

# Antriebssysteme im Aufzugsbau

Autor(en): **Begle, G.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **78 (1987)**

Heft 19

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-903921>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Antriebssysteme im Aufzugsbau

G. Begle

*Der Einsatz von leistungselektronischen Stellgliedern im Aufzugsbau wird vorgestellt. Neben der Erläuterung der besonderen Anforderungen an den Antrieb im Aufzugsbau und der Vorstellung der heute im Einsatz befindlichen Stellglieder wird auf die zukünftigen Antriebssysteme eingegangen. Dabei soll vor allem verdeutlicht werden, wie eng die Fortschritte in der Leistungselektronik mit denen der Mikroprozessortechnik verknüpft sind.*

*L'article décrit l'emploi des éléments de réglage de l'électronique de puissance dans les entraînements d'ascenseur. Partant des exigences particulières pour ascenseurs, on discute les systèmes de réglage principaux utilisés actuellement, puis on présente quelques tendances d'entraînements du futur. L'évolution montre que les progrès de l'électronique de puissance sont étroitement liés à ceux de la technique des microprocesseurs.*

## Adresse des Autors

Dipl. Ing. G. Begle, Abteilungsleiter Forschung, Schindler Aufzüge AG, 6030 Ebikon/Luzern.

## 1. Besondere Anforderungen

Der Aufzug stellt ein Produkt dar, das in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt wird. So müssen zum Beispiel Hubhöhen von einigen Metern bis über 300 m bewältigt werden. Die Förderlasten bewegen sich zwischen 320 kg und 5 t bei Wohn- und Geschäftshäusern und bis zu 40 t und mehr bei Warenaufzügen. Dabei kann die Geschwindigkeit von 0,4 m/s bis 10 m/s betragen, um eine möglichst optimale Kapazität des Aufzuges zu gewährleisten. Unabhängig davon finden bei der Entwicklung jedes Aufzugssystems folgende Gesichtspunkte Berücksichtigung:

- Sicherheit
- geringe Anschaffungs- und Unterhaltskosten
- hohe Wirtschaftlichkeit (geringer Energieverbrauch)
- hohe Produktlebensdauer
- hohe Zuverlässigkeit
- guter Fahrkomfort (sanfte und doch möglichst kurze Fahrten)
- geringer Platzbedarf der notwendigen Apparaturen

Je nach Aufzugsanlage ändert sich der Stellenwert der einzelnen Eigenschaften, abgesehen von den Sicherheitsaspekten, welche bei allen Aufzügen höchste Priorität haben. So ist im allgemeinen der Fahrkomfort in einem Wohnhaus heute nicht so wichtig wie ein möglichst günstiger Anschaffungspreis, während in grossen Geschäftsgebäuden in Amerika oder im Fernen Osten der Fahrkomfort eine massgebliche Rolle spielt. Generell kann gesagt werden, dass in den letzten Jahren die Anforderungen an eine hohe Wirtschaftlichkeit der Anlagen und an einen guten Fahrkomfort ständig an Bedeutung zugenommen haben, so dass die Verwendung von Mikroelektronik und moderner Leistungselektronik heute unumgänglich ist.

## 2. Antriebsmaschinen

Bei den elektrischen Maschinen kommen im Aufzugsbau bisher ausschliesslich Gleichstrom- oder Wechselstrommaschinen zum Einsatz. Dabei werden von den meisten Aufzugsherstellern keine Industrien Motoren verwendet, sondern Motoren, die sich speziell durch eine hohe Lastwechselfestigkeit und grosse Überlastbarkeit auszeichnen. Mit wenigen Ausnahmen werden Gleichstrommaschinen im Bereich der getriebelosen Aufzugsanwendungen eingesetzt, während Asynchronmaschinen ausschliesslich mit Getrieben verwendet werden.

### 2.1 Gleichstrommaschine (GM)

Die wichtigsten Vorteile der konventionellen Gleichstrommaschine sind einfache Regelbarkeit, Robustheit und Zuverlässigkeit. Demgegenüber stehen die Nachteile: nicht wartungsfrei, mässiger Wirkungsgrad, aufwendige Fabrikation.

### 2.2 Drehfeldmaschine (ASM)

Asynchronmaschinen sind die robustesten, zuverlässigsten und am weitesten verbreiteten Motoren. Im Gegensatz zum Gleichstrommotor sind Vor- und Nachteile des Asynchronmotors stark von der Anwendung abhängig. Bei der Beurteilung der Eigenschaften muss die Nenndrehzahl des Motors und die verwendete Leistungselektronik mit in Betracht gezogen werden. Langsam laufende Asynchronmotoren, d.h. Motoren, die hohe Drehmomente abgeben müssen, weisen gegenüber Gleichstrommaschinen einen relativ schlechten Wirkungsgrad auf und werden aus diesem Grund im Aufzugsbau nicht eingesetzt.

Der 4polige Industrienmotor ist der einfachste Motor schlechthin. Er ist robust, weist niedere Material- und Herstellungskosten auf und wird in grossen Stückzahlen gefertigt. Der

Einsatz dieser Motoren im Aufzugsbau ist jedoch erst durch die Verwendung von Frequenzumrichtern möglich und sinnvoll geworden, da eine Regelung mittels Drehstromstellern (Spannungsregelung) wegen des ausgeprägten Kippmomentes nicht über den gesamten Drehzahlbereich möglich ist.

Durch besondere konstruktive Änderungen der Rotorkäfige kann eine Drehmomenten-Drehzahlcharakteristik erreicht werden, die zu einer Verschiebung des Kippmomentes in den Drehzahlnullpunkt führt und damit einen Drehstromsteller-Liftbetrieb ermöglicht. Der Nachteil der speziellen Rotorausführung liegt darin, dass der Motor teurer wird und dass das Nennmoment bei grösserem Schlupf erreicht wird, der Motor also einen schlechteren Wirkungsgrad hat. Für das Abbremsen dieser Antriebe werden verschiedene Gleichstrombremsverfahren angewandt.

### 3. Elektronische Stellglieder

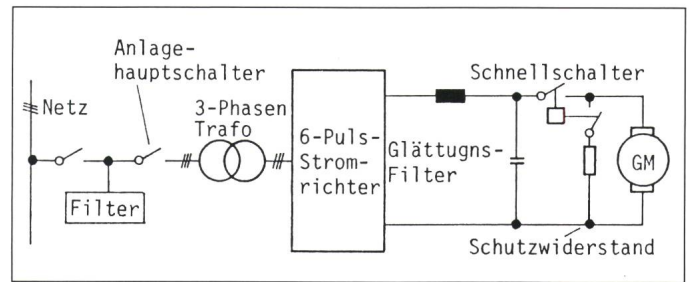
Die Verfügbarkeit von Thyristoren in Modulbauweise ergab eine Möglichkeit, die bis dahin ausschliesslich mit Motorgenerator-Baugruppen betriebenen und auch damit geregelten GM-Antriebe durch 6pulsige Stromrichter in Doppelbrückenschaltung zu ersetzen. Gleichzeitig eröffnete sich auch für Drehstrommaschinen eine billige Art der Spannungsregelung mittels Drehstromstellern. Der Einsatz von Frequenzumrichtern konnte dagegen mit diesen Elementen noch nicht realisiert werden, da die Schaltfrequenzen der Thyristoren zu niedrig waren, um bei niederen Motorfrequenzen einen genügend guten Stromverlauf zu erzeugen.

#### 3.1 6-Puls-Stromrichter für GM

Stromrichtergeräte haben in industriellen Anwendungen eine grosse Verbreitung, so dass auch für den Aufzug die Anwendung solcher Geräte als sinnvoll und kostengünstig erschien. Die Geräte konnten jedoch nicht ohne zusätzliche Massnahmen verwendet werden, da für den Aufzugsantrieb folgende spezielle Anforderungen zum Tragen kommen:

- Keine Schmelzsicherungen zum Schutz der Geräte: Dies ist notwendig, um die Unterhaltskosten möglichst gering zu halten.

**Figur 1**  
6-Puls-Stromrichter-  
antrieb für  
Aufzugsanwen-  
dungen



- Niedere Geräusentwicklung der Antriebsmotoren: Dazu ist die vom Stromrichter erzeugte Gleichspannung zu filtern.
- Geringe Netzbeeinflussung: Da der Aufzug meist in Gebäuden ohne spezielle Oberwellenfilter installiert ist, muss darauf geachtet werden, dass die durch Verwendung von Thyristoren erzeugte Netzverunreinigung beseitigt wird.

Aus diesen Anforderungen und anderen, weniger entscheidenden Sachverhalten kommt das Prinzipschema der Figur 1 zustande. Es kann schwerpunktmässig in drei Blöcke unterteilt werden:

- Netzanschluss mit Schutzbeschaltung bestehend aus Anlagehauptschalter, Netzoberwellenfilter und einer  $\cos-\varphi$ -Kompensation
- Stromrichtergerät zur Erzeugung der variablen Gleichspannung
- Motor mit Gleichstromkreis bestehend aus Schutzbeschaltung für Motor und Stromrichtergerät.

Der 3phasige Netzanschluss wird über einen Anlagehauptschalter direkt auf den Transformator verdrahtet. Sicherungen auf der Primärseite des Transformators sind nicht erforderlich, da der Stromrichter eine interne Schutzbeschaltung hat und die Gleichstromseite getrennt geschützt ist. Um die in vielen Ländern geforderten Limiten für die Belastung der Netze mit Oberwellen zu erfüllen, sind auf der Primärseite des Transformators Filterketten angebracht, welche die 5., 7. und 11. Oberwelle eliminieren. Mit diesen Filtern kann gleichzeitig eine Verbesserung des Leistungsfaktors erreicht werden.

Das Stromrichtergerät besteht aus einer Doppelbrückenschaltung mit Thyristoren für die Erzeugung der variablen Gleichspannung. Neben der Ansteuerelektronik für die Thyristoren beinhaltet das Stromrichtergerät verschiedene Sicherheits- und Kontrollfunktionen und die Geschwindigkeits- und Stromregelung für die Motor-

steuerung. Die Wegregelung und die Sollwertbildung zur Erzielung weg- und zeitoptimaler Fahrprofile befinden sich in separaten Geräten.

Der letzte Teil des Blockschemas zeigt den Gleichspannungsteil mit der Schutzbeschaltung und der Filterung der Motorspannung. Die 6pulsige Brückenschaltung erzeugt bei 50-Hz-Netzfrequenz einen Gleichspannungsrippel von 300 Hz. Dessen Amplitude ist so hoch, dass er in der Maschine zu einer Geräusentwicklung führen würde, die über die Tragseile auf die Kabine übertragen würde. Zur Glättung wird daher ein Filter bestehend aus Induktivität und Kondensator eingebaut. Um einen Schutz der Maschine und des Stromrichtergerätes im Kurzschlussfall zu erreichen, welcher bei einer Fehlfunktion der Thyristoren oder bei Netzausfall im rekuperierenden Betrieb auftreten kann, muss der Gleichstromkreis unterbrechbar sein. Dies erfolgt je nach Maschinengrösse durch einen mechanischen Schnellschalter oder durch eine Thyristorschaltung. Damit der Strom jedoch weiterfliessen kann und auch im Fehlerfall eine Bremswirkung erhalten bleibt, wird ein kleiner Widerstand parallel zum Motor eingeschaltet.

#### *Vor- und Nachteile gegenüber nichtelektronischen Stellgliedern*

Bei der Einführung von Stromrichtern wurden folgende Hauptvorteile angeführt:

- bis zu 30% geringerer Energieverbrauch gegenüber Motorgenerator-Lösungen. Dies ist hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass der Stromrichter erst kurz vor jeder Fahrt eingeschaltet und sofort nach jeder Fahrt wieder ausgeschaltet wird, im Gegensatz zu Motorgenerator-Lösungen, die erst nach längeren Stillstandsphasen abgeschaltet werden, weil ein Hochlauf bei jeder Fahrt zuviel Zeit in Anspruch nehmen würde.

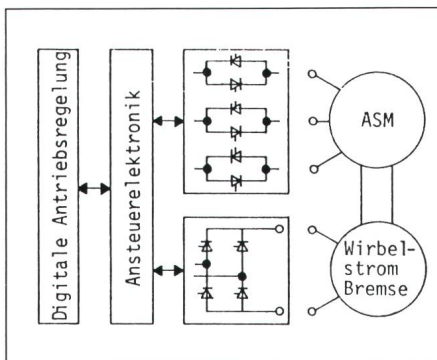
- geringere Unterhaltskosten, da der Stromrichter keine Verschleissteile wie Bürsten oder Lager aufweist.
- geringere Lärmentwicklung im Maschinenraum. Dies hat zur Folge, dass keine speziellen Lärmschutzmassnahmen notwendig sind.

Der wohl wesentlichste Nachteil ist die Belastung der Netze mit einem grösseren Oberwellengehalt, der nur durch teure Filter behoben werden kann.

### 3.2 Drehstromsteller für ASM

Die Regelung von Asynchronmaschinen kann ohne die Verwendung von Frequenzumrichtern nur bei Verwendung spezieller Motoren durch Spannungsstellung im motorischen Betrieb erfolgen. Für das geregelte Abbremsen werden entweder Wirbelstrombremsen oder die Gleichstrombremsung benutzt (Fig. 2). Die Verwendung von Wirbelstrombremsen verteuert zwar die Maschinenkonstruktion, hat aber andererseits den Vorteil eines höheren Wirkungsgrades gegenüber der Gleichstrominjektion in die Wechselstromwicklung des Motors. Daneben gibt es auch noch regelungstechnische Gesichtspunkte, die für die Verwendung einer getrennten Bremsvorrichtung sprechen.

Die Verwendung von Thyristormodulen sowohl für den Drehstromsteller als auch für die einphasige Brückenschaltung zur Versorgung der Wirbelstrombremse hat die Geräte für diese Art der ASM-Ansteuerung sehr kompakt und preiswert werden lassen. Bei Antrieben, bei denen das Fahrverhalten speziell im unteren Geschwindigkeitsbereich nicht extrem hohen Anforderungen unterliegt, wird diese An-



Figur 2 Asynchronmotor mit Wirbelstrombremse, angesteuert über einen Drehstromsteller und eine Einphasengleichrichterschaltung

wendung dem Einsatz von Frequenzumrichtern wegen der niedrigeren Anschaffungspreise oftmals vorgezogen. Es sei jedoch erwähnt, dass diese Lösung gegenüber frequenzgeregelten Antrieben einen wesentlich schlechteren Wirkungsgrad aufweist.

## 4. Anforderungen an einen modernen Aufzugsantrieb

Bei den Beurteilungskriterien moderner Aufzugsanlagen stehen heute Fahrverhalten und Wirtschaftlichkeit neben ansprechendem Design und Sicherheit an oberster Stelle.

Durch die Einführung geregelter Antriebe bei allen Aufzügen konnte das Fahrverhalten entscheidend verbessert werden. Dank dem Einsatz von Mikroprozessorsteuerungen in den Regelungsverfahren ist es möglich, das Fahrverhalten von Asynchronmaschinen gleich gut zu machen wie dasjenige der Gleichstrommaschinen.

Zur Erreichung einer hohen Wirtschaftlichkeit sowohl bei der Anschaffung als auch im Betrieb von Aufzügen muss die teure Gleichstrommaschine in allen Bereichen durch die wesentlich billigeren Asynchronmotoren ersetzt werden. Dies kann nur dann wirtschaftlich gelingen, wenn die Preisentwicklung der Leistungselektronikhalbleiter weiterhin eine sinkende Tendenz aufweist und die Stellglieder im allgemeinen noch verbessert werden.

## 5. Neue Leistungshalbleiter

In den für Aufzüge interessierenden Leistungsbereichen sind in den letzten Jahren verschiedene neue Halbleiterbauelemente auf dem Markt erschienen [1; 2]. Dabei ergeben sich aus den Anwendungsbedingungen unterschiedliche Eignungen.

**Thyristoren:** Thyristoren in Modulbauweise werden heute in allen netzgeführten Anwendungen besonders für die Ansteuerung von GM-Antrieben verwendet. Als Vorteil gelten vor allem ihre Robustheit, Spannungsfestigkeit und der günstige Anschaffungspreis.

**Bipolar-Transistoren:** Durch die Verfügbarkeit von Power-Transistoren in Modulbauweise ergibt sich die Möglichkeit von kleinen und kompakten Bauformen. Der Einsatzschwerpunkt liegt bei allen fremdgeführten Anwendungen. Vorteile sind dabei die erreichbaren hohen Schaltfrequenzen,

die einfache Ansteuerung und die billige Beschaltung der Elemente. Bei den im Aufzugbau verlangten Lebensdauern können mit Transistoren Ströme bis zu 200 A pro Element geschaltet werden.

**Abschaltbare Thyristoren (GTO):** GTOs bieten neben den Vorteilen der Thyristoren die Möglichkeit der Abschaltbarkeit. Gegenüber Transistoren weisen sie eine aufwendigere Ansteuerung und Beschaltung auf und haben eine begrenzte Schaltfrequenz. Vorteile liegen dagegen in der Robustheit und Spannungsfestigkeit der Elemente.

**MOSFET-Transistoren:** Der grösste Nachteil dieser Elemente ist ihre momentan noch geringe Strombelastbarkeit pro Modul. Ihre grossen Vorteile liegen in der preisgünstigen und einfachen Ansteuerung und in der hohen Schaltfrequenz. Mit diesen Elementen ist es möglich, völlig geräuschfreie Frequenzumrichter zu bauen.

Diese Aussagen gelten für Aufzugsapplikationen. Man muss sich dabei vor Augen führen, dass Kriterien wie Lebensdauer, Zuverlässigkeit und niedrige Wartungszyklen bei grosser Überlastbarkeit für elektronische Komponenten von ausschlaggebender Bedeutung sind. Daneben ist aus der Sicht des Kunden die Geräuschentwicklung der Anlagen ein wichtiges Kriterium.

## 6. Neue elektronische Stellglieder

Die Entwicklung in verschiedenen, voneinander unabhängigen Technologien hat zu einer zweiten Generation von elektronischen Steuergeräten für Gleichstrom- und Wechselstrommotoren geführt. Diese zeichnet sich vor allem durch zwei Merkmale aus: Verwendung schneller Mikrorechner zur Realisierung digitaler Regelungen und Ansteuerungen; Verbesserungen in der Leistungselektronik.

### 6.1 12-Puls-Stromrichter für GM

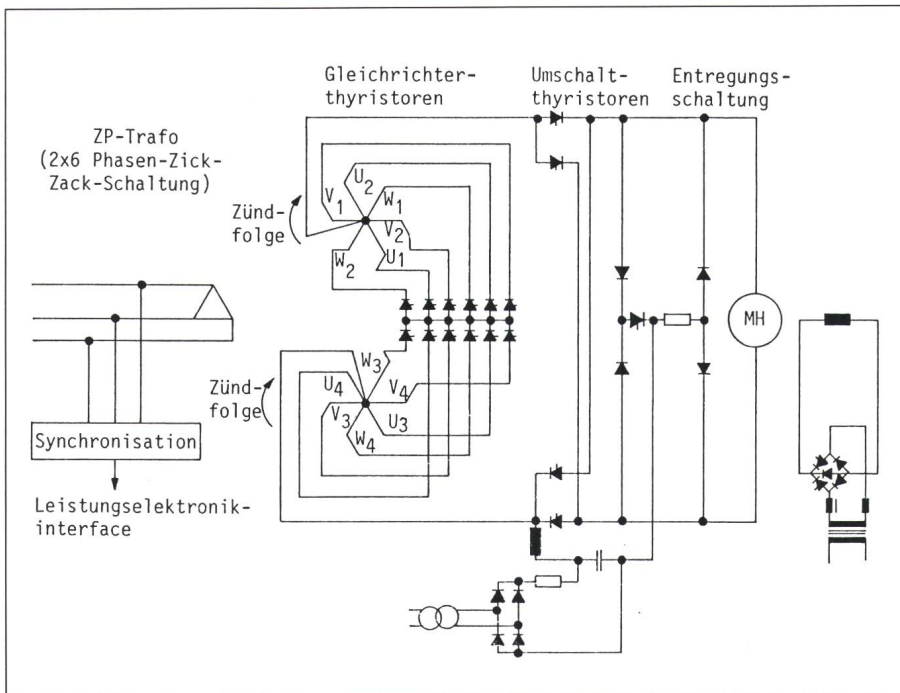
Wie erwähnt, war der Einsatz von Stromrichtergeräten im Aufzugbau nur mit zusätzlichen Massnahmen möglich. Dabei wurde der Vorteil der kompakten Bauweise dieser Geräte wieder zunichte gemacht, da die Zusatzmassnahmen viel Platz in Anspruch nahmen und ausserdem das Produkt erheblich verteuerten. Die Summe der Nachteile führte zur Ent-

und Ferndiagnosemöglichkeiten stark verbessert werden.

### 6.2 Frequenzumrichter für ASM

Die Forderung, die teuren Gleichstrommaschinen durch die wesentlich günstigeren Wechselstrommaschinen zu ersetzen, ohne dabei Einbussen im Fahrkomfort zu erleiden, kann nur durch Frequenzumrichterantriebe erfüllt werden (Fig. 5). Mit der Verfügbarkeit von Leistungstransistoren in Modulbauweise kam es zu einem regelrechten Boom beim Bau von Frequenzumrichtern für Industrieanwendungen. Besonders grosse Nachfrage für Frequenzumrichterantriebe herrscht in der Klimatechnik und beim Werkzeugmaschinenbau. Die Grosszahl der angebotenen Geräte ist daher auch speziell für diese Anwendungen ausgelegt. Der Aufzug stellt jedoch, gerade was den Stellbereich der Geschwindigkeit und die Lärmentwicklung anbelangt, erhöhte Anforderungen an den Antrieb.

Um ein ruckfreies Anfahren realisieren zu können, wird bei guten Aufzugsantrieben die mechanische Bremse geöffnet und erst danach mit der Beschleunigung begonnen. Dies stellt an den Antrieb die Forderung nach einer guten Momentenregelbarkeit im Stillstand oder, auf den Frequenzumrichter übertragen, eine möglichst kleine untere Frequenz (typisch  $< 2$  Hz) bei



**Figur 3 12-Puls-Stromrichterantrieb**  
Sechsheben-Mittelpunktschaltung

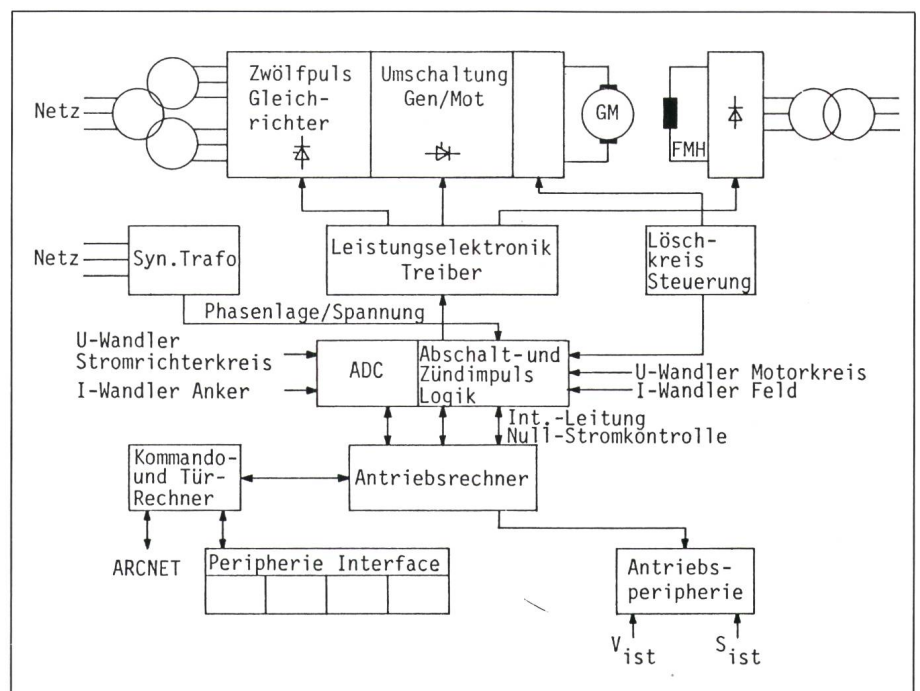
wicklung des Zwölfpulsstromrichter-antriebs (Fig. 3).

Durch Verwendung eines geeigneten Transformators in Verbindung mit einer 12pulsigen Mittelpunktschaltung ist es gelungen, die Gleichspannungserzeugung mit derselben Anzahl von Thyristoren durchzuführen wie beim 6-Puls-Stromrichter. Den 4-Quadranten-Betrieb erreicht man durch vier löschbare Thyristoren, die eine Stromrichtungsumschaltung ermöglichen und gleichzeitig für einen Schutz des Gleichrichters bei Netzausfall sorgen. Dies bedeutet, dass damit der mechanische Schnellschalter im Gleichstromkreis als Schutz entfallen kann. Aufgrund der höheren Pulszahl ist die Welligkeit der Gleichspannung reduziert, wodurch das Glättungsfilter eliminiert werden kann. Dieselbe Wirkung hat die Schaltung auch auf der Primärseite: die Netzrückwirkungen sind wesentlich kleiner, und damit reduziert sich auch der Aufwand für die Filterung des Netzes.

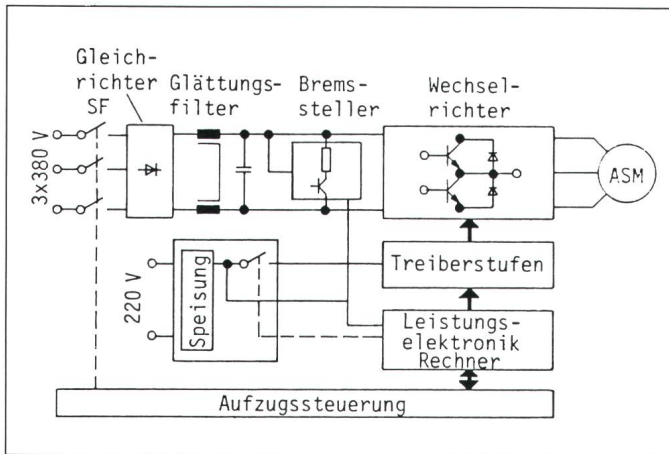
Der 12-Puls-Stromrichterantrieb kann als gutes Beispiel dafür angesehen werden, dass die Entwicklung einer Schaltung für ganz spezifische Anwendungen grosse Vorteile gegenüber universell einsetzbaren Lösungen bringt. Die Regelung des gesamten Aufzugs von der Sollwertbildung bis zur Zündimpulserzeugung wurde in die Software verlegt, was zu einer wei-

teren Verminderung der Produktionskosten führte (Fig. 4).

Aufgrund des Einsatzes modernster Technologien ist es gelungen, die Baugrösse des Stromrichterantriebes um  $\frac{2}{3}$  zu reduzieren. Dabei konnte gleichzeitig die Leistungsfähigkeit der Anlagen vor allem auf dem Gebiet der Wartung



**Figur 4 Blockscha eines 12-Puls-Stromrichterantriebs**



**Figur 5**  
Blockschema eines  
Spannungs-Frequenz-  
umrichters

gen beträgt der Leistungsfaktor etwa 0,8.

- Die Zuleitungsquerschnitte können aufgrund der niedrigeren Anfahrströme kleiner gewählt werden.

### 7. Ausblick

Der Einsatz moderner Leistungselektronik und Mikroprozessortechnik hat im Aufzugsbau grosse Fortschritte gebracht. Dabei ist zu beachten, dass der Liftbetrieb mit seinen permanenten Beschleunigungs- und Verzögerungsvorgängen gewisse Bauteile in wesentlich grösserem Ausmass als andere Anwendungen belastet. An der Entwicklung neuer Halbleiterelemente, die die Vorteile verschiedener Technologien vereinigen, wird bereits gearbeitet. Damit wird es möglich sein, in absehbarer Zeit Frequenzumrichter mit Schaltfrequenzen bis 20 kHz für einige hundert kVA zu bauen.

Variation der Spannung, so dass das über einen separaten Eingang vorgegebene Lastmoment kompensiert werden kann. Der gleiche Vorgang findet natürlich auch beim Erreichen des Zielstockwerkes statt. Da jedoch im Stillstand die Fahrgeräusche wegfallen, ist es ausserdem sehr wichtig, dass die erzeugten Spannungen möglichst sinusförmig sind, um Oberwellengeräusche zu vermeiden. Diese Forderung wird von den meisten industriellen Umrichtern heute nicht erfüllt, da deren Taktfrequenz im Bereich von 1-2 kHz liegt. Eine wirksame Unterdrückung der Geräuschentwicklung ist nur mit wesentlich höheren Taktfrequenzen oder anderen Ansteuerverfahren möglich.

Die Weiterentwicklung der Regelungstechnik in Verbindung mit modernster Mikroprozessortechnik und dem Einsatz von anwendungsspezifischen Bauteilen ermöglicht die Herstellung preiswerter Frequenzumrichter, die beide Hauptkriterien erfüllen. Damit steht dem Einsatz von IEC-Motoren nichts im Wege (Fig. 6).

#### Vorteile gegenüber Drehstromstellern

Frequenzumrichterantriebe bieten vielseitige Vorteile, sieht man von den heute meist noch höheren Anschaffungskosten ab:

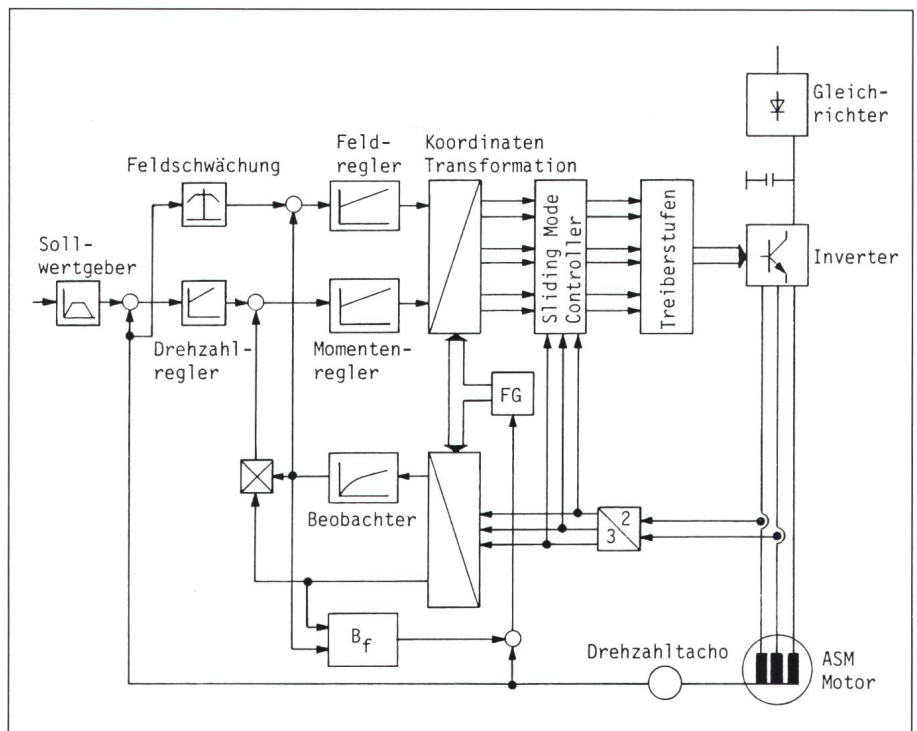
- Der Startvorgang erfolgt bei Aufzügen mit Drehstromstellern spannungsgesteuert mit konstanter Frequenz. Der grosse Schlupf führt zu grossen Anfahrströmen. Da nicht der gesamte Strom zur Momentenbildung verwendet wird, folgt aus der grossen Stromaufnahme eine zusätzliche Erwärmung des Motors. Bei Frequenzumrichtern werden die Spannung und die Statorfrequenz abhängig von der gewünsch-

ten Fahrgeschwindigkeit verstellt, so dass der Motor immer mit dem der Last entsprechenden Schlupf betrieben werden kann. Dadurch können die Anfahrströme klein gehalten werden.

- Bei Frequenzumrichtern ohne Rekuperation ins Netz wird die 3phasige Wechselspannung über einen Gleichrichter in eine Gleichspannung umgewandelt und geglättet. Der Leistungsfaktor ist bei dieser Anwendung nahezu 1. Die für die Asynchronmaschine benötigte Blindleistung wird aus dem Glättungskondensator bezogen. Bei Drehstromstelleranwendungen dage-

#### Literatur

- [1] A. Rüegg und J. Vitins: Leistungshalbleiter für höchste Leistungen. Stand der Technik und Entwicklungstendenzen. Bull. SEV/VSE 77(1986)19, S. 1206...1211.
- [2] P. Aloisi: L'évolution des transistors de puissance. Bull. ASE/UCS 77(1986)19, 1212...1217.



**Figur 6** Schema einer Frequenzumrichterregelung

# NIEDERVOLT HALOGENLAMPEN HABEN NUN IHREN STAR!



## Neu: Tru-Aim Professional

Niedervolt-Halogenlampen vereinigen viele Vorteile: Kompakt, lange Lebensdauer, geringer Energieverbrauch, präzise Lichtverteilung. Alle diese Vorteile werden nun in den Sylvania "Tru-Aim Professional" eingeschlossen. Damit werden sie noch besser und sicherer!

Die Frontlinse verhindert zudem die Degradation des Reflektors und erlaubt mehr Freiheit beim Design der



Leuchten. Durch die Linse wird das Licht gleichmässiger und präziser abgestrahlt.

Die Zukunft gehört den professionellen Niedervolt-Halogenlampen!

Wählen Sie Sylvania "Tru-Aim Professional".

GTE Sylvania AG, 4 chemin des Léchères, CH-1217 Meyrin. Tél. 022/82 00 72.

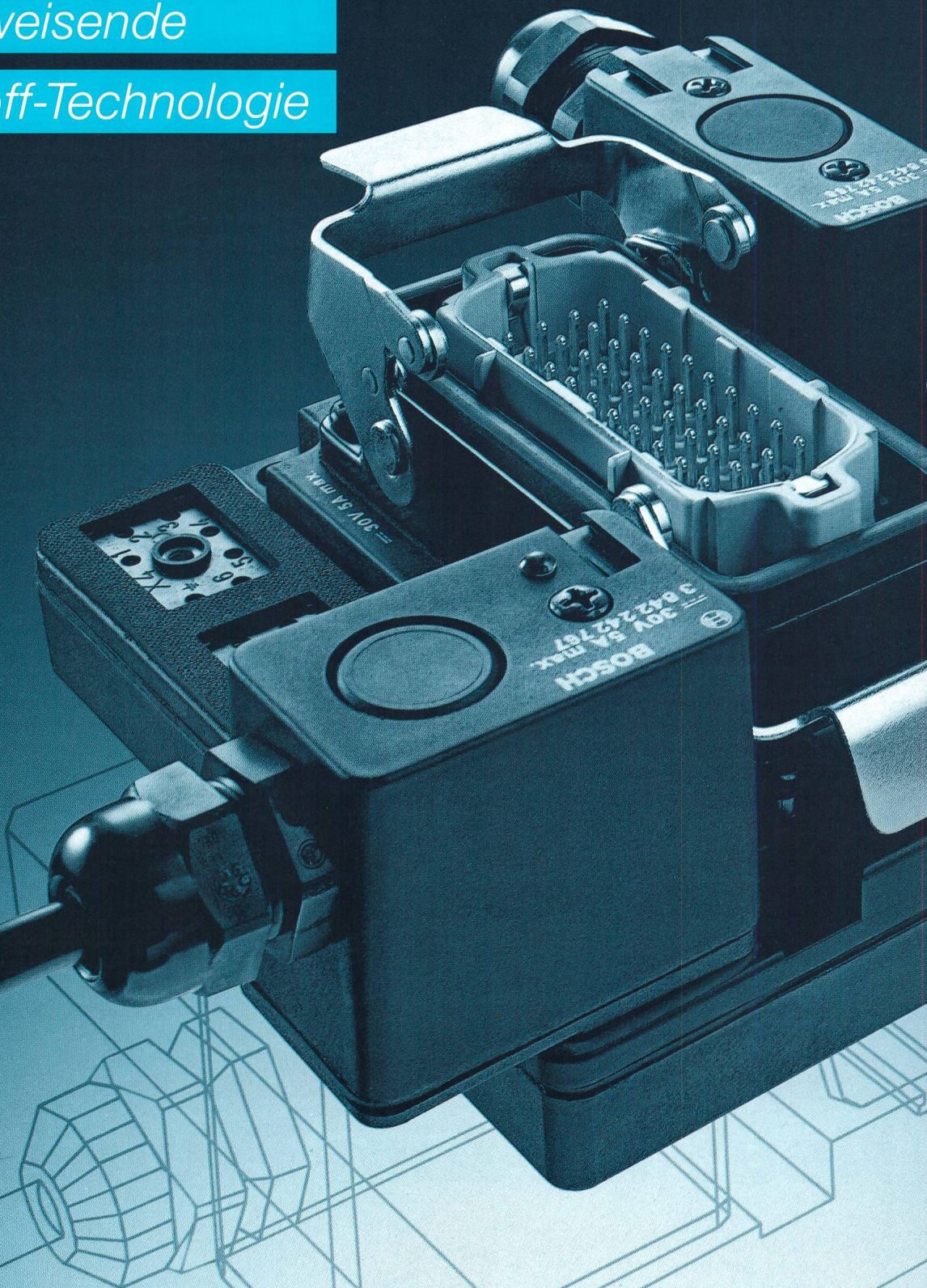
**SYLVANIA**

**GTE**

BASF

Zukunftweisende

Kunststoff-Technologie



### BASF Kunststoff-Sortiment

Lupolen®	PE	Styrolux®	-	Ultramid®	PA	Basopor®	UF	Cellasto®*	PUF
Lucalen®	EA	Luran®	SAN	Ultraform®	POM	Neopolen®	PE	Elastocoat®*	PUF
Lucobit®	ECB	Terluran®	ABS	Ultradur®	PBTP	Elastoflex®*	PUR		
Novolen®	PP	Luran® S	ASA	Ultrason® E	PESU	Elastopor®*	PUR		
Oppanol®	PIB	Terblend®	-	Ultrason® S	PSU	Elastofoam®*	PUR		
Polystyrol, Standard	PS	Luranyl®	PPE	Palatal®	UP	Elastolit®*	PUR		
Polystyrol, schlagfest	SB	Vinoflex®	PVC	Palapreg®	-	Elastopan®*	PUR		
		Vinidur®	PVC/A	Styropor®	EPS	Elastollan®*	PUR		
		Vinuran®	-	Styrodur®	-	Elastopal®*	PUR		

® = registrierte Warenzeichen der BASF



# Ultramid® A3XG5 Schafft perfekte Verbindungen

Dieses Beispiel innovativer Kunststoff-Technologie zeigt erneut, daß BASF-Hochleistungswerkstoffe – zusammen mit kooperativer Anwendungstechnik – bei vielen Neuentwicklungen der Elektrotechnik eine wichtige Rolle spielen: Das neue Steckinstallationssystem BOSCH SI 24 in Modulbauweise, für eine einfache und schnelle Maschineninstallation, entwickelt und gefertigt von der VAUDEHA-Elektro GmbH, Lüdenscheid.

Die Vorteile gegenüber den herkömmlichen Klemmleisten liegen auf der Hand: Einfacher, schneller, fehlerfreier, sicherer und deshalb rationeller Anschluß von elektrischen Signal- oder Stellgliedern wie Motoren, Magnetventilen oder Näherungsschaltern etc. Die Module sind komplett vorverdrahtet, vorgeprüft und sofort funktions- und einsatzfähig.

Präzision und Perfektion des VAUDEHA-Steckverbinder-Systems setzen spezifische Eigenschaften des verwendeten Werkstoffs voraus: Gute Isoliereigenschaften, hohe Kriechstrom- und Durchschlagsfestigkeit, günstiges Verhalten bei Wärme und Alterung, mechanische Belastbarkeit. Als optimaler Werkstoff bot sich Ultramid A3XG5 an – ein spezielles glasfaserverstärktes und brandschutzausgerüstetes Polyamid 66 der BASF. Ultramid A3XG5 verfügt über genau die verlangten Eigenschaften: Hohe mechanische Festigkeit, Härte, Steifigkeit, Abriebsfestigkeit und Wärmeformbeständigkeit. Die Brandschutzausrüstung prädestiniert diesen Hochleistungswerkstoff für alle elektrischen Bauteile mit erhöhten Anforderungen an Feuersicherheit und hohe Kriechstromfestigkeit. Alles in allem eine perfekte Verbindung.

BASF, der innovative, leistungsstarke und erfahrene Kunststoff-Partner. Mit einem der umfassendsten Sortimente der Welt und dem anwendungstechnischen Know-how dazu.

BASF (Schweiz) AG  
8820 Wädenswil/Au

**Kunststoffe**

**BASF**

u. eingetragene  
Marken der  
BASF-Gruppe

Hersteller von Ultraform:  
Ultraform GmbH, ein  
Tochterunternehmen  
der BASF und  
A



**Neue Starkstrom-Messumformer von Hartmann & Braun**

Die Starkstrom-Messumformer von Hartmann & Braun sind klein in den Abmessungen, aber gross im Anwendernutzen durch:

- platzsparende Aufbaugehäuse für Wand- oder Tragschienenmontage mit Doppel-Anschlussklemme (4 mm<sup>2</sup>);
- Steckkartenbreiten von 4 T (ca. 20 mm) und 8 T (ca. 40 mm) für hohe Packungsdichte in 19"-Einschüben;
- robusten Aufbau mit großer Stoss- und Schwingbelastbarkeit;
- einstellbare Messbereiche bei den Messumformern für Wechselstrom und Wechselspannung.

Diese Messumformer für Strom, Spannung, Leistung, Leistungsfaktor und Frequenz zeichnen sich weiterhin aus durch:

- Fehlergrenzen ≤ 0,5% nach IEC 688;
- Stossspannungsfestigkeit 5 kV (Prüfung einschliesslich Hochfrequenzstörprüfung entsprechend IEC 255-4);
- Prüfspannung 4 kV nach IEC 348;
- geringen Fremdfeld- und Funkstöreinfluss;
- überlastbaren Stromfad bis 250 A/l.s.

In seinen Starkstrom-Messumformern verwendet Hartmann & Braun bewährte Bauelemente, die eine hohe Betriebssicherheit gewährleisten. Die Einhaltung der einschlägigen nationalen und internationalen Normen ist ein selbstverständlicher Qualitätsstandard für Hartmann & Braun-Geräte.

mannesmann *technology* 

**Hartmann & Braun AG**

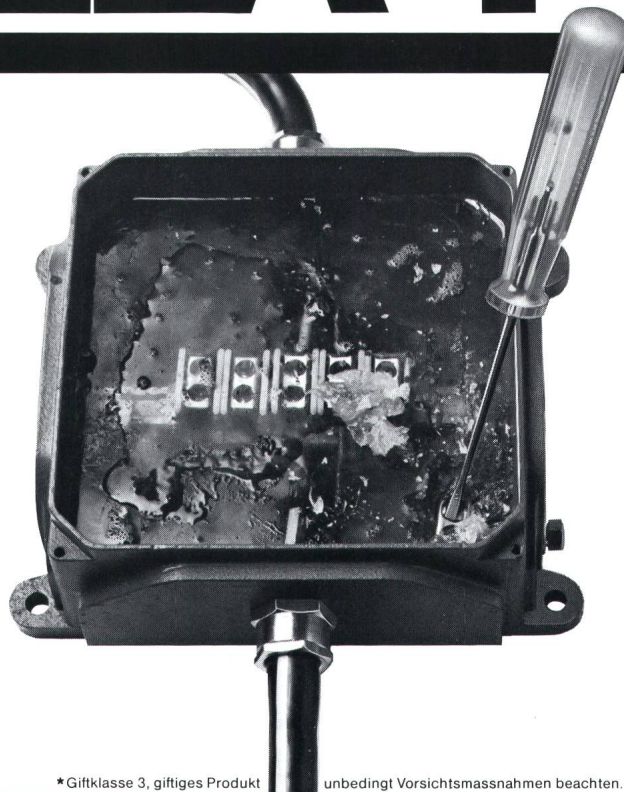
Margarethenstrasse 77, 4008 Basel, Tel. (061) 22 95 35  
Chemin du Cap 3, 1006 Lausanne, Tél. (021) 28 42 35  
Schöntalstrasse 10, 8036 Zürich, Tel. (01) 241 65 00

GELLA 4441 – das flexible, wiederentfernbar Harz.

# GELLA 4441

Zum Ausgiessen von Abzweigdosen, Motoranschlusskästen etc. Einbettung empfindlicher Bauteile im Fernmelde- und elektronischen Bereich.

- flexibel
- transparent
- gute Haftung
- niedrige Viskosität
- kurze Gelierzeit
- geringe Reaktionstemperatur
- jederzeit wiederentfernbar



GELLA 4441\* ist ein neues Zwei-Komponentenharz auf Polyurethan-Basis. Mischfertig verpackt im praktischen Unipak-Beutel.

Erfahren Sie noch heute, warum GELLA 4441 mehr ist als ein dauerhafter Feuchtigkeitsschutz. Die aktuellen Unterlagen erhalten Sie sofort bei:

3M (Schweiz) AG  
Abt. Elektroprodukte  
8803 Rüschlikon  
Durchwahl 01 724 93 51



\* Giftklasse 3, giftiges Produkt unbedingt Vorsichtsmassnahmen beachten.