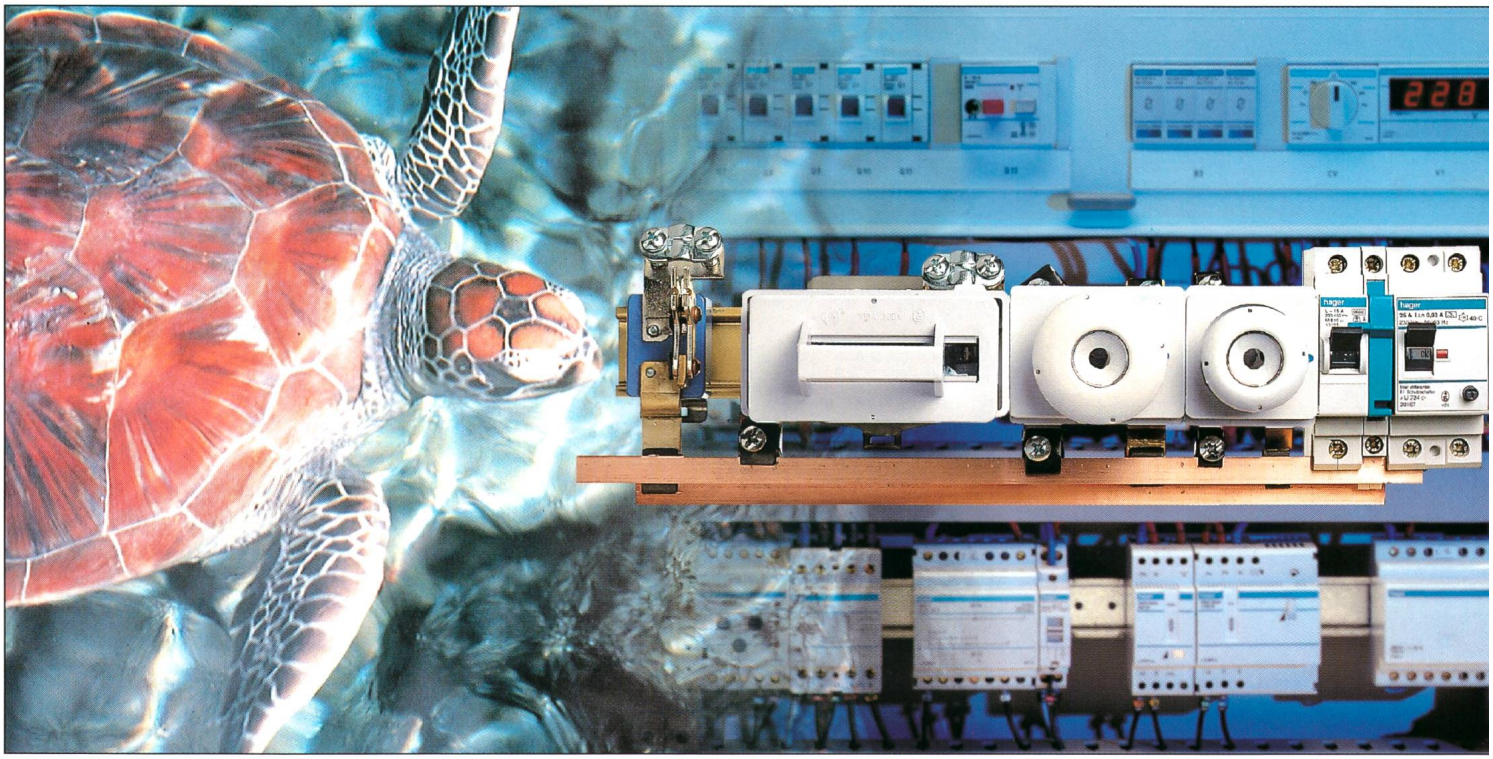
- Mit Sicherungs-Unterteilen in allen Größen und für alle Anwendungen beginnt der Schutz in einer rationellen und sicheren Verteilung.
- Unsere Leitungsschutzschalter verhindern eine zu hohe Erwärmung von Leitungen und Kabeln bei Überlastung und Kurzschluß.
- Modulare FI-Schutzschalter gewährleisten ein Höchtsmaß an Personenschutz beim Auftreten von gefährlichen Fehlerströmen.
- Überspannungsableiter in Modulartechnik schützen elektronische Geräte gegen hohe Spannungen, wie sie bei Gewittern oder Umschaltungen im Stromnetz auftreten.

Wie alle Modulargeräte von hager ist auch die große Palette von Schutzschaltern aus einem Guß in Funktion und Form. Sie fügen sich nahtlos in ein komplettes System, mit dem die Verteilungen bis 630 A einfach, sicher und zuverlässig installiert werden können. So einfach, wie die Natur ihre Systeme aufgebaut hat. So sicher, wie eine Schildkröte sich in ihrem Panzer fühlt. Und so zuverlässig, wie es auch ein natürliches Schutzsystem ist.

**hager**

Systemlösungen für das Elektrofach

HAGER MODULA A.G. - SCHWAMENDINGENSTRASSE 50 - 8050 ZÜRICH - TEL. 01/312 33 02 - FAX 01/311 68 51



# La nature est riche en systèmes de protection. Avec hager, vous n'avez rien à lui envier.

L'ingénieuse nature a su créer pour chaque être des systèmes de protection exemplaires et adaptés à son environnement. La protection sûre, efficace et robuste de la tortue en est un parfait exemple : avec la membrane de son oreille, elle capte toutes les vibrations transmises par l'air ou par l'eau. Dès qu'un danger se signale, sa queue, ses membres et sa tête se rétractent à l'intérieur de sa carapace, isolant tout son corps à l'abri dans sa coque de corne conçue pour résister aux plus fortes pressions. Dans le domaine de la distribution électrique, qu'il s'agisse de protéger le matériel ou de protéger les personnes, hager répond aux mêmes impératifs d'adaptation et d'efficacité par l'étendue de sa gamme de produits : coupe-circuits de 25 à 160 A, disjoncteurs modulaires de 2 à 40 A, disjoncteurs de tête modulaires 125 A, disjoncteurs de tête de 160 à 400 A, fonctions différentielles associables aux disjoncteurs boîtiers moulés, fonctions différentielles monoblocs modulaires 10, 30 et 300 mA, protections parafoudre de l'appareillage électronique... Le choix est complet, pour s'adapter. A l'image de la nature...

**hager**

votre partenaire pour le modulaire.

HAGER MODULA S.A. - BUDRON A N° 9 - 1052 LE MONT-SUR-LAUSANNE - TEL. 021/653 63 11 - FAX 021/652 55 23