

Zeitschrift: Cementbulletin
Band: 12-13 (1944-1945)
Heft: 4

Artikel: Staumauern
Autor: Gruner, G.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-153189>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.11.2024

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

CEMENTBULLETIN

APRIL 1944

JAHRGANG 12

NUMMER 4

Staumauern

1. Einleitung.

Die Staumauern gehören zu den schwierigsten und grössten Ingenieurbauwerken der Neuzeit. Die Herstellung der verschiedenen Staumauertypen ist eigentlich erst durch die Entwicklung der modernen Bindemittelindustrie ermöglicht worden. Die folgenden Abschnitte sollen eine kurze Übersicht geben über die verschiedenen Typen von Staumauern und einige wichtige Ausführungsgrundsätze.

2. Die verschiedenen Typen von Staumauern.

Den einfachsten Typus einer Staumauer bildet die Schwergewichtsmauer. Bei dieser Mauer hält das Gewicht des Mauerwerkkörpers dem Wasserdrucke stand. Dieser Staumauertypus geht wohl auf die ältesten Zeiten des Wasserbaues zurück. Er wird seit vielen Jahrhunderten bis zu den heutigen Tagen in den verschiedensten Baumaterialien ausgeführt. In der Schweiz ist eine grosse Reihe von Staumauern nach diesem Typus erstellt worden, von denen die bekanntesten wohl die Wäggitalsperre, die Barberinesperre, die Etzelsperre, die Garichtesperre u. a. sind. Die Abbildung 1 zeigt den Querschnitt der im Jahre 1939 erstellten Beli-Isker Sperre in Bulgarien. Die Ausführung von Schwergewichtsmauern erfordert umfangreiche Materialmengen und dementsprechend auch eine lange Ausführungszeit. Man hat sich deshalb schon lange bemüht, Talsperrenformen zu entwickeln, welche wesentliche Materialeinsparungen ermöglichen. Hierbei ist man durch Analogie mit dem Brückenbau auf den Typus der Gewölbesperre gestossen. Bei der Grimselsperre am Spitalamm (vgl. Abb. 3) wurde eine Kombination zwischen einer Gewölbesperre und einer Schwergewichtsmauer gewählt, deren Querschnitt bereits schlanker ist als die klassische Form der Schwergewichtsmauer.

Die Talsperre am Pfaffensprung an der Reuss der Schweizerischen Bundesbahnen stellt wohl eine der wenigen Talsperren dar, bei der die Mauer in konsequenter Weise als reines liegendes Gewölbe ausgebildet worden ist. Bei den normalen Gewölbesperren bildet

STAUMAUER BELI-ISKER

BULGARIEN

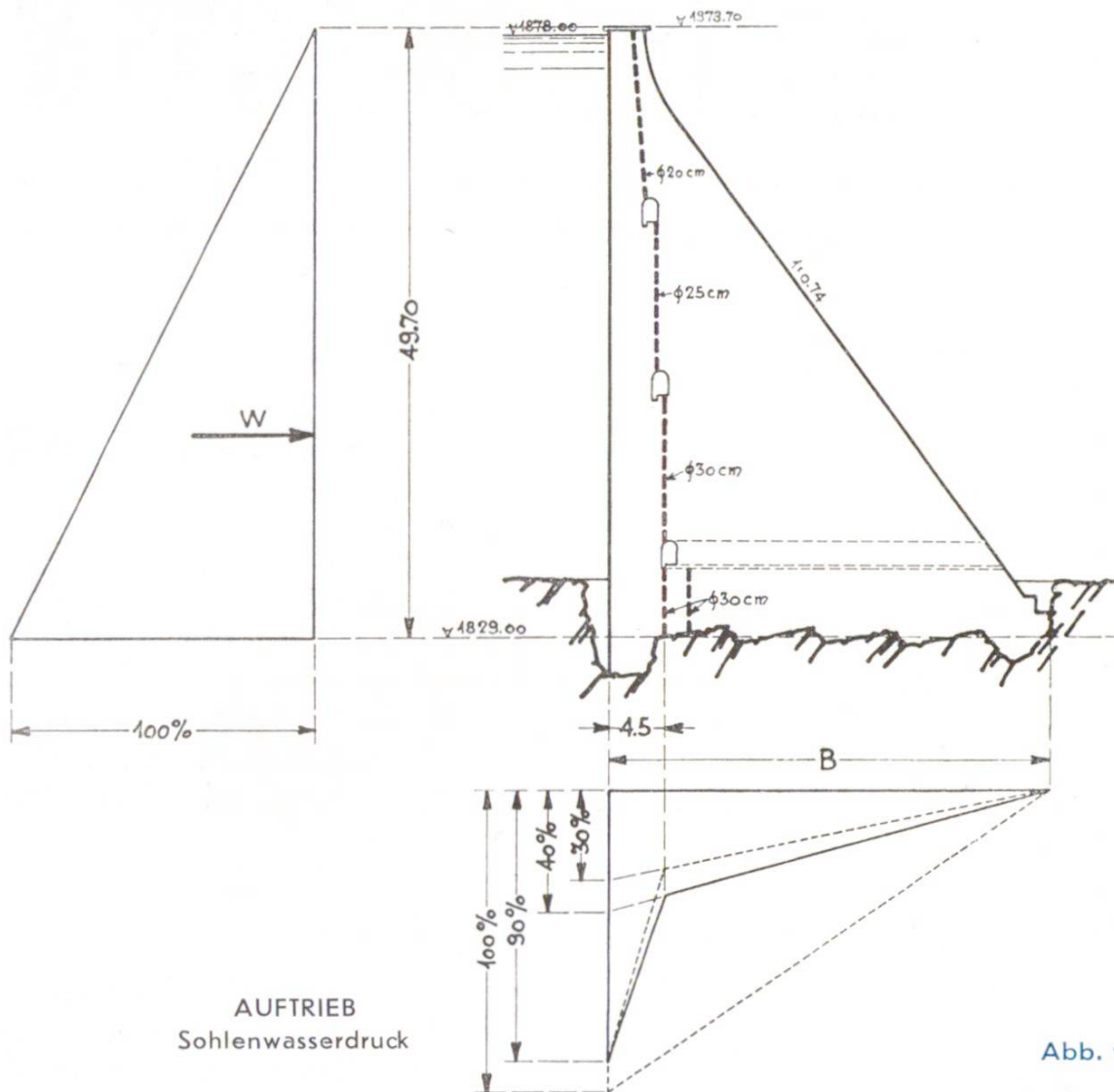


Abb. 1

dagegen das Bauwerk eine Kombination von horizontaler Gewölbe-
wirkung und vertikaler Konsolwirkung entsprechend der Einspan-
nung des Mauerwerkkörpers in den Talflanken und der Talsohle.
Die Berechnung dieser Gewölbesperren beruht auf der Annahme,
dass sich die Mauer in jedem beliebigen Punkte infolge Gewölbe-
wirkung und Konsolwirkung in gleicher Weise deformieren wird.

Die erste Talsperre in Europa, welche nach diesem Typus aus-
geführt worden ist, wurde an der Jogne als Abschluss des Lac
de Montsalvens für das Kraftwerk Broc vor ca. 25 Jahren errichtet
(vgl. Abb. 4).

In den letzten Jahren hat die Berechnung der Gewölbesperren
durch die Erfahrungen bei ausgeführten Objekten verschiedene
Entwicklungen durchgemacht. Hierdurch hat sich die klassische
Form der Gewölbesperre zu derjenigen der projektierten Stau-
mauer am Totensee entwickelt (vgl. Abb. 5).

In neuerer Zeit wurden verschiedene andere Typen von material-
einsparenden Talsperrensystemen studiert. Es entstand so die
Talsperre mit Hohlräumen, wie sie an der Dixence zur Ausführung
gekommen ist. In den U.S.A. hat unser Landsmann Nötzli den
Typus der sogenannten Nötzlisperre aus ähnlichen Überlegungen

STAUMAUER BENI-BAHDEL

ALGERIEN

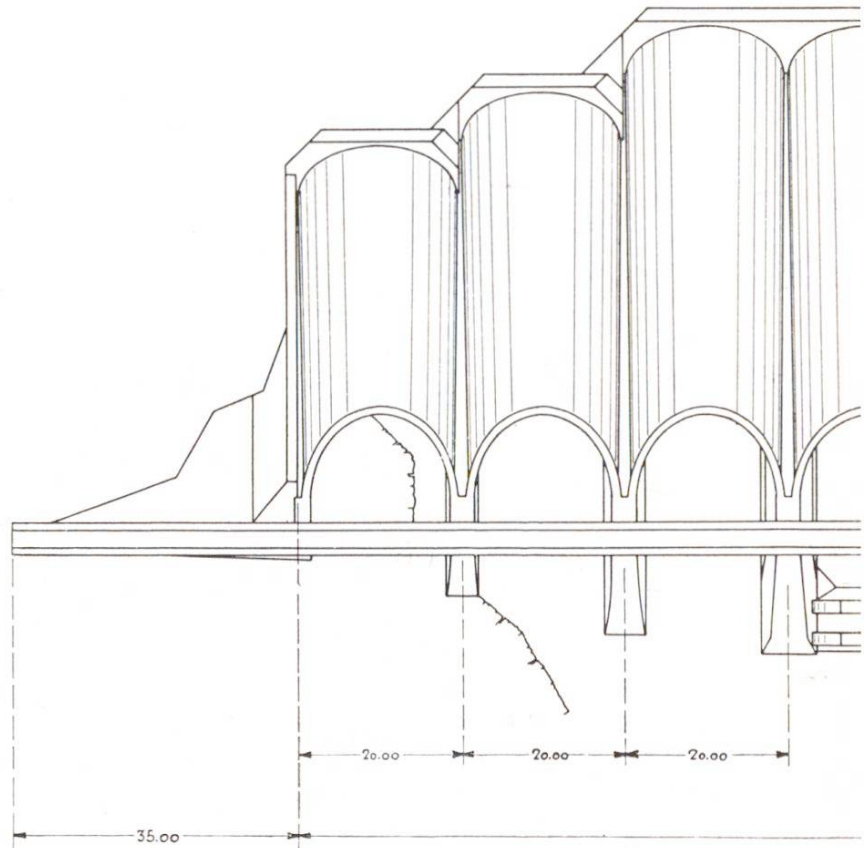
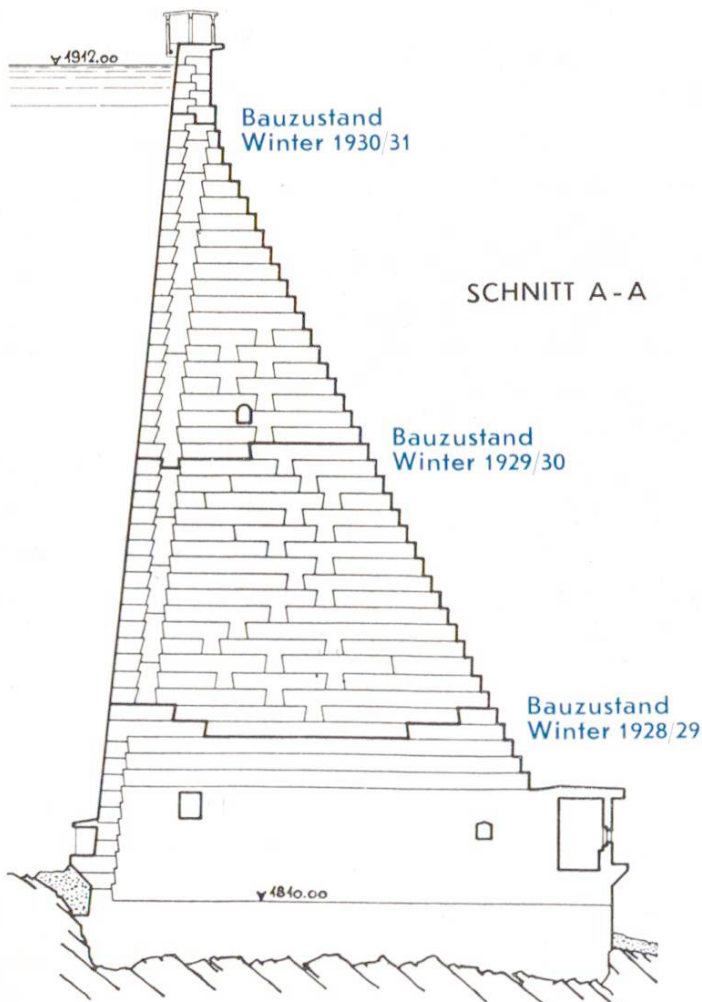
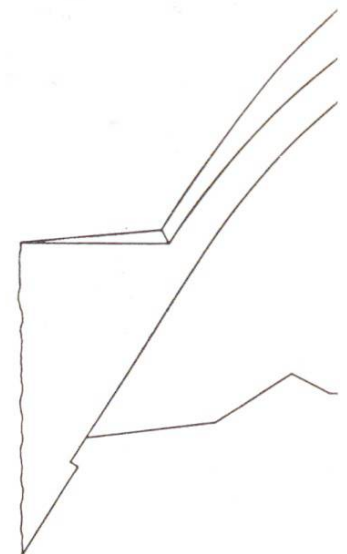
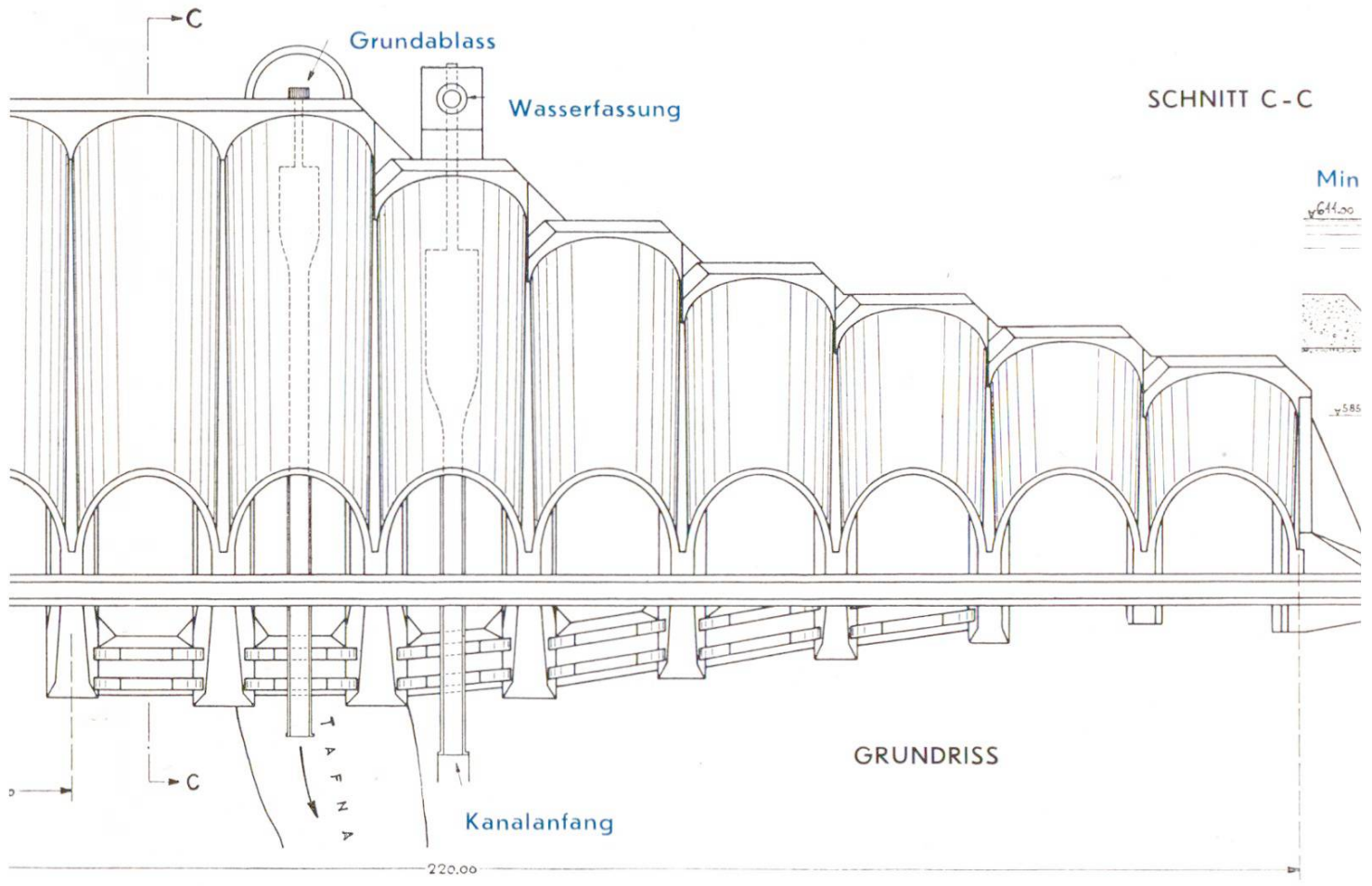


Abb. 2



STAUMAUER SPITALLAMM





Min
v.644.00
y.585

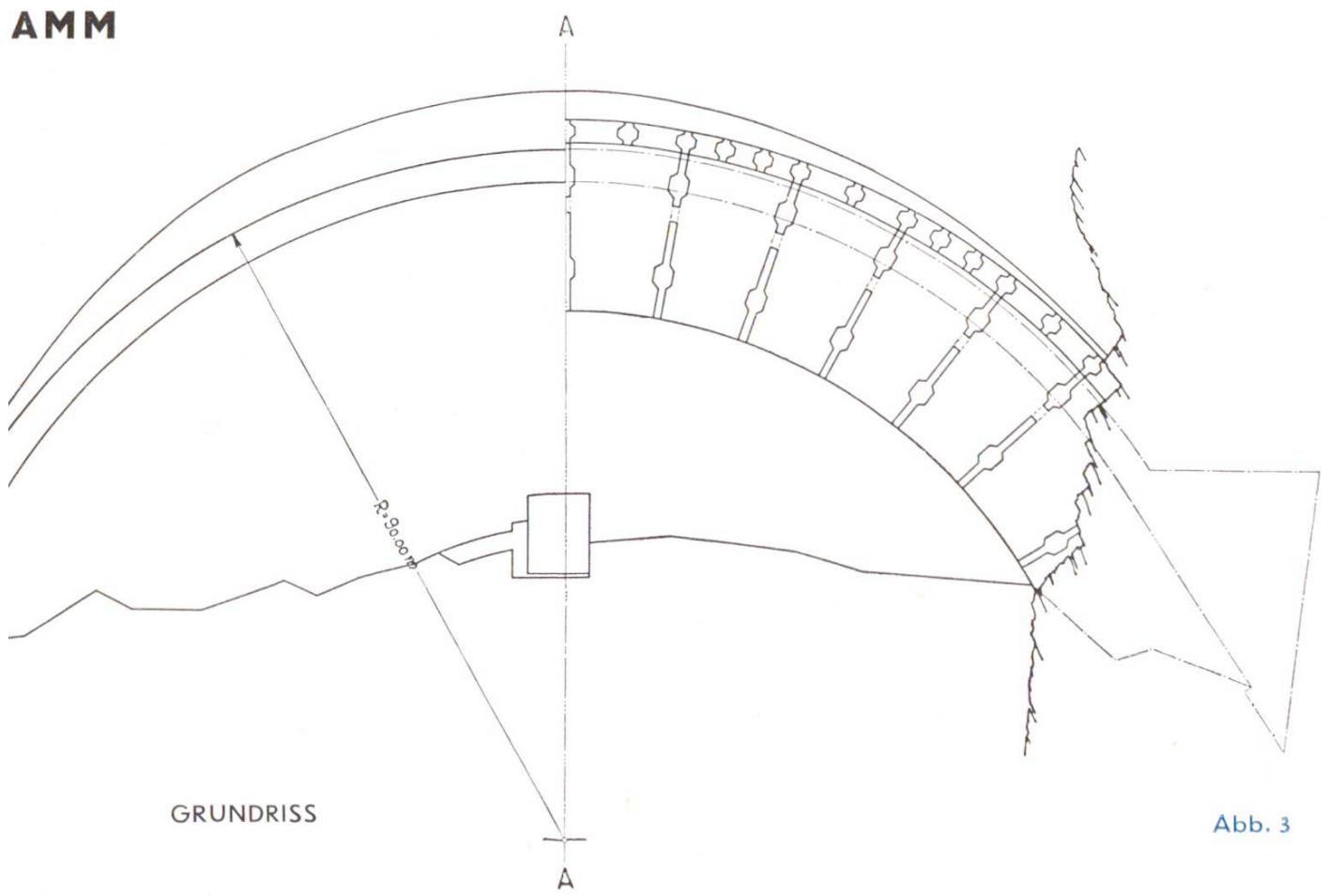
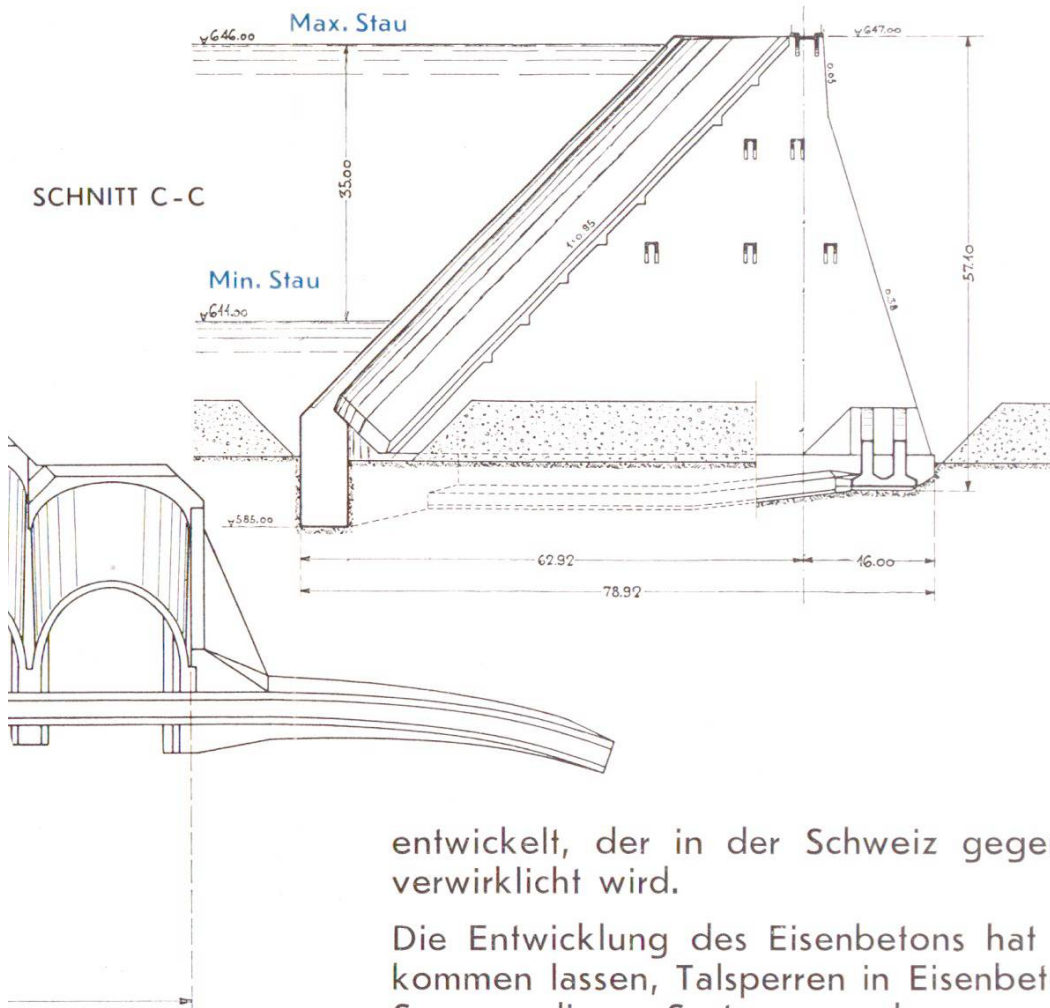


Abb. 3



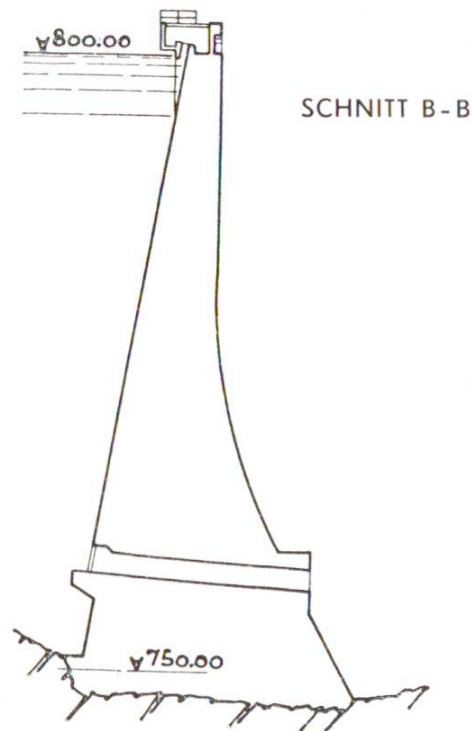
entwickelt, der in der Schweiz gegenwärtig am Lucendrowerk verwirklicht wird.

Die Entwicklung des Eisenbetons hat schon bald die Idee aufkommen lassen, Talsperren in Eisenbeton auszuführen. Die ersten Sperren dieses Systems wurden von den Amerikanern mit den sogenannten Ambursen-Talsperren gefunden. Die praktischen Erfahrungen mit diesen Talsperren haben aber nicht durchwegs befriedigt, so dass z. B. in der Schweiz diese Sperren nie heimisch geworden sind.

Erst der Typus der Mehrfach-Gewölbesperren gemäss dem dargestellten Beispiel der Staumauer in Beni-Bahdel in Algerien (vgl. Abb. 2) stellt eine Eisenbetonsperre dar, welche befriedigt hat. Gleichzeitig haben, unabhängig von der Entwicklung des Talsperrenbaues in Mitteleuropa, die Norweger neue Wege im Bau von Eisenbetontalsperren beschritten und haben die Ausführung von Eisenbetonsperren nach dem Platten- und Pfeilertypus und von Eisenbetonbogensperren in meisterhafter Weise verwirklicht, wie die beiden typischen Querschnitte der Glomfjordstaumauer (vgl. Abb. 6) und der Skjerkevann-Staumauer (vgl. Abb. 8) zeigen. Als letztes Glied in der Entwicklung dieser leichten Staumauerkonstruktionen kann das Projekt für die Oravasperre (vgl. Abb. 7) in der Slowakei gezeigt werden, das eine sogenannte Schalsperre bildet, deren Dichtungshaut wohl das Minimum darstellt, das mit unseren gegenwärtigen Baumaterialien erhalten werden kann.

Diese Eisenbetonkonstruktionen mit nur geringem Materialbedarf erlauben auch an Orten Talsperren auszuführen, die, wie in Norwegen, nur während wenigen Monaten im Jahr zugänglich sind oder die, wie bei der Schalsperre an der Orava, einen derart schlechten Untergrund aufweisen, dass man eine Belastung mit einer Schwergewichtsmauer nicht hätte riskieren dürfen.

Abb. 3



STAUMAUER MONTSALVENS

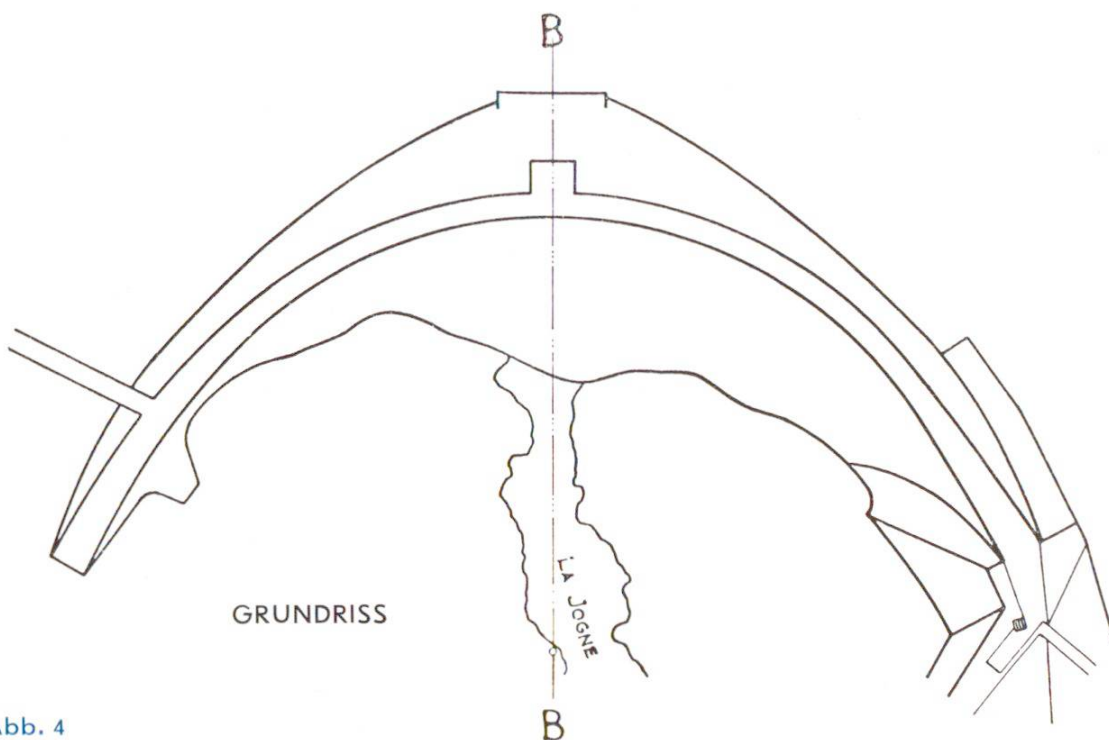


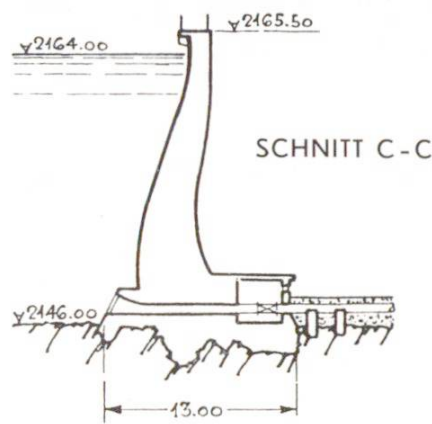
Abb. 4

3. Allgemeine Probleme beim Bau von Staumauern.

Die statische Berechnung von Talsperren wirft eine Reihe von Problemen auf, die auf den ersten Blick nicht selbstverständlich erscheinen. Ausser dem reinen Wasserdruck, der von der Oberwasserseite her auf das Bauwerk wirkt, bilden sich auch Auftriebskräfte aus dem Untergrund. Die verschiedensten Massnahmen sollen dazu dienen, diesen Auftrieb zu reduzieren. Zu Kontrollzwecken werden normalerweise die Talsperren mit einem System von Gängen und Schächten ausgestattet. Mit diesen kombiniert werden in neuerer Zeit Entlastungsschächte für den Auftrieb vom

7 Untergrund her angeordnet. Dadurch ist es gelungen, die Auftriebskräfte wesentlich zu reduzieren, wie auf dem Diagramm in Abb. 1 dargestellt ist.

Ein weiteres Problem bildet die Abbinde­temperatur des Betons. Die Ausführung der voluminösen Talsperren gestattet oft nicht die Abbinde­wärme des Betons ohne weiteres abzuleiten. Eine sorgfältig projektierte Blockeinteilung für die Ausführung soll die Ableitung der Wärme ermöglichen (vgl. Abb. 2). Ausserdem werden in den Talsperren die Dilatations­fugen so lange als möglich offen gelassen und erst im letzten Momente geschlossen, damit der Einfluss der dauernd stattfindenden Abkühlung und die damit verbundenen Volumenänderungen einen möglichst geringen Einfluss auf das fertige Bauwerk ausüben können. Bei ganz grossen Talsperren, wie z. B. am 200 m hohen Boulder Damm in den



STAUMAUER TOTENSEE

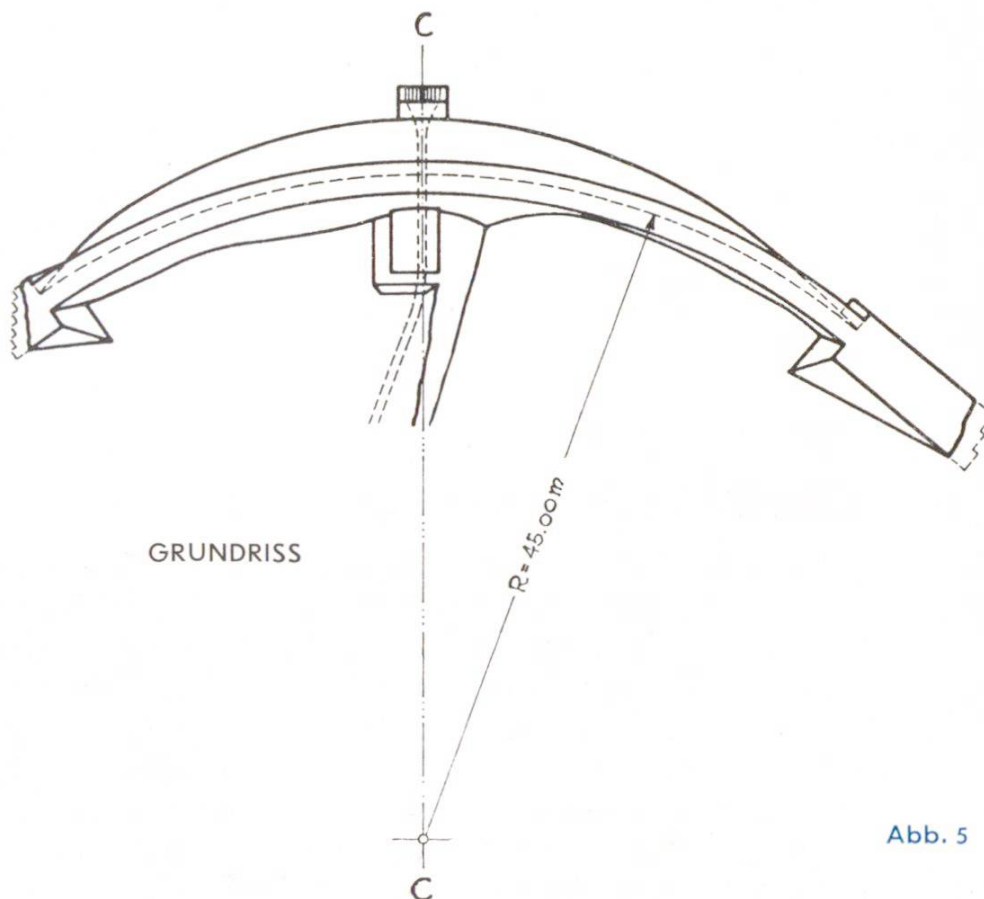
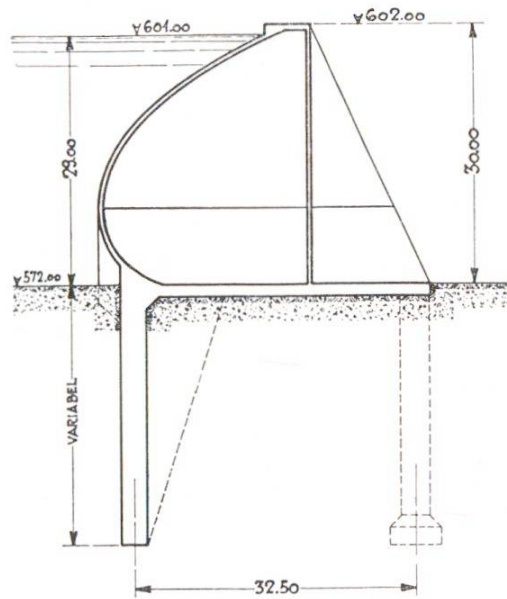


Abb. 5

STAUMAUER ORAVA

SLOWAKEI

SCHNITT E-E



GRUNDRISS

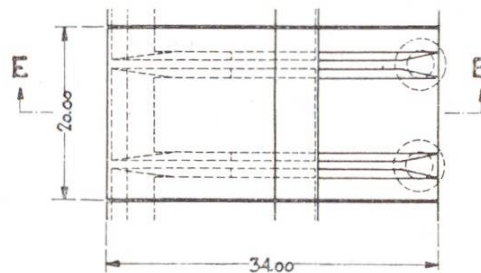
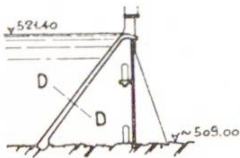


Abb. 7

STAUMAUER
GLOMFJORD

NORWEGEN



SCHNITT D-D



Abb. 6

U.S.A., musste man aber dazu übergehen, ein eigentliches Kühlsystem in die Betonkörper einzubauen, durch welches die überschüssige Wärme abgeleitet werden kann. Über das Verhalten der Wärme in den Talsperren liegen von den meisten grösseren Talsperren umfangreiche Messresultate vor, die es gestatten, die dadurch bedingten Spannungsverhältnisse bei der statischen Berechnung weitgehend zu erfassen.

Die neuzeitlichen leichten Eisenbetonkonstruktionen erfordern einen speziellen Schutz gegen den Frost. Bei den Konstruktionen mit grossen Volumen, wie Schwergewichtsmauern und Gewölbemauern, konnte dieser Schutz durch eine Verkleidung mit Natursteinen oder mit hochdosierten, sorgfältig ausgeführten Betonblöcken erhalten werden. Bei diesen dünnen Konstruktionen, deren Stabilität weitgehend auf der Elastizität des Materials beruht, würde das statische Verhalten durch das Anbringen einer solchen Verkleidung wesentlich verändert. Die Norweger bringen deshalb auf der Luftseite eine Isolationswand aus Eisenbeton an. Diese bewirkt, dass der Luftraum zwischen der eigentlichen Dichtungshaut der Talsperre und der Isolationswand durch die Wassertemperatur soweit aufgeheizt wird, dass keine Frostschäden auftreten können. Das gleiche System ist auch für die Schalensperre an der Orava vorgesehen.

9 4. Die Ausführung der Staumauer.

Die Ausführung der Talsperren erfordert umfangreiche Installationen, die erlauben, grosse Kubaturen in kürzester Zeit zu verarbeiten. Meistens werden maschinelle Einrichtungen angewendet, die weitgehend automatisch funktionieren und einen Beton von einheitlicher Qualität ermöglichen.

Die Qualität und Lebensdauer einer Talsperre ist in erster Linie der Qualität der Bindemittel und der Zuschlagstoffe, sowie der sorgfältigen Verarbeitung derselben auf der Baustelle zuzuschreiben. Es ist aus diesem Grunde nicht zu umgehen, dass bei diesen Objekten sämtliche Baumaterialien und die Qualität des fertigen Betons unter dauernder Kontrolle stehen. Diese erfolgt zweckmässig in örtlichen Baustellenlaboratorien in enger Zusammenarbeit mit den offiziellen Materialprüfungsanstalten und den Laboratorien der Bindemittelindustrie.

5. Schlussbemerkungen.

Die Bombardierung der Möhnetal- und Edertalsperre in Deutschland durch die Royal Air Force hat in allen Gegenden, welche unterhalb von grösseren Staubecken liegen, eine begreifliche Unruhe verursacht. Man glaubte damals bereits, dass der Bau weiterer Talsperren, speziell auch der dünnen Eisenbetonkonstruktionen, nicht mehr verantwortet werden könnte. Die Entwicklung der Kriegsverhältnisse hat aber gezeigt, dass offenbar der Einsatz

STAUMAUER SKJERKEVANN

NORWEGEN

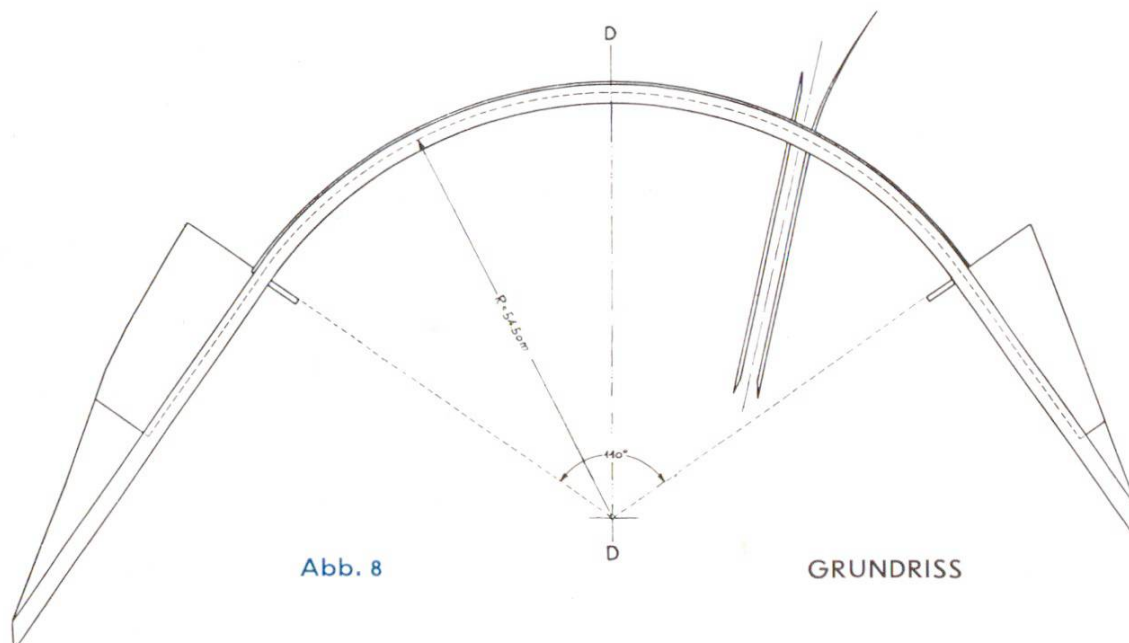


Abb. 8

GRUNDRISS

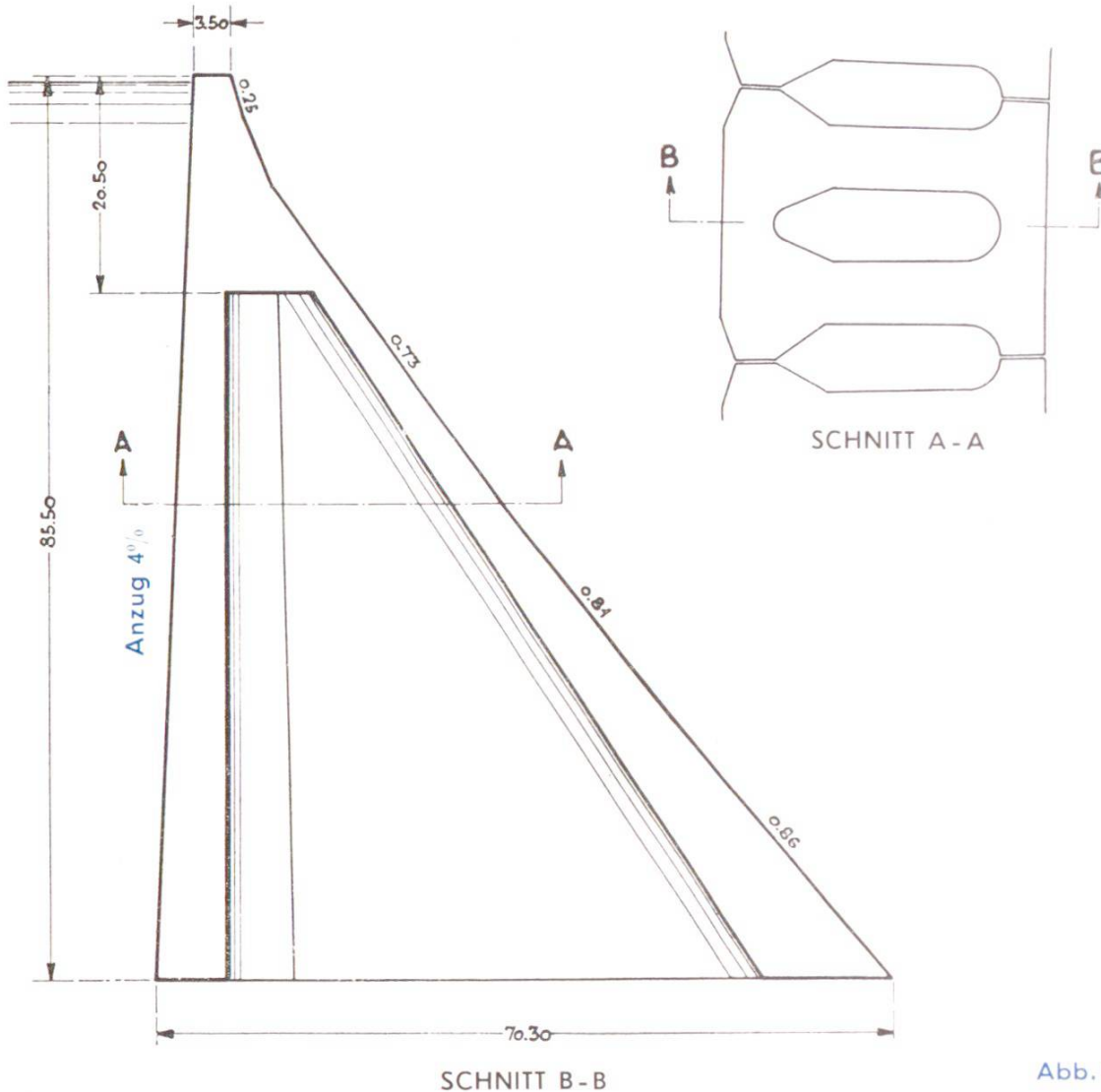


Abb. 9

für die Zerstörung von Talsperren ein derart hoher ist, dass er sich nur in Ausnahmefällen lohnt. Andererseits haben Angriffe auf die leichten Eisenbetonsperren gezeigt, dass häufig die Schäden an diesen leichten Konstruktionen wesentlich geringer sind als an den eigentlichen Schwergewichtsmauern. So sind Beispiele von Eisenbetonsperren bekannt, bei denen die einschlagenden Bomben lediglich ein rundes Loch in die Mauer geschlagen haben, da sie erst nach dem Durchschlag explodiert sind und somit ein relativ geringer Schaden entstanden ist. Es zeigt sich also auch von diesem Gesichtspunkte aus, dass nicht immer die voluminösen Bauobjekte die grössten Sicherheiten bieten, sondern, dass es darauf ankommt, für jeden einzelnen Fall eine zweckmässige Konstruktion zu finden, welche die Materialeigenschaften mit den topographischen, klimatischen und betrieblichen Umständen des Bauwerks in Einklang bringt.

Dipl. Ing. G. Gruner, Basel.