

R. GÜNTHER, Karlsruhe: *Die Entwicklung der Glasschmelzwannenöfen.*

In den letzten Jahren brachten Neuerungen beim Bau und Betrieb der Glasschmelzöfen trotz erhöhtem Durchsatz und verlängerter Ofenreise einen verringerten Wärmeverbrauch. Besonders die Auskleidung der Wannenräume mit Corhart-Stenen erlaubt ohne größere Wärmeverluste höhere Temperaturen im Oberofen und ergibt daher bessere spezifische Schmelzleistungen. Hochgezogene Kammervermindernden Wärmeverlust und die Neukonstruktion der Luftzuführung erlaubt eine bessere Ausgitterung. Die Glasströmung wird durch den Einbau von Absperrungen vor dem Durchlaß zur Arbeitswanne beeinflußt. Eine Temperaturerhöhung der Schmelze am Wannenboden (z. B. bei Grünglasschmelzen) kann durch Einblasen von Gas bewirkt werden, evtl. auch durch elektrische Zusatzheizungen. Da es schwierig ist, kleine Schmelzöfen mit Regenerativfeuerung zu bauen, erhält der „Unit Melter“ hier seine Bedeutung. Die verbesserte Meß- und Regeltechnik schließlich steuert auch noch einen nicht unweesentlichen Anteil zur Weiterentwicklung der Glasschmelzwannen bei.

W. LIEHN, Coswig (Bez. Dresden): *Erfahrungen mit einer neuartigen Rekuperativwanne.*

Die Verbesserungen, die durch die Doppelgewölbewanne, den Unit-Melter und die Uniflow-Wanne erzielt worden sind, wurden bei der Neukonstruktion berücksichtigt. Die Herdfläche der Versuchswanne in Coswig beträgt 10,5 m²; die Schmelze ist Normalglas. Die Wanne arbeitet mit zwei Rekuperatoren und wird mit Generatorgas beheizt. Der spezifische Wärmeverbrauch liegt im Falle der isolierten Wanne bei 2235 kcal/kg. Eine Messung der Wandtemperaturen zeigte deutlich die Temperaturerhöhung an den Dehnungsfugen. Nach einer Ofenreise von 1,5 Jahren war an der Auskleidung kein wesentlicher Verschleiß zu bemerken.

W. A. WEYL, Pennsylvania State University (USA): *Eine atomistische Deutung der Phasenrelationen in Alkali-Silikat-Systemen* (vorgetr. von E. Deeg, Mainz).

Bei seinen Deutungsversuchen des Schmelzvorganges und der Glasbildung von Alkalisilikaten geht Weyl von drei Flüssigkeitsmodellen aus: 1. *Bernal* (Flüssigkeit mit großen zusammenhängenden Bezirken, wenige „Fehlstellen“ (Unterbrechungen) – geschmolzener Cristobalit, Albit), 2. *Frenkel* (Flüssigkeit mit sehr vielen „Fehlstellen“ und kleinen zusammenhängenden Bezirken, clusters, Alkalihalogenide) und 3. *Stewart* (Flüssigkeit mit orientierbaren Struktureinheiten, z. B. Kettenmoleküle, Selen, geschmolzenes B₂O₃), die als Eckpunkte eines Dreieckdiagramms aufgetragen werden. In dieses Diagramm lassen sich alle Silicat-Schmelzen einordnen. Die Unterschiede sind gegeben durch die mittlere Zeittdauer, während der eine Bindung (z. B. für den Fließvorgang) geöffnet ist; sie ist sehr kurz beim *Bernal*-Typ, nur in einer Richtung kurz beim *Stewart*-Typ, und am längsten beim *Frenkel*-Typ. Während z. B. Borsäure zum *Stewart*-Typ gehört, hat man die Alkaliborate in Richtung zum *Bernal*-Typ einzurufen. (Das Kurzreferat war für eine Diskussion nicht ausreichend und so versuchte A. Dietzel durch weitere Modellbetrachtungen die Weylschen Gedankengänge näher zu bringen).

M. COENEN, Würzburg: *Dichte von Borsäure-Tonerde-Kiesel säure-Schmelzen bei hohen Temperaturen.*

Es wurde das spezif. Volumen von Gläsern zwischen Zimmertemperatur und 1400 °C gemessen. Ausgehend vom Natrium-Disilicat wurden schrittweise das Na₂O durch B₂O₃ und das SiO₂ durch Al₂O₃ ersetzt. Neben einer Anomalie bei konst. Temperatur als Funktion der Glaszusammensetzung – wie sie nach A. A. Appen („Alumobor-Anomalie“) zu erwarten war – zeigte sich auch eine solche bei konstanter Zusammensetzung als Funktion der

Temperatur. Letztere war je nach Glaszusammensetzung durch ein mehr oder weniger stark ausgeprägtes Maximum gekennzeichnet. Beide Anomalien wurden durch Koordinationswechsel des Al- bzw. B-Ions erklärt. Die Erscheinungen sind für die Auflösung von feuerfesten Steinen durch die Glasschmelze und für die mechanischen Eigenschaften der Gläser wichtig.

C. KRÖGER und **J. STRATMANN**, Aachen: *Dampf- und Zersetzungsdrucke von einigen an der Glasschmelze beteiligten Alkaliverbindungen* (vorgetr. von C. Kröger).

Eine Reihe von Verbindungen verdampfen aus dem Gemenge in die Ofenatmosphäre und führen an kälteren Teilen des Ofens zu Korrosionserscheinungen. Zur Klärung dieser Vorgänge wurden Dampf- und Zersetzungsdrucke von Natriumcarbonat, Kaliumcarbonat, Kalium- und Natriumsulfat, Natriumoxyd, Boroxyd, Natrium- und Kaliumborat und einem äquimolaren Gemisch der beiden Natrium-Calcium-Metalisicate bestimmt. Es ergab sich, daß bei Glasschmelzprozessen die Zersetzung der Sulfate und Carbonate so rasch verläuft, daß um 900 °C eine direkte Verflüchtigung nicht möglich ist. Es kondensiert Alkali früher als Sulfat (erst ab 1100 °C) aus. Zu berücksichtigen ist die katalytische Wirkung von adsorbiertem Wasserdampf. Frühere Angaben von Verdampfungsdrucken (Eyber) konnten richtig gestellt und ergänzt werden.

Aus der Aussprache: **A. Dietzel**: Der Zersetzungsdruk von Sulfat deckt sich mit Ergebnissen von R. Brückner. **Steinhoff**: Wir fanden 96 % Alkalisulfat in Kammergittern, ohne daß Natriumsulfat im Gemenge war; dieses muß somit über die Schmelze unter 700 °C entstanden (Ölfeuerung) sein. **Vortr.**: weist darauf hin, daß Öl Schwefel enthält.

H. J. OEL, Würzburg: *Das Zähigkeitsverhalten von Gläsern im Einfrierbereich.*

An technischen Gläsern wurden Zähigkeitsmessungen unter konstanter Spannung im Bereich von 10⁹ bis 10¹⁴ Poise vorgenommen. Das Meßverfahren, bei dem sich mit abnehmendem Probenquerschnitt der Zug entsprechend verringert, wurde beschrieben. Während der Verformung wurde eine Erhöhung der Zähigkeit beobachtet, wobei die Größe des Effektes sowohl von der chemischen Zusammensetzung der Gläser als auch der Belastung und Vorbehandlung der Proben abhängig war. Nach Einstellen eines von der Belastung unabhängigen Endwertes der Zähigkeit verhalten sich die Gläser wie Newtonsche Flüssigkeiten; im Gebiet des zeitabhängigen Anstieges wird es sich hingegen um Einstellung von größeren Aggregaten (Schwärmen, Clusters) handeln. Oberhalb der Einfriertemperatur hängen somit die Eigenschaften eines Glases nicht nur vom Druck und der Temperatur ab, wie bisher angenommen.

Aus der Aussprache: **Lindig**: Gealtertes Glas verhält sich anders als frisches, wobei durch eine veränderte Oberfläche das Glas in eine andere Klasse übergehen kann. **Vortr.**: Zu einer bestimmten Temperatur und Spannung stellt sich eine bestimmte Struktur ein, nur im Endzustand liegt gleiche Zähigkeit vor.

K. H. KARSCH, Aachen: *Untersuchungen über den Einfrierbereich des Glases.*

An Alkaliborat- und Alkalisilikat-Gläsern mit unterschiedlicher Vorgeschichte wurden Ausdehnungs- und Enthalpie-Temperatur-Kurven bei steigender und sinkender Temperatur aufgenommen und zusätzlich, um die Bewegungsvorgänge im Glas zu ermitteln, der Verlauf der letzteren mit Hilfe der dynamischen Differenzkalorimetrie untersucht. Es ergab sich, daß bei der Ausdehnung nicht allein thermische Vorgänge, sondern auch Fließvorgänge eine Rolle spielen, wobei Bewegungen im atomaren Bereich wie auch solche von molekularen Gruppen vorkommen. Da man bei gleichen Gläsern zu verschiedenen Werten für die untere Grenze des Einfrierbereiches kommen kann, ist der glasige Zustand nicht allein durch die Einfriertemperatur eindeutig bestimmt. [VB 481]

GDCh-Fachgruppe Wasserchemie

am 9. und 10. Mai 1961 in Würzburg

Aus den Vorträgen:

W. OHLE, Plön/Holstein: *Sinkstoffe und Sedimente der Seen in Abhängigkeit von autochthonen und allochthonen Faktoren des Stoffhaushaltes.*

In schleswig-holsteinischen Seen wurde die Primärproduktion des Phytoplanktons in versenkten Flaschen nach Zugabe von ¹⁴C-Bicarbonat sowie im Klinostaten gemessen (\varnothing 1,9 bis 4,4 g C/m²·Tag). Gleichzeitig wurden die Sinkstoffe mit Hilfe von Spezialgeräten in verschiedenen Tiefen bis hinab zu den Sedimenten aufgefangen und analysiert. Die Zusammensetzung der Sinkstoffe und Sedimente weist gegenüber den Planktonorganismen

charakteristische Unterschiede auf, vor allem hinsichtlich P, N, CaCO₃, SiO₂, Chlorophyll und Humuskomponenten. In den euproduktiven Gewässern erfolgt der stärkste Abbau organischer Stoffe, nämlich 92 bis 95 % des autochthon gebildeten organisch gebundenen Kohlenstoffs, in den mesoproduktiven Seen nur 80 % (eu- und mesodynamische Gewässer gemäß unterschiedlicher Ausnutzung der potentiellen Energie). Allochthone Tonsubstanzen stellen entscheidende Faktoren des Stoffhaushaltes infolge Adsorption, Einbettung und Fällung von gelösten Substanzen und Organismen in den Gewässern dar. Daraus ergeben sich wichtige regional-limnologische Schlüssefolgerungen, vor allem beim Vergleich alpiner Seen mit denen des Flachlandes.

K. KNIE, Wien: Über die Abwässer nach einem geschlossenen Carbid-Ofen.

Pro Tonne Rohcarbid fallen 350 bis 400 Nm³ Rohgas an, welches hauptsächlich aus Kohlenmonoxyd neben Wasserstoff, Stickstoff, Methan und Kohlendioxyd besteht und als Verunreinigung unter anderem Cyan-Verbindungen enthält. Das Rohgas führt außerdem reichliche Mengen Flugstaub (Kohleteilchen, Calcium- und Magnesiumcarbonat bzw. -hydroxyd u. a.) mit sich. Um Belastigungen der Umgebung zu vermeiden, findet die Carbid-Erzeugung vielfach in geschlossenen Öfen statt. Das Rohgas muß dann durch eine Trocken- oder Naßentstaubung gereinigt werden. Bei einer Naßentstaubung fallen stark alkalische, durch ihren Cyan-Gehalt giftige Abwässer mit bis zu 3 g Feststoffen im Liter an. Diese Abwässer müssen vor ihrer Einleitung in den Vorfluter mechanisch geklärt und entgiftet (Chlorierung) werden.

Durch Vorbehandlung der Probe ist es möglich, die Cyan-Verbindungen getrennt zu bestimmen. Es wurden in Abwässern nach einem schwach belasteten Ofen gefunden:

5,1 mg/l CN an einfachen Cyaniden
1,0 mg/l CN an komplexen Cyaniden
6,3 mg/l CNS an Rhodaniden.

U. U. ist die Deponierung der in den Absetzbecken anfallenden Schlam-Mengen sehr schwierig, da diese trotz der Chlorierung infolge ihrer stark adsorptiven Eigenschaften noch geringe Mengen giftiger Cyanide enthalten. Bei Ablagerung von vielen Tonnen Schlam ist mit einer großen Menge an Cyaniden zu rechnen, die unter Umständen eine Gefahr für das Grundwasser bilden.

H. GOCKEL, Bad Homburg: Theorie und Praxis der Schlammmäßigungen. — E. ASENDORF, Bad Homburg: Meß-, Regel- und Verfahrenstechnik zur Gift- und Schlamstoff-Ausfällung.

Durch Kombination einer geringen Menge von Flockungsmitteln (A) mit handelsüblichen Sedimentationsmitteln (B) gelingt eine überraschend verbesserte Schlammfällung bei allen zu behandelnden Abwässern. Kolloidales Eisen(II)-hydroxyd (A) wirkt günstiger als Al(OH)₃ oder Fe(OH)₃; die Mischung von niedrig- und hochmolekularen Sedimentationsmitteln (B) ist bei genau definierten und elektronisch eingesteuerten pH-Werten am wirksamsten. Bei der Fällung von Metallhydroxyden werden auch amphoter Verbindungen außerhalb ihres für die Fällung optimalen pH-Bereichs quantitativ aus dem Klarwasser entfernt und dabei der KMnO₄-Verbrauch des Klarwassers praktisch nicht erhöht. Analysen konzentrierter Abwässer vor und nach ihrer Behandlung (in mg/l): Galvanik Cr₂O₃ 250/0, Cu 946/0, Pb 28,7/0, Zn 476/0; Gerberei KMnO₄ 3002/300 (alk.), Ätherlösliches 26 000/0, Sulfide 320/0; Textil/Waschanstalt KMnO₄ 2054/252 (alk.), PO₄ 300/1, Ätherlösliches 25 000/0, Farbstoffe 600/0; Molkerei KMnO₄ 2710/1232 (alk.), Fettstoffe und Milchzucker deutlich /0. Die Kosten solcher Abwasserbehandlung betragen DM 0,045 bis 0,08/m³; Investitionsbedarf DM 2–3000/m³·h Abwasser. Die Bildung der Schlammflocken gelingt durch vorsichtige Durchmischung. Der Schlam wird vorteilhaft in Lang-Flach-Klarbecken bei Verweilzeiten von nur 40 bis 120 min ausgefällt (Wassergehalt 97–98,5 %), kontinuierlich in eine Eindicker-Vorrichtung (Wassergehalt 75 bis 65 % nach Alterung) und von dort in eine Trockner- bzw. Verbrennungs-Vorrichtung überführt. Schlämme mit organischen Inhaltsstoffen (Leder, Textil, Molkerei) ergeben pro 1 kg Feststoff 1,3–1,8 kW elektrischen Strom. Die Asche-Menge liegt bei 0,5 bis 3,0 kg/m³ Abwasser bei stärkster, insbesondere anorganischer Verschmutzung. BSB_s-Werte im ablaufenden Klarwasser werden anschließend oxydativ bis unter 15 mg/l gebracht, so daß ein für den Vorfluter verträgliches und für Kreislauf geeignetes Wasser erzeugt wird.

J. KAEDING, Berlin-Lichtenberg: Flotation von Abwasserschlamm.

Flotationsverfahren dienen zur Abscheidung schwer absetzbarer Inhaltsstoffe sowie zur Entlösung. Es zeigte sich, daß auch die Abtrennung von Flockenschlämmen durch Flotation möglich ist. Die Flotation muß schonend ablaufen, damit das lockere Gebilde der Flocke nicht zerstört wird. Als Flotationsmittel dienen Luftsblasen feinster Verteilung. Ein Zusatz von Chemikalien ist zur flotativen Abscheidung von Schlämmen, wie sie bei der biologischen Reinigung von organisch verunreinigten Abwässern nach dem Belebungsverfahren anfallen, nicht erforderlich. Im Flotationsgut wurden bei Dauerversuchen Feststoffgehalte von 7–8 % und Einzelwerte bis 10 % bei einer Aufenthaltszeit des Schlammwassers in der Flotationszelle von etwa 15 min erreicht. Der Feststoffgehalt des Flotationsgutes ist von der Schlammaustragsintensität abhängig. Der Wirkungsgrad der Feststoffabscheidung beträgt 90–95 %. Dieser hängt von der Durchsatzmenge ab. Das Verfahren kann sowohl zur Feststoffanreicherung als auch zur Feststoffabscheidung dienen.

U. BEHRENS, Leipzig: Über die kontinuierliche mikrobiologische Eiweißsynthese mit teilentphenoliertem Schwefelwasser.

In den letzten Jahrzehnten wurden Maßnahmen zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit von Belebtschlamm-Anlagen eingeführt, die meist unbewußt den Prinzipien einer kontinuierlichen Fermentation entsprechen, wie die Stufen-Belastung, die gleichmäßige Verteilung des zulaufenden Abwassers über das gesamte Becken und eine Aufteilung in mehrere, meist zwei Stufen.

Bei der Schwellung und der Druckvergasung von Braunkohle fallen Abwässer an, deren wesentlichste Inhaltsstoffe Fettsäuren, Monophenole und Polyphenole sind. Durch vorzugsweise extraktive Verfahren werden die Monophenole bis auf geringe Reste und die Polyphenole sehr weitgehend entfernt. Zurück bleibt ein Abwasser, für das der hohe Gehalt an Fettsäuren (etwa 10 g/l), insbes. Essigsäure und ein geringer Gehalt an Phenolen (Gesamtphenole etwa 1 g/l) charakteristisch sind. Dieses Abwasser wurde biologisch gereinigt.

F. v. AMMOM, München: Chemische Beurteilung von Klär- und Gewässerschlamm.

An (A) Klär- und (B) Gewässer-Schlamm wurden bestimmt: Glühverlust, 2 h bei 500 °C (I), danach 20 min bei 800 °C (II); organischer Kohlenstoff, C (III), und Oxydierbarkeit, O₂ (IV) mit Chromat/Schwefelsäure und Ag-Zusatz; anorganisches CO₂ (V), alles in % i. Tr. Es wurden folgende mittlere Verhältniszahlen erhalten, bei A: I:III = 2,01; IV:III = 3,12; IV:I = 1,55. Bei B: I:III = 2,42, wenn III > 3 % i. Tr., bei C < 3 % steigt das Verhältnis stark an, so daß dann I kein Maß für die organische Substanz ist; IV:III = 2,93; IV:I = 1,17. Bei Berücksichtigung der Streuungen unterscheiden sich die Schlammmarten nach diesen Kennzahlen nicht signifikant. (II-I):V = 1,08 (A) bzw. 1,15 (B), d. h. > 500 °C werden fast nur die Carbonate zersetzt. Bei A eignet sich die Bestimmung der flüchtigen Säuren (einfache saure Wasserdampfdest.) zur Beurteilung von Schäden der Methan-Faulung. Der Äther-Extrakt und dessen Verseifbares zeigen keinen Zusammenhang mit der Faulung.

K.-E. QUENTIN, München: Colorimetrische Sulfid-Bestimmung im Wasser über Methylenblau.

Bei Mengen unter 1 mg S/l (aus H₂S, HS⁻, S²⁻) versagen in der Wasseranalyse gravimetrische und titrimetrische Methoden. Deshalb wurde mit dem H₂S-Nachweis durch Bildung von Methylenblau (I) aus S mit Dimethyl-p-phenylenediamin (II) unter Zusatz von Fe³⁺ eine colorimetrische S-Bestimmung im Wasser ausgearbeitet. Die Untersuchung des Reaktionsablaufes ergab, daß II mit H₂S eine S-haltige Intermediärverbindung bildet, die letztlich in Leukometylenblau (III) übergeht. III wird dann durch Fe³⁺ zu I oxydiert. Die erforderlichen Mengen an II, Fe³⁺ und H₂SO₄ zur völligen Umsetzung von S in I wurden ermittelt. Während infolge einer Gleichgewichtsreaktion zwischen II und dem entstehenden III erst durch einen II-Überschuss das Gleichgewicht zum III hin verschoben wird, verläuft die Oxydation von III durch Fe³⁺ stöchiometrisch. Eine erhöhte H₂SO₄-Konzentration bewirkt eine Farbverminderung, wenn die Eisen-Ionen im Reaktionsgemisch zur völligen Oxydation nicht ausreichen. Das Verfahren gestattet nach Fixierung von S an Zn-Acetat die S-Bestimmung bis zu 70 µg in einer 100 ml-Probe (Messung bei 670 mµ, geradlinige Eichkurve, mittlerer Fehler ± 1%; messbar noch 0,5 µg in der Probe). Einige Störinflüsse können ausgeschaltet werden. Für die H₂S-Abtrennung aus Proben mit Schmutz- und Trübstoffen wurde eine Destillationsapparatur entwickelt, die das quantitative Übertreiben von H₂S und die colorimetrische S-Bestimmung direkt im Auffanggefäß gestattet. Ihre Funktion wurde mit radioaktiv markiertem Sulfid überprüft.

F. MALZ, Essen-Steele: Neuere Methoden zur Untersuchung von Flüssig- und Abwässern.

Die Wasserchemie bedarf dringend einer Modernisierung der Analytik. Zur Analyse phenol-haltiger Kokereiabwasser und des Wirkungsgrades von Entphenolungsanlagen ist die Gaschromatographie brauchbar. Die Trennung der Phenol-Homologen gelingt mit einer 4 m langen Apieconsäule bei 150 °C mit Wasserstoff als Trägergas. Für Reihenuntersuchungen an Flüssig- und Abwässern stellt die Photometrie einen Fortschritt gegenüber der Colorimetrie dar. Für die Bestimmung von Sulfid-Ionen und Schwefelwasserstoff in Flüssig- und Abwässern bläst man nach dem Ansäuern den Schwefelwasserstoff mit Hilfe eines Stickstoff-Stromes aus, leitet durch eine abgemessene Menge n/10 Kupfersulfat; das ausgeschiedene Kupfersulfid wird abfiltriert und der Überschuß an Kupfersulfat komplexometrisch in neutraler Lösung mit Murexid als Indikator bestimmt.

Die Untersuchung von metallsalzhaltigen Abwässern, die z.B. Kupfer, Cadmium, Nickel, Zink und Blei enthalten, kann polaro-

graphisch vorgenommen werden, wobei man je nach Konzentration der einzelnen Ionen ein Summenpolarogramm oder ein Differenzpolarogramm aufnimmt. Bei der Polarographie im Abwasser empfiehlt es sich, nach der Methode des Eichzusatzes zu arbeiten. Das hat den Vorteil, daß evtl. Verschiebungen der Abscheidungsspannungen durch Abwasserinhaltsstoffe kompensiert werden.

G. A X T, Hamburg-Blankenese: *Theorie und Praxis zum pH und den Kohlensäure-Gleichgewichten.*

Mit Hilfe der aus dem pH-Wert und der Gesamtkohlensäure (oder der HCO_3^- -Konz.) nach dem Massenwirkungsgesetz leicht erreichbaren Konzentration der CO_3^{2-} -Ionen wurde eine einfache Darstellung des „Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes“ gegeben. Dabei wurde gezeigt, daß es nicht möglich ist, das Verhalten des Wassers gegenüber festem CaCO_3 ausschließlich durch die „kalk-

aggressive Kohlensäure“ zu beschreiben. Vielmehr ist zu unterscheiden zwischen der Lösungskapazität (gegenüber CaCO_3) und der Lösungstendenz. Nur als Maß für die Kapazität ist die kalk-aggressive Kohlensäure brauchbar. Als Maß der Lösungstendenz wurde die chemische Affinität des Kalklösungsverganges vorgeschlagen und thermodynamisch abgeleitet zu

$$A = \text{konst.} \cdot \lg \frac{L}{[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{CO}_3^{2-}]} \quad (L = \text{Löslichkeitsprodukt des } \text{CaCO}_3)$$

Diese Größe vermag die in der Praxis vor allem für fließendes Wasser wichtige Kalklösungstendenz mindestens qualitativ richtig wiederzugeben, wie an einigen Versuchsbeispielen gezeigt werden konnte. Ihre Eignung zu quantitativen Aussagen wurde noch nicht geprüft. [VB 486]

Deutsche Gesellschaft für Metallkunde

1. bis 5. Juni 1961 in Hamburg

Thema der diesjährigen Tagung waren die Dämpfungs- und Ermüdungserscheinungen in metallischen Werkstoffen. In einem Übersichtsvortrag behandelte P. Schiller, Stuttgart, die Grundtatsachen des Dämpfungsverhaltens der Metalle. Bei der Messung der elastischen Konstanten mit Hilfe statischer und dynamischer Methoden ergibt sich eine Abhängigkeit von den Versuchsbedingungen. Dies ist darauf zurückzuführen, daß nicht nur elastische Verzerrungen in den Proben auftreten. Die zusätzlichen Verzerrungen können auf magnetische Erscheinungen, Ordnungsvorgänge und auf Versetzungen zurückgeführt werden. Die Zeit- und Temperaturabhängigkeit dieser Effekte gestattet es oft, diese voneinander zu trennen, und ermöglicht zum anderen Aussagen über Vorgänge in atomaren Dimensionen. Wesentlich ist, daß man die Auswirkung der möglichen Mechanismen (wie Relaxation, Resonanz und Hysterese) auf die Meßgrößen (wie Schallgeschwindigkeit, E-Modul und Dämpfung) erkennt. Für Relaxationserscheinungen läßt sich die Temperatur- und Frequenzabhängigkeit der Meßgrößen bereits angeben und in einzelnen Fällen mit den Daten der zugrunde gelegten Modelle verknüpfen.

W. Köster, Stuttgart, gab einen Überblick über Dämpfungsmessungen als Hilfsmittel metallkundlicher Forschung. Aus der Bestimmung der Temperaturabhängigkeit einer Eigenschaft, z. B. der Dämpfung, lassen sich Zustandsänderungen in den Metallen und Legierungen erkennen, so bei polymorphen Umwandlungen, beim Schmelzen niedrig schmelzender Beimengungen in Legierungen oder bei der Rekristallisation. In raumzentrierten Metallen läßt sich die Konzentration von Elementen, wie Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, die Einlagerungsmischkristalle bilden, festlegen, wenn sie im gelösten Zustand vorliegen. Die Kurve der Löslichkeit dieser Stoffe und ihre Diffusionsdaten im Grundmetall sowie die Kinetik ihrer Ausscheidung oder Auflösung ist daraus bestimmbar. Das Relaxationsverhalten von raum- und flächenzentrierten Metallen gibt weiter Aufschluß über Wechselwirkungen zwischen gelösten Atomen unter sich oder mit Atomen im Wirtsgitter oder mit Fehlstellen. Aus Dämpfungsmessungen lassen sich Hinweise über das Vorhandensein von Grenzflächen im Gefüge, die durch den Aufbau der Metalle und Legierungen oder durch interkristalline Korrosion bedingt sind, entnehmen.

Dämpfungserscheinungen in Metallen durch Kristallbaufehler waren das Thema des Vortrags von K. Lücke, Aachen. Dämpfungsmessungen eignen sich gut zur Untersuchung der Eigenschaften von Gitterfehlstellen. Die Eigenschaften der Korngrenzen und in jüngerer Zeit auch die eindimensionalen Fehlstellen (wie Zwischen-gitteratome) und Anordnungen von Fehlstellen sind so untersucht worden. Man erhält Aufschlüsse über Kenngrößen der Versetzungen, die mit anderen Mitteln nicht zu erlangen sind. Die Versetzungsdämpfung läßt sich aber auch zur Untersuchung der Erscheinungen bei der plastischen Verformung, der Erholung oder der Strahlenschädigung verwenden.

V. Weiß, Syracuse, N.Y., (USA) brachte Beiträge zur Kurzzeitermüdung. Man versteht darunter Ermüdungsvorgänge in Bauteilen, die durch Spannungs- oder Dehnungsschwingungen hervorgerufen werden und die in weniger als 100000 Lastspielen einen Bruch verursachen. Manson zeigte den einfachen Zusammenhang zwischen der Dehnungsspielzahl und der Dehnungsschwingbreite für eine reine Wechselbeanspruchung auf. Gerberich gab eine Gleichung an, nach der die Dehnungsspielzahl zu errechnen ist, wenn die mittlere Dehnung von Null verschieden ist. Beide Gleichungen stimmen im Bereich niedriger Lastspielzahlen gut. Dehnungsschwingungen mechanischen Ursprungs auf Grund periodisch wechselnder Temperaturgradienten

oder auf Grund periodischer Temperaturschwankungen in starr eingespannten Proben führen im allgemeinen zum gleichen Ergebnis. Dagegen ist bei periodischen Temperaturschwankungen an Proben mit konstanter Last vor allem das unterbrochene Kriechen für den Bruch verantwortlich. Der Einfluß der Erhitzungsgeschwindigkeit ist mit dem Konzept des unterbrochenen Kriechens nicht vereinbar, da mit zunehmender Erhitzungsgeschwindigkeit sowohl eine Verlängerung als auch eine Verkürzung der Lebensdauer von Proben beobachtet wurde. Wahrscheinlich sind geschwindigkeits- und spannungsabhängige metallurgische Einflüsse die Ursache dafür.

Über die mechanische Dämpfung infolge magnetischer Vorgänge berichtete H. Franz, Hanau. In ferromagnetischen Werkstoffen treten Dämpfungseffekte magnetischen Ursprungs auf. Diese zusätzlichen Energieverluste werden durch makroskopische oder mikroskopische Wirbelströme oder durch magnetomechanische Hysterese hervorgerufen. Diese drei Beiträge können experimentell in ihren Anteilen bestimmt werden. Theorie und Experiment stimmen im wesentlichen gut überein. Die bei hohen und höchsten Frequenzen stattfindenden Relaxations- und Resonanzvorgänge zwischen Ultraschallschwingungen und der Verteilung und Bewegung der Leitungselektronen sowie der Spinrelaxationen sind in den letzten Jahren untersucht worden. In Werkstoffen mit starker magnetomechanischer Hysterese finden die magnetischen Dämpfungserscheinungen eine technische Nutzung.

Atomare Fehlstellen in Edelmetallen mit Hilfe des elektrischen Widerstands untersuchte W. Schüle, Stuttgart. Durch Abschrecken von etwa 700 °C werden in Edelmetallproben Leerstellen erzeugt, die durch Anlassen zwischen -40 und +250 °C wieder ausheilen. Verschiedenartige atomare Fehlstellen entstehen durch Bestrahlen oder durch Verformen bei tiefer Temperatur. In fünf Temperaturbereichen, den Erholungsstufen, heilen diese wieder aus.

Über den Einfluß von Legierungszusätzen auf die Stapelfehlerbildung in Aluminium berichtete F. Stavenow, Saarbrücken. Röntgenographisch sind in reinem Aluminium nach einer Kaltverformung keine Stapelfehler nachzuweisen. Zusätze von Mg oder Zn (oder beiden) bewirken eine Steigerung der Stapelfehlerwahrscheinlichkeit zu Beträgen, wie sie etwa bei reinem Cu gefunden wurden. Die Ergebnisse werden im Zusammenhang mit den durch Legierungszusätzen hervorgerufenen Gitterverzerrungen deutet.

Die Längenänderungen durch Thermodiffusion untersuchte H. Wever, Berlin. Der Kirkendall-Effekt ist seit langem bekannt. Eine ähnliche Erscheinung tritt auch bei der elektrolytischen Überführung auf. Ein solcher Effekt ließ sich bisher bei der thermischen Diffusion nicht nachweisen, obwohl theoretische Überlegungen ihn auch hier wahrscheinlich machen. In einem System mit einer Hochtemperaturphase kann in einem Temperaturgefälle eine Phasengrenze vorhanden sein. In der Umgebung einer solchen Phasengrenze ist eine Längenänderung als Funktion des Temperaturgefälles nachweisbar. Diese Längenänderungen gehorchen einem linearen Zeitgesetz; es läßt sich dadurch erklären, daß der Effekt auf einem Leerstellenstrom beruht, der als Folge des Temperaturgefälles über die Phasengrenze fließt.

Die Ausbreitung flüssiger Metalle auf der Oberfläche fester Metalle erörterte K. Forch, Münster. Bei der mit „Ausbreitungsdiffusion“ bezeichneten Verteilung flüssiger Metalle, z. B. Hg, auf der Oberfläche fester Metalle handelt es sich um einen Kapillarvorgang. Als Kapillarraum wirkt die Grenzfläche Metall/Deckschicht. Aufgerauhte Oberflächen können ebenfalls ein geeignetes