



Die OBH teilt mit...

Wissenswertes aus dem Oerlikon-Bührle Konzern:
Auf Ionen-Fang im Weltall
Das Oerlikon-25-mm-Waffensystem
Dünne Schichten – 0,0001 Millimeter dick
Dank Risk Management: Sicherheit der Unternehmung

Editorial

Wir freuen uns, Ihnen unsere zweite Informationsmappe «OBH teilt mit...» vorlegen zu können. Mit den neuen Beiträgen aus unseren Konzernfirmen Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon-Bührle AG, Zürich, «Das Oerlikon-25-mm-Waffensystem», Contraves AG, Zürich, «Auf Ionen-Fang im Weltall» (mit Farbposter), Balzers Aktiengesellschaft für Hochvakuumtechnik und Dünne Schichten, Balzers, «Dünne Schichten – 0,0001 Millimeter dick» und Limmat Versicherungsgesellschaft, Zürich, «Sicherheit der Unternehmung» möchten wir Ihnen wiederum Wissenswertes aus unserer Konzerntätigkeit vermitteln.

Wir stellen auch die zweite Ausgabe der OBH-Informationsmappe den Konzernmitarbeitern und einer weiteren Öffentlichkeit (Aktionären, Wirtschaftsfachleuten usw.) sowie der Presse, Redaktoren und Journalisten zu. Selbstverständlich steht letzteren neben unseren Artikeln und Berichten auch das entsprechende Bild- und Illustrationsmaterial zur freien Veröffentlichung zur Verfügung. Die gewünschten Unterlagen können telefonisch oder schriftlich bei Oerlikon-Bührle Holding AG, Abteilung PR, Postfach, 8021 Zürich, Telefon 01/60 40 60, angefordert werden.

Wir hoffen gerne, dass auch diese Ausgabe unserer Informationsmappe «OBH teilt mit...» Ihre Aufmerksamkeit finden wird.

Mit freundlichen Grüßen

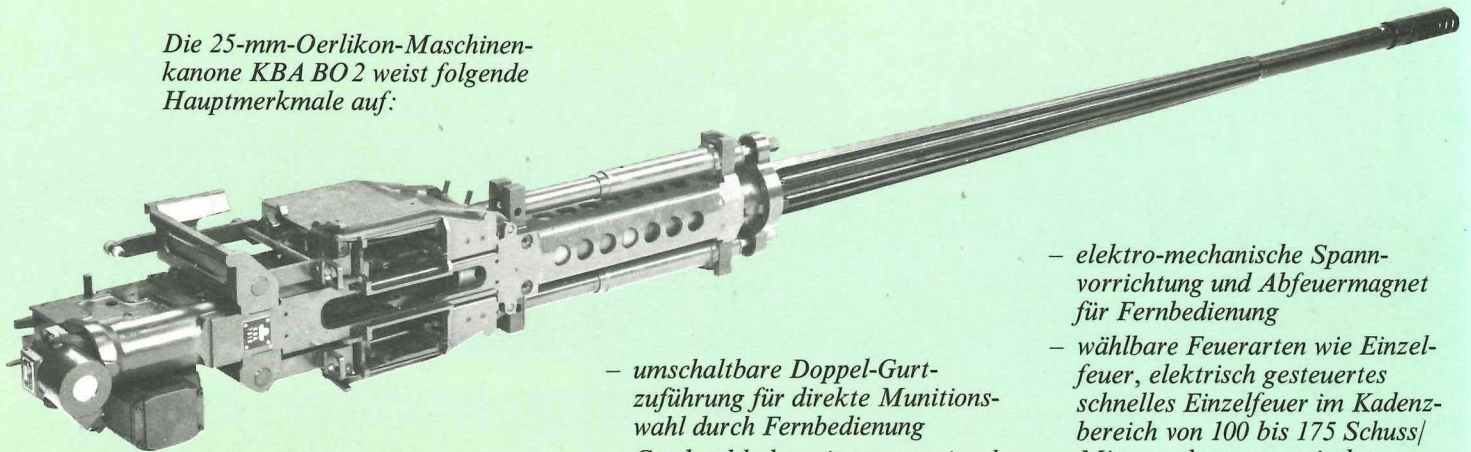
«OBH teilt mit...»
Redaktion

Eine bemerkenswerte Entwicklung: Das Oerlikon-25-mm- Waffensystem

Für die achtziger Jahre ist mit einer weiteren Steigerung der Kampfkraft der Schützenpanzerverbände zu rechnen. Zahlreiche Länder unternehmen deshalb gegenwärtig grosse Anstrengungen zur Einführung eines neuen Waffensystems, das den Kalibern 20 mm und 23 mm überlegen ist.

Das aus einer langjährigen Entwicklung der Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon-Bührle AG in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnerfirmen hervorgegangene und vollständig durchgetriebene 25-mm-Waffensystem erfüllt in ausgewogener Weise die militärischen Forderungen und eignet sich vorzüglich für den Einbau in bestehende oder für die achtziger Jahre in Entwicklung begriffene Schützenpanzer und Aufklärungsfahrzeuge.

Die 25-mm-Oerlikon-Maschinenkanone KBA BO 2 weist folgende Hauptmerkmale auf:



- umschaltbare Doppel-Gurtzuführung für direkte Munitionswahl durch Fernbedienung
- Gasdrucklader mit starrverriegeltem Drehverschluss
- lafettenfestes Kanonengehäuse, hydraulische Rücklaufeinrichtung für Waffenrohr

- elektro-mechanische Spannvorrichtung und Abfeuermagnet für Fernbedienung
- wählbare Feuerarten wie Einzelfeuer, elektrisch gesteuertes schnelles Einzelfeuer im Kadenzbereich von 100 bis 175 Schuss/Minute oder automatisches Dauerfeuer zwischen 520 und 620 Schuss/Minute.
- Gewicht 112 kp, max. Rückstosskraft 2500 kp

Wettlauf der Kaliber und die Folgen

Seit dem letzten Weltkrieg sind die Kaliber der Schützenpanzerbewaffnung ständig vergrössert worden. Ursprünglich wurden Schützenpanzer mit Maschinengewehren der Kaliber 7,56 oder 7,62 ausgerüstet.

Dann begann der grosse Wettlauf:

USA	12,7 mm (.50 Zoll-Maschinengewehr)
UdSSR	14,5 mm
BRD	20 mm
UdSSR	23 mm
	und stärkere Panzerung
NL, USA	25 mm

Der 1975 getroffene Entscheid der Amerikaner zugunsten der 25-mm-Kanone setzte den während Jahren geführten Diskussionen «20 mm oder 25 mm» ein klares Ende. Die entsprechende Munition

dazu – so lautete die Forderung – sollte eine 25 mm dicke Panzerplatte unter einem Auftreffwinkel von 30° und auf eine Entfernung von 1000 m einwandfrei durchschlagen. Um die angestrebte Leistung voll ausnützen zu können, mussten auch an die Treffgenauigkeit auf 1000 m Distanz hohe Anforderungen gestellt werden, die sich auf die Präzision des gesamten Waffensystems auswirken.

Neben der Hauptforderung sollte das Waffensystem auch für die Selbstverteidigung gegen Helikopter und Flugzeuge – allerdings in einer sekundären Rolle – geeignet sein. Mit dem unter der Bezeichnung «Bushmaster» bekannten Erprobungsprogramm hatten die USA eine Entwicklung in Angriff genommen, die gegen 1980 in eine neue Generation Schützenpanzer mit 25-mm-Bewaffnung ausmünden sollte.

Aus dem Pflichtenheft

Das Entwicklungsziel der USA für die Schützenpanzerbewaffnung war durch die Forderungen nach einer modernen 25-mm-Fahrzeugkanone mit umschaltbarer Doppelgurtzuführung und einer Kadenz von 550 Schuss/Minute gegeben. Besonders angestrebt wurden:

- eine kompakte Bauweise und ein geringes Gewicht
- optimale Einbaumöglichkeiten in Geschütztürme
- einfache Bedienung und Wartung
- Feldzerlegung ohne Werkzeuge
- hohe Funktionssicherheit unter erschwerten Umweltbedingungen.

Zur Verwirklichung dieser Forderungen wurde bereits 1964 eine amerikanische Firma mit der Entwicklung einer entsprechenden Waffe betraut, während die Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon-Bührle AG damals die Verantwor-

tung für die Entwicklung der 25-mm-Munition und der Innenballistik übernahm.

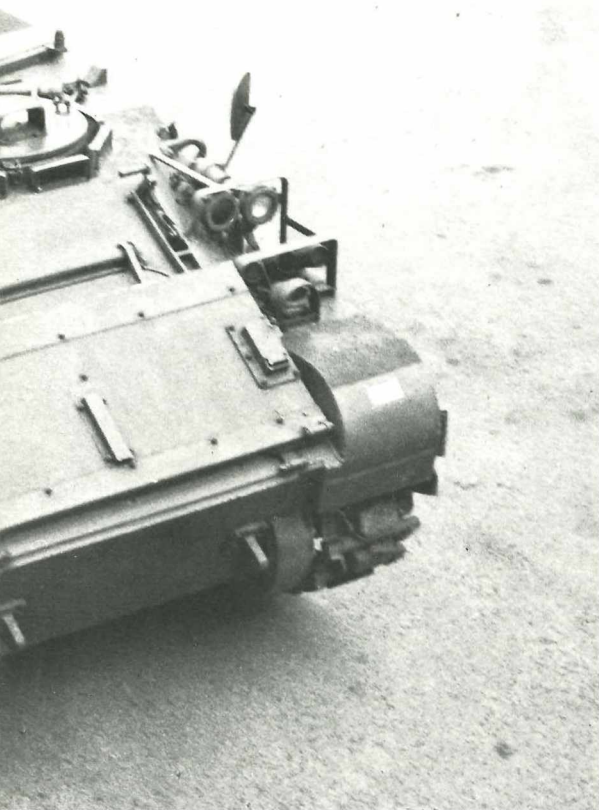
Knapp drei Jahre später, Anfang 1967, konnten mit den ersten amerikanischen Prototyp-Kanonen technische Tests und Schiessversuche bei der Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon-Bührle AG durchgeführt werden, denen schon bald die ersten Vorführungen für die Niederlande folgten.

Mit der Verfügbarkeit dieser ersten Prototyp-Kanonen mussten auch entsprechende Lafettierungsmöglichkeiten (Geschütztürme) geschaffen werden. 1967 kam es zu einer Vereinbarung zwischen der Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon-Bührle AG und der deutschen Firma Keller und Knappich, Augsburg, über eine Zusammenarbeit für die Entwicklung und Fabrikation von 25-mm-Geschütztürmen. Diese Geschütztürme sollten sich in erster Linie für den Einbau in Schützenpanzerfahrzeuge der M-113-Familie eignen. Besondere Beachtung musste den sehr beschränkten Raumverhältnissen des Kommando- und Aufklärungsfahrzeuges M113C+R geschenkt werden. Schliesslich wählte Oerlikon das Scheitellafettenkonzept, das folgende Vorteile bietet:

- dank der aussenliegenden Kanone verbleibt mehr verfügbarer Innenraum für den Richtschützen, für



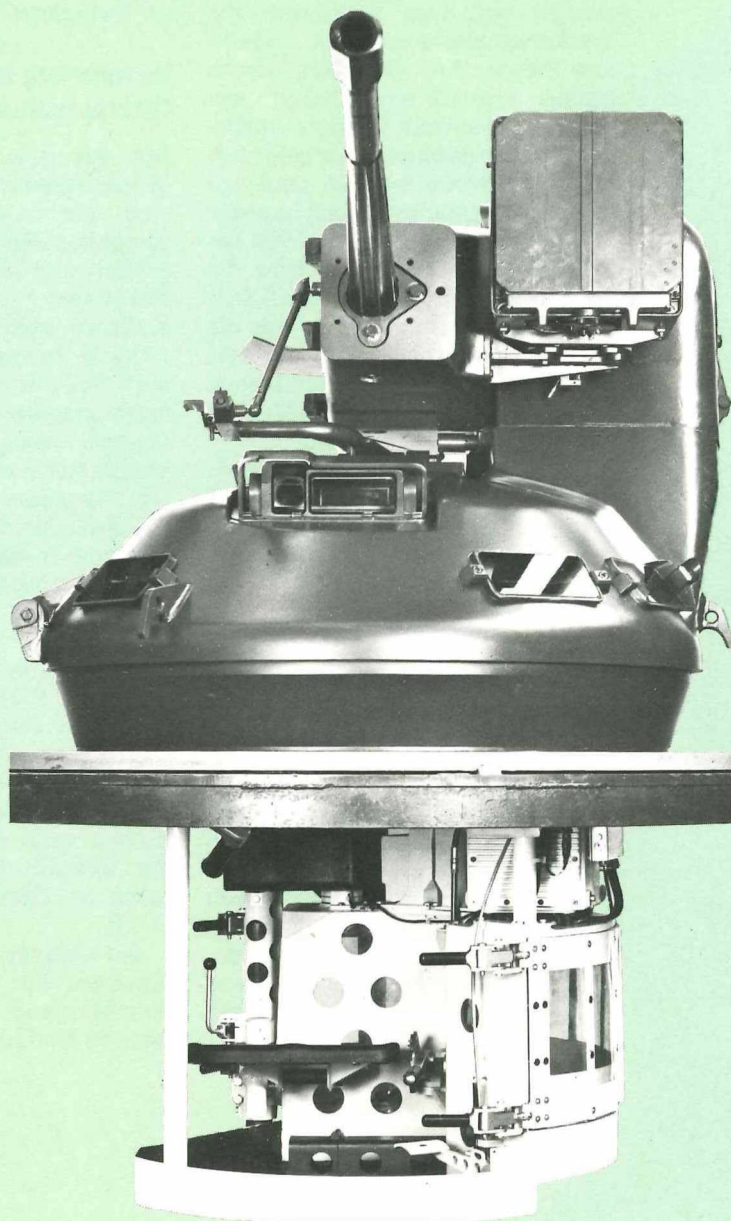
Der Scheitellafetten-Geschützturm GBD AO5 mit der 25-mm-Oerlikon-Maschinenkanone KBA BO2 dient der Neubewaffnung der bei der niederländischen «Kavallerie» vorhandenen Aufklärungsfahrzeuge M 113 C + R (Command and Reconnaissance)



die Munition und die Geräte; zudem ist der Richtschütze vor der schädlichen Einwirkung von Waffengasen, Rauch und Lärm weitgehend geschützt und auch keiner Gefahr durch die schiessende Kanone ausgesetzt;

- vorbildliche Zugänglichkeit zur Kanone und deren Munitionszuführungen, für die Wartung sowie den Ein- und Ausbau;
- geringe Oberfläche und günstige Formgebung der eigentlichen Panzerkuppel bieten optimalen Schutz bei minimalem Gewicht;
- die tiefliegenden Munitionsbehälter sind durch die Fahrzeugpanzerung geschützt und begünstigen die Schwerpunktage;
- die Hochlagerung der Kanone bewirkt eine weitere Steigerung der

Die für die niederländische mechanisierte Infanterie in Beschaffung stehenden Kampfschützenpanzer AIFV (armored infantry fighting vehicle) von FMC werden mit einem von diesem bekannten amerikanischen Fahrzeughersteller entwickelten Geschützturm EWS (enclosed weapon station) ausgerüstet und ebenfalls mit der 25-mm-Oerlikon-Maschinenkanone KBA BO2 bewaffnet



Der leichtmetallgepanzerter Einmann-Geschützturm GBD AO5 ist das Produkt einer Entwicklungszusammenarbeit zwischen Oerlikon und der deutschen Partner-Firma. Ausrüstung und Merkmale dieser Scheitellafette sind die folgenden:

- 25-mm-Oerlikon-Maschinenkanone KBA BO2
- 200 Schuss gegurtete Patronen werden der Kanone feuerbereit aus zwei getrennten (verschiedene Munitionsarten), tiefliegenden Munitionsbehältern zugeführt

- manuell-mechanische Höhen- und Seitenrichtgetriebe
- Richtoptik mit passivem Nachtsichtgerät für die Bekämpfung von Erd- und Luftzielen
- Rundumbeobachtungsmöglichkeit durch Glassichtblöcke von hoher Beschussfestigkeit
- Infrarot-/Weisslichtzielscheinwerfer
- elektrische Steuer- und Bediengeräte für Waffeneinsatz, Beleuchtung und Bordsprechanlage
- Gesamtgewicht (mit Kanone und Munition) 945 kp

amphibischen Eigenschaften des Gesamtsystems. (Im Gegensatz zu Lukendeckeln, Beobachtungs- und Zielgeräten lassen sich Waffenanlagen kaum gegen das Eindringen von Wasser abdichten.)

Oerlikon beginnt Eigenentwicklung

Die amerikanischen Prototypen wiesen jedoch bei den Erprobungen einige grundsätzliche Funktionsmängel auf. Das veranlasste die Werkzeugmaschinenfabrik Oerlikon-Bührle AG ihrerseits, durch eigene Entwicklungsarbeiten wesentliche Systemänderungen vorzunehmen, die dann auch zur geforderten Funktionssicherheit und zu einem erfolgreichen Abschluss der Erprobung führten. Mitte 1969 lieferte die deutsche Partnerfirma die beiden ersten Prototypen von Scheitellafetten-Geschütztürmen aus, die zusammen mit den Oerlikon-Prototyp-Kanonen und dem Fahrzeug M113 C+R verschiedenen NATO-Staaten vorgeführt wurden.

Zwischen 1969 und 1971 wurde dieses Material nochmals harten Schiesserproben unterworfen; zur Steigerung der Funktionssicherheit, der Lebensdauer und der Schusspräzision wurden neue, besondere Entwicklungsanstrengungen unternommen. 1971 war das Waffensystem so weit, dass es dem strengen Pflichtenheft entsprach und an die Niederlande ausgeliefert werden konnte.

Bereits 1969 wurde der Grundstein gelegt zu einer neuen, weiterentwickelten Oerlikon-Kanone, von der bis heute mehrere Prototypen hergestellt worden sind. Gleichzeitig wurden auch die Scheitellafetten-Geschütztürme der zweiten Generation für die Lafettierung der neuen Kanone entwickelt.

Mit der Fertigstellung dieser Prototypen (Kanone und Geschützturm) Ende 1971 war ein durch die bisherigen Erkenntnisse verbessertes Waffensystem geschaffen worden, das den hohen Forderungen des Niederländischen Beschaffungsamtes für wehrtechnisches Material bezüglich Bedienung, Raum- und Sichtverhältnissen ebenfalls entsprach. Während der letzten Jahre wurden die Schiesserproben und Produktionsvorbereitungen intensiv fortgesetzt.

Bewährung und zahlreiche Interessenten

Mit den neuentwickelten 25-mm-Waffensystemen gelang es Oerlikon, eine den heutigen Vorstellungen gerechtwerdende Schützenpanzerbewaffnung anzubieten, welche die bisherigen Systeme mit kleineren Kalibern ablösen wird. Die Jahre 1975/76 brachten die Bestätigung der Systemtauglichkeit aufgrund umfangreicher technischer Erprobungen. Auch eine Vorserie von kompletten Systemen (Kanone und Geschützturm auf Fahrzeug M113 C+R), die im Laufe des Jahres 1976 fabriziert worden war, bestand eine Truppenerprobung durch die niederländischen Streitkräfte in der BRD. Die Serienproduktion ist seit einiger Zeit in vollem Gang. Schon im Januar 1977 wurde das erste Los dieser Gesamtsysteme ausgeliefert.

Der erste Auftrag für das Oerlikon-25-mm-Waffensystem umfasste Bordwaffensysteme mit Geschütztürmen und 25-mm-Kanonen für die Bewaffnung der niederländischen Aufklärungsfahrzeuge M113 C+R.

Ein weiterer Auftrag von 25-mm-Kanonen für den Einbau in den Geschützturm EWS (enclosed weapon station) für die Bewaffnung

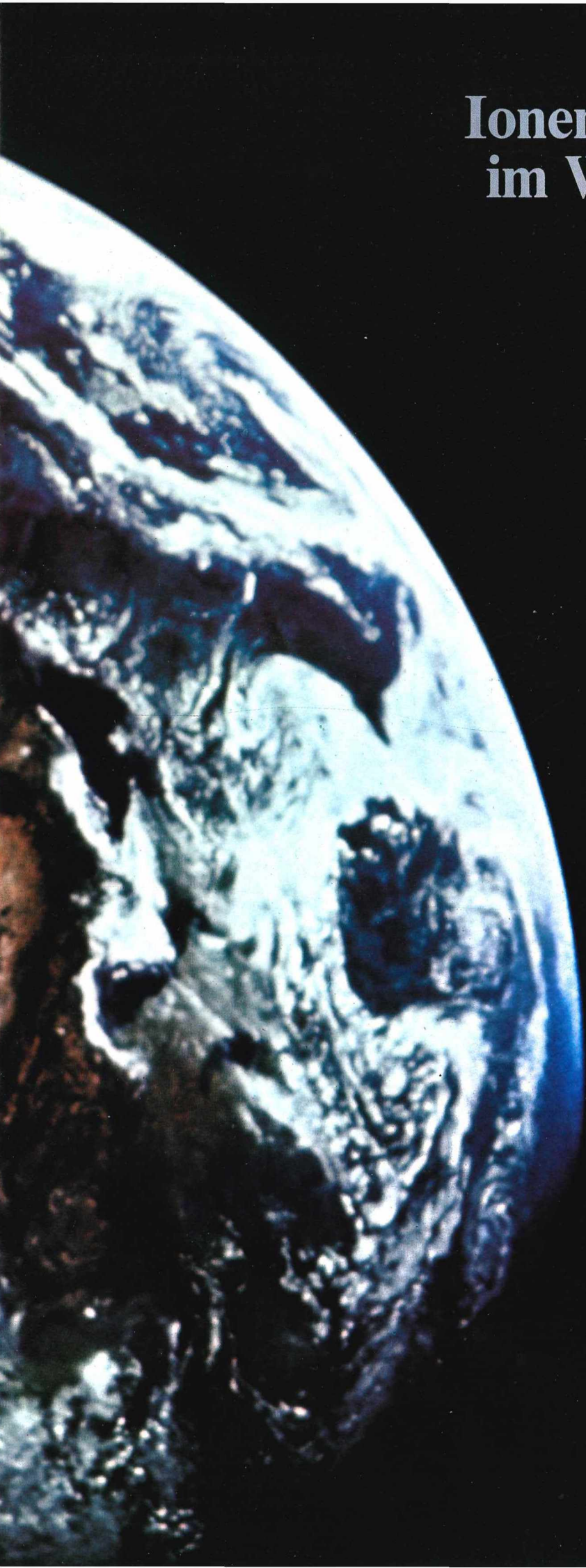
der neuen Schützenpanzer AIFV (armored infantry fighting vehicle) der niederländischen mechanisierten Infanterie folgte. Zu diesen Aufträgen gehört auch die entsprechende 25-mm-Munition.

Schon vor einigen Jahren begannen in Italien die Erprobungen des Oerlikoner Waffensystemes. Die italienische Armee kaufte Prototypen, erprobte und homologierte diese auch und äusserte den Wunsch, eine gleiche Waffe auf einer Feldlafette zu verwenden. Oerlikon baute diese Feldlafette und lieferte sie zur Erprobung der italienischen Armee aus. Der Entscheid steht zurzeit noch aus.

Auch in weiteren Ländern ist das Interesse für das neue Oerlikon-25-mm-System gross. Es bestehen Anfragen zum Einbau der Oerlikon-25-mm-Kanonen in bestehende Schützenpanzer und sogar in alte Türme, deren 20-mm-Kanonen ausgebaut und durch Oerlikon 25 mm ersetzt werden sollen.

Der hohe technische Stand der neuen 25-mm-Oerlikon-Schützenpanzerbewaffnung hat nun auch dazu geführt, dass, wie bereits erwähnt, die USA sich definitiv für das 25-mm-Kaliber entschieden haben, ein Erfolg, auf den man in Oerlikon stolz ist.

Im übrigen zeigt das Beispiel der Entwicklung der Oerlikon-25-mm-Schützenpanzerbewaffnung mit aller Deutlichkeit, dass ein hochwertiges Waffensystem heute für morgen oder gar für übermorgen gebaut werden muss und nicht einfach «bei Bedarf» aus dem Boden gestampft werden kann. Neben den grossen wirtschaftlichen Risiken, die bei so lang dauernden Entwicklungen eingegangen werden müssen, gilt es vor allem, den Fortschritt der Technik laufend zu erfassen, richtig einzuschätzen und mitzuberücksichtigen.

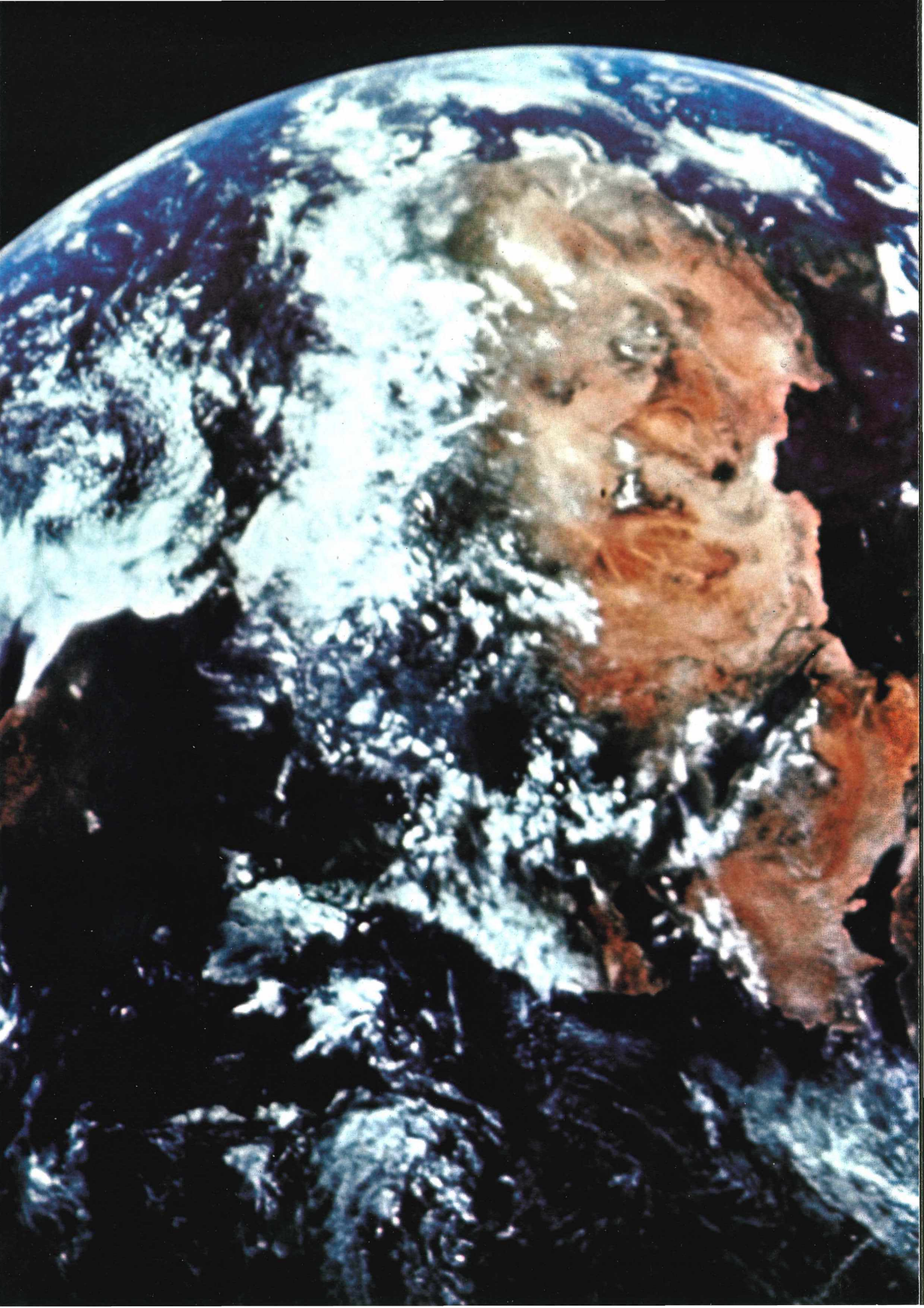


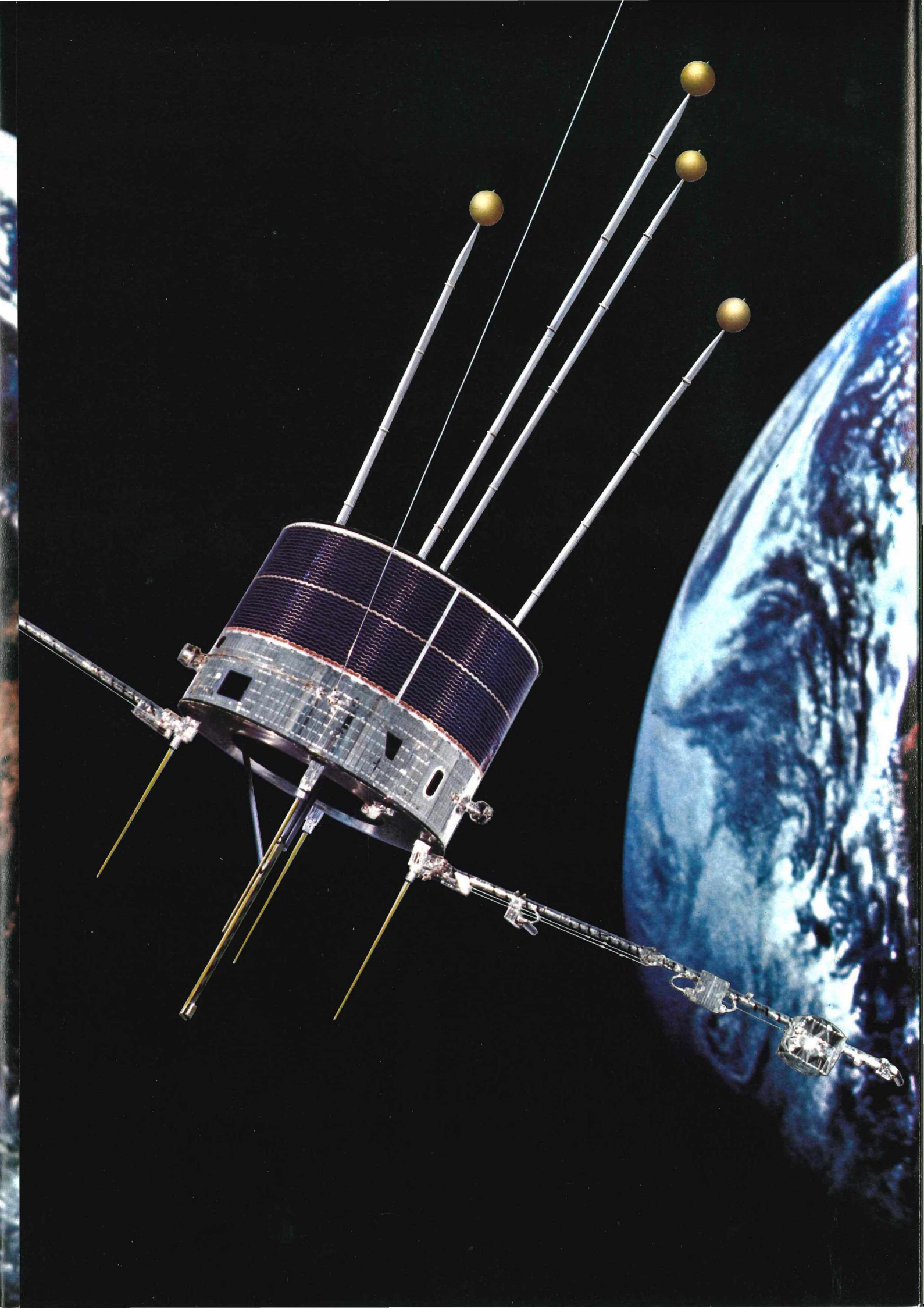
Auf Ionen-Fang im Weltall

Massenspektrometer für den GEOS-Satelliten

Wenn im April 1977 der erste geostationäre Forschungssatellit GEOS auf seine Umlaufbahn gebracht wird, freut uns dies besonders, sind wir doch gleich in zweifacher Hinsicht an diesem Projekt beteiligt. Die Contraves AG, Zürich, stellte nämlich nicht nur die Satelliten-Struktur in Leichtbauweise her, sondern entwickelte und baute auch im Auftrag des Physikalischen Instituts der Universität Bern eines der GEOS-Experimente, und zwar das Massenspektrometer S-303. Im nachfolgenden Artikel soll versucht werden, Bedeutung und Funktionsweise dieses wissenschaftlich und technisch äusserst anspruchsvollen Experiments in knapper Form darzulegen.

contraves





Magnetosphärische Studien

Skizzieren wir kurz den Rahmen, in welchem das Experiment eingesetzt wird: Es wurde ein internationales Studienprogramm IMS (International Magnetospheric Study) aufgestellt, das mit Hilfe verschiedener Satelliten, sowohl der NASA (US-Weltraumbehörde) als auch der ESA (European Space Agency) die Magnetosphäre, das heisst den Raum, in welchem das Erdmagnetfeld wirksam ist, erforschen soll. Hier spielen sich verschiedene Vorgänge ab, die mit der Sonnenaktivität zusammenhängen. Von der Sonne aus fliesst ständig ein Strom ionisierter Teilchen (Sonnenwind), der das Erdmagnetfeld beeinflusst und zum Teil von ihm eingefangen wird. Bei hoher Sonnenaktivität macht sich dies beispielsweise durch Nordlicht-Erscheinungen, gestörten Kurzwellenempfang und schwankende Kompassrichtung bemerkbar. Die Magnetosphäre ist also nicht ein absolutes Vakuum. Sie enthält – allerdings nur in winzigen Mengen – Gasreste, die grösstenteils ionisiert sind, d.h. die Partikel sind in negative Elektronen und positive Ionen aufgespalten. Man nennt dies ein Plasma. Geladene Teilchen werden von elektrischen Feldern – und wenn sie sich bewegen, auch von magnetischen Feldern – abgelenkt, z.B. durch das

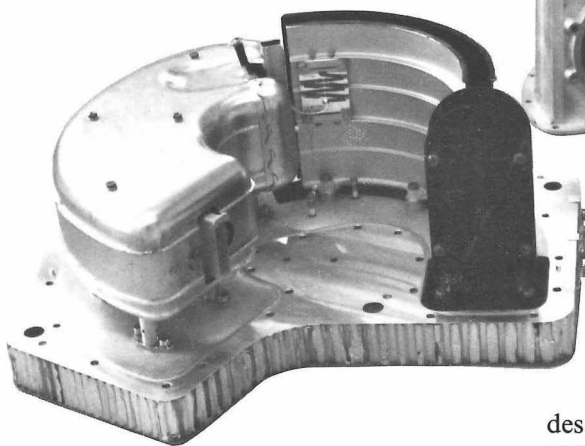


Bild 1
(Farb-
aufnahme)
Der
Forschungs-
satellit
GEOS

Erdmagnetfeld. Mit Instrumenten, in denen solche Felder erzeugt werden, können die geladenen Teilchen untersucht werden.

Der GEOS-Satellit

Wichtigster Satellit im IMS-Programm ist der europäische ESA-Satellit GEOS (Bild 1). Im April 1977 wird er – sein Name sagt es schon – auf eine geostationäre Bahn gebracht.

Er wird der erste wissenschaftliche Satellit sein, der auf dieser geostationären Bahn – fast 36000 Kilometer über dem Äquator – im Gleichlauf mit der Erddrehung seine Runden zieht, wie die Nachrichtensatelliten.

Die Contraves AG, Zürich, als einziges schweizerisches Mitglied des STAR-Konsortiums (Satellites for Telecommunications, Applications and Research) wurde mit dem Bau der Struktur beauftragt. Hauptauftragnehmer für das gesamte Satellitenprojekt ist die British Aircraft Corporation.

Der GEOS trägt sieben äusserst komplexe Experimente zur Untersuchung der elektrischen und magnetischen Felder sowie der verschiedenen Partikel. Die sehr zahlreichen Messdaten werden von einer speziellen Empfangsstation im Odenwald (BRD) aufgenommen und an das Rechenzentrum der ESOC (European Space Operations Centre) in Darmstadt weitergeleitet.

Das GEOS-Experiment S-303

Eines der sieben Experimente ist das Plasma-Massenspektrometer S-303. Seine Aufgabe ist die Messung der Ionenkomposition, der Energiespektren und der Winkelverteilung der Teilchen im magnetosphärischen Plasma. Das Experiment besteht aus einem Sensorteil

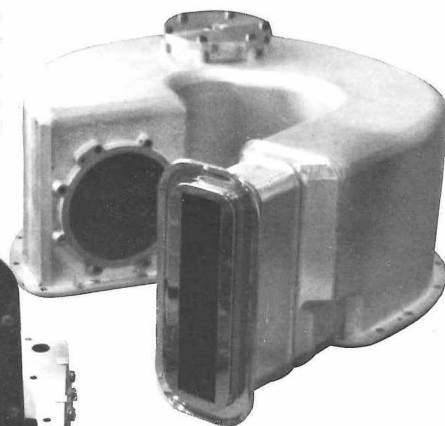


Bild 2
Massenspektrometer
mit abgenommenem Gehäuse

des Physikalischen Instituts der Universität Bern und einem Elektronikteil des Max-Planck-Instituts für Extraterrestrische Physik in Garching bei München. Mit diesem Experiment ist erstmals ein schweizerisches Institut an einem ESA-Satelliten beteiligt. Die Finanzierung des Sensors erfolgt durch den Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung.

Im Januar 1973 erteilte das Physikalische Institut der Universität Bern (Prof. J. Geiss, Prof. P. Eberhardt) der Contraves den Auftrag zur Entwicklung und zum Bau des Sensorteils. Als Partnerfirmen wurden die Dornier-System GmbH und die Balzers Aktiengesellschaft für Hochvakuumtechnik und Dünne Schichten in Balzers (letztere wie die Contraves ein Unternehmen des

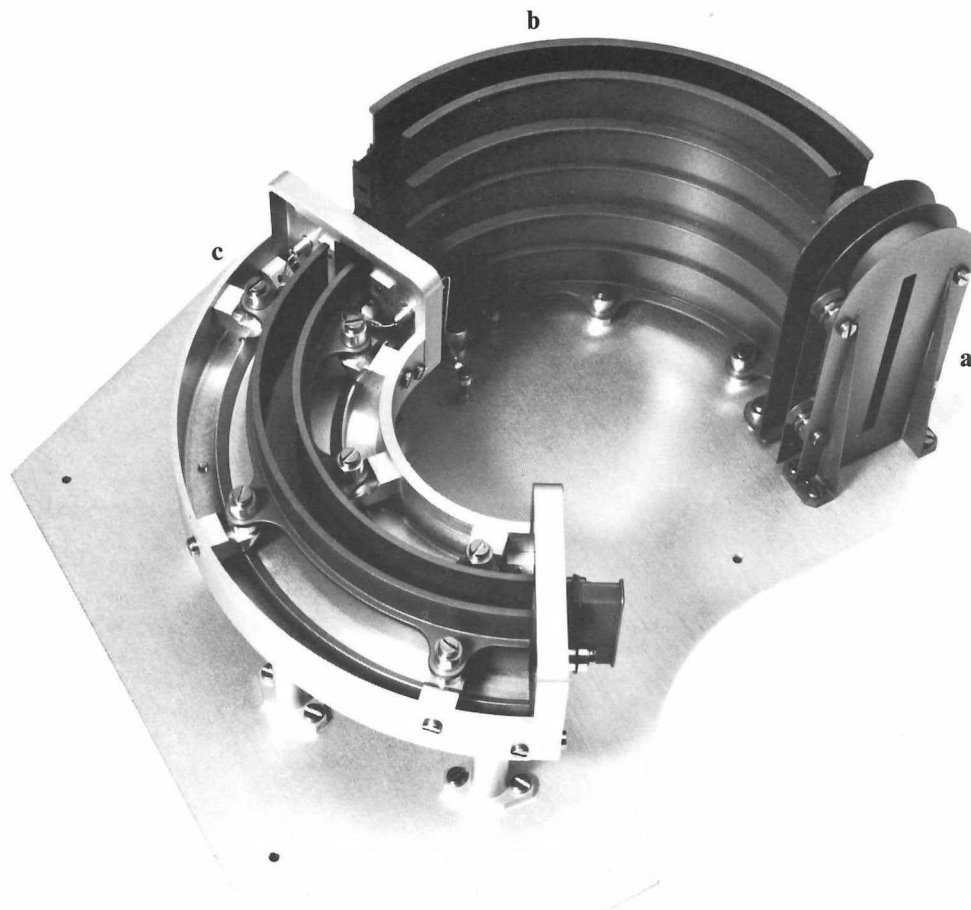
Oerlikon-Bührle Konzerns) beigezogen. Das Programm umfasste vier Einheiten: ein Engineering Model für erste Laborversuche, einen Prototyp zur Qualifikation und zwei Flugeinheiten, wovon eine als Reserve.*

Funktionsweise oder die Verkehrsregelung der Ionen

Das Prinzip des Massenspektrometers kann anhand der Bilder auf vereinfachte Weise kurz erläutert werden. Das Experiment ist im Satelliten so eingebaut, dass die rechteckige Öffnung des Gehäuses (*rechts im Bild 2*) senkrecht zur Satellitenachse nach aussen schaut. Die Plasmateilchen können also frei in den Sensor eintreten. Mittels Blenden wird der Öffnungswinkel des erfassten Teilchenstromes begrenzt, während durch die Rotation des Satelliten die Blickrichtung des Sensors mitrotiert und somit die Winkelverteilung gemessen werden kann.

Bild 3 zeigt ein Modell des Sensors, bestehend aus einem Blendenpaket, einem Energieanalysator und einem Massenanalysator. Alle drei haben «verkehrsregelnde» Aufgaben. Die Teilchen gelangen zunächst zum Blendenpaket, wo die positiven Ionen mit einer Spannung von -3 kV beschleunigt werden. Gleichzeitig werden damit die meisten Elektronen zurückgewiesen. Dies ist schon eine ganz ordentliche Verkehrstrennung. Die Ionen treten dann zwischen den beiden Ablenkplatten des Energieanalysators ein. Zwischen diesen Platten wird eine einstellbare Hochspannung (bis 6 kV) angelegt und somit ein radiales elektrisches Feld erzeugt, das die Ionen radial ablenkt. Ionen mit einer ganz bestimmten kinetischen Energie (genauer: Energie pro Ladung) werden gerade richtig abgelenkt, d.h. sie fliegen vom Anfang bis zum Ende zwischen den Ablenkplatten hindurch. Ionen mit einer anderen Energie werden entweder zu wenig oder zu viel abgelenkt und treffen auf eine der Platten auf. Sie scheiden somit aus dem Rennen aus. Der ausgesiebte Energiebereich kann mit der Spannung eingestellt werden. Der Energieanalysator ist also durchlässig für schnelle leichte und langsamere schwere Ionen mit derselben Energie $1/2 mv^2$. Er wirkt wie eine etwas komische Verkehrsregelung, bei der die Geschwindigkeit jedes einzelnen Fahrzeuges je nach seinem Gewicht genau vorge-

*Der Qualifikationsprototyp des Satelliten GEOS wurde nachträglich als experimentelle Nutzlast im Versuchsprogramm für die europäische Trägerrakete ARIANE bestimmt (Name des Satelliten: GEOSARI). In diesem Projekt wird das Reserve-Flugmodell des Massenspektrometers eingesetzt.



geschrieben ist. Steht nun weiter hinten ein «Verkehrsposten», der nur Fahrzeuge mit einer ganz bestimmten Geschwindigkeit durchlässt, so haben alle diese dasselbe Gewicht. Dies entspricht genau der Funktionsweise des Massenanalysators: nur Ionen mit einer ganz bestimmten Geschwindigkeit, also mit einer ganz bestimmten Masse, erhalten die notwendige Bahnkrümmung, um ganz hindurch zu fliegen. Alle anderen scheiden aus.

Im Massenanalysator erfolgt die Ionenablenkung durch eine Kombination von einem konstanten vertikalen Magnetfeld und einem einstellbaren radialen elektrischen Feld. Es werden Permanentmagnete verwendet, die in einem allseitig (bis auf die Ein- und Austrittsöffnungen) geschlossenen Joch untergebracht sind. Im Modell (Bild 3) ist die obere Jochhälfte entfernt, so dass die im Inneren eingebauten Ablenkplatten sichtbar sind. Zwischen diesen wird, wie im Energieanalysator, ein stufenweise einstellbares radiales elektrisches Feld erzeugt.

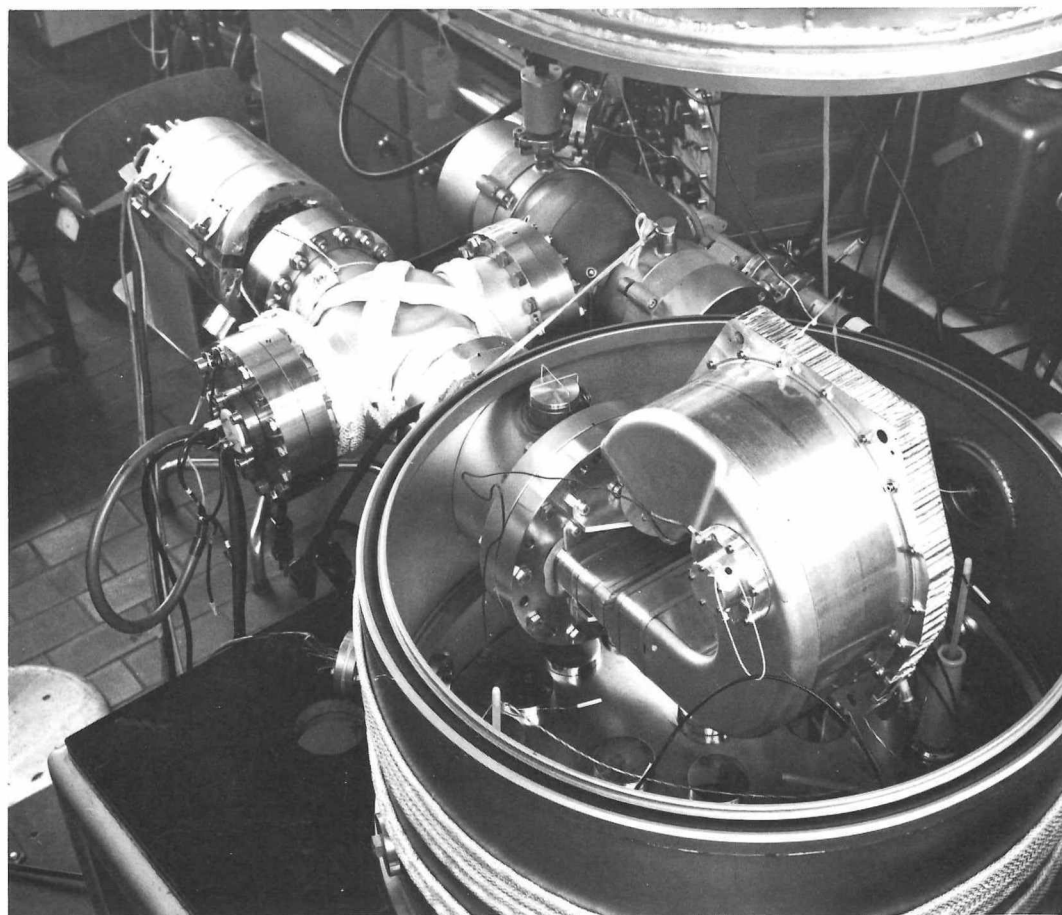
Am Ende des Energie- und des Massenanalysators ist je ein spezieller Detektor angebracht, um die durchgelassenen Teilchen zu zählen. Die dort erzeugten Signale werden dann in der Elektronikeinheit verarbeitet und an die Bodenstation übermittelt. Die Messwerte werden in Form von Massenspektren aufgezeichnet, welche die Häufigkeit der verschiedenartigen Ionen, wie z. B. Wasserstoff, Helium usw., darstellen (siehe Bild 7).

Bild 3

Modell des Experiments. Man erkennt (im Gegenuhreizersinn): Blendenpaket (a), zylindrische Ablenkplatten des Energieanalysators (b) und den offenen Magnetteil des Massenanalysators (c)

Bild 4

Montagearbeiten im Handschuhkasten, der mit reinstem Stickstoff gefüllt ist



Entwicklung

Mit dem GEOS-Experiment S-303 soll erstmals die Ionen-Komposition in solch grosser Höhe gemessen werden. Zu diesem Zweck hat das Physikalische Institut der Universität Bern ein neuartiges Massenspektrometer entworfen, und es verwundert deshalb nicht, dass man bei der Realisierung bis an die Grenzen des physikalisch und technologisch Möglichen gehen musste. Es galt, sowohl die physikalischen Bedingungen als auch die Anforderungen des Leichtbaus, der Präzisionsmechanik, der Hochvakuumtechnik, der Hochspannungsfestigkeit, des Magnetbaus, der speziellen Oberflächenbehandlungen und ganz allgemein die Umgebungsbedingungen der Weltraumtechnik auf einen Nenner zu bringen. Der Schwierigkeitsgrad lässt sich schon an der relativ langen Entwicklungszeit von dreieinhalb Jahren ablesen.

Als Ausgangspunkt lag ein sehr detailliertes Pflichtenheft vor, das auf Vorarbeiten des Physikalischen Instituts und einem dort gebauten Labormodell beruhte. Die Entwicklung dieses für uns neuartigen Gerätes war in jeder Beziehung sehr anspruchsvoll, sowohl für die Konstruktion als auch für die Fabrikation und die Montage, die zum Teil in einer Schutzgas-Atmosphäre erfolgen musste (Bild 4). Bei praktisch allen Bauteilen mussten technologische Probleme überwunden werden, so dass jetzt auf manchen Gebieten wertvolle Erfahrungen vorliegen.



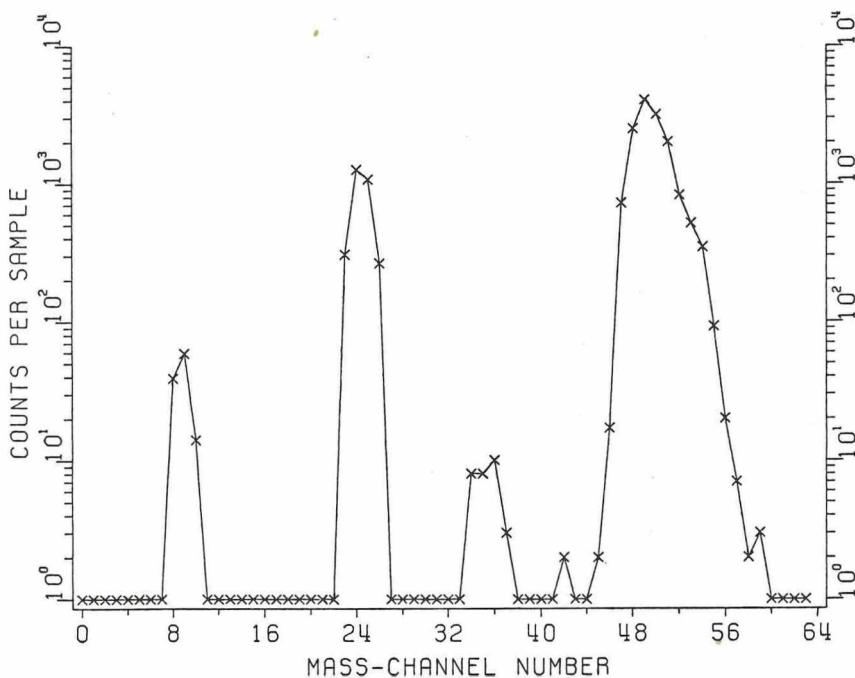
Bild 5

Versuch in einer Hochvakuumanlage in der Balzers AG. Links von der grossen zylindrischen Kammer das Pumpsystem für das Innere des Sensors. Da das dünnwandige, leichte Gehäuse nur kleine Druckdifferenzen aushält, wird die grosse Kammer geschlossen und ebenfalls evakuiert

Für die Hochvakuumfragen wurde die Balzers Aktiengesellschaft für Hochvakuumtechnik und Dünne Schichten beigezogen. Diese stand mit ihrer reichen Erfahrung sowie mit den für das Projekt benötigten Anlagen (Bild 1) für Vakuum- und Hochspannungstests zur Verfügung. Der Magnetteil des Massenanalysators wurde von der Dornier-System GmbH gebaut. Wegen der strengen Anforderungen hinsichtlich Feldhomogenität war dies keine leichte

Bild 7 ▽

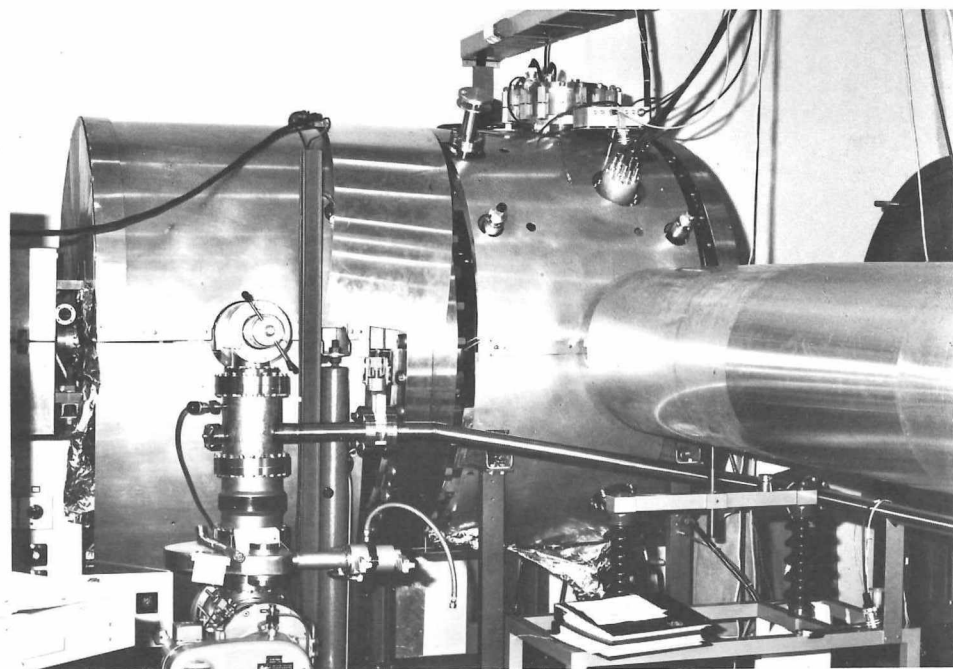
Aufzeichnung der Messwerte auf einem Massenspektrum. Die einzelnen Spitzen zeigen dem Fachmann Anzahl und Arten der Ionen. Diese Grafik stammt von einem Laboratoriumsversuch (freundlicherweise vom Physikalischen Institut der Universität Bern zur Verfügung gestellt).



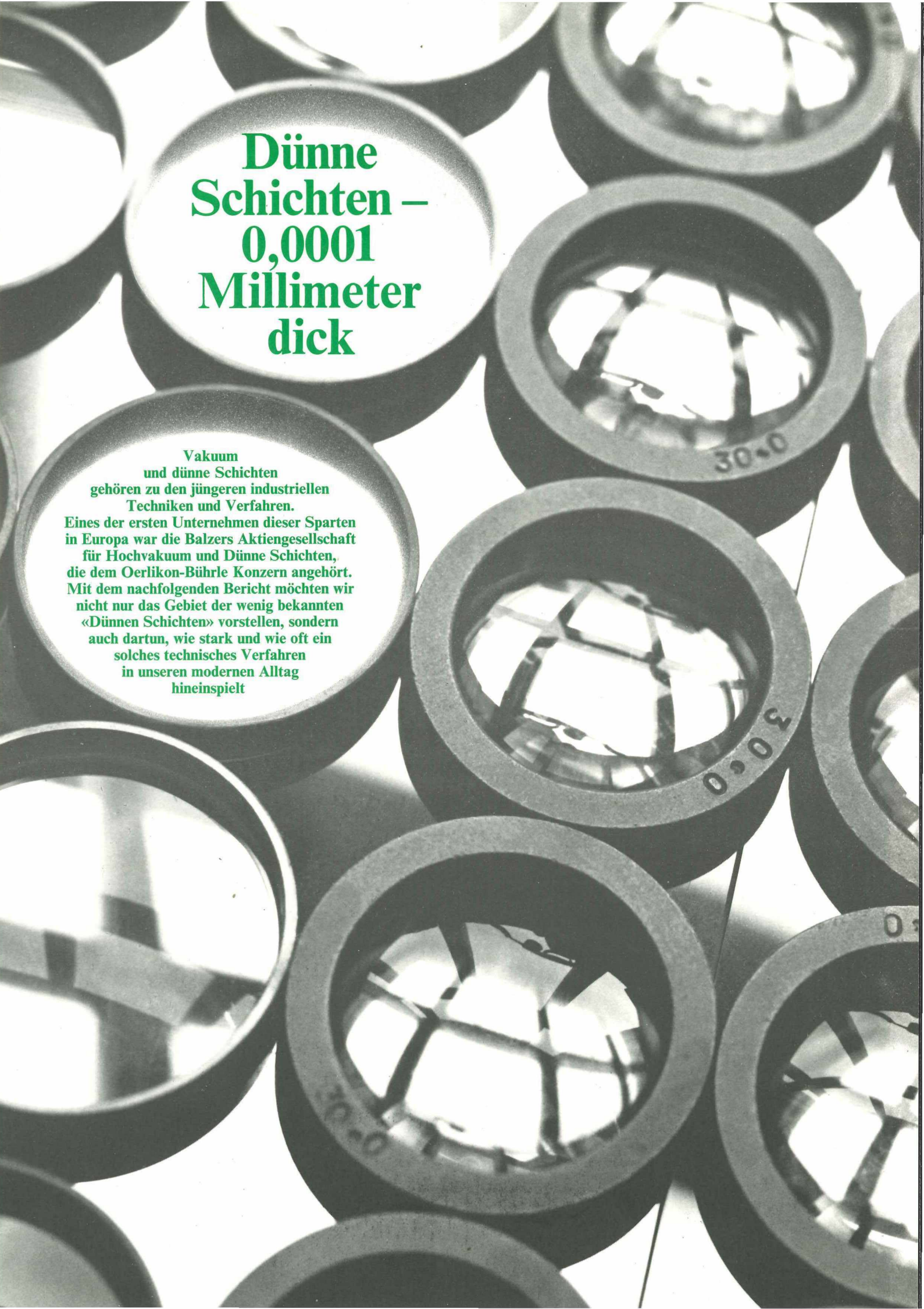
Aufgabe. Da der Satellit empfindliche Magnetometer trägt, war überdies eine gute magnetische Abschirmung des Magnetteils erforderlich.

Zur Überprüfung und Eichung des Sensors wurde vom Physikalischen Institut eine spezielle Eichkammer entwickelt (Bild 6), in der die Weltraumbedingungen mit dem Plasma nachgebildet werden können – eine Welt-Pionierleistung! Dank ausgedehnten Untersuchungen in dieser Anlage konnten von den Experimentatoren noch wesent-

Bild 6
Eichanlage
des Physika-
lischen
Instituts der
Universität
Bern zur
Prüfung des
Massen-
spektro-
meters



liche Verbesserungsmassnahmen ermittelt werden, die in den Flugeinheiten realisiert wurden. Damit entsprechen die Messresultate den Zielsetzungen des Experiments, das im Rahmen der Plasmaphysik und der Erforschung der Beziehungen zwischen Sonne und Erde von grosser wissenschaftlicher Bedeutung ist.



Dünne Schichten – 0,0001 Millimeter dick

Vakuum
und dünne Schichten
gehören zu den jüngeren industriellen
Techniken und Verfahren.

Eines der ersten Unternehmen dieser Sparten
in Europa war die Balzers Aktiengesellschaft
für Hochvakuum und Dünne Schichten,
die dem Oerlikon-Bührle Konzern angehört.
Mit dem nachfolgenden Bericht möchten wir
nicht nur das Gebiet der wenig bekannten
«Dünnen Schichten» vorstellen, sondern
auch dartun, wie stark und wie oft ein
solches technisches Verfahren
in unseren modernen Alltag
hineinspielt

Was sind dünne Schichten?

Kann man noch von einer «Dicke» sprechen, wenn es um wenige Atom- und Moleküllagen oder um Lichtwellenlängen mit Bruchteilen von zehntausendstel Millimetern geht? Und wozu braucht man in der Praxis derartige Schichten? Man kann damit beispielsweise die optischen Eigenschaften von Glas- und anderen Oberflächen gezielt verändern, wie etwa die Reflexion oder die Durchlässigkeit des einfallenden Lichtes. Mit dünnen Schichten lässt sich das weisse Licht in seine Spektralfarben zerlegen. Man kann dünne Schichten machen, die bestimmte gewünschte Farben durchlassen, andere zurückwerfen oder absorbieren und vieles andere mehr.

Voraussetzungen für derartige gezielte Wirkungen sind darauf abgestimmte Schichtdicken von höchster Genauigkeit, völlige Gleichmässigkeit der Schichtverteilung über die Glasfläche, Schichtsubstanzen ganz bestimmter optischer Eigenschaften, wie zum Beispiel bestimmter Brechwerte. Manche Wirkungen sind nur mit Mehrfachschichten zu erzielen, und zwar mit bis zu vielen Dutzend übereinanderliegenden Einzelschichten verschiedener Dicke und aus verschiedenen Substanzen. Als Material für die Beschichtung werden fast alle Metalle sowie Metalloxide, Fluoride, Kryolith und Silizium verwendet.

Der Entwicklungsaufwand für dünne Schichten ist beträchtlich. Es geht ja nicht allein um die Errechnung neuer Dünnschichtsysteme, bei welcher der Computer gute Dienste leistet: Die hauchdünnen Schichten müssen auch chemikalien- und abriebfest sein, damit sie leicht zu reinigen sind. Schliesslich müssen die dünnen Schichten ohne Schwierigkeiten in

industriellem Massstab produziert werden können.

Wie entstehen dünne Schichten?

Bei Balzers werden dünne Schichten in eigens dafür entwickelten Hochvakuumbedampfungsanlagen gefertigt. Das Prinzip der Aufdampfung in einer Vakuumkammer ist einfach: Die zu verdampfende Substanz wird in einem Tiegel über den Schmelzpunkt elektrisch erhitzt. Die geringe Zusammenstoss-Wahrscheinlichkeit der abdampfenden Moleküle untereinander oder mit restlichen Luftteilchen im Hochvakuum bewirkt, dass sich die Moleküle geradlinig, strahlenförmig ausbreiten und sich gleichmässig auf den zu bedampfenden Glasplatten, Glaslinsen oder anderen Trägern niederschlagen. Zur Erhöhung der Gleichmässigkeit sind die Träger in der Regel auf Tellern angeordnet, die sich im Abstand von etwa einem halben Meter über dem Verdampfungstiegel drehen.

Für Aufdampfsubstanzen, die mit den Tiegelwerkstoffen reagieren würden, werden Elektronenstrahlverdampfer benützt. Damit lassen sich auch Werkstoffe mit sehr hohem Schmelzpunkt verdampfen, zum Beispiel Tantal bei 3000°C.

Die kontinuierliche Messung der Schichtdicke während des Aufdampfens ist von grundlegender Bedeutung. Eine gebräuchliche Messmethode ist die Mitbedampfung eines Schwingquarzes, der in bekannter Abhängigkeit von der wachsenden Schicht seine Schwingungszahl ändert, die laufend automatisch in die benötigten Einheiten für die Schichtdicke umgerechnet wird.

Die Grundidee der Herstellung dünner Schichten im Hochvakuum ist, wie gesagt, einfach. Gleichwohl

sind moderne Aufdampfanlagen äusserst aufwendige Gebilde mit viel Steuer- und Messelektronik, denn auch die Produktion dünner Schichten erfolgt weitgehend automatisch.

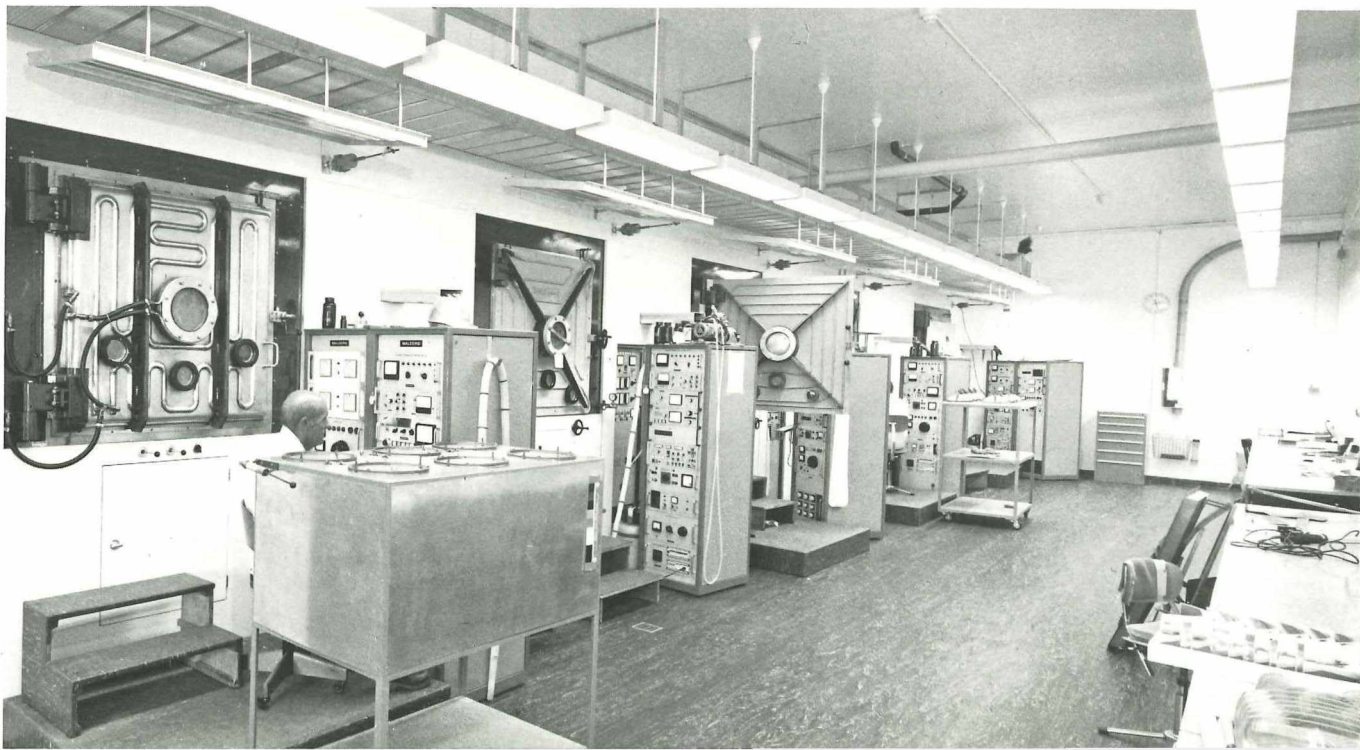
Eine Auswahl von Dünnschichtprodukten

Die weitaus am meisten verbreitete Anwendung dünner Schichten in der Optik ist die *Reflexionsminderung*, beispielsweise von Linsen für Foto- und Filmkameras, von Feldstechern und von Deckgläsern für Flugzeuginstrumente. Wer sich einen Fotoapparat anschaffen will, verlangt ein «vergütetes» Objektiv; aber wer weiss schon, dass die bläulichen oder violetten Beläge auf den Linsen im Hochvakuum aufgedampfte Schichten sind.

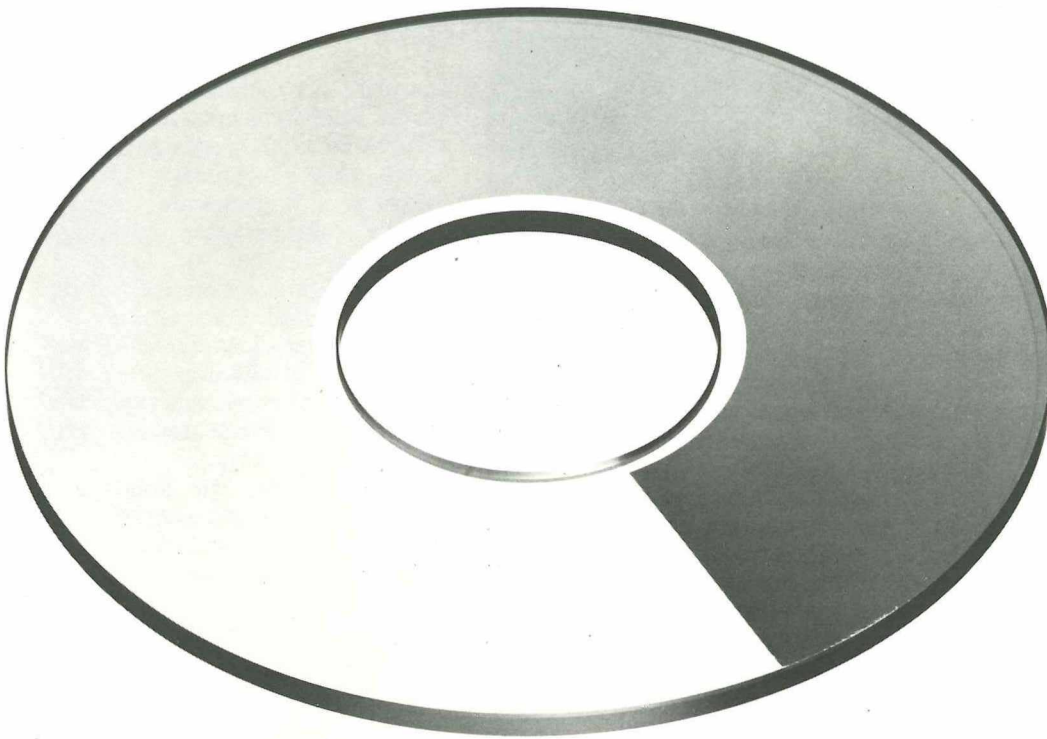
Eine unbehandelte Glasoberfläche reflektiert vier und mehr Prozent des auffallenden Lichts. Das reflektierte Licht ist für den Film verlorenes Licht. Durch Aufdampfen einer «einfachen» Magnesiumfluoridschicht von der Dicke einer Viertel-Lichtwellenlänge (100 nm) erreicht man bereits eine Verminderung der Reflexion auf weniger als eineinhalb Prozent, mit komplizierten Mehrfachschichtsystemen noch erheblich bessere Werte. Der Lichtgewinn durch Reflexionsminderung ist also besonders bei grossen Objekten mit oft zehn und mehr Linsen enorm. Mehr Licht auf dem Film bedeutet aber kürzere Belichtungszeiten.

Sehr genaue und hochreflektierende *Oberflächenspiegel*, zum Beispiel für Teleskope, erhält man durch Aufdampfen einer Aluminium- oder Silberschicht. Eine zusätzliche, transparente Schutzschicht macht solche Spiegel weitgehend unempfindlich gegen me-

Blick in einen
Fertigungsraum
für dünne
Schichten. Die
Anlagen sind
durch eine
Wand vom
Bedienungs-
raum getrennt



*Verlaufgraufilter.
Der Verlauf entspricht einer vorge-
schriebenen Schwärzungsfunktion*



passten dünnen Schichten bedampft sind.

Eine besondere Kategorie bilden die *Lichtfilter*, nämlich Farblichtfilter für die Foto- und Kinotechnik, für die Fernsehaufnahmetechnik zum «Sortieren» der Farben, für die Filmkopiertechnik, für Farbauszüge in der Drucktechnik und für vieles andere mehr. Lichtfilter mit grosser Verbreitung sind Brillengläser mit vielerlei Arten von Blend- und Sonnenschutz. Auf nicht ganz billige, aber dafür besonders gute Sonnenbrillengläser wird ein Schichtsystem aufgedampft, das die Durchlässigkeit für sichtbare Strahlen auf das geforderte Mass herabsetzt und den unsichtbaren, aber schädlichen Ultraviolettanteil des Sonnenlichtes kaum noch durchlässt.

Ein weiteres erwähnenswertes Beispiel für die Anwendung von Lichtfiltern sind die auf Solarzellen für die Stromversorgung von Raumflugkörpern aufgedampften Schichten. Sie lassen nur den für die Stromerzeugung entscheidenden Anteil des Sonnenlichts durch, während der für die Halbleiterelemente schädliche Anteil zurückgeworfen wird. Ohne Übertreibung darf behauptet werden, dass weitaus die meisten westlichen Satelliten mit dünnen Schichten nach Balzers-System durch den Raum sausen.

Von grosser, zunehmender Bedeutung sind *durchsichtige, elektrisch leitende Schichten auf Glas*. Dem Fachmann sei verraten, dass ihre Lichtdurchlässigkeit rund 80 Prozent beträgt, bei einem Flächenwiderstand von 100 Ohm. Solche Schichten dienen vor allem als Elektroden von Flüssigkristallen für die Anzeige von Zahlen und Zeichen in Digitaluhren, elektronischen Tisch- und Taschenrechnern und dergleichen. Für den Bau von Displays verwendet die Schweizer Uhrenindustrie zum grössten Teil die Leitschicht von Balzers.

Die Balzers-Fertigung gibt sich also vor allem mit optisch wirkenden und elektronischen dünnen Schichten ab. Da Balzers aber einen grossen Teil der Hochvakuumbedampfungsanlagen für *elektrische und elektronische Schichten* baut, sollen noch ein paar Beispiele aus diesen Gebieten angeführt werden.

Auf verhältnismässig einfache Art lassen sich *elektrische Metallfilmwiderstände* herstellen. Die Widerstandslegierung wird auf Keramikröhrchen, -zylinder oder -plättchen aufgedampft. Man schüttet diese Träger in einen Korb aus Drahtgeflecht, der sich während des Be-



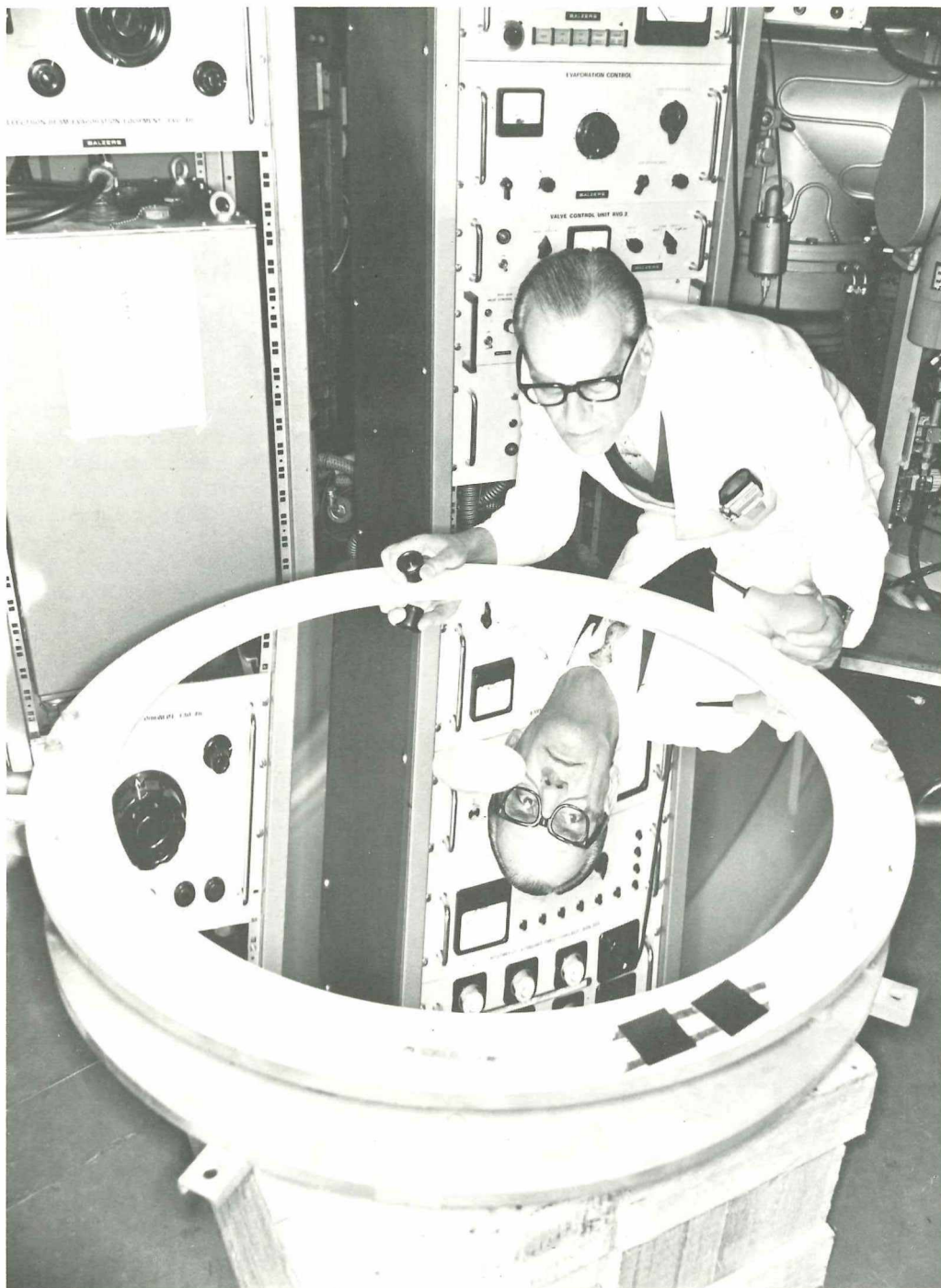
*Kaltlicht-
spiegel für
Schmalfilm-
projektions-
lampen*

chanische, chemische und klimatische Einflüsse.

Entscheidende Vorteile für die Konstruktion von Kinoprojektoren, auch Schmalfilmprojektoren, brachte der *Kaltlichtspiegelbelag*. Ein gewöhnlicher Kinospiegel sammelt nicht nur die sichtbaren Strahlen der Lichtquelle und wirft sie auf den Film, sondern auch die unerwünschten, unsichtbaren warmen Strahlen. Gegen die Wärmestrahlung musste der Film früher auf komplizierte Art, beispielsweise mit Wasserkühlung, geschützt werden. Der Kaltlichtspiegelbelag auf dem Glasträ-

ger hat die vortreffliche Eigenschaft, dass er das weisse kalte Licht hochprozentig reflektiert und die warmen, für den Film gefährlichen Strahlen nach hinten durchlässt. Der Belag besteht aus mehreren Dutzend übereinandergedampften einzelnen dünnen Schichten höchster Präzision. Schon die geringste Dickenabweichung einer einzigen Schicht hätte die Zerstörung der Spiegelcharakteristik zur Folge.

Ins Kapitel «Spiegel» fallen auch Autoscheinwerfer, Operationsleuchten und Zahnarztspiegel, die mit den verschiedenen Bedürfnissen ange-



Bedampfter Teleskopspiegel für eine Sternwarte

dampfens dreht. Interessanterweise ist die Schichtverteilung trotz des «Durcheinanders», oder gerade deswegen, sehr gleichmässig. Die bedampften Widerstände werden durch Fotolithographie und Ätzung in die gewünschte Aufteilung gebracht und finden schliesslich in der Mikroelektronik Verwendung.

Magnetische dünne Schichten werden unter Ausnützung des Ferromagnetismus besonders als Speicherelemente für Prozessrechner und Steuergeräte gebraucht.

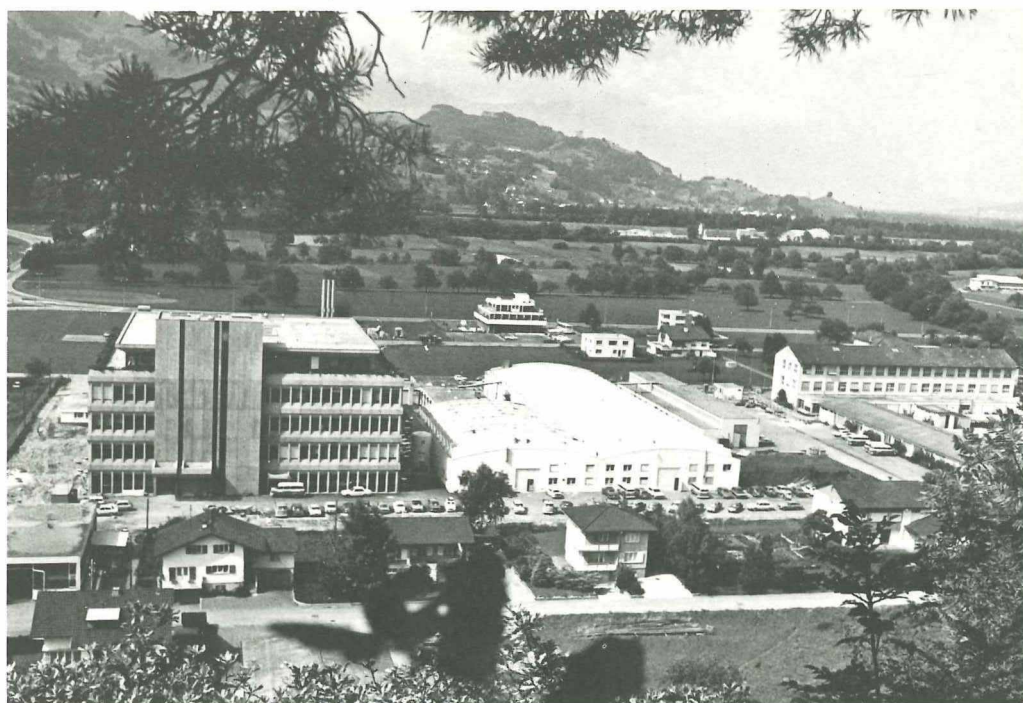
In Fotoleitern, wie Solarzellen, oder in Trockenkopiergeräten findet man mittels Dünnschichttechnik hergestellte *halbleitende Schichten*. Die industrielle Fertigung von Dioden und Transistoren mittels Aufdampftechnik befindet sich eher noch in den Anfängen.

Zur Erhöhung der Lebensdauer von *Relaiskontakten* wird vielfach eine Goldschicht aufgedampft.

Viele Gegenstände, die uns täglich begegnen, scheinen aus hochglanzpoliertem Gold oder Silber zu bestehen. So beispielsweise Verschlussdeckel von Kosmetikflaschen, Autozierleisten und -markensymbole und sogar Schmuckstücke. Vielfach sind es aber nur Kunststoffteile, die durch Bedampfen mit einem billigeren Metall «veredelt» wurden. Dünnschichttechniker nennen dieses Verfahren «metallisieren».

Die Dünnschichttechnik ist ein Hochvakuumverfahren, das die Balzers AG seit ihrer Gründung vor dreissig Jahren betreibt. Ihre Entwicklungsabteilungen arbeiten laufend an der Verbesserung der Verfahren und Erweiterung der Anwendungsgebiete. Damit wird die eigene Produktion und die der Tochtergesellschaften im Ausland ständig auf dem neusten Stand der Technik gehalten.

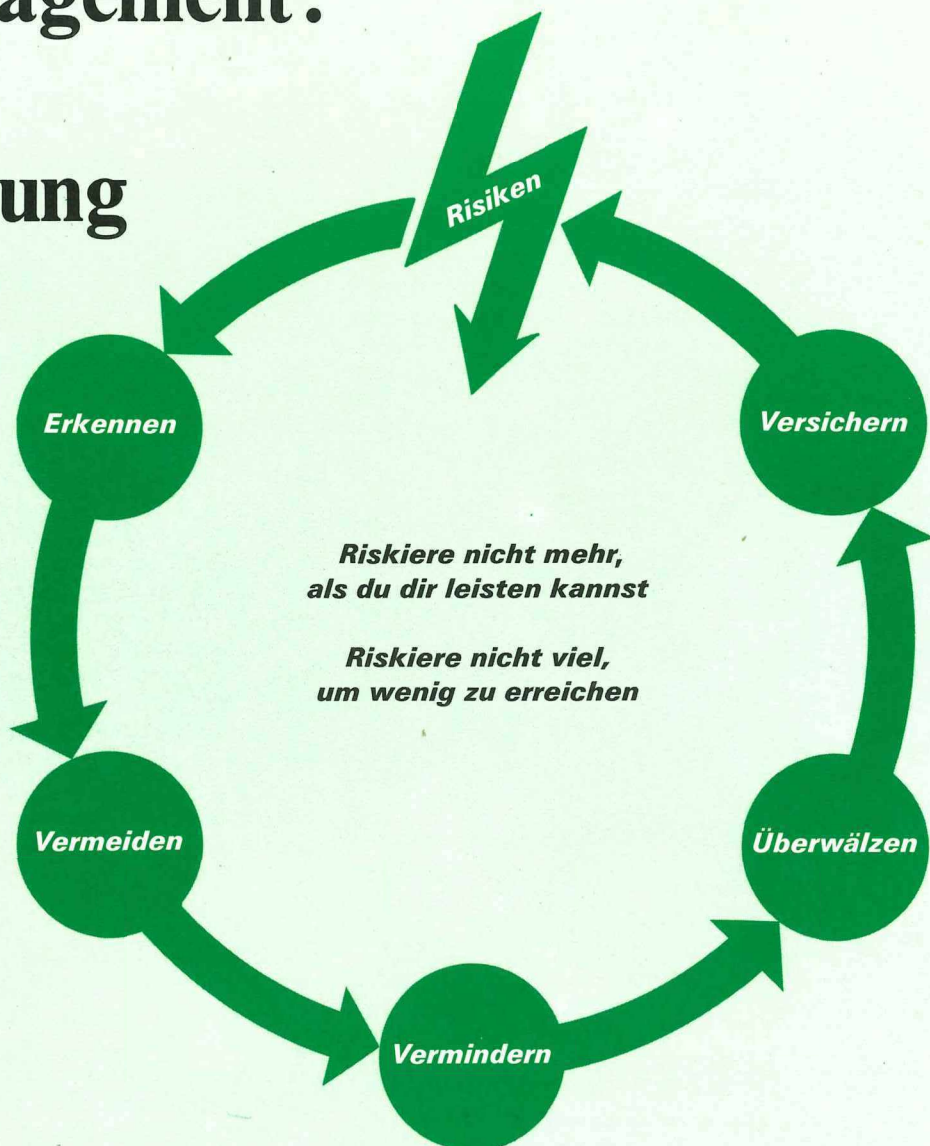
Hermann Wild



Balzers, Werk I Links das neue Dünnschichtgebäude

Dank Risk Management: Sicherheit der Unternehmung

Von Dr. H. R. Schwarzenbach,
Vizedirektor
der Limmat Versicherungs-
Gesellschaft, Zürich



Gefahren und Pannen begleiten jeden Menschen von der Geburt bis zum Tod. Gefahren, Störungen und Pannen kommen auch in jedem Betrieb vor.

Ein Risiko eingehen bedeutet, eine Ungewissheit in bezug auf eine Erwartung oder ein Ziel auf sich zu nehmen. Seit jeher wird versucht, die Risiken des Industriebetriebes zu bewerten und in der Führung der Unternehmung zu berücksichtigen. Neu ist jedoch die ständige bewusste und systematische Behandlung der Risiken auf allen Stufen der Unternehmung, die heute unter dem Stichwort «Risk Management» zusammengefasst wird. Das Risk Management setzt sich also mit möglichen Störungen und Pannen auseinander.

Die Risikopolitik

Die Risikopolitik will die auf ein Unternehmen oder auf eine Person zukommenden Risiken, gleich welcher Herkunft, optimal auffangen, um die Unternehmung oder die Person weder in ihrer Existenz noch in ihrer Zielerreichung zu gefährden.

Die bewusste Risikopolitik setzt sich aus drei Phasen zusammen:

1. Risikoerfassung
2. Risikobewertung
3. Risikobegegnung

Zunächst müssen **Risiken erkannt und erfasst** werden. Erst dann können sie nach Risikograden gewichtet und dem betreffenden Risikoträger zugeordnet werden. Es genügt nicht, diese Gewichtung nur für den betreffenden Risikoträger – z.B. Person, Abteilung, Firma – durchzuführen, sie muss vielmehr das ganze System, also die Unternehmung oder die Firmengruppe (auch die Familie), umfassen.

In der **Risikobewertung** gilt es, zwischen den verschiedenen Risikograden zu unterscheiden:

Grosse Risiken

Der Eintritt der möglichen Störung stellt die Zielerreichung oder das Unternehmen als solches in Frage.

Mittlere Risiken

Der Eintritt der möglichen Störung zwingt zur Veränderung bestimmter Ziele und Erwartungen.

Kleine Risiken

Der Eintritt der möglichen Störung bewirkt keine Änderung des Zieles, erfordert jedoch eine Änderung der Mittel und Wege.

Bei der **Risikobegegnung** geht es primär darum, grosse Risiken zu vermeiden, d.h. dafür zu sorgen, dass sie nicht eintreten. Grosse Risiken können auch durch entsprechende Massnahmen in mittlere Risiken umgewandelt werden. Mittlere und kleine Risiken ihrerseits sollten

ebenfalls nach Möglichkeit vermieden werden, doch kann man ihnen auch auf folgende Arten begegnen:

Durch Vermindern:

zum Beispiel durch Anbringen von Sicherheitsvorrichtungen.

Durch Überwälzen:

Versichern, Vermeiden von Garantieabgaben durch entsprechende Vertragsgestaltung.

Durch Selbsttragen:

Inkaufnehmen von kleineren Schäden.

Zu berücksichtigen ist dabei, dass ein grosses Risiko einer einzelnen Firma für die übergeordnete Gruppe nicht unbedingt ein grosses, sondern auch nur ein mittleres oder kleines Risiko darstellen kann. Von der

Gesamtbeurteilung wird es also abhängen, wie dem einzelnen Risiko zu begegnen ist. Der Grundsatz lautet: Nicht mehr riskieren, als man sich leisten kann.

Schematisch lässt sich die Durchführung der bewussten Risikopolitik anhand eines Regelkreises darstellen (vgl. Seite 1).

Risk Management

Dem Risk Management obliegt die Festlegung der Risikopolitik sowie die damit zusammenhängenden Koordinationsaufgaben. Das betriebliche Geschehen muss unbeirrt, am besten mit den Augen Aussehender unter die Lupe genommen und die Sicherheit laufend erhöht werden. Für diese Aufgabe ist nicht unbedingt letzter technischer Wissensstand entscheidend, sondern der Blick auf das Wesentliche und die Fähigkeit, die Mitarbeiter im Sinne der Risikobegrenzung aufzuklären und zu motivieren.

Will ein Betrieb seine Risiken selbst tragen, muss er für die entsprechenden Mittel besorgt sein, die sofort verfügbar sein müssen, wenn ein Schadenfall eintritt. Wenn das nur beschränkt möglich ist – in der Regel immer! – kann eine Versicherung mit einem den eigenen Mitteln entsprechend hohen Selbstbehalt abgeschlossen werden. So lässt sich zum Beispiel bei der Versicherung des Risikos «Betriebsunterbrechung infolge Feuer» durch eine beträchtliche Franchise ein entsprechend grosser Prämienrabatt erzielen. Das Risiko «Glasbruch und Wasser» wird normalerweise als kleines Risiko von vielen Firmen selbst getragen und nicht versichert. Andererseits sollen alle jene Risiken versichert werden, die für den Betrieb eine kaum tragbare Belastung oder eine Katastrophe bedeuten würden!

Verwirklichung der besten Lösung

In der mit dem Risk Management verbundenen bewussten Risikopolitik kann keine Einheitslösung angeboten werden. So kann ein Betrieb mit relativ grossen eigenen Mitteln oder einer, der in einem Konzern Rückhalt hat, grössere Risiken selbst tragen. Auch musste im Oerlikon-Bührle Konzern keines der Unternehmen mit der bewussten Risikopolitik «ganz unten» anfangen. Einmal wird der Werksicherheit überall grösste Aufmerksamkeit geschenkt. Ausserdem sind auch in der Planung die Grundlagen für eine erfolgversprechende Risikopolitik geschaffen worden. Es gilt aber heute nicht nur, neue grosse Risiken zu erkennen und sie mit den Werk-

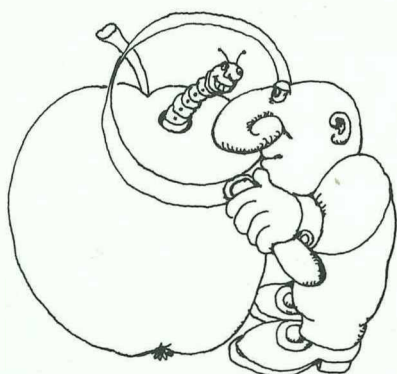
zeugen der bewussten Risikopolitik sofort anzugehen, sondern das Ganze als dynamischen Prozess dauernd aufrechtzuerhalten.

Risk Management auch daheim

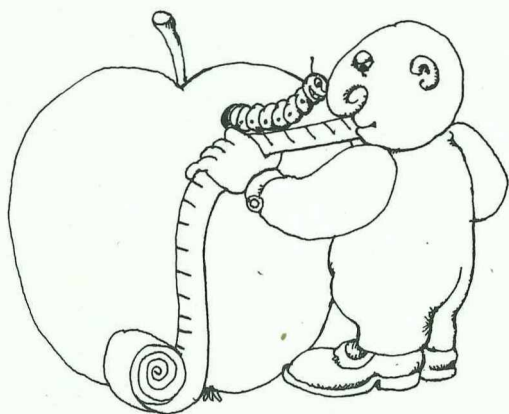
Die Erhöhung der Sicherheit durch die Technik des Risk Managements ist auch daheim sehr wohl möglich. Ich *vermeide* ein Risiko, indem ich meiner Frau die längst nötige stabile Haushaltleiter anschaffe, indem ich Arzneimittel in der Wohnung für Kinderhände unerreichbar aufbewahre. Ich *vermindere* das Risiko einer Krankheit oder eines Unfalles zum Beispiel durch Einhalten des Normgewichtes und durch Aufwärmen der Muskeln vor der Skiabfahrt. Ich *vermindere* die Folgen des Risikos «Feuer» durch Anbringen eines genügend grossen Feuerlöschers in der Wohnung und durch den Abschluss einer wertrichtigen Versicherung. Begrenzte Risiken, die mich finanziell nicht umwerfen, kann ich *selbst tragen*.

Risk Management und Versicherer

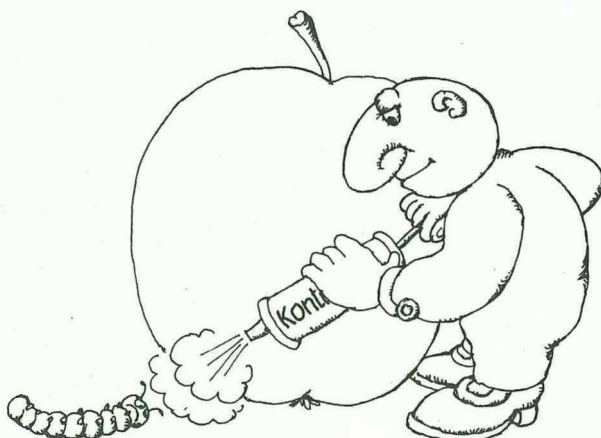
Konservative Kreise sehen in der Idee des Risk Managements eine teilweise Substitution der Aufgabe des Versicherers. Die Hausversicherung des Oerlikon-Bührle Konzerns, die Limmat Versicherungs-Gesell-



Risiko-Erfassung



Risiko-Bewertung



Risiko-Bekämpfung

Hinweis:

Praxisnahe Darstellungen und wertvolle Checklisten zur Anwendung des Risk Managements enthält die Broschüre «Wie betreibe ich bewusste Risikopolitik?» der Limmat Versicherungs-Gesellschaft. Interessenten können sie am Geschäftssitz in Zürich (Postadresse: Postfach, 8027 Zürich) verlangen.

schaft in Zürich, ist indessen der Auffassung, dass sich jede Versicherung eines industriellen Betriebes in ein System risikopolitischer Massnahmen einzuordnen hat, mit dem Ziel einer optimalen kundenorientierten Gesamtstrategie. Es muss berücksichtigt werden, dass jedes Unternehmen Risiken in grösserem oder kleinerem Ausmass selbst tragen kann. Hier den Kunden richtig zu beraten, gehört heute mit zu den Aufgaben eines modernen Industrieversicherers.