

Grundprobleme der Geologie Europas. VI.

VON S. VON BUBNOFF, Breslau.

1. Das Bewegungsbild der Faltengebirge.

Unter Orogenese oder Gebirgsbildung versteht man (s. Art. III) kurzspannige, episodische Bewegungen der Erdrinde, welche das ursprüngliche horizontale Übereinander der Schichten in ein kompliziertes Nebeneinander verwandeln. Über die Zweckmäßigkeit der Bezeichnung läßt sich streiten, da diese Bewegungen nicht notwendig zu der Bildung eines Gebirges führen; diese erscheint im Gegenteil oft als späterer, unabhängiger Akt einer allgemeinen weitspannigen, also epirogenen Heraushebung. Der Name ist indessen so fest eingebürgert, daß wir ihn im genannten Sinne verwenden wollen.

Der Charakter der orogenen Bewegungen ist verschieden; entweder handelt es sich um vertikale Verschiebungen, welche, wie Fig. 1 zeigt, eine

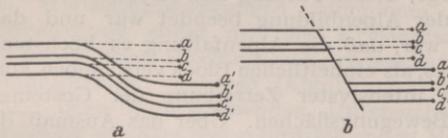


Fig. 1. Bewegung mit vorherrschender vertikaler Komponente (Profil). *a* = Verbiegung; *b* = Bruch. Punktirt = ursprüngliche Lage. Die Verschiebung der Punkte *a-b-c-d* in *a'-b'-c'-d'* zeigt die Verbreiterung der Oberfläche an.

Verbreiterung der Oberfläche herbeiführen, oder es handelt sich um horizontale Bewegungen, die, wie aus Fig. 2 ersichtlich, eine Verkleinerung der Oberfläche im Gefolge haben. In beiden Fällen kann die Umlagerung kontinuierlich, durch Verbiegung (*a*), oder diskontinuierlich, durch Bruch (*b*),

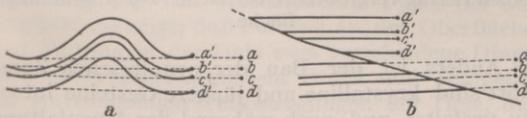


Fig. 2. Bewegung mit vorherrschender horizontaler Komponente (Profil). *a* = Faltung; *b* = Überschiebung. Punktirt = ursprüngliche Lage. Die Verschiebung der Punkte *a-b-c-d* in *a'-b'-c'-d'* zeigt die Verkürzung der Oberfläche an.

erfolgen. Die Schwierigkeit der Systematisierung beruht darauf, daß die Bewegung oft in eine vertikale und horizontale Komponente zerfällt, und dann nicht eindeutig einer der genannten Kategorien zuzuordnen ist. Uns interessieren hier vor allem die verkürzenden horizontalen Bewegungen, welche in den aus Geosynklinalen hervorgehenden Faltengebirgen ihre intensivste Steigerung erlangen.

Die Geometrie und Mechanik verbogener und gebrochener Schichten birgt nämlich schwer deutbare Probleme¹. Ein schwach gebogener Schichtenstoß kann in seiner räumlichen Bezogenheit zur Not noch verstanden werden, obwohl auch hier die Verkürzung aller konkaven und die Verlängerung der konvexen Teile notwendig zu der Vorstellung von Bewegungen in den Schichtfugen führt. Anders ist es bei dem so häufigen Bild enggepreßter Falten mit parallelen Schenkeln (Fig. 3), bei der sog. Isoklinalfaltung. Eine einfache Überlegung zeigt, daß in diesem Falle tiefere Rindenteile an der Bewegung gar nicht beteiligt sein können, daß sie nicht oder anders gefaltet sind. Der gefaltete Schichtenkomplex muß also durch eine Diskontinuitätsfläche vom Untergrund getrennt sein. Solche „Abscherungsflächen“ erkennt man schon in verhältnismäßig einfach gebauten Gebirgen, wie z. B. im Schweizer Jura. Meist liegen sie in besonders plastischen, nachgie-



Fig. 3. Isoklinalfaltung (Profil): Faltenschenkel parallel. Nur Schicht von *a-c* sind gefaltet, für *d* ist in den Falten kein Platz. *x-y* Diskontinuitätsfläche = Abscherungsfläche. Die weiche Schicht *d* ist teils verquetscht, teils verdickt.

bigen Schichten, z. B. in Tonen, weichen Salz- und Gipsmassen, die bis zu einem gewissen Grade „flüssig“ sind, d. h. leicht dorthin gepreßt werden, wo Hohlräume entstehen.

Durch die Ausbildung von Abscherungsflächen wird also der horizontale Schichtenstoß in Stockwerke zerlegt, welche ganz verschiedene Bewegungsbilder zeigen: harte Kalke reagieren durch Bruch, weiche Tone durch Fältelung, Ausquetschung usw.

Eine starke Steigerung horizontaler Bewegungen führt dazu, daß der Schichtenstoß irgendwo reißt und daß die Teile wie Eisschollen übereinandergeschoben werden. Die ursprüngliche Lagerung kann dabei umgekehrt werden, d. h. ältere Schichten kommen auf jüngere zu liegen (Fig. 4). Auch in diesem Falle spielt die Beschaffenheit der Schichten eine ausschlaggebende Rolle. Weiche

¹ Um die mechanische Analyse dieser Vorgänge haben sich besonders die österreichischen Geologen, in erster Linie AMPFERER, HERITSCH, SANDER und W. SCHMIDT verdient gemacht; ihre Ergebnisse liegen der weiteren Schilderung zugrunde.

Schichten brechen nicht sofort; es bildet sich zuerst eine Falte (a), deren einer Schenkel sich umlegt (b), bei fortdauernder Bewegung unter den anderen zu liegen kommt (liegende Falte, Fig. 4 c) und fortschreitend ausgewalzt wird (d); auch hier ist es eine notwendige Vorbedingung, daß zahlreiche Schichtflächen vorhanden sind, daß also im überfahrenen Schenkel sozusagen jede Schichtfuge zur Bewegungsfläche wird (Fig. 5). Dieser Mechanismus großer liegender Falten, die gelegentlich um einige 10 km vorgeschoben sind, beherrscht die nördlichen Schweizer Alpen; man kann ihn als *helvetisches Bewegungsbild* bezeichnen.

Fig. 4. Übergang einer normalen Falte (a) in eine schiefe (b), eine liegende (c) und in eine Überfaltung (d) mit ausgewalzttem Mittelschenkel.

Ein anderes Bild zeigen die kompakten, ungeschichteten Kalkmassen Bayerns und Tirols (Fig. 6). Hier kam es nicht zu einer Faltenbildung; die spröden Kalkklötze brachen und schoben sich wie Eisschollen im Fluß übereinander. Hier herrschte Überschiebung, nicht Überfaltung — das Resultat,

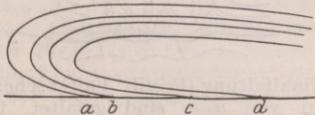


Fig. 5. Auswalzung des Mittelschenkels; Schichtflächen als Bewegungsflächen; ursprünglich lagen die Punkte a-b-c-d übereinander.

die Umkehrung der Lagerung, war aber dasselbe. Wir wollen vom *bayrischen* oder *kalkalpinen* Bewegungsbild sprechen.

Beide Typen haben aber eines gemeinsam: am Bau beteiligen sich nur junge Schichtgesteine, die krystalline Unterlage fehlt. Die überschobenen Schichtpakete müssen also auch von ihrer Unter-



Fig. 6. Kalkalpiner Typus — Schollenüberschiebung ohne Faltung. x-y-Bewegungsfläche.

lage abgetrennt, abgescheert worden sein, und diese Unterlage ist entweder zurückgeblieben (Fig. 7, helvetischer Typus) oder anders gefaltet (Fig. 8, bayrischer Typus).

Das Ergebnis der Überschiebung ist also in mancher Hinsicht dem der einfachen, aber intensiven Faltung ähnlich: es bildet sich ein *oberes Stockwerk*, welches anders bewegt ist als der Untergrund — die Grenze ist eine Bewegungs-

fläche, die meistens dort liegt, wo Gesteine von sehr verschiedener Beschaffenheit aneinanderstoßen.

Alles das läßt sich unmittelbar beobachten. Überschiebungen von einigen 10 km Ausmaß kann heute niemand, der die Alpen kennt, ableugnen. Nun kommt aber eine schwierige Frage: Was geschah im unteren Stockwerk? Eine lineare Verkürzung um einige 10 km muß sich doch auch im Untergrund geltend machen; das ist eine zwingende geometrische Forderung.



Fig. 7. Überfaltung der Sedimente; der krystalline Untergrund (Kreuze) bleibt zurück. Zwischen beiden Abscherungsflächen x-y. Helvetischer Bautypus.

Teile dieses Untergrundes kennen wir aus den südlichen Alpengebieten, aus der penninischen Zone der Westalpen (Wallis) und aus den ostalpinen Zentralalpen. Auch hier stoßen wir aber auf große Gegensätze. In den Ostalpen (Ötztaler Alpen, Muralpen usw.) erkennen wir ein krystallines Gebirge, dessen Faltung und Krystallisation schon vor der Alpenbildung beendet war und das so starr war, daß die Alpenfaltung es höchstens als Ganzes, als einheitlichen Block verschieben konnte, unter intensivster Zerreibung der Gesteine an den Bewegungsflächen. Über das Ausmaß dieser jüngeren Verschiebung gehen die Ansichten noch stark auseinander; wie dem auch sei, auch diese krystalline Masse ist nur ein oberes Stockwerk, und Bewegungszonen müssen sie von tieferen, anders gearteten Zonen der Erdkrinde trennen.

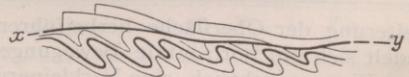


Fig. 8. Kalkalpiner Typus. Stockwerkfaltung: oben einfache Überschiebungen, unten komplizierte Klein- und Mittel- faltung. Bei Ausglättung ergeben beide eine um denselben Betrag vergrößerte Oberfläche. x-y-Abscherungsfläche.

Anders ist der Bau der penninischen Zone. Dort sind krystalline und jüngere Gesteine intensiv umgefaltet und noch während der Alpenfaltung umkrystallisiert. Die Metamorphose und Krystallisation ist zum Teil noch jünger als die Faltung (s. Artikel II). Der Aufbau zeigt auch liegende, d. h. überkippte Falten (Fig. 9), deren Schenkel aber häufig nicht so stark verdünnt



Fig. 9. Penninischer Typus (Simplon). Weiß = Gneis, gestrichelt Juraschiefer. Beide sind konkordant in große liegende Falten gelegt.

sind wie in den Beispielen aus der helvetischen Zone. Die Faltung muß jedenfalls unter Verhältnissen von hohem Druck und hoher Temperatur stattgefunden haben, also in recht erheblicher Tiefe; wir haben hier ein tieferes Stockwerk der Faltung vor uns. Es soll hier nicht weiter untersucht werden, ob die innerhalb der Falten auftretenden Gneisgranite alte, nur passiv mitgefaltete Gesteine sind, oder ob sie einem Magma entstammen, welches während der Faltung in die Schichten eindrang; in den Alpen wird heute das erste angenommen, im norwegischen Hochgebirge und in den carbonischen Gebirgen Mitteleuropas hat man in ähnlichen Fällen Beweise für das zweite gefunden. Wichtig ist vor allem, daß hier die krystallinen Gesteine und auch die sie umhüllenden jüngeren Schichten während der Faltung in einen äußerst beweglichen Zustand geraten sind oder, wie SANDER sich ausdrückt, eine „Mobilisierung des Gefüges“ erfahren haben. Die Gesteine sind bis in die mikroskopischen Kleinelemente hinein durchbewegt, eigentlich ist jede Schieferungsebene zu einer Bewegungsfläche geworden. SANDER hat nun gezeigt, daß diese kleinen Teilbewegungen sich zu den großen, sichtbaren Horizontalbewegungen summieren. Die Durchbewegung endet mit der Krystallisation, deren neugebildete Produkte sich den geschaffenen Bewegungsflächen anpassen (Abbildungskrystallisation). Diese bahnbrechenden Untersuchungen unterrichten uns über den gebirgsbildenden Mechanismus in der Tiefe und werfen zugleich ein neues Licht auf die Bildung der krystallinen Schiefer; diese erscheinen als Bewegungshorizonte mit mikroskopischen Teilbewegungen im Gefüge, welche sich aber zu größeren Einheiten summieren. Damit ist ein Anschluß an die im zweiten Artikel erörterten Verhältnisse gefunden, deren Deutung nun eine wesentliche Ergänzung erfährt.

2. Der zonare Bau der Faltengebirge.

Die im vorhergehenden durchgeführte Unterscheidung von vier verschiedenen Typen der Gebirgsbildung zeigt, daß Faltung an der Oberfläche und Faltung in der Tiefe zwei verschiedene Dinge sind. Den unter erhöhtem Druck und Temperatur stattfindenden Teilbewegungen der Tiefe, die schließlich zu der Bildung krystalliner Schiefer führen, sind im oberen Stockwerk Blockverschiebungen zugeordnet, welche das alte Gefüge der Gesteine oft nur wenig verändern; dort ist die Tektonik fließend, hier brechend und zertrümmernd; mit SANDER kann man sagen, daß den krystallinen Schiefer ein *korrelates Deckgebirge* zugeordnet ist.

Da nun die Zerstörung des Deckgebirges verschieden weit fortgeschritten ist, erscheint dieses Übereinander von Stockwerken in den alpinen Gebirgen oft als Nebeneinander. Es kommt aber hinzu, daß in den verschiedenen Teilen der Erdrinde die Grenze der Stockwerke wohl von vornherein verschieden hoch lag. In den starren Blöcken liegt

sie tiefer als in den von vornherein mobileren Geosynklinalen, in denen das Magma offensichtlich primär höher aufstieg und damit eine Durchwärmung auch der oberen Horizonte schuf.

Die Folge davon ist, daß die geschilderten Typen der Gebirgsbildung in den Alpen zonar verteilt sind, und daß jede Zone auch historisch eine abweichende Entwicklung zeigt.

Die *helvetische Zone* bildet den nördlichen Abschnitt der Westalpen bis zu den Massiven der Aare und des Montblanc. Entwicklungsgeschichtlich ist sie eigentlich ein Schelf, der im Carbon gefaltet, dann eingeebnet und von folgenden Sedimenten überdeckt wurde:

- lückenhafte Trias,
- mächtiger Jura,
- mächtige, geschichtete Kreide,
- sandig-toniges Alttertiär.

Erst nach diesem Sedimentationszyklus begann die Faltung; diese bestand vorwiegend in der Abscheerung der Sedimente vom altgefalteten Untergrund. Zu mächtigen Paketen von liegenden Falten zusammengestaucht, liegen diese Sedimente heute nördlich von ihrem ursprünglichen Untergrund. Ein tieferes Stockwerk kennen wir hier nicht (vgl. Fig. 7).

Die *penninische Zone* schließt im Süden an. Schon die Entwicklungsgeschichte ist verschieden. Die carbonische Faltung war zum mindesten schwach. Im Jura setzte eine intensive Senkung und monotone Sedimentation ein, begleitet von zahlreichen submarinen Ergüssen (basische Gesteine). Wie lange das anhielt, ist noch nicht sicher geklärt. Es mehren sich die Stimmen, welche eine frühe Faltung annehmen; sicher scheinen Bewegungen in der Kreide zu sein. JENNY ist mit schwerwiegenden Gründen sogar für eine intensive Faltung im Jura eingetreten. Der Typus der Faltung spricht für ein tiefes Stockwerk unter weitgehender Beteiligung relativ plastischer, das heißt durchbewegter krystalliner Gesteine. Diesem Typus gehören die gesamten Westalpen südlich einer Linie Mercantour—Pelvoux—Montblanc—Aarmassiv an; sie ist von der ligurischen Küste bis Graubünden zu verfolgen. Ein Teil der zugehörigen Sedimente ist auf die nördliche, helvetische Zone aufgeschoben. In den Ostalpen kann das Tauernmassiv bis zu einem gewissen Grade dazu gerechnet werden.

Der *ostalpine Typus* herrscht in einem Streifen, der in den westlichen Alpenteilen nur ein schmales Band südlich der penninischen Zone bildet (Gebiet der italienischen Seen), weiter im Osten aber fast die gesamte Breite der Alpen einnimmt. Seine Entwicklung ist wieder anders: ein altkrystalliner, später nur wenig durchbewegter Sockel trägt folgende Serie von jüngeren Gesteinen:

- mächtige, oft ungeschichtete Trias,
- wechselnder Jura und Unterkreide.

In der mittleren Kreide erfolgt die erste kräftige Gebirgsbildung, dann erneute, wenn auch lückenhafte Sedimentation in der Oberkreide und

im Alttertiär, dann eine zweite Gebirgsbildung. Zu Ende derselben erfolgten noch ausgedehnte granitische Intrusionen (Baveno, Disgrazia, Adamello).

Es besteht nun kein Zweifel darüber, daß diese Ostalpen zum Teil über die penninische Zone geschoben wurden; die Meinungsverschiedenheiten betreffen nur Ausmaß und Einheitlichkeit der Bewegung. Man erkennt ferner deutlich, daß diese Masse blockartig vorgeschoben wurde, ohne ihr altes Teilgefüge zu verändern. Die Bewegung erfolgt in hohem Niveau; die ganze Masse ist als Deckgebirge zu werten, dessen korrelates Tiefenstockwerk uns nicht zugänglich ist.

Als Gesamtbild erkennt man: die alpine Geosynklinale ist eigentlich nur durch die mittlere, penninische Zone vertreten; nördlich und südlich davon lagen Schelfe mit altkrystalliner, altgefalteter Basis. Der südliche, ostalpine Schelf hat die penninische Zone überfahren; der nördliche, helvetische leistete der Bewegung Widerstand, so daß diese sich nur in einer Abschürfung der jüngeren Sedimente (Trias-Tertiär) auswirken konnte.

Das prinzipiell Wichtige an dieser zonaren Gliederung ist, daß sie sich in dem alten carbonischen Gebirge Mitteleuropas mit genau den gleichen Zügen wiederholt; man braucht nur die historische Übersicht um vier Formationen zurückzuverlegen. Der Darstellung von KOSSMAT folgend und sie etwas modifizierend, kann man im carbonischen Gebirge folgende Zonen unterscheiden¹:

1. Die nördliche rheno-herzynische Zone (Südenland, rheinisches Schiefergebirge, Harz, polnisches Mittelgebirge, vielleicht Ostsudeten). Die historische Entwicklung zeigt: eine mächtige Sedimentbildung vom Silur bis zum Untercarbon. Dann Faltung vor und während dem Obercarbon. Krystalline Schichten sind am Aufbau nicht beteiligt, der Faltenbau zeigt enggepreßte Falten und Überschiebungen; magmatische Intrusionen sind selten. Es ist in jeder Hinsicht ein Äquivalent der helvetischen Zone, der Typus eines oberen Stockwerkes, welches durch eine Abscherungsfläche vom Untergrund getrennt sein muß.

2. Die saxo-thuringische Zone (Bretagne, Odenwald, Thüringen, Frankenwald, Erzgebirge, Riesengebirge, Westsudeten). In der historischen Entwicklung erkennt man Sedimentation im Cambrium und Silur, eine erste kaledonische Gebirgsbildung an der Grenze Silur—Devon, dann wieder Sedimentbildung vom Mitteldevon bis zum Untercarbon, eine zweite Gebirgsbildung vor dem Obercarbon. Ich nenne nur die wichtigsten Etappen, schwächere Zwischenstadien der Faltung können hier unberücksichtigt bleiben. Für die Faltung ist eine einheitliche Durchbewegung der Sedimente und der krystallinen Gesteine bezeichnend;

¹ Die zonare Einteilung ist deshalb spät erkannt worden, weil von den „Carbonischen Alpen“ heute nur Bruchstücke vorliegen.

die Granitgneise scheinen zum Teil erst während der Faltung eingedrungen zu sein, in den Westsudeten sicher in der älteren, kaledonischen Phase. Die Faltenbilder zeigen eine weitgehende Analogie zur penninischen Zone (Erzgebirge, Odenwald usw.). Da auch dort die erste Faltung schon alt ist (nach JENNY im Jura), so ist die Analogie eigentlich vollkommen. Auch in Mitteleuropa zeigt diese Zone den Charakter eines tieferen Stockwerkes.

3. Moldanubische Zone (französisches Zentralplateau, Schwarzwald, Innerböhmen). Entwicklungsgeschichtlich erkennt man alte Gneise, die schon vorpalaözoisch gebildet worden sind. Die palaözoische Sedimentation ist lückenhaft; wo sie vollständiger ist, wie in Böhmen, weicht sie von den Verhältnissen im Norden ab. Insbesondere fallen die mächtigen Kalke im Unterdevon auf; man wird direkt an die ostalpinen Trias erinnert. Die Gebirgsbildung setzte an der Wende Devon-Carbon ein und zeigt eine Überschiebung der angrenzenden Zonen im Block, ohne eigentliche Faltung der moldanubischen Zone selbst. Auch später beschränken sich die Bewegungen auf ein Zerbrechen des alten Gneisblockes mit weitgehenden Intrusionen jungcarbonischer Granite. Die Analogie zu dem ostalpinen Bautpyus ist wieder vollkommen!

Es scheint mir, daß diese vollkommene Übereinstimmung der zonaren Gliederung, der Entwicklungsgeschichte und der gebirgsbildenden Eigentümlichkeiten zwischen den alten und jungen Gebirgen nicht scharf genug betont werden kann. Es wäre leicht, nachzuweisen, daß auch das ältere Gebirge Norwegens und Schottlands denselben Typus besitzt. Auch dort tritt uns wieder ein zentraler „Faltengraben“ (Geosynklinale) entgegen, während der beiderseitige Rahmen alt erstarrt ist und die Faltung nur als Block mitmacht¹.

Wenn man zu den tieferen Ursachen der Gebirgsbildung vordringen will, kann man an diesen stets wiederholten Gesetzmäßigkeiten nicht vorübergehen.

3. Transversalstörungen.

Die geologische Schilderung pflegt die Faltengebirge in einzelne Bögen aufzulösen. Man spricht in Mitteleuropa von dem westlichen armorikanischen und von dem östlichen variszischen Bogen; im tertiären Gebirge vom westalpinen, ostalpinen und karpathischen Bogen. Je mehr man in die Einzelheiten des Baues eindringt, um so mehr erkennt man, daß diese Gliederung sehr schematisch ist.

Eigentlich läßt sich eine deutliche Bogen-

¹ Auf den Ausdruck „Faltengraben“ habe ich im Artikel V, S. 148, Anm. 2 hingewiesen. Zur Vermeidung von Mißverständnissen sei betont, daß die norwegischen Geologen mit diesem Ausdruck nur die Einfaltung des krystallinen Sockels nach der Tiefe verstehen (Faltung im Gegensatz zu Einbruch), ohne Rücksicht auf die Entstehung von Falten in den Schichten oberhalb der krystallinen Urgebirgstafel.

anlage nur in den Außenzonen deutlich verfolgen (rheno-herzynische und helvetische Zone). Die Innenzonen sind viel verwickelter gebaut. Insbesondere zeigen die moldanubischen und ostalpinen Gneiskerne keine jüngere Bogenanlage; da sie relativ starr waren, konnten sie ja auch nicht zu Bögen gefaltet werden, sondern mußten unter dem Einfluß einer einsetzenden horizontalen Bewegung zerbrechen. Auf solche Bruchzonen, die in der Bewegungsrichtung des Gebirges liegen, ist man erst in unserer Zeit aufmerksam geworden. Im carbonischen Gebirge Mitteleuropas kennen wir heute schon eine ganze Anzahl; die wichtigsten sind: der Rheintalrand am Schwarzwald, die südwestliche Grenzlinie des Thüringer und Bayrischen Waldes bis zur Donau (Pfahl), die Lausitzer Überschiebung, der Sudetenrandbruch. Das Wesen dieser Linien besteht darin, daß an ihnen nicht eine vertikale Bewegung, wie bei gewöhnlichen Verwerfungen, sondern horizontale Verschiebungen der angrenzenden Gesteinsblöcke stattgefunden haben. Diese Spalten müssen sehr tief, bis an die Basis der Gneisschollen reichen, denn von ihnen geht häufig die Magmenförderung aus (Lausitzer Granit, Passauer Granite, ein Teil der Schwarzwaldgranite). Was also in weicheren Schichten als Verbiegung, als Bogenanlage erscheint, wird im starren Gneisblock zu einem staffelförmigen Vortrieb mit Zerreißungslinien (Fig. 10).

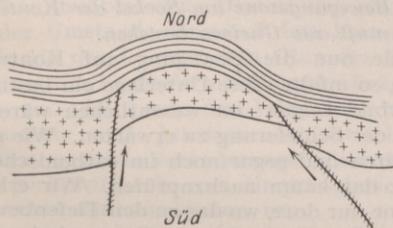


Fig. 10. Querverschiebungen im carbonischen Gebirge. Grundriß! Weiche Schichten (gestreift) bilden einen Bogen, starre kristalline Massen (Kreuze) brechen an Querstörungen ab (a, b) und werden im Block vorgeschoben. Pfeile = Bewegungsrichtung.

Kann nun für die Alpen eine ähnliche Anlage aufgezeigt werden? Anhaltspunkte dafür sind in der Tat vorhanden. Querzerreißen sind nach Lage der Dinge dort vor allem in der südlichsten, ostalpinen Zone zu erwarten; weiter im Norden müßten ihnen bogenartige Verbiegungen zugeordnet sein. HERITSCH hat schon vor Jahren darauf hingewiesen, daß die Judikarielinie, eine auffallende NNO verlaufende Störung, welche vom Val Trompia bis Brixen zu verfolgen ist und dort gegen Osten umlenkt, den Charakter einer Horizontalverschiebung trägt; an ihr ist das kristalline Gebirge im Osten weit gegen Norden vorgeschoben.

Zu betonen ist, daß der große junge Granodioritstock des Adamello an sie gebunden ist.

Wichtig ist nun weiterhin, daß die Grenze der Ost- und Westalpen dieser Linie parallel geht. An einer Linie Engadin—Silvretta—Rhätikon ist

hier die ostalpine Zone weitgehend der penninischen aufgeschoben. Die Bewegung ist hier nicht, wie sonst in den Alpen, nach Norden, sondern nach Nordwesten gekehrt und schwenkt erst im Rhätikon wieder gegen Norden um. Man erkennt hier also einen ostalpinen Bogen, welcher dem penninischen seitlich aufgeschoben ist; in dem rückwärtigen, altkrystallinen Gneisblock erscheint statt der Bogenbildung eine transversale Verschiebung, eben die Judikarielinie. Es scheint mir durchaus möglich, daß der Ostrand der Alpen und der Übergang zu dem Karpathenbogen ebenso aufgefaßt werden kann; der scharfe Abbruch der Alpen zu der ungarischen Ebene ist dann in der Anlage vielleicht auch eine Transversalverschiebung, ein starres Korrelat zum „plastischen“ Karpathenbogen, dessen südwestlicher Schenkel in den Muralpen eine drehende Bewegung gegen Nordwesten, oder eine Überschiebung des Tauernmassivs an der Katschberglinie ausgeführt hat. Westalpenbogen, Ostalpenbogen und Karpathen würden dann einem staffelförmigen Vorschub des südlichen krystallinen Blockes gegen Norden entsprechen (Fig. 11).

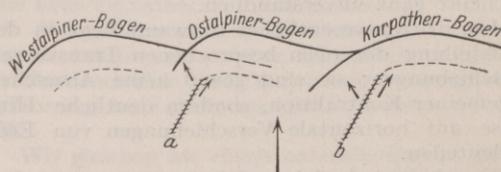


Fig. 11. Gliederung der Alpen in drei Bogen. Im Hinterland Querverschiebungen (a=Judikarielinie, b=Ostalpenrand). Die Pfeile geben die regionale Bewegungsrichtung und ihre Komponenten an. Der ostalpine Bogen ist zum Teil auf den westalpinen aufgeschoben.

Diese auf Gedankengängen HERITSCHS und SANDERS bauende Auffassung steht in einem gewissen Gegensatz zu der westalpinen Deckentheorie, welche eine einheitliche Süd-Nord-Bewegung und demgemäß eine durchgehende Überlagerung der penninischen Zone durch die ostalpine bis zum Ostrand der Alpen annimmt. Gerade diese Einheitlichkeit steht aber noch zur Diskussion, und der staffelförmige Vortrieb mit „dachziegelartiger“ Überdeckung der Zonen von West nach Ost ist mit den Einzelheiten viel mehr in Einklang zu bringen. Die Analogie zu den carbonischen Alpen wird bei dieser Auffassung vollkommen.

4. Die Ursachen der Faltung.

Das treibende Moment bei der Gebirgsbildung ist heute noch nicht mit Sicherheit festgestellt. Es stehen sich zwei Auffassungen gegenüber: die eine sucht noch, im Anschluß an ältere Theorien, die Erklärung in der Prämisse der Kontraktion des Erdkernes und der Schrumpfung der Rinde, die andere denkt an eine weitgehende Beweglichkeit der kontinentalen Blöcke, an eine Art „Schwimmen“, wobei dieses Schwimmen entweder aktiv

sein kann oder durch Strömungen im Magma der Unterlage getragen wird. Es würde hier zu weit führen, alles Für und Wider zu diskutieren; man muß auch ehrlich gestehen, daß eine restlose Entscheidung heute noch kaum möglich ist, da viele Prämissen zur Diskussion stehen. Es sei daher lediglich versucht, zu zeigen, welche Auffassung mit den vorgebrachten Tatsachen am besten vereinbar ist.

Schon vor Jahren hat AMPFERER gezeigt, daß eine allgemeine Kontraktion eigentlich eine durchgehende Runzelung der ganzen Erdkruste voraussetzt; eine Übertragung des Druckes über den ganzen Erdumfang auf schmale Faltenzonen ist mechanisch nicht vorstellbar. Die zonare Gliederung der Faltengebirge wird damit zu einem schwer zu widerlegenden Einwand gegen die Kontraktionstheorie.

Ein zweiter Einwand erhebt sich aus der Ungleichzeitigkeit der Gebirgsbildung in den einzelnen Faltenzonen. Bei allgemeiner Kontraktion könnte man schon die episodische Natur der Faltung nur durch Hilfsypothesen erklären; ihre zeitlich verschiedene Auswirkung in einem Gebirge erscheint ganz unverständlich.

Ein dritter wesentlicher Einwand liegt in der Feststellung der oben besprochenen Transversalverschiebungen; sie sind gewiß keine Anzeichen allgemeiner Kontraktion, sondern deutliche Hinweise auf horizontale Verschiebungen von Erdrienteilen.

Es scheint mir daher, daß eine horizontale Beweglichkeit von Kontinentalschollen — ein Gleiten oder „Schwimmen“ derselben auf einem plastischen Kern — nach dem heutigen Stande der Erfahrungen nicht von der Hand zu weisen ist. Ohne daß man sofort die von WEGENER postulierten Dimensionen anzunehmen braucht (Abdrift Europas von Amerika), kann man trotzdem annehmen, daß die Querverschiebungen des carbonischen Gebirges Bewegungen bis zu 10–20 km erfordern, die alpinen Verfrachtungen sogar beträchtlich mehr.

Für die Westküste Amerikas ist CLORS neuerdings zu ähnlichen Vorstellungen gekommen, wobei dort sogar die weitere Folgerung nahe liegt, daß die Bewegung von einer Strömung des magmatischen Untergrundes getragen wird.

Wir wollen nun die Konsequenzen dieser Auffassung etwas näher betrachten.

Wir haben gesehen, daß ein Faltengebirge in „Stockwerke“ zerfällt, wobei der „Stil“ der Bewegung in jedem Stockwerk verschieden ist; die Stockwerke sind voneinander durch Bewegungsflächen oder vielmehr durch ein Netz von solchen getrennt. In den obersten Stockwerken liegen diese Bewegungsflächen in weichen Gesteinen, die intensiv verknetet werden. Soweit es sich aber um kristalline Gesteine handelt, entstehen Zerreibungszonen — Mylonite¹ —, welche z. B. oft auch die transversalen Verschiebungen begleiten.

¹ Zermahlene Gesteine.

In größerer Tiefe wird aber die Bewegung von Hitze- und Druckwirkungen begleitet; innerhalb der Bewegungszonen setzte eine Umkristallisation ein. Hier erkennt man die Beziehung zu der Bildung kristalliner Schiefer, die, je nach der Tiefe, die Merkmale der Epi-, Meso- oder Katazone annehmen, die im zweiten Artikel diskutiert worden sind.

Diese Stockwerkgliederung mit der kristallinen Umprägung der Gesteine ist aus der Annahme einer horizontalen Beweglichkeit der Kontinentalblöcke verständlicher als aus der Annahme einfacher Kontraktion.

Das wird am deutlichsten, wenn man die Verhältnisse der tiefsten Zone betrachtet. Die Verschiebungen der kristallinen Blöcke von der Art der moldanubischen Scholle oder der kristallinen Ostalpen lassen erkennen, daß die alte Struktur weitgehend erhalten blieb; was wir sehen, sind ja Verschiebungen in höherem Niveau. Solche horizontal bewegten Blöcke müssen aber auch von ihrem Untergrunde gelöst sein, d. h. sie sind über ihn hinweggeglitten. In einem tertiären Faltengebirge ist diese unterste Bewegungsfläche naturgemäß der Beobachtung verborgen, da die Abtragung nicht bis zu ihr vorgedrungen ist. Theoretisch muß aber angenommen werden, daß sie unter den Verhältnissen der Katazone steht, das heißt einer regionalen Vergneisung unterworfen ist: *die Bewegungszone am Sockel der Kontinentalschollen muß aus Gneisen bestehen.*

Würde nun die Bewegung auf Kontraktion beruhen, so müßte diese Unterlage ein bestimmtes Strukturbild zeigen: im wesentlichen wäre steile Stellung der Schieferung zu erwarten. Wie gesagt, im tertiären und sogar noch im carbonischen Gebirge ist das kaum nachzuprüfen. Wir erkennen diese Zone nur dort, wo das zu den Tiefenbewegungen „korrelate Deckgebirge“ (SANDER) abgetragen ist. Das ist nur in den ältesten Teilen des Kontinents der Fall, vor allem in Skandinavien, zum Teil im Schwarzwald, in Innerböhmen, in Podolien. Die hier auftretenden Gneise sind nicht etwa ein Produkt der carbonischen Gebirgsbildung, sondern ein uraltes Tiefenstockwerk, dessen gefalteter Oberbau schon vor der carbonischen Faltung weitgehend zerstört war. Einzelne, tiefer versenkte und darum erhaltene Teile desselben erkennt man aber noch in Finnland (jätulische Falten) und in Mittelböhmen (Algonkium von Prag). Dieser Tiefbau zeigt nun nicht das Bild allgemeiner Kontraktion. Es ist auffallend, wie oft eine flache, ja schwebende Lagerung wiederkehrt: flache Kuppeln lösen sich gegenseitig in ziemlich unregelmäßiger Weise ab, nur gelegentlich durch umlaufende Bänder steilgestellter kristalliner Schiefer getrennt. Es ist nicht das Bild einer intensiven Zusammenfaltung, sondern das eines zähen Fließens mit deutlicher horizontaler Bewegungskomponente. Die unregelmäßige, gewundene Anordnung erklärt sich ohne weiteres daraus, daß in der relativ plastischen Masse ge-

richtete Bewegungen weitgehend unterbunden waren.

Es braucht kaum gesagt zu werden, daß das gerade das Bild ist, welches man an der Basis horizontal bewegter Blockschollen erwarten muß. Der Sockel einer abdriftenden Scholle muß vergneisen — die tiefste Bewegungszone muß zu einem krystallinen Schiefer das „Kata“¹ mit differentieller Durchbewegung und fließenden, verwischten Strukturen werden. Aus der Kontraktionstheorie wäre dieses Bild kaum abzuleiten.

Die Deutung der krystallinen Schiefer als korrelierte Tiefenfazies oberflächlicher Gebirgsbildung verdanken wir vor allem den grundlegenden Arbeiten SANDERS. Die vorhergehenden Ausführungen zeigen, wie gut diese Vorstellung in das Bild der regionalen Geologie Europas hineinpaßt; die Auswertung der Ergebnisse zeigt darüber hinaus, daß der gesamte Tatsachenkomplex

¹ Siehe Artikel II.

viel leichter mit der Vorstellung eines Gleitens der Kontinentalblöcke über einem zähflüssigen Kern, als mit der These allgemeiner Kontraktion zu vereinen ist, welche nur durch Aufnahme weiterer Hilfhypothesen der Gesamtheit der Erscheinungen gerecht werden könnte.

Nachtrag. Im Art. V, S. 146 schrieb ich von dem Vorhandensein nichtmetamorpher fossilführender Sedimente unter den krystallinen Massen des kaledonischen Gebirges in Skandinavien. Diese Angabe bedarf insofern einer Einschränkung, als sie vor allem für den schwedischen Ostrand des Gebirges (Jämtland) gilt, in Norwegen dagegen das Cambrium und Silur der Unterlage zwar weniger verändert ist, als die aufgeschobenen krystallinen Massen, aber doch meistens den Charakter von Phylliten mit nur ausnahmsweise erhaltenen Fossilien angenommen hat. Die Klärung dieser Verhältnisse geht vor allem auf die Arbeiten von V. M. GOLDSCHMIDT zurück.

Zur Krise der „Wirklichkeit“¹.

Von LUDWIG FLECK, Lemberg.

Wenn wir den Quellen der Erkenntnis nachforschen, begehen wir meist den Fehler, uns dieselben viel zu einfach vorzustellen.

Man vergißt die simple Wahrheit, daß unsere Kenntnisse viel mehr aus dem Erlernten als aus dem Erkannten bestehen. Dies ist aber ein schwerwiegender Umstand, denn auf dem kurzen Wege vom Munde des Lehrers zum Ohre des Schülers tritt immer eine kleine Verschiebung des Erkenntnisinhaltes ein. Im Laufe der Jahrzehnte oder gar Jahrhunderte und Jahrtausende entstehen auf diese Weise so große Veränderungen, daß es manchmal fraglich wird, ob vom Ursprünglichen überhaupt etwas zurückgeblieben ist.

Unter diesen Bedingungen ist der Erkenntnisinhalt — im großen und ganzen — als freie Kulturschöpfung zu werten. Er ähnelt einem traditionellen Mythos.

Leider haben wir aber die Eigenheit, alte, gewohnte Gedankengänge als besonders evident zu betrachten, so daß dieselben keines Beweises bedürfen und ihn nicht einmal zulassen. Sie bilden das eiserne Fundament, auf dem ruhig weitergebaut wird.

Dazu kommt noch eine zweite, schwerwiegende Eigenschaft unserer Erkenntnisphysiologie, welche bedingt, daß jede neue Erkenntnistätigkeit vom früheren Erkenntnisbestande abhängig ist, da die Last des bereits Erkannten die inneren und äußeren Bedingungen des neuen Erkennens verändert.

Auf diese Weise entstehen drei, an jedem Erkennen mitwirkende, miteinander verknüpfte und aufeinander einwirkende Faktorensysteme: die Last der Tradition, das Gewicht der Erziehung und die Wirkung der Reihenfolge des Erkennens.

Dies sind soziale Momente und deshalb muß

¹ Vgl. „Die Krise der Wirklichkeit“ von KURT RIEZLER, Naturwiss. 16, 37.

jede Erkenntnistheorie mit Sozialem und weiterhin mit Kulturhistorischem in Beziehung gebracht werden, insofern sie nicht in schweren Widerspruch mit der Geschichte der Erkenntnis und der täglichen Erfahrung des Lehrenden und Lernenden geraten will.

Wir gleichen nie einem unbeschriebenen Blatt, befinden uns nie im Zustande der *tabula rasa*, wie etwa die Projektionsleinwand vor der Kinovorstellung. Sicherlich nicht mehr im Momente der Geburt, ja selbst im intrauterinen Leben gibt es keinen feststellbaren Beginn des Erkennens, denn Empfindungsfähigkeiten und Empfindungen entstehen parallel und synchronisch durch Wechselwirkung. Ebenso unmöglich ist es, die phylogenetischen Anfänge des Erkennens festzustellen.

Es gibt im Individualleben nicht nur eine, sondern viele erkenntnistheoretische Geburten und Embryonalentwicklungen. Wir werden zu jeder neuen Situation geboren und bringen einen fertigen Geburtsmechanismus und mehr oder weniger fertige Anlagen mit, die unsere Reaktionsweise und Erkenntnisinhalte bestimmen.

Wo und wann wir immer anfassen, überall sind wir mittendrin, und nie bei dem Beginn des Erkennens. Ich weiß also nicht, wie man überhaupt die Erkenntnistheorie aus Empfindungen als Elementen aufbauen könnte.

Ein erfahrener Lehrer fand, daß nur die wenigsten Schüler etwas Neues allein bemerken, wenn man sie nicht ausdrücklich darauf aufmerksam macht und daß nur wenige es auch dann sofort sehen, wenn man es ihnen zeigt. Sie müssen es erst sehen lernen. Auch der Erwachsene, wenn er erstmalig vor Neuem steht, etwa vor einem futuristischen Bild, fremdartiger Landschaft, oder auch zum ersten Male vor dem Mikroskop, „weiß nicht, was er sehen soll“. Er sucht nach Ähnlichkeiten

mit Bekanntem, übersieht also eben das Neue, Unvergleichliche, Spezifische. Auch er muß erst sehen lernen. Wie viele Beispiele aus der Geschichte der Wissenschaft könnte man hier anführen! Und doch bildet eben dieses „Sehen“, das man erst lernen muß, den Fortschritt jeder Wissenschaft, der auf diese Weise immer wieder das soziale Gepräge bekommt.

Wenn man das Problem der Entstehung der Erkenntnis auf traditionelle Weise als individuelle Angelegenheit eines symbolischen „Menschen“ lösen wollte, so müßte man den Satz: nihil est in intellectu, quod non fuerit in sensu —, auch in seiner Umkehrung: nihil est in sensu, quod non fuerit in intellectu gelten lassen. Und man kommt darüber nicht vorwärts. Demnach weiß ich nicht, wozu und wieso ich eine erste und zweite Wirklichkeit unterscheiden soll, wie sie unter anderen RIEZLER schildert.

Man darf eben das soziale Moment der Entstehung der Erkenntnis nicht außer Acht lassen.

Jedes denkende Individuum hat also als Mitglied irgendeiner Gesellschaft seine eigene Wirklichkeit, in der und nach der es lebt. Jeder Mensch besitzt sogar viele, zum Teil einander widersprechende Wirklichkeiten: die Wirklichkeit des alltäglichen Lebens, eine berufliche, eine religiöse, eine politische und eine kleine wissenschaftliche Wirklichkeit. Und verborgen eine abergläubisch-schicksalsvolle, das eigene Ich zur Ausnahme machende, persönliche Wirklichkeit.

Jedem Erkennen, jedem Erkenntnisssysteme, jedem sozialen Beziehungseingehen entspricht eine eigene Wirklichkeit. Dies ist der einzig gerechte Standpunkt.

Wie könnte ich sonst begreifen, daß z. B. der humanistisch Gebildete die Wissenschaft des Naturforschers nie vollständig versteht? Oder gar der Theologe? Soll ich, wie es leider so oft geschieht, jene für Narren halten?

Nicht die Lösungen der Probleme machen ihnen die größten Schwierigkeiten, sondern das Begreifen der Herkunft und der Bedeutung der Probleme selbst; nicht die Begriffe, sondern deren Entstehen und Zweckmäßigkeit.

Jedes Wissen hat einen eigenen Gedankenstil mit seiner spezifischen Tradition und Erziehung. In beinahe unendlichem Reichtum des Möglichen wählt jedes Wissen andere Fragen, verbindet sie nach anderen Regeln und zu anderen Zwecken. Mitglieder differenter Wissensgemeinschaften leben in eigener wissenschaftlicher oder auch beruflicher Wirklichkeit. Im täglichen Leben können diese Menschen wohl im besten Einklang miteinander verbleiben, denn die Alltagswirklichkeit kann gemeinsam sein. Es gibt Kulturen, z. B. die chinesische, welche zu ganz anderer Wirklichkeit auf wichtigen Gebieten, wie die Medizin, gelangten, als wir Abendländer. Soll ich sie dafür mit Mitleid strafen? Verschieden war ihre Geschichte, verschieden ihr Streben und Verlangen, die das Erkennen bestimmten.

Denn Erkennen ist weder passive Kontemplation, noch Erwerb einzig möglicher Einsicht im fertig Gegebenen. Es ist ein tätiges, lebendiges Beziehungseingehen, ein Umformen und Umgeformtwerden, kurz ein Schaffen. Weder dem „Subjekt“ noch dem „Objekt“ kommt selbständige Realität zu; jede Existenz beruht auf Wechselwirkung und ist relativ.

Wie alles sozial Bedingte hat das Erkannte sein eigenes, vom Individuum unmittelbar unabhängiges Leben, seine Eigenschaften, seinen zeitlichen und örtlichen Stil, folglich sein eigenes Schicksal.

Auch der Schizophrenie, dessen asozialer Augenblickswirklichkeit, Aussprüche wie „1—2—3 das ist Apotheke, das ist Buchs, Rio de Janeiro“ entspringen, gebraucht sozial entstandene Begriffe. Doch seine Wirklichkeit bleibt für andere — und wahrscheinlich auch für ihn selbst im nächsten Augenblicke — verschlossen. Sie ist wohl für niemanden dauernd wichtig.

Es gibt aber stilvolle Wirklichkeiten, die auf erster, langer Arbeit großer Gruppen und großer Männer aufgebaut sind, in deren Sinn man lebt und für die man stirbt. Sie entstehen, blühen, dauern, verkümmern — führen ihr eigenes Leben wie eine Regierungsform, oder wie soziale Einrichtungen. Eine treffende Illustration der relativen Unabhängigkeit des Erkannten vom Individuum bildet der Umstand, daß oft verschiedene Personen die gleiche Entdeckung oder Erfindung unabhängig voneinander gleichzeitig machen. Erkenntnisse werden von Menschen gebildet, aber auch umgekehrt: sie bilden ihre Menschen. Es wäre einfach töricht, zu fragen, was hier „Ursache“ und was „Wirkung“ ist.

Einst gab es eine große Wissenschaft, die zu beinahe allen Wissenszweigen der damaligen Zeit Beziehungen hatte, auf solidem theoretisch-philosophischem Fundamente ruhte und auf das politische, wirtschaftliche und persönliche Leben den größten Einfluß hatte. Ich glaube, daß es weder früher, noch später eine so allgemein herrschende Wissenschaft gab; auf allen Gebieten erklärte sie Vergangenes, bestimmte Gegenwärtiges und ließ auch Zukünftiges voraussehen. Diese Wissenschaft hieß Astrologie. Heute führt sie nur noch im Denken mancher Ungebildeter und Entgleister ihr kümmerliches Dasein, das sich zu ihrer früheren Größe so verhält wie unsere Eidechse zum Dinosaurus. Sie wurde vom anders gebauten System des sozialen Denkens abgelöst, nämlich von den Naturwissenschaften. Es gab bestimmt immer naturwissenschaftliches Denken. Es ist bei den Handwerkern zu suchen, bei den Seeleuten, den Wundärzten, den Schindern, den Gärtnern, und wohl auch bei den spielenden Kindern. Dort, wo ernste oder spielerische Arbeit von Vielen verrichtet wurde, wo sich gemeinsame und entgegengesetzte Interessen immer wieder trafen, war diese einzige demokratische Denkart unentbehrlich.

Ich nenne die naturwissenschaftliche Denkart demokratisch, denn sie beruht auf Organisation

und jederzeitigem Unterkontrolle stehen, lehnt das Privileg der göttlichen Herkunft ab und will jedem zugänglich und nützlich sein. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß jede Demokratie ihre kleinen Lügen hat; man will eben eine imponierende, majestätische Regierung, nicht bloß eine nützliche und kluge. Deshalb gibt es Orden, Titel, Fahnen und Präsidenten. Die Naturwissenschaften haben deshalb ihre Naturphilosophie und ihre Weltanschauung.

Wenn von Naturwissenschaften die Rede ist, vergißt man meist, daß es eine naturwissenschaftliche, lebendige Praxis gibt und parallel eine papierene offizielle Gestalt.

Diese zwei Welten sind aber oft so verschieden, wie die Praxis der demokratischen Regierung und ihre offizielle Theorie. Sicherlich kann es nicht anders sein, aber aus dieser natürlichen Dysharmonie erwachsen wichtige Mißverständnisse. Man verwechselt die Naturwissenschaften, wie sie sind, mit den Naturwissenschaften, wie sie sein sollen oder eigentlich, wie man sie haben wollte. Die Praxis der Naturwissenschaften läßt sich aber aus keinem Buche kennenlernen, denn ihre übliche Art und Weise wird verschwiegen. Sie enthält all die kleinen „Abweichungen“, von welchen man absieht, die „Ausnahmen“, die ja nur die Regel bestätigen sollen, das „Zufällige“ und „Unwesentliche“, „die unumgänglichen Fehler“. Dies sind die gebrauchten Redensarten, die immer zur Verfügung stehen, wenn man die Regel retten will und soll.

Diese Phrasen sind unumgänglich, trotzdem man den reichen, freien Strom der Möglichkeiten durch enge Pforten (auf Verantwortung der Väter erbauer) gedanklicher und materieller Instrumente hindurchzwängt.

Dies alles gibt Gelegenheit für eine deutliche, wenn auch geringe Umformung im Vergleich mit dem offiziell Verlangten. Die geringen Umformungen werden integriert und wachsen auf diese Weise, denn sie sind nicht chaotisch, sondern tragen das Gepräge der Tradition, des wissenschaftlichen Augenblickes und des persönlichen Denkstils des Forschers — was jeder in der Praxis weiß, in der Theorie jedoch vergißt. Für die nächste Generation werden sie bereits zu Tatsachen.

Die tägliche Praxis lehrt auch, daß schon die „einfachste“ (heute einfachste) Tätigkeit, wie z. B. Messen oder Wägen, eine Kunst ist, die gelehrt werden muß und die man auch manchmal nie erlernen kann. Auch die so ausgearbeitete und viel geübte Wassermannreaktion ist schließlich eine Kunst, deren Wert viel mehr davon abhängt, wer sie ausführt, als davon, nach welcher Methode sie ausgeführt wird — wie unlängst einer der besten Serologen (EISENBERG) sich geäußert hat.

Nicht bloß die Art und Weise der Lösungen unterliegt dem wissenschaftlichen Stil, sondern auch die Wahl der Probleme, und zwar in erhöhtem Grade. Nun ist aber die Reihenfolge der Lösungen von ganz gewaltigem Einfluß auf den

Lauf der Wissenschaft, denn sie bestimmt die Entwicklung technischer Möglichkeiten, die Erziehung zukünftiger Forscher und Bildung naturwissenschaftlicher Begriffe und Vergleiche.

Es erübrigt sich hier Beispiele anzuführen, denn jeder kennt tausende und könnte ganze Erkenntnisreihen anführen, welche in der Methode und dem Stil der Lösung den Stempel der Epoche und der Persönlichkeit des Forschers tragen. War die Individualität stark genug und hatte sie nicht nur Pfadfinder- sondern auch Anführereigenschaften, dann wird ihr Stil allgemein und wird in den Bestand der Wissenschaft aufgenommen. Auf diese Weise wird der naturwissenschaftliche Stil und die anerkannten wissenschaftlichen Bräuche zum mitbestimmenden, die naturwissenschaftliche Wirklichkeit formenden Agens. Wieviel Konventionelles, Taktgemäßes, Intuitives dieses Agens enthält, folgt aus der einfachen Wahrheit, daß es eine allzu große Konsequenz geben kann, die zur Einseitigkeit führt, und einen allzu großen Kritizismus, der Unfruchtbarkeit schafft. Es muß Maß gehalten werden; der Zweck der Untersuchung ist dafür bestimmend. Selbst das Wägen und Messen geschieht verschieden, je nach dem Zweck, welchem es dienen soll. Und wenn auch das „Allergenaueste“ heute im Prinzip zu jedem Zweck anwendbar (nur unökonomisch) erscheint, so glaube ich, daß manche Gesetzmäßigkeit, wie z. B. das BOYLE-MARIOTTESCHE Gesetz, das STOFFERHALTUNGSGESETZ oder die Gesetze der klassischen Mechanik nie gefunden wären, wenn die dazu nötige Ungenauigkeit der Beobachtung und des Messens unmöglich wäre. Es ist aber nicht gleichgültig, ob ein Gesetz überhaupt nicht geprägt wird, oder ob es „ergänzt“ und „begrenzt“ wird, nachdem es lange Jahre hindurch auf die Gestaltung der Wirklichkeit und der Menschen eingewirkt hatte.

Noch sinnfälliger ist die Zweckabhängigkeit der naturwissenschaftlichen Wahrheiten auf Gebieten, auf welchen man je nach dem Zweck der Untersuchung zu abweichenden und heute nicht austauschbaren Wahrheiten gelangt: z. B. in der Bakteriologie, wo es einen botanisch-genetischen und einen ärztlich-epidemiologischen Standpunkt gibt. Ich führe als Beispiel des epidemiologischen Standpunktes den Aufsatz von Prof. FRIEDEMANN über das Scharlachproblem (Klin. Wschr. 1928, Nr 48, 2280), an. Verfasser ist der Ansicht, daß nach dreimaligem negativen bakteriologischen Befunde die Rekonvaleszenten nicht mehr ansteckungsgefährlich sind. *„Allerdings liegen auch einige abweichende Befunde vor. Auf dem Königsberger Scharlachkongreß hat ELKELES berichtet, daß unter 7 Heimkehrfällen 3 von Patienten ausgingen, die mit dreimaligem negativen Abstrich entlassen waren. Ich möchte vermuten, daß die von Elkeles angewandte Methodik eine Erklärung für dieses von unseren und anderen Erfahrungen abweichende Resultat gibt. Es ist nämlich auffallend, daß Elkeles bei frischen Scharlachfällen nur in 84 % hämolytische Streptokokken fand, während fast alle übrigen Autoren*

fast in 100 % hämolytische Streptokokken nachweisen konnten.

Elkeles gibt an, daß er nur solche Streptokokken als hämolytische betrachtet habe, die auf der Blutplatte einen völlig einwandfreien hämolytischen Hof zeigten. Mir scheint es mit Rücksicht auf den praktischen Zweck, den diese Untersuchungen verfolgen, richtiger, in zweifelhaften Fällen lieber die Diagnose auf hämolytische Streptokokken zu stellen, als sie abzulehnen. Denn im letzteren Fall kann ein Irrtum von folgenschwerer Wirkung sein, und es erscheint mir naheliegend, daß Elkeles infolge seiner rigorosen Ablehnung aller zweifelhaften Kolonien wirklich vorhandene Scharlachstreptokokken unberücksichtigt gelassen hat.“ Es ist also der allzu rigorose und deshalb einseitige Standpunkt für praktische Epidemiologie unbrauchbar. Der „unumgängliche Fehler“ wird hier zweckgemäß und wissentlich durch einen zweiten kompensiert.

Es gibt aber außer dieser Abhängigkeit vom speziellen Zweck einer Untersuchung, der für die naturwissenschaftliche (wie für jede) Wirklichkeit mitbestimmend wirkt, auch eine allgemeine Wirkung des Beobachtens und Untersuchens selbst: „Das Quantenpostulat bedeutet, daß jede Beobachtung atomarer Phänomene eine nicht zu vernachlässigende Wechselwirkung mit dem Messungsmittel fordert, und daß also weder den Phänomenen noch dem Beobachtungsmittel eine selbständige physikalische Realität im gewöhnlichen Sinne zugeschrieben werden kann. Überhaupt enthält der Begriff der Beobachtung eine Willkür, indem er wesentlich darauf beruht, welche Gegenstände mit zu dem zu beobachtenden System gerechnet werden.“ (BOHR, Naturwiss. 1928, H. 15.) Der Satz gilt für jede Beobachtung beliebiger Phänomene, nur ist die Wechselwirkung mit den Beobachtungsmitteln sonst verhältnismäßig sehr geringfügig. Wenn aber das „Bearbeiten“ der Phänomene, mit welchen auch immer Mitteln, Jahrhunderte dauert, wird dann die Wirkung nicht bedeutsam? Beobachten, Erkennen, ist immer ein Abtasten, also wörtlich Umformen des Erkenntnisgegenstandes. —

Das ist die tägliche Praxis der Wissenschaft. Hier überwiegt das soziale und das historisch-traditionelle Moment. In großen, schöpferischen Augenblicken ist aber die neuentstehende Wissenschaft einfach künstlerische Schöpfung, die man überhaupt nur bewundern und gar nicht „beweisen“ und „sachlich“ determinieren kann. Denn es gab und gibt nie ein wissenschaftliches Bedürfnis grundsätzlicher Veränderungen, weil jeder Augenblick stets allzuviel grundsätzlichen Fundamentes hat. Und es findet sich im gegebenen Momente nie ein Maßstab für das Große.

Ich denke z. B. an VESALS Einfall, auf eine vollständig ausgebaute, hundertprozentig lückenlose, geachtete Wissenschaft zu verzichten und eine neue, aus verworrenen, unsteten, veränderlichen, verflochtenen Fleischmassen konsequent zu bauen, deren bloße Berührung des damaligen Wissenschaftlers unwürdig war.

Wenn wir diese Tat richtig einschätzen wollen, müssen wir uns den Augenblick ins Gedächtnis rufen, in dem wir zum erstenmal vor einer Leiche standen. Kam nicht jedem damals der Prosektor wie ein Bildhauer vor, der den beabsichtigten Bau des Körpers einfach modelliert, aus der Leiche herauschneidet, kilogrammweise „Unwesentliches“ wegwerfend, um fadendünn, kaum sichtbares Geäder hervorzubringen, das er für einzig wichtig erklärt, mit großen Namen belegt und so erst zur Existenz beruft? War uns nicht damals unser bißchen Bücheranatomie viel evidentere als diese praktische Zergliederungskunst?

Der heutige Prosektor ist nur ein Nachahmer seines Lehrers. VESALIUS hatte aber keine Lehrer. Er mußte nach eigener Eingabe modellieren, kämpfend gegen das viel evidentere Wissen der mächtigen der damaligen Wissenschaft, gegen eigene mystische Scheu vor dem Leichnam, die in der Gruppierung seiner Figuren noch sichtbar ist, und gegen seine tief verborgene Achtung vor GALEN und der Tradition, die manchmal sein Urteil trübte¹.

So formte er und schnitt alles weg, was künftighin für lange Zeit unwesentlich wurde; das Fett und Bindegewebe — und alte gemütsvolle Zusammenhänge, die durch seine Arbeit als „Aberglaube“ wegfielen. So formte er den Bau des Körpers und naturwissenschaftliche Begriffe.

Dies war eine schöpferische Tat, durch keine papierene Syllogismen oder verstandesmäßige Gründe bewiesen. Die herrschende Wissenschaft hatte kein Bedürfnis nach ihr, denn sie wollte in ihrer gedankenreichen Anatomia imaginabilis verharren. So schreibt z. B. BARTHOLOMÄUS EUSTACHIUS 1546, er wolle lieber mit GALEN irren, als von den Neuerern die Wahrheit annehmen. JOHANN PHIL. INGRESSIAS will (um 1600) „in quibus omnibus veteres defendere interpretando, elucidare atque excusare...“ Und man hat die Alten mit tausend Kunststücken verteidigt. BAUHIN hat z. B. GALEN sogar die Entdeckung seiner Valvula geschenkt — um nur gegen ihn nicht aufzutreten.

Es war kein Kampf um Einzelheiten, um „Tatsachen“, sondern es ging um die traute Wirklichkeit, um den heiligen Glauben, der zu verteidigen, nicht zu beweisen war. Es kommt ein Neuerer und heißt frevelhaft auf eigene Kräfte vertrauen, läßt durch einfache Arbeit eine Wissenschaft bauen, kontrollieren, entwickeln — an Stelle der vom Anfang an fertigen, unwandelbaren Lehre des gottbegnadeten Meisters, die so viele tiefe Beziehungen zum gesamten Wissen hatte. Wie ärmlich war dagegen VESALS Anatomie!

Es war der Kampf um das Demokratische, und VESAL schuf dazu die Methode, den gedanklichen Stil, er schuf also die Grundsteine der demokratischen, von tiefer Mystik, gemütsvoller

¹ Siehe M. rectus abdominis und Mm. scaleni auf Tafel 5 und 6 seiner Anatomie.

Poesie, von großen Affekten freier, allgemeiner Wirklichkeit.

Denn Naturwissenschaft ist die Kunst eine demokratische Wirklichkeit zu formen und sich nach ihr zu richten — also von ihr umgeformt zu werden. Es ist eine ewige, vielmehr synthetische als analytische, nie fertig zu machende Arbeit, ewig, wie die Arbeit des Stromes, der sein Bett formt¹.

Das ist die wahre, lebendige Naturwissenschaft. Das Schöpferisch-synthetische und das Sozialhistorische an ihr darf man nicht vergessen.

Anders ihr offizielles Idealbild: das ist naiv und schön. Hierher gehört das Absolute, die dritte Wirklichkeit RIEZLERS. Jenes ist Leben und Arbeit des Naturforschers, dies seine Religion.

Es ist schön, wenn einem Künstler während der Arbeit sein Werk als Vision von unerreichbarer Vollendung vorschwebt. Es ist aber naiv, nicht zu wissen, daß diese Vision nichts Absolutes ist, sondern eben am meisten vom Subjekt und vom Moment abhängig. Man vergesse nicht, daß es überhaupt keine gewordene Wissenschaft gibt, sondern immer nur eine werdende. Jede Lösung ist ein neues Problem, so, wie umgekehrt jedes formulierte Problem schon einen Teil seiner Lösung enthält. Manche Gebiete der Naturwissenschaft liegen nach Jahren heftiger Entwicklung brach, wie z. B. heute die Anatomie, oder die zu Zeiten KEPLERS und TYCHO BRAHES so lebendige Astronomie. Sie scheinen fertig, tot. Aber eines Tages werden sie wieder lebendig, von anderem Standpunkt beleuchtet, mit neuen Begriffen wieder aufgenommen, durch neue Bedürfnisse begehrenswert — und sind dann so frisch und „herrlich wie am ersten Tag“.

Wir nähern uns der idealen „absoluten“ Wirklichkeit nicht einmal asymptotisch, denn unauf-

¹ VESALS Beispiel ist sehr einfach. Man vergleiche die gewundenen Wege der Geburt der Chemie (Phlogiston!), ihrer Entwicklung im materialistischen Zeitalter und heute. Wie vieles konnte da ganz anders werden — wenn nur einfach z. B. eine andere Reihenfolge der Entdeckungen stattgefunden hätte. Bestimmt könnte man da ganz andere Begriffe bilden, z. B. den Begriff des Elementes, sie ganz anders verbinden, d. h. eine andere Wirklichkeit bauen und doch mit keiner „Tatsache“ in Widerspruch geraten.

Das Gewicht — so wichtig eine lange Zeit — ist von LAVOISIER eingeführt worden als Selbstverständliches, ohne jeden „Beweis“ oder Begründung, trotzdem SPIELMANN (1763) in jenem Zeitpunkte mit Recht jeden Schluß aus Gewichtsverlust oder Gewichtsgewinn verneinte, „da bis jetzo die wahre Ursache der Schwere den Physikern noch unbekannt ist“. Auch SAGE hatte nach dem damaligen Stand der Wissenschaft recht, als er LAVOISIERS Theorie der Zusammensetzung des Wassers für unhaltbar hielt, denn „so müßte man die entzündliche Luft zugleich als Sohn und als Vater des Wassers ansehen“.

LAVOISIER schuf einfach einen eigenen Elementbegriff — durchaus nicht den einzig möglichen — und einen eigenen Zusammensetzungsbegriff. Beide erwiesen sich nachher als allgemein annehmbar und sind es bis heute.

hörlich ändert, erneuert sie sich und entfernt sich in gleichem Maße von uns, wie wir vorwärts schreiten. Es ist ein erträumtes Ideal, dessen Inhalt einzig durch Verneinung, durch die Sehnsucht nach anderem bestimmt wird. Besitzt es nicht ebensowenig oder ebensoviel Realität, wie das Ideal des Schönen oder des Guten? Ist es nicht genau so von Zeit, Ort, Kultur und Person abhängig? Vor einigen Jahrhunderten war anderes gut als heute, ebenso auch anderes wahr. Sind wir denn heute am Endpunkt der Entwicklung angelangt? Sicherlich nicht. Glücklicherweise nicht. Aber auch dann wären unsere Ideale durch ihre Entwicklung historisch bedingt, also nie absolut.

Das Streben nach dem Erkennen des Absoluten beruht auf einem sonderbaren Mißverständnis: ist es nicht dasselbe, als wollte man eine jungfräuliche Dschungel erschließen, ohne ihren jungfräulichen Zustand zu verändern?

Aus der Existenz der naturwissenschaftlichen Gesetze, deren Inhalt sich aus dem bloßen philosophieschulthen Verstande des heutigen Europäers nicht ableiten läßt, kann man auf keine absolute Wirklichkeit schließen. Es gibt ja auch ethische Gesetze, kaufmännische Sitten, politische Unsitten¹, die sich aus keinem heutigen Verstande ableiten lassen. Soll ich auch hier an eine „absolute Existenz“, an einen deus ex machina glauben, dessen Abbild in den Gesetzen und Regeln sich wieder spiegelt? Ich sehe keinen prinzipiellen Unterschied, denn es gibt kein Gesetz ohne Ausnahmen, alle sind kulturbedingt, also entwickelungsbedingt, durch andere ersetzbar, sind sinnvoll oder unsinnig, je nach dem Standpunkt des Kritikers.

Wovon soll die absolute Wirklichkeit unabhängig sein? Will man sie vom Menschen unabhängig haben, so denke man daran, daß sie dann auch für Menschen unnütz wäre.

Will man sie vom Individuum unabhängig haben, so baue man sie sozial bedingt, also abhängig von der Mitarbeit und Mitteilung vieler, möglichst vieler Individuen. Man baue sie demokratisch, und rechne damit, daß sie dann auch viel weniger zeitabhängig wird, weil die Masse sich langsamer, aber auch konsequenter entwickelt. Das ist der Weg der Naturwissenschaften.

Will man sie vom sog. „Schein“ unabhängig machen, so denke man daran, daß jeder „Schein“ nur der Ausdruck der gegenseitigen Beziehungen einer Anzahl der Erkenntniselemente ist. Derselbe Ausdruck, großgezüchtet, bildet dann das, was man „ehernes Gesetz“ nennt. Es gibt keinen grundsätzlichen Unterschied zwischen „Schein“ und „Wahrheit“, sondern nur einen Entwicklungsunterschied.

Scheint ein Gegenstand klein in der Ferne und groß in der Nähe, so darf man im allgemeinen nicht fragen, wie er denn „in Wirklichkeit“ ist. Die Naturwissenschaften folgern aus dieser Scheinerkenntnis die Gesetze der Perspektive und er-

¹ D. h. deskriptive, nicht normative Gesetze der kaufmännischen bzw. politischen Wirklichkeit.

ledigen die Frage durch Vergleichen mit einem Maßstabe in gleicher Entfernung. Dies ist natürlich nicht die erwartete Lösung, denn nun könnte man fragen, wie groß eigentlich ein Meter ist, so wie ich ihn in der Ferne sehe, oder so, wie er in der Nähe erscheint? Und das wäre, wie jede Versteifung auf „Wesen und Dinge“, wie jedes Suchen des „Dinges an sich“, keine Naturwissenschaft, denn es kann keine demokratische, allgemein gültige, affektfreie Antwort darauf geben. Diese Frage erheischt des Wunders des Glaubens, des „Als-Ich-Erlebens“; dies aber bietet das naturwissenschaftliche Denken nicht, weil es sonst undemokratisch und unverwendbar im nüchternen Leben wäre.

Wollte man endlich unter „absolute Wirklichkeit“ die inhaltsreichste Sammelwirklichkeit verstehen, aus der sich jede andere ableiten ließe, dann müßte man entweder auf den Satz vom Widerspruch verzichten oder ein allgemeines Prinzip „der reziproken Unsicherheit“ gelten lassen. Jedenfalls müßte unsere Logik umgebaut werden, worüber die Zukunft entscheiden wird.

Ich glaube also, daß man das Ideal der absoluten

Wirklichkeit als Vision des nächsten Werktages hochschätzen, ja lieben soll, aber es darf nie als Maßstab des vorigen Tages verwendet werden. Dazu ist vielmehr Wissensanschauung als Weltanschauung nötig.

Wir haben gegenwärtig das Glück, das Schauspiel der Geburt, der Erschaffung eines neuen Gedankenstils zu erleben. Man lasse den Schaffenden, den Fachleuten, freie Bahn!

Vieles wird über kurz oder lang anders werden: das Kausalitätsgesetz, der Objektivitäts- und Subjektivitätsbegriff. Anderes wird man von wissenschaftlichen Auflösungen fordern und andere Probleme für wichtig halten. Viel Bewiesenes wird sich als unbewiesen zeigen, und viel Unbewiesenes überflüssig.

Man wird anders zum Leben erziehen, Leben und Kunst anders gestalten. Man wird eine neue, zeitgemäße Wirklichkeit schaffen.

Wozu plumpe Metaphysik, wenn die Physik von Morgen jede Phantasie überflügeln wird?

Man lasse freie Bahn der Arbeit von Fachleuten und halte im eigenen Denken freien Platz für die Zukunft!

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *Zuschriften* oder im Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken. Bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Acetylenoxyde und α -Lactone.

Ungesättigte Ringsysteme mit niedrigerer Gliedzahl als der von fünf und sechs Atomen sind bisher selten beobachtet worden, solche, die Sauerstoff neben Kohlenstoff enthalten, unseres Wissens überhaupt noch nicht. Es dürfte deshalb Interesse erregen, daß es uns gelungen ist, die Existenz von Verbindungen festzustellen, in denen neben zwei Äthylenkohlenstoffatomen ein Sauerstoffatom den Ring bildet. Solche Verbindungen können in Analogie zu den Äthylenoxyden als Acetylenoxyde bezeichnet werden. Mit Sicherheit festgestellt wurden aus dieser neuen Verbindungsklasse bisher das Mono- und das Diphenylacetylenoxyd, ferner noch analoge Ringsysteme, die neben der Phenylgruppe sauerstoffhaltige Reste wie

die Oxy- und Alkoxygruppe enthalten. Letztere Verbindungen dürfen ein besonderes Interesse beanspruchen, weil sie Enolformen eines Vertreters der lange gesuchten Körperklasse der α -Lactone, nämlich desjenigen der Mandelsäure darstellen. Das α -Lacton der Mandelsäure ist eine Verbindung mit ausgesprochenen Säureeigenschaften. Die Verbindungen wurden auf verschiedenem Wege erhalten teils aus halogenierten Ketonen, das α -Lacton auch aus der Phenylchloroessigsäure. Ferner erhielten wir noch eine größere Zahl von Verbindungen, die als Dimere und Trimer der genannten angesprochen werden können.

Freiburg i. Br., Chemisches Universitätslaboratorium, den 31. April. 1929.

W. MADELUNG und M. E. OBERWEGNER.

Besprechungen.

Anleitung zur Niederschrift und Veröffentlichung medizinischer Arbeiten. Bearbeitet unter Zugrundelegung der amerikanischen Ausgabe von *The art and practice of medical writing* von G. H. SIMMONS und M. FISHBAIN. Berlin: Julius Springer. VII, 86 S. 13 × 19 cm.

Im Jahre 1891 erschien unter dem Titel „*Allerhand Sprachdummheiten*“ eine kleine deutsche Grammatik des Zweifelhaften, des Falschen und des Häßlichen. Sie beginnt mit den Worten: „Seit einigen Jahren sind uns plötzlich die Augen darüber aufgegangen, daß sich unsere Sprache in einem Zustande der Verwilderung befindet.“ Die Einleitung spricht davon, mit welcher Achtlosigkeit die Deutschen und besonders die deutschen Gelehrten mit ihrer Sprache umgehen, und nicht nur beim Sprechen, sondern besonders auch beim Schreiben. Der Sinn für die Form fehle den allermeisten, und fast niemand, der einen Aufsatz zu schreiben hat, sei sich

darüber klar, daß er die Pflicht zur Redaction des Geschriebenen habe. Das Buch war von G. WUSTMANN, einem Stadtbibliothekar und Direktor des Ratsarchivs in Leipzig. Es war mit so großer Eindringlichkeit und so überzeugend geschrieben, daß OTTO GILDEMEISTER, der Dante-Übersetzer, der selber ein Sprachmeister allerersten Ranges war, für die damals bekannteste Wochenschrift „*Die Nation*“ eine Besprechung schrieb, um auf die Notwendigkeit und Nützlichkeit des Buches hinzuweisen.

An dieses Buch wird man erinnert, wenn man die „*Anleitung zur Niederschrift und Veröffentlichung medizinischer Arbeiten*“¹ auch nur flüchtig durchblättert. Es ist nur ein kleines Buch von etwa 5 Bogen kleinen Formates, und es ist an Reichhaltigkeit daher mit dem von WUSTMANN nicht zu vergleichen, aber es

¹ Die Verlagsbuchhandlung Julius Springer ist bereit, Interessenten die Schrift unentgeltlich zuzusenden.

erwirbt sich das Verdienst, wieder einmal auf die Schäden hinzuweisen, die unser deutsches Schrifttum heute noch ebenso zeigt wie damals. Es ist überaus interessant, daß das Buch seinen Ursprung einem amerikanischen Original verdankt — ein Beweis dafür, daß die Achtlosigkeit der Sprache gegenüber sich nicht auf Deutschland beschränkt. Die Ähnlichkeit des Übelstandes in Amerika und in Deutschland ist hier so groß, daß man das von den amerikanischen Autoren G. H. SIMMONS und M. FISHBAIN stammende Buch mit entsprechender Bearbeitung als auch für deutsche Verhältnisse geltend ansehen darf. In seinem Titel spricht es zwar nur von der Niederschrift medizinischer Arbeiten, aber es hätte mit Fug und Recht heißen können „Anleitung zur Niederschrift naturwissenschaftlicher Arbeiten“. Es beschäftigt sich zunächst eingehend damit, welche Arbeiten überhaupt zur Veröffentlichung geeignet sind, ferner mit dem Stil, dem Thema, dem Aufbau des Manuskriptes, der Wahl des richtigen Ausdruckes und dergleichen mehr. Über jedes einzelne dieser Kapitel könnte man ein ebenso umfangreiches Buch schreiben, wie es für alle zusammen hier vorliegt. Jedes Kapitel bringt charakteristische Beispiele teils für die Achtlosigkeiten, mit denen die einzelnen Autoren die Sprache behandeln, teils für die völlige Unkenntnis der Ansprüche, die jeder für die Verstöße empfindliche Leser an ein lesbares Manuskript stellen wird. Als eines der zahlreichen Beispiele für leere Worte oder nach einem Goethe-Worte für „geschriebenes Geschreibe“ bringen wir die Einleitung zu einer Arbeit über die Wandlungen in der Medizin:

„Alles Absolute wird letzten Endes zur Relativität, und alles Qualitative erscheint bei letzter Zerlegung als Quantität, Proportion und Konstellation! Jedem wissenden und konsequenten Denker hat diese Erkenntnis wohl schon zu Zeiten gedämmert, die noch meilenfern lagen jenen radikal umstürzenden Ergebnissen . . .“

Das Kapitel über den *Stil* enthält das folgende Beispiel:

„Ein Denken, welches die Gestirne treibende, die Wandervogel und die Menschen bewegende Macht im Weltall, den inneren Druck, den wir von einer Handlung als ‚Absicht‘ fühlen, und den Druck des Steines auf

seine Unterlage nicht für so wesentlich verschieden hält, daß es unerlaubt bleiben müßte, für dies alles wenigstens in gewisser Rücksicht auch denselben Namen zu gebrauchen. Ist z. B. unser eigener Körper in Wechselwirkung mit einer Masse m , empfinden wir einen von der Größe $m q$ abhängigen ‚Druck‘. Deshalb kann auch für $m q$ die Bezeichnung Druck gebraucht werden, und dies geschieht auch: man spricht dann von Gleichheit des Druckes und Gegendruckes zweier beliebiger Körper usw.“

Aus dem der Grammatik gewidmeten Abschnitt ließen sich zahlreiche Beispiele anführen. Wir begnügen uns mit dem Satze:

„Der plötzliche Tod bei Thymusvergiftung ist in seiner Ursache kaum haltbar.“

Wenn man aber gar erst auf kleinere Stilblüten eingeht, wie auf den *imperiösen Harndrang*, den *Elan des cerebralen Ansturmes*, die *eviscerierte Spinalkatze* und dergleichen mehr, so ist der lehrreichen Beispiele, die das Buch bringt, überhaupt kein Ende.

Schließlich enthält das kleine Buch einige höchst wichtige Angaben über die durch Abbildungen verursachten Kosten in Deutschland. Es ist im allgemeinen nicht üblich, den Verfasser mit den Kosten der Abbildungen zu belasten, während in Amerika bei farbigen Abbildungen, falls die Herausgeber ihrer Wiedergabe zustimmen, die Kosten zu gleichen Teilen auf die Association Press und den Verfasser verteilt werden. Halten die Herausgeber aber eine Schwarz-Weiß-Reproduktion für ausreichend, so muß der Verfasser, falls er auf der farbigen Wiedergabe besteht, die Gesamtkosten tragen. In Deutschland wird das den Verfassern erspart, und der Verleger trägt die Kosten. Aber das wirkt naturgemäß auf den Preis der Zeitschriften ein. Wie sehr die Erhöhung der Druckkosten dabei von der Abbildungsart (schwarz-weiße oder farbige Wiedergabe, Strichätzung oder Autotypie) abhängig ist, zeigt eine in dem Buch angeführte Tabelle. Wer diese Tabelle auch nur oberflächlich ansieht, wird wahrscheinlich eine ausreichende Erklärung darin finden, warum deutsche Zeitschriften, namentlich Archive, pro Druckbogen wesentlich teurer sein müssen als die amerikanischen.

A. BERLINER, Berlin.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Über das Problem des Atomkerns¹. Um die sehr einfache Betrachtungsweise zu rechtfertigen, die im folgenden auf das Verhalten der im Atomkern gebundenen Bestandteile angewandt werden soll, möge zunächst erinnert werden an eine Theorie, die BOHR im Jahre 1913 aufgestellt hat, um das Bremsvermögen von Atomen für α -Strahlen zu erklären. Diese Theorie ging auf die Annahme zurück, daß ein α -Teilchen, das z. B. in Luft fliegt, seine Energie allmählich verliert, indem es dieselbe an die außen an den Atomen gebundenen Elektronen abgibt und daß dabei die Wirkung jedes dieser Elektronen gleichkommt der Bremswirkung einer elastisch an eine Ruhelage gebundenen Partikel von der Ladung e und der Masse m . Für die Frequenz ν_0 der freien Schwingung dieser Teilchen sollten die optischen, bzw. die Röntgenfrequenzen eingesetzt werden. Die Theorie zeigte eine sehr gute Übereinstimmung mit der Erfahrung; sie ist später verfeinert worden, ohne daß die Übereinstimmung mit der Erfahrung sehr stark vervollkommenet worden wäre. Die Tatsache, daß schon

die ursprüngliche Theorie so gute Resultate geliefert hat, ist wohl nicht zufällig, sondern sie ist darin begründet, daß in Wirklichkeit jedes irgendwie im Atom gebundene Teilchen, was sein Verhalten bei Absorption und Emission von Strahlung und sein Verhalten äußeren Feldern gegenüber anbetrifft, als äquivalent betrachtet werden kann mit einem harmonischen Oszillator entsprechender Ladung, Masse und Schwingungsfrequenz (bzw. mit einem System von solchen Oszillatoren). Diese Tatsache gilt prinzipiell für alle optischen und auch für die Röntgenfrequenzen und sie findet ihren vielleicht stärksten Ausdruck in der Matrizenmechanik. Dort werden ja bekanntlich gerade diese Ersatzoszillatoren an Stelle von Koordinaten verwendet.

Da also diese Äquivalenz beim äußeren Aufbau des Atoms prinzipielle Gültigkeit beansprucht, so wird man sich fragen, ob nicht wenigstens bis zu einem gewissen Grade etwas Ähnliches der Fall ist, wenn es sich um das gegenseitige Verhalten der im Kern gebundenen Bestandteile handelt. Es mögen daher einige Zusammenhänge angegeben werden, die sich ergeben, wenn man solche Betrachtungen durchführt. Diese Erörterungen werden betreffen:

Die Polarisierbarkeit der Atomkerne.

¹ Vortrag, gehalten in Ludwigshafen a. Rh. am 27. Oktober 1928 bei der Tagung der Gauvereine Baden und Württemberg der Deutschen Physikalischen Gesellschaft.

Die γ -Strahlung (deren Frequenz, Intensität und Schärfe).

Energieübertragung bei Kernstößen.

Stabilitätsfragen.

Die Ergebnisse von Versuchen über die Ablenkung von α -Strahlen durch die Atome leichter Elemente lassen sich nach DEBYE¹ und HARDMEIER erklären, wenn man annimmt, daß die Kerne der getroffenen Atome unter dem Einfluß der starken Felder der auftretenden α -Teilchen deformiert werden, ein elektrisches Moment (m) erhalten². Die Größe dieses Momentes läßt sich nun leicht in Zusammenhang bringen mit der Ladung, Masse und Eigenfrequenz der im Kern gebundenen Teilchen. Für ein konstantes äußeres Feld \mathcal{E} wäre z. B.

$$\frac{m}{\mathcal{E}} = \alpha = \frac{1}{4\pi^2} \frac{e^2}{m} \cdot \frac{1}{\nu_0^2}$$

Für ein nicht konstantes Feld, wie es bei einem Stoß vorliegt, kompliziert sich die Rechnung³ ein wenig, aber im Prinzip ist das Problem dasselbe. Es ist also klar, daß man imstande sein wird, aus der beobachteten

Polarisierbarkeit auf die Größe $\frac{e^2}{m}$ der im Kern ge-

bundenen Teilchen zu schließen, wenn man für die Frequenz ν_0 die beobachteten Frequenzen der γ -Strahlen einsetzt, z. B. etwa 10^{20} sec^{-1} . Beim Einsetzen der

Zahlen sieht man dann, daß für $\frac{e^2}{m}$ ein Wert resultiert,

der einem He- oder H-Kern entspricht. Man wird also den Schluß ziehen: Wenn die Teilchen, welche an der Polarisierbarkeit der Kerne schuld sind, identisch sind mit den Teilchen, die die γ -Strahlen aussenden, so werden die γ -Strahlen aller Wahrscheinlichkeit nach von H- oder He-Teilchen erzeugt.

Wenn diese Aussage über den Ursprung der γ -Strahlung als richtig betrachtet wird, so ergibt sich sofort eine Voraussage über zwei weitere Eigenschaften der γ -Strahlung. Die eine betrifft die Stärke der zu erwartenden γ -Absorptionslinien. Man sollte nämlich erwarten, daß bei Vorhandensein von N Atomkernen in der Volumeneinheit eine γ -Absorptionslinie unter anderem dadurch charakterisiert ist, daß der Flächeninhalt $\int \epsilon_\nu d\nu$ der Absorptionskurve (das Integral über die Linie erstreckt) gleich $N \frac{\pi e^2}{mc}$ sein wird. Dieses Er-

gebnis soll später noch verwendet werden. Die andere Voraussage betrifft die Breite der γ -Linien. Die Halbwertsbreite ν' der Linie sollte, wenn keine andere verbreiternden Ursachen hinzukommen als die natürliche

Ausstrahlung, gegeben sein durch $\nu' = \frac{4\pi e^2 \nu^2}{mc^3}$. Dies läßt sich an der Erfahrung⁴ prüfen. Die beobachtete Halbwertsbreite der γ -Linien (die allerdings noch kein

¹ P. DEBYE und W. HARDMEIER, Physik. Z. 27, 196 (1926) und W. HARDMEIER, Physik. Z. 28, 181 (1927).

² Der Grund dafür, daß die Übereinstimmung eine nicht ganz vollkommene ist, mag wohl zum Teil daran liegen, daß die Stoßzeit im allgemeinen von derselben Größenordnung oder noch kürzer ist als die Frequenz der freien Schwingung der Kernbestandteile, so daß das im Kern erreichte elektrische Moment nicht immer genau proportional der vorherrschenden Feldstärke sein wird, wie es von DEBYE angenommen wurde.

³ W. KUHN, Z. Physik 44, 32 (1927).

⁴ Der Hinweis auf die Durchführbarkeit einer solchen Prüfung und die bisher genaueste Messung $\left(\frac{\nu'}{\nu} \leq \frac{1}{500} \text{ bis } \frac{1}{1000}\right)$ ist von C. D. ELLIS gegeben worden.

Endwert ist) ist in der Tat etwa 10–30mal kleiner als man erwarten müßte, wenn die γ -Linien von Elektronen herrührten. Das Ergebnis, das aus der Polarisierbarkeit für den Ursprung der γ -Strahlen gewonnen wurde, wird also durch die Betrachtung der Breite der γ -Linien, soweit als man zur Zeit voraussehen kann, bestätigt.

Eine Folgerung, die sich aus dem Vorhergehenden noch ziehen läßt, betrifft die Frage nach der Stabilität der Atomkerne. Die Stabilität wird ja gewöhnlich sehr hoch eingeschätzt, indem man sagt, daß ein α -Teilchen eine Energie von etwa 10^{-5} Erg besitzen muß, um eine Zertrümmerung z. B. bei Al herbeizuführen. Anstatt dieses Kriterium einfach anzunehmen, kann man sich auch fragen, inwiefern die Energie des stoßenden α -Teilchens auch wirklich auf die inneren Freiheitsgrade des getroffenen Kerns übertragen werde. Diese Frage ist schon dadurch nahegelegt, daß ja eine große Zahl von Kernstößen, namentlich wenn schwere Atomkerne getroffen werden, genau nach dem COULOMBSCHEN Gesetz verlaufen, was ja nur bedeuten kann, daß bei jenen Stößen überhaupt keine Energie auf das Innere der getroffenen Kerne übertragen wird. Die in Frage stehende Abschätzung¹ ist ganz leicht und ähnlich der Abschätzung der Polarisierbarkeit. Sie ergibt das Resultat, daß auch bei Stößen auf leichte Atomkerne wie Al nur wenige Prozent von der ursprünglichen Energie der α -Teilchen beim Stoße auf die inneren Freiheitsgrade des getroffenen Kerns übertragen werden. Da nun aber viele Atomkerne durch derartige Stöße schon zum Zerfall gebracht werden, so ergibt sich mit Hinsicht auf die Stabilität der Schluß, daß ein Kern, der einigemal 10^{-7} Erg in seinem Innern aufgenommen hat, instabil werden kann².

Wenn dieses Ergebnis sich bestätigt, so dürfte es unter anderem für die Astrophysik von Bedeutung sein. Die für die Kernzersetzungen kritische Energie geteilt durch die im Innern der Sterne vorhandene Temperatur (ca. $5 \cdot 10^7$ Grad nach S. EDDINGTON) ergibt nämlich z. B. $\frac{3 \cdot 10^{-7}}{5 \cdot 10^7} = 6 \cdot 10^{-15}$ und das ist

etwa gleich groß mit dem Quotienten der kritischen Energie einer bei Zimmertemperatur verlaufenden chemischen Reaktion zur Temperatur. Die kritische Energie, d. h. die Energie, die zwei Moleküle beim Zusammenstoß mindestens haben müssen, damit eine an sich mögliche chemische Reaktion einsetzt, ist größenordnungsmäßig etwa 10^{-12} Erg, entsprechend etwa 10–20000 cal/gMol. Wenn man diese kritische Energie durch die Temperatur teilt, so erhält man in der Tat $\frac{10^{-12}}{3 \cdot 10^2} \approx 3 \cdot 10^{-15}$. Nun ist ja die Wahrscheinlichkeit dafür, daß in einem vorgegebenen Gebilde die kritische

Energie q vorgefunden wird, immer proportional $e^{-\frac{q}{kT}}$, und daher sind die Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten zweier Vorgänge immer dann vergleichbar, wenn die Werte von $\frac{q}{T}$ vergleichbar sind. Auf Grund der

¹ W. KUHN, Z. Physik 52, 151 (1928).

² Anmerkung bei der Korrektur. Es ist entgegen dieser Auffassung, besonders im Sinne der neueren quantenmechanischen Betrachtungen (vgl. den Schluß) auch möglich, daß die getroffenen Kerne nur dann zerfallen, wenn die stoßenden α -Teilchen zunächst eingefangen werden. Falls dieser Fall ausschließlich vorliegt, würde zwar die Betrachtung betreffend die Energieübertragung wohl richtig bleiben, aber der Schluß auf die Kernstabilität und die astrophysikalische Anwendung würde nicht mehr zulässig sein.

eben angedeuteten Übereinstimmung der $\frac{q}{T}$ -Werte dürfte also eine Kernreaktion bis $5 \cdot 10^5$ Grad mit etwa gleicher Berechtigung zu erwarten sein wie eine chemische Reaktion bei Zimmertemperatur. In der Tat zeigt auch eine Berechnung¹, daß auf Grund der zu erwartenden Absorptionskoeffizienten für γ -Strahlung (vgl. oben) und der bei Sterntemperaturen zu erwartenden Hohlraumstrahlung, Kernanregungszustände sich durch Absorption von γ -Strahlen häufig genug einstellen werden. Daß ja im Innern der Sonne irgendwelche Kernreaktionen sich abspielen müssen, geht bekanntlich z. B. aus der Energiebilanz der Sonne hervor; sie ergibt, daß pro Gramm Sonnenmasse pro Sekunde etwa 2 Erg in Freiheit gesetzt werden müssen. Diese Energie ist fast zweimal größer als die, die von reinem Uran im Gleichgewicht mit seinen Folgeprodukten abgegeben würde. Es ist also klar, daß subatomare Prozesse sich im Innern der Sonne mit einiger Lebhaftigkeit abspielen, und es ist möglich, daß diese Vorgänge auf Grund der obigen Stabilitätsbetrachtungen unserem Verständnis nähergebracht werden können.

In der allerletzten Zeit ist das Problem des Atomkerns noch von einer anderen Seite in Angriff genommen und um einen sehr wesentlichen Schritt vorwärts gebracht worden. Es handelt sich um die Beschreibung des Vorganges der α -Strahlung radioaktiver Stoffe², ein Vorgang, der ja in den obigen Ausführungen nicht direkt berührt worden ist. Auch die Atomzertrümmerung³ ist in den Kreis der Betrachtung gezogen worden, insofern als sie eine Einfangung des stoßenden α -Teilchens durch den getroffenen Kern zur Voraussetzung hat. Das Wesentliche daran ist ein typisch wellenmechanisches Phänomen, nach welchem z. B. ein α -Teilchen, das von außen auf den Kern losgeschossen wird, durch einen sehr schmalen Bereich, wo seine kinetische Energie negative Werte annehmen sollte, wo es also nach der klassischen Mechanik nie hinkommen sollte, hindurchschweben kann, bis es in aller nächster Nähe vom Kernzentrum (durch andere als COULOMBSche Kräfte) wieder angezogen wird. Der Vorgang ist am ehesten in Parallele zu setzen mit der Tatsache, daß ein Lichtstrahl, der an einer dünnen Schicht total reflektiert werden sollte, durch diese Schicht teilweise hindurchdringt, wenn die Dicke der Schicht von der Größenordnung der Wellenlänge des Lichtes wird. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die eben skizzierte Behandlungsweise sehr wesentlich zutrifft, daß andererseits auch die oben ausführlicher behandelten Erscheinungen, welche die Dispersions-Absorptionseigenschaften der Kerne betreffen, zu Recht bestehen, und daß die Behandlungsweisen, die also verschiedene Äußerungen des Atomkerns betreffen, sich treffen und ergänzen.

W. KUHN.

Automobilgetriebe. Bei allem technischen Fortschritt des Automobilwesens, wie er sich durch die ungeheure Steigerung des Kraftverkehrs auf allen möglichen Gebieten und in aller Herren Ländern kundgibt, ist das Problem, die drehende Bewegung der Motorwelle in sicherer, dauerhafter und für die außerordentlich wechselnden Fahrwiderstände geeigneter Weise auf die anzutreibenden Räder des Fahrzeuges zu übertragen, bis heute noch nicht restlos gelöst worden. Die Schwierigkeit des Problems ruht, wie vielleicht

bekannt ist, hauptsächlich darin, daß der das Fahrzeug antreibende Motor das eine Mal bei sehr geringer Geschwindigkeit des Fahrzeuges, wie z. B. beim Anfahren oder auf einer Steigung, das andere Mal bei sehr hoher Geschwindigkeit des Fahrzeuges Höchstwerte des Fahrwiderstandes zu überwinden hat. Dazu ist der übliche Benzinmotor aber nur imstande, wenn man das Übersetzungsverhältnis zwischen der Motorwelle und der angetriebenen Fahrzeugachse während der Fahrt verändern kann.

Die einfachste und bisher noch immer zuverlässigste konstruktive Lösung hat diese Aufgabe durch das übliche Zahnradgetriebe gefunden, das sich durch Verschieben einzelner Räder auf verschiedene Übersetzungen umschalten läßt. Voraussetzung für die Verwendbarkeit eines solchen Getriebes ist, daß man es vor dem Umschalten vom treibenden Motor trennen kann. Dazu dient die bekannte Motorkupplung, die man auch braucht, um den Motor bei stillstehendem Wagen anlaufen lassen zu können.

Es leuchtet nun ein, daß man mit Hilfe eines solchen Getriebes die Übersetzung zwischen Motor und Fahrzeug nur in wenigen Stufen verändern kann, und daß es daher immer einen Stoß geben muß, wenn bei einer bestimmten Fahrgeschwindigkeit von einem auf den anderen Getriebegang umgeschaltet wird. Diese Stöße kann man nur vermeiden, wenn man das System der Übertragung ändert, also beispielsweise an Stelle von Zahnradern Druckflüssigkeiten oder den elektrischen Strom als Kraftübertragungsmittel verwendet. Leider haben sich alle derartigen Systeme, die versuchsweise schon oft ausgeführt wurden, beim gewöhnlichen Kraftwagen als zu teuer und verwickelt erwiesen, so daß man vorläufig nur mit den Zahnradgetrieben rechnen kann.

Infolgedessen hat sich das Bemühen der Automobilfabriken in den letzten Jahren vor allem darauf gerichtet, die Wirkungsweise der Zahnradgetriebe in der Richtung zu verbessern, daß die erwähnten Umschaltstöße gemildert und dadurch ihrer schädlichen Wirkung auf die Lebensdauer des Wagens beraubt werden. In erster Reihe hat man natürlich die *Herstellung der Zahnrad* verbessert und ihre Genauigkeit in einer bis dahin im gesamten Maschinenbau unbekanntem Weise gesteigert. Alle Zahnräder für Automobilgetriebe bestehen heute aus besonderen Sorten von Stählen, die mit Chrom und Nickel legiert sind und die Eigenschaft haben, daß sie sich nur ganz wenig verziehen, wenn die Räder nach dem Schneiden der Zähne an der Oberfläche bei ziemlich hoher Temperatur gehärtet werden. Die kleinen Ungenauigkeiten, die nach dem Härten auftreten, beseitigt man heute ausnahmslos durch Schleifen der Zähne, wobei die zulässigen Abweichungen nur Tausendstel eines Millimeters betragen. Es ist selbstverständlich, daß sich diese Anforderungen an die Genauigkeit der Herstellung nicht nur auf die Zähne, sondern auch auf die Befestigung der Zahnräder, auf die Wellen und ihre Lagerungen, erstrecken, da ein ungenau laufendes Zahnrad Geräusch verursacht, auch wenn seine Zähne noch so genau bearbeitet sind.

Man kann sagen, daß infolge der Massenfertigung, die teuerste Maschinen und Einrichtungen wirtschaftlich auszunutzen gestattet, die Genauigkeit der Bearbeitung von Automobilgetrieben heute kaum noch weiter gesteigert werden kann. Man sucht daher auch andere Wege, um den erwähnten Stößen nach Möglichkeit abzuwehren. Einer dieser Wege ist nun, daß man den Geschwindigkeitsunterschied zwischen den Zahnradern, die miteinander verbunden werden sollen, möglichst klein macht, da, je kleiner dieser Unterschied, desto schwächer der Stoß ist. Das kann man, wenigstens

¹ Vgl. W. KUHN, Z. Physik 43, 63 (1927).

² G. GAMOW, Z. Physik 51, 204 und 52, 510 (1928);
M. v. LAUE, Z. Physik 52, 726 (1928).

³ G. GAMOW und F. G. HOUTERMANS, Z. Physik 52, 496 (1928).

für das Vorwärtsschalten oder das Schalten auf höhere Geschwindigkeit, dadurch erreichen, daß man die Zeitspanne, die der Schaltvorgang beansprucht, möglichst verkürzt. Denn je kürzer diese Zeitspanne ist, desto weniger verlangsamt sich das einzurückende Zahnrad in der Zeit, während der es vom Motor nicht angetrieben werden kann, weil die Kupplung gelöst ist.

Tatsächlich laufen die meisten neueren Vorschläge zur Verbesserung der Automobilgetriebe darauf hinaus, den *Vorgang des Schaltens möglichst abzukürzen*. Beispielsweise beruht das schon jahrelang bekannte Sodengetriebe der Zahnradfabrik Friedrichshafen mit seiner Teilung des Schaltvorganges in eine vorbereitende und eine eigentliche Schaltstufe darauf, daß die Zahnräder nur während der sehr kurzen Schaltstufe, vom Motor getrennt sind. Andere Getriebe, wie das Pulsgetriebe oder neuerdings das NAG-Getriebe, sind aneinandergereihte Umlaufgetriebe, die mit Hilfe getrennter Reibkupplungen je nach der gewünschten Übersetzung in Tätigkeit gesetzt werden, beim Pulsgetriebe selbsttätig durch eine Steuerung, die der Kraftwechsel zwischen Motor und Wagen beim Beschleunigen oder Verzögern des Wagens auslöst, beim NAG-Getriebe magnetisch durch Kupplungen, die mittels elektrischer Druckknöpfe eingerkört werden.

Leider haben sich alle diese Lösungen in der Praxis noch nicht eingeführt, weil sie nicht einfach und betriebsicher genug sind. Man sucht daher immer noch nach besseren, vor allem einfacheren Mitteln, um die Stöße im Getriebe zu verringern. Ein neueres Mittel dieser Art ist der *Freilauf*. Er wirkt im Grunde genommen genau so wie der bekannte Freilauf beim Fahrrad, also er ermöglicht dem Wagen, mit der erreichten lebendigen Kraft von selbst weiterzurollen, ohne daß er durch den erheblichen Leerlaufwiderstand des Motors gehemmt wird. Ganz so einfach wie beim Fahrrad ist allerdings die konstruktive Lösung beim Kraftwagen nicht, da einmal die Kräfte in der Klemmkupplung des Freilaufesperres bedeutend größer sind und nur wenig Raum zur Verfügung steht, und dann auch, weil man die bremsende Wirkung des Motors manchmal, z. B. beim Herabrollen auf einer langen Gefällstrecke, nicht entbehren kann. Auf solchen langen Bremsstrecken werden nämlich die Bremsen mitunter so warm, daß sie versagen können, wenn man sie nicht mittels der Bremswirkung des Motors entlastet.

Eine besondere Bauart dieses Freilaufs hat die NAG auf der Internationalen Automobilausstellung im Herbst 1928 zu Berlin erstmalig vorgeführt. Dieser Freilauf stellt sich selbsttätig ein, sobald der Motor unter eine bestimmte Drehzahl sinkt. Man kann also jederzeit Freilauf erhalten, indem man den Gashebel losläßt, weil dann der Motor die niedrige Leerlaufdrehzahl annimmt. Tritt man dann auf den Gashebel, so schaltet sich bei einer bestimmten Motorgeschwindigkeit der Freilauf von selbst wieder aus. Mittels dieser Vorrichtung, die nebenbei auch in der Konstruktion verblüffend einfach ist, kann man eine Reihe von netten Kunststückchen ausführen. Beispielsweise kann man mit jedem beliebigen Gang des Getriebes anfahren. Man läßt den Gashebel los, wartet einen kurzen Augenblick, bis die Kupplung sich gelöst hat, schaltet den gewünschten Gang ein und tritt wieder auf den Gashebel. Da die Kupplung mit einem weichen Reibbelag versehen ist, schleift sie so lange, bis sie imstande ist, den Wagen mitzunehmen. Ein anderes Kunststück, das allerdings eine gewisse Geschicklichkeit verlangt,

ist folgendes: Man rückt einen beliebigen Getriebeingang ein, läßt dann den Gashebel los und hält an. Dann bindet man an den Gashebel einen langen Bindfaden, stellt sich einige Schritte vor dem Wagen auf, zieht etwas an dem Faden und läßt sofort wieder nach. Der Wagen folgt dann dem Zug und bleibt gleich wieder stehen. Allerdings kann man überfahren werden, wenn man zu stark zieht und der Wagen zu stark beschleunigt wird.

Alle diese Möglichkeiten, den Motor einfach durch Schließen des Gashebels vom Wagen abzuschalten, haben den Vorteil, daß sie die Zahl der Schaltgänge, die während einer Fahrt notwendig sind, vermindern. Insoweit dienen sie also auch dem Ziel, die Stöße zu vermindern, die das Schalten verursacht. Daneben machen sie aber auch das Fahren bequemer, was die Sicherheit des Fahrens steigert.

Auch die sog. *Schnellganggetriebe*, die in Deutschland von der Firma Maybach-Motorenbau, Friedrichshafen, eingeführt wurden, dienen nicht zuletzt dem Zweck, die Zahl der notwendigen Schaltoperationen und damit auch die Zahl der Schaltstöße zu verringern. Der Schnellgang ist eine Schaltstufe, die man nur ausnahmsweise verwendet, wenn der Wagen auf freier Chaussee mit hoher Geschwindigkeit fahren soll. Durch Fortnahme dieser Stufe aus dem gewöhnlichen Getriebe erreicht man, daß der Wagen mit dem höchsten Getriebeingang zwar nicht mehr so schnell wie früher, aber dafür viel elastischer, d. h. mit viel weniger Schaltvorgängen, gefahren werden kann. Daneben ergibt sich noch der Vorteil, daß der Motor bei der Höchstgeschwindigkeit mit Schnellgang keine so hohe Drehzahl wie früher erreicht, also ruhiger arbeitet und weniger abgenutzt wird.

Am Beispiel des Maybach-Wagens sei die Wirkung dieser Einrichtung näher erklärt. Der 7-Liter-Motor dieses Wagens ist so berechnet, daß er bei 2400 Umdrehungen in der Minute am günstigsten arbeitet. Bei dieser Drehzahl des Motors lief der Wagen früher ohne das Schnellganggetriebe 85 km in der Stunde, womit seine normale Höchstgeschwindigkeit erreicht war. Durch Einschalten des Schnellgangs erreichte man nun, daß sich die Geschwindigkeit von 85 km in der Stunde bereits bei einer Motordrehzahl von 1500 in der Minute einstellte. Wurde daher der Motor dann auf die zulässige höchste Drehzahl von 2400 Umdrehungen in der Minute beschleunigt, so stieg die Fahrgeschwindigkeit des Wagens auf etwa 120 km in der Stunde.

Natürlich hat die Verwendung eines solchen Schnellganggetriebes nur dann einen Erfolg, wenn ein gewisser Leistungsüberschuß des Motors vorhanden ist, den man dadurch nutzbar machen kann. Es hat sich aber in der Praxis gezeigt, daß dieser Überschuß in gewissem Grad immer verfügbar ist und daher der Schnellgang in den meisten Fällen Vorteile bringen dürfte. Beispielsweise hat man bei den neueren dreiecksigen Motoromnibussen Fahrgeschwindigkeiten von 60 km und mehr in der Stunde erzielen können, was ohne den Schnellgang nicht möglich gewesen wäre, weil die schwer gebauten Motoren die entsprechend hohen Umdrehungszahlen nicht ohne Schaden aushalten würden.

Die vorstehende Übersicht, die nur die wichtigsten Züge der heutigen konstruktiven Entwicklung kennzeichnen soll, liefert den Beweis dafür, daß an der Vervollkommnung des heutigen Automobils noch immer gearbeitet wird und manche Aufgabe noch der besten Lösung harret.

H.