

Erwärmung auf 50-60 °C; als e-Donator für Cyt dient red. In. Die Blockierung von X und Y kann auch reversibel und zwar durch Belichtung bei ~150 °C oder durch ausschließliche Einstrahlung von $h\nu_1$ ($\lambda > 700 \text{ m}\mu$) oder durch Petroläther-Extraktion herbeigeführt werden. 4. Blockierung von X und Y wie in 3. z. B. durch Erwärmung auf 50-60 °C; das Cytochrome wird abgekoppelt, indem bei höheren Konzentrationen ($> 10^{-5} \text{ M/l}$) reduziertes Phenanzinmethosulfat (red. PMS) als e-Donator für Chla fungiert. 5. Isolierung des Systems II; dazu wird der cyclische e-Transport in I verhindert durch Zusatz von z. B. oxyd. Indigocarmin als e-Acceptor für Z; der nicht cyclische e-Transport wird unterbunden durch Blockierung der Wasserspaltung mit CMU. 6. Entkopplung der zwei Lichtreaktionen in I durch Zusatz von ox. In und red.Ox.In. In dient als e-Akzeptor für X, red. In als e-Donator für Cyt. 7. Isolierung der rechten Lichtreaktion $h\nu_2$ durch Blockierung der beiden Lichtreaktionen $h\nu_1$ in I und in II. Diese werden blockiert durch chemische Oxydation von Chla mit Ferricyanid. Als e-Acceptor für X dient ox. In. Einzelheiten s. [5].

[VB 575]

[5] B. Rumberg, A. Müller u. H. T. Witt, *Nature (London)* 1962, im Druck.

Plastizität von Germanium und InSb

P. Haasen, Göttingen

Physikalisches Kolloquium Heidelberg, am 23. Februar 1962

Aus Härtemessungen ist seit einigen Jahren bekannt, daß sich Ge und InSb als Vertreter der wesentlich kovalent gebundenen Diamant- und Zinkblende-Strukturen oberhalb von $2/3$ ihrer absoluten Schmelztemperaturen zunehmend plastisch verformen lassen, während sie bei tieferen Temperaturen spröde brechen. Diese Verformung wurde in Abhängigkeit von der Temperatur mit Methoden untersucht, die sich bei kubisch flächenzentrierten Metallen als erfolgreich erwiesen haben: 1. dem einachsigen dynamischen Zug- oder Druckversuch an Einkristallen, 2. der Elektronendurch-

strahlung dünner, parallel den Gleitebenen der Einkristalle geschnittener Schichten. Dabei werden die von der Hochtemperaturverformung her eingefrorenen Versetzungslien durch Beugungskontraste sichtbar.

Die Ergebnisse der dynamischen Versuche („Verfestigungskurven“) lassen sich wie bei kubisch flächenzentrierten Metallen, mit denen das Diamantgitter die Translationsstruktur gemeinsam hat, durch drei Prozesse verständlich machen: 1. Die dynamische Erholung erfolgt durch Klettern von Stufenversetzungen bei hohen Spannungen nach dem Gesetz von J. Weertman mit einer Aktivierungsenergie von $1/4$ der Aktivierungsenergie der Selbstdiffusion. Sie konnte in elektronenmikroskopischen Abdruckaufnahmen sichtbar gemacht werden. 2. Die Verfestigung beruht nach Durchstrahlungsaufnahmen auf liegengeliebenen Stufenversetzungsdiolen, die sich an Sprüngen in Schraubenversetzungen gebildet haben. Stapelfehler wurden selten beobachtet. Die Fließspannung der Kristalle läßt sich nach Taylor aus der in Durchstrahlung gezählten Versetzungsdichte berechnen. Das Ausbleiben der Rekristallisation von Ge läßt sich nicht durch eine von Ätzgrübchenzählungen vorgetäuschte besonders niedrige Versetzungsdichte erklären, sondern beruht auf der Leichtigkeit des Kletterns (s. o.). 3. Der Beginn der Verformung mit einer ausgeprägten Streckgrenze wird quantitativ beschrieben durch eine thermisch aktivierte Versetzungsbewegung auf der Gleitebene, die im Sinne eines Newtonschen Viscositätsverhaltens der Spannung proportional ist, wie schon 1957 theoretisch hergeleitet wurde [1].

Die Ergebnisse statischer Versuche lassen sich nach demselben Schema erklären. Das Zeitgesetz des Kriechens ergibt sich unter Berücksichtigung des elektronenmikroskopisch ermittelten Multiplikationsmechanismus der Versetzungen. Die Polarität der Stapelfolge der (111)-Ebenen von InSb ließ sich in der Anisotropie dieses Materials hinsichtlich plastischer Biegung experimentell demonstrieren. Die Polarität des Gitters wurde dabei aus dem Ätzverhalten von oxydierenden Reagentien bestimmt. Die Verformungsanisotropie stützt das Modell einer im Versetzungskern lokalisierten Newtonschen Versetzungsreibung.

[VB 576]

[1] Vgl. P. Haasen, *Z. Physik* 167, 461 (1962).

RUNDSCHAU

Das Emulgieren nicht mischbarer organischer Flüssigkeiten mit geringer Eigeneleitfähigkeit gelingt mit Hilfe eines inhomogenen elektrischen Feldes. Zu beiden Seiten der Phasengrenze werden Elektroden angebracht, von denen eine eben, die andere aber mit vielen Spitzen besetzt ist. Dann legt man eine Spannung von etwa 5 kV an. Der Energieverbrauch liegt in der selben Größenordnung wie beim mechanischen Rühren. Das Verfahren kann unter anderem bei der kontinuierlichen Gegenstromextraktion angewandt werden. / Ind. Engng. Chem. Fundamentals 1, 48 (1962) / -Hz. [Rd 116]

Die Tritium-Konzentration im Regenwasser konnten H. v. Buttlar et al. mit Hilfe eines großen Zählrohres mit geringem Nulleffekt und hoher Ansprechwahrscheinlichkeit für die Tritium- β -Strahlung direkt, d. h. ohne vorhergehende zeitraubende und schlecht reproduzierbare Isotopenanreicherung, bestimmen. Das Wasser wird bei 550 °C über Mg zu H₂ reduziert. Bei Zählzeiten von 10 h beträgt der statistische Fehler etwa 10 %. Es wurde der Anstieg der Tritium-Konzentration im Regenwasser nach den russischen Kernwaffenversuchen im Oktober 1961 verfolgt. / Z. Naturforsch. 17a, 91 (1962) / -Hz. [Rd 119]

Die Ermittlung hoher Reaktionsgeschwindigkeiten durch Ultraschallabsorptions- und -dispersionsmessungen studierte M. Suryanarayana an der Dissoziations- und Assoziations-Geschwindigkeit von wäßrigen MgSO₄- und MnSO₄-Lösungen. Erneute Auswertung älterer Meßergebnisse an Hand einer

Theorie, die die speziellen Verhältnisse in Elektrolytlösungen berücksichtigt, ergibt in Übereinstimmung mit der Erwartung, daß die Assoziationsgeschwindigkeit mit steigender Konzentration fällt. Die Geschwindigkeitskonstante der Dissoziation von MgSO₄ beträgt etwa $5 \cdot 10^5 \text{ sec}^{-1}$, von MnSO₄ $1 \cdot 10^7 \text{ sec}^{-1}$, der Assoziation von MgSO₄ $9 \cdot 10^7 \text{ 1/mol} \cdot \text{sec}$, von MnSO₄ $2 \cdot 10^9 \text{ 1/mol} \cdot \text{sec}$. / J. physic. Chemistry 66, 360 (1962) / -Hz. [Rd 113]

Die vollständige Struktur des Thiophens wurde aus den Mikrowellenspektren von normalem Thiophen und isotop-substituierten Thiophenen ermittelt. Die Atomabstände sind S-C(2) $1,7140 \pm 0,0014 \text{ \AA}$, C(2)-C(3) $1,3696 \pm 0,0017 \text{ \AA}$, C(3)-C(4) $1,4232 \pm 0,0023 \text{ \AA}$, C(2)-H(2) $1,0076 \pm 0,0015 \text{ \AA}$, C(3)-H(3) $1,0805 \pm 0,0014 \text{ \AA}$; die Winkel C(5) S-C(2) $92^{\circ}10' \pm 6'$, S-C(2)-C(3) $111^{\circ}28' \pm 14'$, C(2)-C(3)-C(4) $112^{\circ}27' \pm 11'$, S-C(2)-H(2) $119^{\circ}51' \pm 47'$, C(4)-C(3)-H(3) $124^{\circ}16' \pm 4'$. Die π -Elektronen verteilen sich auf die Bindungen wie folgt: S-C(2) $0,8 e_0$, C(2)-C(3) $1,33 e_0$ und C(3)-C(4) $0,67 e_0$ (aus den Bindungslängen geschätzt). / J. Molecular Spectroscopy 7, 58 (1961) / -Hz. [Rd 115]

Einen Beitrag zur Hyperkonjugation zwischen Methylgruppen und aromatischen Systemen lieferten J. R. Bolton, A. Carrington und A. D. McLachlan. Die durch Wechselwirkung mit den Kernspins der Methylprotonen erzeugte Hyperfeinstruktur der Elektronenresonanzspektren der positiven und der negativen Ionen von 9-Methyl-anthracen und 9,10-Dimethyl-

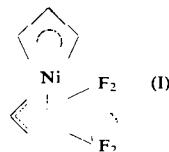
anthracen wurde verglichen. Die Größe der Hyperfeinstrukturauflösung steht in Beziehung zur π -Elektronendichte an dem der Methylgruppe benachbarten trigonalen C-Atom. In den positiven Ionen ist die Aufspaltung etwa doppelt so groß wie in den negativen Ionen, in Übereinstimmung mit einer molecular-orbital-Berechnung der Spindichten unter Berücksichtigung hyperkonjugierter Strukturen. / Molecular Physics 5, 31 (1962) / -Hz.

[Rd 114]

Die Konformationsanalyse der Äthylgruppe, die *N. L. Allinger* und *S. E. Hu* durchführten, zeigte, daß die freie Energie der axialen Äthylgruppe nur wenig größer als die der entsprechenden Methylgruppe ist. Die Konformationsanalyse wurde an 1,3- und 1,4-Diäthylcyclohexan (I, II) ausgeführt und gab für die axiale C_2H_5 -Gruppe $\Delta H_{298}^0 = +1,71$ Kcal/Mol, $\Delta S_{298}^0 = -0,51$ Cl, $\Delta F_{298}^0 = +1,86$ Kcal/Mol. Das cis-trans-Gleichgewicht von I und II, durch Erhitzen mit 10-proz. Pd/Kohle und gaschromatographischem, quantitativen Nachweis der Isomeren untersucht, ergab für trans \rightleftharpoons cis I $\Delta H_{554}^0 = -1,8 \pm 0,3$ Kcal/Mol, $\Delta S_{554}^0 = -1,0 \pm 0,5$ Cl und für cis \rightleftharpoons trans II $\Delta H_{554}^0 = -1,8 \pm 0,3$ Kcal/Mol, $\Delta S_{554}^0 = -1,0 \pm 0,5$ Cl. Die berechneten Werte für einfaches Äthylcyclohexan ergeben für die Isomerisation axial-Äthyl \rightleftharpoons äquatorial-Äthyl $\Delta S_{298}^0 = +0,51$ Cl und $\Delta F_{298}^0 = -1,86$ Kcal/Mol. / J. Amer. chem. Soc. 84, 370 (1962) / -De.

[Rd 112]

Tetrafluoräthylen-Addition an Dicyclopentadienyl-nickel wurde von *D. M. McBride*, *R. L. Pruett*, *E. Pitcher* und *F. G. A. Stone* beim Erhitzen von Dicyclopentadienyl-nickel, Tetrafluoräthylen, und Dipenen in Tetrahydrofuran in der Stahlbombe auf 80°C, Abtrennen der Flüssigkeiten und Chromatographie des Rückstandes an Al_2O_3 mit Pentan/Benzol (4:1) in 5,7% Ausbeute erhalten ($C_{12}H_{10}F_4Ni$, I, luftstabile



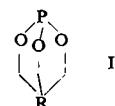
rote Kristalle vom Fp 93–94°C, die im Hochvakuum bei 50°C sublimierbar sind). Die Struktur von I ist durch NMR-Spektren von 1H und ^{19}F gesichert. / J. Amer. chem. Soc. 84, 497 (1962) / -De.

[Rd 111]

D-Norsteroide wurden von *M. P. Cava* und *E. Moroz* sowie gleichzeitig von *J. Meinwald*, *G. G. Curtis jr.* und *P. G. Gassman* synthetisiert. Sie enthalten an Stelle des Cyclopentan-D-Rings einen Cyclobutan-D-Ring, der in trans-Stellung anelliert ist und durch Verengung des D-Ringes von 16-Diazo-östron bzw. von 16-Diazo-androstanol-(3 β)-on(17) über das α -Diazoketon durch UV-Bestrahlung entsteht. / Chem. and Engng. News, 40, No. 4, 46 (1962) / -De.

[Rd 88]

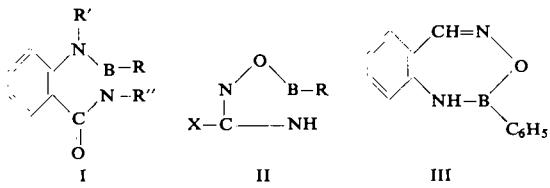
Bicyclische Phosphite, 1-Alkyl-4-phospha-3,5,8-trioxa-bicyclo-(2.2.2)octane (I) wurden von *W. S. Wadsworth jr.* und *W. D. Emmons* dargestellt. Dazu werden Trialkylphosphite mit Trimethylolalkanen in Alkohol erhitzt (Umesterung) oder es wird PCl_3 bei 0°C zu Trimethylolalkanen getropft und der Reaktionsansatz unter N_2 auf 50 bis 60°C erhitzt.



Die bicyclischen Phosphite sind stabil gegen Luftsauerstoff, hydrolyseren in Gegenwart von Feuchtigkeit und lassen sich bei Behandlung mit Alkylhalogeniden über ein Quasiphosphonium-Salz in monocyclische Phosphorane überführen (Sesselformen). Einwirkung von Cl_2 führt über ein ionisches

Zwischenprodukt bei 0°C zur Öffnung eines Ringes. Mit Wasser entstehen bicyclische Phosphate, mit Mercaptanen bicyclische Thiophosphate. Oxydation mit Benzoylperoxyd führt zu bicyclischen Phosphaten. Die Ausbeuten an I liegen bei 80–90 %. / J. Amer. chem. Soc. 84, 610 (1962) / -De. [Rd 106]

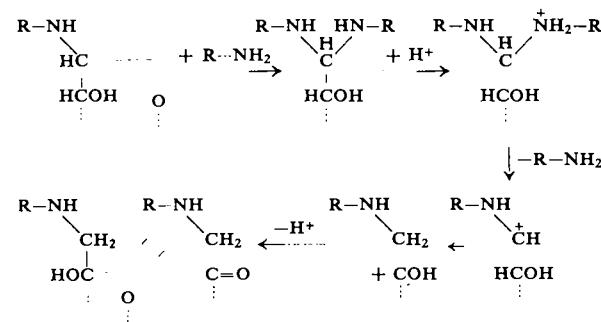
Neue Bor-Heterocyclen, die in 5-, 6- und 7-gliedrigen Ring-Systemen N, O und S enthalten, wurden von *H. L. Yale*, *F. H. Bergeim*, *F. A. Sowinski*, *J. Bernstein* und *J. Fried* dargestellt. Durch Kondensation N-substituierter Anthranilamide mit Arylborsäuren in siedendem Toluol gelangten sie unter Wasserabspaltung zu Verbindungen des Typs I, z. B. aus Anthranilamid und Mesitylenborsäure $C_{16}H_{17}BN_2O$, Fp 202 bis 204°C (R = Mesityl, R' = R'' = H). 5-Ringe vom Typ II



können durch Reaktion eines Benzamidoxims oder Pyridocarboxamidoxims mit Arylborsäure in siedendem Toluol bzw. Xylool erhalten werden. 7-Ringe wie III sind z. B. aus o-Amino-benzaldoxim und Benzolborsäure erhältlich; III, tiefgelbe Verbindung, $C_{13}H_{11}BN_2O$, Fp 249–251°C. Durch Umsetzung von Arylborsäure mit o-Aminobenzolsulfonamiden sind S-haltige Bor-Heterocyclen darstellbar. / J. Amer. chem. Soc. 84, 688 (1962) / -De. [Rd 108]

Die katalytische Hydrierung organischer Verbindungen mit Pentacyanocobalt(II) ist nach *J. Kwiatak*, *J. L. Mador* und *J. K. Seyler* möglich. Sie konnten in wässriger Lösung in Gegenwart dieser Co(II)-Koordinationsverbindung über $[Co^{III}(CN)_5H]^{3-}$ aliphatische Diene, konjugierte aromatische Olefine, α,β -ungesättigte Säuren (als Ester oder Salze), Aldehyde, 1,2-Diketone, Epoxide und Azoxybenzole bei Zimmertemperatur und Normaldruck reduzieren. Wasserunlösliche Substanzen wurden entweder direkt verwendet oder in unpolaren Lösungsmitteln wie Benzol gelöst. Propionaldehyd lieferte den dimeren Aldehyd, α -Methylvaleraldehyd (via basenkatalysierte Aldolkondensation). Wasserstoffperoxyd und eine Reihe anorgan. Salze werden ebenfalls reduziert. / J. Amer. chem. Soc. 84, 304 (1962) / -De. [Rd 95]

Der Mechanismus der Amadori-Umlagerung wurde von *F. Michel* und *I. Dijong* an der aus p-Toluidin und 3,4,5,6-Tetrabenzoyl-al-D-glucose erhältlichen Schiffschen Base, Fp 115–117°C (Zers.), $[\alpha]_D^{23} + 33,2^\circ$, untersucht. Diese gibt unter den Bedingungen der Umlagerung nur Zersetzungprodukte aber nicht das zu erwartende Amadori-Produkt, das jedoch aus dem 1,1-Bis-p-toluidino-Derivat der Base, Fp 118–119°C (Zers.), $[\alpha]_D^{23} + 27,9^\circ$ in Dioxan mit Oxalsäure schnell und in hoher Ausbeute erhältlich ist. Es wird folgender Mechanismus angenommen:



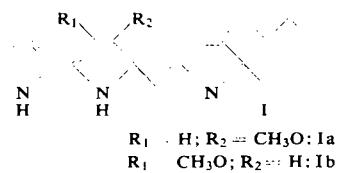
Tetrahedron Letters, No. 1, 21 (1962) / -De. [Rd 86]

Fettsäuren in alten und jüngeren Sedimenten und Petroleum-Wasser-Reservoiren wurden von *J. E. Cooper* untersucht. Die mit NaOH/Methanol extrahierten, durch CCl_4 von nicht-aciden Anteilen befreiten Säuren waren grad- wie ungradzahlig. Sie wurden verestert, über Harnstoff-Addukte getrennt und gaschromatographisch und massenspektrographisch bestimmt. Es fanden sich Säuren von C_8 bis C_{36} ; die gradzahlig Säuren überwiegen sowohl in älteren Sedimenten (Proben aus dem San Nicholas- und Santa Barbara-Becken/Pacific) wie Sedimenten jüngeren Ursprungs (Schieferproben aus Oklahoma und Texas) und Wasserreservoiren von Petroleumlager (Arizona und Texas), doch wird das Verhältnis grad-ungradzahlig in dieser Reihenfolge kleiner. Palmitin- und Stearinsäure bilden den höchsten Anteil, höhere Fettsäuren finden sich nur im Erdölwasser in vergleichsweise großer Konzentration. Die Säureverteilung legt eine direkte Beziehung zwischen diesen Säuren und normalen Paraffinen in den Sedimenten nahe. / *Nature (London)* 193, 744 (1962) / -De. [Rd 105]

Acetylencarbamate, ungewöhnliche blutdruckändernde Agentien, wurden von *T. R. Hopkins, J. H. Rea, P. D. Strickler* und *W. Vanderlinde* dargestellt. Sie fanden, daß 4-[N-(3-Chlorophenyl)carbamoyloxy]-2-butinyl-trimethylammoniumchlorid (I; Fp 182–183°C, Zers.) bei Hunden oder Katzen bereits in Dosen von 8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ nach anfänglichem Druckabfall großen Blutdruckanstieg bewirkt. Auch verwandte Verbindungen vom Typ der 4-N-substituierten Carbamoyloxy-2-butinyl-trialkylammoniumhalogenide, die als Ganglienblocker wirken, wurden untersucht. Es gelang die Darstellung des Äthinologen des Acetylcholinchlorids durch Quaternarisierung von 4-Chlor-2-butinylacetat mit Trimethylamin (weiße Kristalle Fp 163–165°C). / *J. org. Chemistry* 27, 659 (1962) / -De. [Rd 107]

Isolierung und Charakterisierung eines völlig deuterierten Proteins gelang *D. S. Berns, H. L. Crespi* und *J. J. Katz*. Sie isolierten das Chromoproteid Phycocyanin aus der blaugrünen Alge *Plectonema calothricoides*, die 2 Jahre in D_2O gezüchtet worden war. Das Protein wurde durch Ammoniumsulfat-Fällung gereinigt. Der Nachweis völliger Deuterierung gelang durch Dialyse gegen D_2O , thermische Denaturierung und Verbrennung des Proteins sowie IR-spektroskopisch. Deutero- und Wasserstoff-Verbindung haben ein Absorptionsmaximum im Sichtbaren bei $622 \mu\text{m}$, $\epsilon = 7,9$ und 8,1 ($c = 0,1\%$). Beide geben bei der Elektrophorese an Celluloseacetat-Streifen nur einen Streifen (die Deutero-Verbindung zeigt kleinere Mobilität). Die vier Sedimentationskonstanten S_{20}^0 liegen beim D-Protein 1,3-fach höher als beim H-Protein. Die Aminosäurezusammensetzung ist identisch. / *J. Amer. chem. Soc.* 84, 496 (1962) / -De. [Rd 110]

Die Synthese von Prodigiosin, dem roten Pigment von *Serratia marcescens*, gelang *H. Rapoport* und *K. G. Holden*. Prodigiosin, I, wurde über eine 4-stufige Synthese dargestellt,



wobei die säure-katalysierte Kondensation von 4-Methoxy-2,2'-bipyrrol-5-carboxaldehyd mit 2-Methyl-3-amylypyrrol in 55 % Ausbeute Ia ergab. Entsprechende Kondensation von 2-Methyl-3-amylypyrrol mit 3-Methoxy-2,2'-bipyrrol-5-carboxaldehyd liefert Ib, das mit natürlichem Prodigiosin isomer ist. *J. Amer. chem. Soc.* 84, 635 (1962) / -De. [Rd 109]

LITERATUR

Physik und Philosophie, von *W. Heisenberg*. S. Hirzel Verlag, Stuttgart 1959. 1. Aufl., 201 S., DM 10.—.

Diese Reihe von zehn Vorlesungen, die Heisenberg im Winter 1955/56 an einer amerikanischen Universität gehalten hat, wendet sich an einen größeren Leserkreis, wenngleich für den Nichtphysiker einige Abschnitte nicht ganz leicht verständlich sein werden. Ziel des Buches ist es, den Boden für ein Umdenken zu bereiten, das mit jenen „Wandlungen“ in den Grundlagen der modernen Naturwissenschaft notwendig wird, von denen das andere hier besprochene Werk Heisenbergs bereits ausführlich berichtet [1].

Wieder steht darum auch hier zunächst im Vordergrund die Darstellung physikalischer Ergebnisse, die Erörterung ihrer Experimente und Theorien, für die im Rahmen des sachlich Möglichen größte Klarheit und Einfachheit erreicht ist. Einige Vorlesungen stellen die heutigen Probleme in ihren umfassenden geschichtlichen Rahmen und knüpfen die Beziehungen zwischen Mikrophysik und anderen Gebieten der Naturwissenschaft (Chemie, Biologie); andere tragen mehr den Charakter eines Forschungsberichts vom Stand der gegenwärtigen Problemlage. Derjenige Leser, dem die Fragestellungen der Quantentheorie nicht ganz fremd sind, wird es besonders begrüßen, daß hier außer der sog. Kopenhagener Deutung der Quantentheorie, - von deren Vertretern hier Born, Heisenberg und v. Weizsäcker genannt seien -, auch die Kritik an dieser Deutung zur Sprache kommt. Gegenvorschläge, wie sie aus verschiedenen physikalischen und zum Teil weltanschaulich motivierten Richtungen kommen, werden sachlich diskutiert und auf ihre Haltbarkeit geprüft. Daß es für den Naturwissenschaftler notwendig geworden ist, sich mit verschiedenen Deutungen einer physikalischen Theorie auseinanderzusetzen, charakterisiert die besonderen Schwierigkeiten der heutigen Forschungssituation, wie sie vor allem im Bereich der Mikrophysik hervortreten.

[1] Vgl. *Ang. Chem.*, 74, (1962).

Darum ist es gerade dieses Forschungsgebiet, an dem bei Heisenberg die Erörterung philosophischer Probleme hauptsächlich orientiert bleibt. „Naturwissenschaft und Philosophie“ versteht sich hier nicht im Sinne einer vergleichenden Gegenüberstellung fachwissenschaftlicher und erkenntnistheoretischer Methoden in der Behandlung des gleichen Problems und ihrer etwaigen wechselseitigen Beziehungen, sondern es soll um die philosophischen Folgen gehen, die die moderne Physik gezeigt hat.

Daß gerade heute eine gemeinsame Denkanstrengung von Fachwissenschaft und Philosophie nötig ist, zeigen am deutlichsten diejenigen Veränderungen der Wirklichkeitsvorstellung, die in der Physik durch die Heisenbergsche Unschärferelation und Bohrs Begriff der Komplementarität hervorgerufen worden sind. Daß Ort und Geschwindigkeit eines Teilchens im mikrophysikalischen Bereich nicht beide gleichzeitig mit beliebiger Genauigkeit bestimmbar sind, ist ein Sachverhalt, der der klassischen Mechanik Newtons fremd war. Die völlige Widerspruchsfreiheit des mathematischen Formalismus, der die atomaren Strukturen beschreibt, bildet offenbar einen seltsamen Gegensatz zu allen Versuchen anschaulicher Deutung, die für das Elektron einmal zum Teilchenbild, das andere Mal zum „komplementären“ Wellenbild greifen muß, ohne daß von einem der Bilder gesagt werden dürfte, daß es objektiv der Wirklichkeit entspricht.

Das zeigt, daß hier von einer objektiven Beschreibung der Wirklichkeit im Sinne der klassischen Physik nicht mehr gesprochen werden kann. Konnte diese insofern Objektivität beanspruchen, als sie in der Formulierung ihrer Gesetze nicht auf den Beobachter Bezug nahm, so ist hier eine vollständige Objektivierbarkeit nicht möglich. Zwar führt auch die heutige Physik kein subjektives Element ein; wohl aber bedeutet der Beobachtungsprozeß, wenn man den alten Objektivitätsbegriff zugrundelegt, schon eine „Störung“ des Naturvorganges und beeinflußt das Ergebnis.