

*Überreicht vom Verfasser*

# POTENTIELLE UND EFFEKTIVE WASSERKRÄFTE DES LANDES

VON

ALBRECHT PENCK

SONDERAUSGABE AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN  
DER PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
PHYS.-MATH. KLASSE 1930. IX

BERLIN 1930  
VERLAG DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KOMMISSION BEI WALTER DE GRUYTER U. CO.

(PREIS *RM* 1.—)

# POTENTIELLE UND EFFEKTIVE WASSERKRÄFTE DES LANDES

VON

ALBRECHT PENCK

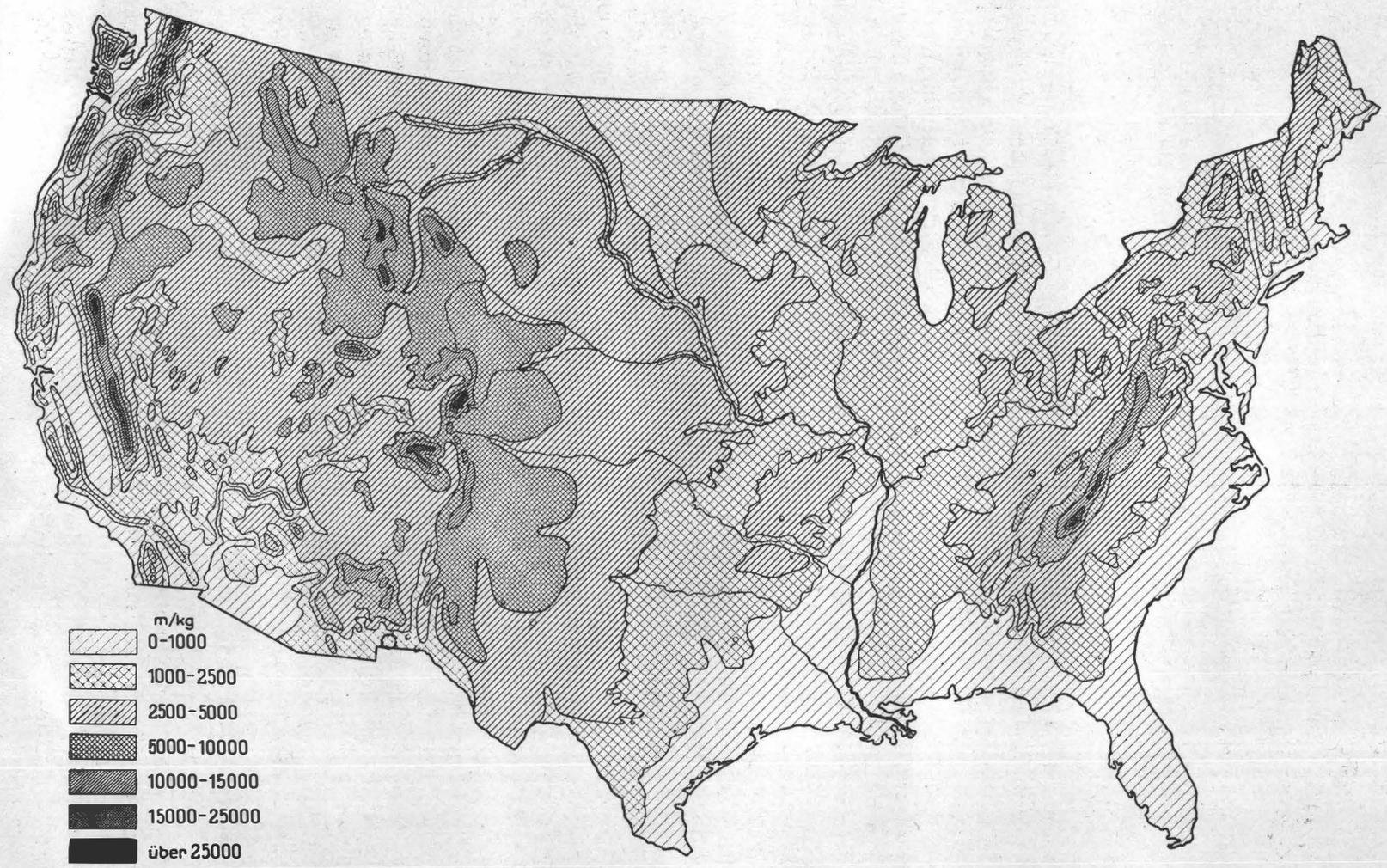
SONDERAUSGABE AUS DEN SITZUNGSBERICHTEN  
DER PREUSSISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
PHYS.-MATH. KLASSE. 1930. IX

BERLIN 1930  
VERLAG DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN  
IN KOMMISSION BEI WALTER DE GRUYTER U. CO.

(PREIS *R.M.* 1.—)

Wasserkräfte sind allenthalben an der Oberfläche des Landes tätig, nicht bloß in den Bächen, Flüssen und Strömen, sondern auch an Hängen, an denen die Regenwasser herabfließen. Das geschieht nicht bloß in feuchten Klimaten, es erfolgt auch in den Wüsten, denn auch hier regnet es, wenn schon selten. Jedem Tropfen Wasser, der auf die Erdoberfläche herabfällt, wohnt eine Kraft inne, die wirksam wird, wenn er abwärts fließen kann. Die Größe dieser Kraft wird gemessen durch die Höhe, die er auf der Landoberfläche herabfließt. Diese Fallhöhe ihrerseits kann im Maximum gleich der Meereshöhe des Ortes werden, von der der Tropfen herabgeflossen ist. Das gilt auch für Depressionsgebiete unter dem Meeresspiegel, denn in ihnen müßte sich das Wasser, wenn es, wie vorausgesetzt, zum Meere zurückkehren soll, ansammeln, bis es überfließen kann. Die Meereshöhe gibt im Verein mit dem Gewicht des gefallenen Regens ein Maß für die größte Arbeit, die er zu leisten vermöchte. Vergewärtigen wir uns, daß ein cbdm Wasser ein kg wiegt, so gibt uns die Regenhöhe eines Ortes, ausgedrückt in dm, multipliziert mit der Seehöhe des Ortes, ausgedrückt in m, die von jedem qdm der Erdoberfläche im Lauf eines Jahres ausgehende Wasserkraft in mkg. Diese Größe wollen wir die potentielle Wasserkraft nennen. Sie ist nicht identisch mit der potentiellen Wasserkraft des Technikers, der darunter lediglich die nutzbar zu machende Wasserkraft versteht.

Die Ermittlung der potentiellen Wasserkräfte der ganzen Erde setzt die Bestimmung der potentiellen Wasserkräfte aller einzelnen Orte der Erdoberfläche voraus. Verbinden wir auf einer Karte die Orte gleicher potentieller Wasserkraft, so erhalten wir Isohydrodynamen, deren Verlauf uns ein Bild von der Verteilung der potentiellen Wasserkräfte in einem Lande gewährt. Wie man aus einer Isohypsenkarte die mittlere Höhe eines Landes herleitet, gewinnt man aus einer solchen Isohydrodynamenkarte dessen mittlere potentielle Wasserkraft, und aus dieser erhält man durch Multiplikation mit dem entsprechenden Areale die gesamte potentielle Wasserkraft des Landes. Eine solche Isohydrodynamenkarte hat Hr. Dr. HERBERT LEHMANN nach meinen Angaben für die Vereinigten Staaten von Amerika entworfen. Sie zeigt naturgemäß viel Ähnlichkeit mit einer Isohypsenkarte. Es treten die Appalachen ebenso hervor wie das Felsengebirge und die Sierra Nevada. Aber die hydrodynamischen Höhen der Gebirge sind verschieden von ihren Meereshöhen. Die Appalachen erscheinen wegen ihrer doppelt so großen Nieder-



Potentielle Wasserkräfte der Vereinigten Staaten von Amerika in mkg/Jahr/qdm.

schlagsmenge gleich hoch wie das doppelt so hohe Felsengebirge. Die Sierra Nevada mit den reichen Niederschlägen an ihrer Westseite übertrumpft beide. Trotz ihrer reichen Niederschlagsmengen erscheinen die Tiefländer des Mississippibeckens auch hydrodynamisch tief, während umgekehrt die Großen Ebenen und das Große Becken trotz ihrer Niederschlagsarmut wegen ihrer großen Meereshöhe auch hydrodynamisch als hoch entgegnetreten. Dabei sind ihre Wasserkräfte unbedeutend. Das fallende Wasser, soweit es nicht an Ort und Stelle aufgezehrt wird, findet hier seinen Weg nur selten bis zum benachbarten Fluß herab. Nur ein Teil der potentiellen Wasserkraft wird effektiv. Dieser Teil kann nur in roher Weise geschätzt werden. Dabei gehen wir von der potentiellen Wasserkraft aus, die uns den oberen Grenzwert für die effektive gewährt. Hierin beruht ihre Bedeutung für morphologische und andere Untersuchungen.

Solange wir nicht isohydrodynamische Karten der ganzen Erde haben, müssen wir uns mit bloßen Schätzungen über die Gesamtheit von deren potentiellen Wasserkraften begnügen. Wir gehen dabei von den mittleren Niederschlagsverhältnissen der Erde aus. Auf dem Lande fallen durchschnittlich 8 dm Regen im Jahre, wenn wir von Antarktika absehen. Die mittlere Höhe des Landes wiederum ohne Antarktika ist 710 m. Die potentiellen Wasserkräfte jedes qdm im Jahre sind also 5680 mkg oder auf ein qkm 240 Pferdekraften in der Sekunde.

Von der Gesamtniederschlagsmenge des Landes (ohne Antarktika) legt nur ein kleiner Teil die ganze Fallhöhe bis zum Meeresspiegel zurück und mündet in Form von Flüssen in den Ozean. Der größere Teil verdunstet auf dem Lande, nachdem er eine mehr oder minder große Fallhöhe durchlaufen hat. Das geschieht nicht bloß in den Binnengebieten, die nicht zum Meere hin entwässern, sondern auch von den großen ozeanischen Abdachungen. Von den hier (wiederum Antarktika ausgenommen) gefallenen 97200 cbkm kehren nur 30%, nämlich 29200 cbkm, zum Meere zurück. Die restlichen 70%, nämlich 68000 cbkm, verdunsten. Gänzlich verdunsten ferner jene 10500 cbkm Niederschlag, die in den Binnengebieten herabfließen. Insgesamt also verdunsten auf dem Lande 78500 cbkm Wasser. Die Höhe des zum Meere zurückkehrenden Wassers auf die ganze in Rede stehende Landoberfläche verteilt gedacht, ist 2.2 dm. Nur hiervon kommt die potentielle Kraft völlig zur Entfaltung und liefert 1560 mkg/Jahr/qdm. Wie lang der Weg ist, den das verdunstende Wasser sowohl in den ozeanischen Gebieten als auch in den Binnengebieten zurücklegt, wissen wir nicht und können wir kaum schätzen. Oft ist die Fallhöhe sehr gering. Rasch verdunstet das Wasser, das Felswände benetzt, und rasch ist das auf Ebenen fallende verschwunden. Aber das vom Boden aufgeschluckte Wasser wird als Grundwasser lange der Verdunstung entzogen und speist schließlich Flüsse. An deren Wasser zehrt auch die Verdunstung und mindert die Wassermenge von nicht wenigen auf ihrem langen Wege. Wir haben indes sehr lange Flüsse auch in Binnengebieten, und unter dem Meeresniveau mündet die Wolga in den Kaspisee. Um eine rohe Vorstellung zu gewinnen, wieviel der potentiellen Wasserkräfte wirksam werden, wollen

wir annehmen, daß die auf dem Lande (ohne Antarktika) verdunstende Wassermasse etwa die halbe Mittelhöhe des Landes 355 m herabläuft, bis sie durch die Verdunstung aufgezehrt wird. Dann liefert die 5.8 dm Höhe messende Schicht verdunstenden Wassers bis zum Verdunsten eine Kraft von 2060 mkg/Jahr/qdm. Durch die Verdunstung gehen 2060 mkg verloren, und von der potentiellen Wasserkraft werden insgesamt nur 64% wirksam. Wenn wir hingegen annehmen, daß das verdunstende Wasser nur ein Drittel der mittleren Landeshöhe, rund 240 m, durchläuft, bevor es verdunstet, so erhalten wir eine effektive Wasserkraft noch von 2950 mkg/Jahr/qdm = 52% der potentiellen. Der Verlust durch Verdunstung ist in diesem Falle 48%, im andern 36%. Beide Schätzungen sind willkürlich, entbehren aber nicht ganz der realen Grundlage. Erfahrungsgemäß rinnt aus den Gebirgen ein hoher Prozentsatz des fallenden Wassers herab, das die ganze mittlere relative Höhe des Gebirges durchmißt. Diese kann einige Tausend von Metern betragen, also viel mehr als in Rechnung gesetzt.

Wir haben bei unserer Berechnung Antarktika außer Betracht gelassen. Es hat eine Sonderstellung; es ist die höchste Landmasse, die sich im Durchschnitt auf 2000 m erheben dürfte, aber der Flüsse ganz entbehrt und nur Eis trägt. Dieses allerdings wird durch eine kleine Niederschlagsmenge gespeist, die wir abweichend von FRITZSCHE auf nur 2 dm veranschlagen. Trotz der großen Höhe ist die potentielle Wasserkraft wegen der Kleinheit der Niederschläge geringer als in den übrigen Ländern, nämlich nur 4000 mkg/Jahr/qdm. Aber nur wenig Niederschlag geht durch Verdunstung verloren, und fast die gesamte Niederschlagsmenge erreicht die Küste, wo sie Eisberge speist. Die effektive Kraft des herabfließenden Eises kommt deswegen der potentiellen nahezu gleich und ist größer als die des übrigen Landes. Wird auch von dieser Kraft vieles aufgezehrt durch Überwindung der Reibung des Eises beim Fließen, so bleibt noch ein bedeutender Rest für dessen bodengestaltende Wirkung über. Ähnlich ist es in Grönland, wo sich gleichfalls geringer Niederschlag mit großer Höhe der Orte paart, an denen er fällt. Ähnlich muß es auch zur Eiszeit in Europa und Nordamerika gewesen sein. Die Mächtigkeit der Eisanschwellungen steigert die potentielle Energie des Niederschlages, die größtenteils effektiv wird, und die Abtragung des Landes durch das Eis ist sehr groß.

Nach obigen Darlegungen glauben wir, daß von den 82 Trillionen mkg der in einem Jahre dem Lande zukommenden potentiellen Wasserkraft mindestens die Hälfte, rund 40 Trillionen, effektiv werden. Unser Anschlag ist gewiß zu niedrig, denn wir gingen bei den Berechnungen der potentiellen Wasserkräfte von der Annahme aus, daß sich die mittlere Niederschlagshöhe gleichmäßig über die mittlere Höhe des Landes breite, daß also allen Höhenstufen gleiche Niederschlagsmengen zukommen. Das ist nicht der Fall. Der Niederschlag nimmt gewöhnlich mit der Höhe zu, und die potentielle Energie des Wassers auf hochgelegenen Teilen der Erde ist daher viel größer als dem Produkte aus ihrer Meereshöhe und der angenommenen mittleren Niederschlagshöhe entspricht. Aber gerade die höchsten Hochländer der Erde, Tibet und die Puna, genießen geringe Niederschläge; wir können daher die Nieder-

schlagszunahme mit der Höhe nicht der letzteren proportional setzen; doch gehört unter plausiblen Annahmen für die Niederschlagszunahme mit der Höhe eine potentielle Wasserkraft von 10000 mkg auf 1 qdm im Jahre noch zu den möglichen Werten. Ferner bleiben wir mit der Annahme, daß die effektiven Wasserkräfte nur halb so groß als die potentiellen sind, wahrscheinlich hinter der Wirklichkeit zurück. Nicht undenkbar ist, daß die wirklichen Werte der potentiellen Wasserkräfte beinahe und die der effektiven mehr als doppelt so groß sind als hier angenommen worden ist.

Folgende Tabelle faßt das Ergebnis unserer Betrachtung zusammen:

Potentielle und effektive Wasserkraft der Landoberfläche.

Potentielle Wasserkraft der Landoberfläche					
(ohne Antarktika)..... 5680 mkg/Jahr/qdm					
I. Kraft des zum Meere zurückkehrenden					
Wassers..... 1560 " " "					
II. Kraft des unterwegs verdunstenden Wassers					
a) bis zur halben möglichen Fallhöhe.. 2060 " " "					
b) bis zum Drittel der möglichen Fallhöhe 1390 " " "					
III. Effektive Wasserkraft der Landoberfläche					
Summe I+IIa..... 3620 " " " 64 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>					
Summe I+IIb..... 2950 " " " 52 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>					
IV. Verlust der potentiellen Wasserkraft durch					
Verdunstung IIa..... 2060 " " " 36 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>					
Verlust der potentiellen Wasserkraft durch					
Verdunstung IIb..... 2730 " " " 48 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>					
Antarktika, effektive Wasserkraft..... 4000 " " " 100 <sup>o</sup> / <sub>o</sub>					
Potentielle Wasserkraft der gesamten Land-					
oberfläche..... 5520 " " "					

} der potentiellen

Gesamte potentielle Wasserkraft der Landoberfläche einschließlich Antarktika: 82 Trillionen mkg Jahr, davon effektiv etwa 40 Trillionen.

Die in obiger Tabelle enthaltenen Daten beruhen größtenteils auf den Ermittlungen von RICHARD FRITZSCHE über Niederschlag, Abfluß und Verdunstung auf den Landflächen der Erde. Zeitschr. f. Gewässerkunde VII, 1906, S. 321. Die einschlägigen Werte sind in folgendem zusammengestellt:

	Fläche Millionen qkm	Niederschlag		Verdunstung	
		Menge in 1000 cbkm	Höhe in dm	Menge in 1000 cbkm	Höhe in dm
Ozeanische Abdachung.....	103	97.2	9.4	68.0	6.6
Binnengebiete.....	32	10.5	3.3	10.5	3.3
Antarktika.....	14	2.8	2.0	0.0	0.0
Gesamte Landoberfläche.....	149	110.5	7.4	78.5	5.3
				Abfluß zum Meere	
Landoberfläche ohne Antarktika	135	107.7	8.0	29.2	2.2

Die mitgeteilten Zahlen über die potentiellen und effektiven Wasserkräfte der Erde verlieren von ihrer Ungeheuerlichkeit, wenn wir sie in einem üblichen Maße für die Energie, nämlich in Pferdekraften, ausdrücken. Wir dividieren sie durch die Zahl der Sekunden des Jahres und der Anzahl mkg, die auf eine Pferdekraft kommen, also durch 2370 Millionen, und erhalten 36 Milliarden potentielle Pferdekraften, von denen schätzungsweise 18 effektiv werden. Auf 1 qkm betragen die Pferdekraften nur 42 von den 1000 mkg, die im Jahre auf 1 qkm kommen. Es gibt also 239 Pferdekraften auf 1 qkm, von denen nach unserer Annahme etwa 120 effektiv werden. Dies erscheint wenig im Vergleich zu der großen gestaltenden Wirkung, welche das rinnende Wasser gelegentlich ausübt. Es ist eben zu beachten, daß jene 120 Pferdekraften nicht ununterbrochen tätig sind, sondern dort, wo sie ihre Wirkung beginnen, sich auf kurze Zeit konzentrieren.

Die Tätigkeit des Wassers auf der Erdoberfläche setzt ein nach dem Regenfall und erlischt am Orte, wo der Regen gefallen ist, bald nach demselben. Stetig ist sie erst in den permanent fließenden Gerinnen. Wir müssen daher zwischen Unstetigkeit des Abrinnens zu den Flüssen und der Stetigkeit des Fließens in letzteren unterscheiden. Zwischen beiden Fällen liegt die Wirksamkeit in den temporären und jahreszeitlichen Flüssen, in Wadis und Fiumaren. Das abrinnende Regenwasser entfaltet eine großartige Abspülung dort, wo das Gestein nackt zutage liegt, und wo die Oberfläche steil genug ist, um rasches Abrinnen zu ermöglichen. Denken wir uns einen Regenfall von  $n$  dm in einer Stunde, dessen Wasser auf steil geneigter Fläche beim Herablaufen die Höhe  $h$  durchfällt, so kommen auf 1 qkm  $nh \cdot 10^8$  mkg in der Stunde,  $370 nh$  Pferdekraften in Tätigkeit. Ein Niederschlag von 1 dm in einer Stunde ist selten, kommt aber vor. Bei  $45^\circ$  Neigung hat ein Hang von 1 qkm Fläche 1 km Höhe. Das gibt eine mittlere Fallhöhe von 0,5 km. Es können also auf einem solchen Hange bei 1 dm Niederschlag 185000 Pferdekraften in Wirksamkeit treten, während dann, wenn der Niederschlag von  $n$  dm sich gleichmäßig auf das ganze Jahr verteilt, zwar auch  $nh \cdot 10^8$  mkg potentieller Wasserkraft vorhanden sind, aber die entsprechenden 21 ununterbrochen wirkenden Pferdekraften werden nicht effektiv. Denn eine mittlere Niederschlagshöhe von knapp  $\frac{1}{3}$  mm am Tage genügt kaum, das Gestein zu befeuchten, geschweige denn, dasselbe zu überspülen. Letzteres kann erst bei einer bestimmten Regendichte eintreten. Die Regendichte spielt also bei der Umwandlung der potentiellen in die effektiven Wasserkraften eine nicht minder große Rolle wie die Reliefenergie.

Eine weitere Rolle spielt die Vegetation. Es müssen sehr große Regenmengen herabfallen, damit von berastem oder dicht bewaldetem Hange die Wasser oberflächlich herabfließen; denn das Regenwasser wird hier gütenteils durch die Pflanzendecke festgehalten und dem Boden zugeführt. In diesen sickert es ein, ohne oberflächlich eine Tätigkeit zu entfalten. Letztere wird auch an flachen Stellen unterbleiben. Der hier herabfallende Regen kommt gewöhnlich nicht zum oberflächlichen Abfluß, er verdunstet oder sickert ein. Im humiden Klima kommt er dabei alsbald zum Grundwasser, das ihn den Flüssen zuführt; im ariden Klima hingegen fällt er in der Regel der

Verdunstung ganz anheim, die ihn auch dann aufzehrt, wenn er in den Boden einsickert. Kapillare Wirkungen heben die eingesickerten Wasser wieder empor. Nur ausnahmsweise bei besonders durchlässigen Gesteinen können sie Grundwasseransammlungen bilden, die hier und da Quellen speisen, aber kaum je Flüssen Ursprung geben. Daraus erklärt sich die Oberflächengestaltung arider Gebiete. Sie sind nirgends ganz regenlos, aber wenn es einmal regnet, dann prasseln große Wassermengen in kurzer Zeit herab. Diese werden an den Hängen besonders wirksam, die häufig stark zerrissen und tief durchfurcht sind. Hier ist der Schauplatz der Badland-Entwicklung. Die daneben befindlichen Höhen lassen meist keinerlei Wasserwirkungen erkennen, denn das auch auf sie herabgefallene Wasser wird gänzlich von der Verdunstung aufgezehrt. Ganz besonders großartig aber wird die Wirkung der gelegentlich, dann aber stark fallenden Regen in Wüstengebirgen. Rasch füllen sie die Furchen; Karawanen ertrinken, wenn die Wasser plötzlich herabkommen. Crescentes machen Schluchten unpassierbar. Ungeheure Schuttmassen werden bewegt und Blöcke von Dimensionen verfrachtet, die man gewöhnlich mit Wassertransport nicht vereinbarlich hält. Ich sah einen Block von etwa 30 cbm in einem Schuttkegel an der Ostflanke der Sierra Nevada. Tief schneiden solche herabkommenden Wildwasser in die Wüstengebirge ein und statten sie mit steilwandigen Schluchten aus. Aber am Fuße breiten sie sich als Schichtfluten über die Schuttkegel. Hier löst sich das Bett des Wildbaches in einzelne Stränge auf, zwischen denen sich das Wildwasser schichtförmig ausbreitet, bis es aufhört. Nur in wenigen Fällen gelangt es bis zu einem Flusse, welcher stetig Wasser führt, und in dem die Wasserkraft ununterbrochen tätig ist. Hierin liegt der große Unterschied in der Oberflächengestaltung humider und arider Gebiete. In humiden Gebieten haben wir ein zusammenhängendes Geäst stetiger Gerinne, dessen äußerste Spitzen bis an die Wasserscheide herangetrieben sind. Sie stehen unter der Herrschaft stetiger effektiver Wasserkräfte. In ariden Gebieten herrscht Unstetigkeit und räumliche Zusammenhanglosigkeit in der Entfaltung dieser letzteren Kräfte. Ihre Wirksamkeit ist deshab aber nicht für gering anzusehen. Nutzbar sind sie indes nie. Darum sind die in der Abspülung effektiv werdenden Wasserkräfte bei den üblichen Schätzungen der Wasserkräfte der Erde bisher nicht in Berücksichtigung gezogen worden; der Ingenieur denkt bei effektiven Wasserkräften nur an die technisch genutzten, die immer nur einen sehr kleinen Teil der wirklich wirksamen bilden.

---

Ausgegeben am 8. April.

---

## Bekanntmachung.

Vom 1. Januar 1930 ab gelten für den Bezug der »Sitzungsberichte« der Preussischen Akademie der Wissenschaften die folgenden Bestimmungen:

1. Jede einzelne Arbeit ist wie bisher separat käuflich.
2. Ferner wird eine Subskription nach Fachgruppen eröffnet. Folgende Gruppen sind vorläufig in Aussicht genommen:
  - a) Mathematik.
  - b) Physik, Chemie, Mineralogie, Astronomie, Astrophysik, Technik.
  - c) Geophysik, Geodäsie, Geologie, Geographie.
  - d) Botanik, Zoologie, Paläontologie, Anatomie, Physiologie.
  - e) Philosophie.
  - f) Geschichte des Altertums.
  - g) Mittlere und neuere Geschichte.
  - h) Kirchengeschichte.
  - i) Rechts- und Staatswissenschaft.
  - k) Allgemeine, deutsche und andere neuere Philologie.
  - l) Klassische Philologie.
  - m) Orientalische Philologie.
  - n) Kunstwissenschaft, Archaeologie und Vorgeschichte.

Die Subskribenten auf eine oder mehrere dieser Fachgruppen erhalten alle zu der betreffenden Gruppe gehörigen Arbeiten (einschließlich der nicht im Buchhandel erscheinenden kleinen Mitteilungen) mit einem Preisnachlaß von 20 %.

Die Subskription verpflichtet zur Abnahme aller im Laufe eines Kalenderjahres in der betreffenden Fachgruppe erscheinenden Arbeiten. Sie kann jederzeit eröffnet werden, jedoch nicht mit rückwirkender Kraft. Wird die Subskription nicht spätestens zum 1. Dezember widerrufen, so gilt sie als stillschweigend erneuert für das folgende Jahr.

Die Subskription erfolgt direkt bei der Preussischen Akademie der Wissenschaften in Berlin NW 7, Unter den Linden 38.

3. Endlich erscheinen die »Sitzungsberichte« auch wie bisher in Jahresbänden, die ebenso durch Subskription erhältlich sind, und zwar getrennt in »physikalisch-mathematische Klasse« und »philosophisch-historische Klasse«. Die Subskription auf die Jahresbände erfolgt in derselben Weise wie die Subskription auf die einzelnen Fachgruppen. Das bisherige Abonnement fällt fort.

Für jedes einzelne Heft der »Sitzungsberichte« wird (entsprechend dem Verkaufspreis der darin enthaltenen Arbeiten) ein fester Ladenpreis angesetzt. Den Subskribenten auf die Jahresbände der »Sitzungsberichte« einer einzelnen Klasse wird ein Preisnachlaß von 40 % auf die Preise der einzelnen Hefte, den Subskribenten auf beide Klassen ein solcher von 50 % gewährt.

Preussische Akademie der Wissenschaften.

# Sonderausgaben aus den Sitzungsberichten und Abhandlungen

Verlag der Akademie der Wissenschaften  
In Kommission bei Walter de Gruyter u. Co.

Bisher sind erschienen seit 1913:

PENCK, A., Die Formen der Landoberfläche und Verschiebungen der Klimagürtel. <i>SB.</i> 1913 . . . . .	<i>vergr.</i>
— Antarktische Probleme. <i>SB.</i> 1914 . . . . .	<i>RM</i> 2.—
— Die Höttinger Breccie. <i>Abh.</i> 1921 . . . . .	» 17.50
— Die Terrassen des Isartales in den Alpen. <i>SB.</i> 1922 . . . . .	» 2.—
— Ablagerungen und Schichtstörungen der letzten Interglazialzeit in den nördlichen Alpen. <i>SB.</i> 1922 . . . . .	» 2.50
— Das Hauptproblem der physischen Anthropogeographie. <i>SB.</i> 1924 . . . . .	<i>vergr.</i>
— Glazialgeologische Beobachtungen in den bayerischen Hochalpen. <i>SB.</i> 1925	} <i>RM</i> 2.50
— Alte Breccien und junge Krustenbewegungen in den bayerischen Hochalpen. <i>SB.</i> 1925 . . . . .	
— Die Eiszeit in den bayerischen Hochalpen. <i>SB.</i> 1925 . . . . .	
— Der postglaziale Vulkan von Köfels. <i>SB.</i> 1925 . . . . .	» 1.—
— Geomorphologische Probleme im fernen Westen Nordamerikas. <i>SB.</i> 1929 . . . . .	» 2.—
— Potentielle und effektive Wasserkräfte des Landes. <i>SB.</i> 1930 . . . . .	» 1.—

**Die Preise verstehen sich in Reichsmark**