

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND
DER
SCHIFFFAHRTS-KONGRESSE

XI. Kongress - St.-Petersburg - 1908

1. Abteilung : Binnenschiffahrt
3. Frage

SCHUTZ DER NIEDERUNGEN

GEGEN DAS
EINDRINGEN DES WASSERS

BERICHT

VON

A. TROTÉ

Brücken- und Strassenbau-Ingenieur

NAVIGARE



NECESSE

BRÜSSEL

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

169, rue de Flandre, 169



II - 254427

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000317131

ALLGEMEINE UEBERSICHT

ÜBER DIE

verschiedenen in Frankreich zum Schutz der Niederungen gegen die Ueberflutungen durch Hochwasser zur Anwendung gebrachten Mittel.

Die neben den Flussläufen liegenden Gelände haben nicht weniger unter dem verzögerten Abfluss als vielmehr unter dem gefährlichen Einfluss des strömenden Wassers zu leiden; um sie gegen die angreifenden und zerstörenden Einwirkungen der Flüsse oder des Meeres zu schützen, um den Ausuferungen oder dem unzureichenden Abfluss zu begegnen, hat man sehr verschiedene Mittel zur Anwendung gebracht. Man kann sie, um den Ueberblick zu erleichtern, in drei Arten zergliedern. Werden die schädlichen Einwirkungen durch Regenfälle oder durch das Meer hervorgerufen, so kann man dadurch keine Abhilfe schaffen, dass man den Ursachen selbst entgegentritt; man kann im Gegenteil den zu erwartenden Schäden nur dadurch begegnen, dass man die Ausuferungen abzuschwächen versucht. Man vermindert den Umfang der ausufernden Wassermengen und ihre Wirkungen theils dadurch dass man sie auf das unumgänglich notwendige Mass einschränkt und zwar theils, indem man das Versickern der niedergegangenen Regenmengen in den Boden möglichst befördert, theils indem man die Wassermassen stromaufwärts zurückhält, dadurch das Steigen verlangsamt und auf diese Weise im unteren Stromlauf eine geringere Höhe erreicht. Mit den diese Zwecke verfolgenden Arbeiten soll sich diese Schrift in ihrem Eingange beschäftigen. Freilich liegen die Gefahren der Ausuferungen nicht in den Wassermengen allein, sondern auch in ihren Geschwindigkeiten, welche zu verringern man bestrebt sein müsste.

Im Allgemeinen wird man sich wohl damit begnügen müssen,

danach zu streben, die Hochwasservoraussage derart einzurichten, dass man die Uferanwohner von dem Eintreffen einer Flutwelle zeitig in Kenntnis setzt, sie werden sich dann dagegen zu schützen leichter im Stande sein (1).

Betrachtet man nun im Hinblick auf die Frage, wie man den Angriffen des Hochwassers begegnen soll, die verschiedenen zur Verfügung stehenden Mittel, welche es ermöglichen, den durch das Wasser unmittelbar verursachten Abbrüchen an den Ufern und Zerstörungen im Gelände zu begegnen, so muss man sich zwei grundsätzlich verschiedene Mittel vergegenwärtigen.

Man kann ein Flusstal dadurch gegen die Einwirkung des Hochwassers schützen, dass man diesem den Oberflächenteil entzieht, welcher für die Abführung der Wassermassen nicht unbedingt notwendig ist und dass man diese Geländeteile gegen die Ueberflutung abschliesst. Mit diesen gegen das Eindringen des Hochwassers gerichteten Verteidigungsmassnahmen stehen ähnliche Arbeiten im Zusammenhange, welche man im Kampfe gegen die Meeresfluten zur Anwendung bringt.

Andrerseits kann man den Ausuferungen dadurch vorbeugen, dass man die Flutwelle, so wie sie auftritt, ohne Aufenthalt nach dem Unterwasser zu abführt. Mit den hierauf gerichteten Massnahmen kann man diejenigen vereinigen, welche es bezwecken, den Wasserabfluss zu verbessern und dem Stehenbleiben vorzubeugen.

Kurz, man kann das Studium der Massnahmen, welche den Schutz der Niederungen gegen das Eindringen von Hochwasser sichern sollen, in drei Teile zerlegen :

1. Die Arbeiten gegen die Stärke der Hochwässer ;

(1) Die Ansage des höchsten Ansteigens einer Flutwelle 24 oder 48 Stunden voraus leistet den Uferanwohnern die grössten Dienste. Man darf dabei allerdings nicht unbeachtet lassen, dass die Verwaltung mit der Bekanntgabe derartiger Nachrichten eine überdies sehr schwerwiegende Verantwortung übernimmt. Die Strassen- und Brückenbauingenieure sind mit diesem hydro-metrischen Dienst beauftragt, welcher einerseits die Vorausbestimmung und andererseits, und zwar im Zusammenwirken mit den verschiedenen Verwaltungsbehörden, die Bekanntgabe des zu erwartenden Hochwassers zum Gegenstande hat. Die empirischen Verfahren, mit Hülfe deren man in den verschiedenen Stromgebieten zufriedenstellende Ergebnisse bei den Hochwasservoraussagen erreicht hat, wechseln mit dem in Frage kommenden Strom; es empfiehlt sich zu dieser Frage verschiedene Mitteilungen in den *Jahrbüchern für Strassen- und Brückenbau* nachzulesen.

2. Die Arbeiten zur Verteidigung der Gelände gegen die Angriffe der Hochwässer;

3. Die Arbeiten zur Erleichterung des Abflusses der Hochwässer.

I. — Arbeiten gegen die Stärke der Hochwässer.

1. *Bebauungen, Bewaldungen und Berasungen.* — Die Ströme in durchlässigem Gelände, an dessen Abhängen die Regenwässer durch Aufsaugen aufgespeichert werden können, wachsen nur langsam und sind so zu sagen harmlos. Unter solchen Umständen kann man den Weg, den die Wassermengen einschlagen sollen oder wollen, vorteilhaft dadurch bestimmen, dass man die Aufnahmefähigkeit des Bodens vermehrt und erhöht. Zu den in diesem Sinne kräftig einwirkenden Mitteln gehören an erster Stelle die landwirtschaftliche Bebauung, die Berasungen und die Bewaldungen. Zahlreiche Versuche, insbesondere die mustergiltigen von Mr. Risler unternommenen und durch die neuerdings im Zusammenarbeiten mit Mr. Wéry (1) vervollständigten, zeigen in gleichem Masse wie die jüngsten Studien von MM. Müntz und Faure (2) den Einfluss der Natur der landwirtschaftlichen Bebauungen und des Zustandes der Gelände auf die hygrometrischen Eigenschaften des Bodens.

Ganz besonders interessant ist es aber, den Einfluss der Bewaldungen und Berasungen auf den Gebirgshängen, wo jede landwirtschaftliche Bebauung undurchführbar sein würde, zu untersuchen. Diese Versuche haben bewiesen, dass eine beraste Fläche von 0,20 m Stärke, wie ein Filz wirkend, auf einer Fläche von einem Quadratmeter Grösse 50 Kilogramm Wasser, das heisst, eine Regenmenge von 0,05 m Höhe während der Dauer von drei Tagen aufzunehmen vermochte.

Noch viel wichtiger ist es, die Einwirkung des Waldes zu untersuchen und über seine Bedeutung gehen die Ansichten, wie dies die Besprechung bei dem 10. Schiffahrtscongress ge-

(1) RISLER und WÉRY. « Beitrag zum Studium der Entwässerung und der Bewässerung. » *Jahrbücher der agronomischen Anstalt.*

(2) Auszug aus den *Berichterstattungen der Akademie der Wissenschaften*; t. CXLIII, Seite 329.

zeigt hat, sehr aus einander. Es ist ja klar, dass man in den Wäldern ganz allein kein unbedingt vollkommenes Hilfsmittel gegen die Gefahren der Hochfluten zu erblicken hat, aber man darf sich doch der Erkenntnis von ihrer Notwendigkeit zum Schutz gegen diejenigen Gefahren nicht verschliessen, welchen die hochgelegenen Täler bei plötzlich nach Gewittern eintretenden Hochfluten unterworfen sind, man darf auch nicht ihren günstigen Einfluss auf die Verhütung von Ueberschwemmungen von mittlerer Höhe und zur Verbesserung der Sommerfluten verkennen, welche sie für die landwirtschaftliche Bebauung so wertvoll machen, man darf endlich ihre Einwirkung darauf nicht unbeachtet lassen, dass der Boden nicht fortgeschwemmt wird und dadurch von der Quelle bis zur Mündung die für die Landwirtschaft in gleicher Weise wie für die Schifffahrt zu erwartenden Unzuträglichkeiten vermieden werden. Bei dieser ganzen Sachlage ist das den Aufforstungen zugewendete Interesse durchaus gerechtfertigt.

Die Rolle, welche die Bewaldungen bei grossen durch bedeutende und lang anhaltende Regenfälle hervorgerufenen Hochfluten wie auch bei der allgemeinen Regelung der Wasserabführung der Flüsse spielen können, verlangt, wie dies auch auf dem 10. Congress für Schifffahrt anerkannt ist, ein sorgfältiges Studium und eine Reihe von lange fortgesetzten Versuchen und Beobachtungen.

Der neben der Direction für Wasserwirtschaft und landwirtschaftliche Verbesserungen (1) ernannte Ausschuss für wissenschaftliche Untersuchungen hat seit seiner Einsetzung Untersuchungen über die Einwirkung der Wälder und die Begleit-

(1) In Frankreich ist die Verwaltung der schiff- und flössbaren öffentlichen Ströme den Brücken- und Strassenbauingenieuren unter der Oberleitung des Ministers der öffentlichen Arbeiten übertragen. Diese Brücken- und Strassenbauingenieure sind aber gleichfalls mit der Ausübung der Polizei und der Verwaltung der nicht öffentlichen Ströme und insbesondere der weder schiff- noch flössbaren beauftragt, aber mit den hierauf bezüglichen Befugnissen der Direction für den Wasserbaudienst und die landwirtschaftlichen Verbesserungen im Landwirtschaftsministerium unterstellt. Diese Verteilung der Gewässer auf zwei Verwaltungen ist darauf begründet, dass die schiffbaren Wasserstrassen vor allem für Beförderungszwecke als Verkehrswege eingerichtet werden müssen, dass dagegen für die andern Wasserläufe in erster Linie der Ausbau für die landwirtschaftlichen Zwecke in Frage kommt. Die Länge der öffentlichen Wasserstrassen beträgt 7 980 km, die der nicht öffentlichen 270 000 km.

umstände und in ganz besonderer Weise darüber angestellt, wie sie auf die wasserführenden Schichten unter der Erdoberfläche einwirken. Diese Arbeiten sind noch nicht weit genug durchgeführt, um daraus bereits Schlüsse ziehen zu können. Wie dem aber auch sei, nach den Ergebnissen der angestellten Nachforschungen kann darüber schon jetzt kein Zweifel mehr bestehen, dass für Frankreich die Wiederbewaldung der entblösten Höhen der Alpen, der Pyrenäen und des Grossen Mittelgebirges eine Notwendigkeit erster Ordnung bedeutet, um den Gefahren vorzubeugen, welche das Verschwinden jeglichen Pflanzenwuchses auf ungewöhnlich ausgedehnten Flächen mit sehr bedeutender Neigung und mit meist nicht aufnahmefähigem Boden hervorgerufen hat.

Das Eingreifen des Staates, um die Gelände wieder zu be-rasen und zu bewalden erstreckt sich einerseits darauf, die Eigentümer durch Versprechen von Unterstützungen zur Inan-griffnahme derartiger Arbeiten zu ermuntern, andererseits darauf, diese für die Wiederinstandsetzung und Erhaltung der Gebirgsländereien unerlässlich notwendigen Arbeiten selbstätig in die Hand zu nehmen. Die Ausdehnung dieser Flächen, deren Wiederinstandsetzung als ein Werk der öffentlichen Notwendigkeit anerkannt worden war, betrug im Jahre 1900 nicht we-niger als 315 062 ha, welche sich über 1 200 Gemeindebezirke verteilten, davon 205 223 ha in den Alpen, 37 766 ha in den Cevennen und 36 073 ha in den Pyrenäen. Von diesen ges-amten Flächen ist die Hälfte bereits in das Eigentum des Staates übergegangen und die tatsächlich wieder bewaldeten Flächen betragen mehr als 120 000 ha. Die hierfür gemachten Aufwendungen erreichen nahezu 60 Millionen, wovon die Hälfte etwa für den Grunderwerb ausgegeben ist. Wenn man die noch zu erwartenden Ausgaben und die jährlichen Credite zu Grunde legt, kann man etwa hoffen, dass das in Angriff genommene Werk der Wiederinstandsetzung der Gebirgslän-dereien in vielleicht vierzig Jahren sehr weit vorgeschritten sein wird, aber diese Frist wird in der Folge dadurch wiederum weiter ausgedehnt werden, dass man noch andere Flächen in den angrenzenden Geländeabschnitten in die Wiederinstand-setzung wird hineinziehen müssen. Andererseits ist die Will-fähigkeit der Eigentümer, in den ihnen gehörenden Gelände-teilen gleichfalls die Aufforstungen zu betreiben im Abnehmen begriffen, und, weit davon entfernt die durch die Abholzungen

hervorgerufenen Schäden wieder gut zu machen, setzen sie diese vielmehr unter Nichtachtung der Bekundungen der öffentlichen Meinung fort.

Um noch nachhaltiger, als es die gegenwärtige Gesetzgebung bereits tut, gegen die Bestrebungen der Waldbesitzer, welche in unüberlegter Weise ihre Waldungen vernichten, vorzugehen, hat man die verschiedensten Massnahmen in Erwägung genommen und zwar in erster Linie gelegentlich der Tagungen der Vereinigungen für die zweckmässige Bewirtschaftung der Gebirgsländereien (1). In demselben Sinne fordert neuerdings ein aus dem Parlament hervorgegangener Vorschlag (2), dass die in den Gebirgen in einer grösseren Höhe als 800 m gelegenen Waldungen in besonderen Schutz genommen werden und ihre Abholzung untersagt werden soll. Endlich muss man im Zusammenhang mit den für die Sicherstellung der Erhaltung der Wälder bestimmten Anordnungen auch auf diejenigen Massnahmen aufmerksam machen, welche im Hinblick auf die Einschränkung des Verfalls der Gebirgsländereien die Entwicklung einer beträchtlichen Aufzucht fördern wollen, insbesondere durch den Zusammenschluss derjenigen, welche später aus den Erzeugnissen Nutzen erwarten können.

2. *Verfahren zur Beförderung der Versickerung.*— Die Wiederaufforstung ist ein langwieriges Verfahren, dessen Durchführung häufig an den durch den Widerstand der Anwohner hervorgerufenen Schwierigkeiten oder den damit notwendigerweise verbundenen erheblichen Kostenaufwendungen scheitert. Man hat aus diesem Grunde auch verschiedene andere Lösungen versucht, um die Versickerungen der Niederschlagswässer zu fördern.

Wenn die Rohrleitungen (Drainagen) die Abführung der von dem Boden aufgenommenen Wassermengen einerseits erleichtern, so vermehren sie andererseits in sehr erheblichem Umfange seine Aufnahmefähigkeit, indem sie das mit Rohrleitungen belegte Gebiet in gewissem Sinne für die Aufspeicherung der

(1) Vergleiche in *Houille Blanche* (Januar 1907), Studie zu diesem Gegenstande von M. FABRE.

(2) Vorschlag zu einem vor dem Hause der Abgeordneten von M. Fernand DAVID, Abgeordneter von Savoyen, eingebrachten Gesetze.

Niederschlagswässer vorbereiten (1). Stehen daher für die Verlegung derartiger Rohrleitungen geeignete Gelände in ausreichender oder wenigstens zureichender Weise zur Verfügung (2), so dürfte in ihnen ein mit Hilfe dieser Leitungen zu schaffendes schätzbare Mittel gegen die Gefahren von mittleren Hochfluten zu erlangen sein. Und, nachdem sich aus den von diesem Gesichtspunkt aus unternommenen Arbeiten, unabhängig von ihrer Bedeutung zur Abwendung von Ueberflutungsgefahren, allein für die Landwirtschaft zahlreiche Erfolge ergeben haben, hat die Direktion für den Wasserbaudienst und die landwirtschaftlichen Verbesserungen sich in einer ganz eigenartigen Weise der Förderung dieser Sache angenommen. Man kann neben den Rohrleitungen (Drainagen) ein von dem Ingenieur Polonceau nach den Ueberflutungen des Jahres 1846 vorgeschlagenes Mittel zur Anwendung bringen, welches darin besteht, auf den stark geneigten Geländeflächen horizontale Gräben anzulegen, welche einen Teil der Niederschlagswässer zurückhalten, aufspeichern und damit das Versickern erheblich befördern und erleichtern. Die Herrichtung derartiger Grabenanlagen erfordert erhebliche Arbeiten, aber andererseits befördert sie auch die Bewässerung, hält in dem Gelände eine für den Pflanzenwuchs sehr fördernde Feuchtigkeit vor und vermehrt den Grundwasserstand; endlich bietet sie den Vorteil, dass sie sich von den Eigentümern der Gelände selbst mit leichter Mühe ausführen lässt. Praktisch ausgeführt unter dem Namen « Valats » von der ackerbautreibenden Bevölkerung in den Cevennen, mit Erfolg versucht in Tunis, scheint diese Anordnung es zu verdienen dort eingeführt zu werden, wo die äusseren Umstände es gestatten, weniger vielleicht von dem Gesichtspunkt aus, dass sie den Gefahren des Hochwassers begegnen sollen, als im Hinblick auf die günstigen Ergebnisse, welche man daraus im Kampfe gegen die Abnahme des Grundwassers erhoffen kann, welches in Frankreich die öffentliche Meinung lebhaft beschäftigt; bezüglich einer Abhilfe in dieser Beziehung hat die Direktion für das Wasserwesen besondere Studien unternommen.

(1) Man vergleiche hierzu die Studie von RISLER und WÉRY (*Jahrbücher des landwirtschaftlichen Instituts*, Band IV, 2. Folge).

(2) Diese Flächen werden in Frankreich nach den Gewährsmännern auf 9 bis 12 Millionen Hektare geschätzt.

3. *Stauweiher*. — Die Berasungen, die Aufforstungen, die Rohrleitungen wirken auf die Niederschlagswässer bereits hemmend ein, bevor sie in die Talgründe gelangen. Haben die Wässer diese erreicht, dann muss man gegen den Strom selbst vorgehen. Der günstige Einfluss, welchen die natürlichen Seebecken auf die Unschädlichmachung oder Abschwächung der Hochfluthen ausüben, hat dazu geführt, einen gleichen Erfolg in der Schaffung künstlicher Aufspeicherungsbecken (Stauweiher) zu suchen. Eine derartige Anordnung erscheint zunächst sehr verführerisch, aber ihre Durchführung bietet doch sehr erhebliche Schwierigkeiten; man hat gegen derartige Stauweiher die Gefahren in's Gefecht geführt, welchen dadurch die unterhalb im Tal wohnenden Leute unterworfen seien, man hat auf die erheblichen zu ihrer Anlage erforderlichen Kosten hingewiesen, ja man hat sogar ihren Einfluss auf die Ueberflutungen selbst in Zweifel gezogen.

Von vornherein ist ja klar, dass das Zusammenbrechen des Abschlussdammes eines solchen Stauweihers, wie dies unglücklicherweise zahlreiche Beispiele bewiesen haben, unter allen Umständen die völlige Vernichtung des abwärts gelegenen Tales bedeuten muss; aber bei verständiger und überlegter Anordnung braucht man wohl nicht über Gebühr an den (1) auf Mangel an ausreichender Sicherheit begründeten Bedenklichkeiten festzuhalten, man muss vielmehr nur darauf bedacht sein, bei derartigen Anlagen nicht auf Kosten der Widerstandsfähigkeit irgend welche Verringerung der notwendigen Aufwendungen erzielen zu wollen (2). Der zweite Einwurf gegen die Anlage von Stauweihern betrifft die Höhe der für derartige Anlagen erforderlichen Kosten. Da der Preis für den aufgespeicherten Kubikmeter Wasser in dem Masse geringer wird, als mehr Kubikmeter in einem Stauweiher aufgespeichert werden können, kommt es in erster Linie darauf an, zweckmässig

(1) Ein Rundschreiben des Landwirtschaftsministers vom 15. Juni 1897 hat im Einzelnen den Weg gewiesen, den man für die Berechnung der Widerstandsfähigkeit der Abschluss-Mauern von Staubecken zu beobachten hat. Vergleichliche *Bekanntgabe des landwirtschaftlichen Wasserdienstes*, Band 22, Seite 787.

(2) Der Wasserdienst hatte bei Serre-Ponçon, an der Durance, eine Stauanlage von 85 m über den Fundamenten vorgesehen, deren Ausführung aufgegeben werden musste, nicht aus Besorgniss für ihre Standsicherheit, sondern wegen der Schwierigkeiten, welche die Beseitigung der ausserordentlich umfangreichen zur Ablagerung zu erwartenden Geschiebe verursacht haben würden.

gelegene Oertlichkeiten dafür zu finden. Aber selbst unter vorteilhaften Bedingungen muss der Preis von 0,10 bis 0,15 Fr. für den Kubikmeter als sehr gering bezeichnet werden und es wird nur ganz ausnahmsweise gelingen, noch geringere Preise zu erzielen (1).

Auch die Unterhaltung ihrerseits bringt oft neue Lasten mit sich (2). Wenn man nun auch die grosse Bedeutung der Stauweiher für die Abführung von Hochfluten anerkennen muss, so verursacht doch ihre Einrichtung, wenn sie einen wirklich nachhaltigen und merkbaren Einfluss auf die Hochwasser ausüben sollen, erhebliche Kosten, sodass es unwirtschaftlich erscheint, abgesehen von besonderen Fällen, sie lediglich zum Zwecke des Schutzes gegen die Hochfluten anzulegen. Können derartige Anlagen dagegen zu gleicher Zeit für andere Zwecke nutzbar gemacht werden, dann können sie auch wirtschaftlich sehr nutzbringend erscheinen. Also braucht man sich an der Frage der Kosten nicht mehr so lebhaft zu stossen, wenn es sich darum handelt, Stauweiher anzulegen, welche ausser ihrer Bestimmung, zum Schutz gegen Hochwassergefahren zu dienen, den weiteren Zweck verfolgen, für landwirtschaftliche und industrielle Bedürfnisse nutzbringend gemacht zu werden. Allein schon das Aufspeichern der sommerlichen Niederschläge zu Bewässerungszwecken legt den Gedanken nahe, in Erwägungen einzutreten, welche nicht nur hierfür sondern auch für eine zweckdienliche Abführung der grösseren Wassermengen von grossem Werte sein können (3).

(1) Bei der Ausnutzung verschiedener natürlichen Seebecken der Pyrenäen am Ausgange der Hochfläche von Lannemezan zur Verbesserung von Flussläufen ist es gelungen, diesen Preis auf 0,05 franc herabzudrücken. Dieser Preis soll dadurch noch weiter herabgemindert werden, dass man sich vorbehalten hat den Staudamm als Steinschüttung mit Cementbekleidung herzustellen.

(2) Bei einer grossen Zahl von Flüssen füllen die Geschiebe sehr schnell die Staubecken an; an dem Verdon hat der Staudamm für das Sammelbecken des Canals von Aix in fünf Jahren 1 500 000 cbm Boden zurückgehalten. Die Entfernung von abgelagertem Schlamm kann man vielleicht durch angemessene Spülung erreichen, aber das Wegschaffen von grobem Geschiebe wird doch grosse Schwierigkeiten und besonders grosse Kosten verursachen.

(3) Die Verbesserung der Durance, welche in ihrem unteren Teile sechszehn sehr bedeutende 67 000 Hectare bewässernde Kanäle speist und ausserdem die Stadt Marseille mit Wasser versorgt, soll durch die Anlage von drei Staudämmen am Verdon getätigt werden, welche 20 000 000 cbm Wasser aufstauen sollen.

Diese Aufspeicherung wird auf die gewöhnlichen Niederschlagswässer einen wirksamen Einfluss im Betrage von 500 bis 1 200 cbm ausüben.

Die Hüttenwerke mit ausgedehnten Betrieben, deren Zahl an den Flussläufen im Gebirge sehr bedeutend zunimmt, tragen zu ihrem Teil sehr erheblich dazu bei, die Wasserabführung zu regeln (1). Bei einer derartigen Sachlage kann die Höhe der Kosten allein nicht mehr als Vorwand gegen die Anlage von Stauweihern dienen, denn, wenn diese Kosten auch bei einer lediglich als Hilfsmittel gegen Hochwassergefahren beabsichtigten Anlage Bedenken zu erregen im Stande sein könnten, so müssen diese Bedenken doch bei solchen Anlagen zurücktreten, deren Notwendigkeit und Zweckmässigkeit für andere Bedürfnisse neben der Abwendung der Gefahr so sehr in den Vordergrund tritt.

Der letzte gegen die Anlage von Staubecken gerichtete und mit ihrer geringen Wirksamkeit begründete Einwurf erscheint noch weniger geeignet gegen sie zu sprechen. Man hat behauptet, der Einfluss der Staubecken vermindere sich in dem Masse, als die Wasserläufe von ihnen entfernt sind, und sie gewährten für die tiefer gelegenen Teile der Täler nur geringe Vorteile. Ausserdem müssten sie, damit sie überhaupt von Nutzen sein könnten, im gegebenen Augenblick leer sein und es sei im allgemeinen nicht darauf zu rechnen, dass sie dieser Bedingung jemals gerecht werden würden.

Es mag ja zugegeben werden, dass die mit den Staubecken verbundenen Vorteile in ihrer Bedeutung in dem Masse abnehmen, als man sich den unteren Tälern nähert, aber man darf deshalb doch nicht abfällig über sie urteilen, denn es kann oft der Fall eintreten, dass ein, wenn auch nur geringfügiges Zurückhalten von Hochfluten im Stande ist, unvermeidlichen Verwüstungen vorzubeugen, die eintreten würden, wenn man die Fluten eben nicht zurückgehalten hätte. Wieviele Hochfluten, deren Ausuferungen ganze Ernten zerstört haben,

(1) In drei Kreisen im Alpengebiet, Isère, Savoyen und Hochsavoyen war die Zahl der bedeutenderen Hüttenwerke von 100 bis 10 000 Pferdekraften im Jahre 1906 bereits über 60 gestiegen.

Die Hüttenwerke mit mehr als 3 000 Pferdekraften werden immer zahlreicher; eine allein für Kraftübertragung eingerichtete Gesellschaft hat in den letzten Jahren nicht weniger als 7 eingerichtet, davon eine mit 14 000, eine andere mit 20 000 Pferdekraften. Ein zur Genehmigung eingereichter Antrag beabsichtigt für eine Kraftübertragung von der Rhone nach Paris die Einrichtung einer Stauanlage von 200 000 Pferdestärken.

können also zurückgehalten werden und welche Vorteile kann man dadurch allein für die Landwirtschaft erreichen? Andererseits aber müssen die Stauweiher, um dem Hauptzweck, für welchen sie bestimmt sind, dem öffentlichen Dienst, der Landwirtschaft und der Industrie zu dienen, zu entsprechen, notwendigerweise vor dem Eintritt von Zeiten mit geringen Niederschlägen gefüllt sein und das führt naturgemäss dazu sie zu füllen, wenn sie leer gelaufen sind. Aber je zahlreicher die Stauweiher vorhanden, je mehr sie einen erheblichen Bestandteil der Hochwasser in sich aufzunehmen im Stande sein werden, um so wahrscheinlicher wird es auch, dass eintretende Hochfluten teilweise leere Becken vorfinden werden. Je mehr man also auf die Erleichterung der Vermehrung derartiger Anlagen hinwirkt, umsomehr wird man in ihnen und ihrer Leistungsfähigkeit das beste Mittel gegen die Gefahr finden. Ein von dem Landwirtschaftsminister dem Parlament vorgelegter Gesetzentwurf würde daher gegenwärtig die günstigsten Vorbedingungen für sich haben, indem er die Einrichtung von gewaltigen mit Wasserkraft zu betreibenden Hüttenwerken erleichterte und die Einrichtung von Syndikaten für die Verbesserung der Flussläufe förderte.

4. *Stauanlagen mit freien Abläufen.* — *Weiher.* — Die Stauweiher haben ihre Bedeutung darin, dass sie den Abfluss der Wässer aufhalten, dies hat dazu geführt Erwägungen darüber anzustellen, ob man dies nicht mit weniger kostspieligen Mitteln zu erlangen vermöchte. Man hat hierbei schon an die Gräben nach dem System Polonceau gedacht; man kann das augenblickliche Zurückhalten von grossen Regenmengen auch durch Staudämme mit offenen Ueberläufen erreichen (1), welche unter gewissen besonderen Umständen sehr grosse Dienste leisten, ohne doch grosse Kosten zu verursachen. Die Fälle, wo man davon Gebrauch machen kann, sind selten, während man dagegen die Einrichtung von Teichen ganz allgemein und zwar durch das Vorgehen der Eigentümer selbst zur Durchführung bringen kann. Die sehr grosse Anzahl von eingegangenen Teichen kann höchst wahrscheinlich als eine der Ursachen

(1) Als Anlage dieser Art in Frankreich kann man verweisen auf den Damm von Pinay, oberhalb von Roanne, welcher für die Ausuferungen der Loire von sehr erheblichem Einfluss ist.

dafür angesehen werden, dass die Flussgebiete sich in einer so üblen Weise verändert und verschlechtert haben. Die Teiche beförderten, abgesehen davon, dass sie die Hochwassergefahren verminderten, auch noch die Bewässerung und leisteten so vom Standpunkte der Landwirtschaft aus wesentliche Dienste. Die Wiederherstellung einer grossen Zahl von derartigen Teichen muss daher allein schon aus dem Grunde als sehr wünschenswert bezeichnet werden (1) um gegenüber dem Versiegen der verschiedenen wasserführenden Quellen zu Zeiten des niedrigen Sommerwasserstandes Abhilfe zu schaffen. War aber andererseits das Eingehenlassen der meisten Teiche nicht durch Beweggründe gerechtfertigt, deren Bedeutung gegen ihre Wiedereinrichtung spricht? Man hat bei der Beantwortung dieser Frage auf den Vorteil der Eigentümer Rücksicht genommen insofern, als sie durch das Ablassen der Teiche wertvolle bisher mit Wasser bedeckten Flächen für landwirtschaftliche Zwecke gewonnen haben. Nun muss ja zugegeben werden, dass es vom Zufall abhängig und meist überhaupt nicht möglich ist, aus dem Teich einen möglichst grossen Nutzen zu ziehen. Jedemfalls bedeutet für das allgemeine Wohl das Eingehen eines wertvollen Staubeckens kaum mehr als einen Titel, das heisst, sehr wenig. Im Gegenteile muss man zugeben, dass es darüber ganz besondere Vorurteile giebt, welche nachteiligen Einflüsse die Teiche vom Standpunkte der Gesundheit auszuüben im Stande sein können. Die Teiche, in welchen der Boden kaum mit einer nur unbedeutenden Schicht stehenden Wassers bedeckt ist und die an den Rändern sehr flach sind, können mit gutem Recht als ungesund bezeichnet werden; sehr viele andere verdienen aber diesen Vorwurf nicht. Wenig kostspielige Arbeiten würden oft genügen um den für die öffentliche Gesundheit aus den Teichen zu erwartenden Gefahren vorzubeugen. Es scheint also, als wenn man wohl berechtigt wäre, zu der Wiedereinrichtung der Teiche aufzumuntern und von den Besitzern zu verlangen, dass sie in angemessener Weise Vorsorge gegen gesundheitsschädliche Einflüsse treffen und die Teiche in einem solchen Zustande erhalten, der ihre weitestgehende Ausnutzung gestattet.

(1) Man vergleiche zu dieser Frage die bereits alten Untersuchungen von DE SAINT-VENANT, VALLÈS und die neueren Forschungen von DE GROSSOUVRE.

II. — Die zur Verteidigung der Gelände gegen die Einflüsse des strömenden Wassers bestimmten Arbeiten.

1. *Verbauung der Wildbäche.* — Die Verbauung der Wildbäche bedeutet nicht nur einen örtlichen Schutz dadurch, dass sie den hochgelegenen Teilen der Täler durch die Verminderung der Gewalt und des plötzlichen Auftretens der Hochwässer gegen die daraus zu erwartenden Gefahren Schutz gewährt; sie übt vielmehr auch auf die Täler in ihrer ganzen Ausdehnung dadurch einen wohlthätigen Einfluss aus, dass sie das starke Abströmen der Flüsse verringert und dadurch der Schifffahrt sowohl wie der Landwirtschaft Vorteil bringt. Die allein abwehrenden Arbeiten sind im Kampf gegen die Wildbäche unzureichend und Surrel hatte bereits im Jahre 1841 Massnahmen bekannt gegeben, welche man ergreifen müsste, um den Verwüstungen zuvorzukommen. Ausser den Aufforstungen und Berasungen, deren Einfluss allein nicht hinreicht, um den angestrebten Zweck zu erreichen, richten sich die Arbeiten gegen den Wildbach selbst, um seine schädlichen Wirkungen aufzuheben, um in seinem eigenen Bette die Zerstörungen zu verhindern. Zu diesem Zweck dienen die stufenweise angelegten Staudämme, welche künstlich ein ganz allmählig abnehmendes Gefälle, wie es den verbauten Wildbächen eigentümlich ist, herstellen, das in den einzelnen Staubecken eingeschlossene Gelände wird gefestigt durch Pflanzenwuchs, niedrige Hecken und Flechtwerk. Landwirtschaftliche Arbeiten halten dadurch die zunehmende Gewalt der Gewässer auf, dass sie die Rinnsale der kleinen Regenbäche verbauen, welche sich durch das Zusammenfliessen der einzelnen Wasserfädchen bilden; endlich werden Abrutschungen und Abstürzen von Boden in grösseren Mengen durch besondere jedem einzelnen Fall angepasste Anordnungen bekämpft (Staudämme mit besonderer Widerstandsfähigkeit, Drainröhren, Quellenfassungen, Ableitung von Wildbächen und Aehnliches) (1). Die in dieser Hinsicht in Frankreich ausgeführten Arbeiten sind sehr erheblich; vom

(1) Man vergleiche: *Abbrüche, Abrutschungen und Staudämme*, von M. Kuss und *Sicherungen der Uferländer des Giesbaches von Saint-Julien*, durch M. MONGIN. Studien, veröffentlicht aus Veranlassung der Ausstellung vom Jahre 1900.)

Jahre 1860 bis 1905 haben die Ausgaben dafür nahezu 20 Millionen betragen, wovon mehr als die Hälfte auf das Alpengebiet Verwendung gefunden hat.

2. Hochwasserfreie und der Ueberflutung ausgesetzte Deiche.— Zunächst musste man auf den Gedanken kommen, dem Hochwasser nur diejenige Fläche zu überlassen, welche es für seinen Abfluss bedurfte, und die anderen Gelände von dieser unbequemen Last zu befreien, und zu diesem Zwecke die Wassermengen in einem grösseren künstlich beschränkten Becken zurückzuhalten, begrenzt durch hochwasserfreie Dämme, hinter welchen der Rest des Tales im Schutz lag.

Die Linienführungen dieser hochwasserfreien Eindeichungen haben aber mancherlei erhebliche Unzuträglichkeiten; wenn man das Ueberflutungsgebiet übermässig einschränkt, wenn man die natürlichen der Ansammlung des Wassers dienenden Becken ausschaltet, so beschleunigt man das Vordringen der Wässer nach den niedriger gelegenen Gegenden und es erreicht hier eine vermehrte Höhe; die Wässer treten auf diese Weise in Gelände ein, die zuvor ausser ihren Grenzen lagen, und können auch die Deiche, von denen sie bisher zusammengehalten wurden, überfluten. Andererseits kann die zu grosse Verkleinerung desjenigen Talteiles, wo sich sonst Ablagerungen bilden konnten, die fortschreitende Aufhöhung des Flussbettes zur Folge haben und diese kann, wenn die Sinkstoffe nicht stromabwärts weitergetrieben werden, eine solche Höhe erreichen, dass das Wasser über die Uferränder hinaustritt. Diese beiden Umstände haben notwendigerweise zur weiteren Folge, dass man die Deiche fortgesetzt aufhöhen und sichern muss; das Zurückhalten der Wässer durch Eindeichung ist also das Eintreten in einen Kampf ohne Ende gegen eine Macht die mit dem ihr entgegen gebrachten Widerstande immer bedrohlicher wird.

Man darf sich aber nicht allein die unangenehmen Folgeerscheinungen vergegenwärtigen. Hinter den Deichen werden die Zuflüsse und die Regenniederschläge in ihrem Ablauf zurückgehalten und müssen durch besondere Vorrichtungen beseitigt werden und das hat bisweilen die Ausführung von solchen Massnahmen zur Folge, die der Gesundheit wahrhaften Nutzen bringen. Die dem befruchtenden Einfluss der Hochwässer entzogenen Ländereien verlieren ihren Reichtum und die Bewässerung wird eine unentbehrliche Vervollständigung der

Eindeichung, um dem Boden die ursprünglichen für die Landwirtschaft notwendigen Eigenschaften wieder zu verschaffen.

Endlich können die Deiche, deren Abstände voneinander auf die grösste Menge der zu erwartenden Hochfluten berechnet sind, oft nicht den erforderlichen Einfluss auf mittlere Hochwasser ausüben und man muss zu neuen Arbeiten seine Zuflucht nehmen, um den Wässern, welche in der für ihren Weg zwischen den Deichzügen offenen Ebene auseinanderströmen, einen festen Weg anzuweisen.

Die schädlichen Folgeerscheinungen der hochwasserfreien Deiche sind also ebenso zahlreich wie erheblich; die Flusseindeichungen im nördlichen Italien sind von den hervorragendsten Wasserbaukünstlern unter den günstigsten natürlichen Umständen ausgeführt worden und zeigen gleichwohl Unzuträglichkeiten, welche nicht weit davon entfernt sind, wie Belgrand annahm (1), ihre guten Wirkungen aufzuheben; und wenn man dies System unter weniger vorteilhaften Bedingungen zur Anwendung bringt, übertreffen die dadurch hervorgerufenen Mängel bedeutend die daraus zu erwartenden Vorteile und es ist im allgemeinen Interesse durchaus unerlässlich ihre Anwendung auf die alleinigen Fälle zu beschränken, wo es ohne sie nicht anders geht.

Alle Bemühungen der Verwaltung in Frankreich bezwecken denn auch der Bevölkerung das Verständnis dafür beizubringen, dass man im Kampfe gegen die Ausuferungen nicht immer die Eindeichungen als das alleinige Mittel ansehen soll, und dass es verständiger ist, sich in die augenblicklichen Unbequemlichkeiten von Ueberschwemmungen, welche im übrigen durch die mit ihnen verbundene Befruchtung des Bodens wertvolle Vorteile mit sich führen, als in ein notwendiges Uebel zu schicken, umso mehr, als sie den Vorzug verdienen vor den Gefahren, welche Deichbrüche hervorrufen, und vor den vielen Unzuträglichkeiten aller Art, welche die Anlage der Deiche im Gefolge hat.

Gleichwohl können trotz der damit verbundenen Gefahren die hochwasserfreien Deiche nun nicht gänzlich in die Acht erklärt werden, sie sind vielmehr in einer gewissen Anzahl von Fällen notwendig: in erster Linie muss man um jeden Preis den

(1) BELGRAND, *die Seine*.

Kampf gegen die Ausuferungen aufnehmen, wenn es sich darum handelt, die Städte oder stark bewohnte Landstriche zu schützen. Dieselbe Lösung kann von Nutzen sein, wenn sich die Ueberflutungen in zu grosser Ausdehnung auf die bebauten Gelände ergiessen, wenn sie infolge der Eigenschaften des Stromlaufs zu Zeiten auftreten, wo die Ernten in unheilbarer Weise zerstört werden würden, wenn sie so häufig sich einstellen, dass die Landwirte ausser Stande wären, die verursachten Verluste zu ertragen. Endlich können die Deiche als ein Mittel dafür angesehen werden, um in den unteren Gebieten gewisser Ströme das für die Schifffahrt wie für die Landwirtschaft und selbst für die Gesundheit schädliche Zerspalten in verschiedene Stromarme zu verhindern.

Wenn die Deiche dazu bestimmt sind ein einseitiges Ufergelände nur auf eine geringe Länge zu schützen, genügt für sie eine dementsprechende Widerstandsfähigkeit und sie brauchen nicht auch für das gegenüberliegende Ufer zum Schutz zu dienen. Handelt es sich aber darum, Eindeichungen in einer grossen Ausdehnung und für beide Ufer auszuführen, dann muss immer der Bestimmung der Abmessungen, welche man den Werken behufs Erlangung ausreichender Sicherheit geben soll, ein sorgfältiges Studium über die Linienführung und die Entfernung der Deiche von einander vorausgehen. Der gesamte Linienzug muss sich der allgemeinen Stromrichtung anpassen, ohne dadurch gezwungen zu werden, den plötzlichen und unregelmässigen einzelnen Linien zu folgen, weil dadurch der Angriff und die Zerstörung der Werke sehr erleichtert werden würden. Die Bestimmung des Abstandes zwischen den beiden hochwasserfreien Dämmen ist besonders schwierig und die Folgeerscheinungen, die sich häufig bei der Unterhaltung der Anlagen daraus ergeben, dass man es zuvor an einer Berücksichtigung von einem allgemeinen grossen Standpunkt aus hat fehlen lassen, bringen eine neue Quelle von Schwierigkeiten. Wenn man allein die Notwendigkeit des Geländeschutzes in's Auge fasst, muss der Querschnitt derart sein, dass er den Ablauf der Hochwässer bei mittleren Wasserständen gewährleistet. Die Linienzüge der hochwasserfreien Eindeichungen reichen nicht immer aus, um dies zu erreichen, wenn die Wasserzuflührungen zwischen sehr ausgedehnten Grenzen sich bewegen und man muss dann auf andre Mittel zur Festlegung des Flussbettes zurückgreifen. Das Studium über die zu ergreifenden

Massnahmen soll ausserdem sich niemals darauf beschränken, nur den Stromabschnitt zu betrachten in welchem Deiche gebaut werden sollen, sondern man soll sich den gesamten Stromlauf aufwärts und abwärts vergegenwärtigen und sich sodann darüber Rechenschaft ablegen, welche Folgen aus dem gesamten Entwurf für das gesamte Flussgebiet zu erwarten sein werden.

Um sich in diesem Sinne über einen Entwurf in einer zufriedenstellenden Weise klar zu werden, bedarf es allerdings notwendigerweise einer vorherigen möglichst sorgfältigen Kenntnisnahme der verschiedenen Wasserführungen eines Stromes, seines Längenprofiles und seiner Zuflüsse (1).

In den schiffbaren Wasserläufen wird diese Arbeit notwendigerweise schwieriger dadurch, dass man vor Allem sich dadurch bestimmen lässt, die Verbesserungen so einzurichten, dass sie der Schifffahrt Nutzen bringen; und diese Schwierigkeiten werden noch grösser im Ebbe- und Flutgebiet, wo der Uebergang aus dem Fluss- in das Seegebiet, die Gezeiten, die Küstenströmungen, die Zuströmungen vom Binnenlande und von der See her Schwierigkeiten hervorrufen, welche bei jedem Fluss besondere Eigentümlichkeiten aufweisen.

Hat man die Linienführung und die Entfernung der Deiche von einander festgelegt, so entstehen neue Schwierigkeiten bei der Bestimmung ihrer Höhenlage, denn die in den Flusstälern zur Ausführung gebrachten Eindeichungen wirken sofort ändernd auf die den Entwürfen zu Grunde gelegten Voraussetzungen ein. Um in dem Bestreben fortzufahren, die beschützten Gelände dem Einfluss der Wässer zu entziehen, müssten die Deiche beständig aufgehöhht und verstärkt werden und zwar unter Aufwendung drückender Ausgaben, welche trotz alledem die Bevölkerung unter der Bedrohung einer je mehr und mehr fürchterlicher werdenden Gefahr verbleiben liessen. Trotzdem muss man diese Lösung der Frage wählen, wenn es sich darum handelt, stark bevölkerte Gegenden zu

(1) Die Direktion des Wasserdienstes und der Landwirtschaftlichen Verbesserungen hat besondere Dienststellen dafür eingerichtet, um die Werterkennung der in den Gebirgsgegenden vorhandenen Flussläufe zu erleichtern; ausser andern Studien beschäftigen sich diese Dienststellen auch damit, die Verschiedenartigkeiten des Abflusses in gleicher Weise wie das Gefälle dieser Wasserläufe festzustellen.

schützen. Liegen aber auch andere Verhältnisse vor, so kommt man, und zwar unter dem harten Druck der Erfahrungslehren, zu der Erkenntnis, dass es besser ist, auf Arbeiten, die im gegebenen Augenblick unter allen Umständen doch unzureichend bleiben müssen, zu verzichten, und man entscheidet sich dafür im Fall von aussergewöhnlichen Hochwassererscheinungen den natürlichen Verhältnissen ihren Lauf zu lassen. Von diesem Gedankengange aus hat man sich dazu entschlossen die Gelände gegen die stärksten gewöhnlichen Hochfluten zu schützen, im Falle von aussergewöhnlichen gefahrdrohenden Hochfluten aber diese über die Deiche abfliessen zu lassen und zwar derart, dass man das Hochwasserbett in solchen Abmessungen verbreitert, dass die grösste Höhe der Flutwelle herabgemindert wird.

Damit aus diesem Vorgehen keine Unzuträglichkeiten entstehen, muss man Sorge tragen, dass der Abfluss der ausserhalb des eingedeichten Stromabschnitts geführten Wassermengen nach unterhalb sich ohne Schwierigkeiten vollziehen und dass die Ableitung ohne Schaden anzurichten vor sich gehen kann. Dieser letzte Zweck wird dadurch erreicht, dass man die Eindeichung mit geneigter Ebene anlegt oder dass man die Ueberlaufstellen von oberstrom nach unterstrom stufenweise und zwar in der Form anlegt, dass jede von ihnen erst dann in Wirksamkeit tritt, wenn sich an ihrem Fusse von dem folgenden Ueberlauf bereits eine ausreichende Wasserwelle vorfindet, um die Gewalt des Uebersturzes aufzuheben.

Man ist noch weiter gegangen und hat daran gedacht sich darauf zu beschränken, die Gelände nur gegen die den Ernten schädlichen Ausuferungen zu schützen und die Deiche nur bis zur Höhe der mittleren Hochfluten anzulegen. Bei diesem Vorgehen bleiben die gewöhnlichen Hochfluten zwischen den Deichen zusammengehalten und nur, sobald der Wasserzufluss grösser wird, wird das bis dahin geschützt gewesene Gelände auch überflutet. Damit nun hierbei die hinter den Deichen liegenden Ländereien durch die übertretenden Wasser nicht aufgewühlt werden, werden sie mangels natürlicher Hindernisse in eine Reihe von ausreichend beschränkten Abteilungen zerlegt, welche vermittelt besonderer Einrichtungen unter Wasser gesetzt werden können, bevor das Uebertreten des Wassers über die Schutzdeiche eintritt.

Dieses System hat häufig im Zusammenhange mit hochwasserfreien Deichen Anwendung gefunden, um das Austreten

des Flusses zu verhindern. In solchen Fällen werden die der Ueberflutung ausgesetzten Werke mit den hochwasserfreien Deichen durch Querdämme verbunden, welche unabhängig von ihrer Einwirkung auf die Strömung Becken für die Geländeaufhöhung bilden können.

Erstrecken sich die nichthochwasserfreien Eindeichungen über eine beträchtliche Länge, so macht sich die verhinderte Ansammlung des Wassers sehr bemerkbar und je mehr man sich dem unteren Tale nähert, umso mehr kann die Flut, die stromaufwärts eine gewöhnliche gewesen wäre, im Tal sich zu einer aussergewöhnlichen herausbilden. Der Abflussquerschnitt bei derartigen Deichen wird also mit ihrer zunehmenden Länge geringer; andrerseits, da die Notwendigkeit mit den Deichen Querdämme zu verbinden erhöhte Kosten nach sich zieht, muss ihre Anwendung im Allgemeinen auf den Abschluss der im Ufergelände vorhandenen Senkungen beschränkt bleiben, damit sich auf dem Vorlande nicht gefährliche Strömungen bilden, oder auf die Fälle, wo es sich um den Schutz von bebautem Gelände von besonderem Wert handelt.

3. *Buhnen. — Schutz der Ufer.* — Die Festlegung des Strombettes ist von ganz besonderer Bedeutung für die Erleichterung des Wasserabflusses und, um den Anfrassungen der Uferländer vorzubeugen, durch welche letztere nicht allein die Besitzer der zerstörten Gelände sondern mehr noch die allgemeinen Interessen geschädigt werden. Es bietet sich in der Tat für die Flächen und den Wert der zerstörten Gelände in den Anlandungen, welche sich an anderen Stellen bilden, niemals ein Ersatz. Einerseits wird ein Teil der abgeschwemmten Massen bis in das Meer weggeführt und ist verloren, andrerseits sind die angeschwemmten Gelände lange Zeit nichts anderes als unfruchtbare Landflächen, welche erst nach einer langen Reihe von Jahren sich für die landwirtschaftliche Bebauung eignen. Ausserdem, und man kann diesen Punkt nicht genug betonen, schädigt auch, unabhängig von den der Landwirtschaft unmittelbar zugefügten Nachteilen, die Aufhöhung des Strombettes, welche eine Folge der Uferangriffe ist, allgemein das Abflussvermögen der Flüsse, welche sich bis zum Meere fortsetzen, und bereitet für die Schifffahrt schwerwiegende Unzuträglichkeiten, indem sie die Art der Stromregulierungsarbeiten immer schwieriger gestaltet.

Zum Schutz der Uferländer und im Kampf gegen die Veränderlichkeit des Strombettes bieten die Buhnen ein besonders wertvolles Mittel. Zunächst zieht die Zerstörung derartiger Bauwerke in keinem Falle so traurige Folgeerscheinungen nach sich, wie dies bei Deichbrüchen der Fall ist, und es können sogar nur unbedeutende Unzuträglichkeiten daraus entstehen, solange die benachbarten Buhnen, falls sie nicht selbst fortgerissen sind, ihre Einwirkung weiter ausüben. Ferner bieten die verhältnismässig geringeren durch die Anlage dieser Werke verursachten Kosten, die Leichtigkeit ihrer Wiederherstellung weitere Vorteile. Aber auch die Möglichkeit, ohne besondere Schwierigkeiten die ursprünglich getroffenen Anordnungen dadurch abzuändern, dass man die Buhnen verlängert oder verkürzt, dass man ihre Zahl vergrössert, gestattet es, falls dies erforderlich ist, zuerst begangenen Irrtümern ohne erhebliche Kosten abzuhelfen, während es bei der Anwendung von Längsdeichen nur mit grossen Kosten möglich ist, an eine andere Anordnung heranzugehen. Endlich und mehr als Alles machen diese vereinigten leichten Bedingungen für die Abänderungen der Werke dieses System so empfehlenswert, denn, indem es die Mittel gewährt, allmähig gegen den Wasserlauf vorzugehen, giebt es auch die Möglichkeit, zufriedenstellende und für die Festlegung des Bettes endgültige Ergebnisse zu erreichen.

Die Entfernung, die Länge und der Querschnitt der Buhnen hängen, wie das klar ist, von den Umständen ab; in allen Fällen, wo es sich darum handelt die so schwierige Frage der Regulierung eines Flusses im Hinblick auf die Bedürfnisse der Schifffahrt zu lösen, können die von dem Inspecteur-Général Fargue und von dem Chefingenieur Girardon gelegentlich der früheren Schifffahrts-Congresse vorgezeichneten Regeln als Richtschnur dienen. Bei den nicht schiffbaren Gewässern, wo es sich nur um den Schutz gegen Uferabbruch handelt, ist diese Frage viel weniger wichtig; die Schwierigkeiten, welchen man begegnet, um einen Kanal aufzuschliessen und in einer ausreichenden Tiefe zu erhalten, spielen gleichfalls keine Rolle; es genügt hierfür, sich an die Lehren der vorgenannten Ingenieure zu halten, die allgemeinen Grundsätze zur Erlangung einer möglichst zweckmässigen Linienführung zu befolgen und dann das Kanalbett in einer festen und dauernden Form herzustellen. Zu diesem Zweck ist es ratsam, das Gefälle in Uebereinstimmung mit dem Gleichgewichtszustande zwischen

dem fliessenden Wasser und der Widerstandsfähigkeit der Böschungen nicht zu gross zu machen, plötzliche Wechsel in den Krümmungen zu vermeiden und hierbei soviel als möglich dann, wenn Krümmungen mit grossen Halbmessern im entgegengesetzten Sinne verbunden werden sollen, dies mit Hilfe der von Fargue empfohlenen graden Linien zu tun. Endlich ist es, wenn der neue Wasserlauf erheblich von dem alten abweicht, notwendig, nicht den Versuch zu machen unvermittelt das eine Bett mit dem andern zu vertauschen, sondern die Ueberleitung sich allmählig vollziehen zu lassen.

Damit die Buhnen nicht aus ihrer Lage gerissen und zerstört werden, müssen sie an hoch gelegene Punkte angeschlossen werden, welche, wenn sie sich von Natur nicht vorfinden, künstlich mit Hilfe von einer Dammschüttung hergestellt werden müssen. Sie dürfen nicht angreifend auf das gegenüberliegende Ufer wirken. Auch muss man diesen Werken, um den vollen gewünschten Erfolg zu erreichen, eine leicht stromaufwärts geneigte Lage geben, ihren höchsten Punkt über den höheren Anschwellungen an ihrer Wurzel, befestigen und sie nach dem Talweg zu abfallen lassen. Grundsätzlich sollte das äusserste Ende der Buhnen das Niveau des Wassers, dessen Abfluss der ganzen Anlage entspricht, um ein Unbedeutendes überragen, aber es kann auch, um die aufhöhende Wirkung zu vergrössern, von Nutzen sein, ihr Längengefälle etwas zu verringern. Die durch diese Anordnungen verursachte Vertiefung des Talwegs bietet nicht die Unzuträglichkeiten, welche die Folge einer Senkung des Sommerwasserspiegels auf einem schiffbaren Fluss sein würden, und es genügt, entsprechende Vorsichtsmassregeln dafür zu treffen, dass die Standsicherheit der Buhnenköpfe nicht beeinflusst wird.

An der Durance hat man zufriedenstellende Ergebnisse mit Buhnen in T-Form erreicht, deren stromaufwärts liegender Arm etwas mehr als doppelt so lang ist als der stromabwärts liegende und deren Enden in der Richtung des gegenüberliegenden Ufers liegen; die Anlandungen, welche sich bei diesem Vorgehen im Schutz der Deiche bilden, erfolgen ziemlich rasch zum Vorteil des bebauten Geländes.

Der Kampf gegen die Zerstörungen der Uferränder kann ausser mit Buhnen auch mit Hilfe von Bekleidungen verschiedener Art, welche im Allgemeinen keine besondere Schwierigkeiten darbieten, geführt werden und die aufhöhende Wirkung gewisser

Flüsse wird in gleicher Weise dazu verwendet, um dem abfließenden Wasser nur den unbedingt notwendigen Querschnitt zu lassen.

4. *Schutz der Gelände gegen das Meer.* — Bei den Uferabbrüchen infolge der Einwirkung der Wellen oder der Strömung, bisweilen auch unter dem Einfluss der versickernden Wässer ist es von Wichtigkeit zuerst den Veranlassungen des Uebels nachzuforschen und dann mit den besten Mitteln und mit tunlichst geringen Kosten Abhilfe zu schaffen. Unabhängig von den zur Festlegung der Dünen bestimmten Arbeiten schliessen sich die Unternehmungen im Kampfe gegen dieselben Einwirkungen des Meeres an zwei grundsätzliche Vorbilder an, deren gleichzeitige Anwendung überdies oft notwendig ist; Bühnen, welche dem Meeresstrande die ihm fehlende Festigkeit geben; längslaufende Bekleidungen, Deiche, Wellenbrecher und andere, um die Küste gegen die Gewalt der Wellen zu schützen. Die Untersuchung über die anzuwendenden Mittel ist immer schwierig; es ist ratsam sich mit den vielfachen oft schlecht erkannten Elementen zu beschäftigen und der Vergleich mit bestehenden Ausführungen ist dann häufig von besonderem Nutzen.

Die Untersuchung dieser Arbeiten würde zu weit führen, man muss sich vielmehr darauf beschränken daran zu erinnern, dass es notwendig ist die Uferbekleidungen in durchaus standfester Weise zur Ausführung zu bringen und ihnen eine derartige Querschnittsform zu geben, dass sie die Einwirkung der Wellen lähmen und den Wasserschäden vorbeugen.

Abgesehen von den Massnahmen, welche sich zum Schutz der Gelände gegen die angreifende Tätigkeit des Meeres als notwendig erweisen, wird es auch bisweilen erforderlich sie in Schutz gegen das Eindringen dieser Wässer zu nehmen; die alleinige besondere Eigentümlichkeit dieser Verfahren beruht in den Massnahmen, dass Wasser hinter den Schutzdeichen sich verlaufen zu lassen, womit wir uns weiterhin beschäftigen wollen. Kurz, die aufgehende Tätigkeit der Meeresfluten ist bisweilen von grossem Vorteil dafür gewesen, um Gelände am Meer zu gewinnen oder benachbarte Ufergelände von Flüssen dort aufzuhöhen, wo der Einfluss des Meeres sich bemerkbar macht.

5. *Bedeutung der Verteidigungsarbeiten in Frankreich.* — Die Verteidigungsarbeiten sind durch die Staatsregierung ausgeführt unter dem Vorbehalt der Mitwirkung der Beteiligten dort, wo es sich darum handelte, besonders stark bewohnte Gegenden zu schützen, in andern Fällen durch Syndicatsgesellschaften (1), welche der Staat durch Bewilligung von Beihilfen unterstützt. Die Höhe dieser Beihilfen ändert sich mit den allgemeinen vorliegenden Zwecken und der Landwirtschaftsminister bewilligt allgemein $\frac{1}{3}$ in allen Fällen, wo landwirtschaftliche Gebiete in Frage kommen und selbst da, wo es sich um Verteidigungsmassnahmen gegen schiffbare Flüsse oder gegen das Meer handelt. Die Unterhaltung liegt mit besonderen Ausnahmen, obwohl sie häufig eine schwere Last bedeutet, allein den Beteiligten ob; nur die grossen Wiederherstellungsarbeiten, welche nicht in ungenügender Unterhaltung begründet sind, finden auch die Gewährung von Beihilfen.

Die solchergestalt zur Ausführung gelangten Arbeiten haben einen erheblichen Umfang erreicht. Die Eindeichungen an der Loire oberhalb von Nantes, deren erste Anlage in alte Zeiten zurückreicht, haben eine Gesamtlängenausdehnung von mehr als 483 km und dienen ungefähr 100 000 ha zum Schutz. An der Rhone oberhalb der Isère sind die Deiche mit Ausnahme der Städte, deren Schutz durch hochwasserfreie Kaimauern sicher gestellt ist, durch die Beteiligten ohne gegenseitige Verbindungen unter einander errichtet worden. Im Gegensatz hierzu gewähren die stromabwärts befindlichen fortlaufenden Eindeichungen dem Gelände mit Ausnahme von aussergewöhnlichen Ueberflutungen, welche, wenn sie eintreten, sich alsdann bis unterhalb Beaucaire ausbreiten, über eine Fläche von mehr als 160 000 ha Schutz. An der Garonne sind die Eindeichungen zum grossen Teil durch die Besitzer ohne einen regelrechten

(1) Diese Syndicatsgesellschaften setzen sich aus Besitzern zusammen, welche an einem und demselben Unternehmen in gleicher Weise beteiligt sind. Nach Vollendung gewisser Förmlichkeiten werden diese Unternehmungen in gleiche Linie mit den öffentlichen Arbeiten gestellt und auf diesem Wege erlangen die Gesellschaften die zu ihren Unternehmungen erforderlichen Gelände auf dem Wege der Enteignung. Man unterscheidet diese Gesellschaften in zwei Klassen, je nachdem sie einfache Verbesserungen oder Arbeiten im öffentlichen Interesse zum Zwecke haben. Im letzteren Falle kann die Mehrheit der Beteiligten, wenn sie eine durch das Gesetz bestimmte Zahl erreicht hat, die Minderheit zwingen sich ihren Entschliessungen zu fügen.

Plan ausgeführt (1). An der Seine, deren Wasserführung viel friedfertiger ist, sind Eindeichungen selten bis auf das Seegebiet; und auch diese ist im Gegenteil auf ihre grösste Längenausdehnung fast ausschliesslich behufs Erleichterung der Schifffahrt eingedeicht worden. Die für diese Arbeiten aufgewendeten Kosten, welche im Jahre 1900 46 Millionen betragen, sind bis zur Höhe von 21 Millionen durch den Wert der durch Anlandungen geschaffenen Gelände wieder ausgeglichen worden. Die Verbesserung der Verhältnisse im Stromgebiet der Loire und der Garonne in ihren unteren und schon zum Seegebiet gehörenden Teilen geben gleichfalls Gelegenheit zu sehr bedeutenden Deichanlagen, aber diese scheiden aus dem Rahmen dieser Betrachtung aus, da es sich bei ihnen darum handelt für die Schifffahrt eine genügende Wassertiefe herzustellen (2). Wenn man von den grossen Strömen zu den weniger bedeutenden Flussläufen übergeht, so findet man, dass die meisten von ihnen zum Schutz für die bewohnten oder die landwirtschaftlich bebauten Gegenden mit hochwasserfreien Eindeichungen versehen sind. Unter der Mitwirkung der Verwaltung, welche jede Unterstützung für die Ausführung von solchen hochwasserfreien Deichen, deren Anlage nicht besteuert wird, versagt, hat die Bevölkerung mehr und mehr ihre Zuflucht zu anderen für das öffentliche Wohl weniger gefährlichen Verteidigungsmassnahmen genommen. Die Zahl der zum Zweck der Verteidigung gebildeten Gesellschaften beträgt an den nicht schiffbaren Flussläufen mehr als 750 und nimmt noch beständig zu. Die Opfer, welche den Beteiligten hierdurch auferlegt werden, sind bisweilen sehr beträchtlich. In gewissen Fällen werden sie durch die ganz aussergewöhnliche Fruchtbarkeit der gegen das Wasser geschützten oder ihm abgewonnenen Gelände gerechtfertigt (3). Unter anderen Bedingungen, besonders im

(1) Das Werk des Generalinspectors LECHALAS, *Wasserbaukunde für Flussläufe*, bringt sehr ausführliche Mitteilungen über die Hochwässer der vier grossen französischen Flüsse bis zum Jahre 1880 und über die in den Stromgebieten ausgeführten Verteidigungsarbeiten.

(2) Man vergleiche zu diesem Gegenstande der Verbesserung der im Seegebiet liegenden Teile der französischen Ströme die Vorlesungen über Seebau von dem Generalinspector QUINETTE DE ROCHEMONT.

(3) An der Durance sind die schlammigen Anlandungen, nachdem sie durch den vom Winde darauf gestriebenen Sand verbessert sind, von einer ganz aussergewöhnlichen Fruchtbarkeit; man hat auf ihnen Gemüse geerntet im Wert von mehr als 3 000 Fracs pro Hectar.

Gebirge würden die Ausgaben in keinem richtigen Verhältnis zu den zu erwartenden Erfolgen stehen, wenn man nur die Ausdehnung und den Wert der geschützten Ländereien in Frage ziehen wollte. Trotzdem sind diese Arbeiten durch das öffentliche Interesse gerechtfertigt, wenn man einmal ihren günstigen Einfluss, welchen sie auf die Flussgebiete ausüben können, erwägt und wenn man andererseits die grosse Bedeutung in Rechnung zieht, welche darin liegt, dass der armen Bevölkerung ihr Eigentum geschützt und sie aufgemuntert wird die Bewirtschaftung des Bodens nicht aufzugeben. Unter derartigen Verhältnissen zögert der Landwirtschaftsminister mit Recht nicht ein Drittel bis zur Hälfte und selbst zwei Drittel des Zinsfusses der von ihm bewilligten Beihilfen zu übernehmen. Wo es sich um den Schutz gegen das Meer handelt, übernimmt der Staat unter besonderen Umständen die gesamten Kosten zu seinen Lasten; in dieser Weise sind auch von Anfang an die von Grare vorgesehenen Arbeiten, welche dazu bestimmt waren, die Verlegung der Mündung der Gironde zu verhindern, durch das Ministerium der öffentlichen Arbeiten zur Ausführung gebracht worden; gleichfalls ist die Wiederherstellung der Schutzdeiche an den Salzteichen von Guérande, welche über die Mittel der dort wohnenden unglücklichen Bevölkerung hinausgegangen wären, durch die Sorge des Landwirtschaftsministeriums sichergestellt worden.

III. — Arbeiten zur Erleichterung des Wasserabflusses.

1. *Baggerungen und Begradigungen.*— Die Wasserläufe haben beständig das Bestreben zu versanden, teils auf natürlichem Wege durch die Sinkstoffe, welche die Regenfälle mit sich führen, durch die von den im Abbruch liegenden Uferändern herabgefallenen Bodenmengen und durch die in ihnen wachsenden Wasserpflanzen, teils auf künstlichem Wege durch die Ablagerungen der an ihnen vorhandenen Abflüsse (1).

(1) Auf diese Abflüsse muss man sein Augenmerk nicht allein hinsichtlich ihres Einflusses auf die Wasserabführung, sondern auch auf die Beschaffenheit des Wassers richten. Die unaufhörlich wachsende Vermehrung von Abzugskanälen und Abflüssen der industriellen Werke in die nicht schiffbaren mit im allgemeinen geringer Wasserabführung ausgestatteten Wasserläufe, bringt

Die Unterhaltungsarbeiten sind daher in den meisten Fällen unerlässlich, um Ausuferungen zu verhindern und um der Hebung des Grundwasserspiegels zuvorzukommen. Auf den nicht schiffbaren Wasserläufen werden die Baggerungen durch die Beteiligten, allein oder in Syndicatsgenossenschaften vereinigt, deren Zahl mehr als 1 200 beträgt, zur Ausführung gebracht. Die Arbeit, welche hieraus dem Wasserdienst in der Anordnung und Ueberwachung dieser Arbeiten erwächst, ist sehr erheblich, da die zu baggernde Strecke jährlich mehr als 13 000 km Länge für eine Fläche von 420 000 ha hat und mehr als 3 Millionen Kosten verursacht. An den schiffbaren Wasserläufen liegt der Staatsregierung die Sorge für die Unterhaltung ob, mit Ausnahme der Fälle jedoch, wo es sich darum handelt, die Besitzer, welche von den ausgeführten Arbeiten Vorteile erwarten, zur Mitbeteiligung heranzuziehen. Neben diesen Unterhaltungsarbeiten, welche die gewöhnliche Wasserabführung sicher stellen und dem Flussbett seine natürliche Breite und Tiefe wiederherstellen, stehen die zum Schutz gegen die Hochfluten bestimmten Arbeiten, indem sie das Abflussvermögen erleichtern oder besondere Hindernisse, welche sich dem freien Abfluss des Wassers entgegenstellen, beseitigen. Um örtliche Ausuferungen zu verhindern, bieten bisweilen die Verbreiterung, die Vertiefung oder die Begradigung eine befriedigende Lösung. Verallgemeinert würden aber diese Arbeiten kein Mittel gegen die Ueberflutungen durch Hochwasser bilden, denn, wenn auch die kurze Strecke, wo sie ausgeführt sind, dadurch verbessert sein kann, so können die unterhalb gelegenen Teile in demselben Masse verschlechtert sein.

Prüft man nun die Ergebnisse, die man durch das Vorgehen allein vom Standpunkte der örtlichen Interessen, erreicht hat, so wird man oft zu der Einsicht kommen, dass die Vorteile nichts weniger als zuverlässig sind. Es ist unter allen Umständen sehr schwierig, einen von der Natur geschaffenen

schwerwiegende Unzuträglichkeiten mit sich und das Landwirtschaftsministerium hat ganz besondere Massnahmen treffen müssen, um der Verunreinigung dieser Wasserläufe entgegenzutreten. Um die Nutzwirkung dieser Anordnungen vollständig zu machen beschäftigt sich zur Zeit ein neben der Direction für den Wasserdienst eingesetzter Ausschuss mit dem Entwurf eines Gesetzes, bestimmt, die Reinhaltung der nichtöffentlichen Wässer in wirksamer Weise sicher zu stellen, ohne jedoch die Industrie in eine abhängige für ihre Weiterentwicklung empfindliche Abhängigkeit zu bringen.

Zustand, der unaufhörlich bestrebt ist, seine ursprüngliche Form wieder anzunehmen, anders zu gestalten. Wollte man zum Beispiel im Besonderen das Gefälle durch Geradelegungen von Flüssen vergrössern, so würde man dabei übersehen, dass der Wert dieses Gefälles eine Folgeerscheinung des aus der anfressenden Kraft und der Widerstandsfähigkeit der Uferböschungen entstandenen Gleichgewichtszustandes ist, und das hiesse einen Kampf gegen die Wasser unternehmen, in welchem diese unter allen Umständen siegreich bleiben würden. Wenn Geradelegungen unvermeidlich sind, so muss man die gegen das Bestreben des Wasserlaufes, seinen alten Weg wieder zu gewinnen (1), gerichteten Arbeiten in der sorgfältigsten Weise überlegen, am besten bleibt es aber immer, davon Abstand zu nehmen. Allerdings in den unteren Flussläufen, wo das Gefälle und die Geschwindigkeit geringer werden, kann die Geradelegung gewisser Krümmungen durchgeführt werden, ohne dass die Vergrösserung des Längegefälles eine derartige Geschwindigkeit hervorruft, dass die Uferböschungen Gefahr laufen, angegriffen zu werden; in solchen Fällen kann die Ausführung der Geradelegung sogar nützlich für den unzureichenden Wasserabfluss werden, gleichzeitig mit der Vergrösserung der Kapazität.

Endlich muss man noch dann, wenn es sich um schiffbare Wasserläufe handelt, die Vorsichtsmassregeln treffen, dass die Verbesserung der Wasserabführung für Hochfluten nicht durch die Absenkung des Niedrigwasserspiegels Unzuträglichkeiten für die Schifffahrt nach sich zieht.

Ausser solchen Fällen, wo das Wasser durch das Unzureichende des Gefälles oder des Stromabschnittes, in welchem zufällig Schwellen vorhanden sind, am Abfluss behindert wird, kann man auch in die Notlage kommen, anderen Hindernissen abhelfen zu müssen. Es kommt ebenso gut vor, dass die zum Schutz der Ländereien gegen Ueberschwemmungen oder gegen

(1) Der Generalinspektor LECHALAS hat zur Vermeidung der Unzuträglichkeiten, welche aus der Vergrösserung des mittleren Gefälles entstehen können, in Vorschlag gebracht, Gefällstufen in entsprechenden Entfernungen von einander einzurichten. Wenn diese Gefällstufen dauerhaft mittelst örtlicher fester Schutzwerke eingerichtet werden, so erhält man mit ihnen zugleich die Verminderung der Länge des Flussabschnitts und des Gefälles. (Vergleiche *Flussbau*.)

das Eindringen des Meeres angelegten Deiche den Lauf von Flüssen aufhalten, wie auch die Küstenränder häufig Veranlassung zur Verstopfung der Ausmündungen der Ströme in das Meer geben. Aber ob es sich um Deiche oder um Küstenränder handelt, die dem Abfluss der Wässer entgegengestellten Schwierigkeiten beruhen nicht allein in den Flüssen selbst, sondern auch in den atmosphärischen Niederschlägen, welche auf die sich hinter ihnen ausdehnenden Gelände niedergehen und man wird in den meisten Fällen zu einer allgemeinen Verbesserung des natürlichen Zustandes der Flüsse, die untersucht werden sollen, seine Zuflucht nehmen müssen.

2. *Verbesserungen und Trockenlegungen.* — Wenn der allgemeine Mangel an Gefälle im Gelände den Abfluss der meteorischen Niederschläge in die Stromläufe verhindert und der Boden nicht sehr aufnahmefähig ist, werden die Gelände mit Wassermengen, welche sich je nach der Jahreszeit wechselnd in den Senkungen anhäufen, durchsetzt. Die bebauten Ländereien werden durch die Bodenfeuchtigkeit geschädigt, der Gesundheitszustand wird durch die aus den abwechselnd mit Wasser bedeckten und nicht bedeckten Flächen hervorgerufenen Gefahren bedroht. In den flachen an das Meer angrenzenden Landstrichen wird das Uebel häufig noch durch die vielfachen Stromspaltungen an den Mündungen, durch die Bildung von Teichen und Sümpfen mit salzhaltigem Wasser verschlimmert.

Die Arbeiten zur Sicherstellung eines ausreichenden Abflusses wechseln mit den vorliegenden Verhältnissen und erfordern keine besondere Betrachtung, aber abgesehen von den Verbesserungen im eigentlichen Sinne, drängen sich fast immer noch ergänzende Massnahmen auf. In den Landstrichen, wo die öffentliche Gesundheit durch das am Abfluss verhinderte Wasser bedroht wird, ist das Trinkwasser selten von guter Beschaffenheit und hier ist es unerlässlich, um nachhaltige Ergebnisse zu erzielen, eine angemessene Versorgung der Bevölkerung sicher zu stellen. Die Entwicklung des Ackerbaues spielt hier zu ihrem Teile unbestritten eine nützliche Rolle (1) sowohl in ihrer Wirkung an und für sich als auch indem sie

(1) Man vergleiche : LAVERAN : *Verschiedene Untersuchungen über Sumpffieber.*

der Bevölkerung in reichem Masse die Mittel gewährt ihr Dasein zu verbessern und sich unter den günstigsten Bedingungen in den Kampf gegen das Sumpffieber zu stellen. Es empfiehlt sich ganz besonders sich mit den Arbeiten zu beschäftigen, welche den verbesserten Boden in seinem Wert weiter fördern sollen; in fast allen Fällen ist in dieser Hinsicht die Bewässerung eine unerlässliche Vervollständigung der Trockenlegung, um die Gelände anzufeuchten und zu befruchten, welche andrenfalls für jede lohnende Bebauung unempfindlich sein würden; fast ebenso oft empfiehlt sich die Drainage. Endlich sind bisweilen auch andere dem Grund und Boden nützliche Verbesserungen, wie die Verwendung von Kalk, die Einrichtung von Musterwirtschaften, die Anlage von Verkehrswegen vorzusehen, um die landwirtschaftliche Ausbeutung zu erleichtern. Die mit Salzwasser versumpften Landstriche, welche sich dort finden, wo schlammführende Flüsse durch die Küstenränder in ihrem Abfluss aufgehalten werden, verlangen besondere Massnahmen, um Nutzen aus dem Boden zu ziehen, in welchem der Wechsel von Regen und von Verdunstung die dort abgelagerten Salze immer wieder zu Vorschein kommen lässt. Das Vorhandensein von Seesalz von 10 : 1 000 schadet den Aeckern und das kohlensaure Salz, welches sich in Verbindung mit Kalk bildet, genügt um den Pflanzenwuchs zu verhindern, wenn es mehr als ein Tausendstel überschreitet. Um Gelände, in welchen ähnliche Erscheinungen befürchtet wurden, haben Waschungen behufs Reinigen des Bodens von den schädlichen Salzen gute Ergebnisse gehabt, deren Erfolg durch gleichzeitige Anwendung von Drainage noch vergrössert wurde (1). Andererseits empfiehlt M. Vilbouchewitsch mit Recht als Mittel die Wahl solcher Pflanzen, welche sich dem salzgetränkten Boden anpassen. Offensichtlich hängen die zu ergreifenden Massnahmen vielfach von den Begleitumständen ab und erfordern in jedem besonderen Falle, dass man sie nur auf Grund einer besonderen Untersuchung auswählt.

In Frankreich werden die Trockenlegungen für staatliche Zwecke unmittelbar von der Staatsregierung oder, wo es sich um Genehmigungen handelt, durch die zu einer Syndicatsgesellschaft vereinigten Beteiligten ausgeführt. Mit Ausnahme

(1) Vergleiche: Untersuchungen über die *Zusammensetzung des Bodens der Insel La Camargue* (im Rhonedelta), und *Natur der Salzmoraste der Erde*.

von einzelnen Fällen, sind heute die ungesunden Landstriche zu einem grossen Teile verbessert und die Zahl der noch vorhandenen versumpften Gegenden mit geringer Ausdehnung vermindert sich täglich, dank den von den Beteiligten mit Unterstützung des Landwirtschaftsministers durchgeführten Arbeiten. Die Zahl der mit der Unterhaltung dieser Arbeiten beschäftigten Syndicatsgesellschaften ist mehr als 820. Von den Unternehmungen von ausnahmsweiser Bedeutung darf man eine gewisse Zahl, welche sowohl vom gesundheitlichen Standpunkte als bezüglich der öffentlichen Wohlhabenheit besonders bemerkenswerte Erfolge erzielt haben, namentlich bezeichnen : die Verbesserungen von Landes (900 000 ha), von La Sologne (504 450 ha), von Dombes (112 000 ha).

Ein dem Parlament unterbreiteter Gesetzentwurf bezweckt die Verbesserung der Ostküste von Korsika, eines tatsächlich durch die Malaria verwüsteten Geländes von 100 000 ha Grösse (1) : die auf 12 Millionen veranschlagten Arbeiten sollen die Verästelung der Flussläufe durch Eindeichungen und Festlegung der Mündungen verhindern, die Sumpfflächen sollen zugeschüttet und die Ursachen des mangelhaften Gesundheitszustandes durch die Umgestaltung des Profils der Uferränder beseitigt, endlich soll dafür gesorgt werden, dass die Bevölkerung ein Trinkwasser von guter Beschaffenheit erhält. Zweckmässig wird auch noch auf die glücklichen Erfolge aufmerksam gemacht, welche man in der Vervollständigung von zwei bedeutenden Unternehmungen durch Bewässerungen erreicht hat : in der Ebene von Forez (60 000 ha) hat die Herstellung von zwei Kanälen, welche der Bevölkerung das erforderliche Wasser für den häuslichen Bedarf und das weitere für die Bewässerung einer Fläche von 8 000 ha hergeben, den auf diese Verbesserung zurückzuführenden Mehrwert verdreifacht, wovon hieraus allein 300 Frcs mehr für den Hectar entfallen. Die Verbesserung von La Sèvre-Niortaise bedeutet ein ganz besonders interessantes Unternehmen, da sie zu gleicher Zeit den Bedürfnissen der Verbesserung an und für sich, der Landwirtschaft und der Schifffahrt Rechnung trägt. Das Vorhandensein von Schleusen hat man zur Verhütung der Austrocknung

(1) Die mittlere Lebensdauer an der Ostküste von Kozsika beträgt nicht mehr als 26 Jahre, und trotz der Fruchtbarkeit des Bodens ist das Gebiet wegen der Unmöglichkeit, dort ohne Gefahr im Sommer zu leben, unangebaut.

des Geländes dadurch benutzt, dass man den Wasserspiegel 0,20 m unter der Oberfläche gehalten hat, um auf diese Weise eine Bewässerung durch Ansaugen zu erzielen. 15 000 ha Sumpfgelände sind auf diese Weise in Wiesen verwandelt worden. Die für die Verbesserung angelegten Gräben, hergerichtet zu Wasserstrassen, gestatten den Verkehr von etwa 9 000 Fahrzeugen zur Beförderung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse, die an beiden Uferändern mit Pappelbäumen bepflanzten Kanäle geben den ehemaligen Sumpfniederungen ein lachendes charakteristisches Aussehen und haben den Wert des Grundbesitzes von 200 bis auf 4 000 Frcs je Hectar vermehrt.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Zunächst erscheint es zweckmässig, an einige der allgemein gehaltenen Betrachtungen zu erinnern, welche wir bei der Prüfung der verschiedenen im Kampfe gegen die austretenden Wasser anzuwendenden Massnahmen behandelt haben.

Die Waldungen bilden unter allen Umständen kein ausreichendes Hilfsmittel gegen die Ueberschwemmungen und zur Verbesserung der Flussläufe, aber ihre örtliche Einwirkung auf den schnellen Abfluss, ihre Einwirkung auf die mittleren Hochfluten, welche sich ziemlich weit stromabwärts bemerkbar machen kann, endlich ihre Gegenwirkung gegen die Zerstörungen, deren Unzuträglichkeiten sich überallhin ausdehnen können, rechtfertigen durchaus das Interesse, welches man für ihre weitere Entwicklung hegt; ihr Wuchs, selbst auf den steinigten Gebirgen, in dem undurchdringlichen und stark abschüssigen Boden, welcher in unüberlegtester Weise entwaldet ist, ist an und für sich von gutem Einfluss.

Das Gute, was man von den Stauweihern zu erwarten hat, nimmt in dem Masse ab, als man sich den unteren Teilen der Flussläufe nähert; aber je mehr Stauweiher man anlegt, um so mehr erhöht sich ihre Wirksamkeit. Wenn die Anlage von Staubecken, welche allein zum Schutz gegen Hochwasser dienen sollen, auch wirtschaftlich nicht berechtigt erscheint, so sichert doch, abgesehen von dieser ihrer Bestimmung zur Verhütung von Ueberschwemmungsgefahren, ihre Nutzbarmachung für die öffentlichen Dienste, für die Landwirtschaft und Industrie

ihre fortschreitende Entwicklung und dies ist wichtig genug, ihre Durchführung auch im Hinblick auf die Regulierung der Flussläufe zu fördern.

Die ausschliesslich mit Rücksicht auf die Bebauung und auf die landwirtschaftliche Ausnutzung der Wässer eingerichteten Drainagen, die Teiche, welche allein schon hierin eine hinreichende Berechtigung finden, bieten im Hinblick auf die von ihnen verursachten Verminderungen der Hochfluten noch besondere Vorzüge dar, als sie allein durch die Besitzer ohne Einwirkung des Staates, in's Leben gerufen und häufig zur Anwendung gebracht werden können.

Unabhängig von ihrer unangenehmen Einwirkung auf das allgemeine Verhalten der Hochwässer bieten die hochwasserfreien Deiche bedenkliche Unzuträglichkeiten dadurch, dass sie den Uferländereien die befruchtende Einwirkung des Wassers entziehen und bisweilen sogar die Notwendigkeit der Verbesserung dieser Ländereien nötig machen. Ihre Anwendung muss daher auf die Fälle beschränkt werden, wo keine andre Lösung gefunden werden kann. Und in der Verallgemeinerung ihrer Anwendung erkennt man nicht nur in den meisten Fällen die wahren Interessen der Bevölkerung, sondern man stellt ohne tatsächlichen Nutzen Deiche, welche unwirksam gegen die Angriffe der Hochfluten, gegen welche man sich durch ihre Erbauung hätte schützen wollen, geworden sind, wieder her. Wenn die Ausführung eines hochwasserfreien Deiches wirklich notwendig wird, dann soll man doch nicht nur die Folgerscheinungen für den unmittelbar beteiligten Stromabschnitt, sondern auch für die daraus sich ergebenden Folgen für die stromaufwärts und stromabwärts liegenden Abschnitte erwägen.

Wenn es sich bei den nicht schiffbaren Wasserläufen nur darum handelt, ihr Flussbett festzulegen, ohne sich um die Tiefe kümmern zu müssen, ist es von Nutzen, seine Zuflucht zur Anwendung von nach dem Stromlaufe zu fallenden und gegen das Oberwasser geneigten Bahnen zu nehmen; ausser anderen Vorzügen ist dieses Verfahren aus dem Grunde besonders empfehlenswert, weil es ein allmähiges Vorgehen gegen das Wasser gestattet und weil es möglich ist, die einmal getroffenen Anordnungen, wo es das Bedürfnis erheischt, ohne übertriebene Kosten abzuändern.

Wenn es unerlässlich ist, zur Wiederherstellung der natürlichen Breiten und Tiefenverhältnisse der Flussläufe mit dem

Mittel der Verhinderung ihrer Ausuferung oder ihres Stehenbleibens, beide gleich schädlich für die Landwirtschaft, vorzugehen, so empfiehlt es sich doch mit der grössten Vorsicht die Massnahmen, mit welchen man den Abfluss der Wasser beschleunigen will, zu überlegen und dafür Sorge zu tragen, dass die vorgenommenen Veränderungen auch vereinbar mit der gesamten Beschaffenheit des Flusslaufes sind.

Um den Nutzerfolg der Verbesserungen in ausgedehnten Geländen zu vervollständigen, müssen die Verbesserungen im eigentlichen Sinne in den meisten Fällen von Bewässerungsarbeiten und anderen notwendigen landwirtschaftlichen Massnahmen begleitet sein, um die Wertsteigerung des Bodens ebenso wie die Versorgung der Bevölkerung mit einem guten Trinkwasser sicher zu stellen.

Die vorstehenden Schlussfolgerungen treffen offenbar nur allgemein zu und allein die in jedem Einzelfall vertiefte Untersuchung der besonderen Verhältnisse wird die beste Lösung der Frage finden lassen; aber die Ausführungen in ihrer Gesamtheit weisen unbestritten den Zusammenhang nach, welcher zwischen der Aufgabe, wie man am besten die Gelände gegen Ueberflutungen schützt und wie man am zweckmässigsten ein Stromgebiet verbessert, vorhanden ist.

Die unmittelbar zur Erhaltung der Gelände bestimmten Arbeiten können in glücklicher Weise durch die in allgemeiner Form gegen die Wirkung der Höchwässer vorgesehenen Mittel ergänzt werden. Wenn es auch übertrieben ist, nun von diesen Mitteln allein den Schutz der gesamten Täler zu verlangen, so wäre es andererseits ein Fehler sich der aus ihrer Anwendung und Ausbildung zu erwartenden Vorteile zu begeben. Es ist ja wahr, dass hiermit sehr grosse Kosten verbunden sind, aber der mit ihnen, abgesehen von ihrer Einwirkung auf die Ueberschwemmungen, verbundene Vorteil einer allgemeinen Nutzbarmachung der Wässer rechtfertigt ihre Ausführung hinreichend, um die vom Standpunkte der Wirtschaftlichkeit gegen sie erhobenen Vorwürfe zu entwerthen.

Wenn die Arbeiten zur allgemeinen Verbesserung der Flussläufe für die Erhaltung der Gelände von Wert sind, so üben auch die örtlich vorgenommenen Schutzmassnahmen ihrerseits eine gründliche Einwirkung auf den Flusslauf aus. Und diese Erwägung führt zu der Notwendigkeit, bei der Auswahl der zu treffenden Anordnungen nicht nur den im besonderen vorlie-

genden Flussabschnitt zu untersuchen, sondern auch die zu erwartenden Folgen für die oberhalb und unterhalb liegenden Flussabschnitte sorgfältig zu prüfen.

Andrerseits, da die Arbeiten bei der Verbauung der Wildbäche, bei der Verteidigung und der Festlegung des Flussbettes in reichem Masse zur Verbesserung der Wasserabführung durch die Verzögerung des Wasserabflusses der sich in das Meer ergießenden Ströme beitragen, empfiehlt es sich, diese Unternehmungen nicht allein aus der Erwägung heraus, dass sie unmittelbar für die Landwirtschaft von Vorteil sind, sondern auch wegen der nützlichen Folgen, welche für die Schifffahrt daraus entstehen, zu fördern.

Paris, Juni 1907.

A. TROTÉ.

