

BERICHTE UND KLEINE MITTEILUNGEN

DAS HYDROLOGISCH-GEOMORPHOLOGISCHE VERSUCHSGEBIET
HOLLMUTH DES GEOGRAPHISCHEN INSTITUTS DER
UNIVERSITÄT HEIDELBERG

Mit 5 Abbildungen, 6 Photos und 3 Tabellen

DIETRICH BARSCH UND WOLFGANG-ALBERT FLÜGEL

Summary: The hydrological-geomorphological test field of the Geographical Institute, Heidelberg University, at Hollmuth

In the first phase of our "Interflow" research project (begun in February 1976) a hydrological test field was prepared in which we installed different instruments to measure the important components of water supply. To overcome the difficulty of measuring interflow directly under field conditions we constructed and installed special measurement equipment which continued to work satisfactorily. To determine by indirect method the movement of soil water in the slope during times of low water content 40 tensiometers were installed. These measure the hydraulic gradient in the soil as the sum of the moisture potential ψ and the vertical gradient z . In addition to these field measurements the hydraulic conductivity of the soil is determined for different moisture contents θ and depths of the soil monoliths in our laboratory. The results of the measurements in the field and the laboratory were computed by EDV. Special computer programs were written by us to combine all the important hydrological and climatological parameters and to compute the quantity of the interflow as well as the total water-balance of this small system. This phase will be finished in July 1977. In the second phase we will enlarge our project to include the whole system of the Elsenz river. In this phase it is planned to work particularly on problem of the importance of soil moisture physics, soil moisture chemistry, the chemistry of groundwater and run-off and their relations to the water supply of this system.

Probleme des Wasserhaushaltes und der Wasserbilanz stehen seit altersher im Mittelpunkt menschlichen Interesses. Sie beanspruchen deshalb auch mit Recht eine der zentralen Positionen im Bereich der geowissenschaftlichen Forschung, die – das gilt ganz besonders für die Geographie und hier vor allem für die Physische Geographie – seit langem die Aufgabe übernommen hat, unsere Umwelt für die menschliche Gesellschaft zu erkunden (vgl. NEEF 1967; BARSCH 1971). Wenn auch vielfach der anwendungsbezogene Teil der Physischen Geographie (Physiogeographie) bisher nicht immer voll wahrgenommen worden ist, so muß doch mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß die physiogeographischen Modelle und Erkenntnisse von wesentlicher Bedeutung für die Bewältigung der Umweltproblematik sind. Es ist deshalb unsere Aufgabe als Physiogeographen, diese Herausforderung anzunehmen. Dabei ist es notwendig und vor allem für alle unsere Prognosen unerlässlich, daß die großen physiogeographischen Modelle durch exakte quantitative Messungen einzelner Beziehungen ergänzt werden. Mit

anderen Worten, wir müssen zumindest einzelne Systemteile oder Subsysteme in ihrer Einbettung in größere Geosysteme quantitativ im Rahmen ihrer Randbedingungen erfassen.

Das Teilsystem, dem unsere Untersuchungen gewidmet sind, läßt sich mit dem Kurztitel »Hangwasser« umschreiben. Es ist von größter Bedeutung für Wasserhaushalt (Abfluß), Landwirtschaft (Wasserversorgung der Pflanzen), Grundwassererneuerung, Geomorphologie (Stabilität von Hängen), Bodenerosion (je mehr Niederschlag versickert, desto weniger kann erodiert werden), Umweltschutz und Gewässerschutz (Transport gelöster Substanzen z. B. aus der Düngung). Kurz: Das Hangwasser, das sich aus dem Niederschlag speist und dem Vorfluter ohne Kontakt mit dem Grundwasser im Hang entgegen sickert, ist ein wesentlicher Teil im Naturhaushalt eines Flusseinzugsgebietes. In den theoretischen Modellen (vgl. MORE 1969) kommt das meist nicht voll zum Ausdruck.

Wir haben uns deshalb entschlossen, die fehlenden quantitativen Beziehungen selbst zu erheben. Beim heutigen Stand der wissenschaftlichen Meßtechnik können diese Untersuchungen und Messungen nur auf einem relativ kleinen Versuchsfeld durchgeführt werden. Nach langer Suche ist es uns gelungen, einen geeigneten, von Buntsandsteinschutt und Löß verkleideten Hang im Buntsandsteinodenwald, 15 km südöstlich von Heidelberg an dem Hollmuth im Tal der Elsenz, zu finden.

Auf dem Hang mit einer Neigung von 10–15° (15–25‰) wurde uns vom Staatlichen Liegenschaftsamt Heidelberg eine ca. 5000 m² große Parzelle überlassen, die wir mit Hilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) instrumentiert haben. Ohne die Hilfe mancher Institutionen und vieler Mitarbeiter wären wir heute – nach etwa 1½ Jahren – noch nicht soweit, daß wir bereits erste Ergebnisse vorlegen können. Es ist uns deshalb eine sehr angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle

Herrn Landwirtschaftsminister G. Weiser
(vormals Bürgermeister in Mauer),
dem Staatlichen Liegenschaftsamt Heidelberg,
der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) Bonn
sowie allen ungenannten Helfern

herzlich für die gewährte Hilfe und Unterstützung zu danken.

I. Theoretische Einführung

Wasserhaushaltsuntersuchungen gehen auch heute noch stets von der alten, für langjährige Mittel gültigen Gleichung

$$N = V + Q$$

aus, wobei gilt:

$$\begin{aligned} N &= (\text{Gebiets-})\text{Niederschlag} \\ V &= (\text{Gebiets-})\text{Verdunstung} \\ Q &= \text{Abfluß des Einzugsgebietes} \end{aligned}$$

Gemeinhin wird in dieser Formel die Bestimmung von V als größtes Problem angesehen. Doch bietet neben der nicht immer einfachen Bestimmung des Gebietsniederschlages vor allem die Analyse der Zusammensetzung des Abflusses große Schwierigkeiten, die weder theoretisch noch meßtechnisch völlig geklärt sind.

Nach gegenwärtiger Auffassung setzt sich der Abfluß generell aus zwei Komponenten zusammen:

1. dem oberirdischen Abfluß im Einzugsgebiet (surface runoff, Horten overland flow)
2. dem unterirdischen Abfluß im Einzugsgebiet (subsurface flow)

Dabei zerfällt der unterirdische Abfluß in mehrere Komponenten (vgl. MENDEL, UBELL 1973). Zu nennen ist hier zunächst der Abfluß aus dem Grundwasser, der nach NATERMANN (1958) in einen „kurzfristigen Grundwasserabfluß“ ($A_{u'}$) und einen „langfristigen Grundwasserabfluß“ ($A_{u''}$) zerfällt. Der langfristige Grundwasserabfluß ist vor allem während Trockenwetterperioden für den Niedrigwasserabfluß (baseflow) verantwortlich, während der kurzfristige nach starker Füllung der Grundwasserspeicher auftritt. Daneben enthält der Abfluß des Vorfluters nach stärkeren Niederschlägen Sickerwasser, also unterirdischen Abfluß, der relativ schnell und vor allem im reliefierten Gelände (mit arealmäßig eingeschränkten Grundwasserkörpern) ohne vorherige Verbindung mit dem Grundwasser den Vorfluter erreicht. Es handelt sich dabei um Sickerwasser, das als Hangwasser mehr oder weniger parallel zur Hangoberfläche dem Talboden und damit dem Vorfluter entgegen sickert. Diese Abflußkomponente ist von CHOW (1964) als „Interflow“ in die amerikanische Literatur eingeführt worden. CHOW unterscheidet direkten und verzögerten Zwischenabfluß (prompt subsurface runoff and delayed subsurface runoff), d. h., der unterirdische Abfluß setzt sich aus wenigstens drei Komponenten zusammen:

Unterirdischer Abfluß:

- A_i Interflow (eventuell mit einer zusätzlichen Differenzierung zwischen direktem A_i' und verzögertem A_i'' Interflow),
 $A_{u'}$ kurzfristiger Grundwasserabfluß,
 $A_{u''}$ langfristiger Grundwasserabfluß (baseflow).

Die Existenz der Komponente Interflow des unterirdischen Abflusses ist heute unbestritten, allerdings ist der Interflow bisher weder hydrologisch (im gesamten Wasserhaushalt eines Einzugsgebietes) noch quantitativ ausreichend bearbeitet worden, obwohl zahlreiche Hinweise auf Wirkung und Bedeutung dieser Abflußkomponente publiziert sind. So hat z. B. KIRWALD (1955) in kleinen stärker reliefierten Einzugsgebieten mit mächtigen Hangsedimenten „Sickerwasserwellen“ beobachtet, die nicht dem Grund-, sondern dem Hangwasser entstammen und die nach unserer Ansicht als Interflow zu bezeichnen sind.

Aufgrund der Literatur sowie der bisherigen Vorarbeiten wird wie folgt definiert:

Interflow ist derjenige Teil des Niederschlages eines Einzugsgebietes, der in den Boden einsickert und in ihm seitlich als unterirdischer Abfluß ungefähr hangparallel zum Vorfluter ohne Kontakt zum Grundwasser abfließt.

Diese Definition ist als Arbeitsdefinition aufzufassen. Sie verzichtet bewußt auf weitere Differenzierungen. So ist weder die Unterscheidung nach CHOW (1964), noch die nach den durchflossenen Bodenhorizonten (Differenzierung Interflow/Throughflow, vgl. KIRKBY o. MORE 1969) berücksichtigt worden. Sie zeigt jedoch, daß der Interflow für Abfluß, Wasserhaushalt, Grundwassererneuerung, für Bodenabtrag, Ausspülung (piping) und Hangstabilität, d. h. für Hydrologie, Geomorphologie, Umweltschutz und Ökologie, von größter Bedeutung ist.

II. Das Versuchsfeld Hollmuth

Das 1976 für unsere Untersuchungen eingerichtete Versuchsfeld erfüllt die folgenden Voraussetzungen:

1. Ausreichendes Gefälle (10–15° bzw. 15–25‰).
2. Günstige Lage zum Vorfluter, um den Parameter Interflow in Wasserhaushaltsuntersuchungen (Input – Output) einbeziehen zu können.
3. Geringe Entfernung von Heidelberg, um eine intensive Bearbeitung (tägliche Messungen, Beobachtung der Auswirkungen einzelner Niederschlagsereignisse usw.) zu gewährleisten.
4. Zusicherung, daß über einen längeren Zeitraum auf dem Versuchsfeld gearbeitet werden kann (Zusicherung des Staatlichen Liegenschaftsamtes liegt vor).

Das Versuchsfeld liegt auf der ehemaligen Jungviehweide der Gemeinde Bammatal am Unterhang eines Buntsandsteinrückens, der Hollmuth. Dieser Unterhang wird nur noch sehr extensiv als Schafweide genutzt, so daß uns ohne weiteres ca. 5000 m² des Geländes zur Verfügung gestellt werden konnten. Diese Parzelle wurde im Januar 1976 eingezäunt. Der Mittel- und Oberhang des Buntsandsteinrückens wird forstwirtschaftlich genutzt. Der Hang, auf dem unser Versuchs-

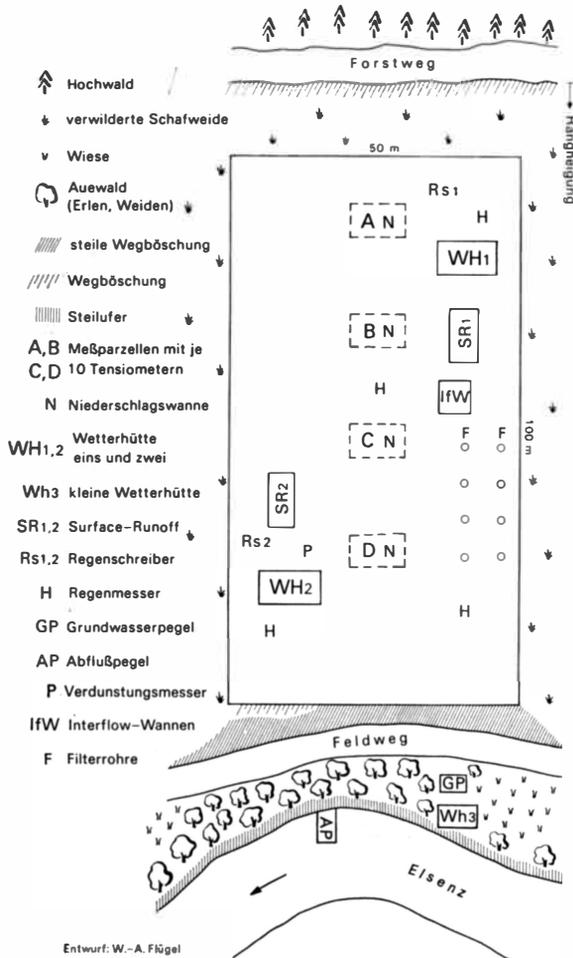


Abb. 1: Schematische Darstellung des hydrologischen Versuchsfeldes Bammmental-Hollmuth

Schematic presentation of the hydrological test field Bammmental-Hollmuth

feld liegt, führt direkt zum Vorfluter Elsenz und ist vom Fluß nur durch ein schmales Stück Talaue getrennt. Geologisch besteht der Unterhang aus Buntsandsteinschutt, auf dem eine lehmige Soliflukationsdecke aus verwittertem Schwemmlöß lagert, in der sich eine gut entwickelte Braunerde ausgebildet hat. Da eine agrarische Bodenbearbeitung fehlt, kommt der Bodenfauna für die Ausbildung sickerintensiver Grobporen besondere Bedeutung zu. Das Versuchsfeld wurde bis Ende 1976 soweit instrumentiert, daß alle Parameter, die für unsere Untersuchungen von Bedeutung sind, gemessen werden können (s. Abb. 1).

III. Das Arbeitsprogramm

Ziel unserer Untersuchungen ist neben der eigentlichen Messung vor allem die Entwicklung geeigneter Meßinstrumente und -methoden zur quantitativen Be-

stimmung der Hangwasserbewegung (Interflow). Dabei sollen die entwickelten Methoden nicht nur für unser jetziges Untersuchungsgebiet Verwendung finden, sondern auch auf andere Gebiete (z. B. Hochgebirge, Arktik) übertragen werden können. Da zudem die Hangwasserbewegung auf indirektem und direktem Weg gemessen werden soll, zerfällt unser Meßprogramm in einen Feld- und einen Laborteil.

Die Feldarbeit (vgl. Abschnitt IV) gliedert sich dabei wie folgt:

- Bestimmung des Input und der klimatologischen Randbedingungen
 - Niederschlagsmessungen (z. T. schreibend)
 - Temperatur-, Luftdruck- und Luftfeuchtemessung (schreibend)
 - Verdunstungsmessungen (nach PICHÉ)
- Bestimmung des Output
 - Messung der Veränderung des Grundwasserspiegels (Schreibpegel) im Vorfluterbereich (Talaue direkt am Rande des Versuchsgebietes)
 - Messung des Abflusses (Schreibpegel) in der Elsenz (als Vorfluter)
- Messung der internen Variablen des Systems
 - Bestimmung des Oberflächenabflusses (Horton overland flow) auf kleinen Meßparzellen
 - Einbau von Filterrohren und Interflow-Wannen zur direkten Bestimmung der Hangwasserbewegung
 - wöchentliche Entnahme von Bodenproben von unterschiedlichen Hangteilen und aus unterschiedlichen Tiefen zur Bestimmung des Wassergehaltes im Labor
 - Indirekte Bestimmung der Bodenfeuchte an 40 Tensiothern mit täglicher Ablesung
 - Entnahme von ungestörten Bodenproben ($n = 134$) zur Untersuchung im Labor (Durchlässigkeit, pF-Werte).
- Pflege des Versuchsgebietes
 - Um auf dem Versuchsfeld stets vergleichbare Bedingungen zu schaffen, wird monatlich gemäht und abgeharkt.

Die Arbeit im Labor untergliedert sich in

- Untersuchung des Bodenchemismus und Bestimmung der Bodenarten (Korngrößenanalyse)
- Bestimmung von Poren- und Substanzvolumen, Raumgewicht (Lagerung) und Dichte
- Bestimmung der Bodenfeuchte an den wöchentlich entnommenen Proben
- Bestimmung der pF-Werte in der Druckapparatur
- Messung der Durchlässigkeiten bei unterschiedlichem Wassergehalt.

Das Arbeitsprogramm umfaßt also ein ausgedehntes Meßprogramm im Gelände, das durch die Messung sich gegenseitig ergänzender und kontrollierender Daten

bestimmt ist, da es uns vor allem auch auf die Entwicklung Zeit und Aufwand sparender Meßmethoden und Meßanordnungen ankommt. Dieses Programm soll ergänzt werden

1. durch zusätzliche Messungen, die ohne großen Aufwand durchgeführt werden können (z. B. Messung der Bodentemperaturen, Bestimmung des Oberflächenabflusses und der Bodenerosion auf künstlich vegetationsfrei gehaltenen Testflächen),
2. durch ein Zusatzprogramm, das den Chemismus von Sicker-Grund- und Oberflächenwasser untersucht, sowie
3. durch Versuche.

Diese Versuche sollen vor allem den Einfluß künstlicher Beregnung unter verschiedenen Randbedingungen (auf Interflow, Bodenfeuchte, Bodenerosion, Chemismus des Sickerwassers) sowie die Bedeutung der verschiedenen Formen der Düngung für das Boden- und Sickerwasser festhalten. Arbeiten mit künstlichen Tracern sind durch das Institut für Umweltphysik (Prof. Dr. O. Münnich und Mitarbeiter) vorgesehen.

IV. Instrumentierung des Versuchsfeldes und der Talau der Elsenz

Die Instrumentierung begann mit dem Einbau der Tensiometer und der Niederschlagswannen, erst dann folgten die anderen meteorologischen und hydrologischen Geräte und Meßeinrichtungen.

a) Installation der Tensiometersysteme

Insgesamt wurden zunächst 40 Tensiometer in vier Meßgruppen eingebaut. In jeder Meßgruppe liegen 2 Reihen mit je 5 Tensiomern unterschiedlicher Meßtiefe. Die beiden Reihen sind 100 cm voneinander getrennt, der Abstand der Tensiometer in den Reihen beträgt 50 cm. Jeweils sich gegenüberliegende Tensiometer der beiden Reihen haben gleiche Meßtiefe. Besondere Vorsicht ist beim Einbau geboten, damit ein guter Kontakt zwischen Boden und Meßzelle gewährleistet ist. Die fünf Schlauchtensiometer einer Reihe sind an ein gemeinsames Quecksilbermanometer angeschlossen, wodurch die Messung wesentlich erleichtert wird. Mit der geschilderten Meßanordnung soll der hydraulische Gradient sowohl in der vertikalen als auch in der hangparallelen Richtung gemessen werden. Die Tensiometer sind somit auf die Bodenoberfläche als Bezugsebene eingestellt und das Manometer entsprechend geeicht. Der Aufbau einer der vier Tensiometerparzellen wird schematisch in Abb. 2 gezeigt.

b) Einbau der Niederschlagswannen

In unmittelbarer Nähe jeder Tensiometermeßgruppe wurde zugleich mit den Tensiomern eine Nieder-

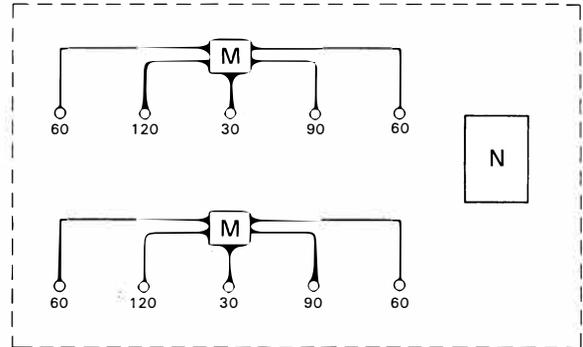


Abb. 2: Schematischer Aufbau einer Tensiometer-Meßparzelle

Schematic construction of a tensiometer-measuring plot

schlagswanne eingebaut. Bei diesen Niederschlagswannen handelt es sich um eine selbstkonstruierte Wanne mit einer Auffangfläche von 2000 m², die hangparallel eingebaut wird. Der Rand der Wanne überragt die Hangfläche um 5 cm, um die „splash“-Wirkung auszuschalten. Die Auffangfläche der Wannen und das Volumen des Sammelgefäßes sind so aufeinander abgestimmt, daß tägliche Niederschlagswerte bis zu 50 mm gemessen werden können (Photo 1). Die Niederschlagswannen sind konstruiert worden, um zu überprüfen, ob ein Unterschied zu den genormten Regenmessern existiert, deren Auffangfläche horizontal in 1 m Höhe ausgerichtet ist.



Photo 1: Installierte Niederschlagswanne mit Sammelgefäß
Installed precipitation basin with collecting vessel

c) Installation anderer genormter meteorologischer Instrumente

Zur Überprüfung der Niederschlagswannen sind 4 Regenmesser und 2 Regenschreiber n. HELLMANN mit einer Auffangfläche von 200 cm² aufgestellt worden. Die Höhe der Auffangfläche beträgt 100 cm. Zur Erfassung der üblichen meteorologischen Daten wurden zwei Wetterhütten mit Meteorograph und Minimum-Maximum-Thermometer sowie eine Wetterhütte beim Grundwasserpegel nur mit Thermohydrograph aufgestellt (s. Abb. 1). Bei diesen Wetterhütten sind zur Messung der Verdunstung je neun Verdunstungsmesser n. PICHÉ an einem Holzgestell derart aufgehängt, daß die Meßhöhen von je drei der Instrumente in 20, 70 und 120 cm über dem Erdboden liegen. Zusammen mit den Regenmessern und -schreibern existieren damit zwei Wetterstationen (Photo 2).

d) Einbau der Surface-Runoff-Meßparzellen

Zur Bestimmung des Oberflächenabflusses (surface-runoff) ist eine Meßanordnung, bestehend aus definierter Meßfläche und Auffangvorrichtung, konstruiert worden. Durch eine Umgrenzung mit Blechen wird verhindert, daß von anderen Hangteilen Wasser oberflächlich auf die Meßparzelle gelangt. Das von der Meßparzelle abfließende Wasser wird in einer kleinen, überdachten Rinne aufgefangen und in ein Auffanggefäß geleitet. Zur Zeit existieren zwei Stationen, deren Aufbau aus Photo 2 und 3 ersichtlich ist.

e) Bau des Grundwasser- und Abflußpegels

Bisher wurden in der Talaue ein Grundwasserpegel und im Vorfluter ein Abflußpegel gebaut. Bei beiden handelt es sich um Schwimmerpegel. Der Grundwasserpegel wurde zur Verhinderung einer Verschlammung

mit einem Filterkiesmantel umgeben. Die Bohrung für den Pegel wurde mit dem institutseigenen Bohrgerät „Minuteman“ durch das lehmige Auesediment und die Kiesfüllung noch ca. 120 cm weiter in festes Buntsandsteinmaterial auf insgesamt 460 cm Bohrtiefe vorgerieben. Sowohl beim Bau des Abflußpegels als auch beim Bau des Grundwasserpegels wurde auf eine mehrjährige störungsfreie Arbeit Wert gelegt. Grundwasser- und Abflußpegel sind auf Photo 4 und 5 abgebildet.

f) Installation der Filterrohre und Interflow-Wannen

Zur direkten Messung des Interflow, der diejenige Bodenwasserbewegung erfaßt, die dem gesättigten Fließen entspricht, wurden von uns zwei Meßanordnungen konstruiert und eingebaut. Zum einen wurden Filterrohre in zwei parallelen Meßreihen hangabwärts installiert. Die Rohre sind jeweils in definierter Teufe perforiert, so daß Sickerwasser in dieser Tiefe in die Rohre eintreten und sich am Boden der Rohre sammeln kann. Die Sammeltiefe der Rohre ist auf die Meßtiefe der Tensiometer abgestimmt. Sie liegt bei je zwei Filterrohren bei 10–40, 40–70, 70–100 und 100–130 cm Tiefe. An jedem Rohr ist jeweils eine Mantelfläche von 754 cm² perforiert, so daß hangaufwärts auf einer Fläche von 377 cm² (Lochfläche: 148 cm²) Sickerwasser aufgefangen werden kann. Das Wasser in den Rohren wird regelmäßig abgesaugt, nach seinem Volumen bestimmt und weiteren Untersuchungen zugeführt.

Zum anderen versuchen wir, an einem 190 cm tiefen Bodeneinschlag in einer Front von 50 cm Breite Bodenvasser aufzufangen. Dazu wurden verschiedene Wannen so an dem Profil angeordnet, daß in Abständen von jeweils 30 cm Hangwasser aufgefangen werden kann (Photo 6).

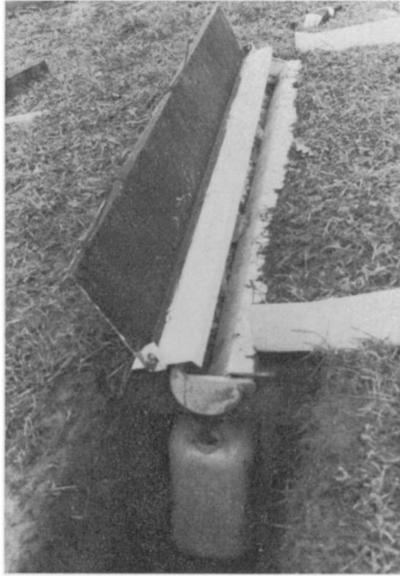
g) Entnahme ungestörter Bodenproben aus einem Profil

Die Bodenproben wurden in dem unter f) angesprochenen Profil gewonnen. Es handelt sich dabei um Stechzylinderproben unterschiedlicher Größe. Für die Messung von pF-Werten wurden alle 10 cm Bodentiefe 6 Stechzylinder mit einem Volumen von 135,9 cm³ entnommen. Für die Messung des Poren- und Substanzvolumens im Luftpyknometer sowie der Durchlässigkeit in der Druckapparatur werden große Stechzylinder mit einem Volumen von 859,6 cm³ verwendet; dabei sind die Entnahmetiefen in Anlehnung an die Einbautiefen der Tensiometer gewählt. Zur Untersuchung des Hystereseeffektes sind in verschiedenen Tiefen Stechzylinder mit einem Volumen von 510,4 cm³ zum Einsatz gelangt. Insgesamt ergab das Profil 134 Stechzylinderproben, wobei hier auch 36 Proben enthalten sind, die horizontal aus der Profilwand gezogen wurden. Alle Proben entstammen den obersten 110 cm, da die liegende Schuttschicht die weitere Probennahme verhinderte (Abb. 3).



Photo 2: Surface-Runoff-Meßparzelle 2 und Wetterstation 2

Surface run-off plot 2 and weather station 2



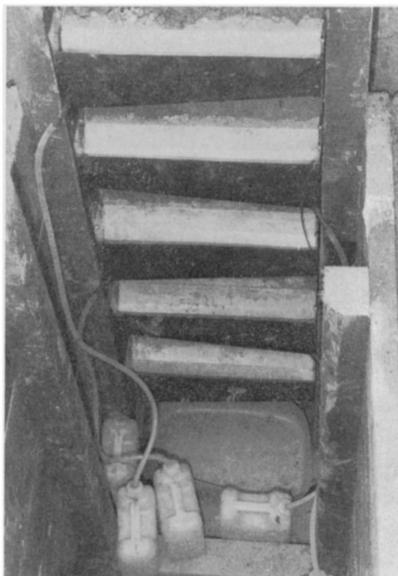
3



5



4



6

Photo 3: Auffangrinne und Sammelgefäß einer Surface-Runoff-Meßparzelle
Catchment gutter and collecting vessel of a surface run-off plot

Photo 5: Abflußpegel in der Elsenz
Run-off level in the river Elsenz

Photo 4: Grundwasserpegel und kleine Wetterhütte in der Talau der Elsenz
Groundwater level and small meteorological cabin in the valley water meadow of the river Elsenz

Photo 6: Eingebaute Interflow-Wannen an einem Bodenprofil
Built-in interflow basins at a soil profile

V. Die Untersuchungen im Labor

a) Chemische Untersuchungen und Korngrößenanalyse

Zur Untersuchung der Chemie von Bodenproben (Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mn^{2+} , CaCO_3 , Humus, pH-Werte) wur-

den die in SCHLICHTING-BLUME (1966) beschriebenen Untersuchungsmethoden auf die Instrumentierung unseres Labors umgeschrieben. Insgesamt wurden 8 Bohrprofile von der Talau der Elsenz bis zur oberen Begrenzung des Versuchsfeldes untersucht.

Die Bodenart wird nach einem kombinierten Sieb-

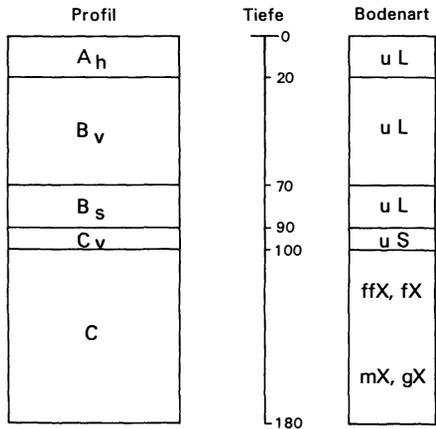


Abb. 3: Bodenprofil mit Schuttschicht vor dem Einbau der Interflow-Wannen

Soil profile with sediment profile before installation of the interflow basins

und Schlämmverfahren (nach KÖHN) bestimmt (Fehlergrenze 3%). Insgesamt sind von den gezogenen 400 Proben bereits 240 bearbeitet.

b) Messung des Poren- und Substanzvolumens

Das Poren- und Substanzvolumen (PV und SV) wird mit dem Luftpiknometer bestimmt. Die Proben entstammen dem in Abschn. IV. g) betriebenen Bodeneinschlag. Neben PV und SV werden weitere bodenphysikalischen Parameter wie Wasserkapazität, Dichte u. a. berechnet (vgl. Tab. 1).

c) Gravimetrische Bestimmung der Bodenfeuchte

Um eine weitere Überprüfung der Tensiometermessungen durch direkte Bodenfeuchtemessungen zu ermöglichen, wurden jeden Freitag aus 10 hangabwärts

gelegenen Bohrprofilen mit dem Pürkhauer-Bohrer zwischen 150 und 200 Bodenproben entnommen, deren Feuchte im Labor bestimmt wurde (vgl. Tab. 2).

d) Bestimmung der pF-Werte

Die Messung der Wassergehalte von Bodenproben bei verschiedenen Überdrücken war eine der wichtigsten Bestandteile der Laborarbeit. Der pF-Wert ergibt sich dann nach Gleichung 1 zu

$$pF = 3 + \log at \tag{1}$$

mit: at = angelegter Entwässerungsdruck

Trägt man die pF-Werte gegen den Feuchtigkeitsgehalt in Vol%/o auf, so ergeben sich bodentypische pF-Kurven. Über die Beziehung

$$\log d = 3,5 - pF \tag{2}$$

mit: d = Durchmesser der äquivalenten Porengröße (μ)

lassen sich Aussagen über die Porengrößenverteilung machen.

Um diese pF-Kurven exakt zu bestimmen, wurde eine Überdruckapparatur aus Amerika gekauft und in Betrieb genommen. Das Arbeitsprinzip dieser Apparatur ist bei RICHARDS, FIREMANN (1943), GARDNER (1956), SCHLICHTING, BLUME (1966), TANNER, EHRICK (1958) ausführlich beschrieben.

e) Bestimmung der Wasserdurchlässigkeiten

Zur Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit k wurde eine Apparatur nach dem Prinzip der „Doppelmembran-Methode“ konstruiert, die es gestattet, an den Meßpunkten in Bodenmonolithen zeitliche Wassergehaltsänderungen aus den Änderungen der Bodensaugspannung zu bestimmen. Bei dieser Apparatur kann sowohl bei stationären als auch instationären Strömungsverhältnissen gearbeitet werden.

Tabelle 1: Untersuchung des Porenvolumens (Vol%/o) und des Substanzvolumens (ccm) von Bodenproben in Stechzylindern im Luftpiknometer. Berechnung weiterer bodenphysikalischer Daten. Entnahme von 10 Proben aus einem Profil auf dem Versuchsfeld „Hollmuth“

Investigation of the pore volume (Vol%/o) and volume of substance (cm³) of soil samples in the air-pyknometer

TIEFE	LV	WV	PV	SV	RG	DICHTE	PVQCM	LVQCM	WVQCM	WVG EW	WVML	WKVOL	WKQCM	WKGEW
10	24,5	21,8	46,3	456,6	1,4	2,6	393,4	208,05	184,9	13,5	0,2	36,6	310,9	20,9
30	30,7	16,4	47,1	444,3	1,4	2,6	395,8	258,0	137,8	10,7	0,2	40,8	342,3	22,8
60	20,0	24,3	44,2	472,4	1,5	2,7	374,6	169,0	205,6	13,9	0,2	39,7	336,1	20,9
70	19,5	21,1	40,5	499,4	1,5	2,6	340,6	163,5	177,1	12,2	0,2	47,6	399,6	23,9
90	22,4	21,7	44,1	476,0	1,6	2,8	376,0	191,0	185,0	12,1	0,2	33,3	283,5	17,5

Erläuterungen der Abkürzungen der Tabelle:

LV = Luftvolumen (Vol%/o); WV = Wasservolumen (Vol%/o); PV = Porenvolumen (Vol%/o); SV = Substanzvolumen (ccm); RG = Raumgewicht (Lagerung) (g/ccm); PVQCM = Porenvolumen (ccm); LVQCM = Luftvolumen (ccm); WVQCM = Wasservolumen (ccm); WVG EW = Wasservolumen (Gew%/o); WVML = Wasservolumen in ml/ccm Boden; WKVOL = Wasserkapazität (Vol%/o); WKQCM = Wasserkapazität (ccm); WKGEW = Wasserkapazität (Gew%/o)

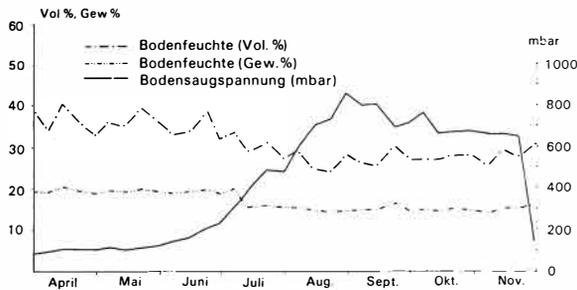


Abb. 4: Gang der Bodenfeuchte und der Bodensaugspannung in 60 cm Tiefe

Progress of soil humidity and soil suction tension in 60 cm depth

Bodenwasserspannung für einen Tensiometer in 60 cm Tiefe von April bis November 1976 dargestellt.

c) Gute Übereinstimmungen ergeben sich zwischen den Werten der Niederschlagschreiber und -messer n. HELLMANN und den von uns konstruierten Niederschlagswannen mit einer 10mal größeren Auffangfläche. Nur bei winterlichen Schneefällen versagten unsere Niederschlagswannen. Diese Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß die genormten Niederschlagsmesser für meteorologisch-hydrologische Untersuchungen – ohne Ungenauigkeiten in Kauf zu nehmen – durch unsere Niederschlagswannen ersetzt werden können.

d) Die beiden Meßparzellen zur Messung des Oberflächenabflusses zeigen bisher ein verschiedenes Verhalten. Dies liegt wahrscheinlich an kleinen Differenzen im Bewuchs, in der Neigung und in der Infiltrationsgeschwindigkeit. Tabelle 3 zeigt für gleiche Niederschläge unterschiedlichen Oberflächenabfluß von den beiden Parzellen. Durch Verdreifachung der Zahl der Meßanlagen soll diese Frage weiter untersucht werden.

Tabelle 3: Niederschlag und oberflächlicher Abfluß der beiden Meßparzellen

Precipitation and surface run-off of the two plots under investigation

Datum	Niederschlag (mm)	Oberflächenabfluß (L)	
		SRF 1	SRF 2
5. 10. 76	6,8	0,6	1,1
8. 11. 76	9,9	0,9	1,7
11. 11. 76	8,7	1,0	1,9
25. 11. 76	43,0	10,0	11,0
1. 12. 76	6,3	0,5	0,9
2. 12. 76	12,4	1,0	0,5
8. 12. 76	10,3	1,0	0,8
9. 12. 76	16,9	1,9	1,5
12. 12. 76	17,0	10,0	4,6

e) Die von uns im Eigenbau installierten Grundwasser- und Abflußpegel arbeiten einwandfrei. Die bereits vorhandenen Schreibstreifen erlauben noch

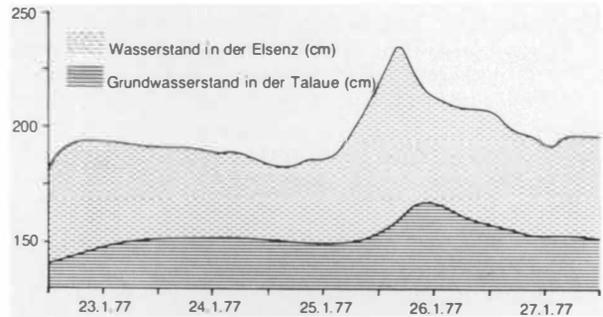


Abb. 5: Pegelaufzeichnung für den Wasserstand im Vorfluter Elsenz und den Grundwasserstand in der Talau

Gauge recording of water-level in the main drainage channel Elsenz and of the groundwater in the valley water meadow

keine Aussagen, die mit den Punkten 1–3 vergleichbar sind; sie lassen jedoch bei Einzelereignissen die Auswirkungen von Hangwasserwellen deutlich erkennen, obwohl die Abhängigkeiten weiterer Überprüfungen bedürfen. Abb. 5 zeigt für beide Pegel die zeitliche Änderung nach einem abflußwirksamen Niederschlag.

f) Die Laboruntersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, da die Messungen in der Druckapparatur sehr zeitaufwendig sind. Dies liegt vor allen Dingen an der Größe der verwendeten Stechzylinder. Damit wird jedoch gewährleistet, daß die Werte den tatsächlichen Feldbedingungen sehr nahe kommen. Die Untersuchungen von Poren- und Substanzvolumen sind abgeschlossen (vgl. Tab. 1).

g) Die Untersuchungen auf unserem Versuchsfeld belegen, daß Mittel- und Oberhang in ihrem geologischen Aufbau eine wichtige Rolle für die Hangwasserbewegung spielen. Aus diesem Grund müssen sie bei den folgenden Untersuchungen wesentlich stärker berücksichtigt werden.

Die bisher erfolgten Messungen stellen Einzelbeispiele dar, die nun durch langjährige Meßreihen in einem erweiterten Rahmen ergänzt werden müssen. Nur so wird es möglich, Jahresmittel und Schwankungen des Interflow und des Wasserhaushaltes zu erhalten.

Literatur

Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde (1971): Kartieranleitung, Hannover 1971.
 BARSCH, D.: Geographie. Ein Bericht über die wissenschaftstheoretische Situation, den Gegenstand und die gegenwärtige Gliederung des Fachbereiches. Als Manuskript vervielfältigt im Geographischen Institut Basel 1970, im Geographischen Institut Kiel 1971.
 CHOW, W. T.: Handbook of Applied Hydrology. Mc. Graw Hill, New York 1964.
 GARDNER, W. R.: Calculation of Capillary Conductivity from Pressure Outflow Data. In: Soil Science Society Proc. Vol. 20, No. 3, 1956, S. 317–320.

- HENSELER, K. L. und RENGER, M.: Die Bestimmung der Wasserdurchlässigkeit im wasserungesättigten Boden mit der Doppelmembran-Druckapparat. In: Z. Pflanzenernährung und Bodenkunde 122, 1969, S. 220–228.
- KIRKBY, M. J.: Infiltration, Throughflow and Overland Flow S. 109–121. In: Chorley, R. J. (Hrg.): Water, Earth and Man. Methmen, London 1969.
- KIRWALD, E.: Über Wald- und Wasserhaushalt im Ruhrgebiet, Ruhrtalesperrenverein, Essen 1955.
- KLUTE, A.: The determination of the hydraulic conductivity of unsaturated soils. In: Soil Science Proceedings Vol. 113, 1972, S. 264–276.
- KRAMER, W. und MEYER, B.: Messungen der ungesättigten hydraulischen Leitfähigkeit von Bodenproben natürlicher Lagerung mit Hilfe der Doppelmembran-Apparat. In: Göttinger Bodenkundl. Berichte 1, 1968, S. 127–154.
- MORE, R. J.: The basin hydrological cycle. In: Chorley, R. J. (Hrg.): Water Earth and Man. Methmen, London 1969, S. 27–36.
- NATERMANN, E.: Der Wasserhaushalt des oberen Emsgebietes nach dem A_u -Linien-Verfahren. In: Veröffentlichung aus dem Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Düsseldorf 1958.
- NEEF, E.: Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. Leipzig 1967.
- RENGER, M.; GIESEL, W. und STREBEL, O.: Der Einfluß des Übergangswiderstandes bei Wasserleitfähigkeitsmessungen an ungesättigten Bodenproben mit der Doppelmembran-Druckapparat. In: Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde. Bd. 133, H. 1+2. 1972, S. 99–102.
- RICHARDS, L. A. und FIREMAN, M.: Pressure Plate – Apparatus for Measuring Moisture Sorption and Transmission by Soils. In: Soil Science Proc. Vol. 56, 1943, S. 395–404.
- SCHLICHTING, E. und BLUME, H. P.: Bodenkundliches Praktikum. Verlag Paul Parey, Berlin 1966.
- TANNER, C. B. and EHRICK, D. E.: Volumetric porous pressure plate apparatus for moisture hysteresis measurements. In: Soil Science Proc. Vol. 22, 1958, S. 575–576.

BERICHT ÜBER DIE IGU-KOMMISSION
„GEOMORPHOLOGICAL SURVEY AND MAPPING“
NACH DER 12. TAGUNG IN LAMMI/FINNLAND 1977¹⁾

HARTMUT LESER

Summary: The IGU-commission on geomorphological survey and mapping is working about two projects: (1) the “International Geomorphological Map of Europe 1:2,500,000”, and (2) the book “Geomorphology of Europe”. Both are based on morphostructural approach. This approach, however, involves the danger that relief-forms and geomorphological processes stay in the background of morphostructural units. These units are permitted in the map, as both the morphogenetic context and the geomorphological synopsis are represented graphically, whereas the book “Geomorphology of Europe” has to start from coherent geomorphological units. This approach is in no way a geomorphologic-ecological one, but a geomorphogenetic one of the classic geomorphology. Discussions on recent morphodynamic research reveal that geomorphological processes of past ages were very complex, too. From this point of view the geomorphologists must estimate critically geomorphological approaches, theories, and models. The work of the IGU-commission on geomorphological survey and mapping should these discussions take into consideration.

Die „IGU-commission on Geomorphological Survey and Mapping“ befaßt sich seit mehreren Jahren mit konkreten Projekten der groß- und kleinmaßstäblichen geomorphologischen Kartierung. Im Gegensatz zu anderen internationalen Arbeitsgruppen wurde unter dem Vorsitz von J. DEMEK (Brno) auch in umfangreichen Publikationen sichtbare Arbeit geleistet.

Die Legenden und Handbücher²⁾ sprechen für sich. Allerdings, und dies zeigte auch wieder das 12. Treffen der Kommission in Lammi, müssen zahlreiche sachliche Kompromisse eingegangen werden, die aus den unterschiedlichen nationalen Auffassungen über die Geomorphologie resultieren. Von diesen Kompromissen ist einmal die Kommission in ihrer laufenden Arbeit direkt betroffen, zum anderen jedoch auch die „geomorphologische Öffentlichkeit“, die sich mit den Karten, Legenden und Handbüchern der Kommission auseinandersetzen hat. Insofern scheint eine Zwischenbilanz über den Stand der Projekte und der Diskussionen in der Kommission auch für Kreise außerhalb der Kommission angezeigt.

1. Laufende Projekte

Die gegenwärtigen Projekte umfassen u. a. die Fortführung der Übersetzungen der Handbücher in verschiedene Sprachen, ebenso der Legenden. Mittelpunkt der Arbeit ist jedoch die Fortführung der seit langem in Arbeit befindlichen „Internationalen Geomorphologischen Karte von Europa 1:2,5 Mio.“, über die an anderer Stelle bereits berichtet wurde (H. LESER 1974). Grundsätzlich haben sich von dem dort angezeigten Vorgehen keine großen Abweichungen ergeben. Inzwischen liegen große Teile der Karte als Manuskript vor.

¹⁾ Herrn Kollegen Dr. Paul Fogelberg sei für die ausgezeichnete Organisation und Durchführung des von 35 Kolleginnen und Kollegen aus 13 Ländern besuchten Treffens gedankt.

²⁾ Im Literaturverzeichnis zu diesem Beitrag werden die wichtigsten der bisher von der Kommission vorgelegten Arbeiten angeführt.