

Die Hochwasserkatastrophe im westschweizerischen Seeland vom November/Dezember 1944 : nebst einigen geomorphologischen und quartärgeologischen Beobachtungen

Autor(en): **Lüdi, Werner**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bericht über das Geobotanische Forschungsinstitut Rübel in Zürich**

Band (Jahr): - **(1945)**

PDF erstellt am: **01.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-377504>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

DIE HOCHWASSERKATASTROPHE IM WESTSCHWEIZERISCHEN SEELAND VOM NOVEMBER/DEZEMBER 1944

nebst einigen geomorphologischen und quartärgeologischen
Beobachtungen

Von *Werner Lüdi*, Zollikon

Außerordentlich hohe Niederschläge im Spätherbst und Vorwinter 1944, dazu Föhneinbrüche mit starker Schneeschmelze im Gebirge, erzeugten gegen Ende November in den Flüssen der Westschweiz Hochwasser, das sich in die Jurarandseen ergoß. Die Aare konnte diese Wassermassen nicht mehr abführen, und die Seen stauten sich immer stärker auf, so daß der Bielerseespiegel höher zu liegen kam als der des Neuenburgersees, der ihm sein Wasser durch den Zihlkanal abgeben sollte. Ebenso verhinderte der hohe Stand des Neuenburgersees den Abfluß des Wassers aus dem Murtensee durch den verbindenden Broyekanal. Das Wasser begann aus den Seen und Flüssen auszutreten und das flache Land zu überfluten. Ein großer Teil des Großen Mooses zwischen Murten-, Neuenburger- und Bielersee lag unter Wasser (Abb. 1) und ebenso alles tief gelegene Land an der Aare zwischen dem Bielersee und Solothurn. Die Situation wurde verschlimmert durch ein gewaltiges Ungewitter, das am 8. Dezember im Quellgebiet der Broye niederging. Das Wasser füllte das Bett der Broye zwischen Payerne und Murtensee vollständig aus, trat über die Ufer, überschwemmte das flache Broyetal und verschärfte naturgemäß auch die Überschwemmung im Großen Moos. Bevor die Wasser wieder ganz in ihr Bett zurückgegangen waren, stellte sich ein starker und lange anhaltender Frost ein, so daß viel Kulturland sich mit Eis bedeckte, was die schädigenden Folgen der Überschwemmung erhöhte. Für Einzelheiten verweisen wir auf die eingehende Darstellung, die uns Walter Staub gegeben hat¹.

¹ W. Staub, Beobachtungen anlässlich der Hochwasserkatastrophe im Seeland vom November und Dezember 1944. Mitt. Naturf. Ges. Bern N. F. **3** (1–12, 1 Karte, 2 Taf.).

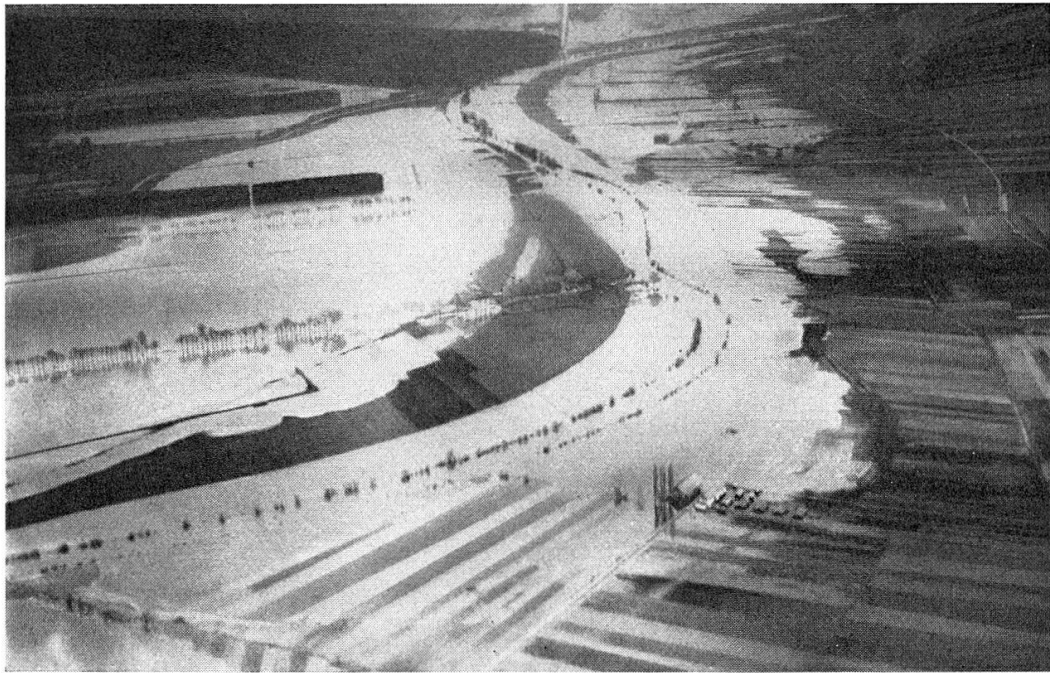


Abb. 1. Überschwemmung am Broyekanal im Gebiete von Witzwil. Bett der Broye durch die säumenden Gebüsch und Bäume markiert. In der Mitte der «Neuhof» auf dem erhöhten Ufer der alten Aare. Zuführendes Sträßchen von Baumreihe begleitet. Links vorn Römerstraße. Links hinten Waldschutzstreifen und der Schwarzgrabenwald, an dessen äußerer Ecke der Hauptkanal in die Broye mündet. Rechts Fuß des M. Vully. Phot. Militärflugdienst, 28. 11. 1944.

Diese Überschwemmung, die größte seit der Korrektur der Jura-gewässer (1868–1880), ist in ihrem Ausmaße den gefürchteten Überschwemmungen der früheren Zeiten an die Seite zu stellen. Nun habe ich vor 10 Jahren eine eingehende Untersuchung über die Entstehung und den innern Aufbau des Großen Mooses veröffentlicht², in der für die zeitliche Gliederung besonderes Gewicht auf das Vorhandensein von Überschwemmungshorizonten im Torfkörper gelegt wurde, Bändern von Lehm oder Gytjtja, von denen ich annahm, sie seien während lange dauernden Überschwemmungen abgelagert worden. Eine solche Überschwemmungsschicht ließ sich nachweisen in der Föhrenzeit, der Haselzeit, der Eichenmischwaldzeit, der Tannenzeit und der Fichten-/Tannenzeit (La Tène). Diese großen horizontbildenden Überschwemmungen der alten Zeiten wurden mit der Aare in Beziehung gebracht, die bis zur Bronzezeit wenigstens zeitweise in den Neuenburgersee

² W. Lüdi, Das Große Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung. Veröff. Geobot. Forsch. Inst. Rübel II 1935 (344 S., Taf., Kart.).

floß und durch ihre Wassermengen Aufstauungen hervorrief, aber auch die mineralischen Materialien mit sich brachte, die das ganze ausgedehnte Moor mit einer dünneren oder dickeren Schicht bedeckten. Die Überschwemmungskatastrophen der historischen Zeiten dagegen haben keine wesentlichen Spuren übriggelassen, wenn man von der Überlagerung alter Torfschichten durch Lehme oder sandige Lehme absieht, die an den Rändern des Moores vor sich ging, besonders da, wo Bäche in das Moos einmünden (z. B. Biberen bei Kerzers oder Inser Dorf-bach). Diese Überlagerungen erfolgten deltaartig vom Rande des Moores einwärts, begannen in der La-Tène-Zeit und setzten sich bis in die Gegenwart fort.

Es schien nun von besonderem Interesse, die Wirkungen der großen Überschwemmung in bezug auf die Ablagerung mineralischer Stoffe genauer zu prüfen. Bei der Begehung ergaben sich dann noch andere Gesichtspunkte, die mich veranlaßten, das Gebiet wiederholt zu besuchen (24. und 26. Februar, 25.–26. April, 16. Juni). Um die Sedimentationsverhältnisse zu verfolgen, machen wir im Nachstehenden zuerst einen Gang von Landeron am oberen Ende des Bielersees durch das Grissachmoos aufwärts bis Zihlbrück, dann durch das große Moos vom Zihlkanal über Witzwil und Bellechasse bis nach Kerzers, weiterhin an das obere Ende des Murtensees und schließlich durch das Broyetal bis nach Payerne.

Grissachmoos. In diesem ganzen Gebiet, das von dem Zihlkanal durchzogen wird, fand keine merkliche mineralische Sedimentation statt. Lokal waren in den Äckern Spuren von Ausschwemmung in den Ackerfurchen zu finden. Die Zihl führte aus dem Neuenburgersee ein Wasser mit sich, das nur wenig sedimentationsfähige Stoffe enthielt.

Großes Moos von Zihlbrück bis Kerzers. Hier zeigten sich zwar ausgedehnte Spuren der Überschwemmung, auf die wir noch zurückkommen werden, aber keine mineralische Sedimentation. Nur an der Biberen bei Kerzers, in der Nähe des Moorrandes, war auf der Innenseite der Bachböschung etwas Sand aufgelagert. Der Bach selber trat im Moor kaum über die Ufer, und eine Streuung von Sand und Schlamm über einzelne Felder am Rande des Moores (oberhalb der Landstraße Galmiz-Kerzers), die nach den Angaben von Staub stattfand, war bereits im Februar nicht mehr festzustellen.

Oberes Ende des Murtensees. Hier mündet die Broye, ohne vorher Gelegenheit zum Reinigen ihres Wassers gefunden zu haben,

in den See, und außerdem erreicht von Südwesten her ein kleines Flößchen, der Chandon, aus dem Molasselande kommend, den Murtensee. Chandon und Broye ergaben besonders interessante Verhältnisse.

Wir verfolgten den Chandon von der Landstraße Avenches–Murten an gegen den See hin. Der Bach ist in zwei Stufen eingeteuft: Die etwa 4 m breite Sohle ist von Kies und Sand bedeckt, und 150–170 cm über der Sohle verbreitert sich das Flußbett auf etwa 12 m. So entsteht im Innern des Bachbettes eine flache Terrasse, die heute bewaldet ist. Sie ist der Rest eines alten Bachbodens und liegt 200–250 cm unter der ebenen Landoberfläche. Seewärts bis zum Pont du Chandon am Rande des heutigen Seeuferwaldes (434,13 m n. Horiz.), war im Bachbett reichlich Sand abgelagert. Dieser bedeckte die mittlere Terrasse mit einer dünnen Schicht (etwa 1 cm hoch) und ging noch etwas an das obere Bachbord hinauf, doch nicht höher als 200 cm über der Sohle des Baches, der zur Zeit meines Besuches im Februar nur etwa 15–20 cm Wasser führte. Das Hochwasser trat hier also nicht über das Bachufer.

Beim Pont du Chandon verbreitert sich der Bach etwas auf 5–5,5 m, und auch die mittlere Terrasse im Bachbett ist zum Teil ziemlich verbreitert. Aber das Bachbett ist weniger tief; die Bachsohle liegt nur etwa 3 m und die mittlere Terrasse 150 cm oder weniger unter der Landoberfläche. Hier ist die Sandablagerung stärker, sie beträgt auf der mittleren Terrasse bis ca. 10 cm. Aber sie reicht noch nicht bis auf den Rand des Bachbordes hinauf.

Weiter seewärts, etwa in der Mitte des Auenwaldes, wo der Chandon von einer kleinen Brücke gekreuzt wird, senkt sich die Landoberfläche plötzlich ab, so daß die mittlere Terrasse oberflächlich austreicht. Hier begann vor der Seeabsenkung das offene Wasser. Der heutige Bach ist noch etwa 150 cm tief eingegraben; doch flacht sich das Bett seewärts rasch aus. Am Rand des alten Uferwalles trat der Bach zur Zeit des Hochwassers frei aus, und der mitgeführte Sand breitete sich als dünne Schicht über den Waldboden aus, stellenweise fehlend, stellenweise bis etwa 5 cm dick, unmittelbar am Bach viel mächtiger, doch bereits im Abrutschen gegen das Wasser hin begriffen. Näher am Seeufer trat mehr und mehr tonigkalkiger Schlick (Mergel) auf, meist in buntem Wechsel mit Sandablagerung, oft Sand von etwas Schlick überlagert oder mit Schlick vermischt. Auch die Mächtigkeit der Ablagerung war sehr wechselnd, meist 2–5 cm, da und dort auch mehr. So fand sich 6–10 m vom Bach entfernt, hinter einer Sandablagerung, lokal 10–15 cm

Schlick. Andere Stellen waren sozusagen frei von mineralischer Ablagerung, ja stellenweise lag der alte Strandboden bloß, sogar etwas anerodiert, wodurch ein dichtes Geflecht oberflächlicher Wurzeln freigelegt war. Dieser rasche Wechsel in der Sedimentation wurde offenbar bedingt durch kleine Niveaudifferenzen und durch den Lauf des ausgebrochenen Bachwassers, der mehr oder weniger zufälliger Art war. Bei der seitlichen Entfernung vom Bach nahm die Sedimentation rasch ab. Zuerst blieb der Sand zurück, und dann verschwand auch der Schlick. Schon in etwas über 100 m Entfernung war er auf dem Waldboden kaum mehr zu erkennen.

Vom See her erfolgte keine merkliche Einlagerung mineralischer Stoffe, wenn wir von dem unmittelbaren Ufergebiet absehen. Das Ufer lag zur Zeit des Besuches 50–100 cm über dem Wasserspiegel und stieg mit einer Sandböschung an. Der Sandstreif erreichte eine Breite von 5–10 m, stellenweise, wo ein offener Einlaß war, war er auch breiter, bis etwa 20 m, mit unregelmäßiger Sandhäufung. Das ganze Hinterland war praktisch frei von Sand- oder Schlick-Einlagerung. Dagegen waren im Ufergebiet zerstreut phantastische Mengen von Pflanzenmaterial aufgehäuft, meist in Form unregelmäßiger, kleiner Wälle. Eine ganze Anzahl solcher Wälle lag hintereinander, und gelegentlich ließ sich eine deutliche Zonierung erkennen, indem in der Ufernähe mehr Laub, in Uferferne mehr Schilf aufgehäuft war. Diese Ablagerung ging bis an die kleine, alte Strandterrasse, die sich dem Ufer parallel ungefähr durch die Mitte des Auenwaldes zieht und bereits vorhin erwähnt worden ist. Die Überschwemmung reichte also vom See bis an das frühere Ufer oder erreichte doch weiter landwärts kein wesentliches Ausmaß. Das stimmt mit der Angabe von W. Staub (*loc. cit.*), das Hochwasser habe ein Niveau von 431,8 m n. Horiz. erreicht, während der Spiegel des Murtensees vor der Juragewässerkorrektur bei Mittelwasser in 432,2 m lag.

Im Mündungsgebiet der Broye fanden sich Sandablagerungen an den innern Gehängen des Flusses bis etwa 150 cm über dem Wasserspiegel (Februar) und dann wieder am Seeufer einige Meter weit landeinwärts, wie wir dies soeben für die flußfernen Ufer beschrieben haben. Daneben lag auch hier eine Unmenge von Schilf.

Die Überschwemmung durch das Wasser des Murtensees erzeugte also trotz der enormen Einschwemmung von Sand und Lehm durch Broye und Chandon keine merkliche mineralische Sedimen-

tationsschicht außerhalb des engbegrenzten Ufergebietes. Eine bedeutende Ablagerung trat dagegen dort auf, wo der Bach frei über das Land flutete. Ihre Mächtigkeit erreichte nur in unmittelbarer Nähe des Baches 10 cm oder mehr und nahm mit steigender Entfernung rasch ab, so daß die Ablagerung in mehr als 100 m Entfernung kaum mehr in Erscheinung trat. Dagegen wurden, so weit das Wasser vom See her das Land frei überflutete, große Mengen pflanzlicher Substanz abgelagert, vor allem Schilf. In Wirklichkeit fand natürlich im ganzen Überschwemmungsgebiete auch eine Ablagerung von mineralischen Stoffen statt, die aber so schwach war, daß sie sich bereits nach den ersten Regen dem Auge entzog.

Im Broyetal, zwischen dem Murtensee und Payerne, war der Eindruck, den die Überschwemmung hinterließ, sehr wechselnd. Weitaus am stärksten waren die Spuren des Hochwassers an der Broye selbst. Das künstliche Bett dieses Flusses ist etwa 6 m tief, und die Dammkrone liegt auf dem Niveau der anstoßenden Ebene oder wenig darüber (meist 0,5–1 m, an Geländedepressionen bis 2 m). So scheint das Bett in normalen Zeiten für das wenige Wasser, das in ihm fließt, viel zu groß zu sein. Aber für ein so außerordentlich mächtiges Hochwasser, wie es am 8. Dezember 1944 durchfloß, ist es doch zu klein. Wie wir bereits erwähnten, reicht der angeschwemmte Sand in der Nähe der Mündung in den Murtensee am Uferhang lange nicht bis oben aus. Aber flußaufwärts verschmälert sich das Flußbett oberhalb der Einmündung der alten Broye und der Petite Glâne ganz bedeutend, und dementsprechend stieg das Wasser höher. Es erreichte die Krone der Dämme und floß um ein wenig darüber hinaus. Der Wasserspiegel lag mehr als 6 m höher als bei dem niedrigen Wasserstande zur Zeit meiner Besuche. So steigt der Sand den ganzen innern Uferhang hinauf und wurde in dünner Schicht auch auf die Dammkrone abgelagert. Noch gegen Ende Februar lag der Sand überall bloß; Ende April war er im allgemeinen bereits von Pflanzenwuchs überwachsen, besonders von *Solidago cf. canadensis*, dem in weitem Abstand folgten *Phragmites communis* und andere kräftige Gräser, *Euphorbia cyparissias*, *Saponaria officinalis*, *Tanacetum vulgare*. Diese Arten durchbrachen auch dickere Sandhäufungen, während empfindlichere Rasenpflanzen offenbar stellenweise erstickt waren. Die Höhe des Wasserstandes konnte am besten an den Gebüschten des Innenhangs abgelesen werden: so weit diese vom Wasser bespült wurden, hatten sie mitgebrachte



Abb. 2. Schäden des Hochwassers an der Broye oberhalb des Murtensees (Longs Prés). Phot. W. Lüdi, 26. 4. 1945.

Schwemmaterialien aufgefangen und waren denn auch mit einem dichten Gefilz von Pflanzenstoffen aller Art behangen.

Da und dort war auch eine bedeutende Menge von Sand über die Dammkrone oder durch kleine Damnbrüche verfrachtet und auf der Außenseite abgelagert worden. Die Vegetation wurde durch eine solche Ablagerung, auch wenn sie nur einige Zentimeter mächtig war, größtenteils zerstört, wobei einzelne Krautpflanzen besonders gut überdauerten und einjährige Adventive sich ausbreiteten. Wir notierten im Juni an solchen Stellen insbesondere:

Polygonum persicaria
Sinapis arvensis
Lepidium draba
Bunias orientalis
Papaver rhoeas
Melilotus albus
Coronilla varia

Salvia pratensis
Plantago lanceolata
Plantago media
Knautia arvensis
Senecio jacobaea
Achillea millefolium
Centaurea scabiosa

und von Gräsern: *Brachypodium pinnatum*, *Bromus erectus*, sowie etwas *Phragmites communis*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*.

Neben solchen harmlosen Überschwemmungsfolgen sind aber auch schwere Schäden entstanden. Die Innenseite der Dämme ist von der

Mündung der Ancienne Broye an aufwärts bis gegen Payerne hin eingerissen. Unzählige Löcher, ausgedehnte Auskolkungen, gefolgt von Abrutschen sind entstanden, und die Dämme sehen ganz zerhackt aus. Die großen Weidenstöcke des Uferhanges sind weitgehend entwurzelt und hängen in das Wasser des niedrig und still fließenden Fließchens hinein. Viele weggerissene *Weiden*, *Pappeln* oder *Erlen* liegen im Flußbett oder sind weggeschwemmt worden (Abb. 2). Diese Verwüstungen, deren Behebung enorme Summe kosten wird, wurden durch den Strauch- und Baumbewuchs im untern Teil des innern Flußufers in hohem Maße begünstigt, indem die Bäume und Sträucher den freien Fluß des Wassers hemmten und Wirbelbildungen hervorriefen, die dann zu den Auskolkungen führten. Zudem wurde der Angriff auf die Dammerde durch das Fehlen des festigenden Rasens unter den Bäumen erleichtert. Glatt- und dichtrasige Uferhänge, die sich da und dort, vor allem in der Gegend von Payerne, finden, sind im allgemeinen unversehrt. Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daß diese Bemerkung nur für die innern Uferhänge gilt. Auf der Dammkrone dagegen kann Strauch- oder Baumbewuchs unter den gleichen Umständen für die Umgebung nur schützend wirken und trägt auch sehr zur Belebung der Landschaft bei.

Dammbrüche konnten nur da eintreten, wo die Ufer über die Landoberfläche erhöht sind. Neben einigen unbedeutenden Ausbrüchen dieser Art entstand auch einer von großem Ausmaße am linken Ufer der Broye oberhalb der Straßenbrücke zwischen Avenches und Villars-le-Grand (Prairie des Scitorées). Hier liegt die Ebene verhältnismäßig niedrig, beinahe 2 m unter der Dammkrone. Der Durchbruch im Damm war nur einige Meter breit und reichte nicht tiefer als bis höchstens 4 m über den Grund des Flußbettes. Die ausgeflossenen Mengen mineralischen Schuttes sind aber sehr groß: eine Fläche von mehreren 100 m im Geviert ist dick mit Schutt bedeckt, nahe dem Durchbruch vorwiegend Sand, weiter weg Schlick. Nach Walter Staub (loc. cit.) erreichte die Ablagerung in der Nähe des Kanals eine Dicke von 0,8–1,2 m, und der Gesamtbetrag wird von ihm auf 45 000–50 000 m³ geschätzt. Staub machte seine Schätzung zu einer Zeit, da noch eine wassergesättigte und gefrorene Masse in den Feldern stand. Wir betrachten die Angabe nach unserer Besichtigung im Februar und April als zu hoch; 10 000–20 000 m³ dürften richtiger sein. Aber auch so erhalten wir für diese im Wasser suspendierten Stoffe angesichts der



Abb. 3. Ausbruchsstelle der Broye in der Prairie des Scitorées nach der Wiederherstellung des Dammes. Die Stämme der Kopfweiden sind zum Teil im Sand begraben. Phot. W. Lüdi, 26. 4. 1945.

schmalen Durchbruchstelle und der kurzen Dauer des Ausbruches einen überraschend hohen Betrag. Alte Kopfweiden am Außenflusse des Dammes waren mit einem großen Teil des Stammes im Sand begraben. An der Durchbruchstelle bis auf die Höhe des Dammes und in den anstoßenden Teilen des überschwemmten Kulturlandes hatten sich ganze Mengen von Bäumen (meist mit den Strünken), Baumästen und krautigen Pflanzenresten, vor allem Schilf, gehäuft, die in mühsamer Arbeit entfernt werden mußten. Doch war Ende April der größte Teil der Überschüttungsfläche schon wieder angebaut, und ein mageres Grün sproßte hervor (Abb. 3).

In der Broye-Ebene waren außer den durch die Damnbrüche geschädigten Stellen kaum bleibende Spuren der Überschwemmung, vor allem keine Ablagerung von Mineralstoffen festzustellen, obschon große Teile der Ebene vorübergehend unter Wasser gesetzt waren. Sandablagerung fand sich im Bett der alten Broye. Dieses enthält im Innern eine kleine Mittelterrasse, wie sie für den Chandon beschrieben worden ist. Beim Harras Fédéral zum Beispiel liegt sie etwa 150–200 cm über der Flußsohle (etwa 50 cm Wasser zur Zeit unseres Besuches) und

200 cm unter der Landoberfläche. Dieser Terrasse war, ähnlich wie im Chandonbett, ein lehmiger Sand von geringer Mächtigkeit (1–2 cm) aufgestreut, der bis auf die halbe Uferhöhe hinauf reichte. Die alte Broye trat also auch nicht aus ihrem Bett hinaus. Dieses ist für sie auch offensichtlich zu groß, da heute der Flußlauf nur noch dem Abzug kleiner Bäche aus dem bergigen Gebiet östlich Payerne, vor allem der Arbonne, dient.

Auch die Petite Glâne zeigt in den untersten Teilen ihres Laufes, soweit sie nicht völlig kanalisiert ist, in ihrem Bett eine kleine Terrasse mit geringer Auflagerung von Sand.

Zusammenfassung. Unsere Untersuchung über die Sedimentation bei einer großen Überschwemmung im Seeland ergibt also, daß die Broye und die großen Bäche bei starkem Hochwasser sehr bedeutende Mengen von mineralischem Detritus mit sich bringen, ihn aber unter normalen Verhältnissen, abgesehen von Auflagerungen an den Innenhängen der Flußbetten, restlos dem Murtensee zuführen. Wenn der Fluß überbordert, so werden kleine Mengen von Schutt in seiner unmittelbaren Nähe abgelagert, während die Sedimentation auf der überschwemmten Flußebene, in größerer Entfernung vom Flußbett, ganz unbedeutend ist. Treten Damnbrüche ein, so können gewaltige Mengen von Schutt ausfließen, die sich aber zur Hauptsache in der unmittelbaren Umgebung der Bruchstelle ablagern. In etwa 200 m Entfernung wird die Ablagerung bereits sehr gering.

Überschwemmungen, die vom See aus über das benachbarte Gelände gehen, bringen nur in unmittelbarer Ufernähe in einem 10–20 m breiten Gürtel einen wesentlichen Sedimentationseffekt hervor, als Wirkung der Wellendrift auf die Ufersande, während die Wassertrübung auch im Murtensee, der sicher durch die Einschwemmungen von Broye und Chandon sehr belastet ist, im Überschwemmungsgebiete keinen merklichen Niederschlag ergibt.

Wenn wir, von diesen Erfahrungen ausgehend, versuchen, die Verhältnisse in früheren Zeiten zu rekonstruieren, so werden wir in erster Linie berücksichtigen müssen, daß damals bei Hochwassern die Ausbrüche aus den Flußbetten viel häufiger erfolgten als gegenwärtig, wo jeder Fluß und Bach in einem geordneten und, soweit notwendig, künstlich vertieften oder durch Dämme verstärkten Bette fließt. Einen guten Vergleichsmaßstab bietet die Bibern. Diese hat sich seit der

La-Tène-Zeit in dem Gebiet ihrer Einmündung in die Moosebene über alten Torflagern ein mehrere Meter mächtiges Delta von Lehm mit kleinen Sandwällen geschaffen, während jetzt auch die Wasser eines außerordentlichen Hochwassers glatt durch das Bachbett abfließen.

Die Hochwasserausbrüche der Mineralschutt führenden, fließenden Gewässer erklären ohne weiteres die mächtigen Häufungen von Sanden und Mergeln in der unmittelbaren Nähe der alten Flußläufe, insbesondere des alten Aarelaufes. Die Überschwemmungen bringen auch in die uferferneren Gebiete eine schwache Sedimentation von Mineralstoffen. Sie kann so klein sein, daß sie bereits nach dem ersten Regen verschwemmt wird und sich dem Auge entzieht; aber durch häufig wiederholte Überschwemmungen addieren sich diese Einschwemmungen, und in Verbindung mit den Mengen von Humusstoffen, die teilweise an Ort und Stelle erzeugt, teilweise auch zusammengeschwemmt werden, entstehen lehmig-humose Schichten oder schwarze Lehme, wie sie im Großen Moor für die nähere und zum Teil auch weitere Umgebung des alten Aarelaufes sehr charakteristisch sind und auch im Broyetal auftreten (s. S. 122).

Zur Ausbildung ausgedehnter Überschwemmungshorizonte von gyttjähnlicher Beschaffenheit und aufgelagerten neuen Torfschichten, die den Boden des Großen Moores auch in vom Aarelauf weit entfernten Räumen durchziehen, genügen solche vorübergehende Überschwemmungen nicht. Voraussetzung zu ihrer Entstehung ist ein langer, das heißt viele Jahre andauernder hoher Wasserstand, also eine Dauerüberschwemmung, wie sie nur als Folge eines radikalen Wechsels im Wasserregime auftreten kann. Wir können die bei der Diskussion der Entstehung des Großen Moores seinerzeit geäußerten Theorien auch unter dem Gesichtspunkt der gegenwärtig vor sich gehenden Erscheinungen nur bestätigen.

Einwirkung der Überschwemmung auf die Vegetation. In den Berichten über die Katastrophe wurde immer wieder der enorme Kulturschaden, den sie verursacht habe, hervorgehoben. Dieser war natürlich recht vielgestaltig. W. Staub gibt in einem Nachtrag zu seiner Studie an, die Domäne Witzwil habe insgesamt einen Schaden von rund 100 000 Fr. erlitten. Dieser Schaden umfaßt 1. Schaden an Wiesen, 2. an Kulturen, die infolge der Überschwemmung nicht mehr fertig geerntet werden konnten (Kartoffeln, Zuckerrüben, Kohl,

besonders Rosenkohl), 3. an Wintersaaten, die infolge der Überschwemmung zugrunde gingen und neue Anpflanzungen erforderten (Wintergetreide, Raps), 4. Kosten der Instandstellung von Kanälen, Wegen, Brücken (für Witzwil rund 20 000 Fr.). Mit einem Teil dieser verschiedenen Unterhalts- und Instandstellungskosten müßte man auch in überschwemmungsfreien Wintern rechnen.

Im folgenden möchte ich noch einige Bemerkungen hinzufügen über das Schadenbild an den Kulturen, wie es sich bei meinen Besuchen im Februar und im April ergab.

In den Wiesen war im ganzen Großmoosgebiet und im Broyetal der Überschwemmungsschaden sichtlich gering. Naturwiesen und alte Kunstwiesen hatten kaum gelitten, wohl aber junge Kunstwiesen, wie sie im Wechsel der Fruchtfolge zur Ansaat kommen. Das war besonders im Gebiete des Neuhof, das sehr schwerer Überschwemmung ausgesetzt gewesen war, deutlich zu sehen. Die Naturrasen an der Broye und alte Wiesen westlich und östlich des Hofes waren gut erhalten, ohne Lücken und mit normalem Wachstum, während junge Kunstwiesen im Rondet starke Lücken und viele tote Grashorste aufwiesen. Auch der Klee war stellenweise geschädigt. Offensichtlich waren die verschiedenen Gräser recht ungleich empfindlich. Unsere Beobachtungen über die Resistenz der einzelnen Arten sind aber nicht ausgedehnt, so daß wir es für besser halten, auf die Nennung einzelner Namen zu verzichten. Im allgemeinen werden auch die geschädigten Wiesen der raschen Erholung fähig sein. Im Broyetal sahen wir in flachen Depressionen Rasen von Heuwiesen, auf denen noch im Februar das Wasser stand und die doch dicht und grün auswuchsen.

Bei den Ackerfluren waren alle Stufen der Schädigung zu sehen, und die Extreme ergaben sich zwischen den Gebieten, wo das Wasser nach wenigen Tagen wieder abzog und den andern, wo es längere Zeit stehen blieb und sogar auf dem Felde gefror. Eine Überschwemmung von einigen Tagen verursachte kaum Schaden; die langdauernde Überschwemmung dagegen tötete die Kulturen ab. Da und dort, z. B. im Grissachmoos, fanden sich nicht geerntete Kartoffeläcker, in denen die Kartoffeln verfault waren. Häufiger waren geschädigte Getreidefelder und Rapsäcker, wobei alle Übergänge von schwacher Schädigung (gelbes Laub der jungen Saaten, ältere Blätter der Rapsblattrosette abgestorben und nur die Herzteile erhalten) bis zum völligen Absterben vorhanden waren. Immer wieder fiel es im Februar

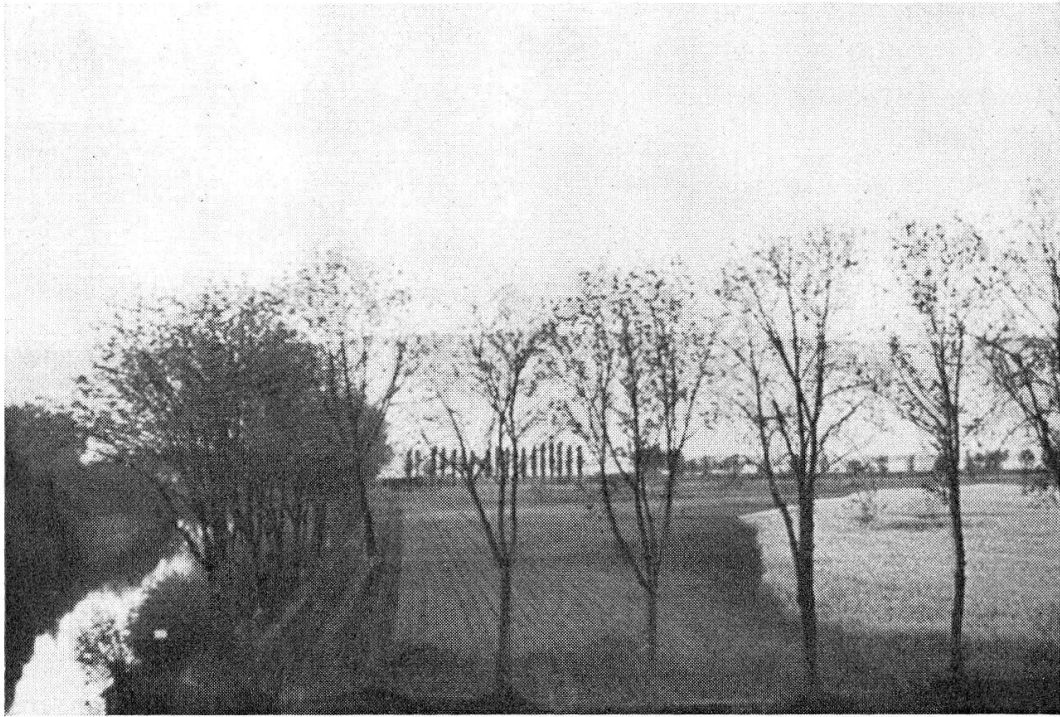


Abb. 4. Broye bei la Sauge, nahe bei der Mündung in den Neuenburgersee. Rechts blühendes Rapsfeld. Dieses reichte ursprünglich bis an die Broye, aber die Saat ging ein, soweit das Wasser auf den Feldern stehen blieb und gefror. Hier mußte neu angepflanzt werden. Phot. W. Lüdi, 25. 4. 1945.

auf, wie die ganz junge Getreidesaat, die offenbar zur Zeit der Überschwemmung noch nicht gekeimt hatte, normal stand, während die vor der Überschwemmung am höchsten gewachsenen Saaten starke Schädigungen aufwiesen.

Am schlimmsten stand es im Gebiete des Neuhof (Witzwil). Dieses Land liegt verhältnismäßig tief am rechten Ufer der Broye und wurde dementsprechend vom Wasser hoch und langdauernd überflutet (s. Abb. 1). Große Rapskulturen und Saaten von Wintergetreide gingen völlig zugrunde. Eine Ausnahme machte ein langer, schmaler Geländestreifen, auf dem auch der Hof steht. Dieser liegt etwas höher als die Umgebung; denn er ist der Uferrand der alten Aare. Auf ihm blieb der Raps erhalten. Ebenso überdauerte nach erhaltenen Angaben das Wintergetreide auf der alten Römerstraße die Überschwemmung, trotzdem diese sich nur um ein wenig, dem Auge kaum merklich, aus der Umgebung erhebt.

Schließlich darf man erwähnen, daß die Überschwemmung auch einen Vorteil mit sich brachte: die Mäuseplage, die sich gerade in den

letzten Jahren sehr unangenehm auswirkte, wurde eingedämmt, indem das stark überschwemmte Gebiet, wenigstens vorübergehend, von den Mäusen gesäubert wurde. Im Frühling 1945 war es stellenweise recht auffallend, wie neue Mäusehaufen erst außerhalb des eigentlichen Überschwemmungsgebietes in größerer Zahl auftraten.

Geomorphologische und quartärgeologische Beobachtungen

a) Diluviale Ablagerungen in der Teufe bei Kerzers. Südwestlich von Kerzers fließt die Bibern in die Moosebene ein und hat sich dort auf homogener Torfunterlage ein lehmig-sandiges Delta aufgebaut, das in meiner zitierten Arbeit über das Große Moos beschrieben worden ist (S. 87–89) und auf das auch im Vorstehenden Bezug genommen wurde. Nun waren im Frühling 1946 anlässlich des Baues einer Straße an der Brücke über den Biberenkanal zwischen Teufe und Murtenerlen ausgedehnte Aufschlüsse in dem äußersten Bodenwall vorhanden, den ich seinerzeit noch zu den Sandwällen des Biberendeltas gerechnet hatte. Unter der bedeckenden Sandschicht kam Kies mit großen, eckigen Steinen, meist Kalken, zum Vorschein. Allem Anscheine nach handelt es sich um verschwemmte Moräne (vielleicht ein Os), die mit dem diluvialen Höcker des benachbarten, bereits in der Moosebene gelegenen Gümü in Verbindung gebracht werden muß. Die Gletscherablagerungen reichen also weiter in das Moos hinaus, als ich seinerzeit annahm. Eine genauere Untersuchung wäre wünschenswert.

b) Die Bach- und Flußterrassen. Bei der Besprechung der Sandablagerung während der Überschwemmung wurden die kleinen Terrassen erwähnt, die im Bette der Ancienne Broye, Petite Glâne und des Chandon verlaufen und die in sehr ausgesprochener Weise etwa 150–200 cm über der heutigen Flußsohle liegen. Sie sind jedenfalls seit dem Jahre 1880, als der Murtensees durch die Juragewässerkorrektion um 240 cm abgesenkt wurde, entstanden, infolge Rückwärts-erosion vom neuen Seeufer her. Am Chandon, wo die Verhältnisse besonders ungestört liegen, hört die Terrasse da auf, wo der alte Uferstrand des Sees durchgeht. An dieser Stelle begann ehemals der wasserbedeckte Seeboden, und die Bachterrasse läuft in diesen aus, während das Bachbett sich auf den neuen Seespiegel als Erosionsbasis eintiefte.

c) Karbonatgehalte verschiedener Sande und Schlicke, die bei der Überschwemmung vom Winter 1944/45 durch die Bäche

und Flüsse in die Moosebene transportiert wurden. Bei der Besprechung der Untergrundsverhältnisse des Großen Moores wurde seinerzeit darauf hingewiesen, daß die Karbonatgehalte der Sande je nach der Herkunft wesentliche Verschiedenheiten aufzeigen (Lüdi, loc. cit. S. 63, 81). Anlässlich der Begehung im Februar 1945 wurden an geeigneten Stellen kleine Proben der neu angeschwemmten Sande und auch einzelne Schlickproben entnommen, deren Karbonatgehalt zum Vergleiche mit den früheren Angaben im Nachstehenden mitgeteilt sei:

Ort der Probenentnahme	Art des Sedimentes	Karbonat- gehalt %
Bibereu-Bett bei Kerzers	Sand, rein	6,5
Chandon-Bett bei der Bahnlinie	Sand, rein	4,5
Chandon-Bett im Uferwald	Sand, etwas tonig	8,0
Chandon-Mündungsgebiet	Schlick	10,5
Chandon-Mündungsgebiet	Sand, rein	6,5
Chandon-Mündungsgebiet	Schlick, etwas sandig	11,0
Chandon-Mündungsgebiet	Schlick, etwas sandig	11,0
Ancienne Broye bei Harras Fédéral .	Sand, etwas tonig	15,0
Ancienne Broye bei Harras Fédéral .	Sand, stärker tonig	16,5
Broye-Ausbruch, Prairie Scitorées ...	Sand, rein	15,0
Broye-Ausbruch, Prairie Scitorées ...	Schlick	18,0
Broye-Ausbruch, Prairie Scitorées ...	Schlick	19,5
Pte Glâne oberhalb Salavaux	Sand, rein	7,0
Salavaux, am Fuße des Vully	Sand	4,0

Diese Werte stimmen mit den früher als charakteristisch gefundenen im wesentlichen überein. Namentlich ist festzuhalten, daß aus der anstoßenden Molasse stammende Sedimente (Bibereu, Chandon, Petite Glâne, Salavaux) die niedrigsten Karbonatgehalte aufweisen, daß die der Broye etwas höher sind, alle aber bedeutend hinter den an der Aare bei Aarberg festgestellten zurückbleiben (Sande 26–37,5%).

d) Torfe im Broyetal. Durch die großen Anrisse im Bette der Broye wurde dort vielerorts die Oberflächenschicht völlig entfernt und Aufschlüsse im primären Boden geschaffen, die bis in etwa 6 m Tiefe reichten. Da erschienen oberhalb der Brücke Domdidier–St-Aubin im entblößten Profil des Kanaleinschnittes dunkle, torfige oder lehmige Bänder in der hell-lehmigen Masse des Untergrundes, die bis gegen Payerne hin immer wieder auftauchten. Insbesondere waren Torfhorizonte auffällig, die unterhalb Pont Neuf am Grund des Kanaleinschnittes, nur wenig über dem Wasserspiegel lagen und sich weiter talabwärts; gegen die Brücke von Domdidier hin, in unregelmäßiger Weise etwas in die Höhe hoben, bis gegen 2 m über den Wasserspiegel.

Der Torf war ein reiner, homogener Flachmoortorf (Radzellentorf oder Hypnaceentorf). Da er gegen die Ausschwemmung sehr widerstandsfähig ist, witterte er in Gestalt von Bänken heraus. Meist waren zwei solcher Torfbänke sichtbar, da und dort auch mehrere, wobei aber nicht immer auszuschließen war, daß untere Schichten durch Rutschung von oben her stammten. Stellenweise lagen über den Torfbänken oder auch zwischen ihnen schwarzlehmige Schichten, und einzelne dunkle Lehmblätter waren in höherer Lage eingeschaltet, wie sie in unsern Skizzen (Abb. 5) dargestellt sind. Insbesondere befand sich in geringer Bodentiefe (0,5–1,8 m) vielerorts ein dunkles Band.

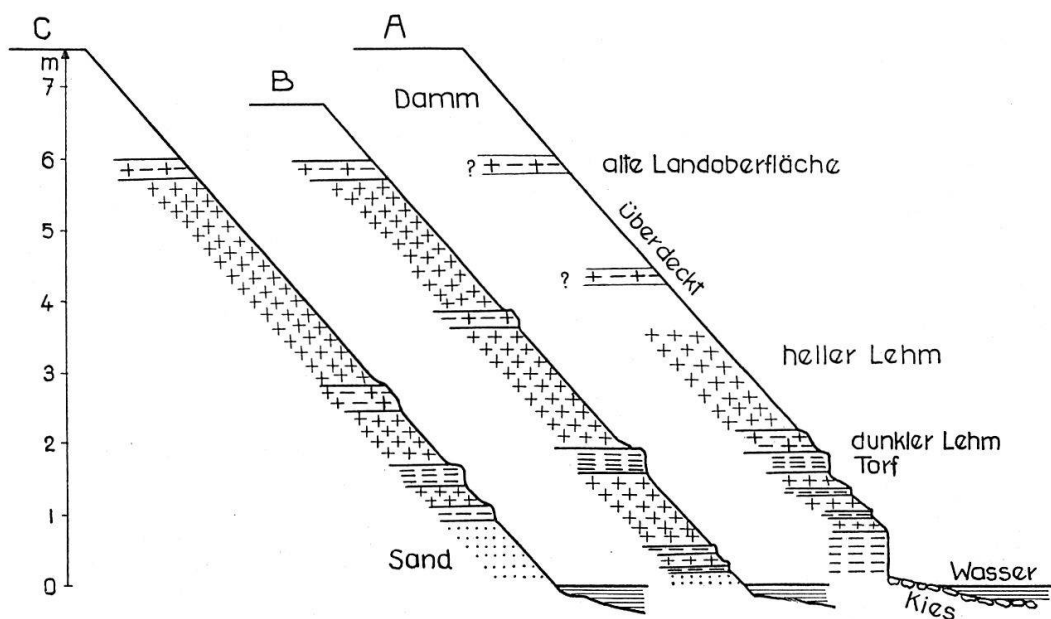


Abb. 5. Uferprofile der Broye zwischen Avenches et Payerne mit den herausgewitterten Bänken von Torf und schwarzem Lehm (schematisch).

Pollenanalytisch ergaben alle Torfbänder in übereinstimmender Weise Föhrenzeit (bei reichlichem Pollengehalt). Auch der mit den Torfen verbundene schwarze Lehm in Profil A ist pinuszeitlich. Der im Profil A über der oberen Schicht des schwarzen Lehmes liegende helle Lehm ist früh-abieszeitlich, und höher im Profil, in der Nähe des als vermutet eingezeichneten Lehmbandes, ist ebenfalls Abieszeit. In Profil B war die dunkle Lehmschicht sehr pollenarm und vermutlich abieszeitlich, in Profil C, wo sie dem Torfe näher liegt, föhrenzeitlich. Die gegen die Oberfläche gerückte dunkle Schicht ist überall junger

Entstehung. Sie entspricht ohne Zweifel der Landoberfläche vor der Broyekorrektion und kam durch die Dammaufschüttung in den Boden zu liegen, wo sie erhalten blieb.

In der postglazialen Frühzeit (Föhrenzeit) lag also der Talboden der Broye in dem Gebiete von Payerne gegen St-Aubin rund 5–6 m tiefer als gegenwärtig und trug ein Flachmoor, das reinen Torf bildete. Durch Überschwemmungen kamen mergelig-tonige Sedimente zur Ablagerung, die den Talboden erhöhten. Schon im Laufe der Föhrenzeit erreichte diese Ablagerung ein bedeutendes Ausmaß, erfolgte aber doch langsam und mit Unterbrüchen, so daß sich wiederholt Torfschichten bilden konnten und bei langsamer Einlagerung von Mineralstoffen mit viel Humusstoffen die schwarzen Lehme zum Absatz gelangten. Später (Abieszeit) scheint die Ablagerung rascher, katastrophaler vor sich gegangen zu sein (Bildung heller Lehme), wurde aber doch von einer oder mehreren Zeiten relativen Stillstandes unterbrochen (Bildung dunkler Lehmblätter). Auf Spuren der Eichenmischwaldzeit, die im Großen Moos einen so ausgeprägten Überschwemmungshorizont aufweist, sind wir nicht gestoßen; aber wir haben kein ganzes Profil untersucht, sondern nur Stichproben entnommen, die sich besonders auf die Torfe und die dunklen Lehme bezogen.

Vor der Korrektur der Juragewässer scheint die Ablagerung von mineralischen Stoffen nicht beträchtlich gewesen zu sein, da sich wieder ein dunkellehmiger, anmooriger Oberflächenboden bildete. Immerhin können unsere Beobachtungen nicht als für das ganze Broyetal repräsentativ gelten, da sie vom alten Broyelauf ziemlich entfernt liegen und wir festgestellt haben, daß die Ablagerungen der Flußausbrüche zur Hauptsache in einem engen Umkreis bleiben.

Der tiefe Stand der föhrenzeitlichen Landoberfläche findet sein Gegenbild im Großen Moos, wo auf weite Strecken hin föhrenzeitliche Torfe festgestellt wurden, die bereits durch eine föhrenzeitliche Überschwemmung und dann durch stärkere Überschwemmungen in späteren Zeitabschnitten (vgl. S. 108) tief unter mineralischen Ablagerungen und jüngeren Torfen begraben wurden.

G. Erdtman, An Introduction to Pollen Analysis

New Series of plant science books edited by Franz Verdoorn, **12** 1943 (239 S.). Waltham, Mass., The Chronica Botanica Co.: Groningen, Messrs. Erven P. Noordhoff.

Gunnar Erdtman, einer der Pioniere der pollenanalytischen Forschung, der unermüdlich an der Verbesserung der Untersuchungsmethodik sowie an der Erweiterung unserer Pollenkenntnis gearbeitet hat und dem wir eine annähernd lückenlose Zusammenstellung der pollenanalytischen Literatur verdanken, gibt uns hier ein sorgfältig aufgebautes Handbuch dieser jungen Wissenschaft. Er behandelt die Geschichte der Untersuchung und Auswertung fossiler Pollen, die Chemie des Torfes, die Zubereitung der Pollen und der pollenhaltigen Ablagerungen zur Untersuchung, die Morphologie der Pollen und der Sporen der Pteridophyten, die Herstellung der Pollendiagramme sowie eine Anzahl besonderer Probleme (z. B. Pollenniederschlag und sein Verhältnis zum Pollengehalt der Ablagerungen; selektive Pollenzersetzung; Honigpollen; Tertiärpollen). Schließlich gibt er auch einen knappen Überblick über die Literatur.

Eingehend werden die verschiedenen Pollen- und Sporentypen dargestellt, zuerst in allgemein morphologischer Betrachtung und dann an Hand von Einzelbeschreibungen, die von annähernd 500 Einzelbildern auf 28 Tafeln begleitet sind und die meisten fossil zu erwartenden Typen umfassen. Bei den Pollenbildern wird durch die Körperschattierung oft das Erkennen der Oberflächenstrukturen erschwert. Weniger wäre hier besser gewesen. Ein Pollen, der im mikroskopischen Bild keine Strukturen zeigt, darf auch mit den bloßen Umrißlinien gezeichnet werden. Wünschbar wäre auch, daß bei jedem abgebildeten Pollen angegeben würde, ob er bereits fossil gefunden worden ist und unter welchen Voraussetzungen.

Das Pollenbuch von Erdtman wird dem Pollenanalytiker ein sehr empfehlenswertes, wertvolles Hilfsmittel sein, und dies um so mehr, als gegenwärtig kein anderes Hilfsbuch über dieses Forschungsgebiet käuflich ist.

W. L.