

BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

M. H. FINK und K. SCHAPELWEIN:

DIE GROSSE BODENWIESE — EIN POLJE AUF DEM GAHNS (SCHNEEBERG, N.-Ö.)

In dem vorliegenden kurzen Bericht soll am Beispiel der Großen Bodenwiese gezeigt werden, daß es auch in alpinen Karstgebieten, ja sogar im voralpinen Karst, echte Poljen gibt. Ähnliche Beobachtungen machten G. GÖTZINGER [1952] gleichfalls im Raume der niederösterreich. Kalkvoralpen („Auf den Böden“, Schlagerboden) und F. ZWITTKOVITS [1961—62] auf dem Warscheneck (Filzenpolje).

Dem Schneeberg (2075 m), einem östlichen Ausläufer der steir.-niederösterreich. Kalkalpen, ist gegen SE der „Gahns“ (ca. 1350 m) vorgelagert. Dieser stellt eine kuppige Hochfläche mit einer Reliefenergie von durchschnittlich 150 m dar und tritt innerhalb der Flächensysteme des Schneebergs als deutlich tieferes Stockwerk in Erscheinung. Gegen NW erfolgt ein mäßig steiler Anstieg zu den höchsten Flächen des Schneebergstockes. Im S und N hingegen bricht der Gahns steil zum Schwarzatal, bzw. zum Rohrbachgraben ab. Ostwärts senkt sich der Gahns allmählich zum südlichsten Teil des Wiener Beckens. Im zentralen Bereich dieser kuppigen Hochfläche befindet sich eine langgestreckte Mulde — die Große Bodenwiese.

Über das Untersuchungsgebiet liegt von H. P. CORNELIUS [1951] eine geologische Spezialkarte im Maßstab 1 : 25.000 vor, zu der vom gleichen Verfasser ein Erläuterungsband [1951] erschienen ist.

Der größte Teil der Umrahmung der Großen Bodenwiese besteht aus anisichladinischem Wettersteinkalk, der gelegentlich auch dolomitisiert auftritt. Erst im Südabschnitt ist der eigentliche Wettersteindolomit in Form von schmalen Streifen an der Sattelzone des P. 1198 sowie nördlich des Sattels bei der Waldburganger Htt. (1182 m) aufgeschlossen und wird von anisichlichen Gutensteiner Kalken umgeben, die sich im Osten der Bodenwiese mit dem Wettersteinkalk faziell verzahnen. Am Fuße des Schwarzenberges (1352 m), an der Ostseite der Bodenwiese, sind nördlich und südlich einer Quelle zwei kleinere, etwa gleich große Lappen von Werfener Schichten aufgeschlossen, die mit 50° gegen SE unter den Wettersteinkalk einfallen und bis ca. 1175 m Höhe am Gehänge emporreichen. Wie Bohrungen für das Projekt eines Pumpspeicherwerkes ergeben haben, nehmen die Werfener Schichten unter der Schuttbedeckung des Poljebodens eine größere zusammenhängende Fläche ein, deren Westgrenze an der Längsachse der Bodenwiese verläuft und die sowohl im N zwischen P. 1146 und P. 1142, als auch im S, am Westfuß des Schwarzenberges, auskeilt. Der Kontakt mit dem Wettersteinkalk im W scheint extrem steil zu verlaufen [H. P. CORNELIUS 1951, S. 62], da die im Mittelabschnitt noch bedeutende Mächtigkeit der Werfener Schichten sehr rasch abnimmt.

Das Gahnsplateau gehört zur Schneeberg-Decke, die vorgosauisch weit gegen N über die Hallstätter Decke geschoben wurde. H. P. CORNELIUS [1951] hat, veranlaßt durch die oben geschilderten Verhältnisse, die Große Bodenwiese und deren Umgebung im Osten als eine Deckscholle der über der Schneeberg-Decke lagernden Lachalpen-Decke angesehen, nachdem O. AMPFERER [1918, 1924] bereits die Werfener Schichten der Bodenwiese als Deckscholle gedeutet hat. Umfangreiche Untersuchungen von B. PLÖCHINGER [1962] führten zu der Vorstellung, daß im Bereich der Bodenwiese lediglich eine Heraushebung der Gesteinsserie der Schneeberg-Decke vorliegt, da die „... emporgepreßten, bzw. herausgehobenen Gesteine ... faziell ganz den umgebenden, in tieferer Lage gebliebenen Gesteinen der Schneeberg-Decke entsprechen“. Diese Heraushebung führt B. PLÖCHINGER auf eine Antiklinalzone zurück, die von den Fischauer Vorbergen ihren Ausgang nimmt, zunächst gegen SW führt und im Bereich des Gahns gegen W umbiegt. Der Westrand des herausgehobenen Abschnittes der Gahnsleitens wird durch jene mächtige Verwerfung gebildet, die in axialer Richtung durch die Bodenwiese bis zum Sattel bei der Waldburganger Htt. verläuft und die zugleich die Westgrenze der Werfener Schichten darstellt. Die Herausbildung der Antiklinalzone des Gahns wird von B. PLÖCHINGER mit der Umbiegung der alpidischen W—E Richtung in die westkarpatische NE Richtung in Zusammenhang gebracht, deren Scharnier vermutlich durch Hengst (1450 m) und Gahns verläuft.

Die Bodenwiese tritt als allseitig geschlossene Hohlform in Erscheinung und weist eine Länge von 2,5 km und eine Breite von 300—400 m auf. Die Längsachse der Hohlform erstreckt sich in NNE-SSW Richtung. Die Umrahmung wird im N und S von deutlich ausgeprägten Sattelzonen, die sich in einer konstanten Höhe von 1200 m halten, im W und E hingegen von einigen größeren Erhebungen wie Lärchbaumriegel (1314 m) und Schwarzenberg (1352 m) gebildet (siehe Abb. 1).

Der im Querschnitt leicht konkave Boden der Bodenwiese zeigt keinen ausgesprochen ebenen Charakter, sondern senkt sich allmählich von drei Seiten her gegen eine dolinenartige Schwinde (siehe weiter unten). Die maximale Neigung des Poljebodens beträgt $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}^\circ$. Diese Karsthohlform stellt also eine oberflächlich abflußlose Mulde dar.

Sowohl die Stratigraphie — undurchlässige Werfener Schichten werden von verkarstungsfähigen Gesteinen (anis.-lad. Kalken) umgeben —, und die Tektonik — eine N-S streichende Störung durchzieht die Bodenwiese — als auch die ganze Physiognomie der Form rechtfertigen es, die Bodenwiese als echtes Polje zu bezeichnen.

Sowohl die Störung als auch das Gestein sind für die Entstehung des Poljes verantwortlich. Außerdem deuten einige Faktoren auf eine fluviatile Voranlage. D. BAEDECKER [1922] beschreibt die Bodenwiese als alte Talung, J. MAYER [1915] nennt sie allerdings schon ein Polje. Mit ziemlicher Sicherheit ist anzunehmen, daß zu einer Zeit, da noch die oberflächliche Entwässerung vorherrschend war, die Bodenwiese ein Stück einer Talung war, die vermutlich von NNE über den Sattel der Rohrbacher Lacken nach SSW die Hochfläche des Gahns durchzog. Dies kann nur während des Tertiärs mit seinem vom heutigen völlig abweichenden Klima gewesen sein, da eine ziemlich breite Talung — entstanden durch fluviatile Lateralerosion — angenommen werden muß. Sowohl am Ost- als auch am Westgehänge der Umrahmung finden sich nämlich in 1200—1220 m auffallende Verflachungen, aus denen man diesen Talboden

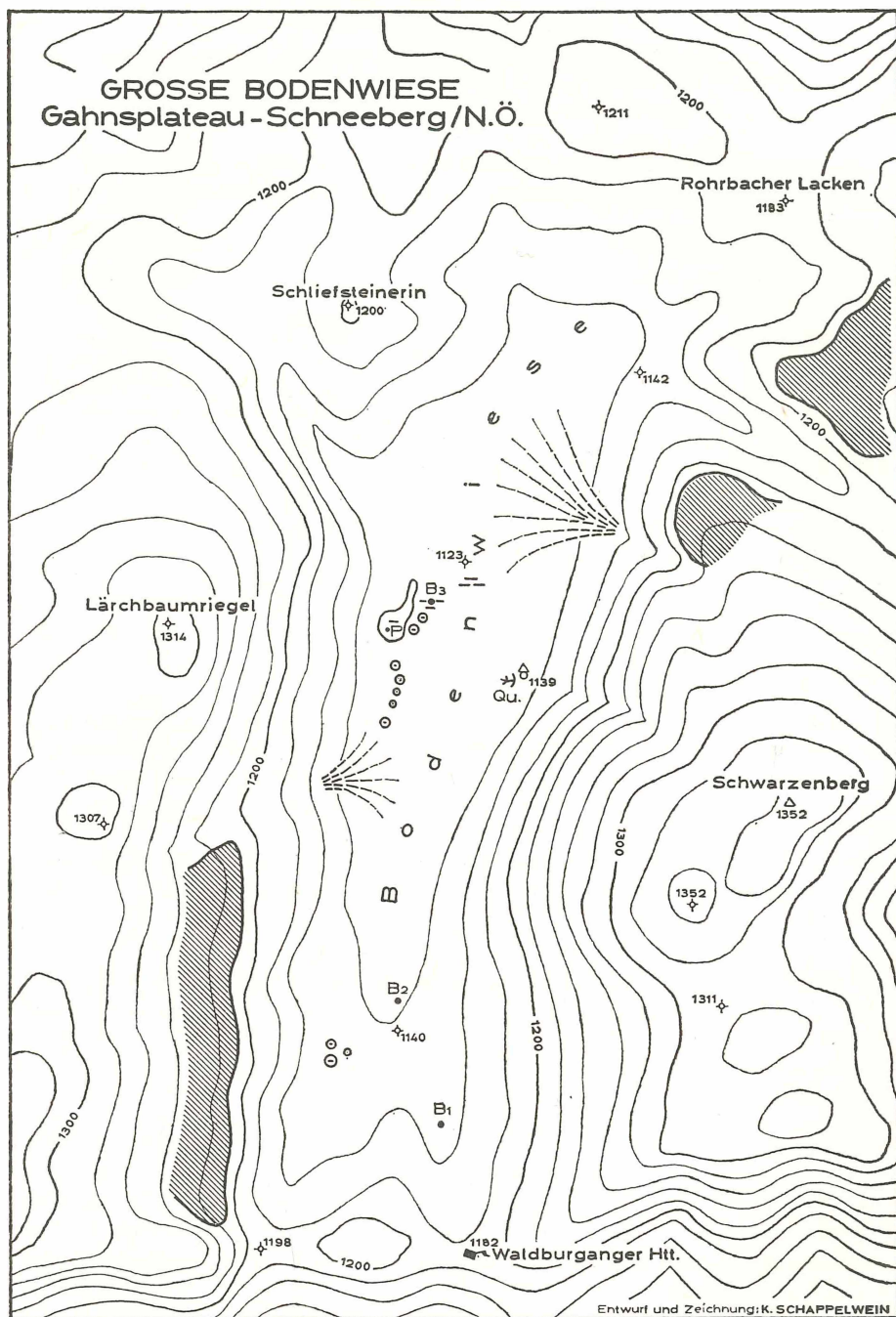
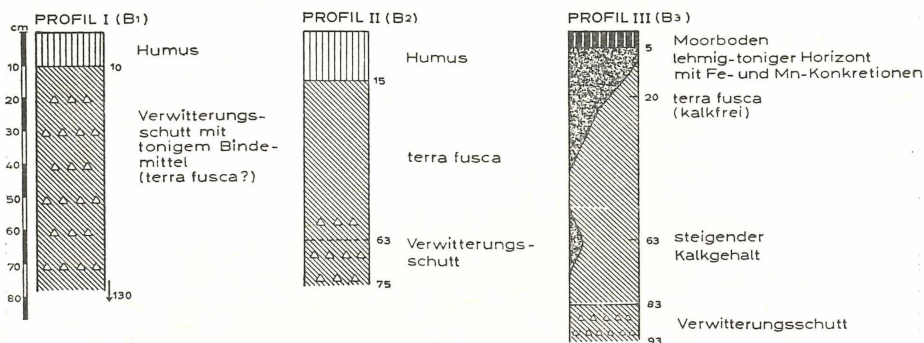


Abb. 1. Geomorphologische Übersichtskarte der Großen Bodenwiese.

rekonstruieren kann. Im Gefolge einer Hebung schnitt das Gerinne, das möglicherweise auf Werfener Schichten angelegt worden war, in den Kalkuntergrund ein und an Stelle der oberirdischen trat die karsthydrographische Entwässerung. Damit begann die eigentliche Ausgestaltung der Bodenwiese und die Entwicklung zu ihrer heutigen Form. Das Bodenwiesenpolje erfährt gegenwärtig allerdings keine weitere Ausgestaltung mehr als Karstform. Es wird einzig und allein von rezenten Formelementen überprägt, ohne daß der Charakter eines Poljes verwischt wird.



A b b. 2. Bodenprofile, gewonnen aus Handbohrungen auf der Großen Bodenwiese.

Besonders sind es einige junge Erosionsrinnen, die, von den Seitenhängen herabkommend, in das Polje mehr oder weniger deutliche Schuttfächer einschüteten. Die meisten dieser Rinnen sind allerdings gegenwärtig inaktiv und liefern kaum noch Material in die Hohlform. Das Schuttpaket im Polje, das nach H. P. CORNELIUS [1951] an mehreren Stellen einige Zehner von Metern mächtig sein soll, besteht nicht nur aus in situ aufbereitetem, sondern wohl hauptsächlich aus akkumuliertem Material. Dieser Schutt wird im ganzen Bodenbereich des Poljes von einem ca. 80—90 cm mächtigen Terra-fusca Horizont überdeckt.

Wie einige Handbohrungen erkennen lassen, dünnt die Terra-fusca gegen die Ränder stark aus (Abb. 2). Profil I — ca. 200 m nördlich der Waldburganger Htt. — zeigt noch keinen reinen Terra-fusca Horizont. Die Humusschicht überlagert unmittelbar den Verwitterungsschutthorizont, der eine leichte Verkittung durch ein rötliches, lehmig-toniges Bindemittel aufweist. Der Schutt ist durchwegs nur aus Komponenten der näheren Umgebung zusammengesetzt, mit Korngrößen von 5—12 cm. Profil I wurde allerdings einem flachen, ca. 10° geneigten weitgespannten Graben entnommen, der von der Waldburganger Htt. zum Poljeboden zieht; die Terra-fusca dürfte hier abgeschwemmt worden sein. Bei Profil II — ca. 60 m nördlich von P. 1140 — zeigt sich hingegen schon ein deutlich ausgeprägter Terra-fusca Horizont unter einer geringmächtigen Humusschicht. Der bei 63 cm beginnende Schutt zeigt keine Verkittung, wie es bei Profil I der Fall ist, sondern lediglich eine Verzahnung mit der Terra-fusca. Profil III wurde in der Lacke des Almtümpels gegenüber der Almhütte aufgeschlossen. Unter einem geringmächtigen graublauen Horizont mit überaus dichter Struktur folgt ein hellerer lehmig-toniger, in dem Punktkonkretionen von Fe und Mn festzustellen sind. Darunter folgt nun eine kalkfreie, aber typische Terra-fusca. Mit

zunehmender Tiefe steigt der Kalkgehalt der Terra-fusca an. Bei rund 83 cm geht sie in einen feineren Verwitterungsschutt über (2—5 cm Korngröße). Dieses Profil zeigt den typischen Aufbau einer Terra-fusca mit Tagwasserstau, wie sie F. SOLAR [1964] von der Rax beschreibt. Er bezeichnet diese Form als molkenpodsolige Terra-fusca der Dolinen mit Tagwasserstau.

Der Stau des Niederschlagswassers, der an einigen Stellen des Poljes zu beobachten ist, wird durch das Auftreten von Verwitterungslehm, der von den Werfener Schichten weitaus reichlicher geliefert wird als vom Kalk, verursacht. Dadurch kommt es zu einer leichten Vermoorung des Bodens, die sich nicht nur durch einige Tümpel offenbart, sondern auch durch eine leichte Wellung des ganzen Bodens, hervorgerufen durch das Auftreten von Moospolstern und sauren Vegetationsinseln.

Der Abfluß des Poljes vollzieht sich durch eine Doline, die sich am Westrand der Hohlform befindet (vgl. Abb. 1). Wie D. BAEDECKER [1922] ausführt, war diese Doline einst ziemlich steilwandig (30—35°) und durchsank mit ca. 4 m Tiefe den Verwitterungslehm. Am Boden des Trichters trat der Ponor in Form von offenen Klüften in Erscheinung. Heute sieht man von all dem nichts mehr. Im Zuge der Vorarbeiten für ein projektiertes Pumpspeicherwerk auf der Bodenwiese wurde die Doline zugeschüttet und abgedichtet. Nachdem das Projekt aber nicht zur Ausführung gelangte, mußte ein künstlicher Ponor — in Form eines Abzugsrohres — durch die Abdichtung und Schuttfüllung gestoßen werden, um einen weitflächigen Stau des Niederschlagswassers zu verhindern. Laut mündlicher Mitteilung des Wirtes der Waldburganger Htt. kann es auch heute noch vorkommen, daß sich die tiefsten Teile der Bodenwiese nach einem heftigen Gewitter, oder bei plötzlicher Schneeschmelze in einen See verwandeln. Die in Abb. 1 bezeichnete Doline mit Ponorfunktion (P) ist also heute nur mehr in dieser Form in Funktion. Außer dieser größeren Doline sind noch einige kleinere auf der Bodenwiese entwickelt. Diese Karstformen sind fast durchwegs kreisrund mit einem Durchmesser von 5—7 m und einer Tiefe von 0,5 bis 1,5 m. Eine ganze Dolinenreihe befindet sich z. B. am Westrand des Poljes, südlich jener o. a. „Doline“ am Fuß des Lärchbaumriegels (1314 m). Solche Klein- und Kleinstformen haben sich fast überall am Fuße der Umrahmung eingetieft, sodaß ein sehr deutlicher Knick zwischen den Hängen und dem Poljeboden vorhanden ist.

Die Hänge der Umrahmung zeigen im großen und ganzen eine mittelsteile Böschung (18—25°). Nur in ca. 1200—1220 m zeigen sich die erwähnten, stark konkaven Verflachungen (8—10°). Solche Hangpartien befinden sich noch im südlichen Teil der westlichen Poljeumrahmung als ziemlich geschlossene Flur. Oberhalb von P. 1142, im nördlichen Teil der Hohlform, finden sich Verflachungen als Eckfluren, da hier ein Graben nach SE hinabzieht.

Zusammenfassend kann man also feststellen, daß für die primäre Anlage der Hohlform der Bodenwiese, wie auch ihrer langgestreckten Form, nicht nur die axial streichende Störung, sondern vor allem ihre Entstehung aus einer fluviatilen Talung von Bedeutung gewesen sind. Alle beobachteten Tatsachen weisen darauf hin, daß es sich um ein echtes Polje im Sinne der Definition von H. LOUIS [1961, S. 147 ff.] handelt.

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. I, 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 süd. Gebirgsumrahmung des Beckens von Windischgarsten (Warscheneck, Bosruck, Westl. Haller Mauern). Geogr. Jber. aus Österreich, Bd. 29, Wien 1961—62.

HANS STEINHÄUSSER:

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 zutage tritt. 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, Silvrettagruppe, der Öztaler-, 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.

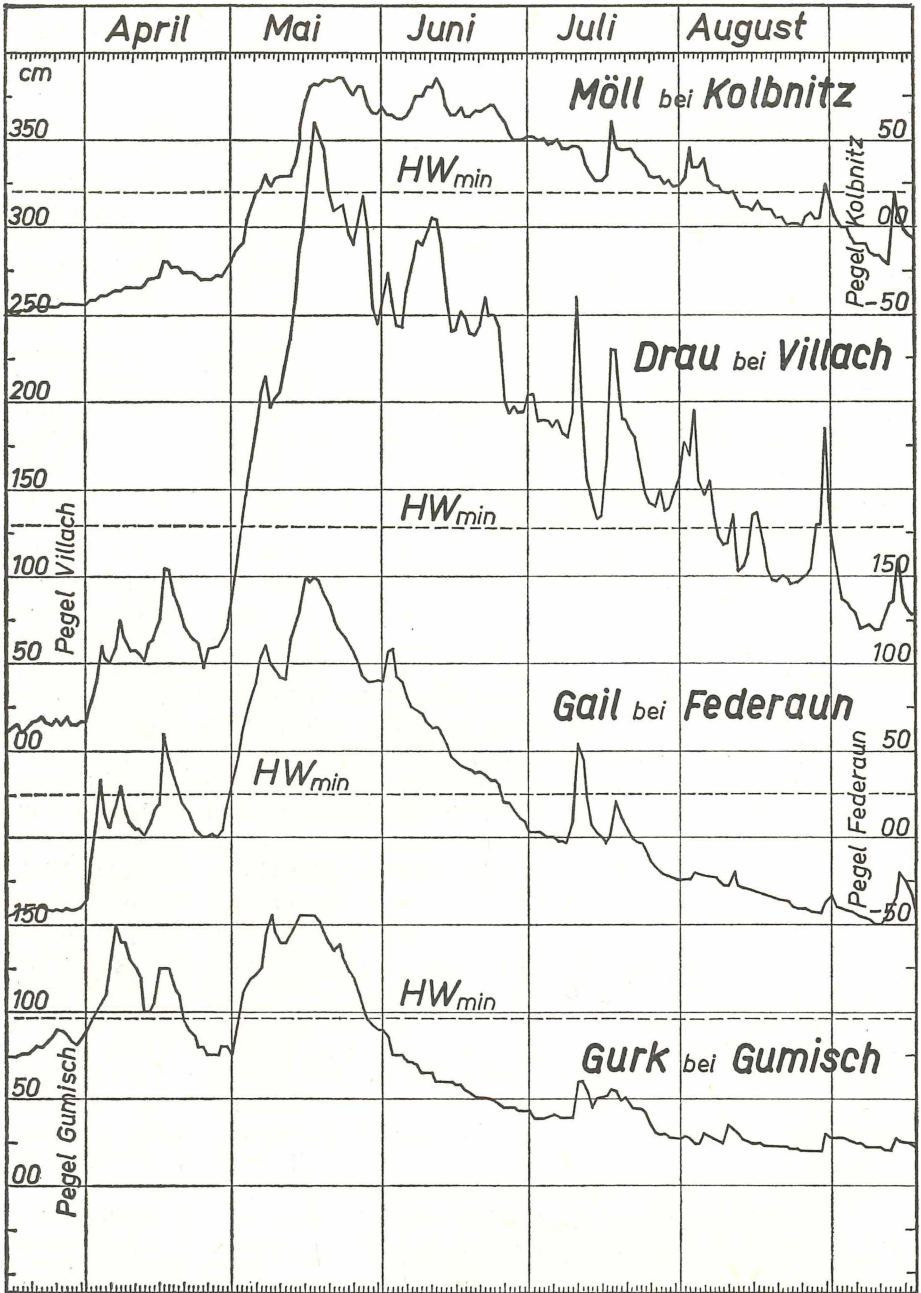
Der Niederschlag fällt oberhalb 1500 m Seehöhe gewöhnlich während der Monate November bis März als Schnee. Er kommt während der Schneeschmelze im Frühjahr und Frühsommer allmählich zum Abfluß und erhöht dann die Wasserführung der Vorfluter. Dieser natürlichen Wasserspeicherung kommt wasserwirtschaftlich 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 Jahrganglinien 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 Hochgebirgs-lagen 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 Turneersee, 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

- [1] C. TROLL: Die geographische Landschaft und ihre Erforschung. Studium Generale, S. 163 (1950).
- [2] O. STRECK: Grundlagen der Wasserwirtschaft und Gewässerkunde. Springer, Berlin 1953.
- [3] R. KELLER: Niederschlag, Abfluß und Verdunstung im Schweizer Hochgebirge. Zum Lebenswerk von OTTO LÜTSCHG-LÖTSCHER († 1947). Erdkunde 4, 54 (1950).
- [4] W. WUNDT: Gewässerkunde. Springer, Berlin 1953.
- [5] V. PASCHINGER: Die verschwundenen Gletscher der Ostalpen (seit dem letzten Hochstand um 1850). Abhdl. d. Geogr. Ges. Wien, Bd. XVIII (1959).
- [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).
- [7] S. MORAWETZ: Die periodischen Quellen von Warmbad Villach und ihre Beziehungen zu den Niederschlägen. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien, 100, 259 (1958).
- [8] J. STINY: Gewässerkundliches vom Jauntal (Kärnten). Wasserwirtsch. u. Techn., Wien 1935.

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

war wohl der Ausbau der bis dato vernachlässigten Erschließung von Wasserkraften von einer Anzahl staatlicher Organisationen geplant, jedoch mangels Geldmittel nicht realisiert worden. Rund 0,7% des Nationaleinkommens waren bis 1962 zum Ausbau der Elektrizitätswirtschaft verwandt worden. Für 1963 waren in Übereinstimmung mit dem gegenwärtig laufenden 5-Jahresplan für solche Investitionen insgesamt 522,9 Mill. TL (= $9,4\frac{0}{100}$ des Nationaleinkommens), für 1964 insgesamt 871,4 (= 1,5%) vorgesehen. Hauptträger der Investitionen waren die Etibank, die Ilbank und die Staatlichen Wasserkraftwerke.

Die rationelle Nutzung heimischer Brennstoffe (Stein- und Braunkohle, sowie Erdölderivate) und die Errichtung einer Anzahl von Großkraftwerken zwecks weiträumiger Versorgung waren fürs erste Leitlinien staatlicher Planung. Doch bereits nach der Errichtung des ersten Großkraftwerkes — in Catalagzi — erkannte man die Schwierigkeiten, die sich bei solchen Bauvorhaben ergeben. In der Türkei ist die Bevölkerungsdichte relativ gering, Städte und größere Orte sind weit gestreut. Die Versorgung der Bevölkerung mit Elektrizität ist daher verbunden mit der Errichtung langer Fernleitungen, deren Bau große Investitionen und lange Zeit erfordert. Dies war der Grund, warum man zunächst Kraftwerke durchschnittlicher Kapazität und Größe in unmittelbarer Nähe der größten und bedeutendsten Nachfrage- und Verbraucherzentren errichtete. Erst in weiterer Sicht sollen sog. regionale oder isolierte Energiezentralen entstehen, die den auch in der Türkei rapid steigenden Verbrauch an elektrischer Energie über ein Netz von Hochspannungsleitungen (380 kV, 154 kV) zu decken hätten. Wie groß der noch zu erwartende Bedarf an elektrischer Energie ist, geht daraus hervor, daß von den insgesamt 1004 Städten erst 560 und von 35.635 Ortschaften erst 240 elektrifiziert sind. Das bedeutet, daß erst 31,4% der türkischen Bevölkerung direkte Nutznießer von Elektrizität sind.

Bedeutet die Versorgung der Haushalte mit Elektrizität einen Fortschritt, so ist die Energieversorgung der Industrie von Lebenswichtigkeit. Seit 1912 waren in weiter Streuung über das Land Eigenversorgungsanlagen mit geringer installierter Kapazität zwecks Energiebedarfsdeckung der einzelnen Bergbaubetriebe, der Anlagen der Zement-, Textil-, Papier- und Zellstoff-, sowie der Schwer-, Metall- und chemischen Industrie entstanden. Mit dem Ausbau der Industrie wuchs die Nachfrage an Kraft- und Lichtstrom in einem Maße, daß die wenig leistungsfähigen Eigenversorgungsanlagen den Bedarf nicht oder nur unzureichend decken konnten. So waren besonders die nord- und westanatolischen Kohlenabbau stark in ihrer Entwicklung gehemmt. Als vordringlich wurde zunächst der Ausbau der Elektrizitätsversorgung des Steinkohlenreviers Zonguldak-Eregli behandelt. 1948 wurden hier die beiden ersten Groß-Dampfturbinen mit einer installierten Kapazität von 41.500 kW in Betrieb genommen und bis 1956 auf 129.500 kW zur größten Energiezentrale des Landes ausgebaut. Das Kraftwerk deckt nicht nur den Bedarf des Kohlenreviers, sondern beliefert darüber hinaus auch Istanbul (154 kV Fernleitung von Eregli nach Üsküb) und Ankara mit elektrischer Energie. Mehr als ein Viertel der gesamten Elektrizitätserzeugung der Türkei wurde bis 1956 von diesem Werke bestritten. Abfallkohle für das Kraftwerk fällt in genügender Menge an, befindet sich in diesem Gebiet doch mit einer Jahreförderung von durchschnittlich 6 Mio t (1959) das größte Steinkohlenrevier der Mittelmeerländer und das einzige der Türkei. Die kalorischen Werke von Tuncbilek (in Betrieb seit 1956, 64.992 kW installierte Kapazität) und Soma (1957, 44.590 kW) sind die westanatolischen Gegenstücke,

DIE STANDORTE DER ELEKTRIZITÄTSWERKE IN DER TÜRKEI

Entwurf, Kartographie: W. WAGNER



beschickt mit den Braunkohlen der nahe gelegenen Reviere von Tuncbilek-Degirmisaz und Manisa.

Seit den Zwischenkriegsjahren bestehen thermische Energiezentralen in den größeren Städten wie Istanbul (errichtet und erweitert 1922—1956, installierte Kapazität 127.925 kW), Izmir (1928—1955, 40.000 kW) und Ankara (1927 bis 1953, 26.624 kW). Karabük (1939, 20.420 kW), Kirikkale (1929—1937, 15.430 kW), Izmit (1941—1951, 11.160 kW) und Nazilli (1937—1945, 10.752 kW) sind Orte mit den bedeutendsten industriellen Eigenversorgungsanlagen.

Im Zuge der Wasserkraftnutzung — in den letzten Jahren wurde eine Reihe von Kraftwerken größerer Kapazität, wie das Kraftwerk von Sariyar am Sakarya (80.000 kW), Hirfanli bei Kirikkale (110.000 kW) u. a. fertiggestellt — konnte auch die Wasserführung der Flüsse erfolgreich gesteuert werden. Mit Hilfe der großen Stauanlagen war es ferner möglich, unter Trockenheit leidende landwirtschaftliche Kulturflächen zu bewässern.

Die Türkei ist reich an Wasserkraften. Rund 90.000 GWh¹ an ausbauwürdigem Wasserkraftpotential konnte errechnet werden, von dem bisher nur etwas mehr als 0,35% genutzt sind. Euphrat, Sakarya, Kizil Irmak und Ceyhan sind jene Flüsse, die die größten Möglichkeiten zur Nutzung der Wasserkraft bieten. Mehrere Großprojekte, wie das von Keban (980.000 kW), Ciceros (300.000 kW), Kargi (40.000 kW), Kesikköprü (76.000 kW) und Maras (40.000 kW) bestehen bereits auf Papier.

Trotzdem wäre vor der Realisierung solcher Riesenprojekte der regelmäßige Absatz der produzierten elektrischen Energie zu sichern und allenfalls die Möglichkeiten einer eventuellen Ausfuhr ins Auge zu fassen.

Nachstehend die wichtigsten statistischen Daten zur Elektrizitätsproduktion: Installierte Kapazität in MW² insgesamt:

	1945	%	1950	1955	1960	1961	%
therm. Werke	236,0	97,0	390,0	573,5	860,4	890,5	66,4
Wasserkraftwerke	10,0	3,0	17,9	38,1	411,9	451,5	33,6

Produktion in GWh insgesamt:

	1945	%	1950	1955	1960	1961	%
therm. Werke	504,0	95,5	759,5	1490,7	1813,7	1773,5	58,1
Wasserkraftwerke	23,8	4,5	30,1	89,2	1001,4	1276,5	41,9

Anteil der verwendeten Brennstoffe an der Produktion (in GWh)

	1950	%	1955	%	1960	%	1961	%
Steinkohle	540,7	68,5	952,6	60,4	1007,7	35,8	1106,5	36,3
Braunkohle	137,2	17,4	339,0	21,4	532,5	18,9	380,0	12,4
flüssige Brennstoffe	59,8	7,5	158,3	10,0	233,0	8,3	245,0	8,0
andere Brennstoffe	27,8	2,8	39,8	2,6	40,5	7,4	42,0	7,4
Wasserkraft	30,7	3,8	89,2	5,6	1001,4	35,6	1276,5	41,9

¹ 1 GWh (Gigawattstunden) = 1 Mio kWh.

² MW (Megawatt) = 1000 kW.

Anteil der Verbrauchergruppen an der Produktion (in G Wh)

	1950	%	1960	%	1961	%
Industrie	508,8	75,0	1751,5	73,1	1910,0	73,2
Haushalt und Handel	108,7	16,0	460,4	19,2	500,0	19,2
Ämter, Behörden	21,4	3,2	68,5	2,9	76,0	2,9
Straßenbeuchtung	22,0	3,2	76,8	3,2	84,0	3,2
Verkehr	17,9	2,6	38,6	1,6	40,0	1,5

Länge der Hochspannungsleitungen in km (1961)

	380 kV	154 kV	66 kV	33 kV	15—33 kV	insgesamt
in Betrieb	—	2113,3	931,4	743,4	447,8	4236,4
in Bau	—	868,8	1031,0	661,9	114,5	2676,2
geplant	2450,0	1249,0	2881,0	2538,0	83,0	9201,0

Quellen: ELEKTRIK ENERJISI YILLIK DURUM BÜLTEN. Ankara, 1958 ff.

TÜRKIYE ELEKTRIK ENERJISI İSTATİSTİK BÜLTENİ. Ankara, 1962.

TÜRKİY ELEKTRIKLENDİRME PLAN 1964 BASI.

(Für die Überlassung umfangreichen statistischen Materials bin ich dem Generaldirektor der Elektrik Isleri Etüt Idaresi, Herrn İBRAHİM DERİNER, zu großem Dank verpflichtet.)

WALTER STRZYGOWSKI:

DAS GEZEITENKRAFTWERK AN DER RANCE

An der Küste der Bretagne und in Portugal nützen einfache Wasserräder die Kraft der Gezeiten schon seit Jahrhunderten zum Betrieb von Mühlen aus. Im Jahr 1940 begann die Gesellschaft „Electricité de France“ ihre Studien, 1956 beschloß die französische Regierung den Bau eines ersten Gezeitenkraftwerkes, es heißt „Usine marémotrice de la Rance“. Der erste „Zwiebelgenerator“ wurde versuchsweise 1959 in einem unbenützten Dock von St. Malo eingerichtet, seit Januar 1961 ist das Kraftwerk in Bau, es soll bis 1966 fertig sein. Ende 1963 sind die beiden Staumauern an der Meer- und Landseite fertig, sie liegen etwa 2 km südlich der Häfen Dinard und St. Malo. Es beginnt der Einbau der Turbinen. Die Kosten werden mit 320.000.000 n. Fr. angegeben.

Der Damm ist etwa 750 m lang, der Rückstau des Wassers erstreckt sich bei Flut 20 km aufwärts bis zu Schleuse von Chantellier bei Dinan. Im Stau-becken können 180.000.000 m³ Wasser gespeichert werden. Der Tidenhub beträgt hier zwischen 12 m und 13,5 m weil die Halbinsel Cotentin die Fluten auffängt und steigert.

Der Damm besteht — von West nach Ost — aus einer Schiffsschleuse, dann folgt das Kraftwerk. Es besteht aus 24 „Zwiebelgeneratoren“: In einem Gehäuse von etwa 5 m Durchmesser und 15 m Länge ist ein Generator eingebaut, dessen horizontale Achse außen eine Turbine trägt. Ihre vier Schaufeln können so verdreht werden, daß die Turbine die Kraft des durchströmenden Wassers in beiden Richtungen ausnützen kann. Wegen Gefahr der Korrosion durch Salzwasser mußten neue Stahllegierungen verwendet werden. Die Jahresleistung dieser 24 „bulbes“ wird mit 544 Mill. kWh angegeben. Sie ergibt sich aus der beim Abfluß vom Bassin zum Meer während der Ebbe gewonnenen Kraft (537 Mill. kWh) plus der beim Zufluß vom Meer zum Bassin während der Flut gewonnenen Kraft (71,5 Mill. kWh) minus der Strommenge, die zum Pumpen von Meerwasser in das Bassin in gewissen Nachtstunden verbraucht wird (64,5 Mill. kWh). Die Turbinen haben einen Durchmesser von 5,35 m und drehen sich mit 94 Touren pro Minute, der Durchfluß beträgt etwa 8000 m³ Wasser pro

Sekunde. Östlich vom Kraftwerk bildet ein Damm die Verbindung zur Felsinsel des Rocher de Chalibert, dann folgt eine Wehranlage mit vier Toren, die gehoben und gesenkt werden können. Die Generatoren können zu bestimmten Nachtstunden als Elektromotoren wirken und treiben dann die Turbinen, die als Pumpen wirken.

Wie arbeitet ein Gezeitenkraftwerk? Die Voraussetzungen sind: Großer Unterschied zwischen Ebbe und Flut (Tidenhub). Großes natürliches Rückhaltebecken. Geeignete Stelle für den Bau eines kurzen Damms in Fluthöhe.

Der Einphasenbetrieb umfaßt drei Stadien: 1. Füllen des Beckens durch ein Wehr bei Flut, Schließen des Wehres, sobald die Flut den höchsten Stand erreicht hat. 2. Abwarten eines entsprechenden Höhenunterschiedes zwischen dem gefüllten Becken und der sinkenden Flut. 3. Der Höhenunterschied wird

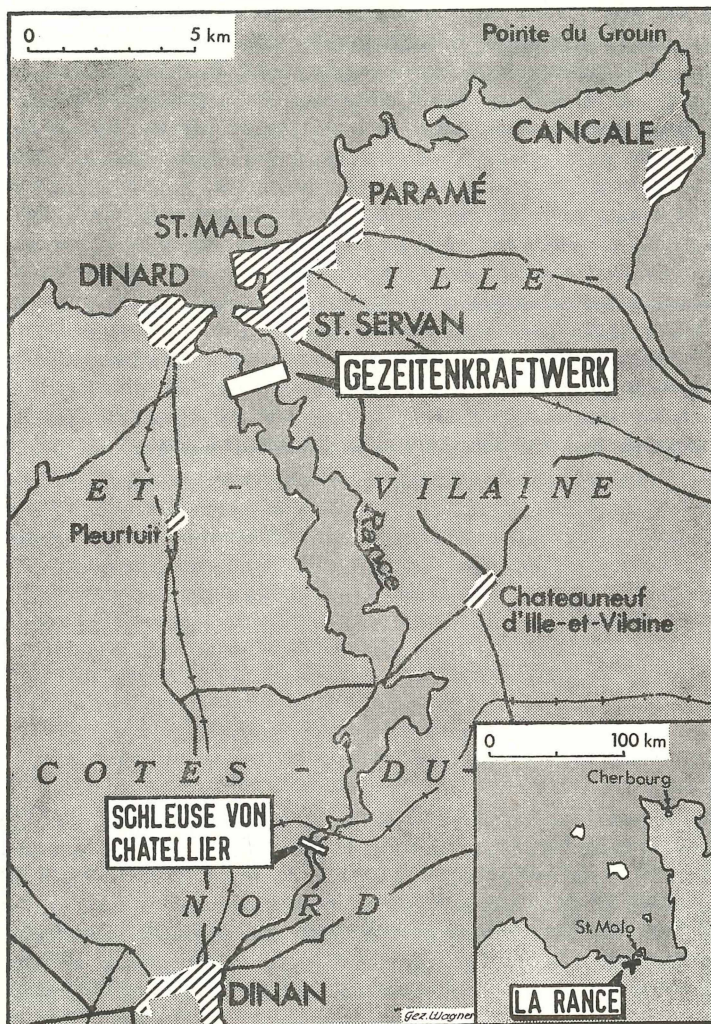


Abb. 1. Das Gezeitenkraftwerk an der Rance etwa 2 km oberhalb der Mündung des Flusses.

Aus „Le Monde“, 14. 11. 1963.

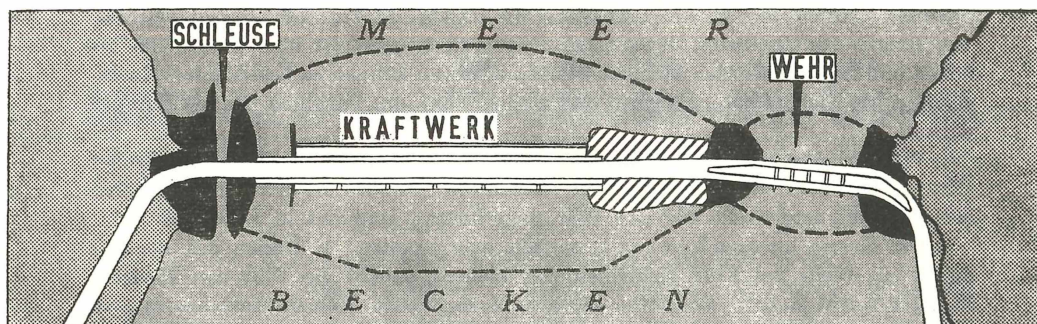


Abb. 2. Der Damm des Gezeitenkraftwerkes an der Rance. Der Damm besteht aus Schleuse, Kraftwerk mit 24 Turbinen und Wehranlage mit 4 Toren. Aus „Le Monde“, 14. 11. 1963.

nun zum Betrieb der Turbinen und Wechselstrom-Generatoren benützt. Das schwierigste Problem ist die Wahl des richtigen Augenblicks zum Anfahren der Turbine. Da sich der ganze „Fahrplan“ mit den Gezeiten dauernd verändert, sind elektronische Rechenmaschinen und automatische Steuerung der Anlage vorgesehen.

Der Zweiphasenbetrieb nützt dazu noch jene Energie, die sich aus dem Höhenunterschied zwischen der Flut im Meer und dem Tiefstand des Wasserspiegels im Bassin ergibt. Die Pumpanlage ermöglicht ferner einen Betrieb der ganzen Anlage schon im Zeitpunkt der höchsten Flut und der tiefsten Ebbe. Obwohl das Pumpen viel Strom verbraucht, ergibt sich — ähnlich wie bei den Pumpspeicherwerken der Gebirge — eine beträchtliche Steigerung der Leistung.

Aus den angeführten Möglichkeiten ergeben sich 16 verschiedene Kombinationen für die Kraftgewinnung. Auf 14 Tage entfallen annähernd 27 Gezeiten. Man kann die Möglichkeiten der Kraftgewinnung zeitlich so verteilen, daß ein möglichst hohes Dargebot von Energie auf die Spitzenzeiten des Stromverbrauches entfällt. Das Gezeitenkraftwerk ist daher weniger einem Laufkraftwerk der Ebene vergleichbar, sondern kann Spitzenstrom liefern, wie die Speicherwerke der Alpen. Frankreich hofft, in fernerer Zukunft aus dem Meer ebensoviel Energie gewinnen zu können wie gegenwärtig in den Kohlenkraftwerken des Nordostens, das sind über 10 Milliarden kWh. Man will die Erfahrungen an der Rance dazu verwenden, um den Bau eines größeren Kraftwerkes vorzubereiten. Dieses könnte bis 1980 am östlich anschließenden Golf von St. Malo errichtet werden, aus dem die Insel des Mt. St. Michel aufragt.

Es folgt ein Beispiel für einen „Fahrplan“ des Kraftwerkes mit runden Zeitangaben: Pumpbetrieb 5—6, Stillstand 6—8, Turbinen laufen durch Becken-Entleerung 8—13, Stillstand 13—16, Turbinen laufen durch Becken-Füllung 16 bis 19, Stillstand 19—22, Turbinen laufen durch Becken-Entleerung 22—3, Stillstand 3—5 Uhr.

Die untenstehenden Quellen verzeichnen folgende anderen Gezeitenkraftwerke: Es gibt viele Planungen aber in Betrieb ist nur ein Versuchskraftwerk der USSR am Weißen Meer. Aus diesem Meer sollen durch solche Kraftwerke 10—20 Mill. kWh zu gewinnen sein. An der Sevenmündung beträgt der Tidenhub 14 bis 16,3 m. An der Passamaquoddy Bay am Atlantik nahe der Grenze zwischen USA und Kanada besteht ein Projekt, ein ähnliches an der Fundy Bay. Auch in Argentinien befaßt man sich an der Bucht von San José und in Australien an der Mündung des Fitzroy mit ähnlichen Plänen.

Quellen: Zeitschrift „Enterprise“ vom 22. I. 1962; Zeitschrift „Hobby“ vom 7. 1961; Zeitung „Le Monde“ vom 14. 11. 1963

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1963

Band/Volume: [105](#)

Autor(en)/Author(s): Diverse Autoren

Artikel/Article: [Berichte und kleine Mitteilungen 533-548](#)