Wie die Übersicht zeigt, kann man also z. B. die Linksäpfelsäure in die Rechtsäpfelsäure verwandeln, indem man sie zunächst durch Phosphorpentachlorid in die Rechtschlornsteinsäure und diese unter Benutzung von Silberoxyd in die Rechtsäpfelsäure überführt. Razemisierung tritt bei Anwendung der beiden genannten Hydroxylierungsmittel nur in sehr geringem Maße, bei Anwendung anderer Hydroxylierungsmittel meist in höherem Grade ein.

Eine Deutung dieser merkwürdigen und lange Zeit ganz unverständlichen Erscheinungen scheint neuerdings durch Überlegungen gefunden zu sein, die etwa gleichzeitig und unabhängig voneinander A. Werner in Zürich und Emil Fischer in Berlin angestellt haben. Die beiden genannten Autoren machen die sehr plausible und in anderen Fällen auch schon als richtig erwiesene Annahme, daß der eigentlichen Substitution eine Addition vorangehe; die eigentliche Substitution würde also erst beim Zerfall des primär gebildeten Additionsproduktes erfolgen. Bei diesem Zerfall braucht nun, das ist das Wesentliche, der neu in das Molekül eintretende Substituent keineswegs die Stelle zu besetzen, die der ausgetretene Substituent innegehabt hat, es können vielmehr bei dem Vorgange konfigurative Verschiebungen eintreten, die im einzelnen von Fall zu Fall verschieden sein und sicherlich in erheblichem Maße auch von der Struktur des sich zersetzenden Additionsproduktes abhängen werden. So erscheint das anfangs so rätselhafte Phänomen der Waldenschen Umkehrung wenigstens im Prinzip verständlich, aber es wird noch mancher Arbeit bedürfen, um zu zeigen, daß diese mögliche Erklärung tatsächlich auch die richtige ist.

Der heutige Stand der Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung.

Von Dr. Hartwig Klut, Berlin,

Mitglied der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung.

Auf dem für die allgemeine Gesundheitspflege so wichtigen Gebiete der Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung der Gemeinden sind in den letzten Jahren nicht unerhebliche Fortschritte zu verzeichnen. Um auch weitere Kreise in den heutigen Stand der Wasserreinigungs- und Abwässerbeseitigungsfrage einzuführen, soll im nachstehenden ein kurzer orientierender Überblick über diese beiden Kapitel der modernen Hygiene gegeben werden. Als Unterlage diene mir neben anderen Werken das kürzlich aus berufener Feder erschienene, sehr empfehlenswerte Buch von Dr. J. Tillmans: *Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung*, Verlag von Wilhelm Knapp, Halle a. S., 1912.

Wasserreinigung.

Es sei zuerst die *Reinigung des Wassers für Trinkzwecke* besprochen.

Durch die klassischen Arbeiten von Robert Koch wissen wir jetzt, daß durch Wasser in erster Linie Typhus und Cholera übertragen

werden können. Es muß daher von einem zu Trink- und Wirtschaftszwecken dienenden Wasser gefordert werden, daß dieses vor allen Dingen keine Krankheitserreger¹⁾ aufweist. Des weiteren muß verlangt werden, daß das Wasser keine für Menschen und Tiere schädliche Bestandteile, z. B. Bleiverbindungen, enthält, und ferner muß es von solcher Beschaffenheit sein, daß es auch zum Genuß²⁾ anregt.

Zur Entfernung der Bakterien und der Krankheitserreger im Wasser benutzt man im großen die verschiedenen Verfahren der *Filtration*³⁾. Als solche dienen:

a) Die *langsame oder englische Sandfiltration*, wie sie z. B. in *Hamburg* und *Altona* angewandt wird. Die Filter stellen im allgemeinen große, meist viereckige, von einer Mauer umgebene Flächen dar, welche mit Kies und Sand gefüllt sind. Zu unterst liegt eine Schicht von Steinen von 60 bis 150 mm Korngröße. Darauf folgt eine Kiesschicht, welche bezweckt, den darüber liegenden Sand zu schützen und die von oben nach unten allmählich größer wird. Die Kiesschicht setzt sich in der Regel zusammen aus einer Lage von etwa Nußstärke, einer von Bohnengröße, einer von Erbsengröße und einer Lage von Hirsekorngröße (3–5 mm). Darauf ruht die Sandschicht, auf welcher das Rohwasser in einer gewissen Höhe aufgebracht wird. Sand- und Kiesschicht werden häufig in verschiedener Größe zusammengestellt. Mittlere Stärken sind: 60 cm Wasserhöhe, 60 cm Sand und 60 cm Kies. Das filtrierte Wasser fließt unten ab und gelangt von dort in den Reinwasserbehälter. Für die Versorgung einer Stadt mit filtriertem Wasser gebraucht man eine ganze Reihe solcher Sandfilter. Die Filtrationsgeschwindigkeit soll im allgemeinen 0,1 m in der Stunde nicht überschreiten, eine Geschwindigkeit, bei der also jedes Quadratmeter Filterfläche in der Stunde 100 Liter liefert. Wenn auch durch die Sandfiltration kein absoluter Schutz gegen etwaige im Rohwasser vorhandene Krankheitserreger erreicht wird, so hält man doch allgemein den relativen Schutz bei regeltem Betrieb der Filter für ziemlich hoch. Zur weitergehenden Reinigung des Wassers wendet man auch, wie z. B. in *Bremen*, nach E. Götze die Doppel-filtration an. In *Magdeburg* benutzt man als Vorfiltration die Puëch-Chabal-Filter, sog. Stufenfilter, wodurch die Feinfilter entlastet werden.

b) *Schnellfilter*. Die Filtrationsgeschwindigkeit kann bei Anwendung von Schnellfiltern⁴⁾ bis zu

¹⁾ C. Günther, Einführung in das Studium der Bakteriologie. 6. Aufl. Leipzig 1906.

²⁾ R. Abel, Die Vorschriften zur Sicherung gesundergemäßer Trink- und Nutzwasserversorgung. Berlin 1911.

³⁾ O. Spitta, Die Wasserversorgung im *Handbuch der Hygiene* von M. Rabner, M. v. Gruber u. M. Ficker. II. Band. 2. Abteilung. „Wasser und Abwasser“, Leipzig 1911.

⁴⁾ E. Friedberger, Versuche über die Verwendbarkeit der amerikanischen Schnellfiltration für die Königberger Wasserversorgung, Zeitschr. f. Hygiene 1908. Bd. 61, S. 355.

5 m und mehr in der Stunde gesteigert werden. Als Material benutzt man meist Kies mit einer Korngröße von 1 bis 3 mm. Zur Erzeugung einer künstlichen Filterdecke dient fast ausschließlich schwefelsaure Tonerde.

Bei Mangel an Trinkwasser greift man zur *künstlichen Herstellung von Grundwasser aus Oberflächenwasser (Infiltration)*. Praktische Anwendung macht man hiervon z. B. bei den Wasserwerken an der Ruhr. Die sogenannte *Uferfiltration* besteht darin, daß man am Ufer eines Sees oder Flußlaufes Brunnen absenkt. Aus diesem Brunnen wird dann das Wasser abgepumpt, wodurch der Wasserstand in dem Brunnen erheblich abgesenkt wird. Die Folge davon ist, daß das Wasser aus dem See oder Fluß durch die filtrierenden Sand- oder Kiesschichten des Ufers hindurch in den Brunnen eintritt. Bei diesem Durchgang durch den Boden wird das Wasser in ähnlicher Weise von den Keimen befreit, wie das Grundwasser (z. B. in Offenbach am Main). Für die Gewinnung künstlichen Grundwassers hat C. Reichle¹⁾ folgende Grundsätze aufgestellt:

1. Fehlt für ein Versorgungsgebiet die Möglichkeit einer ausreichenden Versorgung mit Grundwasser, so empfiehlt es sich, bei der Verwendung von Oberflächenwasser in jedem Fall auch die Möglichkeit einer eventuellen künstlichen Grundwassererzeugung zu prüfen.
2. Die letztere kann bei sachgemäßer Anlage eine größere Betriebssicherheit und einen günstigeren bakteriologischen Effekt als gewöhnliche Sandfilter gewähren; ein wesentlicher Vorteil den letzteren gegenüber bietet aber die Möglichkeit der Erzielung einer gleichmäßigen Temperatur des Wassers.
3. Der Wahl bestimmter Schichten für Anreicherungs Zwecke hat eine sorgfältige Untersuchung derselben, ihres Aufbaues, ihrer Zusammensetzung und ihres Gehaltes an auslaugbaren Stoffen voranzugehen.
4. Es ist notwendig, daß die Bemessung und Anordnung natürlicher Bodenfilter auf Grund sorgfältiger Vorversuche erfolgt, die dabei gewählten Geschwindigkeiten und Wasserspiegelhöhenlagen dürfen im Betrieb nicht ohne weiteres überschritten werden. Bei der Feststellung des Filtrationseffektes ist mit einer zeitweiligen Störung der Filterhaut bzw. der Eintrittsfilterzone überhaupt zu rechnen. Die Aufenthaltsdauer bzw. der Weg des infiltrierten Wassers von der Versickerungsstelle bis zur Fassungsanlage ist so groß zu bemessen, daß auch bei nicht oder unvollständig eingearbeiteten Filterzonen jederzeit eine gesicherte bakteriologische Reinigung erfolgt.
5. Für die Vorreinigung des zu verwendenden Oberflächenwassers von den ihm etwa anhaftenden Verschmutzungen dürften sich ins-

besondere große Aufstaubecken oder Schnellfilteranlagen empfehlen.

6. Die Anreicherung braucht nicht nur auf Grundwasserträger aus Sand und Kiesschichten beschränkt zu werden; in bestimmten Fällen dürfen auch geeignete Gesteinsschichten eine künstliche Anreicherung zulassen (künstliches Quellwasser).
7. Anreicherungsanlagen bedürfen wie alle Verfahren zur Reinigung von Oberflächenwasser einer fortlaufenden wissenschaftlichen Kontrolle.

Verfahren der Wassersterilisation. Von den neueren Verfahren zur sicheren Abtötung etwaiger Krankheitserreger im Wasser haben sich im großen bislang bewährt die *Ozonisierung*¹⁾ des Wassers, wie sie z. B. in Paderborn geübt wird. Ferner das *Ferrochlor-Verfahren Duyk*²⁾, *System Howatson*, das mit Erfolg in Middelkerke in Belgien angewandt wird. Das *Chlorkalkverfahren*, das namentlich in Nordamerika³⁾ viel angewandt und auch ganz neuerdings mit Erfolg von einigen Wasserwerken an der Ruhr⁴⁾ benutzt wird. Auch mit Hilfe *ultravioletter Strahlen*⁵⁾ gelingt es, pathogene Keime zu vernichten. Das Verfahren ist jedoch ziemlich teuer.

Zur *Desinfektion* von Wasserleitungen usw. benutzt man mit Erfolg Schwefelsäure (wie z. B. in Beuthen); um Bohrlöcher zu desinfizieren, dient vielfach Karbol-Schwefelsäure⁶⁾.

Beschaffenheit des Wassers für eine Zentralversorgung in chemischer Hinsicht. Ein für die Zentralversorgung eines Ortes dienendes Wasser muß auch vom chemischen Standpunkt so beschaffen sein, daß es einmal zum Genusse anregt, und zweitens im Leitungsnetz keine Störungen, wie Zerfressungen oder Verschlämmungen des Rohrmaterials hervorruft. In erster Linie wirkt ein hoher Eisengehalt des Wassers störend. Die meisten Grundwässer der norddeutschen Tiefebene sind mehr oder weniger eisenhaltig. Frisch entnommen sehen solche Wässer in der Regel farblos aus. Durch den Luftzutritt wird das in ihnen enthaltene Eisen oxydiert und ausgeschieden. Hierbei spaltet sich oft Schwefelwasserstoff ab. Das Wasser wird trübe und unansehnlich und

¹⁾ O. Daske, Die Reinigung des Trinkwassers durch Ozon, Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege 1909, Bd. 41, S. 385.

²⁾ K. Thumm u. A. Schiele, Mitteilungen aus der Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitigung, Heft 8. Berlin 1907. S. 1.

³⁾ K. Imhoff u. Ch. Saville, Die Desinfektion von Trinkwasser mit Chlorkalk in Nordamerika, Journal f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1910, Bd. 53, S. 1119.

⁴⁾ H. Bruns-Gelsenkirchen, Über die Desinfektion des Trinkwassers in Wasserleitungen durch Chlorkalk, Journal f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1912, Bd. 55, S. 649.

⁵⁾ Grimm und R. Weldert, Sterilisation von Wasser mittels ultravioletter Strahlen, Mitteilungen a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwässerbeseitigung. Berlin 1911. Heft 14, S. 85.

⁶⁾ A. Gärtner, Leitfaden der Hygiene, 5. Aufl. Berlin 1909.

¹⁾ C. Reichle, Über künstliches Grundwasser. Journal f. Gasbeleuchtung und Wasserversorgung 1910, Bd. 53, S. 699.

scheidet nach einiger Zeit Eisenocker¹⁾ ab. Ein weiterer Nachteil ist der, daß solche Wässer einen günstigen Nährboden für Eisenbakterien abgeben, die durch ihr üppiges Wachstum zur Verschlammung der Leitungen und zu den dadurch bedingten Betriebsstörungen noch besonders beitragen. Schon ein Eisengehalt von 0,3 mg im Liter Eisen (Fe_2O_3) kann ein Leitungsnetz nachteilig beeinflussen.

Je nach der Art der leichteren oder schweren Ausscheidung des Eisens²⁾ aus dem Wasser werden die verschiedenen Verfahren der Enteisung angewendet, die im wesentlichen auf folgenden Vorgängen beruhen:

1. Belüftung und Filtration,
2. Belüftung, Rieselung und Filtration,
3. Benutzung von Chemikalien, wie Alaun, Kalkwasser.

Man kann durch diese Methoden den Eisengehalt im Reinwasser bis unter 0,1 mg im Liter heruntersinken.

Ähnlich wie das Eisen verhält sich das Mangan im Wasser, das namentlich durch sein Vorkommen im Breslauer und Stettiner Grundwasser erhöhtes Interesse gewonnen hat. Es ist im allgemeinen schwerer als Eisen aus Wasser³⁾ zu entfernen, es begünstigt ebenfalls das Wachstum von Manganbakterien. Die Entfernung geschieht im wesentlichen nach den gleichen Grundsätzen wie beim Eisen⁴⁾. In gesundheitlicher Beziehung haben Eisen- und Manganverbindungen in den Mengen, wie sie im Trinkwasser vorzukommen pflegen, keine Bedeutung.

Entfernung der freien Kohlensäure. Wässer, die freie Kohlensäure in größerer Menge gelöst enthalten, besitzen die nachteilige Eigenschaft, Metalle und Mörtelmaterial anzugreifen. In gesundheitlicher Hinsicht kommt in erster Linie das Blei⁵⁾ in Betracht, das noch vielfach zu Hausanschlüssen verwendet wird. Selbst sehr geringe Mengen von Blei im Wasser können schon ernste Erkrankungen bei längerem Genuß solch bleihaltigen Wassers hervorrufen, wie namentlich die Erfahrungen in Dessau es gezeigt haben. Von 28 000 Einwohnern litten hier im Jahre 1886 nicht weniger als 92 unter heftigen Vergiftungserscheinungen. Außer diesen schweren Fällen sind natürlich auch sehr viele leichtere Erkrankungen vorgekommen.

Zur Unschädlichmachung der freien Kohlensäure im Wasser wendet man in der Praxis meist folgende Verfahren an:

¹⁾ Vergl. u. a. H. Klut, Gesundheit 1909, Bd. 34, S. 746.

²⁾ Finger, Wasserversorgung in den Marschen, Klinisches Jahrbuch 1908, Bd. 19.

³⁾ H. Többen, Über die besten Verfahren der Reinigung des Grundwassers von Eisen und Mangan, Gesundheits-Ingenieur 1907 Nr. 46 und 47.

⁴⁾ Vergl. a. Thiesing, Versuche über die Entmanganung von Grundwasser (in Stettin), Mitteilg. a. d. Königl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. u. Abwässerbeseit. Heft 16. Berlin 1912. S. 210.

⁵⁾ H. Klut, Bleiröhren und Trinkwasser, Journal f. Gasbeleucht. u. Wasserversorg. 1911, Bd. 54, Nr. 17, S. 409.

Bei weichen Wässern bindet man die freie Kohlensäure durch Filtration des Wassers über Marmor. In Frankfurt am Main hat sich dieses Verfahren nach J. Tillmans gut bewährt. Oder man setzt eine berechnete Menge von Sodalösung oder Natronlauge dem Wasser, wie z. B. in Dessau, hinzu. Auch Kalkwasser wird mit Erfolg, z. B. in Weißwasser (Lausitz), benutzt.

Bei Wässern mit größerer vorübergehender Härte (Karbonathärte) läßt sich die freie Kohlensäure¹⁾ durch Rieselung gleichzeitig bei der Enteisung des Wassers entfernen. H. Wehner²⁾ entfernt die freie Kohlensäure aus Wasser durch Rieselung in Vakuumapparaten.

Reinigung von Trinkwasser im kleinen. Für die Entfernung etwaiger krankheitsverdächtiger Keime im Trinkwasser sind eine Reihe von Klein- und Hausfiltern im Gebrauch; sie bestehen meist aus Stein, Kohle, Asbest, Ton, Porzellanerde, Kieselgur usw. Nach O. Spitta³⁾ dürften die Berkefeld-Filterkerzen den relativ besten Kleinfiltertyp darstellen. Sie werden auch in den großen und kleinen Armeefiltern verwendet und sind hier zu einem System von Kerzenbatterien vereinigt. Vergl. a. K. Opitz, Brunnenhygiene, Berlin 1910.

Das sicherste Mittel zur Vernichtung von Krankheitserregern im Wasser ist unstreitig das Abkochen. Eine Reihe geeigneter Apparate hierzu beschreibt J. Tillmans in seinem obigen Werk an der Hand instruktiver Abbildungen.

Auch im kleinen lassen sich durch chemisch-physikalische Behandlung des Wassers mit Ozon und ultravioletten Strahlen die schädlichen Bakterien aus Wasser mittels zweckentsprechender Apparate⁴⁾ entfernen.

Die im Haushalt, namentlich für Waschzwecke (Gelbwerden der Wäsche, Erzeugung von Rostflecken), recht störenden Eisenverbindungen⁵⁾ im Wasser lassen sich durch kleine geeignete Hausapparate (z. B. Dunbarsches Faß) gut entfernen.

Reinigung des Wassers für technische Zwecke. Wässer, die für technische Zwecke geeignet sein sollen, müssen in der Regel klar, möglichst farb- und geruchlos, von nicht saurer Reaktion, praktisch eisen- und manganfrei und vor allen Dingen weich sein. Auch viel Stickstoffverbindungen, organische Stoffe, Chloride und Sulfate im Wasser stören mehr oder weniger⁶⁾.

¹⁾ H. Klut, Die Bedeutung der freien Kohlensäure im Wasserversorgungswesen. Gesundheits-Ingenieur 1907, Nr. 32, S. 517, Bd. 30.

²⁾ H. Wehner, Bleilösung und Eisenlösung bei Wasserversorgungswässern und die Vakuumrieselung, Gesundheit 1908, S. 747.

³⁾ Handbuch der Hygiene (I. c.), S. 93, Bd. Wasser und Abwasser.

⁴⁾ Dale, Gesundheits-Ingenieur 1910, Bd. 33, S. 457, u. Schwarz u. Aumann, ebenda 1911, Bd. 34, S. 654.

⁵⁾ K. Opitz, Klinisches Jahrbuch 1912. Bd. 26, S. 449.

⁶⁾ Vergl. a. H. Stooß, Wasser in „Chemische Technologie der Neuzeit“ von O. Dammer, Bd. 1. Stuttgart 1910.

Man bezeichnet im allgemeinen Wasser mit einer Gesamthärte (deutsche Grade)

- von 0—4° sehr weich,
- „ 5—8° weich,
- „ 9—12° mittelhart,
- „ 13—18° ziemlich hart,
- „ 19—30° hart,
- über 30° sehr hart.

Hartes Wasser verbraucht bekanntlich zum Waschen viel Seife und zwar vernichten 20 Härtegrade 2,4 kg Seife im ehm Wasser. Auch für Kochzwecke ist solches Wasser nur wenig geeignet. Man weiß, daß z. B. Hülsenfrüchte in hartem Wasser schwer weich kochen, und die Herstellung von verschiedenen Getränken, wie Kaffee, Tee usw., erschwert wird.

Eine hervorragende Bedeutung hat die *Enthärtung* des Wassers besonders für Kesselspeisezwecke¹⁾. Harte Wasser sind infolge Steinbildung schädlich. Die Härte eines Wassers, die bekanntlich durch Kalk- und Magnesiaverbindungen bedingt wird, sollte am besten für Kesselspeisezwecke unter 6° (deutsche Grade) betragen. 1 deutscher Härtegrad ist gleich 10 mg CaO (Kalk) oder 7,1 mg MgO (Magnesia) in 1 l Wasser. — Für die *Enthärtung* sind heute hauptsächlich drei Verfahren in Gebrauch: 1. das *Kalk-Sodaverfahren*, 2. das *Reisertsche Barytverfahren* und 3. das *Ganssche Permutitverfahren*. Die Reinigung des Wassers geschieht am besten außerhalb des Dampfkessels.

Das *Kalk-Sodaverfahren* ist das älteste, ist billig und hat sich in der Praxis im allgemeinen gut bewährt. Zweckmäßig wird die Reinigung in besonderen Apparaten mit dem vorgewärmten Wasser vorgenommen, weil hierdurch die Enthärtung des Wassers vollkommener ist.

Das *Reisertsche Barytverfahren* empfiehlt sich namentlich bei hoher Giphärte des Wassers. Der ziemlich hohe Preis sowie die Giftigkeit der Barytverbindungen sind aber bei dieser Art der Reinigung von Nachteil.

Das jüngste in der Praxis angewandte Reinigungsverfahren ist die Behandlung des Wassers mit Permutit nach *R. Gans*²⁾, es wird bereits vielfach mit Erfolg benutzt. Das *Permutit* ist eine komplizierte, zusammengesetzte, chemische Verbindung aus Natrium- und Aluminiumverbindungen mit Kieselsäure. In der Natur kommen diese Stoffe vor als *Zeolithe*. Permutit ist der Name für das künstlich durch Schmelzen von Aluminiumsilikaten mit Soda hergestellte Produkt. Die Permutite haben die merkwürdige Eigenschaft, daß, wenn man ein kalk-, magnesia-, mangan- oder eisenhaltiges Wasser durch sie hindurchfiltriert, sie diese Basen durch Umtausch aufnehmen und dafür eine äquivalente Menge Natrium an das Wasser abgeben. Zur Regeneration der Filter dient Kochsalzlösung. Im Gegensatz zu

den beiden anderen Enthärtungsverfahren, welche beide gleichmäßig im allgemeinen nur bis auf etwa 3 bis 4 deutsche Grade enthärten können, erreicht man beim Permutitverfahren bei sorgfältigem Betriebe die Enthärtung des Wassers bis auf 0 Grade. Ein weiterer Vorzug liegt ferner darin, daß hier jegliche Dosierung wegfällt. Bei Wässern mit schwankender chemischer Zusammensetzung, ist das Permutit deshalb besonders geeignet. Enthält das zu reinigende Wasser viel Karbonate des Calciums und Magnesiums, so enthält das enthärtete Wasser eine entsprechende Menge von Soda. Da nun ein größerer Überschuß von Soda im Dampfkessel störend ist (z. B. kann hierdurch „Spucken“ der Lokomotiven leicht hervorgerufen werden), so ist zur Vermeidung dieses Übelstandes ein häufiges Abblasen der Kessel erforderlich.

Über die sonstigen Anforderungen, die man an ein Wasser zum Kesselspeisen zu stellen hat, sei auch folgende Literatur noch empfohlen: *H. Bunte* und *P. Eitner*, Kesselspeisewasser und dessen Reinigung in *G. Eckermann*, Berichte über Kesselstein-Geheimmittel, Hamburg 1905 und *L. E. Andés*, Der Kesselstein, seine Entstehung und Verhütung, Wien und Leipzig 1910.

Einfluß des Eises auf die Ausgestaltung der Hochgebirgstäler.

Von Dr. A. Mahlke, Hamburg.

Im Anschluß an einen Vortrag *Distels* über die *Entstehung der Hochgebirgstäler* auf dem Geographentag zu Innsbruck Ende Mai 1912 hat sich eine von mehreren Seiten eifrig betriebene Diskussion entwickelt. Da bei der Bildung der Täler drei Faktoren, Eis, Wasser und Verwitterung mitgewirkt haben, so ist es schwierig, die Wirkung jedes einzelnen dieser Faktoren genau zu bestimmen und über die Grenzen dieser Wirkungen müssen leicht Meinungsverschiedenheiten entstehen. So wird z. B. angenommen, daß die im allgemeinen U-förmige Gestalt der Täler durch Ausmüldung seitens des Eises

Fig. 1.

aus V-förmigen Tälern hervorgegangen sei. Von anderer Seite wird dagegen behauptet, daß der Talgrund der V-Täler durch Schutt ausgefüllt und so abgerundet sei. Die Talformen sind aber in der Regel noch komplizierter, wie Fig. 1 zeigt. Besonders auffallend sind die einspringende Kante *S* der Schliffkehle und die vorspringende Kante *K* des Taltröges, der die Bodenrinne des Tales bildet. *Penck* führt das Einsetzen der starken Erosion bei *S* auf die Lockerung des Gesteinsgefüges am Gletschersaum zurück, den Trog aber auf eine maximale Steigerung der Erosionskraft des eiszeitlichen Eisstromes am Orte der größten Eismächtigkeit. Er weist darauf hin, daß der Taltrög der Alpen jünger ist, als der

¹⁾ Vergl. a. *E. Heidepriem*, Die Reinigung des Kesselspeisewassers. 2. Aufl. Berlin 1909.

²⁾ Vergl. Wasser u. Abwasser, Bd. 1, 1909, S. 493 u. Bd. 5, 1912, S. 113.