DIE BAUTECHNIK

16. Jahrgang BERLIN, 26. August 1938 Heft 36

Alle Rechte vorbehalten.

Die Grundlagen der Wasserwirtschaft in Westfalen.

Von Regierungsbaumeister Wimmer, Münster (Westf.)

Die wirtschaftliche Betätigung der Menschen im Raume Westfalen ist für die Bewirtschaftung des Wasserhaushalts schon von frühen Zeiten her von großer Bedeutung gewesen. Ein großer Teil der Industrien und Gewerbe sind auf das Wasser angewiesen, um es für die verschiedensten Zwecke als Fabrikationswasser, Kühlwasser, Waschwasser, Beförderungsmittel und anderes zu verwenden. Gerade die Hauptindustrie, die dem Bilde von Westfalen den wesentlichen Ausdruck verleiht, hat einen großen Wasserverbrauch. Kohlen und Erze benötigen für ihre weitere Verarbeitung gewaltige Mengen von Wasser, die bereits im vergangenen Jahrhundert nicht mehr im engeren Einzugsgebiete des Industriereviers gewonnen werden konnten. Die Beschaffung der erforderlichen Wassermengen für den sich steigernden Verbrauch führte im Laufe der Zeit zu einer einheitlichen Bewirtschaftung des Wasserhaushalts eines größeren Einzugsgebiets, der gegenwärtig von der Ruhr, Wupper, Emscher und Lippe mit ihren Nebenflüssen umfaßt wird.

Der Gedanke einer planmäßigen Bewirtschaftung des Wasserhaushalts findet also im Raume Westfalens bereits eine ausgedehnte Wasserwirtschaft vor, die sehr vielseitig angelegt ist und auf die später im einzelnen noch einzugehen sein wird. Die wasserwirtschaftlichen Aufgaben dieses Gebietes sind sehr groß und hängen wiederum mit den wasserwirtschaftlichen Aufgaben benachbarter Flußgebiete zusammen oder sind durch bestimmte Träger wasserwirtschaftlicher Aufgaben mit anderen Flußgebieten verbunden, so daß sowohl nach der Größe der gestellten Aufgaben als auch nach dem Umfange der zu einer wasserwirtschaftlichen Einheit zusammengeschlossenen Gebiete sich die Forderung erhebt, die zukünftige Wasserwirtschaft des Industriegebiets nur in engster Verbindung mit den Problemen der benachbarten Flußgebiete zu lösen. Dieses bedeutet also, daß als wichtigste wasserwirtschaftliche Aufgabe des Planungsraumes zuerst die Befriedigung der wasserwirtschaftlichen Belange des Industriegebiets zwischen Rhein, Ruhr, Emscher und Lippe in Angriff genommen werden muß, da die Wasserwirtschaft dieses Gebietes bereits die Hälfte des niederschlagsreichen Raumes der Provinz Westfalen in Anspruch nimmt und ungefähr 3,5 Mill. Menschen des Industriebezirks von den insgesamt 5,1 Mill. Einwohner der Provinz Westfalen dort leben und ihren Lebensunterhalt finden.

An diesen Aufgaben gemessen sind die weiteren wasserwirtschaftlichen Probleme des Planungsraums klein, was jedoch nicht zu der Annahme führen darf, daß sie von ihrem Bezirk aus gesehen etwa weniger dringend wären. Die Beschränkung des Wasserhaushalts im Sieggebiete innerhalb der Grenzen der Provinz Westfalen hatte schon vor längerer Zeit den früheren Planungsverband Siegerland veranlaßt, ein umfassendes Wasserwirtschaftsprogramm aufzustellen, das jedoch durch die folgenden Jahre des wirtschaftlichen Rückganges nicht durchgeführt wurde. Seit der starken Belebung des dortigen Erzbergbaues treten die wasserwirtschaftlichen Belange wieder stärker hervor, und es ist damit zu rechnen, daß bald weitere Maßnahmen ergriffen werden müssen.

In den übrigen Gebieten des Planungsraums Westfalen ist die Dringlichkeit der wasserwirtschaftlichen Aufgaben sehr verschieden. Sie ist teilweise landschaftlich bedingt, teilweise aber auch erst durch die Art der Besiedlung hervorgerufen worden. Bei der vielseitigen Arbeit der Landesplanung in der Aufbauzeit ist es zunächst ihre erste Tätigkeit, für die einzelnen Gebiete des Planungsraums eine Abstufung der Dringlichkeit nach konkreten wasserwirtschaftlichen Aufgaben vorzunehmen, damit sie auch von der wasserwirtschaftlichen Seite aus gesehen später der bestmöglichen Nutzung zugeführt werden.

Abb. 1. Mittlere Verteilung der Niederschläge in Nordwestdeutschland.
Ausschnitt aus der Karte des Reichs für Wetterdienst 1936.

1. Die Grundlagen des Wasserhaushalts.

a) Die Hauptwasservorkommen in Westfalen.

Die Niederschlagsmengen des Raumes Westfalen sind infolge der Küstennähe verhältnismäßig hoch und liegen, wie Abb. 1 zeigt, mit 800 bis 850 mm Regenhöhe im Jahr über dem Reichsdurchschnitt. Die flächenmäßige Verteilung der Regenmengen ist nicht einheitlich. Die Höhenzüge der Gebirgslandschaften treten in der Niederschlagskarte deutlich als die Zonen der höheren Niederschläge hervor. Die größten Regenmengen gehen im Sauerland im Einzugsgebiete der Ruhr nieder, das flächenweise ungefähr die doppelte Niederschlagsmenge hat wie das vorgelagerte Münsterland. Infolgedessen ist auch das Einzugsgebiet der Ruhr die Hauptstütze der Wasserversorgung des Raumes Westfalen. Die übrigen Höhenzüge, wie der Teutoburger Wald und die weiter östlich gelegenen Erhebungen, sind auf der Niederschlagskarte ebenfalls als regenreiche Gebiete vermerkt.

Außer diesen im Raume selbst anfallenden Niederschlagsmengen verfügt der Wasserhaushalt Westfalens noch über Wasservorkommen, die von außen her dem Planungsraum zufließen. Hier ist selbstverständlich das Oberflächenwasser und das Grundwasser zu unterscheiden, doch

haben wir über die Bewegung des Grundwassers noch keine Klarheit. Von dem Oberflächenwasser berührt die Weser den Planungsraum in der östlichen Randzone und spielt höchstens als Verkehrsträger in der Wasserwirtschaft Westfalens eine größere Rolle. Die übrigen dem Planungsraum zuströmenden Wassermengen sind sehr gering und nur für die örtliche Wasserwirtschaft von Einfluß (Abb. 2). Zieht man im großen eine Bilanz des Wasserhaushalts Westfalens, so ergibt sich, daß er zur Zeit noch aus eigenen Kräften aufrecht erhalten wird, allerdings wurde in wasserarmen Zeiten ein Teil des westlichen Industriegebiets bereits mit Rheinwasser versorgt. Diesem Übergriff in die unmittelbare Wasserwirtschaft des Rheines kann das Beispiel der Talsperren im oberen Eder- und Diemelgebiete entgegengehalten werden, die auf westfälischem Boden für die Wasserwirtschaft des Wesergebiets arbeiten und der uneingeschränkten Bewirtschaftung Westfalens entzogen werden. Die Bilanz des Wasserhaushalts etwa in Zahlenwerten ausdrücken zu wollen, scheitert vorläufig an den unvollständigen Unterlagen. Nach Aufstellung der Abflußspenden für die einzelnen Flußgebiete und der weiteren Arbeiten der Wasserwirtschaftsstellen dürfte es möglich sein, die Wasservorkommen auch mengenmäßig so zu erfassen, daß eine planmäßige Wirtschaft innerhalb praktisch vertretbarer Grenzen durchgeführt werden kann.

Die Bilanz des Wasserhaushalts der Provinz Westfalen schließt mengenmäßig selbstverständlich mit einem Überschuß zugunsten der gesamtdeutschen Wasserwirtschaft ab. Es ist damit aber nicht gesagt, daß die aus Westfalen abfließenden und in andere Wirtschaftsräume übertretenden Wassermengen ein tatsächlicher Zuschuß für die dortige Wasserwirtschaft sind. Diese Frage kann erst beantwortet werden, wenn nicht allein die Wassermenge, sondern auch die Güte des Wassers mit in Rechnung gestellt wird. Leider sind die Untersuchungen auf diesem Gebiete noch sehr rückständig, obgleich sie für die Bewertung des Wasserhaushalts eines Raumes unerläßlich sind. Es ist ohne weiteres verständlich, daß die einem Gebiete zufließenden Wassermengen für die Wasserwirtschaft nur einen tatsächlichen Zuschuß bedeuten, wenn die Güte des Wassers einwandfrei ist, und ferner, daß ein stark verschmutztes Zuflußwasser für den Wasserhaushalt eines Raumes eine Belastung sein kann, die zuerst von dem dortigen Wasserhaushalt aufgearbeitet werden muß. Bei der starken Verschmutzung zahlreicher Flußläufe ist es denkbar, daß das aus Westfalen übertretende Wasser bei einigen Flußläufen den Wasserhaushalt des Nachbarraumes belastet.

Rein geographisch betrachtet ist zu beachten, daß die aus dem Raum abfließenden Wassermengen in Richtung nach Norden und Westen im wesentlichen die Grenze verlassen, und zwar entfallen auf den nördlichen Sektor die Weser, Ems, Vechte und Dinkel, auf den westlichen die Berkel, Aa, Ruhr, Emscher, Lippe und Sieg. Als einzige Ausnahme verläßt die Eder als größerer Wasserlauf die Provinz Westfalen in östlicher Richtung.

Als nächste Art von Wasservorkommen folgen die Grund- und Quellwasser, die in der Reihe der wasserwirtschaftlichen Aufgaben meistens die wichtige Trinkwasserversorgung übernehmen. Wir können feststellen, daß Westfalen nach Hauptwasserversorgungsarten aufgeteilt werden kann, die im großen gesehen als bequemste Form der Wassergewinnung für ganze Gebiete einheitlich sind. So hat der hohe Grundwasserstand des flachen Münsterlandes und in Minden-Ravensberg die Wasserversorgung aus den Grundwasserträgern bewirkt. Wir finden dort den einzelnen Haushalt durch eigene Brunnen versorgt, und nur größere Orte und Städte haben ein Wasserversorgungsnetz, das aus einem größeren Grundwasserträger gespeist wird. An solchen Grundwasserträgern sind uns bekannt der Moränezug von Schüttorf über Rheine, Burgsteinfurt nach Sendenhorst, der sich streckenweise wieder verliert, aber doch als Linienzug deutlich erkennbar hervortritt; ferner das diluviale Flußtal der Ems und der Grundwasserzug entlang der Südseite des Teutoburger Waldes. In diesem Zusammenhange muß noch auf den großen Grundwasserstrom im Rheintal jenseits der Rheinterrasse hingewiesen werden. Bei dem Wasserreichtum und den günstigen Förderungsmöglichkeiten wird er für die weitere Wasserversorgung des Industriegebiets noch von Bedeutung sein.

Im Gegensatze zu der Grundwasserversorgung des nördlichen Westfalen stützt sich die Wasserversorgung des gebirgigen Sauer- und Siegerlandes im wesentlichen auf das Quellwasser. Diese Tatsache wird verständlich, wenn man beachtet, daß bei den steilen Geländeneigungen und den anders gearteten Untergrundverhältnissen das Niederschlagswasser rasch abfließt oder im zerklüfteten Untergrund versickert. Der größte Teil der Gemeinden des Sauerlandes besitzt daher auch eine zentrale Wasserversorgung, so daß zwischen der Wasserversorgung des nördlichen und des südlichen Westfalen eine klare Trennung gezogen werden kann.

Größere Quellwasservorkommen bestehen am Übergang der durchlässigen Kalke in dem münsterländischen Kreidemergel am Fuße der Paderborner Hochfläche und im Sennegebiet, ferner in den Quellen am Fuße der Baumberge und in der Gegend von Dorsten nördlich der Lippe.

Schreitet man auf dem bisher eingeschlagenen Wege der Einteilung des Planungsraumes nach Hauptwasserversorgungsarten weiter, so muß man das ganze Industrierevier einschließlich des Ruhrtals aus den bisherigen Abgrenzungen herausnehmen. Dieser Raum wird zum weitaus größten Teil durch Flußwasser aus dem großen Wasservorkommen der Ruhr versorgt. Da es als Oberflächenwasser den verschiedensten Einwirkungen von außen sehr zugänglich ist, leidet es an zahlreichen Unsicherheitsfaktoren, die durch technische Maßnahmen vermindert werden. Der Nachteil der ungleichen Wasserführung in der Ruhr ist durch zahlreiche Talsperren im Einzugsgebiete der oberen Ruhr nahezu ausgeglichen worden. Die Talsperren mußten zugleich das Wasser ersetzen, das nach dem Emschergebiet abgegeben wird und dem Unterlauf der Ruhr fehlt. Die Abgabe von Ruhrwasser nach dem Emschergebiet ist ein bemerkenswerter Fall der Wasserwirtschaft Westfalens, der zeigt, welche Folgen der Wasserentzug von einem Flußgebiete nach dem anderen haben kann. Das aus der Ruhr abgegebene Wasser muß in niederschlagsarmen Zeiten zusätzlich von den künstlich angelegten Talsperren geliefert werden, während das im Emschergebiete abfließende Ruhrwasser nur noch die Eigenschaften eines Abwassers besitzt.

Abb. 2. Hauptabflußrichtungen des westfälisch-lippischen Raumes.

b) Wasserüberschuß- und Wassermangelgebiete.

Es ist eingangs schon erwähnt worden, daß Westfalen reich an Niederschlägen ist. Ein Wassermangel im Sinne einer Wasserarmut infolge geringer Niederschläge kommt daher in Westfalen nicht vor. Es gibt aber Gegenden, in denen das Niederschlagswasser infolge des durchlässigen Untergrundes oder der Geländegestaltung verhältnismäßig rasch verschwindet und sich der mittelbaren und unmittelbaren Nutzung entzieht, so daß der Pflanzenwuchs und die Besiedlung in solchen Gegenden von Natur aus beschränkt sind (s. Abb. 3). Es ist also zu unterscheiden zwischen Gebieten mit Niederschlagsarmut und Gebieten mit geringem Rückhaltevermögen der Niederschlagsmengen, bei denen der Wasserhaushalt durch die Bodenbeschaffenheit erschwert wird. Derartige Gegenden sind in Westfalen die Baumberge westlich von Münster, die Beckumer Berge, die Paderborner Hochfläche und das Sindfeld, wo der Kalk in der Nähe der Erdoberfläche ansteht und das Gestein durch die Erosionswirkung ausgewaschen ist. Weitere Mangelgebiete mit natürlichem beschränkten Wasserhaushalt sind die Höhenzüge der Gebirge, bei denen die örtliche Wasserversorgung durch das rasche Abfließen des Wassers

auf den undurchlässigen Gesteinschichten oder in zerklüftetem Fels Schwierigkeiten bereiten. Diese Schwierigkeiten der Wasserversorgung finden sich bei den auf den Höhen gelegenen Siedlungen des südlichen Westfalen. Siedlungsdichte, Nutzungsart des Bodens und wirtschaftliche Betätigung sind die Faktoren, die durch die Menschen in einem Raum hereingetragen werden. Sie stellen bestimmte wasserwirtschaftliche Anforderungen, die je nach den örtlichen Bedürfnissen verschieden sind. Bevölkerungs- und industriereiche Gebiete des Industriereviers an der Ruhr mit dem außergewöhnlichen Wasserverbrauch, das dichtbesiedelte und gewerbereiche Minden-Ravensberger und das Sieger Land haben bereits eine ausgedehnte Wasserwirtschaft. Die natürlichen Wasservorkommen sind zum Teil bereits durch künstliche Maßnahmen gesteigert, zum Teil aber bis an die obere Grenze ausgenutzt, so daß die an sich ausgeglichenen natürlichen Verhältnisse durch die menschliche Gestaltungskraft im Laufe der Zeit zu Mangelgebieten geworden sind.

Die Gebiete des natürlichen Wasserüberschusses sind bereits bei der Beschreibung der Wasservorkommen erwähnt worden, soweit sie uns bis heute bekannt sind. Durch künstliche Steigerung kann der Wasserhaushalt des Oberflächenwassers in Talsperren und des Grundwassers durch Anreicherung im Untergrunde gefördert werden. Die Wasserversorgung des Industriegebiets wird schon seit langer Zeit durch die künstliche Anreicherung und Ansammlung des Ruhrwassers bestritten.

c) Die Eigenschaften des Wassers.

Viele westfälische Flußgebiete sind leider durch die menschliche Betätigung nicht mehr in ihrem natürlichen Zustande. Zahlreiche Industrien erzeugen nicht nur große, sondern auch schädliche und schwer zu behandelnde Abwässer, die in die Flußläufe eingeleitet werden und diese auf lange Strecken belasten. Ganze Flußgebiete werden auf diese Weise aus der normalen Bewirtschaftung ausgeschieden. Beispielsweise kann das Emschergebiet heute nur noch die Beseitigung der Abwässer des dichtbevölkerten Industriegebiets übernehmen. Weniger ungünstig liegen die Verhältnisse im Einzugsgebiet der Lippe, doch ist die Lippe selbst von Hamm abwärts derart verunreinigt, daß das Wasser auch als gewerbliches Brauchwasser nur für bestimmte Zwecke verwendbar ist. Außer diesen beiden besonders schlimmen Fällen ist die Verunreinigung der Lenne, Volme, Sieg, Werre und verschiedene andere Bachläufe noch so groß, daß sie ebenfalls nicht mehr mit der vollen Leistungsfähigkeit in den Wirtschaftsplan eingesetzt werden können. Die Frage der Reinhaltung der Flußläufe wird in Westfalen bei der einzigartigen Stellung der Wasserwirtschaft eine entsprechende Ausweisung im Wasserwirtschaftsplan zur Folge haben.

Ein kleines, aber nicht minder sorgfältig zu behandelndes Kapitel der Wasserwirtschaft sind die Heilwässer, die wegen ihrer Bedeutung für die Volksgesundheit einen besonderen Schutz genießen. Der Raum zwischen dem Teutoburger Wald und Eggegebirge einerseits und der Weser anderseits besitzt viele und bekannte Heilquellen zum Wohle der Volksgesundheit und zum Nutzen der dortigen Wirtschaft.

2. Der Wasserwirtschaftsplan.

Die zahlreichen Aufgaben der Wasserwirtschaft in Westfalen werden von einer Frage fast ganz in den Schatten gestellt: Die Versorgung des Industriegebiets mit Trink- und Brauchwasser. Bei einer Einwohnerzahl von 3,5 Millionen und einem Versorgungsgebiete von 6500 km² betrug der Wasserverbrauch der letzten Jahre etwa 700 bis 750 Mill. m³. Diese Menge entspricht ungefähr dem vierten Teil der Gesamtwassermenge, die von den deutschen Wasserwerken während eines Jahres zu fördern ist. Die Beschaffung dieser ungeheuren Wassermengen konnte nur durch eine großzügige Bewirtschaftung geleistet werden, für die heute der Ruhrtalsperrenverein, der Ruhr-, Emscher- und Lippeverband verantwortlich tätig sind. Diese Verbände haben eine Fläche von 10 240 km² oder die Hälfte des Flächeninhalts Westfalens wasserwirtschaftlich zu beaufsichtigen. Die gesetzlichen Aufgaben dieser Verbände erstrecken sich auf die Anlagen von Talsperren oder auf die Schaffung von Vorflut, während sich die Arbeiten im Laufe der Zeit auf die Ortswässerung, Reinigung der Abwässer, Nutzung der Wasserkraft, die heute mit 28 000 PS ausgenutzt sind, auf den Ausbau des Hochwasserschutzes und der Schaffung von Wassersportgelegenheiten ausgedehnt haben. Während der Ausbau der Wasserkräfte und des Hochwasserschutzes weniger aktuell sind, drängen die Fragen der Wasserversorgung und der Abwasserreinigung infolge der oft sprunghaften Steigerung des Wasserbedarfs zu außergewöhnlichen Leistungen. Um die jahreszeitlichen Schwankungen der Ruhrwasser auszugleichen, hat der Ruhrtalsperrenverein bis heute zwölf Talsperren mit einem Nutzinhalt von 260 Mill. m³ im Einzugsgebiete der Ruhr (s. Abb. 3) errichtet. Wegen der zu erwartenden Bedarfssteigerung ist die Vergrößerung des Stauraminhalts auf insgesamt 400 Mill. m³ vorgesehen. Die Einzugsgebiete der Talsperren beanspruchen heute 16% der Fläche des Einzugsgebiets der Ruhr. Nach der Fertigstellung des Ausbauprogramms dürfte das Einzugsgebiet der Ruhr an der Grenze der Speicherungsmöglichkeiten angelangt sein, soweit der Ausbau solcher Anlagen wirtschaftlich noch zu rechtfertigen ist. Im Einzugsgebiet der Lippe ist der rechtsseitige Zufluß der Stever mit dem Haltener Stausee für die Wasserversorgung festgelegt. Im Oberlauf der Lippe werden zur Zeit über den Ausbau der Talsperren im Almegebiet Verhandlungen geführt, um die Lippe in Niederwasserzeiten für die Triebwerke, die dortigen Bewässerungsanlagen und andere Aufgaben anzureichern.

Abb. 3. Wasserüberschuß- und Wassermangelgebiete.

Künstliche Oberflächenwasserspeicherungen nehmen im Einzugsgebiet der Ruhr eine Fläche von 620 km² in Anspruch. Mit den Talsperren im Lippe- und Wesergebiet sind bereits 2200 km² oder 11% der Provinz Westfalen für die Wasserwirtschaft festgelegt. Wenn diejenigen Flächen berücksichtigt werden würden, die für die wasserwirtschaftliche Nutzung ausscheiden, so würde die Verknappung der Wasserwirtschaft Westfalens aus diesen Zahlen erneut ersichtlich werden.

Nach den bereits bekanntgegebenen Zahlen beträgt der Wasserverbrauch, auf die Einwohnerzahl umgerechnet, ungefähr 600 l je Kopf und Tag. Im allgemeinen beträgt der Wasserverbrauch erfahrungsgemäß 100 bis 150 l je Kopf und Tag. Der Mehrverbrauch im Industriegebiete mit 450 l oder 75% entfällt auf die Industrie, wobei anzunehmen ist, daß diese Zahl noch zugunsten der Industrie berechnet wurde. Beispielsweise war der Wasserverbrauch einzelner Städte in den Jahren 1928 bis 1930 erheblich niedriger als der angegebene Mittelwert und betrug für Oberhausen und Bochum ungefähr 70 bis 80 l je Kopf und Tag und in Gladbeck nicht einmal 40 l je Kopf. Das Wasserwerk Essen rechnete mit einem Verbrauch von 170 l je Kopf und Tag, andere Städte wieder mehr. Bei dem über dem Durchschnitt liegenden Werte kann mit Sicherheit angenommen werden, daß der überdurchschnittliche Wasserverbrauch auf den Anteil des gewerblichen Wassers anzurechnen ist, denn erfahrungsgemäß ist der Wasserverbrauch der Städte mit geringen Einkommensverhältnissen immer geringer als derjenige der Städte mit einem gehobenen Durchschnittseinkommen. Da der weitaus größte Teil des Industriegebiets Einkommensverhältnisse unter dem Reichsdurchschnitt hat, so ist der auf den Anteil der Bevölkerung entfallende Wasserverbrauch für das ganze Industriegebiet sicher geringer als der sonst übliche Durchschnittswert. Die zahlreichen hygienischen Maßnahmen und die allgemeine Hebung der Lebenshaltung der breiten Schichten des Volkes erzeugen aber erfahrungsgemäß eine Steigerung des Wasserverbrauchs, so daß für das Industriegebiet die Menge des häuslichen Wassers auch ohne Zunahme der Einwohnerzahl zukünftig größer wird.

Es wurde schon mehrfach betont, daß die wasserwirtschaftlichen Untersuchungen des Planungsraumes Westfalen nur mit Einbeziehung der wasserwirtschaftlichen Probleme des Industriegebiets behandelt werden können. Die Grundlagen der Wasserwirtschaft ruhen heute bereits zum größten Teil außerhalb der Verbraucherzonen. Der zukünftige Wasserbedarf kann nur durch eine weitere intensive Bewirtschaftung der bisherigen Wasserwirtschaftsflächen und durch die Einbeziehung neuer Wasserwirtschaftsgebiete sichergestellt werden. Die Steigerung der Bewirtschaftung der seitherigen Wasserwirtschaftsflächen bedeutet für das Einzugsgebiet der Ruhr weiterhin eine unbedingte Reinhaltung der Vorflut nach den besten technisch-wirtschaftlichen und hygienischen Möglichkeiten. Für das Einzugsgebiet der Stever dürften dieselben Grundsätze für die Bewirtschaftung des Wasserhaushalts richtig sein.

In der Wasserwirtschaft des Sieggebiets ist weniger der Trinkwasserbedarf als das gewerbliche Brauchwasser zeitweilig knapp geworden. Das Trinkwasser läßt sich im großen und ganzen aus dem Gebirgsspaltwasser und den alten Stollengängen beschaffen. Das gewerbliche Brauchwasser kann unter Umständen durch Anlage von Rückhaltesperren im Oberlauf der Bäche des Sieggebiets angesammelt für die wasserarmen Zeiten bewirtschaftet werden. Inwieweit diese Maßnahmen ausreichen, ist eine Frage, die der Einzelbearbeitung bedarf. Die wasserarmen Gemeinden auf den Höhen des Siegerlandes können durch örtliche Wasserversorgungsanlagen bedient werden.

Die Talsperrenanlagen im Eder- und Diemeltal dienen zum Wasserausgleich für die Weserschiffahrt in Niederwasserzeiten. Nach dem endgültigen Ausbau der Kanalisierung der Weser wird diese Zweckbestimmung von untergeordneter Bedeutung werden, da die einzelnen Stauhaltungen des kanalisierten Flußlaufs das erforderliche Schleusungswasser aus der jeweiligen Stauhaltung liefern. Es ist anzunehmen, daß dann der große Nutzinhalt dieser Speicheranlagen auch für weitere wasserwirtschaftliche Zwecke eingesetzt werden kann.

Die Wasserwirtschaft des flachen Münsterlandes nördlich der Lippe ist vorläufig noch ohne große Probleme. Der heutige Bedarf wird im allgemeinen aus örtlichen Wasservorkommen gedeckt. Nur die Mangelgebiete der Baumberge und des Kreises Beckum sind auf eine weitraumige Trennung der Wassergewinnung und Wasserversorgung angewiesen. Die Stadt Ahlen bezieht ihr Wasser zum Teil durch das Wasserwerk für das nördliche, westfälische Kohlenrevier in Gelsenkirchen aus dem Einzugsgebiet der oberen Ruhr, und der Kreis Beckum besitzt eine Gruppenwasserversorgung mit den Gewinnungsanlagen im Tale der Ems. Die übrigen Städte und Orte mit größerem Wasserbedarf fördern das Wasser aus den bereits erwähnten Grundwasserträgern.

Die Belastung des Minden-Ravensberger Gebietes durch die dichte Besiedlung und die Industrialisierung wurde bereits angegeben. Die Beschaffung größerer Wassermengen für Trink- und gewerbliches Brauchwasser stößt bereits auf Schwierigkeiten, und die Werre als Hauptfluß der dortigen Gegend ist heute erheblich verunreinigt. Der Eingriff in das Emsgebiet durch die Stadt Bielefeld zeigt, in welcher Richtung sich die Probleme bewegen.

Die weiteren Aufgaben der Wasserwirtschaft mit den Maßnahmen für die Entwässerung und Bewässerung des Bodens, des Hochwasserschutzes, der Schaffung von Wassersportgelegenheit überschreiten nicht den im allgemeinen üblichen Rahmen einer geordneten Wasserwirtschaft. Von größerer Bedeutung ist nur noch die Wasserwirtschaft des umfangreichen Kanalsystems, das durch die starke Industrialisierung des Raumes hervorgerufen wurde und heute die Verbindung größerer Flußgebiete vermittelt. Das Kanalnetz hat im Raume Westfalen eine Länge von 320 km. Zur Zeit weist der Rhein-Herne-Kanal die stärkste Belastung auf. Durch die Maßnahmen des Vierjahresplans wird aber das Teilstück des Dortmund-Ems-Kanals der Verbindung Ruhrgebiet—Mitteldeutschland eine Verkehrssteigerung erfahren, die diesen Kanal zu einer der stärkst belasteten Wasserstraßen des Reiches machen wird. Zur Deckung des erforderlichen Wasserbedarfs wird voraussichtlich das Flußgebiet der Lippe herangezogen, doch ist bei der großen Bedeutung der Lippe für die Wasserwirtschaft des Industriegebiets, das durch das Vordringen des Bergbaues über die Lippe nach Norden in späterer Zeit erst zur vollen Geltung kommen wird, eine sorgfältige Prüfung dieser Frage nicht zu umgehen. Vielmehr ist damit zu rechnen, daß das Betriebswasser des Wasserstraßennetzes aus dem Rhein entnommen und über die Anlagen des Lippeseitenkanals zum Dortmund-Ems-Kanal übergeleitet wird.

3. Die Ausweisung der Flußgebiete im Wasserwirtschaftsplan.

Nach diesem generellen Aufriß der gegenwärtigen Wassernutzung ist die letzte Aufgabe die Lenkung der zukünftigen Wasserwirtschaft. Wenn auch vom Raume Westfalen aus betrachtet keine eigentliche Wasserarmut besteht, so gibt es doch einzelne Gebiete, in denen durch die wirtschaftliche Entwicklung die Wasserwirtschaft stark bedrängt wird. Die nächste Aufgabe muß daher sein, die Wasservorkommen in ihrer natürlichen Reinheit zu erhalten und in der Menge planmäßig zu bewirtschaften. Dies ist um so dringlicher, je stärker sie heute schon für die Wassernutzung herangezogen sind.

Abb. 4. Wasserwirtschaftliche Ausweisung der Hauptflußgebiete.

Flußgebiete mit einer besonders großen Bedeutung für die Wasserversorgung sind die Ruhr und die Stever. Die Ausweisung dieser Flußgebiete muß daher den Schutz und die Reinhaltung des Wasserhaushalts dieser beiden Flußläufe bezwecken. Für die Praxis besagt die Ausweisung, daß die Einleitung von Abwasser nur nach sorgfältigster Reinigung geschehen kann und auf solche Abwässer zu beschränken ist, deren Reinigung keine Schwierigkeiten bereitet. Einzelne Gewerbezweige und Industrieunternehmen können daher im Einzugsgebiete dieser Flüsse nicht angesiedelt werden, es sei denn, daß die Abwässer auf irgendeine Weise unschädlich gemacht werden. Diese Dringlichkeitsstufe der sorgfältigsten Reinhaltung wird auch auf den Oberlauf der Eder und Diemel anzuwenden sein, soweit sie durch die dortigen Talsperren bereits in die konkrete Wasserwirtschaft eingereiht sind. Nach der späteren Fertigstellung der Weserkanalisierung steht dem Einsatz dieser Wasserwirtschaftsgebiete für andere Verwendungsmöglichkeiten nichts im Wege. Es ist denkbar, daß das Wasser teilweise für die gespannte Wasserversorgung der benachbarten Bezirke im Einzugsgebiet der Ruhr und der Sieg eingesetzt werden kann.

Bei den bisher erwähnten Flußgebieten erstreckt sich die Wasserwirtschaft nicht nur auf eine möglichst weitgehende Erhaltung der Wasservorkommen nach der Menge, sondern auch auf die sorgfältigste Reinhaltung. Andere Flußgebiete können je nach der Dringlichkeit der derzeitigen Nutzung entweder nur zum Schutze der Wassermenge oder nur zur Reinhaltung des Wassers ausgewiesen werden. Eine Bewirtschaftung im Sinne des Schutzes der Wassermenge ist bei dem Einzugsgebiete der unteren Lippe, Emscher und Werre anzustreben, da diese Flüsse für die Trinkwasserversorgung praktisch ausgeschaltet sind und eine Wiederherstellung normaler Vorflutverhältnisse bei der Art und Menge der Verunreinigung dieser Flußläufe heute nicht mehr durchführbar erscheint.

Die Art der Wassernutzung und die Zusammensetzung des Wassers läßt es ferner als zweckmäßig erachten, einzelne Flußgebiete auch nach dem Grade der Verunreinigung des Wassers weiter abzustufen. So erhält ein Flußgebiet im Wasserwirtschaftsplan eine Wertigkeit, die für die weitere wasserwirtschaftliche Entwicklung dieses Raumes bestimmend ist. Beispielsweise ist das Wasser des Werregebiets als schwach verunreinigt zu bezeichnen, da es nicht für alle Verwendungszwecke, sondern

nur als gewerbliches Brauchwasser sich eignet. Der Unterlauf der Lippe und zahlreicher Nebenflüsse sind stark verunreinigt und konnten nur für den Ansatz wasserunempfindlicher Betriebe vorgeschlagen werden. Die Emscher ist heute nur noch Abwasservorfluter des dichtbesiedelten und abwasserreichen Industriegebiets.

Als Gebiet einer eingeschränkten Wasserwirtschaft sind die Einzugsgebiete der oberen Lippe, der nach Holland entwässernden Bäche und das Werregebiet auszuweisen. Das Einzugsgebiet der Lippe dient heute neben den örtlich beschränkten wasserwirtschaftlichen Aufgaben der an dem Flußlauf liegenden Industrien zur Speisung des Kanalnetzes und wird in der Zukunft für die Wasserwirtschaft durch das bereits erwähnte Fortschreiten des Bergbaues über die Lippe noch für andere Zwecke zur Verfügung stehen müssen. Die im Flußgebiete der Issel nach Holland abfließenden Bäche des westlichen Münsterlandes bedürfen sowohl der Menge nach als auch nach der Reinhaltung eines pfleglichen Schutzes, damit sie die Wasserwirtschaft des benachbarten Holland nicht nachteilig belasten. Ferner ist die natürliche Wasserwirtschaft des Werregebiets durch die starke Besiedlung und Industrialisierung nicht mehr in der Lage, ohne künstliche Maßnahmen eine zusätzliche Belastung des Wasserhaushalts nach der Menge zu übernehmen, so daß auch dem dortigen Wasserhaushalt eine Beschränkung auferlegt ist.

Außerhalb einer wasserwirtschaftlichen Beschränkung verbleibt dann nur noch der Wasserhaushalt des Emsgebiets und anderer kleinerer Wasserwirtschaftsräume, in denen im Rahmen der gesetzlichen Bestimmung eine gewisse Freizügigkeit der Wasserwirtschaft noch möglich ist.

Mit der Ausweisung der einzelnen Flußgebiete nach dem Stande der Verunreinigung und der Dringlichkeitseinstufung der Nutzung des Wasserhaushalts ist der Weg für die weitere Entwicklung der Wasserwirtschaft im Sinne der raumordnenden Planung vorgezeigt. Es ist selbstverständlich, daß diese generelle Ausweisung nach größeren Flußgebieten sich in die Einzelbearbeitung nach kleineren Wasserwirtschaftsflächen vertiefen muß, um die wasserwirtschaftlichen Belange bis in örtliche Fragen hineintragen zu können. Sie zeigt, wie einschneidend der Wasserwirtschaftsplan für die Frage der Raumgestaltung ist, ohne dessen Kenntnis eine planmäßige Lenkung der Raumordnung nicht denkbar ist.

Für die Wasserwirtschaft selbst soll die Gebietsausweisung ein Hinweis für die zukünftige Lenkung der wasserwirtschaftlichen Aufgaben sein. Die Ausweisung scheidet die geschützten Gebiete von den ungeschützten und gibt Richtlinien über den Einsatz der weiteren Arbeiten, die einmal in der Reinhaltung der Wasservorkommen oder in dem Schutze des Wasserhaushalts oder aber auch in der gleichzeitigen Behandlung beider Aufgaben liegen können. Für die Wasserwirtschaft in Westfalen ist das nächste Ziel die dringlichste Reinhaltung und Sicherung des Wasserhaushaltes eines großen Teiles der Provinz und die Beschränkung der Wasserwirtschaft zur Erfüllung der gegenwärtigen und zukünftigen Anforderungen. Die Dringlichkeitsabstufung zeigt bereits, wo in der nächsten Zeit sich neuer Wasserbedarf einstellt und aus welchen Wasserwirtschaftsgebieten er gedeckt werden kann, ohne in die dortige Wasserwirtschaft nachteilig einzugreifen. Vom Planungsraum Westfalen aus wird an die zuständigen Wasserwirtschaftsstellen der Wunsch ergehen werden, die Untersuchung auf die Steigerung der verfügbaren Wassermengen durch künstliche Anlagen in bestimmte Wasserwirtschaftsgebiete auszudehnen, damit die erforderlichen Maßnahmen zur Sicherstellung für den späteren Ausbau rechtzeitig ergriffen werden können.

Durch diese weiträumige Lenkung der Wasserwirtschaft ist zu hoffen, daß die schwierigen wasserwirtschaftlichen Probleme des Raumes Westfalen einheitlich geordnet und auch für den zukünftigen Bedarf sichergestellt werden.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Verformungsmessungen an der Zillierbachtalsperre.

Von Regierungsbaumeister a. D. E. Knop, Quedlinburg.

Die Beobachtungen der unter dem Einfluß von Wasser- und Temperaturschwankungen auftretenden Verformungen massiver Talsperren vermitteln wertvolle Einblicke in die Qualität der Bauwerke sowie in die Sicherheit ihrer Gründung. Gleichzeitig geben die Messungen über die gegenseitige Verschiebung der durch die Dehnungsfugen getrennten Baublöcke Aufschluß über die Beanspruchungen der in den Fugen angebrachten Dichtungen. Im folgenden sollen die Ergebnisse der Messungen an der Zillierbachtalsperre wiedergegeben werden.

Die konstruktiven Einzelheiten der Zillierbachtalsperre sind bereits in anderen Veröffentlichungen[1]) ausführlich behandelt. Die Sperre hat eine Höhe von etwa 45 m und einen wasserseitigen Anzug von 1 : 0,05 sowie einen luftseitigen Anzug von 1 : 0,63. Der Untergrund besteht im allgemeinen aus einem grobkörnigen Diabas. Lediglich im Bereich der Blöcke 12/15 am linken Talhang gründete sich das Bauwerk auf einen breiten Porphyrgang. Zwei weitere schmale Porphyrgänge, die das Bauwerk kreuzen, haben nur für die Dichtigkeit des Untergrundes Bedeutung. Als gerade Gewichtsstaumauer erhält die Sperre Verformungen, die als das Ergebnis der am Grunddreieck angreifenden Kräfte unbeeinflußt durch innere waagerechte Kraftwirkungen (Bogenwirkung) zustande kommen.

Die Messungen beschränkten sich ursprünglich auf die Feststellung der Kronenbewegungen bei den Blöcken 5/7, 9 und 10 (Abb. 1). Beobachtet wurden die Verschiebungen dieser Blöcke gegenüber einer festen Visurlinie, die durch die Beobachtungspfeiler I/IV festgelegt ist. Auf den Pfeilern befinden sich Messingplatten mit Einkerbungen, in die die Spitzen der Fußschrauben des Instrumentes eingepaßt sind und die einen unverrückbaren Stand des Instrumentes gewährleisten. Die Einrichtung des Instrumentes geschieht durch Anzielen eines Punktes der Visurlinie auf einem am andern Hang liegenden Pfeiler, die gleichzeitige Beobachtung von Achspunkten auf den restlichen Pfeilern ermöglicht eine stetige Kontrolle der Messungen und die Feststellung etwaiger Verschiebungen der Beobachtungspfeiler selbst.

In den luftseitigen Mauerbrüstungen sind Beobachtungsplatten eingelassen, auf denen an einer Messingkante entlang ein Spezialschieber läuft (Abb. 2). Nach Einrichtung des Instrumentes wird die Ziellinie des Meßschiebers in die Visurlinie gebracht und mit Hilfe eines auf dem Schieber angebrachten Meßstabes der Abstand der auf der Beobachtungsplatte eingeritzten Marken von der Visurlinie festgestellt. Eine besondere Kontrolle ergibt sich dadurch, daß die Messungen von beiden Hängen aus durchgeführt werden, da die Summe beider Ablesungen einen festen Wert ergeben muß. Durch Mittlung der von beiden Seiten gemessenen Werte werden etwaige Kippachsenfehler des Instrumentes weitgehend ausgeschaltet. Der mittlere Fehler der auf diese Weise festgestellten Bewegungen überschreitet nicht ± 1 mm.

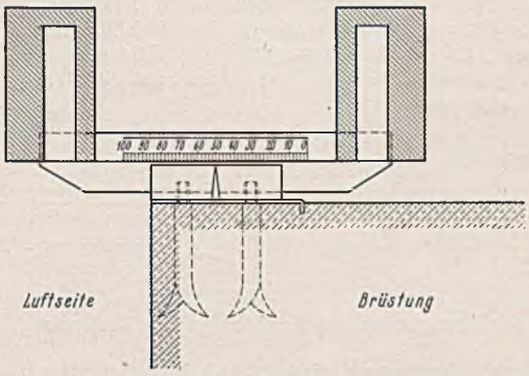


Abb. 2. Spezialschieber für die Messung der Kronenbewegungen.

Die gegenseitigen Verschiebungen der Blöcke werden an den Blockfugen durch sogenannte Fugenbolzen festgestellt, deren Spitzen vor Belastung des Bauwerks in einer waagerechten Geraden parallel zur Brüstungskante mit einem bestimmten Abstande eingerichtet wurden.

Die Beobachtungen konnten erst aufgenommen werden, nachdem die Füllung der Sperre bereits einen gewissen Stand erreicht hatte. Die in Abb. 3 wiedergegebene Verformungskurve des

[1]) S. u. a. Bautechn. 1936, Heft 18.

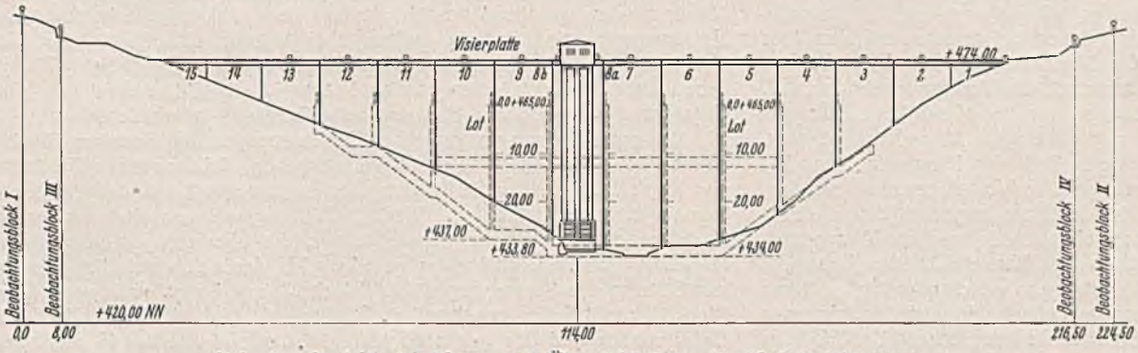


Abb. 1. Ansicht der Mauer mit Übersicht über die Meßeinrichtungen.

Blockes 6 zeigt jedoch, daß über die ersten Messungen ständig gleiche Werte beobachtet wurden, was auch für die übrigen beobachteten Blöcke gilt. Daraus ist zu schließen, daß bis zum Beginn der Beobachtungen noch keine durch die Füllung der Sperre bedingten Verformungen aufgetreten sind. Die Anfang 1937 festgestellten Bewegungen waren aber derart groß, daß es geraten erschien, noch weitere Beobachtungseinrichtungen einzubauen. Es wurden daher auch bei den restlichen Blöcken 2/13 Beobachtungsplatten eingebaut, außerdem wurden die Fugenbolzen an der Krone, die sich ursprünglich ebenfalls nur auf die Blöcke 5/10 beschränkt hatten, ergänzt.

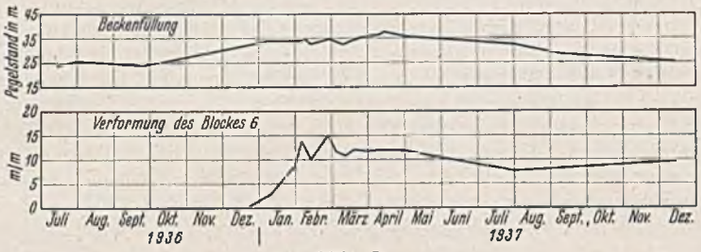


Abb. 3.

Mit diesen Einrichtungen konnten jedoch nur die Bewegungen der Krone festgestellt werden. Mit Rücksicht auf die Größe der eingetretenen Verformungen erschien es jedoch erforderlich, durch entsprechende Beobachtungseinrichtungen auch über den Verlauf der Biegelinie innerhalb der Mauer Aufschluß zu erhalten, um festzustellen, inwieweit die Verformungen aus dem Bauwerk selbst herrühren, und ob es sich bei den auf den Untergrund zurückzuführenden Verformungen um Kippbewegungen oder um waagerechte Verschiebungen handelt. Es wurden daher in den senkrechten Schächten der Blöcke 5/9 Lote eingebaut. Diese Lote bestehen aus etwa 7 kg schweren Gewichten, die mit feinem Stahldraht oben an den Kontrollschächten aufgehängt sind. Die Messung an den Loten geschieht in drei verschiedenen Höhen, in denen in den Beton Stahlrahmen eingelassen sind. Auf diesen Stahlrahmen läuft ein genau eingepaßter Schieber, der vorsichtig bis an das Lotseil herangeführt wird. Gemessen werden die Ausschläge des leicht pendelnden Lotes an der Meßskala des Schiebers. Der Mittelwert der Ablesungen ergibt den jeweiligen Meßwert. Wie die laufenden Beobachtungen gezeigt haben, können die Lotmessungen mit einer Genauigkeit von ± 0,1 mm durchgeführt werden. Außer den Loten sind dann noch am luftseitigen Mauerfuß verschiedene Höhenbolzen eingelassen, deren Beobachtung aber zu keinem Ergebnis mehr geführt hat, da die Neueinrichtungen zu spät durchgeführt wurden, um die Hauptbewegungen des Bauwerks noch mit zu erfassen. Das gleiche gilt für die Fugenbolzen, die gleichzeitig in den Kontrollgängen eingebaut wurden.

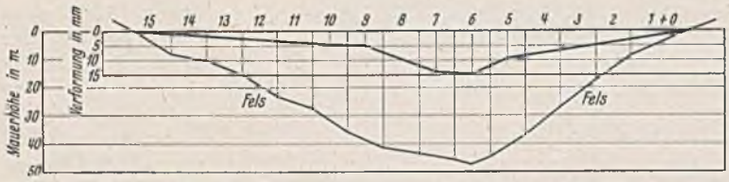


Abb. 4. Querschnitt der Bewegungen zur Zeit der größten Verformung.

Die Ergebnisse der Beobachtungen sind in Abb. 3 und 4 auszugsweise wiedergegeben. Abb. 3 enthält die Kronenbewegungen des Blockes 6 in Verbindung mit dem Beckenstand, während Abb. 4 einen Querschnitt der Bewegungen zur Zeit der größten Verformung wiedergibt. Überraschend an dem Verlauf der Verformungslinie von Block 6 ist, daß sich die größten Bewegungen bereits im Februar ergeben und nicht bei der größten Füllung im April. Während hier die größte Verformung 14,8 mm erreicht, sind bei gefüllter Sperre nur noch 12,2 mm gemessen worden. Dieser Wert fällt dann weiter bis zum 31. 7. 1937 auf etwa 8 mm ab, um dann trotz fallenden Wasserstandes wieder anzusteigen. Dasselbe Bild zeigen auch die Lotungen, nach denen bei sämtlichen Loten vom 31. 7. 1937 bis zum 13. 12. 1937 die Verformungen zur Luftseite hin durchschnittlich um 1,5 mm gewachsen sind, die Verformungen am 31. 7. sind aber durchweg um 2 mm geringer, als bei gleich hohen Wasserständen im Winter. Da die Lote nicht die volle Mauerhöhe erfassen, insbesondere nicht den elastischen oberen Teil des Bauwerke, kann bei den Kronenbewegungen mit etwa den doppelten Werten gerechnet werden, was auch den Beobachtungen entspricht. Diese zunächst etwas eigenartig erscheinenden Bewegungen sind offensichtlich auf die Temperatureinflüsse zurückzuführen. Während an der Wasserseite des Bauwerks zum mindesten bei Füllung die Temperaturen in verhältnismäßig geringen Grenzen schwanken, ergeben sich an der Luftseite je nach der Jahreszeit starke Temperaturunterschiede. Im Sommer ist entsprechend der erhitzten Luftseite mit einem Ausbiegen der Mauerkrone zur Wasserseite hin zu rechnen, während sich die Verhältnisse im Winter umkehren dürften. Rechnet man z. B. mit einem Temperaturunterschied zwischen Wasser- und Luftseite von 5° und einen linearen Verlauf der Temperaturkurve im Inneren der Mauer, dann ergeben sich, wie leicht nachzuweisen, die Verformungen entsprechend Abb. 5 auf Grund der nachstehenden Formel

$$\Delta_y = -\frac{t\,\alpha}{(m+n)\,2}\cdot\left(h - x + x\cdot\ln\frac{x}{h}\right).$$

Darin ist α die Wärmedehnungszahl des Betons = 0,000 001, t der Temperaturunterschied zwischen Wasser- und Luftseite und m und n der luft- bzw. wasserseitige Anzug. Im vorliegenden Falle ergibt sich für eine 40 m hohe Mauer und einen Temperaturunterschied von 5° zwischen Luft- und Wasserseite ein Ausschlag der Mauerkrone aus der Normallage von ± 3 mm, mithin bei gleichen Wasserständen infolge Temperaturwechsels ein größter Unterschied der Verschiebewerte von 6 mm. Wenn auch die angenommene lineare Temperaturverteilung im Betonquerschnitt insbesondere im unteren Bereich der Mauer keineswegs eintritt, und infolge Fehlens entsprechender Messungen eine genaue Berechnung der Temperaturverformungen nicht möglich ist, so zeigt sich doch, daß die Mauerbewegungen, soweit sie auf Temperaturschwankungen zwischen Wasser- und Luftseite zurückzuführen sind, in der im vorliegenden Falle zu erwartenden Höhe auch eingetreten sind. Infolge des Einflusses der Temperaturbewegungen lassen sich die Lastverformungen natürlich nicht genau angeben, es kann aber damit gerechnet werden, daß die bei der größten Füllung der Sperre am 13. 4. 37 festgestellten Verformungswerte den Lastverformungen etwa entsprechen, da die in dieser Jahreszeit vorhandenen Temperaturverhältnisse wohl als Mittelwerte angesehen werden können. Den beobachteten Lastverformungen von rd. 12 mm steht rechnungsmäßig bei starrer Einspannung der Mauer in den Untergrund ein Wert von 4 mm gegenüber, der sich bei elastischer Einspannung (Elastizität des Untergrundes gleich der des Betons) auf etwa 7 mm erhöht.

Abb. 5.

Die Lastverformungen gehen also wesentlich über das rechnerische Maß hinaus. Sie gehen auch nicht wieder auf Null zurück, sondern im August 1937 ergibt sich bei gleichem Wasserstande wie zu Anfang der Bewegungen und bei Temperaturverhältnissen, die einen wasserseitigen Ausschlag zur Folge haben, noch eine bleibende Verformung von 7,5 mm. Diese Verformung dürfte wohl in erster Linie auf den Untergrund zurückzuführen sein, worauf auch ihr plötzliches Eintreten schließen läßt. Es liegt in der Natur des mit Spalten durchzogenen Felsens, daß die Verformungen sich nicht allmählich mit steigendem Wasserstande einstellen, sondern bei einer gewissen Belastungsgrenze auf einmal entstehen, wenn die innere Reibung des Untergrundes überwunden wird.

Bereits während des Betonierens wird ja der Untergrund an der Wasserseite stark belastet, so daß sich die Mauer wasserseitig etwas in den Fels eingepreßt hat. Durch das Auspressen des Untergrundes wird der Fels an der Wasserseite noch weiter verfestigt und kann unter Umständen sogar eine gewisse Vorspannung erhalten. Werden nun durch die Wasserlast die Spannungsverhältnisse in der Sohlenfuge umgekehrt, so ist es verständlich, daß die Mauer sich auf der Luftseite etwas einsenkt, zumal der Fels hier nicht durch Einpressung verfestigt ist. Die Beobachtung, daß die Verformungen von massiven Talsperren infolge des von vornherein nicht erkennbaren Verhaltens des Untergrundes zumeist über das rechnerische Maß wesentlich hinausgehen, ist bereits an vielen anderen Talsperren gemacht worden. Wesentlich ist, daß sich der Fels in kurzer Zeit verfestigt und die nach Abzug der bleibenden Verformungen eintretenden Bewegungen dem entsprechen, was auf Grund der äußeren Belastung und der Temperaturschwankungen an Verformungen zu erwarten ist. Die angestellten Beobachtungen haben ergeben (Abb. 3), daß nach Abschluß der vom Untergrunde herrührenden Bewegungen die Mauer sich entsprechend verhält, die aus dem Untergrunde kommenden Verformungen sind in sich selbst aber wieder einheitlich, was ein Vergleich der Verformungen und der Mauerhöhe (Abb. 4) zeigt. Damit haben aber die Beobachtungen den Nachweis erbracht, daß sowohl der Untergrund wie auch das Bauwerk selbst zuverlässig arbeiten.

Die gegenseitigen waagerechten Verschiebungen der einzelnen Blöcke an den Fugen haben sich zu max 2,5 mm ergeben. Bei der großen Elastizität des Kupferbleches, das die Dichtung der Fugen besorgt, sind derartige Verformungen ohne Bedeutung. Wesentlich unangenehmer sind senkrechte Verformungen der Blöcke gegeneinander, die aber nur an einer Stelle festgestellt wurden, und zwar an Block 14, der sich vermutlich bereits vor Füllung der Sperre gegenüber Block 13 um 3 mm und gegenüber Block 15 um 1,5 mm gehoben hat. Da angesichts der Gleichartigkeit des Untergrundes und der nur noch geringen Last des Blockes 15 nicht anzunehmen ist, daß sich die Blöcke 13 und 15 gegenüber 14 gesenkt haben,

zumal eine derartige Senkung bereits während des Baues sich langsam eingestellt haben müßte, ist diese Erscheinung vielleicht so zu erklären, daß während des Auspressens des Untergrundes sich der Block 14 unter dem Einfluß des im Untergrund angesetzten Überdruckes etwas bewegt hat. Da in 10 m Tiefe mit einem Druck von 30 atü gearbeitet wurde, wäre es möglich, daß neben den im allgemeinen senkrecht verlaufenden Klüften das Auspreßmaterial eine mehr waagerecht verlaufende Spalte getroffen haben könnte und so zur Hebung einer größeren Scholle geführt hätte. Diese Annahme wird durch die Feststellung gestützt, daß im Bereich des Blockes 14 etwa das Vierfache an Zement für die Auspressungen verwendet wurde wie bei den anderen Blöcken. An sich hat eine derartige Hebung eines Blockes nichts zu sagen, da ja nunmehr die vorher offensichtlich vorhandenen größeren Spalten mit Zement gefüllt sind. Die Beobachtungen an der Zillierbachtalsperre haben gezeigt, daß auch im Bereich des großen Porphyrganges am linken Hang, der an sich wesentlich klüftiger ist als der Diabas, eine vollständige Undurchlässigkeit des Untergrundes durch die Auspreßarbeit erreicht wurde.

Bei Auspreßarbeiten wird man nun auf jeden Fall bestrebt sein, mit einem nicht zu geringen Druck zu arbeiten, da die Zementschlemme auch in die feinsten Spalten des Untergrundes eindringen soll. Welcher Druck für den Untergrund angemessen ist, hängt aber von der zufälligen Struktur des Felsens an dieser Stelle ab. Sicher wird der eingesetzte Druck immer wesentlich höher sein als die vorhandene durchschnittliche Auflast. Das einzige Mittel, um etwaige Hebungen des Untergrundes zu vermeiden, dürfte sein, durch entsprechende Ausdehnung der mit kleineren Drücken arbeitenden Auspressungen in der oberen Gründungsschicht dafür zu sorgen, daß dem in größeren Tiefen angesetzten Druck ein größeres widerstehendes Massiv gegenübersteht, zum anderen aber, durch während des Auspressens durchgeführte nivellistische Messungen am Bauwerk das Verhalten des Untergrundes zu studieren.

Es zeigt sich also, daß es vorteilhaft ist, bereits während des Betonierens und während der Auspreßarbeiten durch Kontrolle von Höhenbolzen das Verhalten des Untergrundes zu beobachten; die späteren Messungen der luftseitigen Höhenbolzen können in Verbindung mit den beschriebenen Beobachtungen das Bild über das Verhalten von Bauwerk und Untergrund sehr gut ergänzen.

Für die Messungen sind insbesondere bei einer geraden Mauer als einfachste Beobachtungsart die Richtungsmessungen der Kronenbewegungen zu empfehlen, die in Verbindung mit den ebenfalls vorzunehmenden Lotungen über das Verhalten des Bauwerks genauesten Aufschluß geben können. Wichtig dabei ist eine dauernde Kontrolle der Beobachtungspfeiler.

Bei den Loten ist eine Aufhängung in den Meßpunkten der Kronenbewegung selbst anzustreben, damit sich eine Schätzung der zwischen den Beobachtungspunkten der Mauerkrone und den Aufhängepunkten der Lote eintretenden Verschiebungen erübrigt. Die angegebene große Genauigkeit der Lotmessungen kann mit Sicherheit nur in der Nähe der Fußpunkte der Lote erreicht werden, da die Messungen am Lotseil in höheren Zonen durch Schwingungen des Lotseiles selbst beeinflußt werden können. Es dürfte sich daher empfehlen, verschiedene Lote in einem Kontrollschacht anzuordnen, die entweder sämtlich in der Krone oder in verschiedenen Höhen aufgehängt werden. Letzteres hat den Vorteil, daß bereits während des Baues Lotmessungen durchgeführt werden können, während bei der ersteren Anordnung für die laufende Beobachtung die Ablesungen des Lotpunktes in Höhe des Sohlganges genügt, da bei der Kontrolle in erster Linie die Feststellung der Größtverschiebung von Interesse ist. Daneben dürfen natürlich auch die Fugenbolzen an der Krone und in den Kontrollgängen nicht vergessen werden. Wenn sie auch keine absoluten Verschiebungen angeben, so läßt sich doch an ihnen ein plötzliches außergewöhnliches Verhalten eines bestimmten Mauerblocks erkennen, so daß sich aus ihrer laufenden Beobachtung eine einfache Kontrolle des Bauwerks ergibt.

Alle Rechte vorbehalten.

Etwas vom Nieten im Stahlbau.

Von Dr. F. Bohny, Lindau i. B.

Die „Normalbedingungen" für die Lieferung von Eisenkonstruktionen für Brücken- und Hochbau, aufgestellt vom Verbande deutscher Architekten- und Ingenieurvereine, dem Verein deutscher Ingenieure und dem Verein deutscher Eisenhüttenleute[1]) enthalten über die Nietarbeit folgende Bestimmungen:

„Die Niete sind im hellrot warmen Zustande nach Befreiung von dem etwa anhaftenden Glühspan in die gehörig gereinigten Nietlöcher unter gutem Vorhalten (wo tunlich mit Nietwinden) einzuschlagen. Sie müssen die Löcher nach der Stauchung vollständig ausfüllen.

Setz- und Schließkopf müssen zentrale Lage haben, gut und vollanliegend ausgeschlagen sein, und es darf dabei keine Vertiefung entstehen. Der etwa entstandene Bart ist sorgfältig zu entfernen. Die Nietköpfe dürfen keinerlei Risse zeigen.

Die Niete zu verstemmen ist nicht gestattet.

Nach dem Vernieten ist zu untersuchen, ob die Niete vollkommen festsitzen und nicht prellen. Alle nicht fest eingezogenen oder den sonstigen obengenannten Bedingungen nicht entsprechenden Niete sind wieder herauszuschlagen und durch vorschriftsmäßige zu ersetzen. In keinem Falle ist es gestattet, die Niete in kaltem Zustande nachzutreiben".

Diese Bestimmungen enthalten eigentlich alles, was grundlegend zum Nietproblem zu sagen ist, und sind nur noch zu ergänzen nach den heute geltenden Beanspruchungen des Baustoffes von Niet und Konstruktion, der Art und Weise der Berechnung der Niete und Nietbilder, des Vorganges beim Nieten, des Klemmbegriffs sowie durch einen kurzen Vergleich mit der zweiten nicht lösbaren Verbindungsweise, dem Schweißen.

In Deutschland werden bekanntlich zur Zeit hauptsächlich zwei Baustahlsorten verwendet:

1. der seit 1890 eingeführte Flußstahl St 37 — der „Baustahl von Normalgüte" — mit 37 bis 45 kg/mm² Zugfestigkeit und 24 bis 28 kg/mm² Streckgrenze,
2. der 1928 von der Deutschen Reichsbahn geschaffene, hochwertige Baustahl St 52 mit den Festigkeitsgrenzen 52 bis 64 kg/mm² und mit einer Streckgrenze von mindestens 36 kg/mm².

Der zugehörige Nietstahl soll bei 1. ein St 34 sein, bei 2. ein St 44.

Als Schiffbaustahl wird heute in Deutschland allgemein ein St 41 verwendet mit 41 bis 50 kg/mm² Zugfestigkeit. Eine besondere Mindest-Streckgrenze wird nicht verlangt, dafür aber ziemlich scharfe Kaltbiegeproben. Der zugehörige Nietstahl ist ein St 34 wie für 1.

[1]) Letzte Ausgabe 1930 und DIN 1000.

Der St 37 hat sich seit seiner Einführung aufs beste bewährt. Seit bald 50 Jahren beherrscht er das Gebiet der kleinen und mittelgroßen Stahlbrücken, den ganzen Stahlhochbau, den Stahlwasserbau, den Kranbau und deckt fast ganz den Bedarf des Kleingewerbes, der Schlosserei, Schmiederei usw. Er wird ohne Zweifel noch jahrzehntelang — von besonderen Bauaufgaben abgesehen — der gut brauchbare Baustoff des täglichen Bedarfs an Stahl bleiben, auch für geschweißte Bauten.

Beim St 52 war es vor allem die Hebung der Festigkeitswerte, die seine rasche Einführung brachte; die zulässigen Spannungen dieses Stahls sind, wie aus den Bestimmungen gemäß preuß. Min.-Erl. v. 19. 9. 1934 hervorgeht, um 50% höher als bei St 37. Wurde der St 52 noch als schweißbar und mit größerem Widerstand gegen Rosten als der St 37 befunden, so war für große Stahlbauten das wirtschaftlich mögliche Optimum vorerst erreicht. Etwa 40 bis 50% waren an Gewicht — je nach der Formgebung des Baues — gewonnen[2]).

Zur Erreichung dieses Zieles und insbesondere zur Vermeidung von Schweißnahtrissigkeit und zu großer Härtung des Werkstoffes in und neben den Schweißnähten sind dann 1936 von der DRB[3]) noch bestimmte Analysen-Grenzwerte festgelegt worden, die Schaper in Bautechn. 1938, Heft 1, S. 2, mitgeteilt hat.

Dazu sollten m. E. — zur Vermeidung neuer Enttäuschungen — noch genaue Vorschriften kommen über die Behandlung der Blöcke im Walzwerk, über das Ausglühen der fertig gewalzten Stäbe und Bleche, über ihr Richten in der Werkstatt vor dem Einbau in die fertige Konstruktion usw. Auch Vorschriften über die Auswahl der richtigen Blechdicken, der richtigen Elektroden und über eine gute Formgebung der ganzen Konstruktion wären m. E. nötig. Umfangreiche Versuche hierzu sind zur Zeit im Gange, so daß die neuen Lieferbedingungen für den einheitlichen deutschen hochwertigen Baustahl wohl bald zu erwarten sein werden[4]). Auch den genieteten Bauten werden alle diese Untersuchungen zum Vorteil gedeihen.

Ein gut geschlagener Niet von $2r = 2$ cm Durchm., also 3,14 cm² Querschnitt kann in einer Eisenbahnbrücke aus St 52 auf Abscheren eine Kraft übertragen von $P = r^2\pi \cdot 0{,}8 \cdot 2{,}1 = 3{,}14 \cdot 0{,}8 \cdot 2{,}1 = 5{,}275$ Tonnen bzw. $3{,}14 \cdot 0{,}8 \cdot 2{,}4 = 6{,}028$ Tonnen.

Die Kraft, die derselbe Niet mindestens durch Leibungsdruck übertragen muß, beträgt $P = 2\,r \cdot t \cdot 4{,}2 = 8{,}4\,r \cdot t$ Tonnen, wenn t den Grenz-

[2]) Bei der großen Brücke über den Kleinen Belt in Dänemark ist durch Verwendung von St 52 gegenüber St 37 allein eine Gewichtsersparnis von 38,4% errechnet worden.

[3]) Vorschriftenblatt Nr. 918 156 vom Juni 1937.

[4]) s. Vortrag Kommerell: „Die neuen Lieferbedingungen für St 52 als Folge neuerer Versuche und Erfahrungen". Stahlbau 1938, Heft 7/8, S. 49/54.

wert der Blechdicke bei einer einschnittigen Verbindung bezeichnet. Er ergibt sich durch Gleichsetzung der Werte P zu

$$t = r \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 0{,}8 = 0{,}628\, r.$$

Auf Grund solcher Überlegungen sind die Niettabellen der Behörden, Verbände und Firmen für die Benutzung beim Konstruieren der Stahlbauten aufgestellt worden, wie sie überall im Handel zu kaufen sind.

Bei Bemessung der Nietverbindungen unter Zugrundelegung der Scherfestigkeit des Nietstahles wird nicht beachtet die sogenannte Klemmkraft der Niete, obwohl diese bei Herstellung nach den Normalbedingungen in jedem Niet infolge seiner Erkaltung nach dem Schlagen und wegen der Behinderung des Schrumpfens durch die zwischen den Köpfen liegenden Bleche entsteht. Fraglich ist nur die Größe der Klemmkraft. Nach den „Versuchen im Stahlbau" Ausgabe B, Heft 5 — Bericht 1935: O. Graf[5]) —, kann die Klemmspannung im Nietschaft im Mittel bis zu 10 kg/mm² = 1 t/cm², ja bis zu 2 t/cm² erreichen. Sie ist abhängig vom Nietwerkstoff, der Schaftlänge der Niete, der Zahl der im Paket zusammengefaßten Bleche, vom Nietdruck usw.[6]).

Aber auch bei Annahme einer Klemmkraft in Höhe gleich der Streckgrenze des Nietstoffes wird sie niemals, wie früher vielfach angenommen wurde, in der Lage sein, die Scherkraft der Niete allein zu übertragen, da eine größere Reibung zwischen den Blechen als 0,1 der Klemmkraft kaum angenommen werden kann. Man hat bei St 52 etwa die Verhältnisse von Abb. 1. Schaper hat sich zu dieser Frage[7]) wie folgt geäußert:

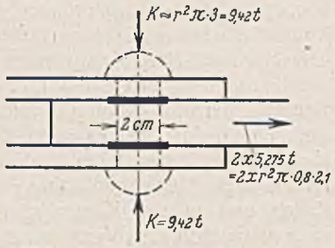


Abb. 1. Klemmkraftwirkung der Niete.

„Die beim Abkühlen der geschlagenen Niete in ihnen entstehenden Zugspannungen rufen in den Anlageflächen der Nietköpfe Druckspannungen und damit Reibungswiderstände hervor. Diese würden bei genügender Größe die Zug- oder Druckkräfte der verbundenen Teile allein aufnehmen. Da aber die Größe der Reibungswiderstände wegen der Unsicherheit des Unterschiedes der Wärme der eben geschlagenen Niete und der umgebenden Teile und wegen des Einflusses der Federung der vernieteten Teile auch nicht annähernd richtig zahlenmäßig erfaßt werden kann, und da erfahrungsgemäß im Laufe der Benutzung der Bauwerke, namentlich bei wechselnder und stoßweise wirkender Belastung, Niete lose werden, so verzichtet man ganz darauf, den Reibungswiderstand in Rechnung zu stellen. Man weist vielmehr dem Abscherwiderstand der Niete und dem Leibungsdruck die ganze Kraftaufnahme zu."

Von einem „Losewerden" der Niete möchte ich allerdings absehen und eine vorhandene Klemmwirkung als Reserve zur Kraftwirkung beibehalten. Bei vielen Stahlbauten — so im Kesselbau, Schiffbau und Tankbau — ist übrigens die Klemmwirkung der Niete nicht zu entbehren.

Die Verteilung der Stabkräfte in einem Nietbilde hängt ganz von der Geschicklichkeit des Konstrukteurs ab. Er muß das richtige Gefühl für die einigermaßen gleichmäßige Übertragung der Kräfte auf die einzelnen Niete und Nietgruppen besitzen. Schwere Knotenpunkte und verwickelte Gelenke sind Kunstgebilde des Stahlbauers. Nur Feinmessungen geben genaue Auskunft über die wirkliche Verteilung der Kräfte in einem Knoten. Diese zeigen z. B., daß die an den Enden einer Verbindung sitzenden Niete meist ungleich höhere Kräfte zu übertragen haben, als ihnen bei gleichmäßiger Verteilung der Gesamtkraft — wie üblich der Einfachheit halber angenommen wird — zukommen würde. Es gibt auch eine Grenze, über die hinaus die weitere Vermehrung hintereinander sitzender Niete sinnlos ist. Mehr als fünf Nietreihen in einem Stoß oder in einem Anschluß soll man nicht hintereinander anordnen[8]).

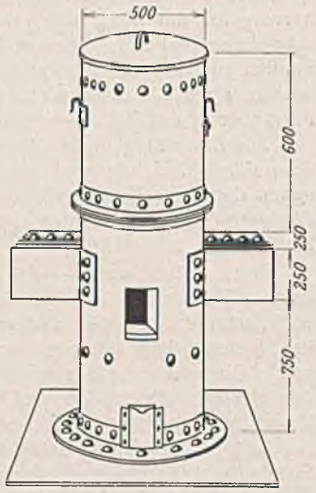


Abb. 2. Einfacher Nietofen für Koksheizung.

Von besonderer Wichtigkeit für eine Nietverbindung ist ihre Widerstandsfähigkeit gegen oftmals wiederkehrende Belastungen. Eingeschliffene Nietbolzen, wie sie der Maschinenbau kennt, und die jede gegenseitige Bewegung der verbundenen Bleche verhindern, wären das Ideal einer Verbindung im Stahlbau. Es ist daher einleuchtend, daß, je besser der Nietschaft das Loch ausfüllt, eine um so größere Widerstandsfähigkeit der Verbindung zu erwarten ist. Um so größer ist auch die Kraft, die die Bleche zusammendrückt. Natürlich wird ein vollständiges und sattes Ausfüllen — selbst bei Maschinennietung — nie erreicht werden, der Niet wird sich sowohl durch das Erkalten sowie auch durch die Längsspannung zusammenziehen, nach Wellinger um mindestens 0,5 % seines Durchmessers. Schaechterle äußert sich zu dieser Frage wie folgt[9]):

„Um eine einwandfreie Nietverbindung zu gewährleisten, ist ein auf die ganze Schaftlänge gleichmäßig sich erstreckendes Aufstauchen zu fordern, damit der fertig geschlagene und erkaltete Nietschaft das Nietloch gleichmäßig satt ausfüllt. Gelingt es, das Nietloch vom Setzkopf bis zum Schließkopf gleichmäßig vollzustauchen, so wird damit nicht nur eine Verminderung der Lockerungsgefahr bei Wechselbeanspruchung, sondern auch eine nicht unerhebliche Erhöhung der Wechselfestigkeit der Verbindung erreicht.

Die auf die ganze Länge sich erstreckende Stauchung des Nietschaftes ist nicht nur bei langen Nieten zu fordern, sondern auch bei allen Nietverbindungen, die dynamisch beansprucht werden. Die Erfüllung dieser Forderung ist insbesondere anzustreben bei Verwendung von hochwertigen Stählen, um die Festigkeitseigenschaften dieser Werkstoffe weitgehend ausnutzen zu können."

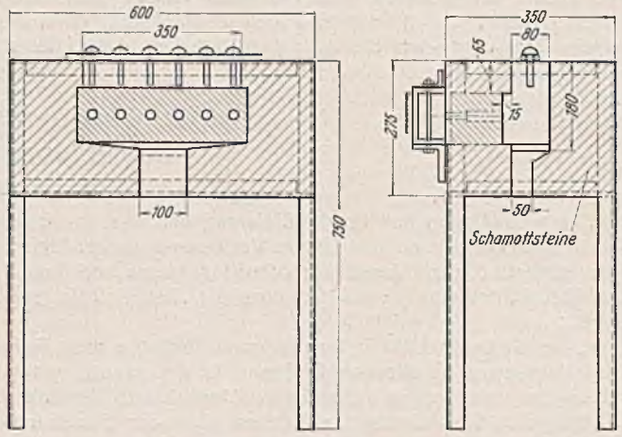


Abb. 3. Neuerer Nietofen für Gasbeheizung.

In Abb. 2 ist ein Nietofen älterer Bauart dargestellt, wie er bei vielen Werken der Schwerindustrie Verwendung findet und der für die Beheizung mit Koks eingerichtet ist. Der Ofen wird von oben mit Koks gefüllt und von unten aus der Preßluftleitung angeblasen, so daß der Brennstoff vollständig verbrennt. Durch den Luftzug werden die Heizgase nach beiden Seiten getrieben. Die Niete, die in den beiden seitlich angeordneten Kasten hängen, werden vom Nietenwärmer von außen nach innen vorgeschoben, so daß sie immer mehr eine größere Hitze erhalten. Die Erwärmung langer Niete ist auf diese Weise sehr gut und gleichmäßig. Der Setzkopf bleibt etwas kälter. Bei langen Nieten wird dann das Schließkopfende im Wasser etwas abgeschreckt, so daß eine einwandfreie Stauchung möglich ist.

Ein mehr neuzeitliches Nietfeuer für Gasbeheizung zeigt Abb. 3. Der Brennerstein ist in einem Gehäuse aus Blechen und Winkeln eingemauert. Von außen wird an der einen Seite Gas bzw. Preßluft der Mischerkammer zugeführt. Das Gemisch tritt dann an der anderen Seite aus den Düsen heraus und wird entzündet; es ist je nach dem vorhandenen Gasdruck regelbar. Oben auf dem gemauerten Schlitz liegen aufgereiht in Warmeisen die Niete. Der Ofen erwärmt kleinere und auch längere Niete schnell und gut. —

Beim Schlagen längerer und schwererer Niete muß vor allem verhindert werden, daß der Schließkopf etwa zu rasch gebildet und der Nietschaft ungenügend oder nur auf einen Teil seiner Länge gestaucht wird. Es gilt also: Vorstauchen des Nietschaftes nach vorherigem sorgfältigem Aufreiben des Nietloches.

Das Aufreiben der Pakete geschieht heute durch die bekannten und sehr genau kalibrierten und eingeschliffenen Reibahlen, wie sie z. B. R. Stock & Co. in Berlin-Marienfelde liefern (Abb. 4). Für das Vorstauchen nennt Schaechterle folgende Verfahren: Als ältestes und jedem Nieter gut bekannt das schon oben angeführte kurze Abschrecken des hellrot erhitzten Schließkopfendes, dann das Mehrerwärmen des Schaftes beim Setzkopf um rd. 100° als am Schließkopf mittels besonderer Zweikammer-

[5]) D. St. V.-Verlag von J. Springer.

[6]) s. auch Dr. K. Wellinger, Stuttgart, Eignung, Gefüge und Festigkeit warm geschlagener Niete. Berlin 1932, Wilh. Ernst & Sohn. — Versuche aus 1933 mit Versuchskörpern von den Ver. Stahlwerken, MAN, Gustavsburg und GHH.

[7]) Schaper, Grundlagen des Stahlbaues, 6. Aufl., S. 84/5. Berlin 1933, Wilh. Ernst & Sohn.

[8]) Vgl. Schaper, Grundlagen des Stahlbaues, 6. Aufl., S. 84.

[9]) Schaechterle, Der Stauchhammer. Stahlbau 1933, Heft 15, S. 119/120.

nietwärmeöfen — Vorschlag Dörnen —, dann ein Verfahren der Dortmunder Union, bei dem das überstehende Ende des Nietschaftes zum Vorstauchen mit einer Zange umfaßt und nach Entfernen der Hülse der Schließkopf erst gebildet wird, und schließlich die Benutzung des „Stauchhammers", eines besonderen Preßluftstauchgerätes nach Vorschlag Schaechterle und nach Konstruktion der Maschinenfabrik Eßlingen. Der Stauchhammer hat eine vierteilige Hülse zum Umfassen des überstehenden Nietschaftes, die mit Druckluft zur Anlage gebracht wird, und einen Schlagdorn zum Stauchen. Nach ein paar raschen Schlägen auf den Dorn und Lösen der Hülse wird dann der Schließkopf mit dem gewöhnlichen Preßlufthammer vollends fertiggestellt.

Die Benutzung doppelter Geräte hat den Nachteil, daß mehr Mannschaft bei der Arbeit und mehr Zeit benötigt werden. Insbesondere ist das der Fall bei Nieten in Ecken und bei Nieten nahe an Hohlkehlen. Der gut gewärmte Niet wird dabei leicht kalt, und der Vorteil des Vorstauchens geht zum Teil oder ganz wieder verloren. Die „Technischen Vorschriften für Stahlbauwerke" der DRB, gültig ab 10. Mai 1935[10]), enthalten heute u. a. folgende Vorschrift für die Ausführung der Nietarbeiten:

„Die gestauchten Nietschäfte müssen die Nietlöcher gut ausfüllen. Bei Klemmlängen über 4 *d* ist daher nach dem Durchstecken der Niete das freie Ende mit einem geeigneten Gerät (z. B. Vorstauchhammer oder Hülsenzange) zu umfassen und durch Schläge auf das Schaftende zunächst der Werkstoff in das Nietloch hineinzustauchen und dann der Schließkopf zu bilden, oder es sind die Niete so zu erwärmen, daß sie in dem Zustande, in dem sie geschlagen werden, am Setzkopf hellrotglühend und am Schaftende etwas dunkler sind."

Es wird also das Verfahren freigestellt und auch eine geeignete und alleinige Erwärmung der Niete zugelassen bzw. empfohlen. Über einen Stauchhammer habe ich bereits 1930 bei Gaber[11]) grundsätzliche Angaben gefunden, es sei daraus die betreffende Abbildung als Abb. 5 wiedergegeben. Schwierig gestaltete sich natürlich die brauchbare Ausbildung des Hammers, wie das Abziehen der Stauchhülse usw. In Abb. 6 ist der sogenannte Duisbergofen der Gutehoffnungshütte, ein Gasnietwärmeofen, dargestellt, der nach dem zweiten Teile der DRB-Vorschriften arbeitet, d. h. Niete mit großer Klemmlänge so erwärmt, daß der mittlere Teil des Schaftes stärker erhitzt wird, der Schlagkopf dagegen kühler bleibt.

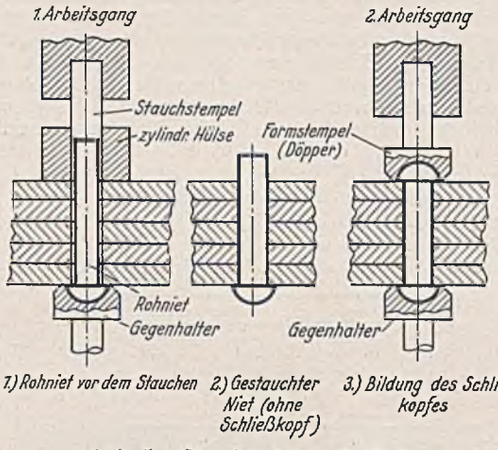


Abb. 5. Stauchweise nach Gaber.

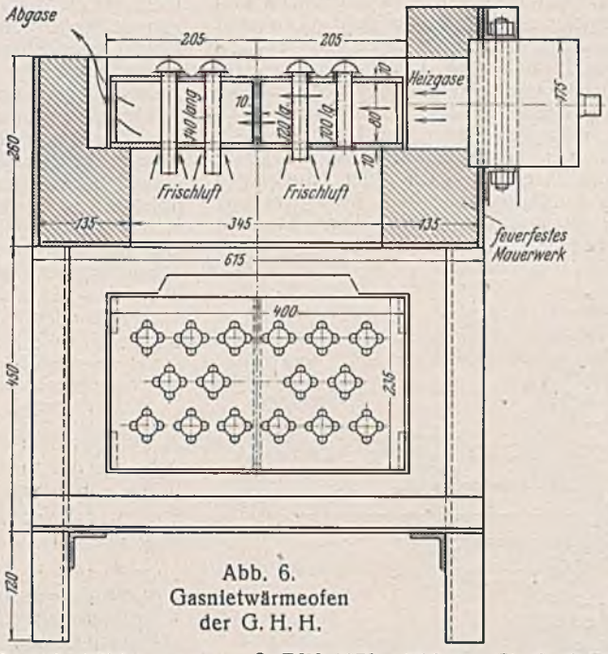


Abb. 6. Gasnietwärmeofen der G. H. H.

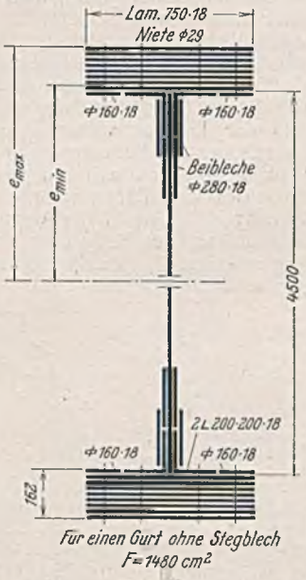


Abb. 7. Größtquerschnitt der Muldebrücke bei Siebenlehn.

Darüber hinaus ist es ferner möglich, den Setzkopf auch kühler zu halten. Der Ofen, der auch auf der Baustelle verwendbar ist, enthält zur Aufnahme der Niete auswechselbare Einsatzkasten aus hitzebeständigem Werkstoff. Der Strom der Heizgase geht aus der Abb. hervor. Die Heizkasten können auch in der Höhe verstellbar eingerichtet werden, wenn das bei vielen verschieden langen Nieten an demselben Werkstück nötig ist. Beobachtungen und Messungen haben ergeben, daß die Temperaturen z. B. in der Mitte des Nietschaftes etwa 1100°, am Setzkopf und Schlagkopfende etwa 800 bis 900° betragen. Das Schlagen des erhitzten Nietes geschieht rasch und in einem Vorgange mit dem üblichen Preßlufthammer und mit normaler Mannschaft.

Die Grenzen der Klemmlängen im Nietbilde bei Nieten bis 29 mm Fertigdurchmesser sind zur Zeit etwa folgende:

normaler Halbrundniet bis 4,5 *d* nach DIN 124, von 4,5 *d* bis 6,5 *d* Linsenkopfniete, und zwar von 4,5 *d* bis 5,5 *d* um 0,5 bis 1 mm verstärkte Niete, von 5,5 *d* bis 6,5 *d* besonders abgedrehte Niete, über 6,5 *d* konische Bolzen.

[10]) 10. Aufl. 1937.

[11]) Versuche an Nieten aus Siliciumbaustahl und gewöhnlichem Baustahl, Stahlbau 1930, Heft 12, S. 133/140.

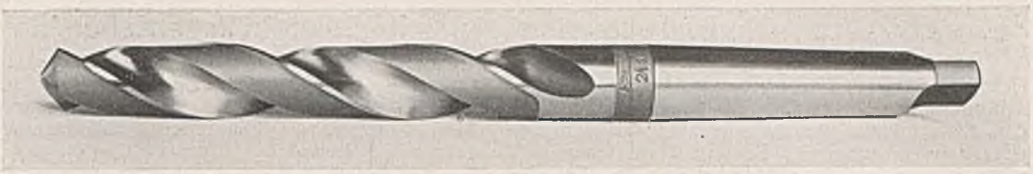


Abb. 4. Neuzeitliche Aufreibahle.

Für einwandige Querschnitte großer Blechträger, wie sie die Reichsautobahn bevorzugt, ergeben sich damit Klemmlängen der dicksten Pakete bis zu 200 mm und Querschnitte bis zu 1500 cm². Von der Muldebrücke bei Siebenlehn, erbaut 1935/1936, ist in Abb. 7 der Größtquerschnitt an Pfeiler 3 und 4 wiedergegeben. Der tragende Gurt hat eine Querschnittfläche von 1500 cm², womit die Beanspruchung für St 52 einschl. Stoßzuschlag und Temperatur den für diesen Werkstoff zugelassenen Größtwert von rd. 2,1 t/cm² erreicht.

Im Kesselbau kommen bei schweren Panzern gewöhnlich Nietdurchmesser von 35 bis 40 mm und Klemmlängen von über 160 mm vor. Für solche schwere Niete sind jedoch zum Schlagen besonders schwere Hämmer — über 10 kg schwer — nötig.

Der größte Wettbewerber für genietete Stahlbauten sind geschweißte Bauwerke, deren Ausführung seit 1930 trotz der bestehenden Schwierigkeiten einen Umfang angenommen hat, wie man ihn im Stahlbau niemals geahnt hätte. Der Zugewinn an Ersparnis beim Schweißen, der immerhin — je nach Art des Baues — mit 15 bis 20 % angenommen werden kann, muß stets als sehr erstrebenswertes Ziel bei jeder Konstruktion begrüßt werden. Folgende Vorschriften der Behörden betreffs des Schweißens sind bisher erschienen:

1. Das Schweißen von Hochbauten und von vollwandigen Eisenbahnbrücken, herausgegeben von der DRB[12]), gültig ab November 1935,
2. DIN 4101, Berechnungsvorschriften für geschweißte vollwandige stählerne Straßenbrücken, Ausgabe Juli 1937,
3. DIN 1079, stählerne Straßenbrücken, Grundsätze für die bauliche Durchbildung, Ausgabe Dezember 1937 mit Vorschriften für Nietung und Schweißung.

Noch nicht aufgestellt und meines Wissens noch nicht in Beratung sind Berechnungsvorschriften und Konstruktionsnormen für gegliederte geschweißte Stahlbrücken, eine sehr wichtige, aber auch sehr schwierige Aufgabe.

Im Schiffbau, wo auch die Gewichtsersparnis eine große Rolle spielt, hat das Schweißen das Nieten auch erst seit wenigen Jahren verdrängen können, und zwar insbesondere beim Innenausbau der Schiffe, wie: die Querschotte, die Fundamente, die Beschläge usw. Große und schwere Schiffskörper werden nach wie vor genietet, schon in Rücksicht auf die Dichtigkeit und leichtere Reparaturmöglichkeit.

So lehrt die Betrachtung der heutigen Bauten in Stahl, daß durch den Wettbewerb der Baustoffe und der Bauweisen sich schließlich das Höchstmaß an Wirtschaftlichkeit ergab, wie es das Dritte Reich vom entwerfenden und bauenden Ingenieur erwartete. Der Kampf um sein Gebiet ist noch lange nicht abgeschlossen.

[12]) mit Beispielen für die Berechnung und bauliche Ausbildung von O. Kommerell.

Alle Rechte vorbehalten.

Diesellokomotiven mit Flüssigkeitsgetrieben für Baustellen.

Da die Zugförderung auf Baustellen häufiges Anfahren und oft Geschwindigkeitswechsel verlangt, werden dort an die Lokomotiven hohe Anforderungen gestellt. Die Baulokomotiven müssen elastisch sein, d. h. die Zugkräfte am Haken müssen sich den jeweils auftretenden Fahrwiderständen anpassen. In jedem Betriebszustande fahren die Lokomotiven dann mit der größtmöglichen Geschwindigkeit und unter voller Ausnutzung der Kraftmaschinen. Bei den Dampflokomotiven ist diese Eigenschaft gegeben. Anders dagegen liegen die Verhältnisse bei den Diesellokomotiven.

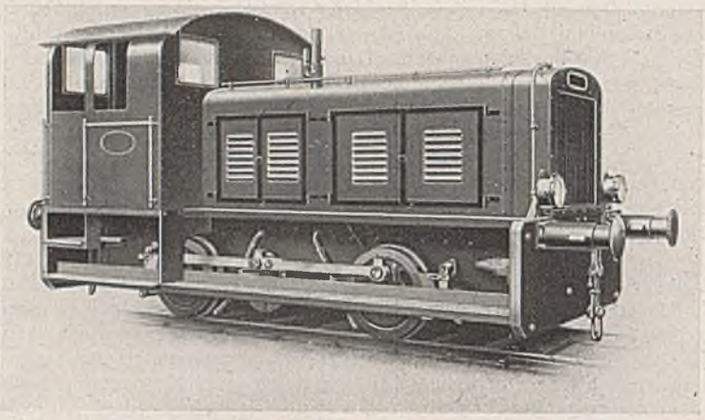
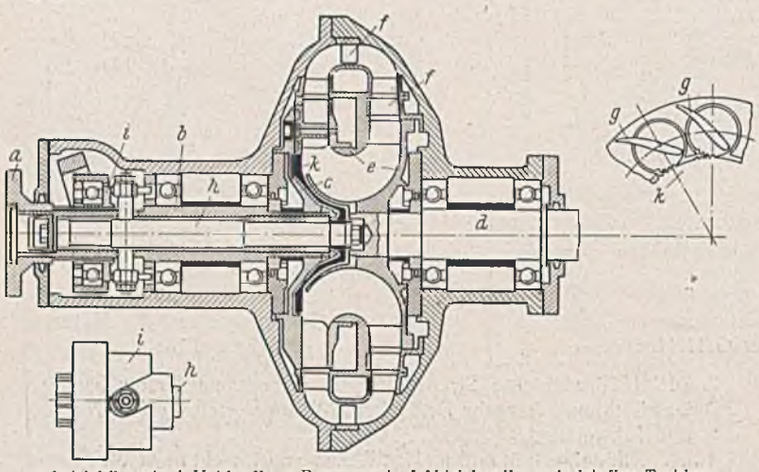


Abb. 1. Zweiachsige 130-PS-Diesel-Baulokomotive mit dreistufigem Flüssigkeitsgetriebe (Krupp).
Bauart Gmeinder & Co., G. m. b. H.

Der Dieselmotor ist nur wenig elastisch und erfordert bei den gewöhnlichen Räderschaltgetrieben ein häufiges Umschalten auf eine andere Übersetzungsstufe. Bei jedem Schalten treten aber mehr oder weniger große Anfahr- und Schaltstöße auf. Bei kleineren Motorleistungen und Lokomotiven wirken sich die Stoßerscheinungen weniger aus, um so mehr jedoch bei den großen Lokomotiven mit Motorleistungen über 100 PS, die für große Zugeinheiten nötig sind. Sollen bei Lokomotiven mit gewöhnlichen Schaltgetrieben die Stöße erheblich verringert werden, so muß der Lokomotivführer seine Aufmerksamkeit und Geschicklichkeit der schonenden Bedienung der Schaltung zuwenden und kann die Fahrbahn weniger aufmerksam beobachten. Eine Übertragung des Drehmomentes vom Dieselmotor auf die Räder, das auch unter schwierigen Arbeitsverhältnissen beim Anfahren und im Betriebe keine besondere Aufmerksamkeit der Bedienung erfordert und einer Motorlokomotive die Eigenschaften einer Dampflokomotive erteilt, ist in den Flüssigkeitsgetrieben gegeben.



a Antriebflansch, *b* Hohlwelle, *c* Pumpenrad, *d* Abtriebwelle, *e* dreistufige Turbine, *f* Leitschaufelringe, *g* verstellbare Pumpenschaufeln, *h* innere Welle, *i* Verschiebemuffe, *k* Verstellscheibe.

Abb. 2. Längsschnitt des dreistufigen Flüssigkeitsgetriebes (Krupp).

Die Flüssigkeitsgetriebe, die bis jetzt an den größeren Motorlokomotiven angewendet wurden, arbeiten nach dem Grundsatze einer Turbine. Durch eine vom Motor angetriebene Kreiselpumpe wird Öl in eine angeschlossene Turbine gedrückt, die dadurch mitgenommen wird und die Abtriebwelle in Bewegung versetzt. Je größer dabei der Widerstand an der Abtriebwelle wird, desto mehr wächst das auf die Turbine übertragene Drehmoment bei gleichzeitiger Verminderung der Drehzahl. Die Verminderung der Abtriebsdrehzahl kann so weit getrieben werden, daß die Abtriebwelle still steht, wobei das größte Drehmoment an die Turbine abgegeben wird und die Flüssigkeit durch die Leit- und Laufschaufeln „hindurchschießt". Der Antriebmotor läuft aber mit seiner gewöhnlichen Drehzahl weiter. Für Diesellokomotiven folgt daraus, daß das Anfahren stoßfrei ausfällt und die Fahrgeschwindigkeit sich selbsttätig den wechselnden Zugwiderständen anpaßt. In einem Flüssigkeitsgetriebe sind innerhalb gewisser Grenzen, ähnlich wie bei einem elektrischen Leonard-Satz unendlich viele „Schaltstufen" vorhanden.

Eine Diesellokomotive von Gmeinder & Co., G. m. b. H., mit einem Motor von 130 PS Leistung und einem Flüssigkeitsgetriebe Bauart Krupp zeigt Abb. 1.

Das Flüssigkeitsgetriebe setzt sich aus dem Wandler und einem vorgeschalteten Zahnradgetriebe zusammen. Der Wandler (Abb. 2) besteht aus dem mit dem Antriebflansch *a* über die Hohlwelle *b* verbundenen Pumpenrad *c* und der auf der Abtriebwelle *d* sitzenden, dreistufigen Turbine *e* mit zwei festen Leitschaufelringen *f*. Das Pumpenrad *c* hat verstellbare Schaufeln *g*. Das Drehmoment des Motors wird durch die Hohlwelle *b* auf das Pumpenrad *c* übertragen. Die Pumpe fördert die Flüssigkeit zunächst in die erste Turbinenstufe. Nach deren Durchströmen wird die Flüssigkeit im ersten Leitschaufelkranz umgelenkt und gelangt dann in die zweite Turbinenstufe. In dem unmittelbar anschließenden zweiten Leitschaufelkranz wird die Strömungsrichtung erneut zum Eintritt in die dritte Turbinenstufe geändert. Nachdem diese durchströmt ist, fließt die Flüssigkeit wieder in den Pumpenraum zurück, so daß ein geschlossener Kreislauf vorliegt. Die innere Welle *h*, die zum Verstellen der Pumpenschaufeln *g* dient, kann während des Betriebes gegenüber der Hohlwelle *b* durch Verschieben der Muffe *i* in Richtung der Achse gedreht werden, wodurch sich die Scheiben *c* und *k* gegeneinander verstellen und die Öffnungen der Pumpenschaufeln *g* über eine Zahnradübertragung verändert werden. — Die Arbeitsflüssigkeit bleibt immer im Getriebe. Ein kleiner Teil der Getriebeflüssigkeit strömt zum Abführen der auftretenden Wärme vom Getriebe durch einen Kühler und wieder zurück zum Getriebe. Der Umlauf geschieht durch den Druckunterschied vor und hinter der Pumpe. Austretende, kleine Mengen Leckflüssigkeit werden durch eine Saugeinrichtung (Ejektor) zu einem Ausdehnungsgefäß gesaugt, das mit einer Druckeinrichtung (Injektor) in Verbindung steht. Die Druckeinrichtung, die die nach außen gelangte Flüssigkeit in das Getriebe zurückfließen läßt, hält das Getriebe ständig unter Druck, so daß keine Hohlräume entstehen, die Schaufeln nicht zerfressen werden und der Wirkungsgrad nicht sinken kann. — Die Kennlinien des Getriebes sind in Abb. 3 aufgezeichnet.

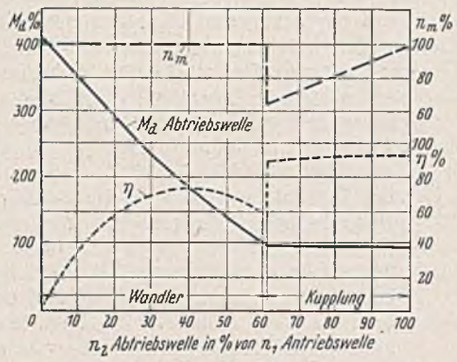


Abb. 3. Kennlinien des Flüssigkeitsgetriebes in Abb. 2.

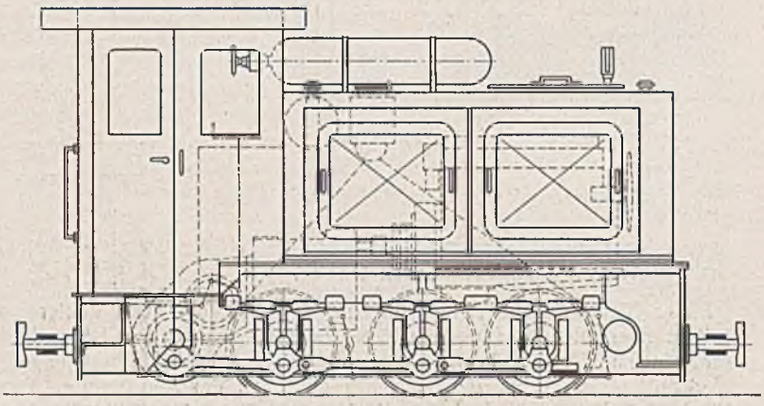


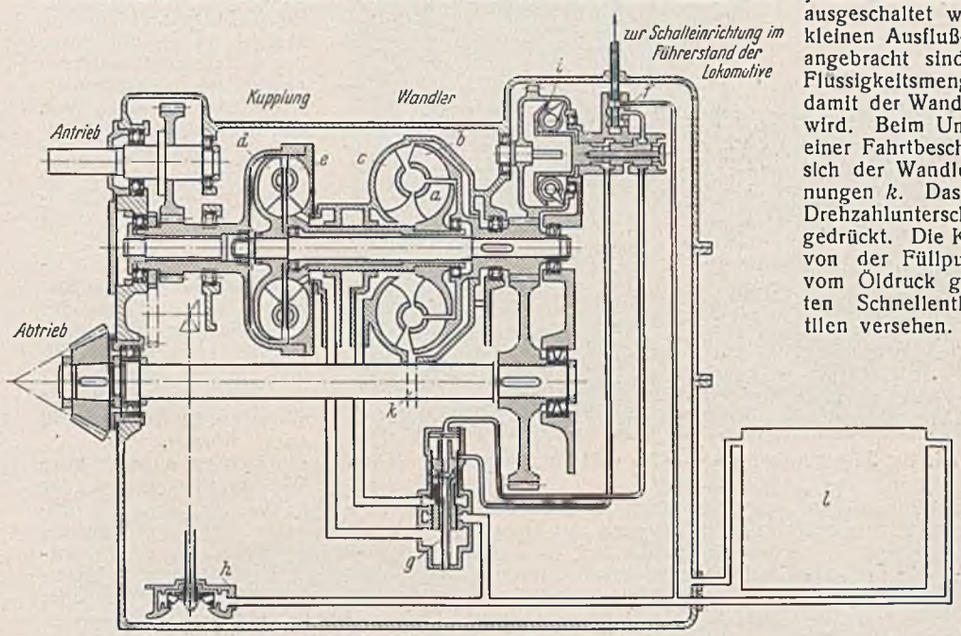
Abb. 4. Dreiachsige 130-PS-Diesel-Baulokomotive mit zweistufigem Flüssigkeitsgetriebe (Voith).
Vorlage: Berliner Maschinenbau AG, vorm. Schwartzkopff.

Durch die Verstellbarkeit der Pumpenschaufeln werden der Wirkungsgrad und die Drehmomentübersetzung beim Anfahren weiter gesteigert. Schließt man die Schaufeln, so verringert sich das von der Pumpe erzeugte Drehmoment so weit, daß der Motor ohne Lösen einer Kupplung in der üblichen Weise angelassen werden kann. Nach dem Anlassen des Motors kann durch Öffnen der Schaufeln ohne weiteres angefahren werden.

Das zwischen Motor und Wandler liegende, angeflanschte Vorschaltgetriebe hat den Zweck, die Drehzahl des Motors auf die erforderliche Antriebdrehzahl des Wandlers zu übersetzen.

Bei der Lokomotive nach Abb. 1 wird das Drehmoment von der Abtriebwelle des Wandlers zunächst auf eine Blindwelle zwischen den Rädern und dann durch Kuppelstangen auf die Triebräder übertragen. —

Ein anderes, zweistufiges Flüssigkeitsgetriebe, Bauart Voith, ist in den größeren, mit drei Triebachsen arbeitenden Baulokomotiven der Berliner Maschinenbau AG, vorm. Schwartzkopf, mit einem 130-PS-Sechszylinder-Dieselmotor (Abb. 4) eingebaut. Im Flüssigkeitsgetriebe (Abb. 5) sind ein Wandler und eine Kupplung, die grundsätzlich voneinander verschieden sind, vereinigt. Der Wandler besteht aus dem Pumpenrad *a*, der Turbine *b* und den mit dem Gehäuse fest verbundenen, feststehenden Leitschaufeln *c*. Das aus der Turbine *b* austretende Öl



a Pumpenrad, *b* Turbine, *c* feststehende Leitschaufeln, *d* Pumpenschaufelrad, *e* Turbinenschaufelrad, *f* Füllventil, *g* Steuereinrichtung, *h* Druckölpumpe, *i* Fliehkraftregler, *k* Ausflußöffnungen, *l* Kühler.

Abb. 5. Schnitt durch das zweistufige Flüssigkeitsgetriebe (Voith).

trifft auf die Leitschaufeln *c*, die dem Öl eine Gegenkraft erteilen, die auf das Turbinenrad übertragen wird. In der Flüssigkeitskupplung liegen ein Pumpenschaufelrad *d*, das vom Motor angetrieben wird, und ein Turbinenschaufelrad *e* gleicher Größe einander gegenüber. Beim Antrieb des Pumpenrades im Wandler entsteht an seinem äußeren Umfange ein Überdruck, durch den ein Kreislauf des Oles erzeugt wird. Der Flüssigkeitsstrom gibt seine Energie an das Turbinenrad ab, in dem ein Abtriebsdrehmoment entsteht. Mit zunehmender Drehzahl des Turbinenrades kommt dann eine Gegenfliehkraft zustande, die dem Kreislauf des Öles entgegenwirkt. Würden beide Räder sich mit derselben Drehzahl drehen, so würde der Kreislauf und dadurch der Kraftfluß aufhören. Je größer daher der Drehzahlunterschied (Schlupf) ist, desto mehr wächst das übertragene Drehmoment. Da bei dem Kreislauf keine feststehenden Leitschaufeln vorhanden sind, müssen das An- und Abtriebsdrehmoment nahezu gleich sein. Der Verlust beträgt im allgemeinen 2 bis 4%.

Soll die Fahrgeschwindigkeit der Lokomotive vermindert werden, so wird durch Drehen eines Handrades im Führerstand die Motordrehzahl herabgesetzt und gleichzeitig durch das Handrad das Füllventil *f* ausgelöst, das den Ölzufluß zu den einzelnen Kreisläufen absperrt, so daß das Getriebe ausgeschaltet wird. Ebenso vollzieht sich der Vorgang umgekehrt. Das Füllen der einzelnen Ölkreisläufe geschieht über die Steuereinrichtung *g* durch die von der Antriebwelle in Umlauf versetzte Pumpe *h*. Die Steuereinrichtung *g* wird durch den von der Fahrgeschwindigkeit abhängigen Fliehkraftregler *i* beeinflußt, so daß der zu jedem Geschwindigkeitsbereich gehörige Kreislauf selbsttätig ein- und ausgeschaltet wird. Aus dem Wandler tritt die Flüssigkeit durch die kleinen Ausflußöffnungen *k* aus, die am äußeren Umfange des Gehäuses angebracht sind und aus denen ständig Öl abfließt. Die abfließende Flüssigkeitsmenge ist immer nur ein Bruchteil der zugeführten Menge, damit der Wandler gefüllt bleibt, solange durch die Pumpe Öl zugeführt wird. Beim Umschalten vom Wandler auf die Kupplung (z. B. während einer Fahrtbeschleunigung) oder beim Ausschalten des Getriebes entleert sich der Wandler infolge der Fliehkraftwirkung schnell durch die Öffnungen *k*. Das aus dem Wandler ausfließende Öl, das sich infolge der Drehzahlunterschiede erwärmt, wird im Parallelstrom in den Kühler *l* gedrückt. Die Kupplung ist zum Entlasten beim Abschalten des Zuflusses von der Füllpumpe *h* durch die Steuereinrichtung *g* mit selbsttätigen, vom Öldruck gesteuerten Schnellentleerventilen versehen.

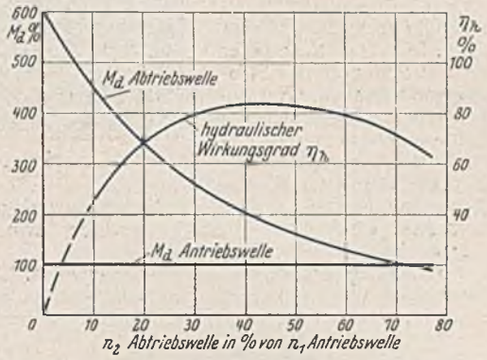


Abb. 6. Kennlinien des Flüssigkeitsgetriebes in Abb. 5.

Das zweistufige Getriebe kommt für Fahrgeschwindigkeiten bis etwa 20 km/h in Betracht. Für größere Geschwindigkeiten wird der Wandler dreistufig ausgeführt. Die Verwendung des Wandlers mit seinen verhältnismäßig ungünstigen Wirkungsgraden bleibt dann auf die kurzen Anfahr- und Beschleunigungszeiten beschränkt.

Aus der Vereinigung der Kennlinien eines zweistufigen Wandlers und der Kupplung ergeben sich die Zugkraftkennlinien in Abb. 6, die das Abtriebsdrehmoment in % des Antriebsdrehmoments zeigen. Da das Abtriebsdrehmoment der Zugkraft verhältnisgleich ist, kann an Stelle von M_d-Abtriebwelle auch die Zugkraft gesetzt werden. Ferner sind in Abb. 6 noch der Verlauf des Übertragungwirkungsgrades des Getriebes (η) und der Motordrehzahl (n_m) eingezeichnet.

An der Lokomotive wird das Drehmoment an der Abtriebwelle des Getriebes durch Zahnräder auf eine Blindwelle unter dem Führerstand (Abb. 4) und von da durch Kuppelstangen auf die Triebräder weitergeleitet.

Fritz Riedig.

Alle Rechte vorbehalten.

Das Unterwasserkraftwerk in der Jller.

Mit der Inbetriebnahme des Unterwasserkraftwerkes in der Jller bei Steinbach in Schwaben am 11. Juli 1938, bei der Staatsminister und Gauleiter Adolf Wagner, die Gauleiter Wahl und Schwede-Coburg, sowie zahlreiche Vertreter von Partei, Staat und Wehrmacht zugegen waren, hat sich ein Wendepunkt in unserer öffentlichen Elektrowirtschaft angebahnt, dessen Bedeutung nicht allein in den technischen Fortschritten liegt, die hier zur Anwendung kamen, sondern in der nationalsozialistischen Einstellung in der Frage der Bewirtschaftung unserer Flußläufe im Dienste des Gemeinwohles durch den Staffelflußausbau.

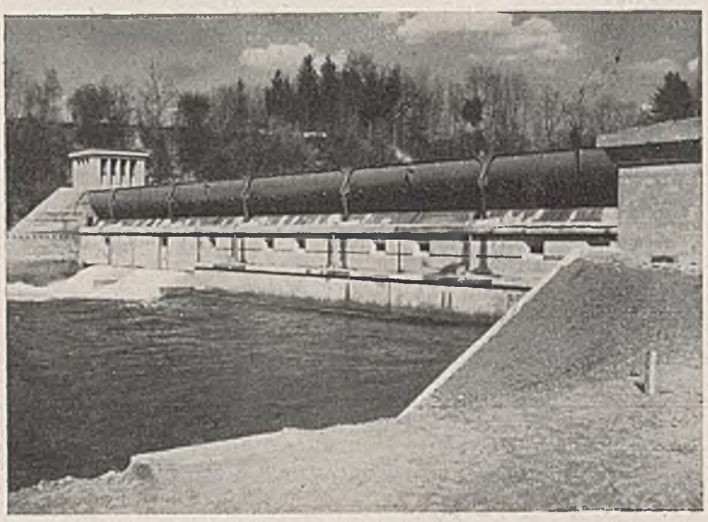


Abb. 1. Unterwasserkraftwerk in der Jller bei Steinbach, nicht überflutet.

Abb. 3. Unterwasserkraftwerk in der Jller bei Steinbach. Blick in den Maschinenraum.

Durch Zusammenfassung von Wehr- und Kraftanlage, von Turbinen und Stromerzeuger zu einem rd. 70 m langen hohlen Baukörper wird die Energie des ganzen Flusses ausgenutzt. Am rechten Ufer befindet sich der Fischpaß, anschließend daran der Entlüftungsturm zur Abführung der Abwärme der Stromerzeuger (in Abb. 1 u. 2 links), dann kommen die mit Segmentschützen abgeschlossenen beiden Grundablässe und schließlich der hohle Betonstaukörper, in dem in geschickter und schöner Raumausnutzung die vier neuartigen Turbinen und Stromerzeuger untergebracht sind (Abb. 3). Der Staukörper ist mit 2,20 m hohen Stauklappen versehen. Am linken Ufer befindet sich ein Faltboothebewerk und das Schaltbauwerk (Abb. 2). Bei den künftigen Unterwasserkraftwerken kann auf das Schaltbauwerk und den Entlüftungsturm verzichtet werden, da diese anderweitig zweckmäßiger untergebracht werden können.

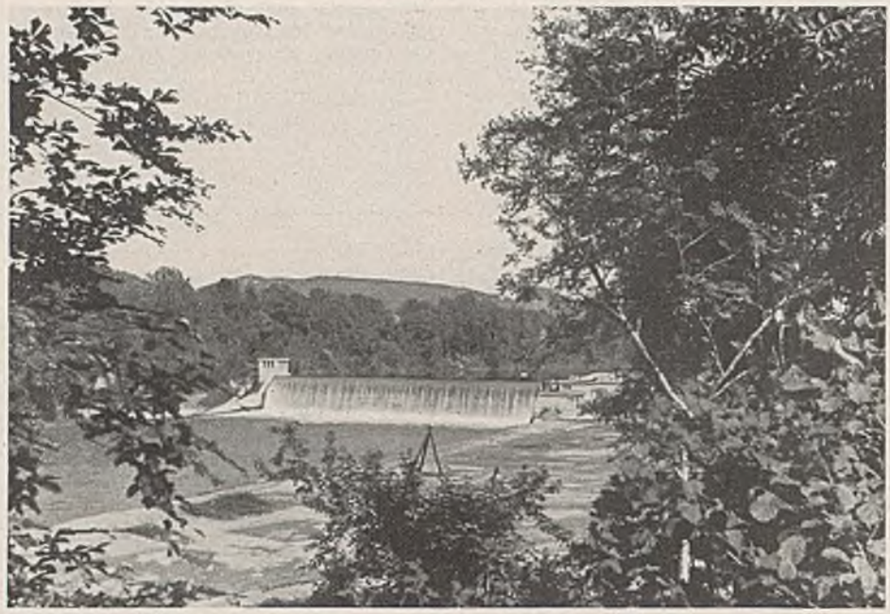


Abb. 2. Unterwasserkraftwerk in der Jiler bei Steinbach. Blick vom Unterwasser, überflutet.

Die Anlagekosten des Werkes betrugen rd. 1,8 Mill. RM bei einer Ausbauleistung von 10 000 PS und einer Jahresarbeit von rd. 25 Mill. kWh. Die wirtschaftspolitische Auswirkung dieser neuen Bauweise ergibt sich für zwei Werke von je 10 000 PS Ausbauleistung aus beistehender Gegenüberstellung.

	Alte Bauweise	Neue Bauweise Schwede-Coburg-Fischer	Ersparnis in %
Bauzeit	2 Jahre	1 Jahr	50
Erdarbeiten	89 m³/PS	6 m³/PS	93
Beton	4,2 m³/PS	0,74 m³/PS	82
Eisen	48 kg/PS	7,2 kg/PS	85
Turbinen und Stromerzeuger	26 kg/PS	15,2 kg/PS	41
Gesamtausbaukosten	3,5 Mill. RM	1,75 Mill. RM	50
Ausbaukosten je kWh (Volleistung)	1,4 Rpf	0,7 Rpf	50

Besonders hervorzuheben ist die trotz der Rohstoffknappheit und dem Mangel an Arbeitskräften kurze Bauzeit von knapp 14 Monaten. Weitere Vorteile dieser Bauweise sind, daß die Turbinen auch bei größter Wasserknappheit (Tagesspeicher der Stauhaltung) und bei Hochwasser mit voller Leistung arbeiten können, daß die Forderungen des Naturschutzes und der Landeskultur (keine Störung der Grundwasserverhältnisse und der Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung der Ortschaften sowie der Wehrsicherheit) weitgehend erfüllt werden.

Nachdem nunmehr zwei Wasserkraftanlagen nach der Bauweise Schwede-Coburg-Fischer — im August 1936 ist nach nur siebenmonatiger Bauzeit eine kleine Anlage in der Persante bei Rostin in Betrieb genommen worden[1]) — die Bewährung des Staffelflußausbaues grundsätzlich erwiesen haben, sollen nun an der Jiler acht weitere derartige Unterwasserkraftwerke errichtet werden. Auf diese Weise wird nicht nur die von technisch-wirtschaftlichen und wehrtechnischen Gesichtspunkten aus so wichtige Dezentralisation der Stromquellen erreicht (kurze Leitungswege und daher kleine Transportkosten für den elektrischen Strom!), sondern es werden auch die Anlagekosten der Wasserkraftwerke wesentlich herabgesetzt, so daß bei entsprechend weiterem Ausbau eine Verbilligung der Strompreise möglich ist. Der Ausbau eines Flusses, der in der bisherigen Art mit drei Kanalkraftwerken ausgenutzt wurde, kostet beim Staffelausbau mit neun Stufen nach der neuen Bauart bei gleicher Leistung (50 bis 60 000 kW) und Speicherfähigkeit 18 bis 20 Mill. RM anstatt 40 Mill. RM. Der Staffelausbau eines anderen Flusses kostet 28 Mill. RM anstatt 41 bis 46 Mill. RM und der eines dritten 20 Mill. RM anstatt 40 Mill. RM.

Marquardt, München.

[1]) Vgl. Bautechn. 1937, Heft 44, S. 572.

Vermischtes.

Straßenbautagung München 1938. Das in Bautechn. 1938, Heft 34, S. 443 mitgeteilte allgemeine Programm der Tagung wird noch ergänzt durch die Einzelheiten der Vortragsfolge.

Donnerstag, den 15. September. Bei der Eröffnung (ab 10 Uhr) werden sprechen: Generaldirektor E. Milke, Leiter der Fachabteilung Straßenbau der Wirtschaftsgruppe Bauindustrie, und Ministerialdirektor O. Rudolphi, Direktion der Reichsautobahnen. Alsdann: Ansprache des Generalinspektors für das deutsche Straßenwesen, Prof. Dr.-Ing. F. Todt.

Freitag, den 16. September. 9 bis 13 Uhr Technische Kurzvorträge in der Kongreßhalle: „Die Trassierung der Reichsautobahnen in Oesterreich", Dipl.-Ing. v. Gottstein; — „Das Entwerfen von Gebirgsstraßen", Reg.-Oberbaurat Ing. Fischer; — „Der Ausbau der Landstraßen im Lande Oesterreich", Reg.-Baurat Dr.-Ing. Fuchs; — „Die Hinterfüllung der Bauwerke", Dr.-Ing. Casagrande; — Arbeitskraftersparnis durch Maschineneinsatz: „Die Einrichtung von Erdbau-Großbaustellen auf Reichsautobahnen", Reg.-Baumeister a. D. Stober; — „Der Einsatz von geländegängigen Erdbaugeräten", Dr.-Ing. Dr. Rentsch; — „Das Leistungsvermögen von geländegängigen Erdbaugeräten", Dipl.-Ing. Menck; — Film über geländegängige Erdbaugeräte.

Sonnabend, den 17. September. 9 bis 13 Uhr Technische Kurzvorträge in der Kongreßhalle: „Die Entwicklung eines Fernanzeigegerätes für Glatteisgefahr", Prof. Dr.-Ing. Koeniger; — „Stadtstraßen und Verkehr", Stadtbaurat Dr.-Ing. Leske; — „Fugen im Betonunterbau", Reg.-Baumeister a. D. Schneevoigt; — „Rauhgestaltung bituminöser Decken", Landesbaurat Großjohann; — „Fortschritte in der Verwendung von Verteilergeräten im bituminösen Deckenbau", Dipl.-Ing. Kirchhoff; — „Neuartige Herstellung bituminöser Decken auf Reichsautobahnen", Dr.-Ing. Kunde; — „Praktische Folgerungen aus Ebenheitsmessungen auf den Reichsautobahnen", Ministerialrat Schönleben; — „Aus neueren Versuchen im Betonstraßenbau", Prof. O. Graf; — „Herstellung und Eigenschaften ein- und zweischichtiger Betondecken", Dr.-Ing. Walz; — „Vorschläge zur Neubearbeitung der Anweisung für den Bau von Betonfahrbahndecken", Reg.-Baumeister Sack.

Zu der anläßlich der Straßenbautagung veranstalteten, vom 15. bis 25. September stattfindenden Straßenbaumaschinen-Ausstellung 1938 wird noch folgendes bemerkt:

Seit der letzten Straßenbaumaschinen-Ausstellung 1936 sind so viele neue Geräte entstanden und so mannigfache Verbesserungen und Ergänzungen der bisher verwendeten Hilfsmittel herausgebracht worden, daß der Entschluß, schon jetzt erneut die gesamten Erzeugnisse der Straßenbaumaschinen-Industrie vorzuführen, durchaus gerechtfertigt erscheint. Die Ausstellung befindet sich auf dem Freigelände des Münchener Ausstellungsparkes, außerdem stellen die für den Straßenbau in Betracht kommenden Nebenindustrien in den Hallen IV, V und VI ihre Erzeugnisse aus. Es wird also das Neueste an Straßenwalzen, Zugeinrichtungen, Mischern, Rütteigeräten, an Straßenfertigern, Verteilern, Aufbereitungsmaschinen u. dgl. zu sehen sein, auch werden die neusten Fortschritte auf dem Gebiete leistungsfähiger Geräte für den Erdbau vorgeführt.

Technische Hochschule Darmstadt. Dem Baurat Dr.-Ing. Dr.-Ing. ehr. Friedrich Bohny zu Lindau i. B. ist in Würdigung seiner im In- und Auslande anerkannten hervorragenden Leistungen auf dem Gebiete des gesamten Stahlbaues und der Förderung der Interessen der T. H. Darmstadt die Würde eines Ehrensenators verliehen worden.

Personalnachrichten.

Preußen. Versetzt: Oberregierungs- und -baurat Klaus von Potsdam nach Breslau; — die Regierungsbauräte Seidel von Berlin-Charlottenburg nach Potsdam, Roeder von Husum nach Oppeln, Hendricks von Fulda nach Berlin-Charlottenburg, Soldan von Neuruppin nach Oppeln; der Regierungsbauassessor Heß von Aachen nach Düsseldorf.

Übernommen in den Staatsdienst: die Bauassessoren Brügmann in Hagen, Gräf in Magdeburg, Heß in Aachen, Hilbert in Düsseldorf, Migge in Allenstein, von Plocki in Beeskow, Puls in Husum, Schmidt in Berlin, Dr.-Ing. Schuster in Potsdam, Suhr in Husum als Regierungsbauassessoren.

INHALT: Die Grundlagen der Wasserwirtschaft in Westfalen. — Die Verformungsmessungen an der Zillerbachtalsperre. — Etwas vom Nieten im Stahlbau. — Diesellokomotiven mit Flüssigkeitsgetrieben für Baustellen. — Das Unterwasserkraftwerk in der Jiler. — Vermischtes: Straßenbautagung München 1938. — Technische Hochschule Darmstadt. — Personalnachrichten.

Verantwortlich für den Inhalt: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau.
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.