

Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 20 (1963)

Heft: 2

Artikel: Die II. Juragewässerkorrektion

Autor: Müller, R.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-783039>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die II. Juragewässerkorrektion

Von Prof. Dr. R. Müller, Direktor der II. JGK, Biel

Einleitung

Am 17. August 1878 floss das Wasser der Aare erstmals in den Bielersee. Das grosse, für das Seeland segensreiche Werk der ersten Juragewässerkorrektion war geschaffen. Nach Jahrzehnte dauernden Kämpfen durfte der in Meienried am 18. Oktober 1804 geborene Dr. Johann Rudolf Schneider, Arzt, Politiker und zäher Verfechter einer Urbanisierung der Sumpfgebiete des Grossen Mooses und des Aaretals als alter Mann diese Wende in der Entwicklung des Seelandes noch miterleben. Auch der Bündner Ingenieur und Oberst La Nicca, der schon 1841 seinen ersten Bericht vorgelegt hatte, mit dem kühnen Vorschlag, die Aare von Aarberg durch einen künstlichen Kanal, den späteren Hagneckkanal, in den Bielersee abzuleiten (Bild 1), durfte mit 84 Jahren die Verwirklichung seiner Vorschläge erleben. Der Grossvater des Nationalrates Hans Müller soll erzählt haben, dass sich beim Fest der Eröffnung des Hagneckkanals in der «Krone» in Aarberg Dr. Schneider vor Zittern und Augenwasser kaum die Zigarette anzünden konnte, «aber schön sei's doch gewesen». Im Jahre 1908 hat das dankbare Seeland seinen beiden Rettern in Nidau ein Denkmal errichtet.

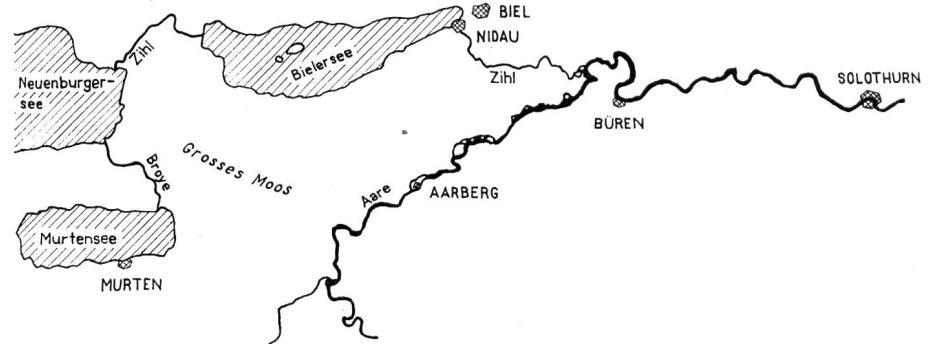
Es bleibt bewundernswert, wie im neunzehnten Jahrhundert Bund und Kantone mit Weitblick und

Opferbereitschaft Werke geschaffen haben, die nur für die kommenden Generationen gedacht waren. Sie haben nicht für die Gegenwart gelebt, sondern die Zukunft geplant und vorbereitet.

Zur ersten Juragewässerkorrektion mit dem Hagneckkanal und dem neuen Aarelauf, dem Nidau-Büren-Kanal als Hauptarbeiten gehört auch der Ausbau des Broye- und des Zihlkanals, also der Verbindungen zwischen dem Murten-, dem Neuenburger- und dem Bielersee. Schliesslich wurde aber nur mit den anschliessend während Generationen mühsam aufgebauten Meliorationen, Drainagen und dem ganzen Einsatz der Bauern zur eigentlichen Kultivierung der Sumpfböden das geschaffen, was wir heute im Frühling, Sommer und Herbst im Grossen Moos bewundern, herzerfreuende, prachtvolle Kulturen. Dieses lebendige Denkmal gebührt dem Fleiss der Seeländer selber.

Wer könnte beiseite stehen, wenn sich über einem solchen Werk eine Gefahr andeutet, die immer drohender wird und schliesslich die Vernichtung grosser Teile des in mühevoller Arbeit Geschaffenen voraussehen lässt. Tatsächlich haben seit Beginn des zwanzigsten Jahrhunderts in Hochwasserzeiten wieder Ueberschwemmungen der tiefsten Kulturländer eingesetzt. Anfänglich brachte die Absenkung aller Vorflutspiegel um im Mittel 2,5 m durch die erste Korrektion einen

Die Gewässer des Seelandes vor der ersten Korrektion



Die Gewässer des Seelandes nach der ersten Korrektion

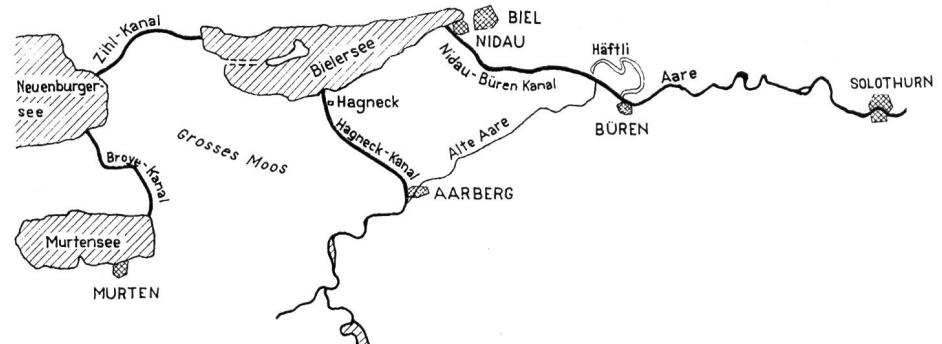


Abb. 1.
Die Juragewässer vor und nach der ersten Korrektion.

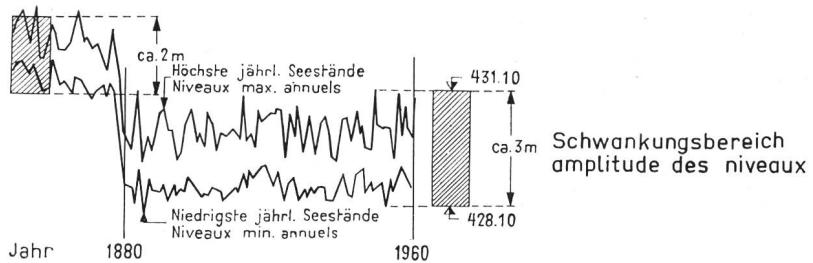


Abb. 2.

Die höchsten und tiefsten Jahresstände und deren Absenkung durch die erste Korrektion (Mittel der drei Seen).

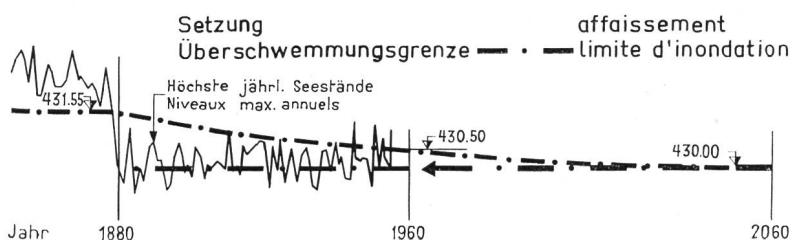


Abb. 3.

Die strichpunktuierte Linie zeigt die Höhen der an den Murten- und Neuenburgersee anstossenden Ebenen des Grossen Mooses und deren Senkung im Verlauf der Jahre, die Setzung.

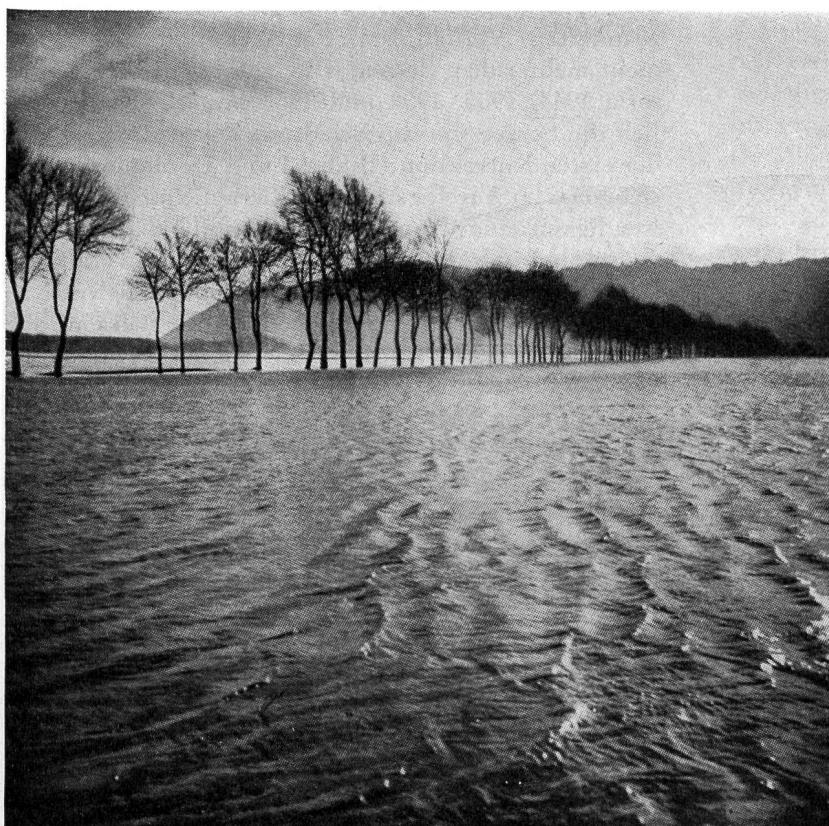


Abb. 4.

Die Überschwemmung der Domäne Witzwil im November/Dezember 1944.

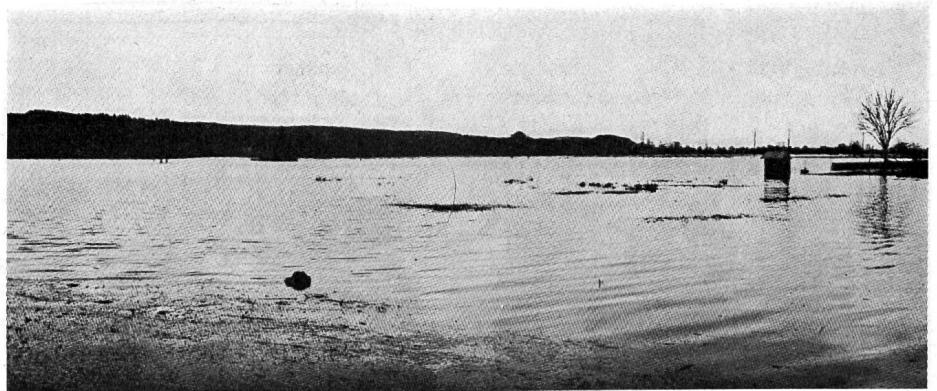


Abb. 5.

Die Überschwemmung der Ebene Brüel oberhalb Solothurn im November/Dezember 1944.

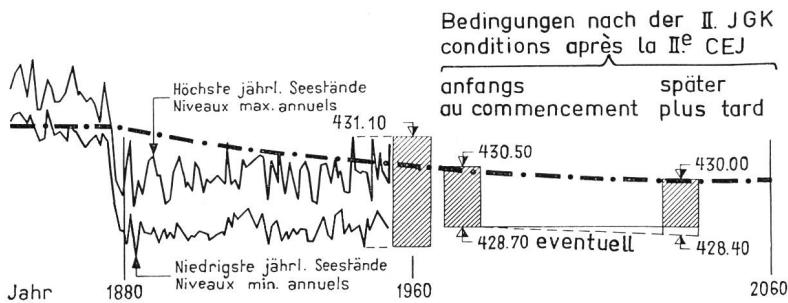


Abb. 6.

Die durch die Setzungen der Ebenen und die gewünschte Hebung der niedrigsten Seespiegel gegebenen Bedingungen über den zukünftigen Schwankungsbereich nach der II. JGK (Mittel der drei Seen).

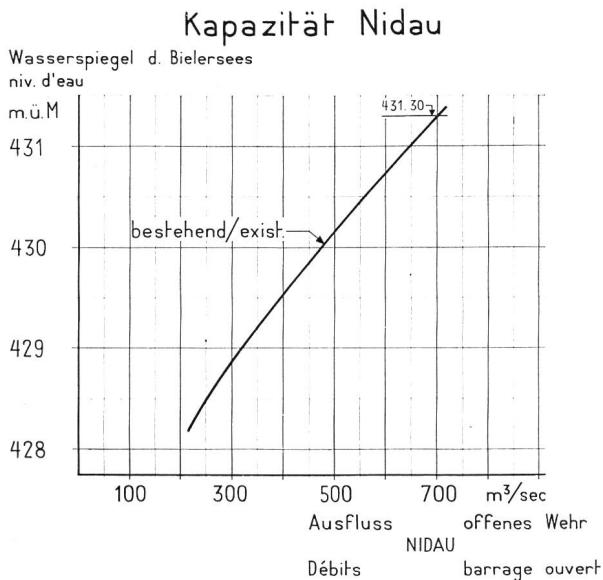


Abb. 7. Das Ausflussvermögen aus dem Bielersee in Nidau im bestehenden Zustand und bei offenem Wehr Port in Abhängigkeit vom Seestand im Bielersee.

vollkommenen Hochwasserschutz (Bild 2). Mit der Zeit setzten sich aber die Torfebenen, schliesslich bis etwa zur Hälfte der Spiegelsenkung, so dass sich, vor allem bezogen auf die Randebenen der Seen, die Wirkung langsam auf die Hälfte und für die Zukunft voraussehbar bis auf $\frac{1}{3}$ reduziert (Bild 3). Vermehrtes Wiederauftreten von Ueberschwemmungen während der Winterhochwasser, Durchnässungen und häufigerer Beginn von Ueberschwemmungen während der

kleineren Sommerhochwasser sind die Folgen. In einer speziellen Studie konnte gezeigt werden, dass mit der Zeit gegen 120 km^2 , also 120 Mio m^2 wieder versumpfen und übermäßig durchnässt werden.

Seitdem im Jahre 1918 im bernischen Grossen Rat durch den Vater des Hans Müller eine Motion eingereicht wurde, haben die Studien und Projekte für eine zweite, ergänzende Korrektion zur Anpassung an die geänderten Verhältnisse Politiker und Ingenieure nicht mehr ruhen lassen. Die zufällige Hochwasserserie 1944, 1950, 1952 und 1955 bestätigte eindrücklich die Sorgen um die Erhaltung des grossen Werkes der ersten Korrektion (Bilder 4 und 5). Man erinnerte sich, dass im Aaretal schon La Nicca die mögliche Notwendigkeit einer Anpassung der Aare bis über Solothurn und die Emmemündung hinunter voraussah. Deshalb wurde der Kanton Solothurn damals vorsorglich zum Mitmachen verpflichtet, sofern sich eine solche Notwendigkeit mit der Zeit herausstellen sollte. Das alte Regulierwehr in Nidau, gebaut für die Niedrigwasserhaltung in den Seen, musste durch ein neues, grosses Wehr ersetzt werden, eine Arbeit, die Ing. Arthur Peter vor dem Zweiten Weltkrieg ausführen konnte. Er hat übrigens im Auftrag des Kantons Bern auch ein sehr gutes, im Jahr 1921 veröffentlichtes Projekt einer zweiten Korrektion ausgearbeitet. Später hatten verschiedene Verbilligungsversuche keinen Erfolg, wir könnten sagen glücklicherweise, denn bei solchen Werken dürfen keine Halbheiten ausgeführt werden. Es brauchte deshalb wieder an die 40 Jahre, bis die Juragewässerkantone, auch unter dem Druck der Interkantonalen Vereinigung für die zweite Juragewässer

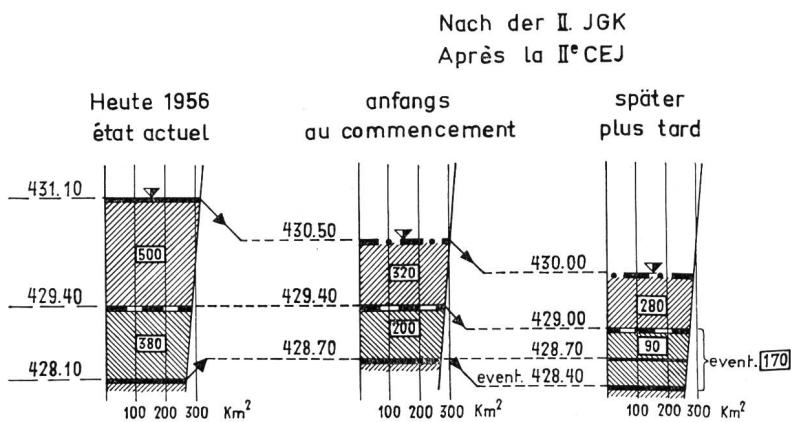


Abb. 8.

Die Verminderung des zur Akkumulation und für die Hochwasserretention verfügbaren Volumens der drei Seen durch die Bedingungen, die die II. JGK zu erfüllen hat.

serkorrektion, deren Präsident Nationalrat Hans Müller die Motion seines Vaters nicht vergessen liess, sich zum Handeln entschlossen. Es wurde eine Interkantonale Baukommission bestellt, eine Projektierungs- und Bauleitung gewählt und es konnte mit dem festen Willen der Juragewässerkantone Freiburg, Waadt, Neuenburg, Bern und Solothurn ein Projekt entworfen und mit grosser Zustimmung des Bundes und der Kantone bis zum Baubeschluss gefördert werden. Dank der grossen Voraarbeiten und Studien der Kantone und des Eidg. Amtes für Wasserwirtschaft war es möglich, in den 5 Jahren 1957 bis 1961 die Beschlüsse aller Beteiligten mit der Finanzierung der erforderlichen 88,7 Mio Fr. zu erwirken. Die verschiedenen einstimmigen Beschlüsse zeigten, dass auch unsere Generation nicht beiseite steht, wenn es sich darum handelt, Grosses zu schaffen oder zu erhalten. Auch diese Beschlüsse sind ein Dank für die grossen Mühen all derjenigen, die zum Gelingen der ersten Korrektion beigetragen haben. Sie sind aber auch eine Anerkennung der ausserordentlich befriedigenden Wirkung der mutigen ersten Korrektion.

Die zweite Juragewässerkorrektion

Weil sich die Ebenen um die Seen gesenkt haben, muss dafür gesorgt werden, dass die Wasserspiegel in den Juraseen nicht mehr so hoch aufsteigen. Das Mass des Weniger-hoch-Aufsteigens, wir sagen die Absenkung der Höchstspiegel, muss ungefähr dem Mass der Setzungen entsprechen, also etwa 1 m betragen (Bild 6). Dazu stellten die Juragewässerkantone noch eine die Korrektionsmöglichkeiten einschränkende Bedingung, nämlich die niedersten Spiegel in den Seen sollten nicht mehr so tief absinken wie bisher, der zukünftige Tiefstand soll um rund 60 cm höher sein als der

bisherige. Wir hatten Mühe, die Seeanstösser zu überzeugen, dass mit diesen *zwei* Bedingungen ganz von selbst ihr Hauptanliegen erfüllt werde, dass nämlich die bisherigen mittleren Seespiegel ungefähr dieselben bleiben. Reduziert wird der Schwankungsbereich von heute rund 3 m auf zukünftig 1,6 m bis 1,8 m. Es ist begreiflich, dass alle See- und Kanalanstösser sich an die Beibehaltung der mittleren heutigen Wasserspiegel klammern. Bei der heutigen Ueberbauung der Ufer ist dies eine Bedingung jeder Seeregulierung, jedenfalls wäre eine Absenkung *aller* Spiegel um im Mittel 2,5 m, wie sie die erste Korrektion bewirkte, heute undenkbar. Anderseits ist ein stures Festhalten am gewohnten Seestand nicht gerechtfertigt. Es ist beabsichtigt, die Seen später um 30 cm, nach Generationen vielleicht bis 50 cm tiefer zu regulieren. An solche Masse können sich die Anstösser sukzessive gewöhnen, denn zu ihrem Vorteil ist vorgesehen, gleichzeitig den Schwankungsbereich noch stärker zu reduzieren.

Grob gesprochen fliessen in Hochwasserzeiten um 2 Mia m^3 Wasser in die drei Juraseen. Der einzige Ausfluss in Nidau aus dem Bielersee lässt nur einen Teil dieser Zuflussmenge aus den Seen ausfliessen, weil bis zur Emmemündung über 34 km Aarestrecke das Gefälle nur etwa 0,1 %o beträgt. Erst unterhalb der Emmemündung beginnt ein normales Flussgefälle von rund 1,2 %. Man spricht vom «Emmeriegel», der glazial durch die Endmoräne des Rhonegletschers bedingt ist, ferner durch teilweise anstehende Molasse und schliesslich durch den natürlichen Schuttkegel der Emme, die früher sehr viel Geschiebe führte. So wirkt die Emmemündung als Staupunkt bis in den Bielersee hinauf und beeinflusst das Ausflussvermögen aus dem Seesystem. Beim mittleren jährlichen Bielerseestand auf Kote 429,00 und offenem Wehr Port können heute nur $320 \text{ m}^3/\text{sec}$ ausfliessen (Bild 7), während die grös-

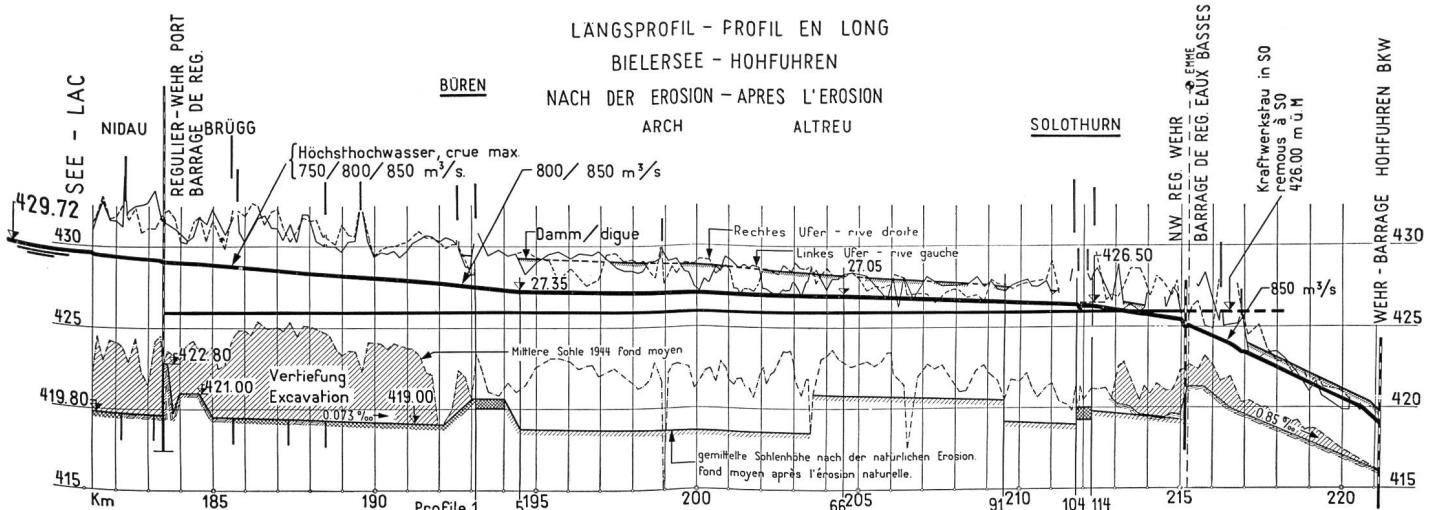


Abb. 9. Die zukünftigen Längsprofile der mittleren Sohle und des höchsten Wasserspiegels der Aare vom Bielersee bis zum Wehr Hohfuhren. Die schraffierten Flächen zeigen die Vertiefung des Nidau-Büren-Kanals und unterhalb Solothurn das Entfernen des «Emmeriegels». Die schraffierte Sohle zwischen Büren und der Emmemündung deutet die erwartete natürliche Erosion an. Das Wehr des Kraftwerks Flumenthal, mit Stau 426,00 Meter über Meer in Solothurn gemessen, wird bei etwa km 217,3 gebaut werden.

ten täglichen Zuflusspitzen zu den drei Seen 1700 m³/sec erreichen. Trotzdem also das Wehr Port bei Hochwasser vollständig offen gehalten wird, ist der Ausfluss in Nidau beschränkt durch das ganze 34 km lange Gerinne mit sehr geringem Gefälle. Die Aare von Büren bis Solothurn hat dazu noch ein ungenügendes Fassungsvermögen von nur rund 550 m³/sec, so dass in Hochwasserzeiten mit den Seeanstiegen auch Ueberschwemmungen im Aaretal die Regel sind.

Ausgehend vom üblichen Stand der drei Seen im Herbst auf etwa Kote 429,40 beträgt das Retentionsvolumen der drei Seen mit rund 300 km² Oberfläche bis zum bisherigen Höchststand 431,10 etwa 500 Mio m³ (Bild 8). Wenn nun, ausgehend vom gleichen Seestand 429,40 als Ausgangslage, die Seen nur noch um etwa die Hälfte aufsteigen sollen, so beträgt nach der zweiten Korrektion das *verfügbare* Retentionsvolumen nur noch etwa 300 Mio m³. Es müssen also wäh-

mündung speziell bei niederen und mittleren Seeständen bisher nur sehr wenig Wasser aus den Seen auslaufen liess. Dagegen ist vorgesehen, die bisherigen Hochwasserspitzen in der Aare durch Drosselung des Seeausflusses beim Wehr Port in Zukunft eher etwas zu reduzieren. Die Höchstabflussmenge, gemessen am Pegel in Murgenthal, wird auf höchstens 850 m³/sec begrenzt, während seit der I. JGK als Maximum 920 m³/sec gemessen wurden. Diese Drosselung muss vor allem vorgenommen werden in Zeiten mit grosser Emmewasserführung.

Es waren umfangreiche Berechnungen erforderlich, um die notwendigen Korrektionsarbeiten von Nidau bis Hohfuhrn quantitativ bestimmen zu können. Eine Einschränkung wurde noch mit der Bedingung gestellt, die schöne, natürliche Mäanderstrecke der Aare zwischen Büren und Solothurn solle nicht durch Begradiungen verändert werden. Es wäre aber damit auch nicht viel gewonnen worden, so dass der Verzicht zugunsten des Natur- und Landschaftsschutzes leicht fiel. Nun werden auf dieser Strecke nur die der Erosion ausgesetzten Ufer geschützt und die schönen, mit Schilf bewachsenen Innenseiten der Krümmungen bleiben unberührt.

Als *Hauptarbeiten* zur Schaffung eines genügenden Abflussvermögens aus dem Bielersee erwiesen sich eine durchgehende Vertiefung um etwa 5 m des 12 km langen Nidau—Büren-Kanals und unterhalb Solothurn Vertiefungen und Verbreiterungen der Aare bis zur Emmemündung und das Vertiefen des Emmeriegels durch Sohlenbaggerungen, die bis Hohfuhrn auslaufen (Bild 9). Dazu kommt natürlich der Schutz der in die Tiefe verlängerten neuen Uferböschungen, teilweise auch der Gerinnesohlen und zwischen Büren und Solothurn der besprochene Uferschutz. Weil mit den Arbeiten unterhalb Solothurn auch die Niederwasser abgesenkt würden, musste ferner oberhalb der Emmemündung ein Regulierwehr für den Aufstau der Niederwasser vorgesehen werden, denn die Fundationen in Solothurn und die Grundwasserverhältnisse flussaufwärts bis Gottstadt erlaubten keine Absenkung der Niederwasser. Alle Partner der II. JGK haben aber gehofft, es werde nicht zum Bau dieses reinen Regulierwehres kommen, denn es war seit langem ein Kraftwerk unterhalb Attisholz vorgesehen, mit Aufstau bis zum Wehr in Port. Nun sind die Konzessionsverhandlungen über das Kraftwerk *Flumenthal* unterhalb Attisholz im Gange. Es wird also nicht das reine Regulierwehr der II. JGK gebaut, sondern das Kraftwerkwehr Flumenthal wird die Regulierung übernehmen. Das Kraftwerk darf natürlich die Wirkung der II. JGK in keiner Weise beeinträchtigen. Bei Hochwasser muss also der Stau abgesenkt werden.

Mit den Baggerungen unterhalb Nidau wird das Ausflussvermögen aus dem Bielersee bei niederen Seeständen fast verdoppelt (Bild 10) und die Kapazität der Aare so gesteigert, dass 750 m³/sec ohne Ueberflutungen im Aaretal abfliessen können. Zu dieser Primärwirkung wird, infolge der erzeugten Gefällssteigerung bei Hochwasser in der Naturstrecke zwischen

Wasserspiegel d Bielersees
niv d'eau "

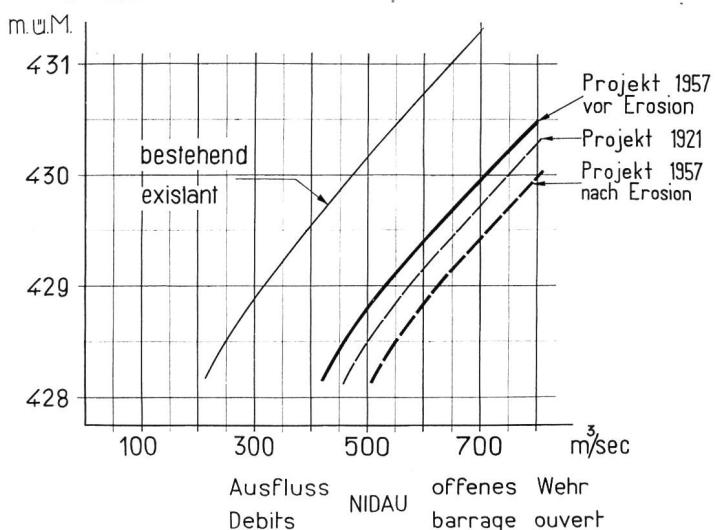


Abb. 10. Das Ausflussvermögen in Nidau bei offenem Wehr Port vor und nach der zweiten Korrektion und die weitere Steigerung durch die natürliche Erosion. Fein gestrichelt die von Ing. Peter 1921 als erforderlich erachtete Vergrösserung des Ausflussvermögens.

rend eines solchen Hochwasseranstieges etwa 200 Mio m³ *mehr* Wasser durch die Aare ausfliessen können. Das Problem ist also nur mit gesteigerten Ausflüssen zu lösen und es ist, weil die Aare schon heute eine ungenügende Kapazität aufweist, eine Gesamtkorrektion der Aare von Nidau über Büren, Solothurn und die Emmemündung hinunter bis oberhalb Wangen an der Aare, genauer bis zum Wehr Hohfuhrn des Kraftwerkes Bannwil erforderlich.

Die notwendige Steigerung des Ausflusses aus dem Bielersee während der Hochwasserperioden darf natürlich nur ohne Schaden für die Unterlieger erfolgen. Es soll deshalb, vor allem in den ersten Hochwassertagen bei steigenden Seespiegeln mehr Wasser aus den Seen abgelassen werden, eine Steigerung, die nicht störend sein wird, weil eben die Aare bis zur Emme-

Büren und Solothurn und von Solothurn bis zur Emmemündung, im glazialen, mit Feinmaterial ausgefüllten «Seebecken» eine natürliche Sohlenerosion einsetzen. Sie kann mit der Zeit eine durchgehende Sohlentiefung um 3 bis 4 m bewirken und so den Hochwasserschutz verbessern und die Ausflusskapazität aus dem Bielersee noch mehr erhöhen. Es wird deshalb ein kräftiger Vorgrund als Schutz der Böschungen eingebracht. Durch Solothurn und Büren sorgen ferner grobblockige Sohlenteppiche dafür, dass die Erosion in den Städten nicht eintritt. Auch oberhalb Büren in einer Feinsandstrecke muss die Erosion verhindert werden. Der Kraftwerkstau verzögert nur den zeitlichen Vorgang der Erosion, weil bei Hochwasser der Stau abgesenkt wird, so dass oberhalb der Emmemündung die Absenkirkung der II. JGK und damit die Erosion unbeeinflusst wirksam bleibt. Bei normalen Abflussmengen unter Stauhaltung wird dagegen keine Erosion stattfinden. Es ist klar, dass im gestauten Zustand die Vorflut der seitlichen Ebenen wenn nötig durch das Kraftwerk künstlich mit Pumpwerken sichergestellt wird.

Nachdem so mit der erhöhten Ausflusskapazität Nidau ein regulierfähiges Ausflussystem geschaffen wurde, mussten auch die Kapazitäten der beiden Verbindungskanäle zwischen den Seen angepasst werden. Der durch die erhöhte Ausflusskapazität relativ rasch beeinflussbare Bielerseestand kann sich nur auf die beiden anderen Seen auswirken, wenn auch die beiden verbindenden Kanäle Broye und Zihl entsprechend grossen Kapazitäten aufweisen.

Im heutigen Zustand steigt bei Hochwasser der Murtensee 60 cm bis 70 cm über den Neuenburgersee, weil der spezifische Hochwasserzufluss zum kleinen, nur 24 km^2 messenden Murtensee mit $8,3 \text{ m}^3/\text{sec}$ und pro km^2 Seeoberfläche bedeutend grösser ist als beim 224 km^2 grossen Neuenburgersee mit nur $3 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$. Der Bielersee mit 42 km^2 erhält durch die Aare mit $12,5 \text{ m}^3/\text{sec}/\text{km}^2$ die grössten spezifischen Zuflussmengen, so dass er beim extremen Hochwasser 1944 um 16 cm höher aufgestiegen ist als der Neuenbur-

gersee. Es ist also leicht erkennbar, dass das grosse Becken des Neuenburgersees mit weiten Verbindungskanälen wesentlich zur Verminderung der Höchststände speziell im Murtensee, aber auch im Bielersee, herangezogen werden kann. Weil die Höhenlage der an den Neuenburger- und den Murtensee anstossenden Ebenen des Grossen Mooses ungefähr die gleiche ist, gingen bisher die Ueberschwemmungen vom Murtensee aus über Bellechasse — Witzwil zum Neuenburgersee. Am Verhalten des Bielersees zeigte sich anderseits speziell beim Hochwasser 1944 mit zwei Hochwasserspitzen innerhalb einem Monat die ungenügende Kapazität des Zihlkanals. Der Bielersee hat sich nach der ersten Spur gut entleert, aber der Neuenburgersee konnte nicht folgen, weil die Kapazität des Zihlkanals ungenügend ist. So reagierte der Bielersee um so heftiger auf die zweite Zuflusspitze und weil der Neuenburgersee voll geblieben war, dauerten die Ueberschwemmungen über einen Monat. Die Beispiele zeigen, dass mit weiten Verbindungskanälen ein Einheitssee angestrebt werden muss. Das grosse Becken des Neuenburgersees muss zum rasch möglichsten Ausgleich herangezogen werden, und alle Seen sollen unmittelbar auf den erhöhten Ausfluss in Nidau reagieren können.

Die erforderlichen Dimensionen dieser beiden Kanäle in Verbindung mit dem erhöhten Ausflussvermögen in Nidau konnten natürlich nur auf Grund mehrmaliger Durchrechnungen der effektiv vorgekommenen Hochwasser beurteilt werden. Die Serie der Hochwasser 1944, 1950, 1952, 1955 mit den durch das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft genau ermittelten Zuflüssen bildete die Grundlage. Es erwies sich, dass die Querschnitte der beiden Kanäle gegenüber heute drei- bis vierfach vergrössert werden müssen, um die drei Juraseen hydraulisch zu einem Einheitssee werden zu lassen (siehe Bild 11). Bei der Dimensionierung dieser Kanäle zeigte sich, wie gut Ing. Arthur Peter in seinem Projekt 1921 auf Grund der Hochwasser vor 1921 die erforderliche Grösse der Verbindungskanäle beurteilte. Seine Projektprofile stimmen praktisch überein

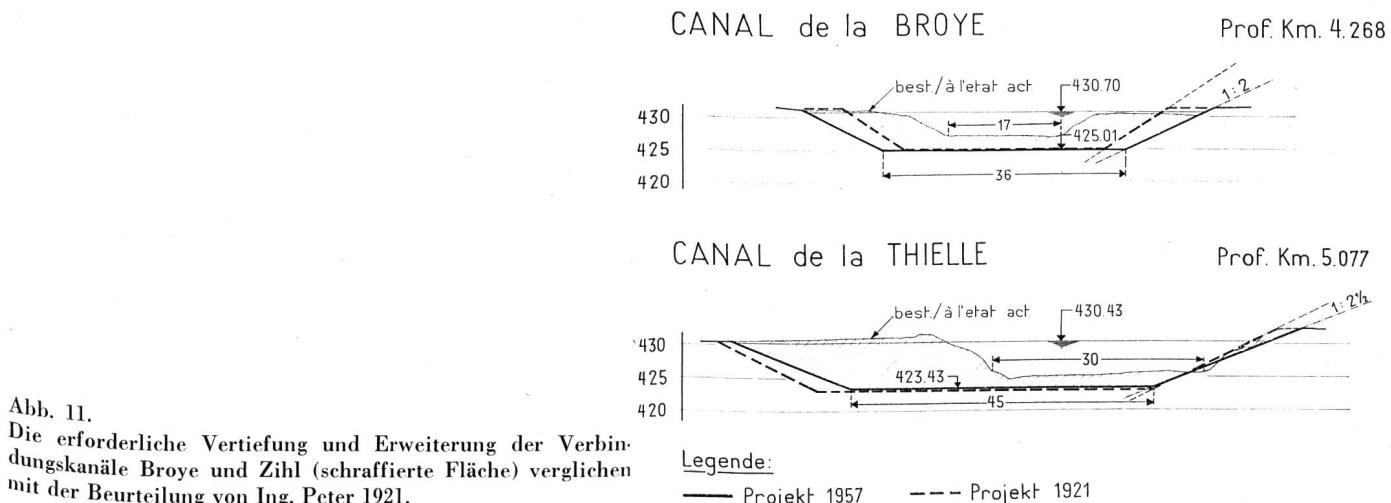


Abb. 11.
Die erforderliche Vertiefung und Erweiterung der Verbindungskanäle Broye und Zihl (schräffierte Fläche) verglichen mit der Beurteilung von Ing. Peter 1921.

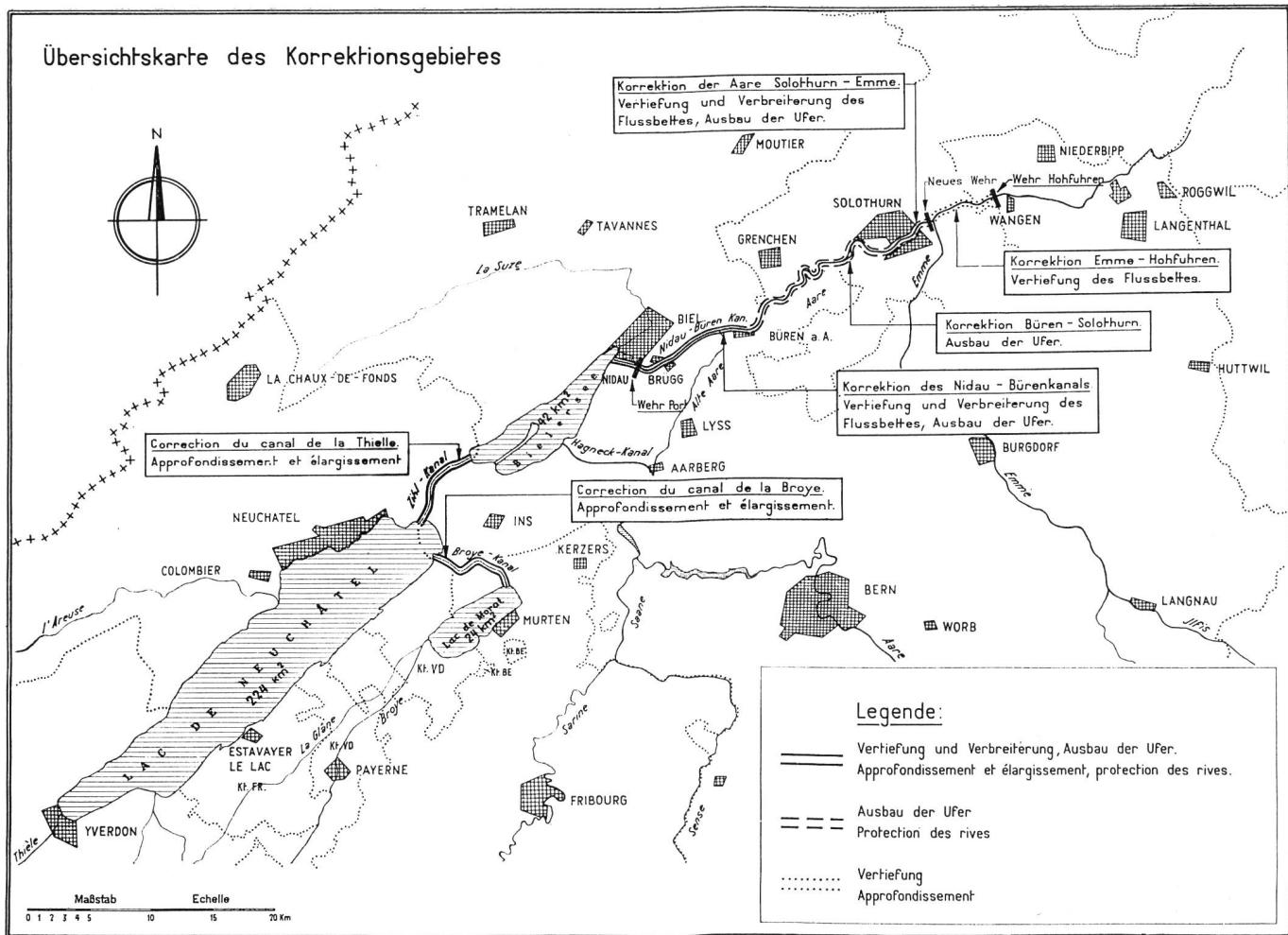


Abb. 12. Uebersicht der Arbeiten der II. Juragewässerkorrektion.

mit den von uns als erforderlich ermittelten Grössen. Wenn noch erwähnt wird, dass er auch das Mass der erforderlichen Steigerung des Ausflussvermögens in Nidau gleich beurteilte wie wir auf Grund der viel später aufgetretenen Hochwasserserie, so kann ermesen werden, welche Sicherheit bei dieser übereinstimmenden Beurteilung, ausgehend von vollständig andern Grundlagen und Methoden, das Projekt der II. JGK aufweist. Es hat uns gefreut und geholfen, dem 1918 für die Projektierung der II. JGK gewählten und 1956 verstorbenen Arthur Peter die richtige und weitsichtige Beurteilung des Problems bestätigen zu können. Unterhalb Büren wollte er die Aare begradigen als Vorbereitung der Aare für die Gross-Schleppschiffahrt. Heute rechnen wir nur mit Selbstfahrern von 1350 t, wie sie für europäische Wasserstrassen festgelegt sind. Solche Schiffe aber können in der gestauten Mäanderstrecke zwischen Büren und Solothurn auch ohne Begradiungen verkehren.

Bei den Verbindungskanälen Broye und Zihl sind also grosse Verbreiterungen und Vertiefungen erforderlich. Sie bedingen neue Ufer und deren Sicherungen. Das Landschaftsbild wird geändert und erfordert

auch eine sorgfältige Wiederbelebung und Landschaftsgestaltung. Die vier Brücken in Sugiez, La Sauge, Thielle und St. Johannsen müssen durch neue Bauwerke ersetzt werden, eine Aufgabe, die durch die Kantone mit finanzieller Hilfe der II. JGK gelöst werden muss. Uebrigens müssen auch unterhalb Nidau die Brücken den Vertiefungen angepasst werden und auch der Landschaftsgestaltung wird in dieser Strecke die nötige Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Damit sind die auszuführenden Arbeiten der II. Juragewässerkorrektion kurz erläutert. Die Kunst bestand in der quantitativen Abwägung des Erforderlichen. Zusammengefasst zeigt die Uebersichtskarte (Bild 12) die auszuführenden und als Baulose getrennten Teilstrecken. Die Tabellen orientieren über die zu bewältigenden Aushub- und Uferschutzkubaturen und deren veranschlagte Kosten.

Ueber die Auswirkung der II. Juragewässerkorrektion orientieren im Vergleich zum bisherigen Zustand die nachgerechneten Hochwasser vor und nach der Korrektion (Bild 13). Das System kann später noch wirksamer reguliert werden. Entscheidend ist, dass ein regulierfähiges System für Hunderte von Jahren ge-

schaffen wird und damit der grosse Erfolg der ersten Juragewässerkorrektion auch für die kommenden Generationen gesichert bleibt.

Der Bau der II. Juragewässerkorrektion

Für die Aufstellung des Bauprogrammes wurde aus finanziellen Gründen eine Bauzeit von 10 bis 15 Jahren vorgesehen. Es handelte sich deshalb darum, die Anfangsarbeiten so zu wählen, dass möglichst bald eine sichernde Wirkung erreicht wird.

Mit Sicherheit stand das Oeffnen der Aare, also die Ausführung der Arbeiten unterhalb Nidau, als zuerst in Angriff zu nehmende Arbeit fest. Gleichzeitig aber musste zur Verhinderung der hohen Aufstiege des Murtensees die Erweiterung des Broyekanals in diese erste Etappe aufgenommen werden. Nur die Erweiterung des Zihlkanals konnte als zweite Etappe verantwortet werden. So kann in 5 bis 7 Jahren die Hochwasserabsenkung etwa zur Hälfte erreicht werden und nach etwa 11 Jahren wird die II. Juragewässerkorrektion beendet und voll wirksam sein.

Mit dem Bau wurde im Frühling 1962 mit dem Los 1, dem Broyekanal, am Murtensee begonnen. Gleichzeitig erfolgte die Vergebung der Arbeiten des Nidau—Büren-Kanals, des Loses 3, und in diesem Jahr wird das Los 4, die Aare von Büren bis zur Emmemündung, vergeben werden. Die Arbeiten von der Emmemündung flussabwärts bis Hohfuhren werden mit dem Bau des Kraftwerkes Flumenthal als Los 5 kombiniert, und das Los 2, der Zihlkanal, folgt nach Bauprogramm als zweite Etappe nach der Ausführung des Broyekanals.

Für alle Arbeiten ist der Bau zur Hauptsache «vom Wasser aus» vorgesehen. Dadurch werden die vorhandenen Strassen nicht übermäßig zusätzlich belastet. Neue Wege müssen nur wenige gebaut werden, und die vorhandene Vegetation kann dort bestehen bleiben, wo keine Verbreiterungen vorgesehen sind. Das ausgehobene Material der drei Hauptkanäle,

| | |
|----------------------|------------------------|
| im Broyekanal | 2,3 Mio m ³ |
| im Zihlkanal | 2,4 Mio m ³ |
| im Nidau—Büren-Kanal | 2,7 Mio m ³ |

wird mit Klappschiffen in den drei Seen in bestimmten Feldern versenkt. Diese wirtschaftlichste Methode kann verantwortet werden, weil keine nachteiligen Folgen zu erwarten sind. Am Broyekanal spricht, ohne Installationen gerechnet, der Preis von Fr. 1.40/m³ für Aushub, Transport über im Mittel 5 km und Versenken im See für sich. Die Vorwürfe bei Beginn der Arbeiten am Broyekanal wegen des Versenkens des Aushubes im Murtensee waren nicht gerechtfertigt. Die II. JGK sichert die Ebenen *durch Absenken der Höchstspiegel*, so dass die heutigen Kulturebenen grundsätzlich nicht überschüttet oder aufgelandet werden müssen. Das Füllen von Altläufen und Senken war anderseits schon in der Vergebung vorgesehen. Die jährlich durch die Flüsse in die Seen zugeführte Suspension und die Zuleitung nicht geklärter Abwasser rechtfertigen keine Ueberempfindlichkeit der Seean-

wohner gegenüber dem Versenken einer, verglichen mit dem Seevolumen, relativ kleinen Menge anorganischer Stoffe. Es wäre sinnvoller, das Hauptübel der vernachlässigten Abwasserreinigung zu beheben als das Versenken anorganischer Stoffe anzuprangern.

Die neuen Querprofile der Kanäle sind wattenförmig den bisher natürlich gebildeten Formen angepasst (Bild 14). Die Böschungen gehen von oben 1 : 2 in 1 : 3 und schliesslich in die ebene Wannensohle über. Die Böschungen und teilweise auch die Sohle werden mit einer 20 cm bis 30 cm starken Filterschicht aus Schroppen oder Kies gesichert und die oberste Partie im Bereich des Wellenschlages zusätzlich mit einer 30 cm starken Blockwurfschicht. Eine «versteckte Berme» sorgt für die Stabilität des Blockwurfs.

Die Steine und Schroppen für die Sicherungen der Böschungen und teilweise der Sohlen werden aus Jura-

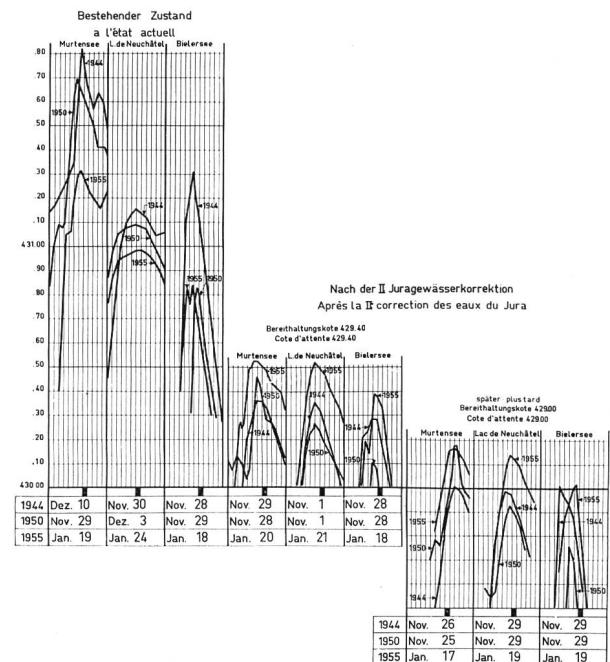


Abb. 13. Die höchsten Stände in den drei Seen vor und nach der zweiten Juragewässerkorrektion. Dargestellt sind die nachgerechneten Hochwasser 1944, 1950 und 1955.

steinbrüchen gewonnen. Die Erfahrung bei der ersten Juragewässerkorrektion und bei den Uferschutzbauten an den Seen ist so gut, dass der Jurakalk als billigster Stein der Gegend ohne Bedenken verwendet werden kann. Ein Steinbruch in Cornaux für den Broye- und voraussichtlich auch den Zihlkanal und in Twann für den Nidau—Büren-Kanal sind neu installiert worden. Von Cornaux müssen die Sicherungsmaterialien per Camion nach Sugiez zur Umschlagstelle an der Broye transportiert werden. Von Twann dagegen erfolgt der Abtransport über eine Seilbahn direkt zur Umladestelle in die Schiffe im Bielersee. Für die Arbeiten unterhalb Büren werden ein bis zwei Steinbrüche zwischen Grenchen und Solothurn auszubeuten sein, mit

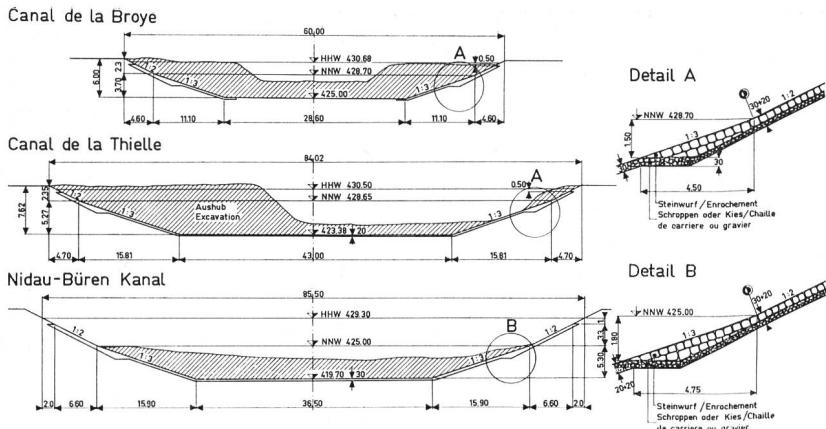


Abb. 14.
Die technischen Querprofile der Zihl und Nidau—Büren.

Landtransport zu Umschlagstellen an der Aare und anschliessendem Verteiltransport auf dem Wasser.

Verwendet werden zwei Materialkategorien, nämlich die

Schroppen von 2 bis 20 cm Korngrösse für die Filterschichten

und die **Steine** von 20 cm bis 40 cm für die Abdeckschichten, vor allem gegen den Wellenschlag der bestehenden Schiffahrt. In den Korrektionsstrecken sind die Wassergeschwindigkeiten mit höchstens 1,5 m/sec relativ gering.

Die täglichen Leistungen für Aushub, Steingewin-

nung, Transport und Einbringen sind gross. An der Broye rechnen wir täglich mit 2000 m³ Aushub und 160 m³ verarbeiteten Sicherungsmaterialien, am Nidau—Büren-Kanal mit 2000 m³ Aushub und 350 m³ bis 400 m³ Sicherungsmaterialien. Die Installationen müssen also sehr leistungsfähig sein.

Das Los 1, der Broyekanal, wurde nach gründlicher Prüfung der 10 eingegangenen Offerten an das Konsortium

Losinger, Schafir, Sagrave und Reimann vergeben zur Angebotssumme von 12,5 Mio Fr. Die Arbeiten begannen im März 1962 am Murtensee, also



Abb. 15.
Der neue Hafen und Umschlagsplatz in Sugiez.



Abb. 16.

Der Abbau der alten Mole (links) und der Bau der neuen, der Kanalverbreiterung entsprechenden Mole (rechts im Bild).

oben, um ungünstige Erosionen während der fünf Jahre dauernden Bauzeit zu vermeiden. Weil die Société de développement du Vully vorgängig durch das Ingenieurbureau Aegerter & Dr. Bosshardt ein Projekt für den zukünftigen freiburgischen Flusschiffahrtshafen ausarbeiten liess, wurde der Installations- und Umschlagsplatz in Sugiez als Teil dieses zukünftigen Hafens besonders sorgfältig disponiert und gebaut (Bild 15). Vorgängig hatte der Kanton Freiburg die rechtsufrige Verbreiterung im Chablais-Staatswald und den Installationsplatz gerodet.

Nach dem Bau des Hafens begann der Grob-Kanal-aushub in der Verbreiterungsstrecke bis zum See und flussabwärts bis zur Brücke in Sugiez. Es erfolgte im

Verlauf des ersten Baujahres der Bau der neuen linksseitigen Einfahrtmole (Bild 16) und die Vertiefung der Schifffahrtsrinne im Murtensee. Es konnten im Verlaufe des Jahres 1962 noch 250 000 m³ Aushub bewältigt werden. Eingesetzt waren ein grosser Eimerketten-schwimmbagger (Bild 17), ein kleinerer als Profilierbagger und drei grosse Schleppkübelbagger oder Draglines. Für den Abtransport des Aushubes waren drei Klappschiffe zu je 100 m³ eingesetzt.

Im Verlauf des Jahres wurde ferner eine neue Klapp-Schubleichtereinheit, mit 4 Klappschuten zu 100 m³ und einem Schubboot beschafft, die im kommenden Jahr den Abtransport des Kanal-Aushubes übernehmen wird. Ferner wurden zwei schwimmende



Abb. 17.

Der grosse Eimerketten-Schwimmbagger Herkules.

Installationen für den Einbau der Sicherungsmaterialien vorbereitet. Es sind dies Jalousieklappenböden zwischen zwei Pontons, auf die die Sicherungsmaterialien verlegt und durch Öffnen der Jalousien als Tepiche versenkt werden. Die Methode hat sich beim Einbringen des Sohlenschutzes am Rhein unterhalb Kembs bewährt. Auch diese Einheiten werden erst im kommenden Jahr leistungsfähig eingesetzt, denn der Steinbruch in Cornaux musste zuerst installiert werden und der Zutransport der Sicherungsmaterialien aus diesem Steinbruch hat erst gegen Ende 1962 begonnen. Unterdessen ist der Grobaushub schon unterhalb der Brücke Sugiez fortgesetzt worden.



Abb. 18. Die modernen «Flexifloat» mit Montage-Bagger auf dem Installationsplatz in Brügg.

Von der vertraglich vorgesehenen Verwendung von 60 000 m³ Aushub für Auffüllungen von Gräben, Altläufen und Senken konnten 10 000 m³ ausgeführt werden. Im neuen Jahr wurde mit Humus- und Trockenaushub unterhalb der Brücke Sugiez diese Arbeit intensiv fortgesetzt. Es sind auf Kosten Dritter weitere 50 000 m³ für Auffüllungen vorgesehen, so dass mit 110 000 m³ praktisch der ganze Trockenaushub der Verbreiterung verwendet werden wird. Damit dürfte auch das Problem der Landauffüllungen auf freiburgischem Kantonsgebiet zufriedenstellend gelöst sein.

Nachdem die Installationen im Verlauf des Jahres 1962 vervollständigt werden konnten, wird der Bauplatz Broyekanal ab 1963 ein erfreuliches Bild mit grossen Arbeitsleistungen bieten.

Das Los 3, der Nidau—Büren-Kanal, wurde aus 6 Eingaben der Arbeitsgemeinschaft Bless, Heller, Pülfér, Bühler & Otter und Sateg S. A. vergeben zur bereinigten vertraglichen Summe von 22,95 Mio Fr. Die höheren Kosten gegenüber dem Broyekanal sind zum Teil durch die Mehrkubaturen bedingt, vor allem aber durch die schwierigere Arbeit im stärker strömenden Wasser und durch den Aushub aus grösseren Tiefen, wobei mit rund 800 000 m³ fest gelagerter Grundmoräne des Rhonegletschers gerechnet werden muss. So beträgt, ohne Installationen gerechnet, der Mittelpreis des Aushubes inkl. Transport und Versenken im Bielersee Fr. 2.73/m³.

Der Nidau—Büren-Kanal wird mit Ausnahme einer kurzen Teilstrecke durchgehend um 5 m vertieft, unter Beibehaltung der bestehenden Ufer. Nur unterhalb Port bis Brügg wird der Kanal linksufrig verbreitert, weil sich am rechten Ufer infolge ungünstigem, durchnässtem Bodenaufbau eine natürliche Böschungsneigung von 1 : 6 bildete, die eine Störung kaum ertragen würde.

Bisher wurde der Installationsplatz in Brügg eingerichtet (Bild 18) und ein modernster amerikanischer Bagger, der «Manitowoc», montiert. Dieser Schwimmbagger, mit Hochlöffel oder Greifer arbeitend, hat einen Löffelinhalt von 4,5 m³. Er stützt sich in Arbeitsstellung auf drei Füsse (spuds), die durch Motorantrieb bewegt werden können. Das Baggerschiff wurde nach der Grösse der Schiffschleuse des Wehres Port gebaut (Bild 19). Die Abmessungen betragen 45 × 11,4 m. Der Bagger hat eine Ausleger-Reichweite von 21 m (Bild 20). Für den Abtransport des Aushubes werden modernste Klappselbstfahrer mit 300 m³ Fassungsvermögen eingesetzt. Von den 6 Klappschuten sind 3 in Deggendorf an der Donau versandbereit. Wegen Eis und Schnee konnte bisher nur ein Klappschiff nach Brügg transportiert werden.

Unterdessen ist auch der Steinbruch Twann-Burgfluh installiert worden und die Seilbahn wird bald betriebsbereit sein. So können im Frühling 1963 die eigentlichen Bauarbeiten am Nidau—Büren-Kanal beginnen. Die lange Bauzeit von 7 Jahren mit grossen Leistungen rechtfertigt sorgfältig vorbereitete Installationen. Ueber den Steinbruch Twann wurden beunruhigende Aeusserungen eines Geologen in der Presse veröffentlicht. Das Problem wurde sorgfältig abgeklärt und es hat sich gezeigt, dass die ungünstige geologische Prognose nicht zutrifft. Die dem Steinbruch vorgelagerte Burgfluh ist anstehender Fels mit einer sehr guten Stabilität. Die Burgfluh mit dem Baumbestand bildet übrigens eine erwünschte Kulisse, so dass der Steinbruch vom See aus nicht eingesehen werden kann.

Nach einem langen Unterbruch durch die Seeförni im Murten- und Bielersee haben die Bau-



Abb. 19
Der «Manitowoc», nach Mass für die Schiffsschleuse in Port gebaut, in der Schleuse.

arbeiten in den Losen 1 und 3 voll leistungsfähig eingesetzt. Noch in diesem Jahr werden aber auch die Arbeiten des Losen 4, auf der Strecke Büren — Emmemündung beginnen. Gegen Ende 1963 wird so die erste Bauetappe voll in Ausführung begriffen sein.

Ergänzende Arbeiten und Schiffahrt

Schon während der Projektierung wurde die Verbindung mit dem Natur- und Heimatschutz, den Fischern, den Ornithologen und auch den Archäologen aufgenommen.

Der bernische Naturschutzverband liess die Frage des Landschaftsschutzes und der Wiederbepflanzung der neuen Ufer durch ein Gutachten von Dr. Hunziker in Zürich abklären. Die Landschaftsgestaltung ist entsprechend diesem Gutachten im Kostenvoranschlag vorgesehen. Auf die Fischerei dürfte die II. Juragewässerkorrektion keine nachteiligen Wirkungen haben. Während der Bauzeit sind natürlich lokal Störungen möglich. Weil jedoch die Arbeitsfront immer nur eine kurze Teilstrecke erfasst, erscheinen diese Störungen tragbar. Die Hauptanliegen der Ornithologen, der Altlau der Aare, das Häftli und die Sümpfe in Meienried, bleiben unberührt. Das Fanel-Vogelschutzreservat bei der Mündung der Broye in den Neuenburgersee wird durch die Verbreiterung der Broye auf neuenburgischem Gebiet etwas beeinträchtigt. Es ist vorgesehen, durch Schütten einer vorgelagerten Insel einen Wunsch der Ornithologen zu erfüllen.

Der archäologische Dienst der II. JGK wurde organisiert, um das Verschwinden der Funde, wie es im reichen Fundgebiet anlässlich der ersten Juragewässerkorrektion vorgekommen sein soll, zu verhindern. Eine vollamtlich angestellte Archäologin untersucht zum voraus die Bauabschnitte und verfolgt laufend die Bauarbeiten. Es wurde in der Presse schon über Ein-

zelfunde orientiert, die diesem archäologischen Dienst zu verdanken sind.

Schliesslich soll als Blick in die Zukunft auch noch die Frage der Schiffahrt berührt werden. Auf den Korrektionsstrecken der zweiten Juragewässerkorrektion von Solothurn die Aare hinauf, in den Seen und in den Verbindungskanälen muss mit der bestehenden Schiffahrt gerechnet werden, die nach Ausführung der Arbeiten der II. JGK und nach dem Bau des Kraftwerkes Flumenthal noch lebhafter werden wird. Die Ufersicherungen mussten deshalb gegen den Wellenschlag der Schiffe vorgesehen werden. Die Aare und der Zihlkanal sind zudem als schiffbare Gewässer der Binnenschiffahrt und der Rhone-Rhein-Verbindung deklariert, die vorgesehenen Bauten dürfen deshalb den Ausbau dieser Schiffahrtswege nicht behindern. Speziell die neuen Brücken, auch diejenige über den Broyekanal, werden den durch die Schiffahrt vorgeschriebenen Lichtraum aufweisen.

Im übrigen sind die aus hydraulischen Gründen erforderlichen neuen Dimensionen der Kanäle und der Aare grösser als die Normalien der europäischen Wasserstrassen, so dass tatsächlich nach der II. Juragewässerkorrektion und nach dem Bau des Kraftwerkes von Flumenthal bis Yverdon gegen 90 km wenigstens flussbaulich auch für die Grossschiffahrt vorbereitet sein werden. Es bleibt ein natürliches Anliegen der Juragewässerkantone, diese Strecke über die verbleibenden rund 80 km bis Koblenz mit dem Rhein schiffbar zu verbinden, also die Rheinschiffahrt als Binnenschiffahrt in die Juraseen zu ermöglichen, sobald die noch fehlenden Kraftwerke gebaut sein werden. Die Studien sind intensiv im Gange und parlamentarische Vorfälle werden in den kommenden Jahren die öffentliche Diskussion bedingen. Ganz sicher muss ein solches Vorhaben frühzeitig und umfassend geplant werden. Da es sich um einen Entscheid über die Entwick-



Abb. 20. Der «Manitowoc» bei der Fertig-Selbstmontage im Kanaleinlauf am Bielersee. Links und rechts die beiden lotrechten Seitenpuds von je 20 m Länge, Querschnitt 1,1 × 1,1 m.

lungsmöglichkeit der zukünftigen Generationen handelt, müssen momentane Beurteilungen überwunden werden. Mit der wachsenden Bevölkerung wird die Industrialisierung grösser werden müssen. Der Bedarf an Gütern aller Art wird also weiter steigen und die bisherigen Verkehrsträger werden noch mehr überlastet. Nur eine vorausschauende, aufgeschlossene Planung aller noch bestehenden Möglichkeiten, und dazu gehört ganz bestimmt die *Binnenschiffahrt*, vermag dieser Entwicklung Herr zu werden. Sie ist bekanntlich sehr leistungsfähig und kann vor allem auch *ohne wesentlichen Landerwerb* verwirklicht werden. Den Abwasserfachleuten und den Naturschutzkreisen wird die Aufgabe zufallen, die Binnenschiffahrt so zu planen und verwirklichen zu helfen, dass sie als muster-gültige Lösung anerkannt werden kann. Wieder wird es sich um die schöne Aufgabe handeln, den zukünftigen Generationen soweit möglich vorausschauend den Weg zu ebnen.

Nachbemerkung der Redaktion

Anlässlich der Jahresversammlung der Schweizerischen Vereinigung für Gewässerschutz, vom 13. April 1962 in Biel, referierte Prof. Dr. R. Müller, Direktor der Juragewässerkorrektion II, Biel, über dieses in Ausführung begriffene gewichtige Vorhaben. Es freut uns, den Fragenkomplex, der in der Zwischenzeit in verschiedener Hinsicht, zum Beispiel im Hinblick auf das Versenken von Aushubmaterial im Murtensee, eine zusätzliche Abklärung erfahren hat, nummehr unseren Mitgliedern in schriftlicher Form unterbreiten zu können. Zu verschiedenen vom Verfasseer umrissenen Teilaufgaben, z. B. betr. die Schiffsbarmachung der Aare, behält sich die Schweizerische Vereinigung für Gewässerschutz ihre Stellungnahme vor.

TABELLEN

a) Kubaturen

| Strecke | Aushub | Ufer- und Sohlensicherung | | | Gesicherte Strecken km |
|------------------------------|-----------|-------------------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| | | Steine und Schroppen m ³ | Kies m ³ | Gesicherte Strecken km | |
| Broye | 2 300 000 | 131 000 | 21 000 | 8,8 | |
| Zihl | 2 400 000 | 172 000 | 26 000 | 8,4 | |
| Nidau - Büren . . | 2 700 000 | 315 000 | 106 000 | 11,7 | |
| Aare unterhalb Büren | 1 140 000 | 427 000 | 16 000 | 22,1 | |
| Total | 8 540 000 | 1 045 000 | 169 000 | 51,0 | |

b) Kosten in Mio. Fr. aufgeteilt nach Arbeitsgattungen

| | | | | | | | | | | | | | Mio. Fr. |
|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------|
| Aushub mit Abtransport | | | | | | | | | | | | | 37,5 |
| Sicherungsarbeiten | | | | | | | | | | | | | 30,5 |
| Dämmen, Auffüllungen, Molen | | | | | | | | | | | | | 5,0 |
| Regulierwehr | | | | | | | | | | | | | 6,5 |
| Landerwerb und Anpassungsarbeiten | | | | | | | | | | | | | 9,2 |
| Total | | | | | | | | | | | | | 88,7 |

c) Kostenanteile, aufgeteilt auf die Bauzeit

| Verteiler % | 1 | 2 | 3 | 4 | Kosten pro Baujahr (Mio. Fr.) | | | | | | Total Mio. Fr. | | |
|----------------|------|-------|-------|-------|-------------------------------|------|------|------|------|------|----------------|-------|-------|
| | | | | | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | | |
| Bund . . 50,00 | 7,00 | 7,95 | 6,92 | 6,42 | 4,86 | 3,45 | 2,85 | 1,38 | 1,33 | 1,22 | 0,97 | 44,35 | |
| FR . . 6,45 | 0,90 | 1,03 | 0,89 | 0,83 | 0,63 | 0,44 | 0,37 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 0,12 | 5,72 | |
| VD . . 5,65 | 0,79 | 0,90 | 0,78 | 0,73 | 0,55 | 0,39 | 0,32 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,11 | 5,01 | |
| NE . . 4,05 | 0,57 | 0,64 | 0,56 | 0,52 | 0,39 | 0,28 | 0,23 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,08 | 3,59 | |
| BE . . 20,10 | 2,81 | 3,20 | 2,79 | 2,58 | 1,95 | 1,39 | 1,14 | 0,55 | 0,53 | 0,49 | 0,39 | 17,82 | |
| SO . . 13,75 | 1,93 | 2,18 | 1,91 | 1,77 | 1,34 | 0,95 | 0,78 | 0,38 | 0,36 | 0,34 | 0,27 | 12,21 | |
| | 100 | 14,00 | 15,90 | 13,85 | 12,85 | 9,72 | 6,90 | 5,69 | 2,75 | 2,65 | 2,45 | 1,94 | 88,70 |