

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS-MAILAND-1905

I. Abteilung : Seeschifffahrt
2. Frage

EINFLUSS

DER

Zerstörung der Wälder und der Trockenlegung der Sümpfe

AUF DEN LAUF UND DIE WASSERVERHÄLTNISSE DER FLÜSSE

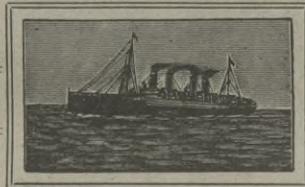
BERICHT

VON

M. LOKHTINE

Ingenieur

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)
18, Rue des Trois-Têtes, 18

1905



~~II 7276~~

II 349880

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299484

B74. B 262 / 207

EINFLUSS

DER

Vernichtung der Wälder und der Austrocknung der Sümpfe

AUF DAS VERHALTEN UND DIE WASSERMENGE DER FLÜSSE.

BERICHT

VON

V. LOKHTINE.

Unter den Besitzungen unseres Vaterlands gibt es Landstriche wo das Leben vom Wasser unzertrennlich ist. In diesen in Central Asien gelegenen Ländern schafft das Wasser auch ein Leben und zwar ein luxuriöses Leben, als wenn es sich von dem Todesschweigen der umgebenden Wüste entschädigen wollte. Dort ist jeder Wassertropfen ein kostbares Naturgeschenk, das « Lebenswasser » im Märchen, von dem ein Strahl genügt, um den sagenhaften Helden, der den Todeschlaf schlief, aufzuwecken. Dort ist die Menge des Lebens von der zur Verfügung stehenden Wassermenge abhängig; dort leitet man vorsichtig in Kanälen, die in gemeinzamer Arbeit geschaffen sind das Wasser von weither herbei und teilt sich darauf in das Nass nach einem Uebereinkommen, das man sich selbst dort geschaffen hat.

Bestehen bei uns nun ähnliche Verhältnisse? Wir haben genug Wasser, ja manchmal mehr als genug und man braucht es nicht nach Eimern zu messen. Wir überlassen unsere Quellen und unsere Flüsse ihrem natürlichen Schicksal und denken nicht daran, ihre Wassermenge zu vermehren; wir benutzen sie für bestimmte Zwecke und begnügen uns dabei mit der Wassermenge, welche die Natur spendet. Weshalb soll man sich sorgen, wenn heute and in der nächsten Zukunft alles gut geht?

Dennoch denken viele Leute, die sich eingehender mit dieser Frage beschäftigt haben, dass doch nicht alles so gut geht. Aus der Mitte der Wasserinteressenten, welche in allen Lebenskrei-

etke 3681/51

sen teils mehr teils weniger vertreten sind, tauchen bald hier, bald da Andeutungen über finstere Voraussagungen der unheilvollen Folgen auf, welche die Verschwendung der Wasserreichtümer durch den Menschen nach sich ziehen wird. Hier sind Bächlen verschwunden, dort ist an Stelle des kleinen, vollständig ausgetrockneten Flusses ein Hohlweg entstanden; dort wird dagegen der Strom jedes Jahr ungebärdiger und reisst wie ein entfesseltes Element auf seinem Wege Dämme, Häuser und ganze Dörfer mit sich. Hier beklagen sich übrigens die Schiffahrtskreise, dass der Wasserstand bei Niedrigwasser immer mehr abnehme, und dass sich die Dauer des Niedrigwassers beständig verlängere; dort wo die Hochwasser jede Ausnutzung verbieten, verwüsten sie zugleich die überschwemmten Täler. In solchen Fällen verwünscht man die Ursachen dieser verderblichen Naturerscheinungen, und verlangt Massnahmen, um dem Uebel Einhalt zu tun. Aber die Vorbeugungsmittel sind zweischneidig; sie schädigen stark die Interessen vieler Leute, die dann Einspruch erheben und nicht nur die Zweckmässigkeit der vorgeschlagenen Mittel, sondern auch die Tatsache der drohenden Naturerscheinungen in Abrede stellen. Hierüber erhebt sich dann ein ausgedehnter Meinungs-austausch und während die Gelehrten und anderen Leute darüber streiten, setzt die Natur unbeirrt und Schritt für Schritt ihr Werk fort. Die Frage der Erhaltung der Wasserreichtümer und die hierfür nötige Klärung der Meinungen über Schutzmassregeln, erstreckt sich auf ein weites Gebiet und reicht tief in die Vergangenheit hinein. Diese Frage ist zeitlich und räumlich ausgedehnt und kann nur dann vollkommen geklärt werden, wenn alle wechselnden klimatischen Verhältnisse, die Eigenschaften der Wasserläufe und der Flusstäler genau untersucht werden.

Die Natur kennt in ihren Schöpfungen weder Grenzen noch Nationalitätsunterschiede. Sie dehnt ihre Herrschaft über weite Gebiete aus und um in ihre Geheimnisse einzudringen, müssen sich zahlreiche Beobachter, über verschiedene Gebiete verteilt, verbinden.

Vor zehn Jahren tauchte der Gedanke auf, die Mitwirkung der internationalen Kongresse heranzuziehen, um gemeinschaftlich über die Frage der Wasserläufe zu beraten, welche der Gelehrtenwelt eine grosse Verantwortlichkeit auferlegt. Die von mir angeschnittene Frage schliesst alle Gesichtspunkte in sich ein, welche ihr die Berechtigung geben, die Aufmerksamkeit des internationalen Verbandes von Wasserbau-Ingenieuren zu beanspruchen. Sie ist von ganz besonderer Bedeutung, sowohl für

das allgemeine Interesse, als auch für das Staatsinteresse, benötigt aber die Unterstützung einer grösstmöglichen Menge von Fachleuten. Auf Veranlassung unseres bedeutenden Ingenieurs M. N. Ghersévanof habe ich mich deshalb entschlossen, diesen Vortrag zu halten, um die Aufmerksamkeit des Kongresses auf die aktuelle Bedeutung dieser Frage zu lenken. Ich erlaube mir noch zu bemerken, dass nach meiner Ansicht diese Erörterung nicht nur zu einem Beschluss dieser in der Angelegenheit besonders zuständigen Versammlung führen soll, sondern die beständige Aufmerksamkeit des Kongresses verdient. Nach meiner innersten Ueberzeugung muss bei der hohen Bedeutung der Frage, der Kongress die Angelegenheit zu der Seinen machen eine Untersuchung der Lage veranlassen und in seinen Händen alle Untersuchungen und Aufzeichnungen darüber vereinen, um sie einer internationalen Prüfung zu unterziehen. Einzig und allein der Kongress kann infolge seiner internationalen Eingenschaft sich würdig dieser Aufgabe unterziehen und nur er kann der Bevölkerung Europas diesen Dienst leisten.

Im Jahre 1873 veröffentlichte der österreichische Wasserbauingenieur Wex in der *Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten Vereines* einen Artikel über die Verminderung des Wassers in den Flüssen und Strömen. Zur Erläuterung dieser Frage bezieht sich der Verfasser auf Beobachtungen über die Veränderungen im Wasserstande im Rhein, an 4 Orten und einem Ort in der Elbe. Nach Einteilung der Beobachtungen in zwei gleiche Zeiträume wurden für jeden Zeitraum die mittlere Höhe bei Niedrig- und Hoch- und bei Mittelwasser berechnet. Daraus ergab sich, dass bei allen Beobachtungen, die mittleren Höhen der Wasserstände in den ersten Zeiträumen, grösser als in den zweiten waren. Hieraus und nach einigen anderen ähnlichen Beobachtungen zog der Verfasser den Schluss, dass in allen von ihm beobachteten Flüssen, wie auch in ihren Nebenflüssen und ihrem Quellengebiet die Wassermenge in den letzten 10 Jahren merklich abgenommen hat. Er schrieb diese Erscheinung dem Abholzen der Wälder zu und schlug eine Reihe von Massregeln vor, um diesem Unheil so viel, als möglich Einhalt zu tun.

Die Arbeit von Herrn Wex wurde allerseits mit lebhaftem Interesse aufgenommen und sowohl von einzelnen Spezialisten als auch von verschiedenen wissenschaftlichen Gesellschaften eingehend studiert; aber obgleich im allgemeinen die Mehrzahl derjenigen welche den Artikel lasen, an den Befürchtungen von

Wex teilnahmen, erhoben doch Verschiedene den Einwand, dass die Beweisführung des Verfassers nicht überzeugend genug sei. Einige legten die Ergebnisse seiner Untersuchungen sogar dahin aus, dass nicht das Wasser in den Flüssen abgenommen, sondern das Flussbett sich vertieft hätte. Herr Wex verlegte sich weiter auf die Studie dieser Frage, und veröffentlichte, nachdem er während 6 Jahren weiteres Material gesammelt hatte, im Jahre 1879 einen neuen Artikel in der österreichischen Ingenieur Zeitschrift.

Dieses Mal brachte er sehr ausführliche Angaben, von denen er mit Recht sagen konnte, dass er bei ihrem Erwerb weder Kosten noch Mühe gescheut hatte.

Bei 160 verschiedenen Angaben, über die mittleren Höhen der Wasserstände in der ersten und zweiten Beobachtungsperiode, war das Ergebnis in 149 Fällen eine Abnahme der Wasserstände in der zweiten Periode und nur in 11 Fällen eine Zunahme. Wex erklärt sich letzteres durch einen bedeutenden Wasserandrang oder durch eine Verengung oder örtliche Versandung des Flussbettes.

Nach den Folgerungen von Wex findet eine Verringerung des Wasserstandes sowohl bei niedrigen wie bei mittlerem und bei hohem Wasser statt und zwar an den verschiedenen Beobachtungsstellen eines Flusses in verschiedenem Masse ; diese Verminderung des Wasserstandes ist in letzter Zeit immer bedeutender geworden, was Wex dem zunehmenden Abholzen der Wälder zuschreibt. Er stellt ferner fest, dass die Verminderung der Wassermengen nach der Mündung des Flusses zu bedeutender ist, als in der Nähe der Quellen, was nach Meinung des Verfassers daher kommt, dass die Ausbreitung des Flussgebietes einer Vermehrung der Niederschläge entspricht und diese sind in der letzten Zeit gering gewesen.

Die Arbeit von Wex interessirte die Gelehrtenwelt lebhaft. Fachleute, wissenschaftliche Gesellschaften und Akademien unterzogen sie einer eingehenden Prüfung, fanden in der Mehrzahl die Befürchtungen in Bezug auf die Verminderung der Fluss- und Stromwassermengen berechtigt und erkannten, dass es nötig wäre, eingehende Schutzmassregeln zu treffen. Einzelne Einwendungen wurden auch dagegen erhoben, doch wol wir, da sie heute veraltet erscheinen, sie nur kurz betrachten. So haben Grebenau und einige andere geltend gemacht, dass die Verminderung in den mittleren Wasserständen während der zweiten Beobachtungsperiode nicht durch eine Verminderung der Wassermengen, sondern durch eine Vertiefung des Fluss-

bettes durch die Kraft des Stromes oder infolge von Regulierungsarbeiten erklärt werden muss. Hierauf erwiedert Wex, dass erstens an den meisten von ihm gewählten Beobachtungsstellen zur Zeit keine Arbeiten vorgenommen wurden, und dass ausserdem die Beobachtungen auch dort eine Abnahme des Wassers zeigten, wo das Flussbett felsig war und keine Rede davon sein konnte, dass der Strom Erde mitreissen und so zur Vertiefung des Flussbettes beitragen konnte. Wex bemerkte weiter, dass wenn das Sinken des Wasserspiegels vom Verbreitern oder Vertiefen des Flussbettes kommen sollte, dieser Einfluss sich auf eine ganz andere Weise bei den hohen und niedrigen Wasserstände bemerkbar machen würde, als sich bei den vergleichenden Beobachtungen gezeigt hat.

Ein anderer von Herrn Zasse und anderen Wassertechnikern gemachter Einwand behauptete, dass man aus den mittleren Wasserständen eines Stromes nicht folgern könnte, ob die Menge des Wassers sich verändert hätte, weil bei der Reihe der Niveauschwankungen verschiedene Auslegungen möglich sein, nach denen der mittlere Wasserstand der gleiche wäre, während die Wassermenge ganz anders sei. Gang gleich, ob man nun vom streng wissenschaftlichen Standpunkt den Einwand, dass es nicht möglich sei, von dem Niveau auf die Wassermenge zu schliessen, als berechtigt ansieht, muss man doch zugeben, dass die Tatsache des beständigen Abnehmens des mittleren Wasserstandes des Stromes bestehen bleibt; da dies nun an vielen Stellen auch nicht durch eine Vertiefung des Flussbettes erklärt werden kann, so ändert der Einwand von Zasse in Wirklichkeit nichts an der Sache.

Herr Hagen hat die Schlussfolgerungen von Wex in einer Eingabe an die Akademie der Wissenschaften in Berlin kritisch erörtert. Nach seiner Ansicht liegt kein Grund dafür vor, aus den zur Verfügung stehenden Beobachtungen auf die Verminderung der Wassermengen in den Strömen zu schliessen. So zeigt ein Vergleich der während eines Zeitraumes von 33 bis 64 Jahren an den Wasserständen, des Rheins, der Mosel, der Weser, der Weichsel, des Njemens und des Pregels gemachten Beobachtungen, dass die mittleren Wasserhöhen annähernd unverändert geblieben sind. Denn die kleinen mal mehr mal weniger beobachteten Veränderungen, übersteigen nicht die Grenze der möglichen Irrtümer.

Fest steht, dass der Wasserstand bei Hochwasser in den vorerwähnten Flüssen, mit Ausnahme des Pregels und eines Teils der Weichsel, und bei Niedrigwasser mit Ausschluss der

Weser, in welcher man als Sommerdurchschnitt eine Zunahme verzeichnet, abgenommen hat. Nach allem kommt Hagen zu dem Schluss, dass in letzterer Zeit infolge der Abholzung der Wälder und Entwicklung kulturfähigen Landes sich sehr heftige Schwankungen in den Wasserständen geltend machen müssen. Die Beobachtungen an der Weser berechtigen besonders zu dieser Folgerung. Manche Lente sind der Meinung, dass das Klima sich nicht ändert, dass die Regenmenge sich nicht vermindert, und dass man keinen Grund hat, die Abnahme des Wassers in unseren Landstrichen zu fürchten. Ich will hier nicht im Einzelnen auf die Gesichtspunkte eingehen, die zu diesen Ueberlegungen führten, da sie infolge neuerer Beobachtungen und Angaben kaum noch Interesse für uns haben; ich gehe über dieses Thema hinweg, indem ich nur noch feststelle, dass bei der Erörterung dieser Angelegenheit, alle Leute sich mit dem Vergleich der Schwankungen in den Wasserständen beschäftigten, dabei aber die Abholzung der Wälder als Tatsache anerkannten. Deshalb ist es hier von der grössten Wichtigkeit besonders zu betonen, dass der Waldbestand tatsächlich bedeutend abgenommen hat, und dass dieser Umstand mit der in Frage stehenden Verminderung der Wassermengen zusammenfällt. Bevor diese Tatsache nicht festgestellt ist, bleibt die Rolle, welche die Wälder spielen, ungewiss. In der Ungewissheit hierüber ist zweifollos der Grund für zahlreiche Meinungsverschiedenheiten zu suchen. Wenn zum Beispiel dieser oder jener Strom eine Ausnahme in Bezug auf die Wasserstandsschwankungen macht, so kann dies seinen Grund darin haben, dass die Wälder auf den Ufern unversehrt geblieben sind, oder gar sich vergrössert haben. In diesem Falle darf die Ausnahme nicht als Gegenbeweis gegen die vorigen Ausführungen angesehen werden, sondern bestätigt im Gegenteil durch ihre, diesmal günstigen Erfolge die Theorie.

Wie dem nun auch sei, es verminderte sich bald das Interesse an der von Wex angeschnittenen Frage über die Wassermenge der Flüsse, nachdem die Angelegenheit unter den Wasserfachleuten einiges Aufsehen bemacht hätte. Vom wasserbautechnischen Standpunkte ist diese Frage beinahe dort stehen geblieben, wohin die Versuche von Wex, Hagen, Zasse und anderen sie geführt hatte. Dagegen hat sie die Aufmerksamkeit des Publikums und der Wissenschaft im allgemeinen auf sich gelenkt, und die Verlassung zur Untersuchung der Wasserläufe vom physikalischen Standpunkt, der klimatischen Ver-

hältnisse, des Einflusses der Wälder auf die Speisung der Ströme, des Einflusses der Sümpfe, der Bodeneigenschaften u. s. w. gegeben. Hierüber wurde eine reichhaltige Litteratur herausgegeben, die in sprechendem Gegensatz zu der Untätigkeit und zu dem Schweigen steht, in das sich die Wasserbautechniker nach dem Aufruf von Wex gehüllt haben. Die Erörterung spielte sozusagen gänzlich aus dem Wasserbautechnischen Gebiet in das Gebiet der Forstwissenschaften und Agrikulturtechnik hinüber. Veranlassung hierzu gab der, wenn ich mich nicht irre, zum ersten Male von dem verstorbenen Professor Volny ausgesprochene Gedanke, dass die Elemente welche auf das Verhalten der Flüsse Einfluss haben, so vielseitig und mannigfaltig sind, als dass man die Veränderung in den Wasserständen der Flüsse nur der Einwirkung der Vegetationsänderungen zuschreiben dürfte. Zwischen dem Einfluss der Wälder einerseits und der Wassermenge in den Flüssen besteht keine unmittelbare Beziehung; deshalb muss man die Waldungen und die Vegetation im allgemeinen vom physikalischen Standpunkte aus untersuchen; die hieraus gewonnenen Ergebnisse als Grundlagen benutzend, kann man dann ihren Einfluss auf des Verhalten der Flüsse beurteilen. Gerade nach dieser Richtung hin haben sich in letzter Zeit auch die Untersuchungen der Forstkulturtechniker ausgedehnt. Bevor ich mich mit der Beurteilung dieser Untersuchungen befasse, muss ich bemerken, dass gerade das Gegenteil der Theorie viel wahrscheinlicher ist, denn gerade weil die Flüsse ein so weites und vielseitiges Gebiet berühren, das vielseitigen Einflüssen unterworfen ist, kann die Frage ihrer Wassermenge nur dann genau gelöst werden, wenn diese Menge unmittelbar gemessen wird. Und das dem so ist, zeigt klar die Tatsache, dass trotz der Vielseitigkeit aller durch die Forsttechniker gesammelten Beobachtungen, diese aktuelle Frage dennoch offen bleibt, und dass, wenn ich mich so ausdrücken darf, der Fluss in dieser Beziehung das letzte Wort hat.

Ohne in die Einzelheiten der Eigenschaften der Wälder einzugehen und wenn man sich nur auf eine allgemeine Charakteristik des Einflusses der Waldungen beschränkt, kann man im allgemeinen sagen, dass der Wald durch sein Laub die Sonnenstrahlen hindert, bis zum Boden zu dringen, der mit welken Blättern, oder mit niedriger Vegetation bedeckt ist; das vom Wald bedeckte Land wird durch ihn vor dem Winde geschützt und durch die Vegetation wird dem Boden die Nässe entzogen und in der Atmosphäre verdampft. Zusammen ge-

nommen haben alle diese Vorgänge eine mässige und gleichmässige Wirkung. Der Regen wird in seinem Fall für einen Augenblick durch die Blätter aufgehalten und erreicht den Boden allmählig aber nicht plötzlich; die auf die Erde fallenden Tropfen werden durch das Pflanzenpolster aufgesogen und darinnen längere Zeit aufbewahrt; die Luft im Innern des Waldes ist viel feuchter, als ausserhalb, die Temperatur darin bei warmer, äusserer Witterung niedriger, bei Frost höher. Die atmosphärischen Niederschläge sickern im Walde viel langsamer durch, sodass ihnen viel mehr Zeit bleibt, den Erdboden zu durchmässen, der seinerseits dann viel mehr Flüssigkeit enthält, als unbewaldete Landstriche. Die Wirkung der Wälder ist besonders bemerkbar und günstig in Gebirgsgegenden, wo ohne sie die Wasserfälle das Wasser viel reissender abführen würden. Aus diesen Eigenschaften der Wälder hat man sich ihre regelnde Wirkung auf die von den Flüssen mitgeführten Wassermengen derart zu erklären, dass die Wälder das Wasser aufspeichern und es allmählig an die Flüsse abgeben; bei Wassermangel werden Flüsse von den Wäldern aus gespeist, sodass der Wasserstand nicht allzu tief sinken kann, während die Wälder zugleich einen Schutz gegen zu hohen Wasserstand gewähren.

Von diesen Gesichtspunkten aus wurde der Einfluss der Wälder auf die Flüsse betrachtet. Die Erörterungen darüber beschränkten sich darauf, festzustellen, ob die Wälder einen Einfluss auf das Klima haben und ob, oder ob nicht, sie die atmosphärischen Niederschläge vermehren. Ausser den Zweifeln, welche diese Frage auftauchen liess, hatte man garnichts gegen die vortägige Wirkung der Wälder einzuwenden, und überliess der öffentlichen Meinung die weitere Kärung dieser Angelegenheit.

Bei Forschungen über die physikalischen Eigenschaften der Wälder, kam man nun bei uns in Russland auf einen Punkt, der die Interessenten vollständig verwirrte, und der einen Missston in die Uebereinstimmung der Meinungen über den Einfluss der Wälder auf den Wassergehalt der Flüsse brachte, von der wir oben sprachen.

Im Jahre 1895 bemerkte mein Landsmann, Herr Ototsky, der sich auf Veranlassung der Société Economique Libre mit der Untersuchung der Waldbestände in der Gegend der mittelrussischen Steppen beschäftigte, dass das Niveau der unterirdischen Wasserläufe in den Forsten, überall dort, wo er es untersucht hatte, viel niedriger, als in der benachbarten, von

Bäumen entblösten Steppe und selbst in den, sich vielfach inmitten der Wälder vorfindenden Lichtungen war. Man wusste nun zwar bereits, dass der Wald die Eigenschaft hat, Wasser aus dem Boden aufzusaugen, und dieses Mittels hatte man sich schon beim Trockenlegen von Sümpfen bedient, trotzdem konnte eine so plötzliche Entdeckung nicht verfehlen, Anlass zu weiteren Untersuchungen in dieser Richtung zu geben. Ototsky unternahm seinerseits im Jahre 1897, um die Tatsache festzustellen, neue Untersuchungen unter anderen Bedingungen, so in der Umgebung von St. Petersbourg, im Walde von Apanages, die seine früheren Beobachtungen bestätigten: An allen beobachteten Orten befand sich das Niveau der unterirdischen Wasserläufe viel tiefer, als auf den benachbarten Feldern, wenn auch infolge des feuchten Klimas in der Umgegend von Petersburg die Unterschiede nicht so bedeutend waren, wie im Süden.

Dieselbe Erscheinung wurde von Professor Marosof, der den Wald von Khriénof im Gouvernement Woronesch untersuchte, festgestellt. Systematisch vorgehend, bestimmte er die Bodenfeuchtigkeit in verschiedenen Tiefen, in neuem und altem Forst, in Buschholz und auf den benachbarten Feldern und fand, dass im Sommer der Waldboden nicht feuchter, als der Feldboden bis ungefähr 25 cm, drüber aber viel trockener ist. Eine ähnliche Beziehung zwischen Wald und Feldboden inbezug auf die Feuchtigkeit dauert während der Vegetationsperiode vom Juni bis Ende Herbst an; der Feldboden besitzt während dieser Zeit etwa 12 % mehr Feuchtigkeit und nur im Frühling ist der Waldboden in allen Tiefen um durchschnittlich 8 % feuchter, als der Boden der unbedeckten Landstriche. Im Frühjahr, nach dem Schneeschmelzen, durchtränkt das durch den Wald zurückgehaltene Wasser den Boden und macht ihn feuchter als den freiliegenden Boden, wo das Wasser viel schneller verläuft. Später zur Zeit der Vegetationsperiode beginnt die kräftige Wirkung der Verdampfung der Feuchtigkeit durch die Pflanzen, welche den Boden bis zu ihrem Wurzelbereich aussaugen, sodass er ähnlich, wie auf den benachbarten Feldern immer trockener wird. Der Unterschied, zwischen den beiden Vergleichsgebieten wird bis zum Herbst, d. h. gegen Ende September, immer bedeutender, wo er sein Maximum erreicht, um im Oktober wieder geringer zu werden.

Ueberrascht durch die von Ototsky bei seinen Untersuchungen über die Bodenfeuchtigkeit gefundenen Ergebnisse, beschloss Herr Henry, Professor an der Forstschule in Nancy sie

zu prüfen, indem er seinerseits Beobachtungen in Frankreich, im Staatsforst von Meudon bei Lunéville anstellte.

Zu diesem Behufe liess er vier Paar Bohrlöcher niederführen; jedes Paar bestand aus einem im Walde und einem ausserhalb des Waldes an einem benachbarten freien Ort gebohrtem Loch. Vom 4. Mai 1900 bis zum 24. August 1902 nahm er nun eine Reihe von Niveaumessungen vor, wobei sich herausstellte, dass zu dieser Jahreszeit das Niveau der unterirdischen Wasserläufe im Walde um mindestens 3 cm niedriger ist, als ausserhalb. Dieser Unterschied ist viel geringer, als im russischen Steppengebiet, was Henry aber ganz natürlich findet, da je feuchter das Klima in einer bestimmten Oertlichkeit ist, desto mehr Regen fällt, und desto grösser ist die Wassermenge, deren der Wald zu seiner Ernährung bedarf; desto weniger macht sich aber die aufsaugende Wirkung des Waldes bemerkbar, die sogar gänzlich aufhören kann, wenn die Wasserzufuhr genügend ist.

Ich will weiter keine Beispiele über andere in Russland über den Grad der Bodenfeuchtigkeit in Wäldern gemachten Untersuchungen auführen, da sie alle annähernd ähnliche Resultate ergeben.

Als allgemeine Folgerung aus allen diesen Beobachtungen, scheint hervorzugehen, dass der Wald, der in die Atmosphäre eine bedeutende Menge Wasser verdampft, die er dem Boden durch seine Wurzeln entzieht, den von ihm bestandenen Landstrich austrocknet und das Niveau der unterirdischen Wasserläufe vermindert. Diese Folgerung bildet einen Gegensatz zu den früheren Ansichten, da hiernach der Wald nicht nur die zur Speisung der Bäche und Ströme nötige Feuchtigkeit nicht vermehrt, sondern, dass er die Feuchtigkeit gerade in grossen Mengen vertilgt, indem er sie aus den unterirdischen Wasserläufen aufsaugt; deshalb ist er zur Speisung der Flüsse und Bäche nicht nur nicht nützlich, sondern direkt schädlich. Zu diesem Schluss ist z. B. der vorerwähnte Herr Professor Volny gekommen und in derselben Richtung hat sich der verehrte forstwissenschaftliche Spezialist Herr Ebermayer erklärt, auf dessen Meinung man sich bis vor Kurzen noch stützte, um die Nützlichkeit der Wälder auf die Speisung der Flüsse darzulegen und der tatsächlich seine Meinung so geändert hat, dass er selbst zugibt, dass er wenigstens in bezug auf das flache Land Unrecht gehabt hat: « Die Wälder vermehren nicht das Wasser der Quellen, » so sagt er » sondern vermindern es ».

Dieses ist der Punkt, auf dem die Forstfachleute angelangt

sind ; sie stützen sich hierbei auf ihre Beobachtungen, woraus sie die Behauptung ableiten, dass die Wälder für die Flüsse schädlich sind ; darum müsste man sie in dem südlichen, wasserarmen Steppengebiet ausrodern, da sie dort nur den Boden austrocknen, und sie nur im Norden zum Austrocknen der Sümpfe noch bestehen lassen.

Jedem gewöhnlichen Menschen, der sich seine Anschauung direkt nach der Natur bildet und nicht aus den Beobachtungen von Fachgelehrten, scheint eine solche Schlussfolgerung widersinnig und ganz unerwartet. Wenn er sich dann auf seine eigene Erfahrung besinnt und auf alles das, was man im gewöhnlichen Leben über die Verminderung des Wassergehaltes von Bächen und Strömen denkt und erfährt, wird er mit seiner Meinung unbedingt im Widerspruch zu den Schlussfolgerungen der Forsttechniker stehen ; dann wird er denken, dass die Angelegenheit nicht ganz klar ist, und dass noch irgend ein Missverständnis oder Irrtum vorliegt.

Es gibt wirklich eine Menge allgemein bekannter und allgemein verständlicher Erklärungen über das Austrocknen oder das Verschwinden von Bächen nach dem Abholzen einer Waldung. In der Litteratur findet man beständig Beispiele für diese Fälle und es wäre leicht, sie zu sammeln. So führt man als Beispiel die Quellen in der Umgebung Roms an, welche der Stadt das durch die berühmten Aquädukte zugeführte Wasser liefern ; man klagt über die Verminderung des Wassers der Quellen in der Umgegend von Constantinopel, Wien und vieler anderer Orte ; wo sich bis heute Reste von Aquädukten erhalten haben, durch de jetzt, nachdem man die Waldungen auf den benachbarten Bergen ausgerodet hat, kein Tropfen Wasser mehr fließt. In der Umgegend von Orléans hatten die Römer aus der Quelle Etuves das Wasser der Stadt zugeleitet ; heute ist keine Spur jener Quelle mehr vorhanden. Die übrigen Bäche in der Umgegend der Stadt sind gleichfalls versiegt und heute leitet man das Trinkwasser von der Loiret her.

Becquerel berichtet, dass man in der Gemeinde Labrugnière, die Abhänge des Montagne Noire abholzte, dessen Fuss der Bach Caunan bespülte, der einige Walkmühlen trieb. Nach der Abholzung richteten die plötzlich angewachsenen Fluten des Baches unermessliche Verheerungen im Tal an, während später im Sommer der Bach derart austrocknete, dass die Mühlen still stehen mussten. Man legte nun wieder Anpflanzungen auf dem Berge an, worauf der Bach wieder Wasser bekam,

die Mühlen wieder in Gang gesetzt werden konnten, und die Frühlingsfluten bedeutend unschädlicher wurden. Im Département der Yonne arbeiten infolge der Austrocknung der Bäche viele Wassermühlen nur im Winter. Im Canton Châtillon-sur-Loing, besteht an Stelle eines Flusses nur noch eine Höhlung, die sich nur im Winter füllt. Als im Jahre 1882 die Oelbäume in der Provence erfroren waren, schlug man sie ab, worauf die Bäche versiegten. In gewissen Gegenden von Hérault, sind viele kleine Flüsse schon beständig ausgetrocknet. Hier waren ehemals die Abhänge der das Tal von Dourbir umgebenden Berge mit Wald bedeckt und die Mühlen arbeiteten mit vielen Mühlsteinen. Mit dem Verschwinden der Wälder hat nun auch die Zahl der Mühlen abgenommen, und die übrig gebliebenen arbeiten nur noch mit je einem Paar Mühlsteinen. Ausserdem zeigen Spuren von alten Mühlen in den Flussbetten, dass ehemals die Ueberschwemmungen viel geringer als heute waren.

In Deutschland kündigen Burkhardt, Colberg und viele andere das Verschwinden der Wälder an. Beim Kongress der deutschen Forstfachleute in Eisenach führte der Vorsitzende, Herr Dr. Grebe, ein bekannter Fachmann, viele Beispiele für die Verminderung oder das völlige Versiegen von Wasserläufen infolge von Abholzungen von Wäldern in Deutschland an. Zugleich gab er Gegenbeispiele, wo die Quellen wieder nach dem Aufforsten erschienen waren. In Heibronn in Württemberg waren die die Stadt umgebenden Bergschluchten mit Wald bedeckt, den man in einzelnen gleichen, über einen Zeitraum vor 20 Jahren verteilten Abschnitten abholzte. An den abgeholzten Stellen verminderte sich das Wasser in manchen Quellen und blieb in einigen ganz fort; aber gleichzeitig mit dem Wiederanwachsen der Vegetation vermehrte sich das Wasser in den Quellen in gleichem Masse, bis die Bäche schliesslich wieder soviel Wasser führten, als vor dem Abholzen.

In Bezug auf die Schweiz führt Marchal eine ganze Reihe ähnlicher Beispiele an. So verlor die Quelle bei Varieux nach Abforstungen ungefähr die Hälfte des Wassers, und kam wieder auf den normalen Zustand zurück, sobald der Wald wieder angeforstet war. Ein noch interessanteres Beispiel bietet der Wolfsbrunnen im Saubey-Tal, Kanton Bern. Vor 100 Jahren gab es diesen Bach nicht und statt dessen zeigte sich nur zeitweise nach grossen Regenfällen dort Wasser. Aber sobald der dortige Grundbesitzer Tannen anpflanzte und diese heran-

wuchsen, bildete sich eine beständige, wasserreiche Quelle, selbst während Trockenheit. Vor 50 Jahren wurden nun die Bäume niedergeschlagen und das Grundstücke als Weideland benutzt. Seit dieser Zeit ist die Quelle verschwunden und Wasser zeigt sich nur zeitweise wie früher. Nach den von Lautenburg in der Schweiz gemachten Beobachtungen haben die auf bewaldetem Gebiet befindlichen Quellen 5 bis 10 mal so viel Wasser, wie die Quellen auf gleich grossem Gebiet in unbewaldeten Gegenden.

Im Februar letzten Jahres sind von Schriener und Copeland sehr interessante Berichte über ihre Beobachtungen im Distrikt Monroe, Staat Wisconsin veröffentlicht worden. Dieser Landstrich befindet sich an der Grenze von Urwald und Prärie und da seine Bewohner sich mit Viehzucht und Käsebereitung, die viel einbringen beschäftigen, schickten sie sich an, den Wald abzuholzen, um ihr Weideland zu vergrössern. Nach der von den obengenannten Forschern entworfenen Karte gab es früher in den 4 von ihnen untersuchten Gemeinden 83 % Wald ; vor 70 Jahren holzte man davon ungefähr 20 % und nach weiteren 15 bis 20 Jahren nochmals 35 % ab, und heute sind schliesslich nur noch 6 % übrig geblieben. Trotzdem bestanden bis zum Jahre 1887 die Flüsse weiter, wenn auch ihr Wasserstand sank; aber von diesem Zeitpunkte an machten sich die Folgen der Abholzungen besonders geltend. Mehr als 40 km Flussläufe sind vollkommen trocken und zwar nicht nur im Sommer, sondern während des ganzen Jahres, und dort wo überhaupt noch Wasser vorhanden ist, hat dieses bedeutend abgenommen. Viele Wassermühlen haben gänzlich aufgehört zu bestehen ; andere sind in Dampfmaschinen umgewandelt. Im Allgemeinen sind Schriener und Copeland zu der Schlussfolgerung gekommen, dass bis zu einem gewissen Grade das Abholzen der Wälder keine merkliche Wirkung auf die Wasserläufe ansübt, aber sobald diese Grenze überschritten wird, machen sich die verderblichen Folgen dieses Schrittes erstaunlich bemerkbar.

Die Fälle, wo Wassermühlen ihren Betrieb einstellen mussten, sind besonders häufig und plötzlich in Russland, wo ihre Anwendung sehr verbreitet ist. Da ich selbst auf meiner Besetzung eine Wassermühle habe und mich für diese Industrie interessiere, habe ich Beobachtungen über die umliegenden Landstriche im Gouvernement Kasan, seit jeher berühmt durch seine Eichen- und Lindenwälder, gesammelt. Ich habe hier im Gebiet des Voiyage-Flusses bis zu 70 alte Mühlen gezählt, die

früher in Betrieb waren, von denen aber heute nur noch die Hälfte übrig sind und diese arbeiten nur noch mit halb so viel Steinen und im Sommer aus Wassermangel überhaupt nicht. Im Frühjahr werden diese kleinen Flösschen, reissende Ströme und durchbrechen die Deiche mit solcher Gewalt, dass viele Müller es überhaupt aufgeben, gegen das entfesselte Element, das ihnen doch nur Schaden bringt, anzukämpfen. Sie verlassen gänzlich ihre Mühlen, deren Ruinen nun dastehen und als Antwort auf die Frage des Einflusses der Waldvernichtung auf die Flüsse dienen können.

Dieselbe Antwort geben in der nämlichen Gegend und im allgemeinen in ganz Mittelrussland die Ruinen der alten Herrensitze mit ihren Weihern und den ihre Parks umgebenden Flüssen, die von eigenartig geformten Brücken überspannt werden. Heute sieht man hier nur noch die blosse Erde, durchfurcht von Wurzeln ohne einen Tropfen Wasser, und hier und da noch einige Bäume, die als Zeugen der Vergangenheit übrig geblieben zu sein scheinen. Im Jahre 1894 veranstaltete das Ministerium der Landwirtschaft und Staatsländereien in Russland mit Unterstützung des Verkehrsministeriums unter der Leitung des Vicepräsidenten der Geographischen Gesellschaft dem Doktor der physikalischen Geographie, Herrn General-Lieutenant Tillo, eine Expedition, um die Ursachen der Verminderung der Wasserläufe im europäischen Russland zu untersuchen. Bekannte russische Fachleute, der Geologie, Wassertechnik und Forsttechnik nahmen an den Arbeiten dieser Expedition teil und in den zahlreich hierüber veröffentlichten Berichten findet man viele kostbare Angaben über die hydrologischen Verhältnisse. So berichtet z. B. Herr Toursky, Professor der Forstwissenschaften, dass im oberen Dniepr-Gebiet « alle Bäche und kleinen Flüsse mit wenigen Ausnahmen ihre Quellen in Wäldern haben, und dass die unbewaldeten mit Wiesen bedeckten Gebiete im Verhältnis nicht so viel Bäche haben. Da die Bäche hier aus Quellen entstehen, macht sich hier der Einfluss der Waldungen auf die Beständigkeit der Wassermenge in den Wasserläufen des niedrigeren Gebietes sehr stark geltend ». Ausserdem berichtet Toursky, dass jede Vertiefung in den Forsten so nass und mit Wasser gefüllt ist, dass es schwer ist durchzukommen, während in den kahlen Gegenden die Mehrzahl der Höhlungen trocken ist.

Nach den von dem verstorbenen Professor Zbrojek, der auch an der Expedition teilnahm, getroffenen Massregeln ist der Koeffizient der Wasserzunahme (d. h. die Menge des von einem

Wasserlauf pro Gebietseinheit empfangenen Wassers) bei den Nebenflüssen des Dniepr, die aus bewaldeten Gebiet kommen bedeutend höher, als bei den aus kahlen Gegenden kommenden. Es beträgt dieser Koeffizient für den bewaldeten Teil des oberen Dniepr-Gebietes 0,34, für den Molenka-Fluss, dessen Umgebung weniger Wald aufweist 0,28, für den Nemochtchnaia-Fluss der etwas mehr Wälder hat 0,31 und für den Liodovitch-Fluss, dessen Ufer unbewaldet sind, 0,13.

Herr Heintz, der auch an der Expedition teilnahm, und auf dessen beachtenswerte Arbeiten wir weiter unten zurückkommen, macht ähnliche Angaben in Bezug auf das obere Flussbecken der Oka: « Ein grosser Koeffizient der Wasserzunahme », so sagt er, « ist in den Becken festgestellt; hier hat, trotz verhältnismässig geringer Niederschläge eine bedeutende Wasserzunahme in dem Fluss pro Quadrat Werst stattgefunden ». Zum Beispiel sind in dem Flussbecken der Libotije nur 404 m/m Regen gefallen, die Wassermenge betrug 18,4 Tausend Cubic Saschen, und der Koeffizient, d. h. die Wassermenge pro Quadrat Werst war 0,39. Im Trosna-Becken sind 460 m/m Regengefallen und die Wassermenge betrug 13,8 Tausend Cubic Saschen, was pro Werst einen Koeffizient von 0,29 ergibt. Wenn man die Karte des Oka-Gebietes betrachtet, sieht man, dass die Litobije durch einen Landstrich fliesst, wo zum Teil die Wälder, diese Behälter der atmosphärischen Feuchtigkeit, welche ihre zu schnelle Verdampfung verhindern, stehen geblieben sind. Dagegen fliesst die Trosna durch ein ganz waldloses Gebiet.

In unserem Lande gibt es eine Reihe geschichtlicher Ueberlieferungen, aus denen man schliessen kann, bis zu welchem Grade die grossen und kleinen Flüsse ihr Wasser verloren haben.

Wenn man nun anhand der geschichtlichen Aufzeichnungen und Karten die alten Verbindungen auf Wasserwegen studiert, wundert man sich unwillkürlich, dass viele kleine Flüsse die früher ihren Lauf dorthin nahmen, teilweise überhaupt nicht mehr vorhanden sind, teilweise unbedeutende Bäche geworden sind. Man findet an Stellen, die heute vollkommen trocken sind, und wo nach der Ueberlieferung früher schiffbare Wasserläufe waren, Ueberreste von alten Schiffen samt Zubehör. Alle diese historischen Ueberlieferungen und umfassenden Aufzeichnungen zwingen uns über die grossen Veränderungen, die sich in den Wasserreichtümern unseres Landes

bemerkbar gemacht haben, nachzudenken. Ich glaube, dass man dasselbe bei anderen Landstrichen tun kann.

Wir wollen uns nun nicht länger bei diesen Beispielen, welche die Verminderung des Wassers in den Flüssen bezeugen, aufhalten. Zahlreiche Beobachtungen, Angaben und Erfahrungen aus dem täglichen Leben, der Kultur, der Industrie, der Geschichte u. s. w. beweisen übereinstimmend, dass die Bäche und Quellen austrocknen, und dass diese Erscheinung mit der Ausrodung der Wälder zusammenhängt, denn bei den gegebenen Beispielen lässt sich keine andere Erklärung finden.

Hier liegt also der Widerspruch, zu dem uns die Kenntnis der wirklichen Verhältnisse führt. Einerseits, die allgemeine, überall bestätigte Ueberzeugung, dass die Wälder die Bäche und kleinen Flüsse speisen, dass es gefährlich ist, sie auszuroden und dass dies nicht erlaubt werden darf, — andererseits die Beobachtungen der Fortskulturfachleuten aus denen gefolgert wird, dass die Wälder nicht nützlich, sondern schädlich zur Speisung der Flüsse sind, dass sie den Boden austrocknen, das Niveau der unterirdischen Wasserläufe herabdrücken und dass es, wenn man sie abschläge, viel mehr Quellen geben würde.

Hier stehen sich zwei Meinungen gegenüber, von denen jede in Erwägung gezogen werden muss; diese wegen ihres beharrlichen Bestehens, wegen ihrer allgemeinen Verbreitung und durch die im täglichen Leben erwiesenen Tatsachen; jene wegen ihrer wissenschaftlichen Beobachtungen, auf die man mit Folgerungen aus ähnlichen Beobachtungen erwiedern kann. Augenscheinlich haben sowohl die einen, wie die anderen auf ihre Weise Recht; die einen in anbetracht des aus der eingehenden Untersuchung der Erscheinung erhaltenen Endergebnisses, die anderen in anbetracht des engen und begrenzten Gesichtspunktes, wodurch die ganze Frage nicht erschöpfend behandelt wird. Der Widerspruch zwischen diesen beiden Meinungen liegt auf der Hand und besteht darin, dass die eine — die öffentliche Meinung — die Frage vom Standpunkt einer bekannten Erscheinung und eines festliegenden endgültigen Ergebnisses behandelt, während die andere die Sache nur von einer Seite angreift, diese einseitigen Ergebnisse verallgemeinert und sie auf die höchst verschiedenartigen Erscheinungen im Gebiet der Wasserläufe überträgt.

So hat die unergründliche und unerforschliche Natur auf

die Art und Weise geantwortet, wie man ihr die Frage stellte und wie es ähnlich, wie oben gesagt, bereits Professor Valny gemacht hat. Hiernach wäre es ein Unsinn von dem Verhalten der Flüsse selbst und nach allen auf das Flussgebiet wirkenden Einflüssen die Lösung der Frage zu erwarten und es wäre vorzuziehen, die Sache durch eingehende Beobachtungen über die physikalischen Eigenschaften der Wälder zu erforschen.

Betrachten wir nun diesen Widerspruch genauer. Zuerst kommt man auf den Gedanken, dass, wenn der Wald aus dem Boden grosse Wassermengen für seine Lebensbedürfnisse aufsaugt, er sie im Gegensatz zu waldlosen Landstrichen in Form von viel bedeutenderen atmosphärischen Niederschlägen wiedergibt. Tatsächlich wird vom Augenblicke an, wo der Wald eine solche Menge Wasser in der Luft verdampft, der Grad der Luftfeuchtigkeit über ihm zweifellos erhöht; infolgedessen werden die in Bewegung befindlichen Luftmassen, die selbst schon nahezu von Wasserdampf gesättigt waren und die über unbewaldete Gegenden ohne Niederschläge dahingezogen sind, plötzlich Regen ausscheiden, sobald sie sich unter dem kühlenden und feuchten Einfluss des Waldes befinden. Unter den Luftschiffen ist es z. B. allgemein bekannt, dass sobald man über grosse Waldflächen dahinfliegt, der Ballon fällt und der Fall nicht von selbst zum Einhalt kommt, sondern den Luftschiffer zwingt, Ballast, öfters in bedeutenden Mengen, herauszuwerfen. Diese Erscheinung erklärt sich aus der merklichen Abkühlung der Luft über den Wäldern, die sich bemerkbar macht, wenn der Luftschiffer in einer Höhe von nicht über 1500 m — der gewöhnlichen Höhe für Ballons — darüber fliegt.

Wenn sich die Feuchtigkeit und Kühle über den Wäldern so stark bemerkbar macht, dass die Luftschiffer, die früher nicht darauf geachtet hatten, jetzt dem Rechnung tragen müssen, so ist es klar, dass diese Faktoren auch Einfluss auf die Niederschläge haben, die über den bewaldeten Gebieten bedeutender, als über den unbewaldeten sind. Trotzdem wir hierüber noch nicht ganz eingehende Angaben haben, um diese Tatsache genau zu beweisen. (besonders in unserem Lande fehlen diese Angaben) so liegen doch bis heute so viele Beobachtungen vor, dass man im Prinzip die Richtigkeit der Annahme vertreten kann.

Wie es nun scheint, ist im allgemeinen die Wahrscheinlichkeit einer grösseren Menge Niederschläge über den Wäldern vom physikalischen Standpunkt vorhanden, sodass es überflüssig

Ist, weitere Beobachtungen und Tatsachen, welche diese Erscheinung bestätigen, anzuführen. Eine Tatsache leugnet Niemand, selbst nicht die eifrigsten Gegner der Wälder, — welche die undankbare Rolle übernommen haben, gegen die Ueberzeugung zu kämpfen — nämlich, dass der Schnee sich in den Wäldern in viel grösserer Menge lagert, was wie wir weiter unten sehen werden, im allgemeinen und besonders für Russland von grosser Bedeutung ist. Meistens bemerkt man, dass die Stärke der Schneedecke in den Wäldern viel bedeutender ist, als auf freiem Felde, weil der Wind den Schnee von den Ebenen in Hohlwege, Schluchten, Flusstäler und andere Bodenvertiefungen treibt, kurz an Stellen, wo zur Zeit der Schneeschmelze das Wasser sofort in die Flüsse rinnt, so nur zeitweise den Wasserstand erhöht und bei der späteren Speisung der Flüsse durch unterirdische Wasserläufe nicht mehr in Betracht kommt. Im Walde bleibt dagegen der im Schutz der Bäume gefallene Schnee bis zum Frühjahr liegen, schmilzt langsam und durchtränkt den Boden.

Gehen wir nun zu anderen Punkten der vorerwähnten Widersprüche in der öffentlichen Meinung über die Nützlichkeit der Wälder für die Speisung der Flüsse und die Ausführungen der Forstfachleute über. Nach den Beobachtungen der letzteren ist der Waldboden, soweit die Wurzeln reichen, abgesehen von der Oberfläche, viel trockener, als an unbewaldeten Stellen, und die unterirdischen Wasserläufe befinden sich in viel grösserer Tiefe. Aber, so fragt man sich, wenn dem so ist, folgt auch daraus, dass auch die Menge der unterirdischen Wasserläufe bei niedrigerem Niveau geringer, als an unbewaldeten Stellen ist? Es ist möglich, dass trotzdem die wasserführende Schicht tiefer liegt, die Wassermenge genau so gross ist, als wenn das Niveau nicht so tief läge. Diese Tatsache würde sich ganz mit den an vielen Orten gemachten Beobachtungen decken, dass die Quellen beim Ausrodern von Wald versiegen. Uebrigens scheint sich die Senkung des Niveaus der unterirdischen Wasserläufe ganz natürlich durch die Tatsache zu erklären, dass die Baumwurzeln, welche die beobachtete Schicht durchdringen, das Amt von Draingeröhren ausfüllen, durch die das Wasser in viel grössere Tiefen dringen kann. Die Wirkung dieser Drainageleitung ist durch viele Fachleute festgestellt, sodass man sie nur durch gegenteilige Beobachtungen entkräften könnte, die aber bis jetzt noch nicht vorliegen. Wenn man nun aus dem vorliegenden Falle die Folgerung ziehen will, dass, weil der Wald durch seine Wur-

zeln die Feuchtigkeit aus dem Boden saugt und sie in der Luft verdampft, dies zu einer Verminderung des Wassers im Walde führen muss, — so kann man dem vor allem eine Vermehrung der Niederschläge in Waldgebieten entgegenstellen; dann folgt, wie oben erläutert, dass der Regen langsamer zur Erde fällt und mehr Zeit braucht, in den Boden einzudringen.

Wir wollen nun zu wichtigeren Gesichtspunkten des in Frage stehenden Themas übergehen. Der Wald saugt das Wasser aus dem Boden und entzieht es den Bächen und Flüssen. Aber dient, wenn dieses zutrifft, dies Wasser wirklich zur Speisung der Flüsse?

Es gibt eine Anzeichen dafür, dass das Fliessen des unterirdischen Wassers langsam vor sich geht, dass es nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Menge der Niederschläge in dem betreffenden Gebiet steht, und dass es nur in längerem Zeitraum ihrem allgemeinen Einfluss unterworfen ist und in diesem Falle mit bedeutender Verzögerung, von einem auch zwei Jahren.

So tritt nach den Beobachtungen von Voller in Hamburg das höchste Wasserniveau an den vom Fluss entfernten Brunnen im März und April ein; der Wasserstand sinkt dann allmählig bis zum Dezember und Januar, und man bemerkt keinen unmittelbaren Zusammenhang mit den atmosphärischen Niederschlägen. In Mecklenburg haben die an 140 Brunnen gemachten Beobachtungen den Einfluss der Unregelmässigkeit der atmosphärischen Niederschläge je nach den Jahren gezeigt und das höchste Niveau ist im April festgestellt. Nach den während 15 Jahren vom Prälaten Mandel in Brünn angestellten und von Liznar mitgetheilten Beobachtungen wird der höchste Wasserstand im Mai erreicht, während die meisten Niederschläge im Juni eintreten. Nach den während 15 Jahren von Schekk über die Saale gesammelten Angaben hat der Wassergehalt des Flusses, auch als Koeffizient der Wasserzunahme bezeichnet, nicht in dem sehr trockenen Jahr 1874, sondern erst 1876 den geringsten Grad (20,4) erreicht und den höchsten Grad (38,0) nicht im sehr niederschlagsreichen Jahr 1882, sondern erst im folgenden Jahr.

Die Erscheinung der Ansammlung der Niederschläge und der Nachwirkung auf die Flüsse tritt noch viel genauer und deutlicher bei den zahlreichen, an der Elbe und Donau von Renk gemachten Beobachtungen hervor. Dieser ging von dem Gesichtspunkt aus, dass während eines Teils, oder selbst während des ganzen Jahres, sich in einem Flussgebiet eine Anhäu-

fung von atmosphärischen Niederschlägen in Form von Schnee, oder unterirdischen Wasserläufen bildet, die sich während eines anderen Teils des Jahres oder während eines anderen Jahres wieder verläuft. Dieses drückte Renk in Ziffern aus, indem er den Unterschied zwischen der Niederschlagsmenge und der mutmasslichen Verdampfung berechnete. Indem er diese Werte Monat für Monat, für einen Zeitraum von einem Jahr, verglich, kam er zu dem Schluss, dass im Elbegebiet sich das Wasser von August zum Januar ansammelt, und dass hier von der Fluss vom Februar bis zum Juni gespeist wird. Wenn diese Wasserreserve im Mai in Böhmen nicht wäre, so würde die Elbe überhaupt aus Wassermangel zu fließen aufhören und nur noch aus einer Anzahl von Pfützen bestehen.

Auch Professor Ule lenkt die Aufmerksamkeit auf die mehr oder weniger grosse Ansammlung von Wasser in einem Flussgebiet und auf die Tatsache, dass die Niederschläge erst viel später in Form von unterirdischen Wasserreserven zur Speisung der Bäche und Flüsse dienen.

Bei uns in Russland hat Heintz als Teilnehmer der vorerwähnten Expedition des Generallieutenant Tillo eingehende hydrologische Untersuchungen im oberen Flussbecken der Oka fortgesetzt. Aus den von ihm gesammelten Angaben geht hervor, dass 30 % der atmosphärischen Niederschläge der Speisung des Flusses zu Gute kommen, und dass hiervon 26 sich im Boden verlaufen und nur 4 % durch unterirdische Wasserläufe zufließen. Ein so unbedeutender Zufluss aus den Quellen und das vorherrschende Verlaufen des Wassers im Boden erklären sich aus dem Fehlen der Wälder in diesem Flussgebiet, die seit langem nahezu vollständig abgeholzt sind.

Aber anderseits gelangen von allen im Winter in Form von Schnee gefallenem Niederschlägen nur 45 % zur Hochwasserzeit in den Fluss ; von den übrigen 55 % verdampft nur eine geringe Menge, der Rest geht in den Boden und füllt die unterirdischen Wasserreserven und die Quellen. Der obere Lauf der Oka wird daher hauptsächlich durch die im Winter als Schnee aufgespeicherte Feuchtigkeit gespeist ; dies beweist unter anderem die Tatsache, dass in den Jahren, in denen grösserer Schneefall gewesen ist und das Steigen des Wassers im Frühjahr verhältnismässig schwach war, der Wasserstand im Zeitraum zwischen dem höchsten und niedrigsten Wasser höher, als in den anderen Jahren war ; umgekehrt war der Wasserstand während derselben Jahreszeit, in Jahren mit schwachem Schneefall und hohem Frühjahrswasser niedrig.

Um zum Schluss des Themas über die Speisung der Flüsse aus den Wasserreserven ihres Gebietes zu kommen, mache ich auf zwei von mir aufgestellte und der Schrift beigefügte Diagramme der Wolga bei Kostroma und der Kama bei Perm aufmerksam. Hierin stellt die obere Linie die Menge Schnee nach den Angaben der in diesen Gebieten bestehenden meteorologischen Stationen und die untere Linie den niedrigsten Wasserstand bei Niedrigwasser dar. Diese Diagramme zeigen klar, dass die Schwankungen der niedrigsten Wasserstände den Schwankungen der gefallenen Schneemassen folgen und zwar in Kostroma mit einjährigem, in Perm bei der Kama mit $1\frac{1}{2}$ bis 2-jährigem Zwischenraum. Wenn es viel Schnee gibt, ist das Niveau der Hochwasser sehr hoch und umgekehrt.

Die angeführten Beobachtungen stellen mit genügender Sicherheit fest, dass die unterirdischen Wasserläufe und die davon abhängenden Bäche und Flüsse von den vorher in dem Gebiet angesammelten Reserven gespeist werden und vor allem von den Niederschlägen im Winter, wenn die Pflanzen untätig sind und das Wasser zum Schaden der Flüsse nicht aufsaugen können. Die von den Forstfachleuten beobachtete Erscheinung des niedrigeren Wasserstandes der unterirdischen Wasserläufe im Walde während der Vegetationszeit, bildet daher nur eine augenblickliche Sondererscheinung; sie tritt in dem Flussgebiet nicht in Form einer unmittelbaren Verbindung zwischen dem Regen und den mittleren Sommerwasserständen der Bäche und Flüsse auf, sondern in einem langem Zeitraum in einem oder zwei Jahren, während dessen sich das Wasser langsam anhäuft und abläuft.

Uebrigens leugnen selbst die Forstfachleute, die, wie vordem besprochen, die austrocknende Wirkung des Waldes auf den Boden festgestellt haben, diese Tatsache nicht.

So sagt Professor Morosof in seinen Veröffentlichungen über die grösste Feuchtigkeit des Waldbodens vom März bis Mai, dass « die im Winter von den Pflanzen angesammelte Feuchtigkeits-Reserve vor allem zum Wiederherstellen eines Ausgleichs dient; der Schnee hat nicht nur zum Ausgleich des Feuchtigkeits-Defizit von 12 %, das anfangs Herbst infolge der austrocknenden Wirkung des Waldes eintrat, gedient, sondern hat auch noch einen Ueberschuss an Feuchtigkeit von 8 % ergeben ». Mit anderen Worten: diese Birkenanpflanzung wirtschaftet vorsorglich, verzehrt viel Wasser, aber weis sich auch bei Zeiten damit zu versorgen.

Aber kommen wir zu unserem Thema zurück. Wir sind jetzt gerade auf dem Punkt angelangt, von dem wir ausgegangen sind. Die Art, in welcher von Volny die Frage über der Einfluss der Wälder auf die Flüsse gestellt wurde, entspricht überhaupt nicht den Verhältnissen des Problems, das er sich gesteckt hat. Das Thema ist viel zu vielseitig, ausgedehnt und tiefgehend, als dass man es nur durch Untersuchungen über die physikalischen Eigenschaften der Wälder lösen könnte. Das Becken eines Flusses umfasst ein grosses Gebiet, das von dem atmosphärischen Wasser getränkt und durch Sonne und Wind getrocknet wird; trotz der Anstrengungen, die man hier und dort macht, um in die Geheimnisse dieses Organismus durch Beobachtungen aller Einzelheiten einzudringen, werden wir doch nicht im Stande sein, die Ergebnisse der Beobachtungen eines ganzen Gebietes in konkreten Werten auszudrücken; wir werden uns damit begnügen müssen, hieraus Folgerungen abzuleiten, die aber der Bemängelung und dem Zweifel offen bleiben werden. Der einzige unfehlbare Punkt ist in unserem Falle der Wasserlauf selbst, der als Resultante aus allen Naturereignissen zu betrachten ist, die sich in dem Gebiet abspielen; nur ein eingehendes Studium dieses Wasserlaufes kann zu einer genügenden Lösung der uns interessierenden Frage führen.

Werfen wir z. B. einen Blick auf die 6, von mir aufgestellten und hier beigefügten Diagramme der Niveauschwankungen an einigen Stellen der Flüsse Soura, Oufa und Wolga. Da der Zeitraum der Beobachtungen verhältnismässig kurz ist (22 Jahre) und da es schwer ist, den allgemeinen Charakter der Veränderungen im Flusse unter den sehr plötzlichen Niveauschwankungen festzustellen, haben wir nicht die Schwankungen selbst, sondern ein dreijähriges Mittel in den Diagrammen eingezeichnet; z. B. das mittlere Niveau für 1878, 79 u. 80, dann für 79, 80 und 81 dann für 80, 81 und 82 und so fort. Dies mildert die plötzlichen Schwankungen der einzelnen Jahre und gibt eine viel übersichtlichere und klarere Darstellung der Schwankung im allgemeinen und der Kurve für den Zeitraum der Beobachtungen.

In den Diagrammen fällt der Fluss Soura bei Promzine auf durch die sichtliche Abnahme des mittleren Niveaus im Sommer und im 10 jährigen Zeitraum von 1888 bis 1898, der unmittelbar auf die in diesem Flussbaken stattgefundene Abholzung folgte. An einer Stellen der Biélaïa, bei Oufa, im oberen Flusslauf, wo man den Wald abgeholzt hat, bemerkt man die

selbe, aber etwas geringere Abnahme; dagegen tritt an einer anderen Stelle bei Grouzdevka, am unteren Lauf desselben Flusses, wo der Fluss eine Biegung macht und noch eine ganze Menge Wald stehen geblieben ist, diese Erscheinung nicht ein. Ähnlich bemerkt man an 3 Stellen der Wolga bei Vybinsk, bei Kostroma und bei Nijni-Nowgorod ein Nachlassen des Wassers im Sommer; hierbei ist zu beachten, wieviel Linien dieser 3 Stellen die Erscheinung übereinstimmend zeigen, so dass sich die Angaben gegenseitig bestätigen und der ganzen Sache eine grosse Gewissheit geben.

Wie dem auch sei, in anbetracht der vorliegenden Angaben finden wir von Neuen bestätigt, wie auch aus den Wexschen Arbeiten hervorging, dass wir bei einer ungünstigen Naturerscheinung in Bezug auf die Speisung der Flüsse angelangt sind. Zweifellos kann man auch hier den schon bei Wex gemachten Einwand wiederholen, und sagen, dass der Zeitraum der Beobachtungen viel zu kurz war, als dass man daraus sichere Schlussfolgerungen ziehen könnte, und dass vielleicht die Verminderung des Wasserstandes vom Senken des Flussbettes und nicht von dem geringen Wasserzufluss käme. Solche Einwände können zweifellos vom streng wissenschaftlichen Standpunkte begründet erscheinen, können sich aber nicht auf Tatsachen stützen und nicht die Befürchtungen zerstreuen, die durch konkrete Beweisführungen entstanden sind, denen die Beobachtungen an den hydrometrischen Stationen zu Grunde liegen.

In allen diesen Fällen darf man nicht darauf rechnen, dass das allgemeine Ergebnis, das durch alle gemeinsamen Einflüsse im Flussgebiet erhalten wurde und die Form eines Wasserlaufes annimmt, durch Einzelstudien über die Eigenschaften der Wälder, im engsten Sinne des Wortes, geklärt würde.

Uebrigens bin ich keineswegs der Ansicht, dass die Untersuchung der physikalischen Eigenschaften des Waldes und des Bodens oder anderer Einzelstudien im Flussgebiet zwecklos sei. Ich meine nur, dass sie ungenügend zur völligen Klärung der Frage, aber wirklich wünschenswert und interessant sind. Ihnen fehlt, sozusagen das Umfassende und die Allgemeinheit; sie beschränken sich auf diese oder jene Orte, auf diese oder jene Verhältnisse, die man aber nicht auf das ganze Gebiet ausdehnen kann. Hier ist dies so, aber an einem anderen Ort ist es vielleicht anders und gerade aus diesem Punkte könnte man vielleicht Angaben entnehmen, welche den hydrotechnischen Untersuchungen über die Wassermenge in grossen und

kleinen Flüssen fehlen. Die ganze Frage muss durch Hand in Hand gehende Beobachtungen, die sich über das ganze Flussgebiet erstrecken, zu klären versucht werden, unter Mitwirkung vieler Leute und der Gesellschaft selbst, die am meisten an der Erhaltung der Wasserreichtümer interessiert ist.

Ich komme nun zur Erläuterung der Massregeln, die nach meiner Ansicht zur Klärung der uns beschäftigenden Frage getroffen werden sollten :

1. Vor allem muss der Einrichtung von hydrometrischen Stationen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, ferner den darin gemachten Beobachtungen, die als Grundlage für alle Urteile über die Erscheinungen in Flussgebieten dienen. Auch müssen genau die Einrichtungen der hydrologischen Stationen untersucht und ihre Veröffentlichungen in die Hand genommen werden, weil, wenn jemand sich mit der Frage der Flussversandungen beschäftigen will, er sich vor allem an der Schwierigkeit der Beschaffung der nötigen Angaben stossen wird.

Um die Beschaffung der von den hydrologischen Stationen gesammelten Angaben, denen zu erleichtern, die sich mit dieser Frage beschäftigen wollen, scheint es dringend notwendig, einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt zu schaffen, wo alle Beobachtungen zusammenlaufen und wo man sich darüber orientieren kann, wo man das Gewünschte erhalten kann und über die Art und Weise, wie man dies machen muss. Ich glaube, dass dieser gemeinsame Mittelpunkt nur der Internationale Kongress sein kann, der uns heute vereint.

2. Welche Bedeutung man den hydrometrischen Beobachtungen auch zumisst und welche Einzelheiten sie auch enthalten, tragen sie doch nur, wenn ich so sagen darf, zur Klärung auf statistischem Wege bei und berühren nicht das Wesen der Frage. Das Niveau dient hier nur zur Beurteilung der Wassermenge und gerade diese Wassermenge sollte zum Gegenstand der Beobachtungen gemacht werden. Wir haben oben gesehen, welchen ausgezeichneten Dienst die Beobachtungen über die Wassermenge, dort, wo sie gemacht sind, geleistet haben, z. B. in der Elbe und Moldau, im oberen Lauf der Oka u. s. w. Sie haben die Möglichkeit gegeben, sich über die Art der Speisung der Flüsse ein Bild zu machen und haben dadurch diese Frage auf ein bekanntes Gebiet geleitet.

Ich halte mich hier nicht mit den Einzelheiten des Programmes zur Bestimmung des Wassergehaltes der Flüsse auf. Der Zweck dieser Beobachtungen soll darin bestehen, die Menge

des den Fluss zu verschiedenen Zeiten und unter verschiedenen Umständen durchlaufenden Wassers zu bestimmen; die Mittel durch die dies erreicht werden kann, sind aber so allgemein bekannt, dass man sie nicht zu erörtern braucht. Eins sei nur gesagt, dass je mehr Beobachtungen und an je mehr Stellen sowohl bei grossen wie bei kleinen Flüssen sie gesammelt werden, desto besser und desto näher werden wir der Lösung dieser so allgemein und für uns wichtigen Frage des Verlaufes der Gewässer in der Natur kommen.

Und hierbei darf ich wohl noch einmal die Aufmerksamkeit auf die Dienste lenken, die der Internationale Kongress leisten könnte, in dem er alle diesbezüglichen Beobachtungen sammelte und so allen die Möglichkeit gäbe, sie zu erhalten. Und dies wäre keineswegs schwierig, wenn die Herren Ingenieure es sich zur Regel machen würden, ihre Beobachtungen zu veröffentlichen und hiervon dem Kongress eine Anzahl Abzüge oder Sonderabdrücke der Zeitschriften schickten, in denen die Artikel erschienen.

3. Bereits vorher nahm ich die Gelegenheit wahr, zu bemerken, dass die Frage des Einflusses der Wälder sich nicht nur auf die flussbautechnischen Interessen im engsten Sinne des Wortes erstreckt, sondern viel weiter über diese Grenzen hinaus bis auf die allgemein wirtschaftlichen Verhältnisse des Gebietes. Diese Frage ist von allgemein öffentlichem Interesse und von bedeutender Wichtigkeit für den Staat und sie wird nicht eher die ihr zustehende Lösung finden, bis sie im Grossen in die Hand genommen wird. Es bedeutet nicht viel, wenn bei dieser Gelegenheit einige bruchstückartige, vereinzelt Tatsachen gesammelt sind; die Aufgabe soll nicht darin bestehen, Beispiele von Spezialfällen zu sammeln, sondern einen Gesamtüberblick über alle in Frage stehenden Gesichtspunkte zu ermöglichen.

Überall bestehen statistische Institute, die teils vom Staat, teils von Gesellschaften eingerichtet und in Stand gehalten werden; wenn diese es sich zur Aufgabe machen, alle Erscheinungen des wirtschaftlichen Lebens zu studieren, so können sie ebenso gut sich mit einer für den Staat so wichtigen Frage beschäftigen und zwar um so mehr, als viele andere Fragen der Zivilisation eng hiermit zusammenhängen.

4. Wenn man sich früher bereits mit der Frage der Bedeutung der Wasserreichtümer eines Landes beschäftigt hat, muss es einem auffallen, dass Fachleute und besonders interessierte Personen diskutieren und manche Lanze in der Angelegenheit

brechen, während die Gesellschaft, trotzdem sie sich ziemlich der Bedeutung der Frage bewusst ist, infolge Mangels an Vorbereitung und irgendwelcher Tatkraft für eine praktischen Zweck untätig bleibt. Wenn, z. B. ein Ingenieur für Verkehrsangelegenheiten, der sich anschickt, seinen Lebenslauf im Kampf gegen die Natur zu gründen, nicht hierüber bei seinem Studium aus dem Munde seiner Professoren hört, was soll man dann von der Menge der übrigen gebildeten und im öffentlichen Amt stehenden Leute sagen ?

Diese Angelegenheit muss der Gegenstand der öffentlichen Aufmerksamkeit werden. Es darf nicht genügen, gelegentlich vereinzelte Artikel und Mitteilungen in der Litteratur erscheinen zu lassen, nein, diese Frage muss in der Schule behandelt werden und jedem gebildeten Menschen zugänglich gemacht werden. Wenn sich dies in der Medizin erreichen lässt, wo man mit allen Mitteln gesunde Ansichten, hygienische Massregeln und Angelegenheiten der öffentlichen Gesundheitspflege zu verbreiten sucht, so macht sich auch in unserer Frage die eifrige Mitwirkung aller dringend fühlbar.

Indem ich mich auf meine Ausführungen beschränke, erlaube ich mir dem Internationalen Kongress folgende Schlussvorschläge zu machen ;

1. Die Wälder üben einen woltuenden Einfluss aus, da sie den Wasserüberfluss eines Landes und insbesondere die Speisung der Bäche und Flüsse günstig beeinflussen ; deshalb muss die Vernichtung der Wälder als schädlich und gefährlich angesehen werden.

2. In Anbetracht einer eingehenden Studie der Frage des Einflusses der Wälder ist es wünschenswert, die Beobachtungen der hydrologischen Stationen an den Flüssen zu veröffentlichen und den Interessenten, Gelegenheit zu geben, sie zu erlangen.

3. Gleichfalls ist es wünschenswert, die Mengen des die Flüsse durchströmenden Wassers zu bestimmen, um über die Speisung urteilen zu können.

4. Man muss das Beschaffen dieser Angaben den Interessenten erleichtern ; am besten wäre es, sie im Bureau des Internationalen Kongresses zu sammeln, der dann das uns vereinende Band sein würde.

5. Zum eintretlichen Studium der Frage müsste man in den Flussgebieten Beobachtungen über die Lage der oberirdischen Gewässer und der Quellen veranlassen.

6. Es wäre wünschenswert, in das Programm der Vorlesungen an hydrotechnischen Instituten, die Behandlung der Frage der Wasserläufe in Verbindung mit der Speisung der Flüsse und dem Einfluss der Vegetation in ihren Gebieten, aufzunehmen.

V. LOKHTINE.

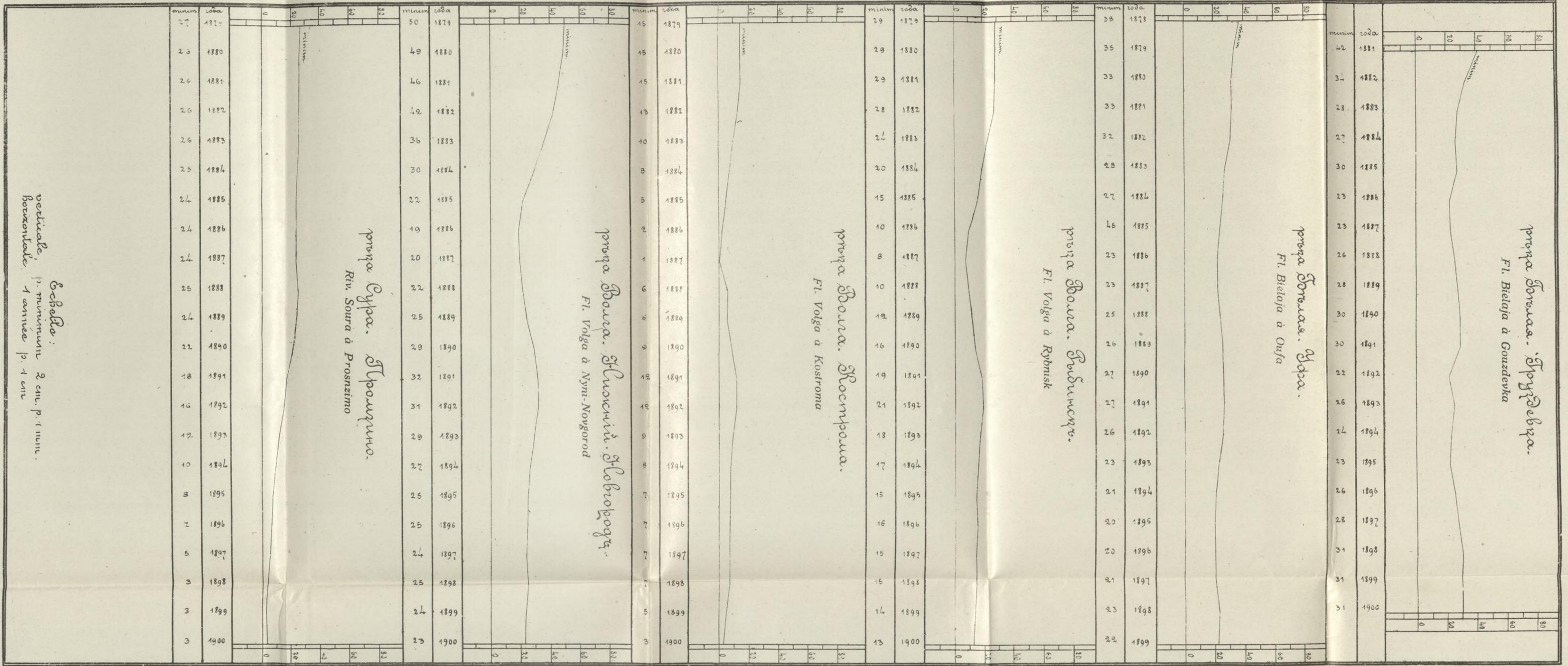
INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFFAHRTS-CONGRESSE

X. CONGRESS - MAILAND - 1903

I. Abteilung : Binnenschifffahrt
2. Frage

BERICHT
VON
M. LOKHTINE

BLATT I



вешале, 1. минимум 2. максимум.
Босенское 1. минимум 2. максимум.

Шпора:



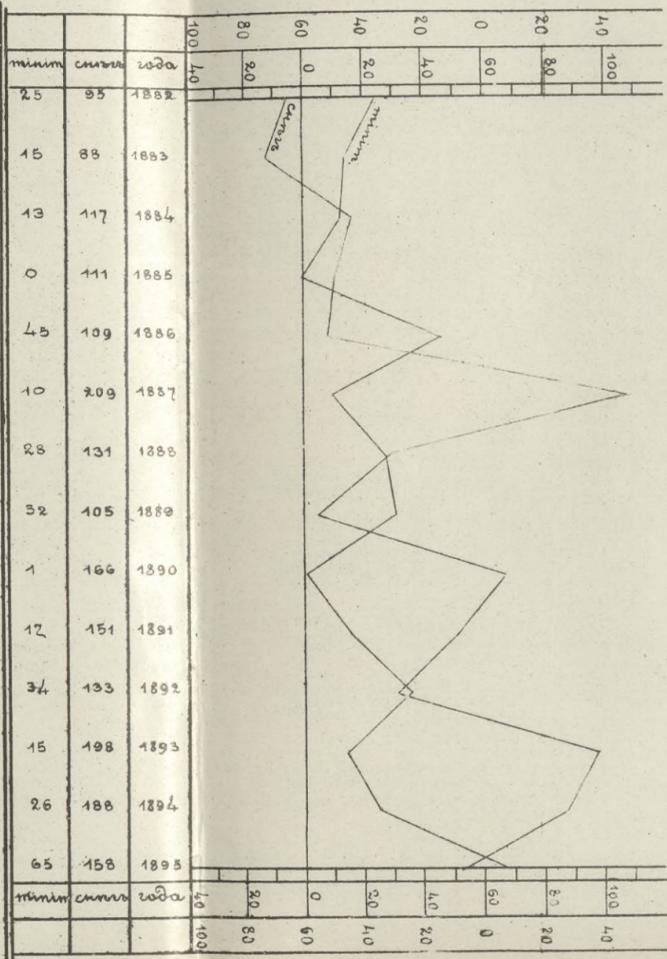
X. CONGRESS - MAILAND - 1903

I. Abteilung : Binnenschifffahrt
2. Frage

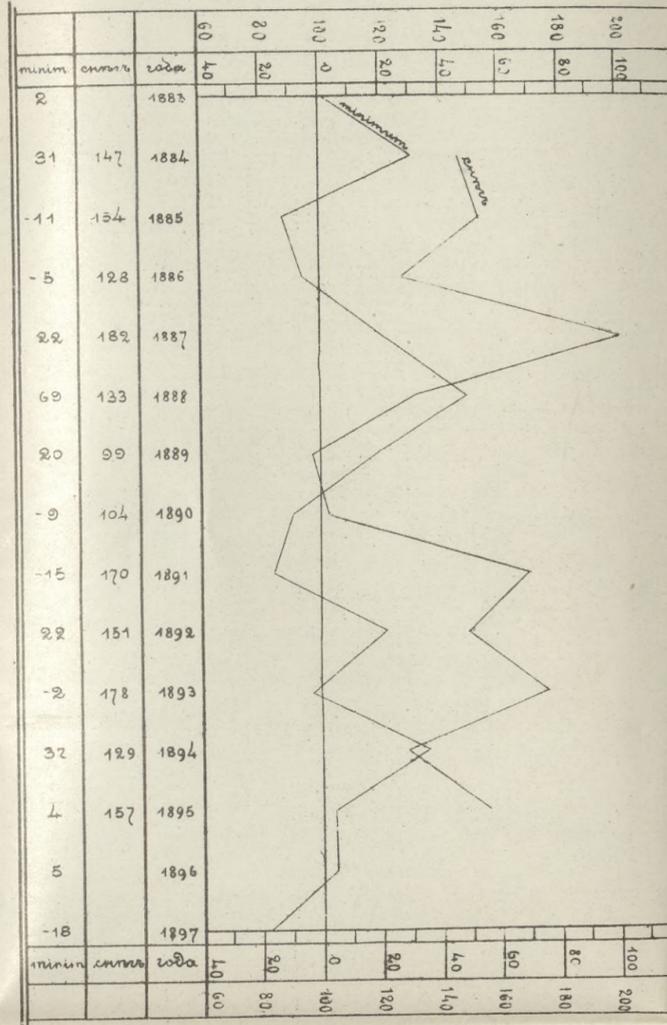
BERICHT
VON
M. LOKHTINE

BLATT II.

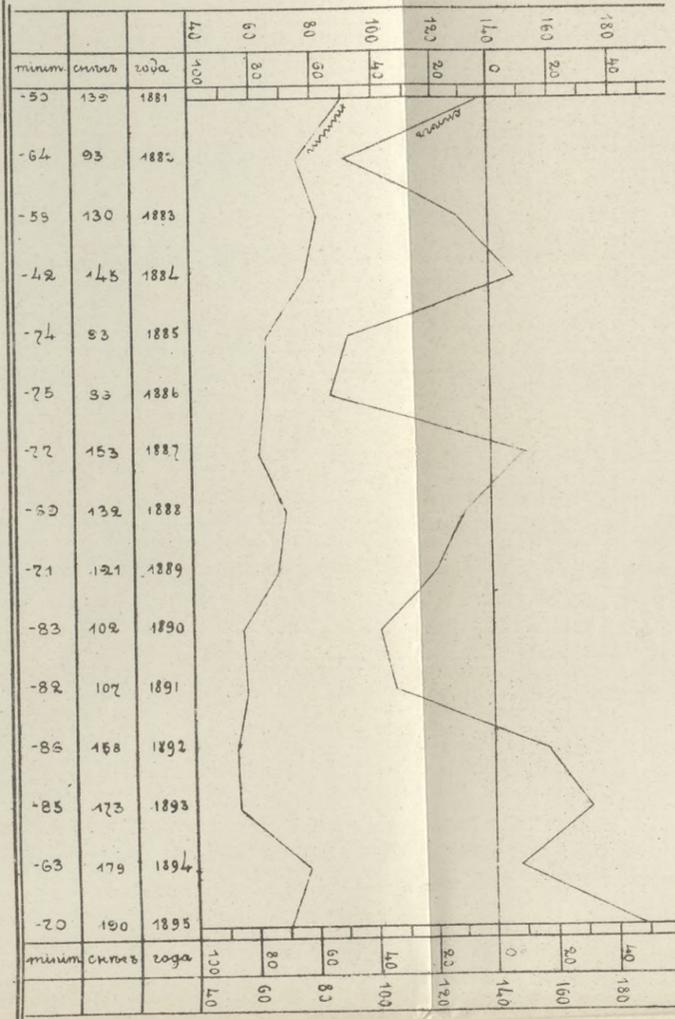
Екватор:
vertikale, p. конг. де нарге 2 м. м. p. 1 м. м.
горизонтале, p. конг. де нарге 1 м. м.



река Камы. Пермь.
Fl. Kama (Perme)



река Волга. Кострома.
Fl. Volga (Kostroma)



река Ока. Рязань.
Riv. Oka (Riazan)

S. 61

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349890

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299484