

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND  
DER  
SCHIFFFAHRTS-CONGRESSE

# X. CONGRESS-MAILAND-1905

I. Abteilung : Binnenschifffahrt  
2. Frage

## EINFLUSS

DER

Zerstörung der Wälder und der Trockenlegung der Sümpfe  
AUF DEN LAUF UND DIE WASSERVERHÄLTNISSSE DER FLÜSSE

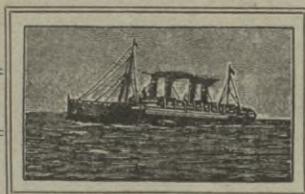
## BERICHT

VON

**N. R. LAFOSSE**

Direktor für Wasser- und Forstwesen, Abteilungsvorsteher in Ministerium für Landwirtschaft

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)

18, Rue des Trois-Têtes, 18

1905



II- 349876

~~II- 349876~~



BPK- B- 362 / 2017

# ÜBER DEN EINFLUSS

DER

## Zerstörung der Wälder und der Trockenlegung der Sümpfe

---

### BERICHT

VON

**N. R. LAFOSSE**

Direktor für Wasser- und Forstwesen, Abteilungsvorsteher im Ministerium für Landwirtschaft.

---

Um das Jahr 1865 wandte sich der Marschall Vaillant an die fachmännische Autorität des Ingenieurs Vallès mit dem Ersuchen, die damals so viel umstrittene Frage über die Rolle der Wälder in hydrologischer Hinsicht zu beleuchten. Der gelehrte Akademiker zeichnete in einem wohlbekannten Brief das Programm für die vorzunehmenden Untersuchungen vor. « Man hat wohl, sagte der Marschall, diese Wirkung der Wälder vom Standpunkt der Austrocknung des Bodens, den sie bedecken, und des daraus folgenden Versiegens der Quellen nicht genügend studiert. Ich sähe gern, dass Sie Ihren forschenden Geist auf diese Seite der Frage richten. Das ist, glaube ich, eine Sache, um die Sie sich verdient machen können; vielleicht sind Vorurteile zu zerstören und Wahrheiten ans Tageslicht zu fördern (1). »

Wenn man diese Sätze mit dem Wortlaut der dem Kongress unterbreiteten Frage vergleicht, so findet man darin so viel Aehnlichkeit, dass man glauben könnte, die Dinge seien seit der an Vallès ergangenen Aufforderung unverändert geblieben. Wir wollen indessen sogleich betonen, bevor wir die einzelnen Tatsachen betrachten, dass, wenn einige Punkte noch dunkel bleiben (was bei einer so verwickelten Tätigkeit wie der der Wälder nicht überraschen kann), die Experimentalforschung sehr wichtige Ergebnisse zu verzeichnen gehabt hat, die heut unumstritten dastehen, und zwar hinsichtlich der Rolle, welche grosse

---

(1) *Revue des Eaux et Forêts*, Juli 1865.

efke 3681/51

zusammenhängende Waldungen bei dem allgemeinen Wasserumlauf spielen.

Die Bewegung des Wassers auf der Erdoberfläche ist nämlich in der That ein grosser Kreislauf. Der Wassertropfen, welcher aus der uns umgebenden Dunsthülle herabfällt, um in die Erde zu sickern, welcher wieder an die Oberfläche emporquillt, um ins Meer zu rollen und zur Wolke zurückzukehren, ist ein grosses Beispiel für den unaufhörlichen Wechsel in der Natur, in der wir die Dinge sich ohne Ende umformen und zu ihrer ersten Gestalt zurückkehren sehen.

Die Alten ahnten diesen grossen Naturvorgang. Salomo hat gesagt: « *Ad locum, unde exeunt flumina revertuntur, ut iterum fluant.* » (PREDIGER I, Vers 7.) (« Alle Wasser laufen ins Meer, noch wird das Meer nicht voller; an den Ort, da sie herfliessen, fließen sie wieder hin. »). Plinius sagt dasselbe: « *Aquæ subeunt in imbres, rigeseunt in grandines.* » Seneka hat indessen diesen mechanischen Vorgang nicht verstanden; er glaubte an eine direkte Umbildung der Elemente und dachte, die Quellen entstünden dadurch, dass sich Luft in tiefen Höhlen in Wasser verwandelte. Im 17. Jahrhundert versuchte Descartes zu zeigen, dass das Wasser der Quellen nichts anderes sei als das Wasser des Meeres, das durch unterirdische Kanäle emporstiege, und dass ein dunkler chemischer Vorgang ihnen die salzigen Stoffe entzöge. In den vorigen Jahrhunderten haben indessen Gelehrte, Künstler wie Bernard Palissy, über die Bildung der Quellen Theorien aufgestellt, die durchaus mit den heutigen Ausschauungen übereinstimmen. Die augenblicklich giltigen Ansichten haben sich aber nicht ohne Schwierigkeiten ihren Weg ans Licht gebahnt. Koenrtz weist in der That, in der Vorrede zu seinem *Lehrbuch der Meteorologie* darauf hin, dass um 1820 der Professor Keferstein an der Universität Halle die Vorstellungen Senekas wiederholte, indem er behauptete, das Wasser der Quellen sei das Produkt der Absorption der Luft durch die Erde.

Man erkennt heut die Theorie vom Kreislauf des Wassers, den Michelet mit dem Blutkreislauf verglichen hat, als der Wirklichkeit entsprechend an; « seine Lebensbewegung, sagt er in *La Mer*, welche die Meeresströmungen hervorruft, welche aus Salzwasser Süsswasser macht, das bald in Dampf verwandelt wird, um zum Salzwasser zurückzukehren, dieser wunderbare Mechanismus ist ebenso vollkommen wie derjenige des Blutkreislaufs, in den höchststehenden Tieren. Nichts gleicht mehr der immerwährenden Umwandlung unseres venösen und arteriellen Blutes. »

Welche Rolle können die Wälder bei einem Naturvorgang von solcher Wichtigkeit spielen? Sind sie unendlich kleine Grössen, deren Wirkungen vernachlässigt werden können? Stellen sie nicht im Gegenteil in der Gesammtheit der Naturkräfte einen zur Aufrechterhaltung des wunderbaren Gleichgewichts, von dem wir so viele Beispiele sehen, unentbehrlichen Organismus dar? Sind die Wälder nicht für den regelmässigen Kreislauf des Wassers nötig?

Wir wollen versuchen, den Einfluss der Waldungen in dieser Hinsicht zu analysieren, indem wir ihre Wirkung auf jeden der Faktoren des Wasserumlaufs ins Auge fassen.

*Der Regen.* — Man bestreitet heut den Einfluss der Wälder auf den Regen nicht mehr; wir verstehen unter Regen, alle atmosphärischen Niederschläge: Regen, Schnee, Nebel, Tau, u. s. w. Die Anschauungen von Vallès und Belgrand hat man fallen lassen; man giebt zu, dass, wie Arago, Becquerel und andere Gelehrte behauptet haben, das Vorhandensein grosser Waldmassen die Bildung von Regen begünstigt. Zweifellos ist der Fall der meteorischen Gewässer im Grossen und Ganzen von grossen Ursachen abhängig, die mit den Wäldern nichts zu tun haben, wie die Nähe des Meeres, die allgemeine Windrichtung, die Orographie, u. s. w. Die Regenmenge könnte sogar von noch grösseren Naturerscheinungen beeinflusst werden: hat der regelmässige Wechsel von verhältnismässig trocknen und feuchten Jahren nicht zu der Behauptung geführt, dass das Verhalten des Wassers von astronomischen Ursachen abhänge? Wir haben bei der Regenfrage nur die besonderen Umstände im Auge, die in gewissem Grade von der Tätigkeit des Menschen abhängen, und unter diesen Umständen müssen wir die Wirkung der Wälder in die erste Reihe stellen.

Forstleuten gebührt die Ehre, experimentell den Einfluss von Waldungen auf die atmosphärischen Niederschläge festgestellt zu haben. Aus einer Reihe von Beobachtungen, die von 1867-69 in der *Ecole nationale des Eaux et Forêts* (Nationalen Schule für Wasser- und Forstwesen) in Nancy gemacht wurden, geht hervor, dass die im Walde und ausserhalb der Waldungen gefallenen Regenmengen im Mittel sich wie 100 zu 86 verhalten. Anders ausgedrückt, es ist in unserem gemässigten Klima die Höhe der durch den Regen durchfeuchteten Schicht in Waldungen etwa ein Drittel stärker als im freien Felde. Diese Angaben sind durch weitere Experimente, die in Frankreich wie im Auslande gemacht wurden, bestätigt worden.

Man könnte einwerfen, dass man die Ursache mit der Wirkung verwechselt hat, und dass, wenn es in Waldungen mehr regnet, es aus dem Grunde geschieht, dass die Waldgewächse, die sehr viel Wasser brauchen, sich nur da festsetzen, wo es mehr als anderswo regnet. Die Tatsachen sollen hierauf antworten. Man hat in der Tat im Laufe der bezüglichen Untersuchungen festgestellt, dass die vom Regen durchtränkte Schicht von der Mitte zum Rande, wo der Pflanzenwuchs wenigstens ebenso üppig ist wie im Innern der Waldungen, abnimmt. Ferner ist erwiesen, dass die Regenmenge in demselben Maasse zunimmt, wie die Aufforstung fortschreitet. Man kann hierfür die beweiskräftigen Beobachtungen anführen, die bei der Aufforstung der weit ausgedehnten Lüneburger Heide (Hannover) und bei der Wiederbepflanzung von 2.000 ha Steppenland im Gouvernement Ekaterinoslaw gemacht sind (1). »

Es ist auch zu beachten, dass die Wirksamkeit der Wälder mit der Höhe wächst. Man hat z. B. in den Niederalpen beobachtet, dass auf einem bewaldeten Gebirge am selben Tage der Regen 12,6 mm in 1.200 m, 15,4 mm in 1.800 m, und 42,2 mm in 2.300 m Höhe betrug.

Weber in Deutschland und Landoll in der Schweiz haben ganz ähnliches festgestellt.

Das Gesetz von der Zunahme des Regens mit der Höhe ist kein allgemein giltiges; aus Beobachtungen in den Savoyer Alpen geht hervor, dass die Niederschläge bis 2.500 m stärker werden, dann aber abnehmen (2). Allerdings giebt es über 2.500 m kaum noch Wälder.

Der Vorgang der Regenbildung ist bekannt. Die atmosphärischen Niederschläge entstehen durch die Kondensation des in der Dunsthülle aufgelösten Wasserdampfes, meist infolge einer plötzlichen Abkühlung, wenn die Gasmasse ihren höchsten Sättigungsgrad erreicht hat. Dies voraus geschickt, ist es leicht, sich die Art der Wirksamkeit der Wälder zu erklären. Es ist mit Sicherheit festgestellt, dass die Atmosphäre, welche die Waldungen umhüllt kälter und feuchter ist als die der benachbarten Felder. Die Temperatur unter den Bäumen sinkt während der Zeit des Wachstums um etwa 3 Grad. Im Winter dagegen findet eine Temperatur-Erhöhung statt; für das ganze Jahr ergiebt sich eine Temperatur-Erniedrigung von etwa 1/2 Grad.

Die abkühlende Wirkung der Wälder beruht auf zwei Ursa-

---

(1) HUFFEL, Professor an der Forstakademie, *Traité d'Économie forestière*, 1904.

(2) MOUGIN, *Observations sur la Neige et la Nivométrie en Savoie*.

chen : die erste hängt mit den Wachstumsvorgängen der Pflanzen zusammen. Ebermayer hat berechnet, dass ein ha Wald täglich 37 cbm Sauerstoff und 37 cbm Kohlensäure entwickelt. Diese Arbeit ist ohne Wärmeverbrauch nicht möglich. Lecart und Parisel, zwei belgische Professoren, haben versucht, diesen zu schätzen. Nach ihren Berechnungen entzieht diese Arbeit der Pflanzen der Luft pro Jahr und Hektar eine Anzahl von Wärmeeinheiten, gleich derjenigen, welche nötig ist, um einen Eisblock von 316 cbm zu schmelzen.

Die zweite Ursache der Abkühlung der Luft über Waldungen ist die starke Ausdünstung der Bäume. Das ist die bei weitem wichtigere. Die Gewalt der Ausathmung der Holz liefernden Pflanzen ist in der Tat bedeutend. Manche Holzarten entziehen dem Boden mehr als 150.000 l Wasser pro Hektar und Tag, um sie als Dampf in die Luft auszudünsten ; eine solche Verdampfung muss die Temperatur merklich herabsetzen.

Diese Abkühlung durch die Wälder ist den Luftschiffern wohl bekannt. Der Oberst Renard, Direktor der militärischen Zentralstation für Luftschiffahrt, dessen Autorität auf diesem Gebiete anerkannt ist, hat seine Beobachtungen in einem im Mai 1900 geschriebenen Brief an Professor Henry von der *Ecole Nationale des Eaux et Forêts* niedergelegt.

« Die Abkühlung, welche die Luftschiffer fühlen, wenn sie über Waldkomplexe von einiger Ausdehnung fliegen, ist meines Wissens nie mit dem Thermometer gemessen worden, sie macht sich aber durch ein auffallendes Sinken des Ballons bemerkbar. Das Fallen des Ballons hört nie von selbst auf, wie dies beim Auftreten einer vorübergehenden Ursache geschieht ; erst der Auswurf einer beträchtlichen Menge Ballast tut ihm Einhalt. Was die Höhe betrifft, in der dieser Einfluss sich bemerkbar macht, so schwankt sie natürlich mit der Grösse der Waldungen und vielleicht auch mit der Höhe und der Oberflächengestaltung der Umgegend. Jedenfalls steht fest, dass sie von einer Reihe von Luftschiffern über dem Walde von Orléans gespürt ist, als der Ballon sich in etwa 1.000 m Höhe befand.

Es scheint durch die ganze Reihe von Aufstiegen die bisher gemacht sind, erwiesen, dass der Einfluss von Waldkomplexen ähnlicher Ausdehnung (der Wald von Orléans hat mehr als 30.000 ha Oberfläche), bis zu einer Höhe von etwa 15.000 m fühlbar ist. »

Man kann also mit Professor Henry behaupten, dass die Wälder in der Ebene hinsichtlich des Regens künstliche Berge von 1.500 m Höhe darstellen (1).

---

(1) ED. HENRY, *Influence des Forêts sur les Eaux souterraines dans les régions de Plaine*, Congrès de sylviculture, 1900.

Die Luft über Wäldern ist auch feuchter als in freiem Felde. Der Unterschied im Feuchtigkeitsgehalt ist besonders auffallend bei Nadelholzwaldungen; er übersteigt den der Laubwälder um 10 %. Eine Reihe von Beobachtungen, die vor etwa 30 Jahren in den Wäldern in der Umgegend von Senlis durch Fautrat angestellt wurden, hat dies unanfechtbar erwiesen. Aber nur die *relative* Feuchtigkeit wird verändert. Die absolute Feuchtigkeit bleibt dieselbe, d. h. das Gewicht des Wasserdampfes der in der Luft gelöst ist, ist dasselbe im Walde wie ausserhalb desselben, nur ist das Wasser seinem Sättigungspunkt näher. Die Luft erscheint so feuchter.

Die in dieser Hinsicht in Deutschland, in der Schweiz, u. s. w., gemachten Versuche bestätigen die französischen Beobachtungen.

Wenn man diese Tatsachen zugiebt, so begreift man leicht die Einwirkung der Wälder auf die Regenbildung. Wenn die feuchten Luft-Strömungen vom Winde getrieben auf abgeholzte Gebirge treffen, die von den Sonnenstrahlen erwärmt sind, so rückt der Sättigungspunkt in die Ferne. Die Kondensation erfolgt nicht immer. Der Regen ist für diese dünnen Gegenden beseitigt, welche im Allgemeinen nur von Gewitterregen getroffen werden. Finden die Wolkenmassen im Gegensatz hierzu eine abgekühlte und feuchte Atmosphäre, wie die über Wäldern lagernde, selbst wenn diese in einer Ebene liegen, so rückt der Sättigungspunkt nahe, und der Regen tritt regelmässig ein. Diejenigen, welche das Gebirge besucht haben, konnten die Beobachtung machen, dass über den Waldkomplexen, Wolken unbeweglich und wie an die Baumgipfel angeheftet schweben, ohne dass die Luftströmungen sie fortführen. Das war ein Beispiel der kondensirenden Wirkung der Wälder.

Der Einfluss der Waldungen auf die Häufigkeit der Regen ist über jeden Zweifel erhaben. Besonders im Gebirge, in jenen Gegenden, welche die grossen Sammelbecken für die Flüsse bilden, macht sich die Wirkung bemerkbar. Es regnet nicht nur mehr über Wäldern als ausserhalb solcher, der Regen geht dort auch andauernder, regelmässiger und weniger heftig nieder als anderwärts.

*Die Quellen.* — Diese Frage, über den Einfluss der Wälder auf die Quellen, ist noch nicht recht geklärt. Neuere in Russland gemachte Versuche haben die Aufgabe nur verdunkelt. Die russischen Gelehrten haben nämlich festgestellt, dass in einigen Gegenden die Waldvegetation ein Sinken des Grundwassers um 10 m und mehr bewirkt hat.

Die allgemeine Ansicht ist indessen die, dass die Waldungen für die Wasser-Versorgung der Quellen nützlich sind, und die Gesetzgebung aller Länder trägt diesem Gefühl Rechnung, indem sie beschränkende Bestimmungen über Rodungen trifft. Liegt hier nur ein durch Ueberlieferung erhaltenes Vorurteil vor, das kein Grund rechtfertigt? Wir glauben an den Nutzen, den die Wälder für die Quellen haben, und wir wollen versuchen, ihn festzustellen.

Die Regenwässer gelangen nicht alle bis zum Grundwasser. Belgrand schätzte das Volumen der Quellen der Vanne auf ein Viertel oder ein Fünftel des Regenwassers des Quell-Gebietes. Nach Elisée Reclus beträgt das Wasser, welches in Frankreich ins Meer fließt, nur ein Drittel bis ein Halb der Regenmenge die auf unserem Gebiete niedergegangen ist.

Nachdem ein Teil des Wassers verdunstet ist, gelangt der Rest durch Versickern zu den Quellen; was nicht von der Atmosphäre oder dem Boden aufgesogen ist, läuft, durch Rieselung direkt in die Wasserläufe.

Die Verdunstung ist ein sehr wichtiger Faktor. Man schätzt, dass in unserem Klima die Hälfte des auf den nackten Boden gefallenen Regens durch Verdunstung wieder in die Luft geht (1). Die Baumdecke hält einen beträchtlichen Teil des Regens zurück; die Nadelhölzer, deren Nadeln nicht alljährlich abfallen, halten mehr zurück als die Bäume mit alljährlich abfallendem Laub. Man hat berechnet, dass der Verlust des Regens 15-20 % für die Koniferen, Weisstannen, Fichten, Kiefern, u. s. w. beträgt, während er sich für die Laubhölzer (Eichen, Buchen, u. s. w.), nur auf 10-15 % beläuft (2). Der Verlust ist schwächer für die Winterregen, die bekanntlich gerade für die Wasserversorgung der Quellen in Frage kommen. Die Sache stellt sich so, dass der Verlust durch Oberflächenverdunstung der Gipfel geringer ist als die Vermehrung des Regens, die durch das Vorhandensein der Wälder sicher erfolgt. So wird schliesslich trotz der wie ein Regenschirm wirkenden Decke, welche die Bäume über dem Boden bilden, das Waldgebiet besser bewässert als der nackte Boden. Ausserdem ist die Verdunstung am Boden geringer unter Bäumen als ausserhalb des Waldes. Die Temperatur wird, worauf wir bereits hingewiesen haben, im Sommer in Waldungen um mehrere Grade herabgesetzt; das grüne Dach hält die Sonnenwärme zurück und das Netz der Stengel und Zweige bildet einen Schutz gegen die Austrocknung

---

(1) DAUSSE und MURRAY, *In de Lapparent*, *Traité de géologie*.

(2) NEY, *Ueber den Einfluss des Waldes auf das Klima in Huffel*, a. a. O.

durch den Wind. Aus einer Reihe von Beobachtungen, die in der Schule in Nancy gemacht wurden, geht hervor, dass die Verdampfung im Walde zu der ausserhalb desselben auf das Jahr bezogen, sich im Mittel wie 1 zu 3,22 verhält; d. h. die Verdampfung im Walde beträgt noch nicht ein Drittel der Verdampfung im Freien.

Nachdem wir diesen ersten für das Leben der Quellen wichtigen Faktor betrachtet haben, wollen wir zu einem anderen übergehen: der Versickerung. Wir lassen natürlich die Erscheinungen bei Seite, welche auf geologische Verhältnisse zurückzuführen sind und halten uns nur an die, welche zu den Witterungsverhältnissen des Waldes gehören.

Das in den Boden versickernde Wasser wird zuerst von der Decke aufgenommen: Humus, Moose, Dünger. Es durchtränkt nun das eigentliche Land bis zur Sättigung, wobei es an die Pflanzen das Nötige abgiebt. Unter der Wirkung der Schwerkraft dringt es dann mehr und mehr in die Erde, bis es an eine Tonschicht oder an eine undurchdringliche Felsmasse kommt, die es fortleitet bis es als Quelle wieder zu Tage tritt.

Es kommt vor, wie bekannt ist, dass das Wasser in grosse Spalten dringt, unterirdische Wasserläufe bildet und sich in Abgründe verliert, um manchmal in der Art wie die Quelle von Vaucluse wieder ans Licht zu kommen.

Wir wollen uns nicht mit den Beziehungen beschäftigen, die zwischen den Wäldern und der Bewegung dieser Gewässer etwa bestehen. Die Frage ist aber nicht ohne Bedeutung; erst kürzlich ist auf sie aufmerksam gemacht worden durch eine interessante Mitteilung über « Die hydrologischen Veränderungen und die Austrocknung der kalkhaltigen Gegenden (1) ».

Der Regen, von den Baumgipfeln aufgehalten und verteilt, kommt nur langsam zu Boden; daher ist auch die Absorptionskraft des Waldbodens sehr gross. Ein Kubikmeter Mooss hält durch Kapillarität ziemlich 3 hl Wasser fest. Man hat ferner festgestellt, dass die tote Decke (Humus, Dünger) pro ha 105.825 kg absorbieren kann. Diese Ziffer entspricht einer Wasserschicht von 10,5 mm (2). Die filzartige Decke schwillt durch den Regen wie ein Schwamm auf; da sie das Wasser nur tropfenweise wieder abgiebt, so ist sie für die Versickerung sehr günstig. Das Einsinken des Wassers in den Boden wird noch erleichtert, durch die Wirksamkeit der Wurzeln, die in den fe-

---

(1) A. MARTEL, 3<sup>e</sup> Congrès du Sud-Ouest navigable.

(2) Professor F. HENRY « Faculté d'imbibition de la couverture morte », *Revue des Eaux et Forêts*.

stesten Boden dringen, und so das Wasser bis zu Tiefen von 3 und 4 m leiten. Die niedrigstehenden Regenwürmer, so verachtet sie sind, sind sehr nützliche Wesen; man findet sie sehr zahlreich in grossen Waldkomplexen, und die von ihnen bewirkte Lockerung des Bodens erleichtert das Eindringen des Wassers in denselben. Hierzu kommt, dass die Wälder die Schneeschmelze verzögern, und dass diese Verzögerung, von grossem Vorteil für die Wasserversickerung, besonders in Nadelwäldern hervortritt, die auf hohen Berggipfeln fast allein in Frage kommen.

Beim Einsinken in den Boden ist das Wasser (abgesehen von der molekularen Anziehung und ihrer kapillaren Wirkung) zwei Einflüssen unterworfen: der Schwerkraft und der Athmung der Pflanzen. Die Schwerkraft gewinnt die Oberhand, wenn die Pflanzen ihren Anteil erhoben haben; dann steigt die Flüssigkeit zu den unterirdischen Sammelstellen hinab.

Der Verbrauch der holzliefernden Pflanzen an Wasser ist sehr gross; man unterscheidet im Allgemeinen Konstitutions- und Vegetationswasser. Ersteres dient zur Bildung der Gewebe und zur Ernährung der Pflanzen. Man hat berechnet, dass es ein Gewicht von etwa 3.000 kg per Jahr und Hektar ausmacht, d. h. im Vergleich zu dem erhaltenen Regenwasser eine ganz unbedeutende Wasserschicht.

Das Vegetationswasser, dasjenige, welches in den Pflanzen umläuft und sich unaufhörlich erneuert, um die Organe für die Ausdünstung zu speisen, erreicht ein viel grösseres Volumen.

« Wenn die Ausdünstung der Bäume, sagte der Marschall Vaillant in seinem Brief an Vallès, gefärbt und unseren Augen sichtbar wäre, so könnte man das hübsche Schauspiel geniessen, grosse Dampfsäulen majestätisch zum Himmel steigen zu sehen.» Die Entwässerung sumpfiger Gegenden, die Erfolge in der Römischen Campagna, in den Landes und Sologne in Frankreich z. B., zeugen von der gewaltigen Wirksamkeit der Bäume. Trotz zahlreicher Untersuchungen hat man sie noch nicht genau bestimmen können. Von Hoenhel hat das pro Jahr verdampfte Wasser auf eine Schicht von 0,40 m geschätzt; nach russischen Untersuchungen würde sie mehrere Meter erreichen. Man kann daraus entnehmen, wie unsicher die Ergebnisse sind.

Wir werden auf diesen Gegenstand zurückkommen müssen, wenn die Frage der Austrocknung des Bodens durch Aufforstung behandelt wird. Jetzt müssen wir von den Versuchen der russischen Gelehrten Ototzky, Vissotzky, u. s. w., sprechen, die in den letzten Jahren so viel Aufsehen erregten. Infolge von

Untersuchungen im Walde von Chipoff (Gouvernement Voro-nej), und im Schwarzwald (Gouvernement Kherson) gab Ototzky i. J. 1897 bekannt, dass für die untersuchten Wälder die Unterschiede zwischen den Grundwasserständen im Walde und ausserhalb desselben zwischen 5 und 15 m schwankten. Dieses Herabdrücken des Wasserstandes wurde für Waldkomplexe geprüft, die mehr im Norden gelegen waren ; man stellte hier dieselben Tatsachen fest. Nur waren die Schwankungen schwächer ; sie betragen unter dem 60. Breitengrad nur 0,50-1,15 m. Diese Ergebnisse fanden, wie wir betonen müssen, nicht überall Zustimmung. In Bayern glaubte der Ingenieur Hartmann widersprechen zu sollen ; infolge einer Reihe neuer Beobachtungen schloss er, dass der Wald keine Wirkung auf das Grundwasser ausübe.

In Frankreich ging die Forstverwaltung mit aufmerksamen Beobachtungen vor. Professor Henry wurde damit beauftragt. Er wählte als Studienfeld den Wald von Mondon bei Lunéville, der ziemlich horizontal liegt. Er fand zwar, dass der Wald auf den Grundwasserstand wirkt ; aber die festgestellten Unterschiede waren weniger beträchtlich als die von den Russen angegebenen. Die Schwankungen des Grundwasserstandes betragen nur zwischen 0,20 und 0,45 m.

Diese Wirkung findet sich ganz besonders in den Ebenen ; sie braucht nicht schädlich zu sein, da sie in vielen Fällen dazu beiträgt, dem Boden einen Ueberschuss von Feuchtigkeit zu entziehen, die keinen Abfluss fände. In unebenem Gelände wird die genannte Wirkung voll aufgewogen durch die Unterdrückung der Rieselung, von der wir jetzt sprechen wollen.

Das Regenwasser, welches auf entblössten Boden fällt, dringt, wenn dieser nicht ausserordentlich durchlässig ist, nicht vollständig ein. Der vom Regen getroffene Boden wird an der Oberfläche schnell hart und lässt sich nicht von Wasser durchdringen, das nun in kleinen Rinnsalen in die Täler abfliessen muss, zum Schaden der Quellen. Handelt es sich dagegen um bewaldete Gebiete, so gelangt der Regen von den Zweigen verteilt nur langsam zum Boden und die Filz-Decke, deren Aufsaugungsfähigkeit gross ist, kann ihn fast ganz zurückhalten. Andererseits bilden die Wurzeln eine Reihe kleiner Hemmnisse, welche das Wasser aufhalten, das zwischen Decke und Boden sickerte ; sie zwingen es so, langsam in die Erde zu dringen. Tatsächlich giebt es eine Rieselung im Walde so zu sagen überhaupt nicht, im Gegensatz zu den Vorgängen auf nacktem Boden, wo man das Wasser schnell zu den Tälern rinnen sieht. Der Ingenieur Im-

beaux hat experimentell den Bruchteil der Rieselung festgestellt. Er hat berechnet, dass sie im Quellgebiet der Durance etwa ein Drittel des niedergegangenen Wassers beträgt, mit der Stärke des Regens aber beträchtlich zunimmt.

Bevor wir aus den dargelegten Tatsachen Schlüsse ziehen, erscheint es nötig, sie noch einmal kurz zusammenzufassen.

Es ist festgestellt, dass die Verdunstung im Walde schwächer ist als ausserhalb desselben.

Es ist zuzugeben, dass die Versickerung durch den Pflanzenwuchs im Walde erleichtert wird.

Es ist sicher, dass der Verlust durch Rieselung im Walde fast Null ist.

Aber gegenüber diesen für die Wasserversorgung der Quellen günstigen einzelnen Tatsachen muss man einen anderen Faktor stellen, der entgegengesetzt wirkt: der Wasserverbrauch der Bäume. Diese Komponente ist noch nicht genau bekannt, aber man muss zugeben, dass ihre Wirkungen recht bedeutend sind. Können sie den günstigen Ergebnissen der anderen Faktoren das Gleichgewicht halten, oder sie sogar überwiegen? Im Allgemeinen glaubt man letzteres nicht. Zweifellos kann die Waldvegetation das Oberflächenwasser verzehren, das stagnierende Wasser vermindern oder verschwinden lassen und selbst einige schwächliche Quellen zum Versiegen bringen. Die auftrocknende Kraft wirkt aber nur auf die kleinen Quellen in der Gegend der Ebene oder von Hügeln.

Die Wirkung von Waldkomplexen ist eine ganz andere auf die tiefliegenden Wasserschichten; auf die, welche die Quellen von grosser Ergiebigkeit erzeugen, und auf die, deren Quellgebiet hoch gelegen ist, und die insbesondere auf die Wasserverhältnisse der fliessenden Gewässer Einfluss haben. Im Gebirge sieht man das Regenwasser schnell zu den Wasserläufen hinabfallen, wenn der Boden vegetationslos ist; ist er bewaldet, so gelangen diese Wassermengen, die der Wald überdies noch vermehrt, alle zu den Quellen, da die Rieselung unmöglich gemacht ist.

Wenn man nun den Umstand in Rechnung zieht, dass die grossen Regenfälle meist in der Zeit eintreten, wo der Wasserverbrauch der Pflanzen ziemlich unbedeutend ist, so dass demnach der Verlust an den Wurzeln sehr gering ist, so kommt man zu dem Schluss, dass, da der grösste Teil der Wintergewässer zu den Sammelstellen gelangt, aus denen die Quellen ihre Nahrung ziehen, das Vorhandensein der Wälder für die Ergiebigkeit der Quellen nur sehr günstig sein kann.

Die Waldungen tragen nicht nur dazu bei, die Wassermenge der Quellen zu vergrössern, und damit zugleich diejenige der Flüsse; wie die Seen und die Gletscher, sind sie mächtige Regulatoren. Sie halten das Regenwasser zurück, verhindern es, schnell zu den Niederungen zu laufen und tragen so dazu bei, die Hochwasser-Gefahr abzuschwächen; sie sichern in hohem Maasse die Regelmässigkeit in der Wasserführung der Flüsse.

Die Wälder sind also, wie sehr treffend gesagt ist, « gleichzeitig Kondensatoren und Regulatoren » (1). Diese Worte bezeichnen kurz und treffend die Wirksamkeit der Waldungen vom hydrologischen Standpunkt.

Wenn die Zerstörung der Wälder im Allgemeinen zu beklagen ist, so ist besonders im Gebirge, die Abholzung geradezu zu fürchten. Es kommt nicht allein die Wasserversorgung der Quellen und die Wassermenge der Wasserläufe in Frage, sondern sogar die Lebensfähigkeit der Flüsse. Der brauchbare Wasserlauf verschwindet, um dem reissenden, verwüstenden Wildbach Platz zu machen.

Der entwaldete Boden, durch übertriebenes Abweiden erschöpft, verliert schnell seine Pflanzendecke. Periodisch ausgewaschen und durch das Schmelzen des Schnees, sowie die Sommergewitter fortgeschwemmt, beginnt er bald sich zu zersetzen. Das Wasser läuft in die Niederungen, Griess und Kieselsteine mit sich führend, oft selbst Felsstücke fortreissend. Tausend kleine Bächlein bilden sich und ergeben den reissenden Wildbach. Unterwaschungen beginnen, die Ufer werden fortgespült und eine Masse von Schlamm, Steinen und Felsstücken überfällt das Tal, alles auf ihrem Wege zerstörend.

Der erste Eindruck, der sich bei einem solchen Zustand geltend macht, sagt Demontzey, « ist eine Art Starrheit und Entmutigung, die zum Zweifel an der Macht des Menschen gegenüber solchem Unheil führt, das durch die Entblössung des Bodens und die dadurch hervorgerufenen reissenden Wildbäche verursacht ist.

Wenn man aber näher zusieht, wenn man mit Sorgfalt die Lage prüft, in der man sich befindet, wenn man mit Aufmerksamkeit die von Schluchten zerrissenen Abhänge mit anderen vergleicht, die noch bewaldet sind, während die sonstigen Verhältnisse gleich liegen, so kommt das Vertrauen bald zurück; man erkennt wieder einmal die Macht der Wissenschaft, die auf Beobachtungen beruhend, die Mittel bietet, durch Verwen-

---

(1) A. LIOUVILLE, Ingénieur des Arts et Manufactures, « *La Houille blanche et le Reboisement des Montagnes* », (*L'Industrie Electrique*).

dung von Bäumen und ohne grosse Vorbereitungen, Gebirge zu verbessern, die der Mensch allein durch seine Unvorsichtigkeit und seinen Egoismus verdorben hatte. »

Der Wald ist es in der Tat, welcher die wirksamen und dauerhaften Mittel bietet, die zerstörende Wirkung der Wildbäche und die Gefahren der Ueberschwemmungen zu dämpfen. Man hat längst den Gedanken aufgegeben, das Austreten der Gewässer, die durch Regen angeschwellt wurden, allein durch die Anlage von Deichen und anderen Kunstbauten zu verhindern. So kräftig sie auch immer sein mögen, so bleiben sie doch immer nur Abwehrmittel und, wie gesagt, leblose und leicht zerstörbare Körper, passive Kräfte gegenüber lebendigen, die immer wieder angreifen, ohne je sich aufzureiben. Man muss übrigens den Kampf gegen die Wildbäche nicht in die Täler verlegen, sondern in die höher gelegenen Teile des Gebirges.

Jedes Verteidigungssystem, das nicht zuerst die Unterwashingtonen verhindert, wird notgedrungen unwirksam sein. « Indem die Natur, sagt Surret, die Bäume auf die Berge pflanzte, stellte sie das Heilmittel neben das Uebel; sie bekämpfte die lebendigen Kräfte des Wassers durch andere dem Reich des Lebens entnommene Kräfte. » Aber die Aufforstung allein vermag nicht die Beseitigung der reissenden Giessbäche zu gewährleisten: damit die Waldvegetation im Boden Wurzel fassen, leben und gedeihen kann, muss der Boden stabil sein. Daher die Notwendigkeit, vor jeder grossen Aufforstung an der Sammelstelle, von der die Wildbäche ausgehen, Korrekionsbauten, Wehre, Hürdenwerke, Drainagen u. s. w. auszuführen. Die Waldarbeiten folgen dann und vervollständigen die Anlagen. Der Wald breitet sich da wieder aus, von wo ihn der Egoismus der Menschen vertrieben hatte; mit seiner ewigen und gewaltigen Kraft führt er Ordnung und Leben in Gegenden zurück, die für immer der Zerstörung und dem Elend preisgegeben schienen. Die Wissenschaft des Ingenieurs muss sich also mit der Kunst des Forstmannes bei der Regulierung der Wildbäche verbinden. Auf diesem Grundsatz beruht die gegenwärtig ausgeübte Methode, welche durch eine lange Erprobung als brauchbar endgültig bestätigt ist.

Es geht nicht an, bei diesem flüchtigen und unvollkommenen Ueberblick näher auf die Beseitigung der Wildbäche durch Aufforstung einzugehen. Die Frage ist übrigens entschieden. Wir möchten jedoch diesen Gegenstand nicht berühren, ohne daran zu erinnern, dass das grosse Werk der Aufforstung, ein wirklich dem öffentlichen Wohle dienendes Werk, der franzö-

sischen Wissenschaft zu verdanken ist. Wenn wir seinen Schöpf-fern huldigen, können wir die Forstverwaltung nicht vergessen, die durch planmässige und sichere Förderung der Aufforstungsarbeiten und durch ihre wichtigen Erfolge endgültig das Verfahren festgelegt hat, das alle unsere Nachbarn uns nach-machen.

Es bleibt in ihren Beziehungen zu den Wäldern die Frage zu prüfen, welchen Einfluss die Austrocknung der Sümpfe, Moore, u. s. w., auf die Abflussverhältnisse und die Wassermenge der Flüsse ausübt.

Die Trockenlegung sumpfiger und mooriger Gegenden, sowie die Entwässerung zu feuchter Bodenflächen sind von höchster Wichtigkeit für die öffentliche Gesundheit und den Ackerbau. Daher hat man sich auch zu allen Zeiten bemüht, Sümpfe zu entwässern, die « fast unnütz nur von wenig Vorteil sind », wie das Vorwort zum Edikt von 1599 sagt, « welche viel Land wüst » und unbewohnt halten und die Nachbarn belästigen, teils » infolge ihrer schlechten Dämpfe und Ausdünstungen, teils » weil sie schwierig und gefährlich zu passieren sind. »

Aber wenn man die Frage vom Standpunkt des Wassertech-nikers betrachtet und wenn man sich die Interessen der Binnen-Schifffahrt vergegenwärtigt, so muss man anerkennen, dass das Austrocknen des Bodens ernste Uebelstände mit sich bringt.

Die Meinung ist geteilt über die Drainagen ; man sagt, indem sie den Boden auf 1 bis 1,50 m Tiefe lockern, erleichtern sie das Eindringen des Wassers, stellen sich dem Rieselnd entgegen und können nur zur Regulierung des Laufs der Flüsse beitragen. Man könnte vielleicht entgegnen, dass die Drainierungen das Abfliessen während des niedrigsten Wasserstandes einschrän-ken, und dass, wenn die grossen Herbstregen eintreten, diese Operationen die Wirkung haben, das Wasser auf dem schnell-sten Wege in die Täler zu stürzen. Das Beispiel, welches die offe-nen Abzugsgrüben im Walde geben, dürfte zeigen, dass die Drai-nagen die Folge haben, den Abfluss während des niedrigen Was-serstandes zu verringern, ihn während des hohen Wassertandes dagegen zu vermehren. Es muss hinzugefügt werden, dass die drainierten Terrains, welche in Bearbeitung genommen sind, zur Ernährung der Kulturpflanzen eine grosse Menge Wasser aufbrauchen. Die Luzerne z. B. braucht täglich 3 bis 7 mm Wasser ; das Getreide 2,67 bis 2,80 mm ; der Mais 2,80 bis 4 mm, die Wiese 3,14 bis 7,28 mm Wasser (1).

---

(1) EUG. RISLER et WERY, *Contributions à l'étude du Drainage et de l'Irrigation*, (*Annales de l'Institut Agronomique*, 2. Série, Bd 2.)

Die Austrocknung der Teiche, Sümpfe, Moore, Torfstiche, u. s. w., zeitigt fast immer schlechte Resultate vom Standpunkte der Flusswirtschaft.

Gewisse von der allgemeinen Zirkulation isolierte Wasseransammlungen, wie z. B. diejenigen, welche der rostfarbige Raseneisenstein-Zement in kieselhaltigem Boden bildet, berühren den allgemeinen Lauf der Gewässer nur wenig. Das Verschwinden dieser unnützen und schädlichen Gewässer bietet nur Vorteile. Aber dies ist eine Ausnahme; die stagnierenden Gewässer spielen tatsächlich eine sehr grosse Rolle als Regulatoren. Sie hemmen und bewahren, Dank den schwammigen Stoffen, aus denen sie zusammengesetzt sind, die starken Regen- und Schneeschmelzwässer; auch vermindern sie kräftig die Hochwassergefahr. In Zeiten der Dürre geben die Sümpfe den fliessenden Gewässern das Wasser, welches sie aufgespeichert haben, zurück. Dieser Abfluss trägt dazu bei, das Niveau bei Niedrigwasser zu heben. Daher ist auch die Meinung allgemein, dass die Austrocknung von Teichen, Sümpfen, Mooren und Torfstichen fast stets die Wirkung hat, die Hochwassergefahr zu verschärfen und den Abfluss bei niedrigem Wasserstande zu vermindern.

Sehen wir nun, ob die Wälder, indem sie die sumpfigen Gegenden austrocknen, dieselben Uebelstände hervorrufen:

Die Sümpfe, wie alle Wasseransammlungen, versorgen sich durch einmündende Flüsse oder Flösschen, durch Quellen oder innere Aussickerungen und durch atmosphärische Niederschläge. Sie leeren sich durch ober- und unterirdische Abflüsse, sowie durch Verdunstung. Man weiss, dass im Allgemeinen das Gesamtergebnis dieser Faktoren ein feststehendes ist, da, abgesehen von sommerlichen, bezw. winterlichen Schwankungen, die Oberfläche der Sümpfe sich nicht ändert.

Wenn man Kanäle oder Rinnen gräbt, oder wenn man in sumpfige Terrains Drainageleitungen legt, so fliesst das Wasser nach dem Gesetz des Gleichgewichts der Flüssigkeiten nach den Linien mit geringerem Druck ab. Die künstlichen Kanäle füllen sich, der Abfluss der Wasserläufe erhöht sich und die Austrocknung tritt ein. Wenn man die von stagnierenden Gewässern eingenommenen Bodenflächen anpflanzt, so wird auch hier das Gleichgewicht zwischen Einnahme, und Ausgabe an Wasser bald gestört, aber der Vorgang ist verwickelter. Die beide Faktoren, Regen und Verdunstung, können modifiziert werden. Es ist jedoch zu bemerken, dass die Wälder auf die Regenmenge nur dann merkbar einwirken, wenn sie eine Ausdehnung von we-

nigstens 2 bis 3.000 ha haben. Anpflanzungen, welche fähig sind, 100 ha Sumpf auszutrocknen, können wohl nur eine unmerkliche Wirkung auf den Regen haben.

Was die Verdunstung am Erdboden anbetrifft, so wissen wir, dass sie unter den Bäumen geringer ist. Man muss jedoch mit der von den Gipfeln gebildeten Decke rechnen, welche, besonders, wenn die Anpflanzung aus Nadelhölzern besteht, eine beachtenswerte Menge Regen zurückbehält. Die Weisstannen z. B. halten nach Ney 33 % der Regenmenge zurück, welche direkt wieder in die Atmosphäre zurückgehen. Das Resultat, welches sich aus Regen und Oberflächenverdunstung im Walde ergibt, ist nicht bekannt. Marié Davy hat berechnet, dass in Paris der nackte Boden im Mittel 0,51 %, also die Hälfte des auf seine Oberfläche gefallenen Wassers verdunsten lässt. Versuche, welche Louis Dufour in Lausanne gemacht hat, ergeben, dass der Unterschied zwischen der Menge des gefallenen Regens (1 m), und der Verdunstung geringer als die Hälfte des Regens ist. Nach den Feststellungen des schweizer Gelehrten stellt sich das Resultat der 3 Faktoren, Regen, Verdichtung und Verdunstung, auf der Oberfläche des Genfer Sees, als eine Wasserschicht von etwa 186,50 mm jährlich dar (1).

Für die Wälder stellt sich das Ergebnis sicherlich günstiger; aber der Wasserverbrauch wird durch das Ausdünsten der Bäume vergrössert. Die Tausende der durch die Wurzeln gebildeten Kanäle saugen das Wasser in einer grossen Tiefe auf, das Wachstum hebt es gewaltsam in die Zellen und Gewebe empor, die es dann in die Luft hinaus stossen, gerade so, wie es ein ungeheurer Verdunstungsapparat tun würde. Der Wasserverbrauch der Bäume ist, wie wir schon erwähnt haben, nicht genau bekannt, trotz der zahlreichen Untersuchungen der Gelehrten, die sich damit beschäftigt haben. Die Russen drücken ihn für das Jahr durch eine Wasserschicht von mehreren Metern Höhe aus. Von Hoenhel hat ihn auf eine Schicht von 0,40 m Dicke geschätzt. Diese Berechnung stimmt ungefähr mit den Feststellungen überein, welche auf der *Ecole nationale des Eaux et Forêts* gemacht wurden. Ney hat berechnet, dass ein Hectar Buchenwald dem Erdboden während des Wachstums 27.400.000 kg Wasser, d. h. 1/150 täglich entziehen müsse.

Für die Weisstanne würde sich der Verbrauch auf 21.100.000 kg oder 1/47 täglich belaufen. Wenn man auch nicht genau die Ausdünstungskraft der Bäume kennt, so weiss man doch, dass dieselbe bedeutend ist und man ist sich darüber einig,

---

(1) ANDRÉ DELEBECQUE, *Les Lacs français*, Seite 112.

dass das Austrocknen von Morästen durch Anpflanzungen denselben Grund hat.

Anpflanzungen bewirken nicht, was leicht verständlich ist, eine sofortige Austrocknung des Bodens; ihre Wirkungen schreiten nur allmählich in dem Masse fort, wie die Bäume grösser werden. Im Gebiete der « Landes » hat man beobachtet, dass Anpflanzungen von Schwarzkiefern durchschnittlich 10 Jahre gebraucht haben, um den Boden auszutrocknen. In Soulac waren die Sümpfe von *Vieille Eglise*, die im Jahre 1815 bepflanzt worden waren, ungefähr im Jahre 1825, also nach 9 Jahren trockengelegt. In La Teste versiegte das Wasser des Pilat schon in 4 Jahren während in Verdon die Wasser des Logis de Grave erst nach 22 Jahren verschwanden (1).

Nach Darlegung dieser Betrachtungen bleibt nur noch die Untersuchung der Frage übrig, ob Anpflanzungen dadurch, dass sie den Boden austrocknen, nicht dem Abflusse der Gewässer schaden.

Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnisse würde man dies nicht unbedingt bejahen können. Da feststeht, dass die grossen Waldungen in hohem Maasse als Regulatoren wirken, so darf man annehmen, dass sie nur günstig auf die Abflussverhältnisse und die Wassermenge der Flüsse einwirken.

Die filzartige Decke des Waldbodens hält eine Menge Wasser zurück; eine Rieselung kann somit nicht stattfinden. Ueberdies liegen die Sümpfe, Moräste, u. s. w. fast immer in Ebenen oder auf leicht gewellten Plateaux und das Wasser, welches nicht von dem Moos oder dem Erdboden aufgesaugt wird, würde niemals schnell in die Sammelstellen fliessen. Die Hochwassergefahr wird daher nicht durch das Vorhandensein der Wälder vermehrt, die an die Stelle von stagnierenden Gewässern treten.

Auch der Wasserführung der Flüsse scheint dadurch nicht Eintrag zu geschehen. Die Beschaffenheit des Waldbodens erleichtert das Eindringen, die Wurzeln fördern es selbst in festem Boden. Daher ist auch die Annahme berechtigt, dass die Versorgung der unterirdischen Wasserbehälter durch die Wälder ebenso sicher geschieht wie durch Wasseransammlungen. Ausserdem muss man der Wassermenge Rechnung tragen, welche der dicke Schwamm, der doch die Erdoberfläche ist, aufspeichern und der ihm in trockenen Zeiten leicht entzogen werden kann. Daher hält sich auch, wie wir gesehen haben, Regenwasser von 10 mm Höhe vollständig in dem Moose und in

---

(1) Dr LALESQUE, *Arcachou*, p. 28.

dem Waldhumus. Das macht auf 500 ha 50.000 cbm aus und diese würden genügen, um einen Bach mit 5 l in der Sekunde 4 Monate lang zu speisen. Und wenn es sich um grössere Wälder handelte, würde die Höhe des Regenwassers auf das Jahr noch grösser sein.

Wenn wir nun zusammenfassend zum Schluss auch vollständig anerkennen, dass ein endgültiges Urteil noch nicht möglich ist, so können wir doch ohne Zögern die gestellte Frage beantworten.

Die Vernichtung der Wälder, besonders der grossen Bergforsten, bewirkt eine Verschlechterung in den Abfluss-Verhältnissen der Flüsse und eine Verminderung ihrer Wassermenge.

Das Austrocknen des Bodens durch Anpflanzungen kann weder den Abflussverhältnissen der Flüsse noch der Wassermenge Eintrag tun.

Hierdurch wird wieder einmal die Wichtigkeit der Rolle erwiesen, welche die Wälder in dem Gleichgewicht der Naturkräfte spielen. Unter welchem Gesichtspunkt man ihn auch betrachtet, der Wald wird uns stets als der grosse Wohltäter erscheinen. Er bietet uns selbst durch die Verschiedenartigkeit seiner Wirkungen ein schönes Beispiel für das Ineinandergreifen des Lebens, wo alles auf die Einheit und harmonisches Zusammenwirken hingeleitet wird und nichts kann seine Tätigkeit besser kennzeichnen als das Wort Leibnizs: « *In varietate unitas.* »

A. LAFOSSE.





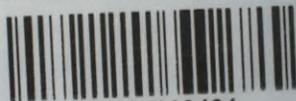


Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349876

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299491