

MITTEILUNGEN DES FACHVERBANDES KATHODISCHER KORROSIONSSCHUTZ E.V.

73717 ESSLINGEN, POSTFACH 60 50

DEZEMBER 1994

Nr. 14

Leitfähige Polymere in dispergierbarer Form - Durchbruch für den Korrosionsschutz

Auf der Grundlage des leitfähigen Polymers Polyanilin (PANI) hat die Zipperling Kessler & Co, Ahrensburg, Lacke entwickelt, die die Korrosionsrate in einigen Systemen um einen Faktor bis zu 10 000 verlangsamen. Daß die PANI-haltigen Lacke im Korrosionsschutz bessere Leistungen erbringen als konventionelle Beschichtungen, geht aus einem jetzt vorgelegten offiziellen Testbericht der Dechema, Frankfurt/M., hervor.

Seit zwölf Jahren forscht der Kunststoff-Compounder Zipperling Kessler an leitfähigen Polymeren. Laut Dr. Bernhard Weißling, geschäftsführender Gesellschafter und Chef-Chemiker des mittelständigen Unternehmens hat sich die Arbeit gelohnt: „Es ist uns gelungen, ein verarbeitungsfähiges leitfähiges Polymer namens Polyanilin (PANI) und eine kommerzialisierbare Polymerisationsmethode zu entwickeln.“

Nicht zuletzt die Ergebnisse der Dechema-Testreihe hätten gezeigt, daß man mit dem neuen Material einen Durchbruch im Korrosionsschutz erzielt habe. In den Tests wurden Metalle mit einer Kombination aus Polyanilin-Lack plus Epoxy-topcoat beschichtet. Als Vergleichsproben dienten reine Epoxy-Lackierungen sowie eine Beschichtung aus Zinkstaubgrundierung und Epoxy-Decklack. Bei allen Korrosionstests schnitten die Polyanilin-Lacke besser ab als die Vergleichssysteme.

Leitfähige Polymere haben die Eigenschaft, daß sie weder lösbar noch schmelzbar sind. Zipperling hat daher eine Methode entwickelt, dispergierbares und damit anwendungsreifes Polyanilin herzustellen - laut Weißling in einer Reinheit, die weltweit einzigartig ist. Das konjugierte Polymer wird als «organisches Metall» bezeichnet, dessen Leitfähigkeitsmechanismus eindeutig elektronischer Natur ist. Begrenzt wird die Leitfähigkeit allein durch die kleine Primärpartikelgröße (etwa 10 nm), die quantenmechanische Barrieren bedingt. Im Labormaßstab wurden laut Zipperling bereits Leitfähigkeiten von 1000 Siemens pro Zentimeter (S/cm) beobachtet.

Innerhalb der elektrochemischen Spannungsreihe sei Polyanilin bei den edlen Metallen etwa im Bereich von Silber anzusiedeln, erklärt Weißling. Die korrosionsschützende Wirkung sei unter anderem darauf zurückzuführen, daß sich zwischen der beschichteten eisenhaltigen Metalloberfläche und dem

Polyanilin-Lack eine hauchdünne, jedoch sehr dichte und sehr reine Eisenoxid-Schicht (Fe_2O_3) bildet. Dadurch wird verhindert, daß das «edlere» organische Metall der Beschichtung mit dem «unedleren» Metall der Oberfläche in Kontakt tritt. Eine Oxidation des Eisens wird somit vermieden.

Zipperling will in «regional begrenzter Form» einen «Roststopper» für Eisenoberflächen auf den Markt einführen. Weitere Produkte etwa für den Schutz von Kupfer und Aluminium seien in Vorbereitung.

Bestimmte Polyanilin-Produkte sind bereits auf dem Markt eingeführt. In einer Pilotanlage in Buffalo produziert Allied

Signal ein leitfähiges Polymer in Pulverform unter dem Markennamen Versicon. Die spezifische Leitfähigkeit beträgt 5 S/cm. Versicon ist ein Radikal-Kation-Salz von Polyanilin und einer organischen Säure. Die Anilineinheiten sind oxidativ gekuppelt. Nach einem von Zipperling entwickelten Verfahren kann Versicon in Lösemitteln - etwa in Isopropanol dispergiert werden. Die transparenten Dispersionen weisen eine so geringe Viskosität auf, daß sich die Substrate im Tauch- oder Streichverfahren beschichten lassen. Ein Liter

Dispersion reicht für etwa 100 Quadratmeter Oberfläche. Beschichtet werden beispielsweise Folien, Fasern oder Papier.

Ralf Mayer

*Vorstand und Geschäftsführung
des Fachverbandes Kathodischer
Korrosionsschutz e.V.
wünschen allen Mitgliedern und
Freunden des Verbandes ein
gesegnetes Weihnachtsfest und ein
erfolgreiches Jahr 1995.*

AEG Daimler-Benz Industrie errichtet zentrale Leitstelle für russisches Erdgas-Pipelinennetz

Vom staatlichen russischen Konzern GASPROM erhielt die AEG Daimler-Benz Industrie den Auftrag, die zentrale Leitstelle für das gesamte russische Erdgas-Förder- und Verteilennetz zu installieren. Die Ausrüstung der Leitwarte ist schon der dritte Großauftrag, den die AEG Daimler-Benz Industrie in den letzten drei Jahren von der GASPROM erhielt. Der Wert für den neuen Auftrag beträgt etwa 17,3 Mill. DM; der Gesamtauftragswert für Aufträge von der GASPROM liegt derzeit bei ca. 80 Mill. DM.

Mit der neuen Leitwarte wird das staatliche russische Unternehmen alle Aufgaben der Pipelineüberwachung sowie Planung, Analyse und Optimierung der Gasströme zentral durchführen. Die Leitwarte wird in Moskau zwei Etagen eines neu errichteten siebenstöckigen Gebäudes einnehmen. Zum Lie-

ferumfang gehören vernetzte Rechner mit verteilten Funktionalitäten und die dazugehörige Software.

Da verschiedene Einzelsysteme an das zentrale System angepaßt werden müssen, ist die Aufgabe sehr komplex. Alle Informationen über das Pipelinenetz werden den Betreibern über eine Großbildprojektion angezeigt. Die AEG Daimler-Benz Industrie führt zudem für das Bedienpersonal ein umfassendes Schulungs- und Trainingsprogramm durch. Dadurch wird eine schnelle Inbetriebnahme und eine sichere Betriebsführung gewährleistet. Die Inbetriebnahme des Gesamtsystems ist für März 1995 vorgesehen.

Weltneuheit zum Schutz der Umwelt bei Bayer

Eine Weltneuheit zum Schutz der Umwelt wurde im Bayerwerk Uerdingen in Betrieb genommen: Ingenieure und Chemiker entwickelten gemeinsam mit einem Energietechnik-Unternehmen ein Verfahren, das es ermöglicht, Lachgas (N₂O) thermisch zu zersetzen. Die dabei entstehende Energie wird in Form von Wärme in der Produktion genutzt. Früher als harmlos eingestuft, ist N₂O heute als „Ozon-Killer“ in der Diskussion. In Uerdingen entsteht Lachgas bei der Produktion von Adipinsäure - einem bedeutenden Vorprodukt für die Herstellung von Kunststoffen, Lackrohstoffen und Fasern. Die neue Anlage ist direkt an den Betrieb gebaut. In zwei Stufen zerfällt hier das Gas in zwei großen Brennkammern bei 1500 und 1000 Grad Celsius in Stickstoff und Sauerstoff. Das Verfahren, das praktisch eine Null-Emission von N₂O ermöglicht, hat in Fachkreisen große Aufmerksamkeit erregt.

Wanddicken von Rohrleitungen präzise dokumentieren

Das neue PC-Programm Dasy (Data Management System) speichert, verwaltet und dokumentiert die Wandstärken von Rohrleitungen, die durch strömungsbedingte Materialabträge gefährdet sind. Darüber hinaus wertet das Programm, entwickelt vom Bereich Energieerzeugung (KWU) der Siemens AG, die Meßdaten aus und erstellt eine 3D-Darstellung der Rohrleitung, wobei unterschiedliche Wandstärken farblich gekennzeichnet werden. Die Informationen werden so aufbereitet, daß neben der Dokumentation der Bauteilgeometrie, des Meßrasters und der Meßwerte auch eine 3D-Darstellung von Rohrleitungskomponenten möglich ist. Zudem läßt sich der Fortschritt der Rohrleitungsschädigung darstellen.

*Sie/Kip
aus Maschinenwelt 14.1.1994*

VNG und Ruhrgas bauen Pipeline in den Osten

Ostdeutschland wird mit einer 185 Kilometer langen und 700 Mill. DM teuren Pipeline an die norwegischen Erdgasfelder angebunden. Die Verbundnetz Gas AG (VNG), Leipzig, und die Ruhrgas AG, Essen, haben jetzt mit dem dazu notwendigen Bau einer Leitung von Salzwedel (Niedersachsen) nach Bernau (Sachsen-Anhalt) begonnen. Die Inbetriebnahme soll im Oktober 1994 erfolgen. Die Investitionskosten teilen sich VNG und Ruhrgas je zur Hälfte. Derzeit bezieht die VNG noch 63 Prozent ihres Erdgases aus Rußland.

Grünes Licht für das angekündigte Solarenergie-Projekt der Bayer AG

Mit Genehmigung des Bundeskartellamtes kann die Bayer AG jetzt ihre eigene Solarsilicium-Fertigung mit den entsprechenden Geschäftsfeldern der Freiburger Elektronikwerkstoffe GmbH (FEW) und der Wacker-Chemitronic Gesellschaft für Elektronik-Grundstoffe mbH zusammenfassen.

Kooperation mit Ungarn

ESSEN/BUDAPEST. Die Zusammenarbeit zwischen Unternehmen der ungarischen und der deutschen Gaswirtschaft wird weiter vertieft. Mit einer jetzt unterzeichneten Vereinbarung tritt die Ruhrgas AG in die seit 1991 bestehende gaswirtschaftliche Kooperation der Gaswerke Budapest AG und der VEW AG, Dortmund, ein.

Als erste konkrete Maßnahme in dieser erweiterten Zusammenarbeit ist vorgesehen, in Budapest ein Energieberatungszentrum einzurichten.

Diese Informationsstelle berät Verbraucher vor allem in Fragen des sparsamen und umweltverträglichen Energieeinsatzes sowie der Wahl von geeigneten Gasgeräten. Das Zentrum wird von Mitarbeitern der Budapester Gaswerke geleitet, die in ihrer praktischen Vorbereitung von VEW und Ruhrgas unterstützt werden.

Die VEW bringt in diese Kooperation ihre umfassenden Erfahrungen bei der Beratung von Verbrauchern ein. Ruhrgas besitzt langjährige Erfahrungen im Erdgasmarketing.

Die Budapester Gaswerke sind für die Gasversorgung der ungarischen Hauptstadt zuständig und beliefern von den dortigen rund 800.000 Wohnungen etwa 700.000 Wohnungen mit Erdgas. 460.000 setzen das Gas zum Heizen ein. CI

Visionen für Werkstoffe

Als weiteres wichtiges Ergebnis der von ihm angestoßenen Innovationsdialoge hat Bundesforschungsminister Dr. Paul Krüger das neue Förderkonzept „Neue Materialien für Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts, MaTech“ gewürdigt.

Mit diesem mit Wissenschaft und Wirtschaft abgestimmten Rahmenprogramm stellt das BMFT sich auf die Zukunft ein. Anhand ausgesuchter Schwerpunktprojekte werden Visionen für werkstoffinduzierte Produktentwicklungen in sechs Bereichen aufgezeigt: Informationstechnik, Verkehrstechnik, Energietechnik, Medizintechnik, Fertigungstechnik und neue Felder.

„Aufladbare Polymerbatterien mit Energiedichten von 400 Wh/l“, dem Vierfachen der besten heute verfügbaren Batterien, „elektronische Bauelemente mit nichtlinearen optischen Effekten dritter Ordnung“, „keramische Turbinenkomponenten mit Einsatztemperaturen über 1400°C“ - dies alles sind Beispiele für Werkstoffentwicklungen, die bereits in 10 bis 15 Jahren realisiert werden könnten. Auch völlig neue Werkstoffklassen wie Fullerene, Hochtemperatur-Supraleiter oder intelligent reagierende Materialien könnten schon bald neue Technologien ermöglichen.

Neue Bücher

Böhme, A.; Kröfges, W.: Technische Regeln im Rohrleitungsbau; bbr 45 (1994) Nr. 1, S. 10-18.

Die bereits zum 22. Mal erscheinende Zusammenstellung enthält mit Stand vom 31. Dezember 1993 alle Technischen Regeln, die für den Rohrleitungsbau von Belang sind. Die Übersicht ist nach den verschiedenen Regelwerken sowie nach Themengruppen unterteilt (Wasser, Gas, Rohrwerkstoffe, Verarbeitung, Korrosionsschutz usw.). So hat der Rohrleitungsbauer auf einen Griff alles beisammen, was in dieser Beziehung für seine Arbeit wichtig ist. -n

Korrosionskommission der Schweizerischen Gesellschaft für Korrosionsschutz (SGK): Richtlinien zum Korrosionsschutz von erdverlegten metallischen Anlagen; gwa Gas Wasser Abwasser 73 (1993) Nr. 10, S. 783-794.

Die Richtlinie gibt Hinweise für den Korrosionsschutz beim Bau oder bei der Erweiterung von erdverlegten metallischen Anlagen, insbesondere von Rohrleitungen, Kabeln und Erdungsanlagen. Mitgeltende Richtlinien, Normen und Vereinbarungen sind mit Stand von 1992 aufgeführt. tn.

Zuber, H. R.: Die Sicherheit von Öl- und Gasfernleitungen; gwa Gas Wasser Abwasser 73 (1993) Nr. 2, S. 81-84.

Bau und Betrieb von Fernleitungen (Pipelines) sind in der Schweiz durch ein Rohrleitungsgesetz geregelt. Die juristische Aufsicht über solche Leitungen liegt je nach Größe beim Bund oder bei den Kantonen, die technische Aufsicht beim Eidgenössischen Rohrleitungsinspektorat. Kontrollen beim Bau und im Betrieb bezwecken, einen sicheren Betrieb zu gewähren. Die Sicherheit einer Fernleitung soll im Objekt selbst und nicht in Sekundärmaßnahmen liegen. K.

Erdgasvorräte weltweit gestiegen

Nach Angaben der Fachzeitschrift „Oil and Gas Journal“ beliefen sich zum 1.1.1994 die weltweiten Erdgasvorräte mit 170 Mrd. t SKE etwa 3% höher als im Vorjahr.

Region	1.1.1993	1.1.1994	Veränderung in %
Westeuropa	6,29	6,27	- 0,3
Osteuropa	0,69	0,68	- 0,9
ehemalige GUS-Staaten	64,56	66,37	+ 2,8
Afrika	12,34	12,23	-0,9
Naher Osten	51,74	53,81	+ 4,0
Nordamerika	9,18	9,08	- 1,1
Mittel-/Südamerika	9,68	9,99	+ 3,2
VR China	1,68	2,00	+ 19,4
Ferner Osten	9,03	9,14	+ 1,3
Australien	0,71	0,75	+ 4,90
insgesamt:	165,90	170,34	+ 2,7
davon OPEC-Anteil in %	40,9	41,0	

Der größte Teil des Anstiegs der Welterdgasverbräuche entfällt auf die ehemaligen GUS-Staaten und den Nahen Osten. Auf die Ex-GUS-Länder konzentrieren sich 39% und auf die OPEC-Staaten 41% der Welterdgasvorräte. Gemessen an den aktuellen Förderungen haben die Gesamtvorräte eine statistische Reichweite von rd. 65 Jahren.

Korrosionsschutz von Casings

Betriebserfahrungen der Oil und Gas Fördergesellschaften haben deutlich gemacht, daß die Lebenserwartung für Casings nicht die technisch erforderliche Dauer erreicht. Ursache hierfür sind Korrosionsschäden an den Casings. Mit Hilfe des kathodischen Schutzes können Casings von Produktionsbohrungen gegen Korrosion geschützt werden und dadurch eine um den Faktor 4 erhöhte Lebensdauer erreichen. Bei der Ausführung des aktiven Korrosionsschutzes wird eine neu entwickelte Tiefenanodenanlage mit auswechselbaren Anoden verwendet. aus 3R intern

Polyanilinschicht schützt vor Korrosion - Die Elektronen werden am Übergang in die Stahlkonstruktion gehindert

Eine neue Polymerbeschichtung für Metalle, die zur Zeit von einem Chemiker des Los Alamos National Laboratory in Los Alamos (New Mexico) untersucht wird, scheint sich als sehr wirksam gegen Rostbildung durch Salzwasser und andere Umweltbedingungen zu erweisen. Das korrosionsbeständige Polymer wirke als Elektronenschranke. Es hindere Elektronen am Übergang in das Metall, so daß keine Oxidation möglich sei.

In Zusammenarbeit mit der amerikanischen Weltraumbehörde Nasa wird das Material auf seine Eignung als Schutzbeschichtung für die aus Stahl bestehende Startanlage der Raumfähren untersucht. Die bei den Starts entstehenden heißen Abgase greifen die Anlage stark an, was nach jedem Start kostspielige Instandsetzungsarbeiten und Erneuerungen der Schutzbeschichtung notwendig macht.

Die Forscher haben als Ersatz für diese Schutzschichten eine geeignete Mischung von Polyanilin und einem Lösungsstabilisator entwickelt. Leitende Polymerlösungen werden allgemein als unbrauchbar angesehen, weil sie sich bald nach dem Mischen in eine gelatineartige Masse verwandeln. Die Forscher sprühten eine dünne Polyanilinschicht auf zwölf Stahlblechproben von Postkartengröße, ließen sie aushärten und überzogen sie dann entweder mit Polyurethan beziehungsweise Epoxidharz, bevor sie den Korrosionstests ausgesetzt wurden.

Nach sieben Monaten zeigten die Polyanilinproben keine Veränderung, wohingegen die Polyurethanproben starke Korrosionserscheinungen aufwiesen. Zusätzliche Prüfungen mit anderen Polyanilinproben in Salzwasser beziehungsweise säurehaltigem Wasser zeigten ein besseres Korrosionsverhalten als die mit Epoxidharz beschichteten Proben, berichtet Debra Wroblewski (Polymers and Coating Group, Los Alamos National Laboratory, Los Alamos, New Mexico, NM 87545, USA). Blick durch die Wirtschaft, 16. August 1994

Neue Erdgasprojekte ohne Schwung

Bis zum Jahre 2005 ist die westeuropäische Erdgasversorgung durch feste Vereinbarungen zwischen den Export- und Importländern gesichert. Danach jedoch zeichnen sich Deckungslücken ab, berichteten Energieexperten kürzlich auf dem Weltgaskongreß in Mailand. Nicht, weil es einen Mangel an Erdgasreserven gäbe, sondern weil sich Lücken in der Finanzierung von neuen großen Explorations- und Förderpro-

jekten aufzun. So etwa beim Yamal-Projekt auf der sibirischen Halbinsel Yamal. Dort befinden sich die größten bekannten Erdgasreserven der Welt. Und Rußland will seine Erdgasexporte durch Förderungen auf Yamal erheblich steigern, erklärte Rem Vyakhirev, Vorsitzender der Erdgasgesellschaft Gazprom. Die Höchstproduktion dort könnte bis zu 170 Mrd. m³ Erdgas jährlich erreichen. Für Erschließung und Leitungsbau wären 40 Mrd. Dollar nötig.

Ein Großteil der russischen Erdgasförderungen ist für Westeuropa bestimmt. Westdeutschland erhält über den marktführenden Erdgasimporteure, die Ruhrgas AG in Essen, bereits heute rund 30 % seines Bedarfs aus Rußland. Die dortige Gazprom drängt auf höhere Preise, fordert die Abkopplung vom Ölpreis. Ruhrgas-Vorstandsvorsitzender Dr. Klaus Liesen befürchtet, „daß durch die gegenwärtige Preisschwäche der Schwung vermindert wird, mit dem neue Erdgasfelder erschlossen und neue Exportprojekte für die Erdgasnachfrage Europas ab der zweiten Hälfte des kommenden Jahrzehnts entwickelt werden können“. Dennoch lehnt er Preisanehebungen vorerst ab. Kosteneinsparungen und Effizienzsteigerungen ist seine Devise.

Europipe-Teilstück

Der 2,3 km lange Tunnel im Wattenmeer bei Dornumersiel ist fertiggestellt. Der Tunnel ist Teilstück der Erdgastransportleitung „Europipe“, über die ab 1996 pro Jahr bis 64 Mrd. m³ Erdgas aus Norwegen an die norddeutsche Küste transportiert werden.

Nachruf

Am 14. September 1994 verstarb in Hamburg Herr Ing. Franz Wolf im Alter von 88 Jahren. Franz Wolf war über 39 Jahre bei den Hamburger Gaswerken (HGW) im Rohrnetz als Korrosionsingenieur tätig. Bereits im Jahr 1953 errichtete er die erste kathodische Korrosionsschutzanlage in Hamburg-Neuengamme an einer alten Gasleitung und konnte bald die besondere Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit dieses neuen Schutzsystems unter Beweis stellen. In der Folgezeit baute er bei HGW eine Arbeitsgruppe „Korrosionsschutz“ auf, die den inzwischen zum Stand der Technik herangereiften kathodischen Korrosionsschutz auch auf dem Gebiet des Schutzes gegen Streuströme aus Gleichstromanlagen im Gasrohrnetz der HGW erfolgreich praktizierte. Die größte Streustromabsaugung in Deutschland mit 10 kW Leistung entstand unter Franz Wolf in Hamburg. Sein praktisches Wissen stellte Franz Wolf bald auch dem nach dem Krieg wiedergegründeten DVGW-Fachausschuß „Korrosionsfragen Rohrnetz“ als Mitglied bis zu seiner Pensionierung zur Verfügung. Im Jahr 1974 wurden vom DVGW die Verdienste von Franz Wolf mit der Verleihung der „Kuhn-Ehrenmedaille“ des Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz gewürdigt. Alle Korrosionsschutzfachleute in Deutschland, die Franz Wolf kannten, schätzten seine Pionierarbeit und seine stets auf die Praxis ausgerichtete Denkweise und sein großes Wissen, das er gern allen Interessierten weitergab. P.P.

Strom aus der Wasserleitung

E 13001 F

Pressepost
Mitteilungen des Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e.V.
Postfach 6050, D-73717 Esslingen

1992 waren 67 Anlagen zur Energierückgewinnung aus Gas- und Trinkwasserleitungen mit dem Netz der öffentlichen Stromversorgung gekoppelt. Diese Druckentspannungsmaschinen lieferten rund 91 Mio. kWh an die Stromversorger, was der Erzeugung aus etwa 30 000 t Steinkohle entspricht.

57 Druckabbausysteme mit einer Leistung von insgesamt 12,8 MW arbeiteten in der Trinkwasserversorgung. Sie lieferten 1992 laut VDEW 44,8 Mio. kWh Strom. Von den zehn Anlagen mit zusammen 13,9 MW Leistung in der Gasversorgung bezogen die Stromversorger 46,4 Mio. kWh. *aus 3R i*

Die Sonne als Stromquelle

In den Bayer-Forschungslaboratorien haben die Wissenschaftler ein multikristallines Solarsilicium bis zur Serienreife entwickelt, das die Solartechnik nach Einschätzung in Fachkreisen in eine neue Dimension führen könnte. Mit zwei Partnerunternehmen will Bayer nun auch die Produktion der leistungsfähigen Siliciumscheiben in großer Stückzahl in Freiberg / Sachsen selbst in die Hand nehmen.

Kuhn-Ehrenmedaille an Herrn Dipl.-Ing. Franz Schwarzbauer

Im Rahmen der diesjährigen Jahreshauptversammlung am 10. und 11. November 1994 in Hamburg wurde Herrn Dipl.-Ing. Franz Schwarzbauer von den Stadtwerken München die vom Fachverband gestiftete Kuhn-Ehrenmedaille verliehen. Ein ausführlicher Bericht wird in der nächsten Ausgabe erscheinen.

Schein und Sein

Was hilft es dir, damit zu prahlen,
daß du ein freies Menschenkind?
Mußt du nicht pünktlich Steuern zahlen,
obwohl sie dir zuwider sind?

Wilhelm Busch

Impressum: Die Mitteilungen des Fachverbandes Kathodischer Korrosionsschutz e.V. werden vom Fachverband Kathodischer Korrosionsschutz e.V., Sitz Esslingen a. N., Postfach 6050, D-73717 Esslingen, Telefon (07 11) 91 99 01-0, Telefax (07 11) 91 99 01-11 herausgegeben und erscheinen vierteljährlich. Der Bezugspreis ist durch den Mitgliedsbeitrag abgegolten. Für den Inhalt verantwortlich: Hans J. Spieth, Jakobstraße 49, 73734 Esslingen. Redaktion: Dipl. Phys. W. v. Baeckmann, Essen, Hans J. Spieth, Esslingen. Für namentlich gekennzeichnete Beiträge trägt der Verfasser die Verantwortung. Nachdruck mit Quellenangabe und Übersendung von 2 Belegexemplaren erwünscht.