

Literatur:

- AMPFERER, O.: Geologische Untersuchungen über die exotischen Gerölle und die Tektonik n.ö. Gosauablagerungen. Denkschr. d. Akad. d. Wissenschaften, math.-naturw. Kl., Bd. 96, Wien 1918.
- Beiträge zur Auflösung der Mechanik der Alpen (1. Forts.) Jb. Geol. Bundesanstalt, Bd. 70, Wien 1924.
- BAEDECKER, D.: Beiträge zur Morphologie der Gruppe der Schneebergalpen. Geogr. Jber. aus Österr., Bd. 12, Wien 1922.
- CORNELIUS, H. P.: Geologische Karte des Schneeberges und seiner Umgebung, 1:25.000, Wien 1951.
- Die Geologie des Schneeberggebietes (Erläuterungen zur Karte des Schneeberggebietes 1:25.000). Jb. Geol. Bundesanstalt, Sonderband 2, Wien 1951.
- GÖTZINGER, G.: Karsterscheinungen in den Voralpen. Mitt. Geogr. Ges. Wien, Bd. 94, Wien 1952.
- LOUIS, H.: Allgemeine Geomorphologie. In: Lehrbuch der Allgem. Geographie. Hg. v. E. OBST. Bd. 1, 2. A., Berlin 1961.
- MAYER, J.: Kleinere Karstgebiete in den Voralpen. Kartograph. Zeitschrift, 4. Jg., 1915.
- PLÖCHINGER, B.: Zur tektonischen Gliederung des Kalkalpenabschnittes zwischen der Hohen Wand und der Rax (N.-Ö.). Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 55, Wien 1962.
- SOLAR, F.: Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau. Mitt. Österr. Bodenkdl. Ges. H. 8, Wien 1964.
- ZWITTKOVITS, F.: Geomorphologie der südl. Gebirgsumrahmung des Beckens von Windischgarsten (Warscheneck, Bosruck, Westl. Haller Mauern). Geogr. Jber. aus Österreich, Bd. 29, Wien 1961—62.

HANS STEINHAUSSER:

LANDSCHAFT UND WASSERHAUSHALT

Zur wasserwirtschaftlichen und wasserbaulichen Planung, etwa von Wasserkraftwerken, werden eingehende hydrographische Unterlagen über die Wasserführung der Gewässer, sowohl im Durchschnitt der einzelnen Monate als auch in extrem trockenen und nassen Jahren benötigt. Wo Messungen fehlen, muß die wahrscheinliche Wasserdarbietung der Gewässer aus Erfahrungswerten in ähnlichen Einzugsgebieten theoretisch ermittelt werden. Solche Berechnungen führen häufig zu genauen Ergebnissen, da bei den hydrographischen Ämtern und Forschungsstellen besonders der Hochschulen auf Grund jahrzehntelanger Beobachtungen sichere Unterlagen zur Erstellung von Wasserbilanzen gewonnen wurden.

Der Bedarf an Kraft-, Nutz- und Trinkwasser steigt aber mit der Zunahme der Bevölkerungsdichte und der Industrialisierung in vielen Gebieten stark an, sodaß man bestrebt ist, das Wasserkraftpotential der Flüsse in möglichst hohem Maße auszunutzen.

Die Hydrographie greift aus dem geschlossenen Wasserkreislauf des Wassers auf der Erde den Ablauf vom Auftreffen des Wassers als Niederschlag, vor allem Regen oder Schnee, bis zu seinem Abfluß in den Flüssen heraus. Unter Wasserhaushalt versteht man die Bilanz aus den naturgegebenen Einnahmen und Ausgaben an Wasser für ein bestimmtes Einzugsgebiet, in einem engeren Sinne den Zusammenhang zwischen Niederschlag, Abfluß, Vorratsänderung und Verdunstung des Wassers. Man mißt diese Größen in der Hydrographie gerne und sehr anschaulich in Wasserhöhen. So kann man sich für das 101.600 km² große Einzugsgebiet der Donau bis Wien den mittleren Jahresniederschlag vorstellen als eine gleichmäßige Wasserbedeckung von 1036 mm Höhe über dem ganzen Einzugsgebiet. Ebenso ergäbe die Jahresfracht des bei Wien durchfließenden Donauwassers eine Wasserhöhe von 545 mm; die Verdunstung macht dann die Differenz zwischen Niederschlags- und Abflußhöhe aus, das sind im Jahresmittel 491 mm über dem ganzen Einzugsgebiet. Der Verdunstung unterliegt hauptsächlich das oberirdisch abfließende Wasser; das unterirdisch fließende Wasser ist, wenn es als Sinkwasser rasch in größere Tiefe geht, der Verdunstung solange entzogen, bis es in Quellen wieder zutagetritt. Die Verdunstung umfaßt die Boden-, Schnee- und Seenverdunstung und die Transpiration. Die Pflanzen mit

ihren oft Meter tief hinabreichenden Wurzeln fördern beträchtliche Wassermengen zutage.

Das Abflußverhältnis zum Niederschlag weist innerhalb derselben Landschaft eine gewisse Gleichförmigkeit auf. Der Wasserhaushalt wird daher in Gebieten einheitlichen Landschaftscharakters relativ wenig schwanken. Die Geographie hat den allgemeinen Begriff „Landschaft“ wissenschaftlich erweitert und vertieft und hat Landschaftsräume, die in verschiedener Hinsicht voneinander abweichen, gegeneinander abgegrenzt [1]. Man kann Landschaftstypen unterscheiden, die nach speziellen, in der Landschaft vorherrschenden Elementen benannt werden, wie z. B. Seen-, Delta- oder Pfannenlandschaften. Viel umfassender sind Bezeichnungen, in denen die Synthese der in jeder Landschaft integrierten Geofaktoren zum Ausdruck kommt. So kennzeichnet etwa der Begriff „Hochgebirgslandschaft“ einen sehr komplexen Raum eines bestimmten Reliefs, bestimmter Bodenverhältnisse, Vegetation und eines bestimmten Klimas. Auch in hydrographischer Hinsicht ist das Hochgebirge ziemlich klar gekennzeichnet. Allerdings muß immer hinzugefügt werden, daß die Hochgebirgslandschaft der Alpen gemeint ist. Denn der Wasserhaushalt etwa in Einzugsgebieten oberhalb 3000 m Seehöhe weist in den verschiedenen Hochgebirgen der Erde doch wesentliche Unterschiede auf. Auch bei der Angabe „Mittelgebirgslandschaft“ muß zumindest ergänzt werden, auf welche Gebirge sie sich bezieht, sofern nicht noch eine weitere Unterteilung, die sich etwa auf den geologischen Aufbau bezieht, notwendig erscheint.

Ein Einzugsgebiet von Hochgebirgscharakter darf vom hydrographischen Standpunkt aus gesehen noch Teilgebiete enthalten, die nicht eigentlich zur Hochgebirgslandschaft im synthetischen Sinne gehören, sofern ihr Anteil so gering ist, daß sie die Wasserhaushaltsgrößen des ganzen Gebietes nur in geringem Maße beeinflussen. Ebenso können bei typischen Mittelgebirgsflüssen kleine Teile des Einzugsgebietes noch dem Hochgebirge oder der Ebene angehören.

So hat der Inn bis zu seinem Austritt aus den Alpen typisch hochalpinen Charakter [2]; dieser wird ihm vor allem durch die Zuflüsse aus den großen Gletschergebieten der Bernina, der Albulaalpen, Silvretta-Gruppe, der Ötztaler-, Stubaier und Zillertaler Alpen aufgeprägt. In der Nähe seiner Mündung zeigt die Abflußcharakteristik des Inn aber stark voralpine Einflüsse, hervorgerufen durch einige voralpine Zubringer, zehn Seen von zusammen fast 120 km² Oberfläche und deren Retention sowie durch einige größere Moore.

Der Abflußgang des Rheines weist bei seinem Ausfluß aus dem Bodensee noch hochalpinen Charakter, ausgeglichen durch die Seeretention, auf. Weiter flußabwärts wird der Abflußgang verändert, und nach seinem Durchbruch durch das Rheinische Schiefergebirge überwiegt bereits der Mittelgebirgs- bzw. Flachlandcharakter im Abfluß-Jahresverlauf.

Den eingehenden Untersuchungen von O. LÜTSCHG über den Wasserhaushalt des Schweizer Hochgebirges hat R. KELLER eine Abhandlung [3] gewidmet, die auch wegen ihrer ausführlichen Hinweise auf die ältere und neuere Literatur erwähnt sei.

Charakteristisch für die Hydrologie des Hochgebirges sind besonders die Einflüsse des ausgeprägten langen Winters auf den Wasserhaushalt, vor allem die große und langdauernde Schneespeicherung, der Verbrauch der Grundwasservorräte und die Frostklemmen während dieser Zeit. Klimatische Differen-

zierungen, etwa im Niederschlagsregime, bewirken keinen wesentlichen Unterschied im Ablauf des Winters in verschiedenen Teilen der Hochalpen.

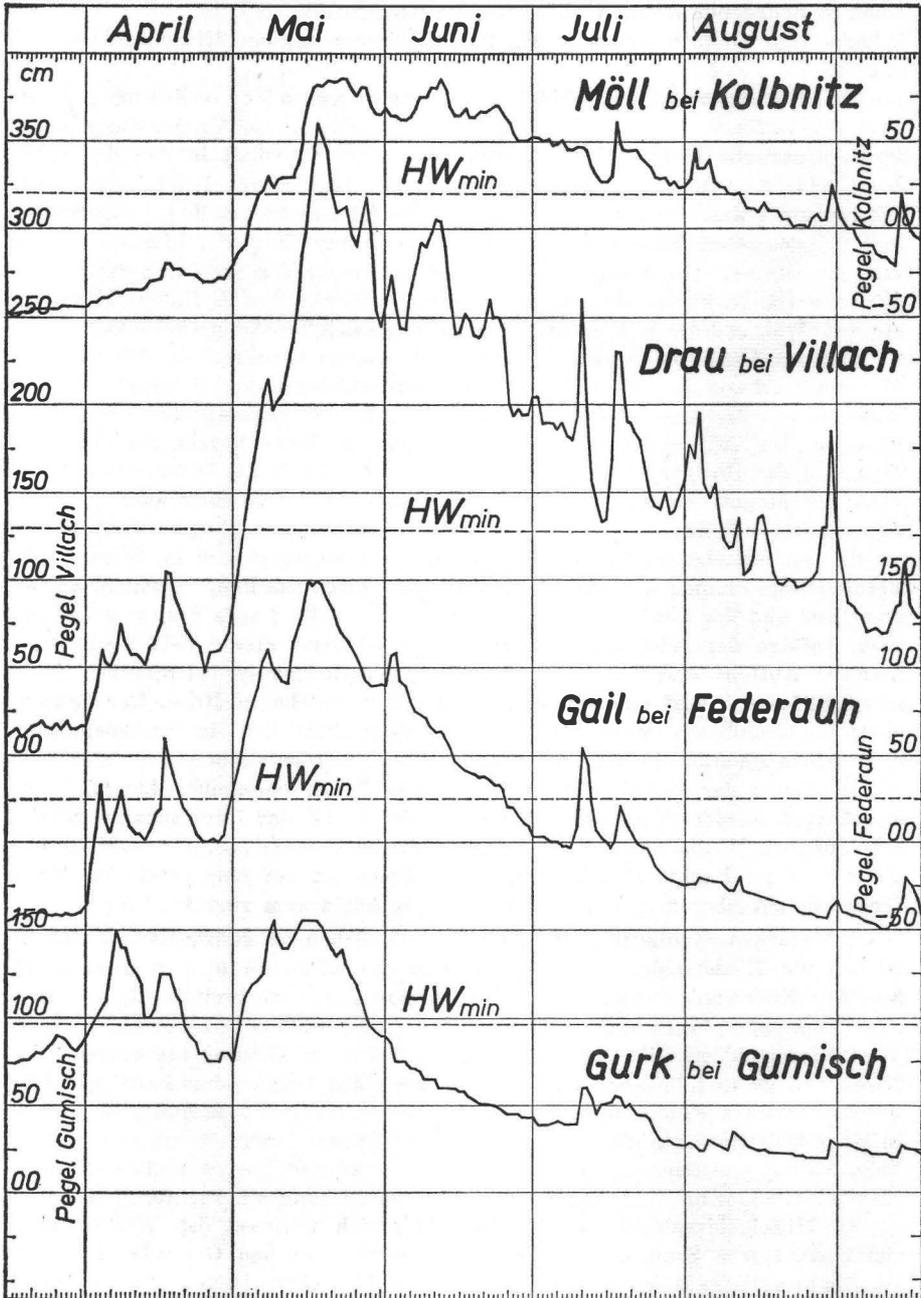
Der Niederschlag fällt oberhalb 1500 m Seehöhe gewöhnlich während der Monate November bis März als Schnee. Er kommt während der Schneeschmelze im Frühjahr und Frühsommer allmählich zum Abfluß und erhöht dann die Wasserführung der Vorfluter. Dieser natürlichen Wasserspeicherung kommt wasserwirtschaftlich große Bedeutung zu. Der Schneevorrat wächst, abgesehen von geringen Rückgängen durch Tauwetter oder Verwehung des Schnees, im Laufe des Winters stetig an und erreicht zu einem mit der Seehöhe zunehmend späteren Zeitpunkt ein Maximum, in 3000 m Seehöhe durchschnittlich erst gegen Ende Mai. Die mittlere monatliche Wasserführung ist während der Monate November bis Februar am geringsten; zu dieser Zeit wird der Abfluß überwiegend aus dem Grundwasser gespeist. Dessen Mächtigkeit ist an sich im Hochgebirge schon relativ klein; sein Vorrat geht daher im Laufe des Winters stark zurück, wenn auch sein Austreten aus dem Boden durch starken Frost erschwert wird. Die Wiederauffüllung der Grundwasservorräte kann vom Frühjahr und Frühsommer an dann beginnen, wenn das Schmelzwasser Schneematch und Schneeschichten durchdringen und durch Schotter, Spalten und den frostfrei gewordenen Boden in die Erde eindringen kann.

In Einzugsgebieten mit großem Hochgebirgsanteil kann die Schneeschmelze in Jahren mit großen Schneevorräten und günstigem Strahlungswetter wochenlang so stark sein, daß die Wasserführung die Hochwasser-Untergrenze andauernd überschreitet. Schadenhochwasser entstehen allerdings selten allein durch Schneeschmelze.

Die Gletscherschmelze hebt sich in den Jahresganglinien des Abflusses mancher Hochgebirgs-Einzugsgebiete deutlich von der Schneeschmelze ab. So fand W. WUNDT [4] in der Abflußganglinie der obersten Rhone das Maximum der Schneeschmelze in der zweiten Junidekade, das der Gletscherschmelze in der dritten Julidekade. Das aus Firn gebildete Eis der Gletscher wird teilweise über viele Jahrzehnte gespeichert. Die Gletscher der Alpen sind seit einem Hochstand um das Jahr 1850 im Rückgang, zahlreiche sind gänzlich verschwunden [5]; aber Prognosen auf einen weiteren künftigen Rückgang, evtl. bis zu ihrem völligen Verschwinden halten einer ernsten Kritik nicht stand. Vielmehr zeigen Zunahme und Abnahme der Gletscher das Bild von unregelmäßigen Rhythmen; hier und da finden sich in den letzten Jahren Ansätze für eine Massenzunahme.

Erwähnt seien noch die *Taufluten* mit Tagesperiode, die in Gewässern aus hochalpinen Einzugsgebieten mit Schneefeldern oder Gletschern entstehen. Die Höchststände der Taufluten sind umso stärker ausgeprägt, je mehr die Lufttemperatur die Nullgradgrenze überschreitet und je stärker die Sonneneinstrahlung ist. Quantitativ ist dieser Zusammenhang noch nicht zu erfassen, höchstens durch empirische Beziehungen für einzelne Flußgebiete, wie sie etwa für die Wasserstandsvorhersage von Interesse sind.

Während der warmen Jahreszeit wird die Wasserführung in Hochgebirgslagen der Alpen außer von der Schnee- und Gletscherschmelze wesentlich von den Niederschlägen bestimmt, die dann vorwiegend als Regen niedergehen. In vielen Gebieten der Alpen sind die mittleren monatlichen Niederschlagssummen während des Sommers am höchsten. Die Verdunstung und Versickerung sind in höheren alpinen Lagen nicht so groß, daß sie (im Gegensatz zu den Verhältnissen in Mittelgebirgslagen) eine stärkere Minderung des Abflusses während der Sommermonate herbeiführen könnten. Während der warmen Jahreszeit



Wasserstandsganglinien von Flüssen der südöstlichen Alpen vom März bis September 1917. Nach übernormal hohen Niederschlägen im Winter 1916/17 bewirkte hohe Lufttemperatur während der Schneeschmelze so hohe Wasserführung dieser Flüsse, daß die Untergrenze der Hochwasser (in der Abbildung gestrichelt gezeichnet) längere Zeit hindurch überschritten wurde: von der Möll und Drau 98 Tage, von der Gail 57 Tage, von der Gurk 27 Tage lang.

kommen Schadenhochwasser durch stärkere Regenfälle, evtl. in Verbindung mit Schnee- oder Gletscherschmelze bis in hohe Lagen alpiner Einzugsgebiete zustande.

In Einzugsgebieten von Mittelgebirgscharakter wird der Jahresgang des Abflusses in der warmen Jahreszeit stark von der Verdunstung beeinflusst. Klassische Untersuchungen über den Wasserhaushalt in den deutschen Mittelgebirgen wurden von H. KELLER und von K. FISCHER [4] durchgeführt. Die höchste Wasserführung, nach Monatsmitteln betrachtet, fällt bei den mittel- und norddeutschen Flüssen meistens auf den Monat März, der kleinste Abfluß auf den August. Die Verdunstung ist dort während des ganzen Sommerhalbjahres stark wirksam und ist die Hauptursache für das Abflußminimum im August. Während des Sommerhalbjahres können sich Trockenperioden stark auswirken; der Abfluß kann dann bis zum Niederwasser zurückgehen. Während des Winters wechseln in Deutschland öfter Tauwetterlagen mit Schneefällen und Frost, eine beständige Schneedecke kommt in den deutschen Mittelgebirgen nicht zustande. Der Abfluß steigt während der Tauwetterlagen jeweils stark an; die Mehrzahl der Hochwasser tritt in manchen deutschen Flußgebieten sogar während der Monate Januar bis März auf. Hochwasser sind dort aber zu allen Jahreszeiten möglich.

In den Mittelgebirgspartien der östlichen Alpen wirkt sich im Sommer die Verdunstung, ähnlich wie dies von Mittel- und Norddeutschland erwähnt wurde, stark aus und der mittlere monatliche Abfluß geht im Laufe des Sommers zurück. Infolge der reichlichen Niederschläge während dieser Zeit bleibt dort aber der Abfluß — zum Unterschied von den Verhältnissen bei manchen deutschen Flüssen — auf einer wasserwirtschaftlich nutzbaren Höhe. Der Jahresgang der Grundwasservorräte verhält sich nicht einheitlich: in trockenen Sommern gehen sie stark zurück, in nassen Sommern werden sie langsam aufgefüllt.

In Teilen der südlichen Ostalpen ist das Sommermaximum der mittleren monatlichen Niederschlagsmengen nur ein sekundäres, das Hauptmaximum fällt dort auf den Oktober; in anderen Teilen tritt neben dem Sommermaximum ein sekundäres im Herbst auf. Das Herbstmaximum ist auf eine verstärkte Tiefdrucktätigkeit über dem Mittelmeer und dem Adria-raum zurückzuführen.

Bei starken Staulagen greifen unter südöstlichen bis südwestlichen Höhenwinden die Niederschläge über den Kamm der Südalpen über und auch im Lee der Karawanken und Karnischen Alpen treten verbreitete Regen- und Schneefälle auf [6]. Da die Verdunstung im Herbst schon schwächer ist, kommen diese Niederschläge teilweise hydrologisch stärker zur Geltung als sommerliche Niederschläge und bringen der Abflußbilanz einen wasserwirtschaftlichen Gewinn: In einigen Flußgebieten der Südalpen tritt im Herbst noch ein Maximum in Monatsmitteln des Abflusses ein, in anderen Gebieten geht der mittlere monatliche Abfluß vom Sommer zum Herbst hin nur langsam zurück und nimmt erst zum Winter hin, nach Einsetzen der Schneespeicherung stärker ab.

In Mittelgebirgslagen der Ostalpen hält sich während des Winters eine viel beständigere Schneedecke, als dies in mitteldeutschen Gebirgen der Fall ist. Bis in mittlere Höhenlagen der Alpen hinauf durchgreifende Tauwetterlagen mit einer wesentlichen Abflußzunahme oder gar Winterhochwasser treten verhältnismäßig selten auf. Noch in tieferen Lagen, wie dem Grazer und Klagenfurter Becken, besteht eine ziemlich ausgeprägte Tendenz zur Erhaltung einer winterlichen Schneedecke.

Hingewiesen sei ferner auf Karstlandschaften bzw. Karst-

erscheinungen in Flußgebieten, die den Wasserhaushalt stark beeinflussen können. Die Gebirge der Gailtaler Alpen, der Karnischen Hauptkette und der Karawanken sind zum großen Teil aus Kalk und Dolomit zusammengesetzt. An manchen Einzelheiten der Wasserführung von Flüssen der Südalpen läßt sich der Einfluß von Karstgebieten in ihrem Einzugsbereich erkennen. Auch die periodischen Quellen von Warmbad Villach entspringen einem verkarsteten und sehr höhlenreichen Gebiet, der Villacher Alpe [7]. Der Zusammenhang zwischen Niederschlag und Abfluß ist gerade bei solchen Übersprüngen oft recht kompliziert und außer bei extrem hohen Niederschlägen quantitativ schwer zu erfassen. Auch wechseln dort auf geringe Entfernung warme und kalte Quellen.

Die Hochfläche von Rückersdorf, südöstlich von Klagenfurt in der Umgebung des Klopeiner Sees bei Völkermarkt gelegen, wurde bezüglich ihres geologischen Aufbaus und ihrer Quellergiebigkeit wiederholt, u. a. von J. STINY [8] untersucht. Die Hochfläche entwässert zum Turnersee, ihr Einzugsgebiet ist etwa 10 km² groß, die Abflußspende wäre nach Niederschlägen, Relief und Bewuchsart zu 10 l/s km², der mittlere Jahresabfluß der ganzen Hochfläche daher zu 100 l/s anzunehmen. Das Sattnitzkonglomerat verhält sich allerdings hydrologisch wie Kalk oder Dolomit, schluckt die Niederschläge. Diese sinken ins tiefere Grundwasser und treten außerhalb der Rückersdorfer Hochfläche, teilweise vielleicht im Einzugsgebiet des Klopeiner Sees, wieder aus. In solchen Karstgebieten können nur zahlreiche, zu allen Zeiten des Jahres durchgeführte Messungen einen Anhalt über die wahren Abflußverhältnisse geben.

Wenn auch der Einfluß der in den einzelnen Landschaften eines einheitlichen Klimaraumes unterschiedlichen Faktoren, wie namentlich des Reliefs und des Gesteins, auf den Wasserhaushalt schon frühzeitig erkannt und auch quantitativ erfaßt wurde, ist doch zu erwarten, daß weitere ökologische Forschungen zur Abgrenzung von Landschaftstypen auch die Erkenntnisse über den Wasserhaushalt stark fördern werden.

Literaturhinweise

- | | |
|---|--|
| <p>[1] C. TROLL: Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. Studium Generale, S. 163 (1950).</p> <p>[2] O. STRECK: Grundlagen der Wasserwirtschaft und Gewässerkunde. Springer, Berlin 1953.</p> <p>[3] R. KELLER: Niederschlag, Abfluß und Verdunstung im Schweizer Hochgebirge. Zum Lebenswerk von OTTO LÜTSCHEG-LÖTSCHER († 1947). Erdkunde 4, 54 (1950).</p> <p>[4] W. WUNDT: Gewässerkunde. Springer, Berlin 1953.</p> <p>[5] V. PASCHINGER: Die verschwundenen Gletscher der Ostalpen (seit dem letzten</p> | <p>Hochstand um 1850). Abhdl. d. Geogr. Ges. Wien, Bd. XVIII (1959).</p> <p>[6] H. STEINHÄUSSER: Orographische und dynamische Einflüsse bei Föhn- und Staulagen in den Südalpen. Zur Frage des Föhns im Klagenfurter Becken. Meteor. Rundsch., 12, 54 (1959).</p> <p>[7] S. MORAWETZ: Die periodischen Quellen von Warmbad Villach und ihre Beziehungen zu den Niederschlägen. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, 100, 259 (1958).</p> <p>[8] J. STINY: Gewässerkundliches vom Jauntal (Kärnten). Wasserwirtsch. u. Techn., Wien 1935.</p> |
|---|--|

WILHELM WAGNER:

NEUE STATISTISCHE DATEN ZUR ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT IN DER TÜRKEI

Von 1947 bis 1961 ist die installierte Kapazität der Kraftwerke in der Türkei von 126.965 kW sprunghaft auf 1.312.670 kW angestiegen. Diese für ein Entwicklungsland enorme Produktionssteigerung war dank großer ausländischer Finanzhilfen (Marshall-Plan-Hilfe, Kredite der Weltbank) möglich. Seit 1935