

DIE TALSPERREN ÖSTERREICHS

SCHRIFTENREIHE HERAUSGEGEBEN VON DER
ÖSTERREICHISCHEN STAUBECKENKOMMISSION,
DEM ÖSTERREICHISCHEN WASSERWIRTSCHAFTSVERBAND
UND DEM ÖSTERREICHISCHEN NATIONALKOMITEE
DER INTERNATIONALEN TALSPERRENKOMMISSION
SCHRIFTFÜHRUNG: PROF. DR. HELMUT SIMMLER

HEFT 24

*STATISTIK 1977
der großen Talsperren
und Flußstauwerke Österreichs*

Dipl. Ing. Dr. techn. Rudolf Partl

DIE TALSPERREN ÖSTERREICHS

STATISTIK 1977
der großen Talsperren
und Flusstauwerke Österreichs

Dipl. Ing. Dr. techn. Rudolf Partl

WIEN 1977

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt.
Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung,
des Nachdruckes, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung,
der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege
und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen,
bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten

© 1977 by Österreichischer Wasserwirtschaftsverband
An der Hülben 4, A-1010 Wien

Druck: Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz
Printed in Austria

275.77

Eigenverlag des Österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes, Wien
In Kommission bei Springer-Verlag Wien - New York
ISBN 3-211-81461-2 Springer-Verlag Wien - New York
ISBN 0-387-81461-2 Springer-Verlag New York - Wien

VORWORT DER SCHRIFTFLEITUNG

Bisher sind im Rahmen dieser Schriftenreihe zwei Bände erschienen, welche die Statistik der österreichischen Talsperren enthalten. Die erste Statistik verfaßte Prof.Dr.Dr.E.h. H. Grengg nach einem Ordnungsprinzip, das eine ausgezeichnete und umfassende Orientierung erlaubt. Nach 10 Jahren erschien vom gleichen Verfasser eine erweiterte zweite Ausgabe - 1971. Das bewährte System der Darstellung wurde im wesentlichen beibehalten und durch eine Statistik ausgewählter Flußstauwerke und Kunstspeicher ergänzt. Daß bereits nach 6 Jahren wieder eine Ausgabe der Talsperrenstatistik erscheint, liegt darin begründet, daß während dieser Zeit dem Bestand der Talsperren in Österreich mehrere große Sperren zugewachsen sind und in diesem Jahr die 45. Exekutiv-Tageung der ICOLD in Salzburg stattfindet.

Nun hat Herr Dr. R. Partl auf den seinerzeitigen Arbeiten von Prof.Dr.Dr.E.h. Grengg aufbauend, die neue Statistik 1977 bearbeitet und sich der mühevollen Aufgabe unterzogen, nicht nur die neu hinzugekommenen Sperren zu beschreiben, sondern auch die Daten und Pläne der bereits vorhandenen Sperren zu überprüfen, um dort, wo es notwendig war, Änderungen und Ergänzungen vorzunehmen. Dies war nur mit Unterstützung der Werkbesitzer möglich, denen für die Geduld und Mühe bei der Beschaffung der Unterlagen und Daten gedankt sei.

In der Statistik werden insgesamt 63 Talsperren angeführt und davon 44 Talsperren mit einer Nennbelastung von über 25.000 to eingehender beschrieben. Die internationalen Symbole für die Kurzbezeichnung der Sperrentype wurden neu eingeführt, wobei zusätzliche Buchstaben die Gewölbetype und die Art der Dichtung bei Schüttdämmen bezeichnen. Der Grundsatz des einheitlichen Maßstabes wurde für sämtliche Sperrenskizzen beibehalten.

Von den Flußstauwerken wurde in Übereinstimmung mit dem Weltregister der Talsperren nur solche aufgenommen, deren Höhe über Gründungssohle mehr als 15 m beträgt. Diesem Ordnungsprinzip lag auch die im Text näher definierte Querschnittsbelastung zugrunde, wobei nicht ganz frei von Willkür 10.000 to als untere Grenze festgelegt, im Zuge einer Stufenkette aber auch unterschritten wurde. Erfasst wurden auf diese Weise die Anlagen an der Donau, am Inn, der Enns und der Drau - 47 Flußstauwerke mit einer Ordnungszahl über 200, wodurch bereits äußerlich eine Unterscheidung von den Talsperren möglich wird.

Am Ende der Statistik befindet sich eine Übersichtskarte von Österreich, in der alle in diesem Heft enthaltenen Talsperren und Flußstauwerke eingetragen wurden. Sie soll das Auffinden der Sperren vor allem denen erleichtern, welchen unsere Landschaft nicht so vertraut ist.

Daß diese Statistik herauskommen konnte, ist schließlich nicht nur einer Anregung sondern auch der wertvollen Unterstützung durch die Österreichische Staubeckenkommission im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft unter dem Vorsitz des Herrn Sektionschef Dipl.-Ing. E. Wurzer und auch dem Österreichischen Nationalkomitee für große Talsperren unter dem Präsidenten Herrn Dr.Dr.E.h. H. Lauffer zu danken. Ferner gebührt Dank dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft für die Bereitstellung der Mittel, die es ermöglichten, die neue Statistik herauszubringen und schließlich auch Herrn Dipl.-Ing. R. Steiner für seine tatkräftige Mitarbeit.

Helmut Simmler

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

1. TEIL: GROSSE TALSPERREN

	Höhe	Typ	Seite
Erläuterungen			7
Legende zur Übersichtstabelle			13
Übersichtstabelle der Talsperren Österreichs			15
6a (19a) Spullersee-Südsperrre	39 m	PG	21
6b (19b) Spullersee-Nordsperrre	28 m	PG	26
9 (23) Vermuntsperrre	53 m	PG	28
10 (40) Packsperrre	33 m	PG	33
13a (10a) Silvrettasperrre	80 m	PG	37
13b (10b) Bielerdamm	25 m	TEC	42
15 (28) Salzasperrre	53 m	VAC	44
17 (22) Hierzmannsperrre	58 m	VAC	48
18 (37) Rannasperrre	45 m	VAC	52
19 (7) Limbergsperrre	120 m	VAC	56
21a (20a) Möllsperrre	93 m	VAC	63
21b (20b) Margaritzensperrre	39 m	PG	68
22 (24) Dobrasperrre	52 m	VRC	69
24 (29) Weißseesperrre	39 m	PG	74
26a (8a) Moosersperrre	107 m	PG	78
26b (8b) Drossensperrre	112 m	VAC	84
27 (14) Sperrre Ottenstein	69 m	VAC	86
29 (15) Sperrre Großer Mühldorfersee	46 m	PG	92
30 (27) Sperrre Kleiner Mühldorfersee	41 m	PG	97
31 (38) Sperrre Hochalmsee	24 m	PG	101
33 (30) Lünnerseesperrre	30 m	PG	104
37 (35) Freibachdamm	41 m	TEC	109
38 (6) Sperrre Kops	122 m	VA + PG	114
39 (4) Gepatschdamm	153 m	ERC	120
40 (33) Dießbachdamm	36 m	ERS	124
41 (39) Sperrre Raggal	48 m	PG	128
42 (9) Durlaßbodendamm	83 m	TEC	132
43 (3) Sperrre Schlegeis	131 m	VA	137
44 (17) Stillupdamm (Eberlaste)	28 m	TEC	143
45 (31) Wurtendamm	42 m	TES	147
46 (13) Tauernmoossperrre	53 m	PG	152
48 (32) Galgenbichldamm	50 m	TES	156
49 (12) Oscheniksee-Damm	78 m	ERS	161
50 (26) Sperrre Klaus	55 m	VA	165
51 (21) Großseedamm	41 m	ERS	170
52 (25) Hochwurtendamm	48 m	TES	174
53 (16) Gößkardamm	55 m	TES	178
54 (1) Kölnbreinsperrre	200 m	VA	182
55 (34) Sölksperrre	39 m	VAC	187
56 (18) Längentaldamm	37 m	TES	190
57 (5) Finstertaldamm	149 m	ERC	195

			Höhe	Typ	Seite
58	(11)	Bolgenachdamm	92 m	TEC	199
59	(36)	Bockhartsee-Damm	33 m	ERC	203
60	(2)	Sperre Zillergründl	180 m	VA	208

2. TEIL: GROSSE FLUSS-STAUWERKE

Erläuterungen					211
Legende zur Übersichtstabelle					215
Übersichtstabelle großer Fluß-Stauwerke					217
201		Braunau-Simbach	22 m	PGR	220
204		Schärding-Neuhaus	25 m	PGR	224
205		Passau-Ingling	22 m	PGR	228
206		Jochenstein	20 m	PGR	232
207		Aschach	34 m	PGR	237
208		Ottensheim	31 m	PGB	242
209		Abwinden-Asten	31 m	PGB	248
210		Wallsee	32 m	PGB	252
211		Ybbs-Persenbeug	25 m	PGR	258
214		Altenwörth	37 m	PGB	264

ÖSTERREICH-KARTE mit eingezeichneten Sperrenstellen

Bei den folgenden Talsperren mit Nennbelastungen unter 25 000 t wurde auf die Einzelbeschreibung verzichtet. Ihre Hauptdaten sind in der Übersichtstabelle des 1. Teiles enthalten, für Einzelheiten wird auf die Talsperren-Statistiken 1961 und 1971, Hefte 12 und 19 der Serie "Die Talsperren Österreichs" verwiesen.

1	(59)	Sperre Wienerbruck	11 m	PG
2	(42)	Sperre Erlaufklause	37 m	PG
3	(56)	Gosaudamm	17 m	TEC
4	(50)	Wiestalsperre	28 m	PG
5	(49)	Strubklamm Sperre	37 m	PG
7	(48)	Langmannsperre	26 m	PG
8		alte Tauernmoosperre, ersetzt durch 46	(13)	
11	(55)	Sperre Enzingerboden	29 m	PG
12	(43)	Gerlossperre	39 m	VAC + PG
14	(51)	Sperre Bürg	19 m	PG
16	(57)	Hollersbachdamm	17 m	TES
20	(46)	Bächentalsperre	34 m	VA
23	(44)	Sperre Thurnberg	26 m	PG + TES
25	(54)	Sperre Wiederschwing	30 m	VRC
28	(47)	Rotgüldensee-Damm	18 m	ERC
32	(45)	Radlseedamm	17 m	ERC
34	(52)	Salzplattensperre	17 m	PG
35	(41)	Amersperre	30 m	PG
36	(58)	Lutzsperre	19 m	PG
47	(53)	Feldseedamm	13 m	TES

1. TEIL

GROSSE TALSPERREN

ERLÄUTERUNGEN

Die einleitende Übersichtstabelle enthält die Hauptdaten sämtlicher in Österreich ausgeführter, in Bau befindlicher und wasserrechtlich bereits behandelter Talsperren im strengen Wortsinn, der ein Bauwerk zur dauernden Absperrung eines Talquerschnittes bezeichnet. (Die dazu in Gegensatz stehenden beweglichen Stauwehre sind im 2. Teil behandelt). Damit stellt die Übersichtstabelle die Kontinuität zu den Haupttabellen der Talsperren-Statistiken 1961 und 1971 her.

Die technische Beschreibung hingegen beschränkt sich in dieser Neuauflage auf die Talsperren über 25000 t Nennbelastung und ist einheitlich nach den im folgenden erläuterten zwanzig Stichworten gegliedert. Im Text sind die Talsperren chronologisch nach der Bauzeit geordnet, in der Übersichtstabelle hingegen der Größe nach, wobei die Nennbelastung als Maß gilt. Der Zusammenhang wird dadurch gewahrt, daß die andere Ordnungsnummer jeweils in Klammern beigelegt ist.

Bei allen Zahlenangaben wird eine vernünftige Relation zwischen der bezeichneten Größenordnung und der Genauigkeit angestrebt. Dezimalstellen sind tunlichst vermieden, mehrstellige Zahlen in der Regel auf die ersten 2 - 3 Stellen gerundet.

- 1) Sperrentyp: In der einleitenden Kurzbezeichnung kommt die Größenordnung der Sperre durch Angabe der Höhe und ihre allgemeine Kennzeichnung durch eine Buchstabengruppe zum Ausdruck, bevor besondere Typenmerkmale angeführt werden. Die Buchstabengruppe stimmt mit den Bezeichnungen des Weltregisters der Talsperren der ICOLD überein, doch wird bei Gewölbemauern auch angegeben, ob es sich um einen Zylindertyp oder Gleichwinkeltyp handelt. Bei Schüttdämmen wird auch auf die Art der Dichtung hingewiesen, wobei in der Kurzbezeichnung der dritte Buchstabe C für Kerndichtung, S für Oberflächendichtung steht. Sonach wird unterschieden zwischen den folgenden Typen und ihren Kurzbezeichnungen:

Gewichtsmauer	PG
Gewölbesperre, allgemein	VA
Gewölbesperre, Zylindertyp	VRC
Gewölbesperre, Gleichwinkeltyp	VAC
Erdschüttdamm	TEC, TES
Felsschüttdamm	ERC, ERS

Der Typ der Pfeilerkopfmauer (CB) wurde in Österreich für mehrere Sperren untersucht, aber nirgends ausgeführt.

- 2) Geographische Lage: Angegeben durch die Koordinaten auf der nördlichen Halbkugel, östlich von Greenwich. Weitere Bestimmungsstücke sind die Bezeichnung des Gewässers, an dem die Sperre liegt und das sie aufstaut, die Angabe der Flußgebiete der nächsthöheren Ordnungen, und die Angabe der nächstgelegenen

größeren Siedlung. Das Flußgebiet "Donau" ist nur bei direkt in den Strom mündenden Gewässern besonders erwähnt, gilt aber ansonsten für alle Sperren, bei denen nicht der Rhein als Hauptstrom genannt ist.

- 3) Bauherr: Name und Anschrift des Bauherrn sollen es jedem Interessenten ermöglichen, sich zusätzliche Informationen in direktem Einvernehmen zu verschaffen.
- 4) Kraftwerk: In Österreich wurden bisher alle Talsperren im Zusammenhang mit Kraftwerken errichtet. Vielfach gibt erst der Name des Kraftwerkes eine Aussage über die Zugehörigkeit der Sperre. Außer dem unmittelbar aus dem Speicher gespeisten Kraftwerk werden auch weitere Stufen derselben Kraftwerksgruppe sowie etwaige weiter unten nachgeschaltete Werke - vornehmlich wenn sie dem Bauherrn der Sperre gehören - genannt. Für jede Stufe wird die mittlere Rohfallhöhe (bezogen auf den Speicherschwerpunkt und auf ein mittleres Unterwasser), die verfügbare Höchstleistung und das jährliche Regelarbeitsvermögen angegeben. Auf Vorsorgen für einen Pumpspeicherbetrieb bei einzelnen Stufen wird gesondert hingewiesen.
- 5) Baujahre: Es wird jene Bauperiode angegeben, in der das Bauwerk seine jetzige Gestaltung erhielt. Wenn es sich dabei um eine Erhöhung oder sonstige Umgestaltung eines älteren Bauwerks handelt, so wird dies besonders erwähnt.

Das wichtigste Datum für das Stauprogramm ist die erstmalige Erreichung des Vollstaues. Bei Sperren, die bereits vor diesem Datum mit Teilstau in Betrieb genommen wurden, sind die Teil-Stauziele in den dem Vollstau vorangegangenen Jahren ebenfalls angegeben.

- 6) Hydrologie: Maßgeblich für die Beurteilung der relativen Speichergröße und für die Auslegung der Hochwasserentlastung sind Einzugsgebiet und Jahreszufluß. Besonders für den zweiten Zusammenhang ist es wichtig, zwischen dem eigenen Einzugsgebiet des Speichers mit seinem direkten Zulauf und den durch Beileitung angeschlossenen Nachbargebieten zu unterscheiden. Außer dem natürlichen Zufluß aus diesen Gebieten braucht man bei manchen Speichern noch eine aus tieferen Horizonten oder aus dem Unterwasser der Kraftstufe hochgepumpte Zusatzwassermenge zur einmaligen Füllung. Bei komplizierteren Wasserkraftsystemen enthält der Text klarstellende Erläuterungen.
- 7) Stauraum: Zur Beschreibung des Stauraumes werden drei Zahlengruppen herangezogen: Wasserspiegel, Speicherinhalte und geometrische Kennwerte.

Der im Normalbetrieb höchstzulässige Wasserspiegel, das Stauziel, wird freilich in Sonderfällen auch überschritten, etwa für das Auffangen von Hochwässern. Das tiefste Absenkziel ist eine Nennzahl zur Definition des Nutzinhaltes, wird aber vom Betriebführenden nur ungern angepeilt, weil er auf eine Inhaltsreserve nicht gerne verzichtet, den Zeitpunkt der beginnenden Wiederauffüllung des Speichers aber im voraus nicht kennt. Als Speicherschwerpunkt wird jene Höhenlage verstanden, die den Speichernutzinhalt gerade halbiert.

Um Vergleichbarkeit mit dem Weltregister der ICOLD herzustellen, ist in der zweiten Zahlengruppe neben dem wirtschaftlich relevanten Nutzhalt (zwischen

Stau- und Absenkziel) auch der Gesamteinhalt bis zum Stauziel angeführt. Der einer langsamen Verlandung unterliegende Totraum kann aus diesen beiden Werten sofort abgeleitet werden; er ist in österreichischen Speichern zumeist unerheblich klein, da keine starken Verlandungen vorliegen. Wichtig ist die relative Speichergröße, das "Rückhaltevermögen" des Speichers, definiert als Verhältnis des Nutzinhalts zum Jahreszufluß.

Die letzte Zahlengruppe unter diesem Stichwort kommt dem Wunsch des Geographen nach, über die Staufläche und die Uferlänge beim höchsten Betriebswasserspiegel Bescheid zu wissen. In der Uferlänge ist auch die bespülte Länge des Sperrenbauwerks enthalten. Der Kennwert der "Uferentwicklung", definiert als Verhältnis der wahren Uferlänge zum Umfang des flächengleichen Kreises, gibt eine Aussage über die geschlossene oder gelappte Grundrißform des Stauraumes.

- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer: Da die österreichischen Stauräume in erster Linie der Energienutzung dienen, ist das in ihnen speicherfähige Energiepotential eine wichtige Kenngröße. Sie wird folgerichtig auf alle unter 4) verzeichneten Kraftwerke bezogen und aus dem Nutzinhalt, der mittleren Fallhöhe ab Speicherschwerpunkt und dem mittleren Leistungsbeiwert abgeleitet. Die in Klammern dabei stehende Aufbrauchsdauer ist hier als energiewirtschaftliche Kennzahl definiert, also als Verhältnis des Energieinhaltes in GWh zur Höchstleistung in MW; sie stimmt nur selten mit der hydrologischen Aufbrauchsdauer überein, die man aus dem Nutzinhalt in hm^3 und dem Ausbaudurchfluß in m^3/s bestimmt.

Wenn zur Speicherfüllung auch Pumparbeit aufzuwenden ist, wird dies unter Angabe des entsprechenden Energieinhalts bei Pumpbetrieb, des Pumpstrombedarfes und der notwendigen Einsatzdauer der vollen Pumpleistung vermerkt.

Bei Jahresspeichern ist auch die Fernwirkung auf weiter unten derzeit bestehende und in Bau befindliche Kraftwerke von Interesse. Die hiezu angegebenen Richtwerte bedeuten den maximal wirksamen Gewinn an Wintererzeugung in diesen Kraftwerken, während die Energieeinbuße infolge des sommerlichen Wasserrückhaltes um einen schwer bestimmbareren Betrag tiefer liegt: zum Teil betrifft der Entzug nur ohnedies nicht nutzbares Überwasser. Den Richtwerten kommt keine statistische Genauigkeit zu, da das Regelarbeitsvermögen der Flußkraftwerke vielfach aus Jahresreihen abgeleitet wird, in denen der Speichereinfluß schon teilweise wirksam war.

- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Es wird die Funktion des Speichers im Betrieb der zugehörigen Kraftwerke wie auch im Verbundbetrieb charakterisiert. Dabei hat man sich bewußt zu sein, daß in den Gebirgslagen, in denen sich die meisten Sperren befinden, im Winterhalbjahr nur 10 - 25 % des Jahreszuflusses anfällt, Jahresspeicherung also eine bedeutende Rolle spielt.
- 10) Nennbelastung: Dieser neue Begriff ⁺⁾ zur Kennzeichnung des Talquerschnittes, in dem die Sperre errichtet wird, macht es möglich, Talsperren verschiedenen
- ⁺⁾ Grengg H.: "Die Nennbelastung - ein neues Kennzeichen einer Talsperre". Bericht 46/10 zum Talsperrenkongreß in Mexiko 1976, Heft 22 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs".

Typs der Größe nach zu vergleichen und zu ordnen. Die Nennbelastung wird daher grundsätzlich auf das Gelände bezogen und ist definiert als Wasserdruck bei vollem Speicher auf eine vertikale Abschlußfläche an Stelle des Sperrbauwerks, ohne Berücksichtigung der tatsächlichen Einbindung oder einer aus geologischen Gründen nötigen Abräumung. Die Auswahl dieses stellvertretenden Talquerschnitts im Lageplan ist freilich mit einer gewissen Willkür behaftet. In der Regel hält man sich an den engsten Talquerschnitt im Sperrbereich, der bei geradlinigen Sperren meist mit der Sperrachse, bei Gewölben oder gekrümmten Sperren etwa mit der Bogensehne zusammenfällt. Im Falle eines aus mehreren Baukörpern zusammengesetzten Sperrsystems oder einer Sperre auf einem natürlichen Seeriegel wird ein Polygon als Grundrißlinie der Abschlußfläche nicht zu vermeiden sein.

Die Nennbelastung gibt eine wichtige Grundlage sowohl für Vergleichswerte im vorhandenen Bestand als auch für erste Entwürfe neuer Sperren auf der Erfahrungsbasis des Bisherigen.

- 11) Gründungsgestein: Die Beschaffenheit des Untergrundes, auf dem die Talsperre ruht, ist ein wichtiger Teil ihrer Gesamtcharakteristik. Die geologischen Verhältnisse sind unter Verzicht auf Details soweit geschildert, als es für das Verständnis der gewählten Sperrform, des Gründungsaufwandes und der Dichtungsmaßnahmen erforderlich ist.
- 12) Hauptmaße: Die bei der Verschiedenartigkeit der Baukörper nicht immer eindeutig feststellbaren Hauptbaumaße sind in zwei Zahlengruppen geordnet: in lineare Abmessungen und in Raummaße. In einer dritten Zahlengruppe sind schließlich interessante Verhältniszahlen zusammengefaßt.

Von den linearen Abmessungen sind genannt: die Gesamthöhe über dem tiefsten Punkt der Gründungssohle bis zur Sperrkronen, bei unregelmäßigen Querschnitten (z.B. infolge starker Querneigung des Geländes) auch eine davon abweichende charakteristische Höhe; Kronenlänge, Kronenbreite und Fundamentbreite im höchsten Querschnitt; bei gekrümmten Sperren auch der Kronenradius und gegebenenfalls der Öffnungswinkel. Die Böschungsneigungen von Schüttdämmen sind ebenfalls dieser Gruppe zugeordnet.

In der Gruppe der Raummaße sind die für den Sperrkörper ohne Nebenanlagen getätigte Aushubkubatur, womöglich aufgeschlüsselt in Überlagerung und Felsausbruch, und das Bauwerksvolumen angegeben.

In der Schlußgruppe scheinen folgende vergleichende Kennwerte auf:

- der "Schlankheitsgrad" des Bauwerkes als Verhältnis von Fundamentbreite zu Gesamthöhe bzw. jener Höhe, die der Basisbreite sinngemäß entspricht;
- die "Gründungskennzahl" als Verhältnis des Gesamtaushubs zum Sperrvolumen, ein Maß für die Eignung des Geländes und Baugrundes;
- der "Bauaufwand" als Verhältnis des Bauwerksvolumens zur Nennbelastung, ein für Vorentwürfe brauchbarer Leitwert zur Schätzung der voraussichtlichen Baumasse;

- bei Bogensperren auch das Verhältnis von Kronenlänge zu Gesamthöhe, hier als "relative Spannweite" bezeichnet.

Alle diese Werte sind nur innerhalb des gleichen Sperrentyps vergleichbar, geben aber auch Anhaltspunkte für die gegenseitige Relation verschiedener Typen.

- 13) Besondere Merkmale: Hier wird auf Besonderheiten der Gestaltung und der Einordnung in die Umgebung ebenso hingewiesen wie auf markante technik-geschichtliche Entwicklungsschritte.

Der Charakterisierung des Sperrenbauwerks und seiner äußeren Erscheinung dienen weiters die beigegebenen Planskizzen und Lichtbilder. Pläne und Schnitte sind durchwegs im gleichen Maßstab dargestellt, was bei kleineren Bauwerken zu graphischen Mängeln geführt haben mag, aber die Größenordnung der Sperren prägnant zum Ausdruck bringt und konstruktive Vergleiche erleichtert.

- 14) Einzelheiten: In diesem Abschnitt sind in knapper Form Informationen gesammelt, aus denen die technischen Eigenschaften des Baukörpers hervorgehen. Hierzu enthält er Hinweise auf Berechnungsverfahren und Hauptspannungen, Grundzüge und Besonderheiten der Bauausführung und Baustofftechnologie, Modellversuche und dergleichen mehr. In einigen erfreulichen Fällen fehlen auch Hinweise auf behobene Mängel und durchgestandene Schwierigkeiten nicht - aus solchen ist oft mehr zu lernen als aus gefällig-glatten Beschreibungen des Bestandes.

- 15) Dichtungsmaßnahmen im Untergrund gehören heute zu jedem Sperrbauwerk. Unter diesem Titel sind die Entwurfsgrundsätze und gewählten Ausführungen kurz zusammengefaßt. Wo nötig, wird auch auf spätere Ergänzungen oder Sanierungen der Abdichtung hingewiesen. Der angegebene Verbrauch an Injektionsgut ist ein Maß für die Wichtigkeit der getroffenen Maßnahmen.

- 16) Meßeinrichtungen: Die Einrichtungen für die Sperrenüberwachung und die Meßergebnisse der laufenden Beobachtung werden als so wichtig für die Entwicklung des Talsperrenbaues erachtet, daß sie Gegenstand periodischer Publikation in der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs" sind. Hier wird nur kurz auf das vorhandene Instrumentarium und seine Bewährung sowie auf wesentliche Verhaltensmerkmale der Sperre hingewiesen.

- 17) Entlastungsanlagen: Der jeweils angewandte Typ der Entlastungsbauwerke ist eindeutig feststellbar. In Übereinstimmung mit dem Weltregister der ICOLD wird zwischen freiem Überfall (L) und einem durch Verschlußorgane geregelten Ablauf (V) unterschieden. Zusätzlich wird aber (im Kurzzeichen durch den zweiten Buchstaben) darauf hingewiesen, ob das Hochwasser über die Krone (C), durch den Sperrenkörper hindurch (O) oder um ihn herum (B) geführt wird.

Komplizierter und einer klaren Definition nicht immer zugänglich ist der beherrschte Hochwasserabfluß. Die Förderfähigkeit der Entlastungsorgane steht in keinem unmittelbaren Bezug zum Rechnungshöchstwasser, weil der zwischengeschaltete Speicherrückhalt in sehr verschiedenem Maße wirksam wird. Die Statistik beschränkt sich auf die Feststellung der Förderfähigkeit unter gewissen

Bedingungen, zumeist jenen, die der Wasserrechtsbescheid als Normalfall vorschreibt. Die relative Abfuhrfähigkeit je km² des Einzugsgebietes bezieht sich in der Regel auf das natürliche Einzugsgebiet an der Sperrenstelle ohne Beileitungen. Bei mehreren im Tallauf hintereinander geschalteten Speichern wird jeweils auf das gesamte Gebiet jeder Sperre und nicht etwa nur auf das Restgebiet zwischen den Sperren bezogen, weil im Katastrophenfall angenommen werden muß, daß auch bei der Oberliegerr Sperre die Hochwasserentlastung in vollem Umfang betätigt wird.

- 18) Triebwasserfassung: In den meisten Fällen wird das Triebwasser in einem von der Sperre unabhängigen Bauwerk gefaßt. Es wird auf die räumliche Beziehung dieses Bauwerkes zur Sperre und seine wesentlichen Bestandteile und Höhenlagen hingewiesen. Mit dem Triebwasserdurchfluß ist ein weiterer Kennwert für das zugehörige Kraftwerk gegeben.
- 19) Baukosten anzugeben, ist nicht nur im Hinblick auf die Geldverdünnung problematisch. Auch die Trennung der Sperrenkosten vom Aufwand für andere Bauteile oder die Zuordnung allgemeiner Unkosten ist nicht immer eindeutig durchzuführen. Die hier angegebenen Baukosten enthalten tunlichst die Aufwendungen für die eigentliche Sperre, die Untergrunddichtung, Umlauf- und Grundablaßstollen und Betriebseinrichtungen mit Ausnahme der Triebwasserfassung, sowie die anteiligen Kosten der Baustelleneinrichtung. Die zugrundeliegende Preisbasis (Bezugsjahr) ist ein unerläßlicher Bestandteil jeder Kostenziffer. Bei älteren Sperren wird gelegentlich jener rekonstruierte Wert angeführt, der 1955 nach der Währungsstabilisierung in die "Schillingeröffnungsbilanz" eingesetzt wurde.
- 20) Schrifttum: Hier wird auf fachliche Beschreibungen in allgemein zugänglichen Zeitschriften und anderen Publikationen verwiesen, insbesondere auf Einzelberichte der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs" und Beiträge zu den Talsperrenkongressen. Die von den Bauherren ausgegebenen Kraftwerks- und Sperrenprospekte sind nicht besonders erwähnt.

LEGENDE ZUR ÜBERSICHTSTABELLE DER TALSPERREN

- Spalte 1: Die fortlaufende Reihung erfolgt nach fallender Nennbelastung. Die von den Statistiken 1961 und 1971 weiter geführte chronologische Ordnungsnummer steht in Klammern davor.
- Spalte 2: Beim Namen bleibt die gängige Bezeichnung -sperre oder -damm weg.
- Spalte 3: Die Abkürzungen für den Sperrtyp sind in den Erläuterungen unter 1) erklärt.
- Spalte 4: Der Bauherr - das Energieversorgungsunternehmen EVU - wird mit den offiziellen Kurzbezeichnungen eingeführt, nämlich:
- | | |
|---------|---|
| EKW | Ennskraftwerke AG, Steyr |
| KELAG | Kärntner Elektrizitäts AG, Klagenfurt |
| NEWAG | Niederösterreichische Elektrizitätswerke AG,
Maria Enzersdorf - Südstadt |
| ÖBB | Österreichische Bundesbahnen, Wien |
| ÖDK | Österreichische Draukraftwerke AG, Klagenfurt |
| OKA | Oberösterreichische Kraftwerke AG, Linz |
| SAFE | Salzburger AG für Elektrizitätswirtschaft, Salzburg |
| STEWEAG | Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG, Graz |
| TIWAG | Tiroler Wasserkraftwerke AG, Innsbruck |
| TKW | Tauernkraftwerke AG, Salzburg |
| VIW | Vorarlberger Illwerke AG, Bregenz |
| VKW | Vorarlberger Kraftwerke AG, Bregenz. |
- Spalte 5: Die Baujahre sind grundsätzlich für die chronologische Ordnung maßgebend. Eine zusätzliche Jahresangabe in Klammern verweist auf spätere Veränderung des ursprünglichen Sperrbauwerkes.
- Spalte 6: Das Gewässer, das durch die Sperre unmittelbar eingestaut wird.
- Spalte 7: In der ersten Zeile steht das Einzugsgebiet der Sperrenstelle in km^2 , darunter in der zweiten Zeile der ausgenützte mittlere Jahreszufluß in hm^3 . Bei zwei Wertpaaren bezieht sich das erste auf das eigene Einzugsgebiet des gestauten Gewässers, das nach dem Schrägstrich dazugesetzte zweite Wertpaar auf das Gesamtgebiet samt Beileitungen.
- Spalte 8: Beim Speichertyp wird unterschieden zwischen
- J Jahresspeicher,
 - W Wochenspeicher und
 - T Tagesspeicher.
- Ein nachgesetztes P bedeutet, daß zur Füllung des Speichers auch Pumparbeit aufzuwenden ist. HW steht für einen reinen Hochwasserspeicher.

Spalte 9: In der ersten Zeile ist das Stauziel, in der zweiten das vorgesehene Absenkziel, auf volle Meter Seehöhe gerundet, angegeben.

Spalte 10: J_N ist der Nutzinhalt des Speichers in hm^3 zwischen Stauziel und Absenkziel.

Spalte 11: N ist die Nennbelastung in 1000 t, im Sinne der vorher unter 10) gegebenen Definition.

Spalten 12 bis 14: Als wichtigste Sperrendaten sind die größte Höhe über Gründungssohle H in m, die Kronenlänge L in m und das Sperrenvolumen V in 1000 m^3 angegeben.

Spalte 15: Die Kurzbezeichnungen für die Entlastungsorgane entsprechen den Erläuterungen zu 17).

Spalte 16: PHQ steht für das Projektshochwasser in m^3/s , das über die Entlastungsorgane abgegeben werden kann.

Spalten 17 und 18: Es sind die zur betreffenden Werksgruppe gehörigen Kraftwerke genannt, mit Angabe ihrer Höchstleistung in MW. Ein P vor der MW-Zahl bedeutet, daß in diesem Kraftwerk auch Pumpspeicherung vorgesehen ist, ohne daß über die verfügbare Pumpleistung ausgesagt wird (diese ist im Text nachzulesen).

ÜBERSICHTSTABELLE DER TALSPERREN ÖSTERREICHS

Nr.	S P E R R E			G E W Ä S S E R		S P E I C H E R			S P E R R E N D A T E N				H W - A B F U H R		K R A F T W E R K		
	Name	Typ	EVU	Baujahre	Name	E km ² JQ hm ²	Art	Siz. Absz. m	In ₃ hm	N 1000t	H m	L m	V 10 ³ m	Art	PHQ m/s	Name	MW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
(54) 1	KÖLMBREIN	VA	ÖDK	1974-77	Malta	51/130 105/238	JP	1902 1730	200	3800	200	626	1580	LB+V0	188	Malta Oberst. Malta Hauptst. Möllbrücke	P 120 P 730 41
(60) 2	ZILLERGRÜNDL	VA	TKW	1981-84	Ziller	30/68 49/110	JP	1850 1740	89	2100	180	505	980	LB+V0	206	Häusling Mayrhofen	P 350 345
(43) 3	SCHLEGEIS	VA	TKW	1967-71	Schlegeisbach	58/121 97/199	JP	1782 1680	127	1650	131	725	960	LB+VB +V0	470	Rosshag Mayrhofen	P 230 345
(39) 4	GEPATSOH	ERC	TIWAG	1962-65	Faggenbach	107/279 125/302	J	1767 1665	138	1640	153	600	7100	LB+VB	250	Kaunertal Imst	392 82
(57) 5	FINSTERTAL	ERC	TIWAG	1977-80	Nederbach	6/140 8/161	JP	2322 2220	60	1000	149	652	4500	LC+VB	23	Kiibtai Silz	P 230 470
(38) 6	KOPS	VA+PG	VIW	1961-65	Zeinisbach	7/170 10/233	J	1809 1720	44	850	VA 122 PG 43	400 214	485 178	LC+VB	102	Partenen-Kops Latschau Roudund I-II	245 8 P 443
(19) 7	LIMBERG	VAC	TKW	1948-51	Kaprunerache	42/131 85/241	JP	1672 1590	83	760	120	357	446	LB+VB +V0	116	Kaprun Schwarzach	220 120
(26a) 8a	MOOSER	PG	TKW	1952-55	Kaprunerache	27/99 62/192	JP	2036 1960	85	640	107	494	665	VC+VB	130	Limberg Kaprun Schwarzach	P 112 220 120
(26b) 8b	DROSSEN	VAC	TKW														
(42) 9	DURLASSBODEN	TEC	TKW	1965-66	Gerlosbach	45/75 64/95	J	1405 1360	52	475	83	470	2520	LB+VB	245	Funsingau Gerlos	25 60

Übersichts-Tabelle der Talsperren Österreichs (Fortsetzung)

Nr.	S P E R R E			G E W Ä S S E R			S P E I C H E R			S P E R R E N D A T E N				H W - A B F U H R		K R A F T W E R K	
	Name	Typ	EVU	Baujahre	Name	E km ² JQ km ³	Art	Stz. Absz. m	In ₃ hm	N 1000t	H m	L m	V 10 ³ m	Art	BHQ m ³ /s	Name	MW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
(13a)10a	SILVRETTA	PG	VIW	1939-48	ILL	35/45 63/80	J	2030 1986	39	310	80	432	407	LG+LB +VB+VO	165	Obervermunt Partenen-Verrm. Latschau Rodund I-II	31 148 8 P 443
(13b)10b	BIELERDAMM	TEC								56	25	730	375	-	-		
(58)11	BOLGENMACH	TEC	VKW	1976-78	Bolgenach	89/187 169/352	W	744 690	8,4	290	92	240	1200	VB	430	Langeneegg	74
(49)12	OSCHENIKSEE	ERS	KELAG	1971-76	Oscheniksee	2/110 3/136	JP	2375 2245	25	250	78	485	1000	LB+VB	6	Innerfragant O. Ausserfragant	P 66 60
(46)13	TAUERMOOS	PG	ÖBB	1969-73	Tauermoos-See	22/50 51/112	J	2023 1985	55	220	53	1100	250	LG+VO	140	Enzingerboden Schneiderau Uttendorf	81 35 27
(27)14	OTTENSTEIN	VAC	NEWAG	1954-56	Kamp	889 270	JP	495 476	51	210	69	240	124	VG+VO	436	Ottenstein Krumen Wegscheid	P 40 16 3
(29)15	GROSSER MÜHLDORFSEE	PG	ÖDK	1954-57	Großer Mühl. See	3/8 4/18	JP	2319 2255	7,7	157	46	433	153	LG+VO	17	Reisseck- Kreuzeck	P 139
(53)16	GÖSSKAR	TBS	ÖDK	1973-75	Gössbach	11/130 22/238	TP	1704 1680	1,8	101	55	260	540	LB+VB	96	Malta Hauptst.	P 730
(44)17	STILLUP (EBERLASTE)	TEC	TKW	1966-68	Stillupbach	58/381 84/531	WP	1120 1106	6,9	86	28	480	790	LB+VB	450	Mayrhofen	345
(56)18	LÄNGENTAL	TBS	TIWAG	1977-79	Nederbach	23/140 29/161	WP	1901 1882	3,0	82	37	418	400	LB+VO	106	Silz	470
(6a)19a	SPULLERSEE SÜD	PG	ÖBB	1922-25 (1963-65)	Spullersee	11/18 14/23	J	1830 1790	16	80	39	298	66	LB+LG +VB	37	Spullersee	25
(6b)19b	SPULLERSEE NORD	PG								32	28	200	27	-	-	Braz	30

Übersichts-Tabelle der Talsperren Österreichs (Fortsetzung)

Nr.	S P E R R E			G E W Ä S S E R			S P E I C H E R			S P E R R E N D A T E N				H W - A B F U H R		K R A F T W E R K	
	Name	Typ	EVU	Baujahre	Name	E km ² JQ hm ³	Art	Stz. Absz. m	In ³ hm	N 1000t	H m	L m	V 10 ³ m	Art	PHQ m/s	Name	MW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
(21a)20a	WÖLL	VAC	TKW	1950-52	MÖLL	44/ 97/122	W	2000 1980	3,2	79	93	164	35	VB+VO	30	Limberg Kaprun Schwarzach	P 112 220 120
(21b)20b	MARGARITZEN	PG								27	39	175	33	LC	210		
(51)21	GROSSE	ERS	KELAG	1972-74	Zirknitzbach	7/ 12/28	J	2405 2330	10	78	41	367	380	LC+VB	8	Zirknitz Innerfragant W. Ausserfragant	15 30 60
(17)22	HIERZMANN	VAC	STEWAG	1948-50	Teigtitsch	160 95	J	711 678	7,1	75	58	172	43	LC+VB +VO	200	St. Martin Arnstein	11 30
(9)23	VERMUNT	PG	VIW	1928-30	ILL	57/107 103/173	W	1743 1719	5,3	71	53	386	144	LC+LB +VO+VB	175	Partenen-Verm. Latschau Rodund I+II	148 8 P 443
(22)24	DOBRA	VRC	NEWAG	1951-53	Kamp	940 271	JP	437 410	20	69	52	234	90	LC+VB +VO	580	Krumau Wegscheid	16 3
(52)25	HOCHWURTEN	TES	KELAG	1972-74	Wurtenbach	7/ 12/28	J	2405 2367	7,6	57	48	212	335	LB+VO	21	Zirknitz Innerfragant W. Ausserfragant	15 30 60
(50)26	KLAUS	VA	EKW	1973-75	Steyr	539 805	HW	466 457	7,8	55	55	188	39	LC+VB +VO	1070	Klaus	18
(30)27	KLEINER MÜHLDORFERSEE	PG	ÖDK	1956-58	Kleiner Mühdorfersee	1/ 2/18	JP	2379 2335	2,4	54	41	159	60	LC+VO	16	Reisseck- Kreuzeck	P 139
(15)28	SALZA	VAC	STEWAG	1947-49	Mitterndorfer Salza	150 145	J	772 745	11	47	53	121	23	LC+VB +VO	148	Salza	8
(24)29	WEISSEE	PG	ÖBB	1950-52	Weissee	5/ 14/26	J	2250 2197	16	46	39	235	64	LB	23	Enzingerboden Schneiderau Uttendorf	81 35 27

Übersichts-Tabelle der Talsperren Österreichs (Fortsetzung)

S P E R R E			G E W Ä S S E R			S P E R R E N D A T E N			H W - A B F U H R		K R A F T W E R K						
Nr.	Name	Typ	EVU	Baujahre	Name	E km ² Jq km ²	Art	Stz. Absz. m	In ₃ hm	N 1000t	H m	L m	V 10 ³ m ³	Art	EHQ m ³ /s	Name	MW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
(33)30	LÜNERSEE	PG	VIW	1955-58	Lünersee	9/164 12/233	JP	1970 1897	78	40	30	380	41	LB+VB	32	Lünersee Rodund I+II	P 230 P 443
(45)31	WURTEN	TBS	KELAG	1969-71	Wurtenbach	21/ 87 38/114	WP	1695 1675	2,7	38	42	282	265	LB+VB	160	Innerfragant W. Ausserfragant	P 30 60
(48)32	GALGENBICHL	TBS	ÖDK	1971-74	Malta	58/130 118/238	WP	1704 1680	4,4	35	50	115	165	LC+VB	226	Malta Hauptst. Mollbrücke	P 730 41
(40)33	DIESSBACH	ERS	SAFE	1962-63	Diebsbach	12/ 20 16/ 25	J	1415 1390	4,8	34	36	204	165	LB+V0	67	Diebsbach	24
(55)34	SÖLK	VAC	STEWELAG	1976-78	Grosse Sölk	141/385 166/452	T	902 882	1,5	34	39	128	17	LB	200	Sölk	61
(37)35	FREIBACH	TBC	KELAG	1957-58	Freibach	44 50	J	729 705	5,3	33	41	150	235	LB+VB	208	Freibach	P 17
(59)36	BOCKHARTSEE	ERC	SAFE	Projekt	Bockhartsee	5/ 42 9/ 68	JP	1872 1812	14	32	33	222	245	LB+VB	56	Nassfeld Böckstein Zottelau	P 28 43 20
(18)37	RAMNA	VAC	OKA	1948-50	Ranna	166 108	WP	493 473	2,2	31	45	126	32	LC+V0	160	Kranesau	P 19
(31)38	HOCHALMSEE	PG	ÖDK	1957-58	Hochalmsee	2/ 8 3/ 18	J	2379 2330	4,1	31	24	237	29	LC+V0	15	Reisseck- -Kreuzeck	P 139
(41)39	RAGGAL	PG	VIW	1965-67	Intz	160 261	W	715 695	2,0	31	48	105	42	VC+V0 +VB	615	Intz Oberst. Intz Unterst.	20 8

Übersichts-Tabelle der Talsperren Österreichs (Fortsetzung)

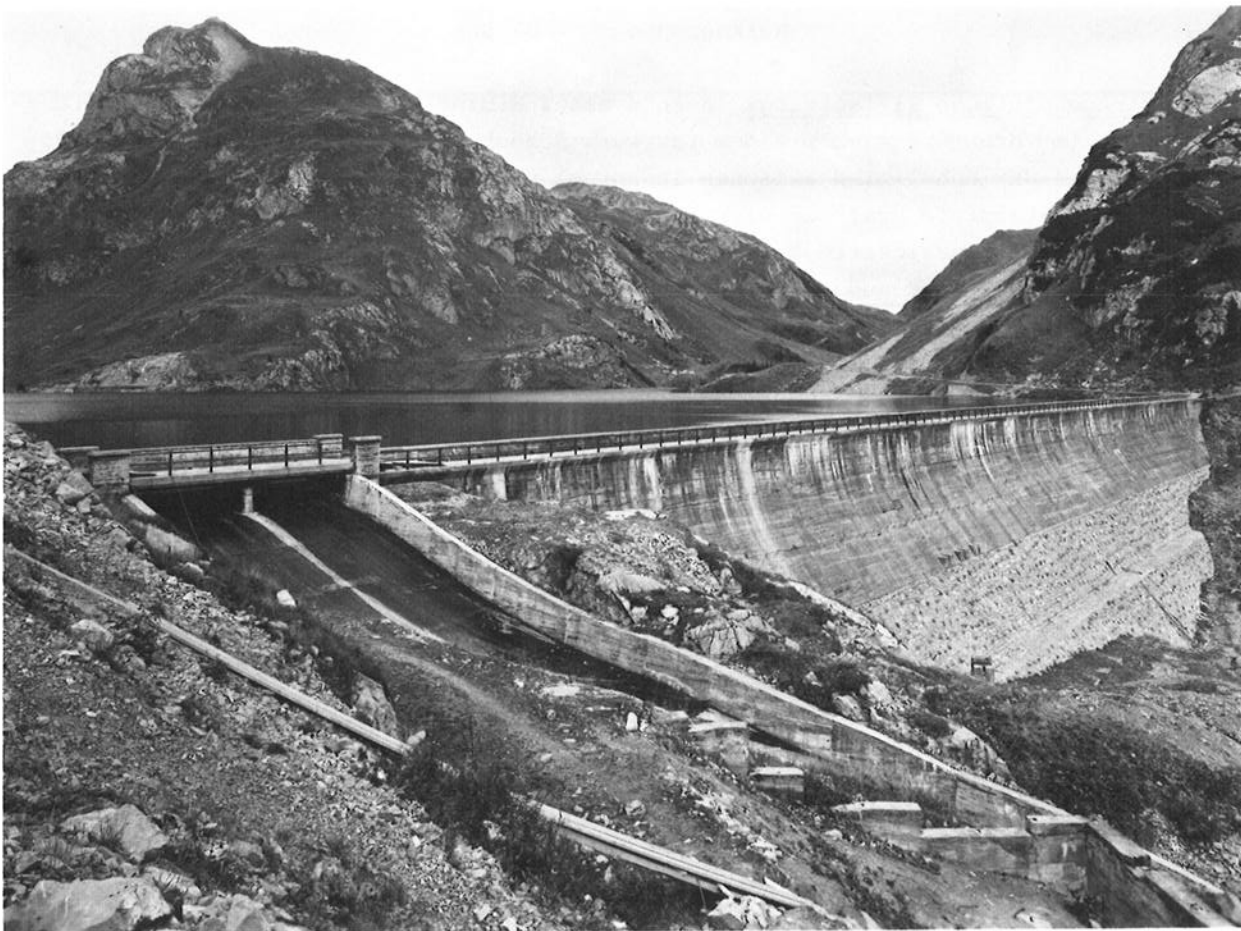
Nr.	S P E R R E			G E W Ä S S E R		S P E I C H E R			S P E R R E N D A T E N			H W - A B F U H R		K R A F T W E R K			
	Name	Typ	EVU	Baujahre	Name	E km ² JQ hm ²	Art	Stz. Absz. m	In ₃ hm	N 1000t	H m	L m	V ₃ 10 ³ m ³	Art	PHQ m ³ /s	Name	MW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
(10)40	PACK	PG	STEWAG	1929-30	Packerbach	63 43	J	868 845	5,4	26	33	183	39	VC+VO	190	St. Martin Arnstein	11 30
(35)41	AMERSEE	PG	ÖBB	1956-58	Amersee	2,3 6,1	J	2280 2257	5,5	15	30	162	20	LB+VO	14	Enzingerboden Schneiderau Uttendorf	81 35 27
(2)42	ERLAUFKLAUSE	PG	NEWAG	1908-11 (1972)	Erlauf	45 41	J	779 769	1,4	10	37	88	22	LB+VO	160	Wienerbruck	7,8
(12)43	GERLOS	VAC+PG	TKW	1943-45 (1964)	Gerlosbach	144/188 181/237	W	1190 1176	0,7	10	39	69	32	LC+VB +VO	242	Gerlos	60
(23)44	THURNBERG	PG+TES	NEWAG	1950-52	Kamp	1015 274	W	364 362	0,8	10	PG 26 TES 15	55 200	23 46	VO+VB	500	Wegscheid	3
(32)45	RADLSEE	ERC	ÖDK	1957-58	Radlsee	1,7/7,6 2,6/12	J	2399 2354	2,5	8,1	16	212	22	LB+VO	21	Reisseck- Kreuzeck	P 139
(20)46	BÄCHENTAL	VAC	TIWAG	1950-51	Dürrach	63 70	-	952 -	-	7,2	34	70	2,8	LC+VB		Achensee	80
(28)47	ROTGÜLDENSEE	ERC	SAFE	1956-57	Rotgildensee	11 19	J	1711 1699	3,0	5,0	18	112	35	LB+VB	61	Rotgilden	2,8
(7)48	LANGMANN	PG	STEWAG	1923-25 (1950)	Teigtitsch	170 115	T	631 621	0,3	4,4	26	85	12	LC+VO	200	Arnstein	30
(5)49	STRUBKLAMM	PG	Stadtw. Salzburg	1920-24	Almbach	100 131	W	668 658	2,5	4,0	36	86	9	VC+VB	330	Strubklamm Wiestal	8 24

Übersichts-Tabelle der Talsperren Österreichs (Fortsetzung)

S P E R R E			G E W Ä S S E R			S P E I C H E R			S P E R R E N D A T E N				H W - A B F U H R		K R A F T W E R K		
Nr.	Name	TYP	EVU	Baujahre	Name	$E \frac{km^2}{JQ \cdot hm^2}$	Art	Stz. Absz. m	$In_3 \frac{hm^3}{1000t}$	N	H m	L m	$V \frac{m^3}{10^3}$	Art	$\frac{P HQ}{m^3/s}$	Name	MW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
(4)50	WIESTAL	PG	Städtw. Salzburg	1909-13	Almbach	175 248	J	555 544	7,5	3,5	28	69	11,5	VB	430	Wiestal	24
(14)51	BÜRG	PG	TKW	1946-47	Kaprunerache	28 27	W	847 842	0,2	3,3	19	73	10,9	LC+VO	108	Kaprun (Eigenbed.)	0,5
(34)52	SALZPLATTEN	PG	ÖBB	1955-58	Salzplattensee	0,5 1,4	J	2298 2262	1,1	3,0	16	88	5,3	LC+LB	3,5	Enzingerboden	81
(47)53	FELDSEE	TES	KELAG	1969-70	Feldsee	1,6 2,5	J	2213 2193	1,2	3,0	13	202	27,5	LB	25	Innerfragant W. Ausserfragant	30 60
(25)54	WIEDERSCHWING	VRC	KELAG	1951-53	Weissenbach	153 115	W	676 663	1,2	2,3	30	74	8,0	LC+VB	108	Kamerling	9
(11)55	ENZINGERBODEN	PG	ÖBB	1937-40	Stubache	39/64 78/131	T	1464 1462	0,3	1,7	29	76	11	LB+VB	60	Schneiderau	35
(3)56	GOSAU	TEC	OKA	1910-11	Gosausee	34 70	JP	923 861	25	1,6	17	50	23	VB	60	Gosau Steeg	6 16
(16)57	HOLLERSBACH	TEC	SAFE	1948-49 (1970)	Hollersbach	69 127	W	880 875	0,1	1,5	16	87	16	LB+VB	200	Hollersbach	1,3
(36)58	LUTZ	PG	VKW	1958-59	Lutz	180 332	T	585 580	0,1	1,4	19	40	4,2	VC+VO	570	Lutz Unterstufe	9
(1)59	WIENERBRUCK	PG	NEWAG	1908-11 (1974)	Lassing	32 34	W	792 789	0,2	0,7	11	25	2,5	VB	115	Wienerbruck	7,8

6a (19a) SPULLERSEE - SÜDSPERRE

- 1) Sperrentyp: 39 m - PG
Gewichtsmauer mit atmenden Fugen, spätere Erhöhung mit
Vorspannung durch Ankereinbau.
- 2) Geographie: 47°09' N, 10°05' O
Gewässer: Spullersee (Spreubach)
Flußgebiet: Alfenz, Ill, Rhein
Nächster Ort: Bludenz.
- 3) Bauherr: Österreichische Bundesbahnen (ÖBB),
Elektrotechnische Direktion
Daffingerstraße 4, A-1030 Wien.
- 4) Kraftwerk: Zweistufige Ausnützung in der Werksgruppe Klostertal:
Spullerseewerk (795 m, 25 MW, 38 GWh)
Unterstufe Braz (304 m, 30 MW, 100 GWh)
- 5) Baujahre: 1922 - 1925, mit Stauziel 1825 m bis 1965 betrieben.
Erhöhung 1963 - 1965, erster Vollstau auf neues Stauziel
September 1965.



- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet des nahe der Wasserscheide zwischen Alfenz (Rhein) und Lech (Donau) gelegenen Spullersees wird seit 1943 bzw. 1965 durch Anschluß benachbarter Gebiete mit Freispiegelstollen und Hangkanal erweitert.

Eigenes Einzugsgebiet	11 km ² mit 14 hm ³
Beileitungen 1943	3 km ² mit 4 hm ³
Beileitungen 1965	4 km ² mit 5 hm ³
Zusammen	18 km ² mit 23 hm ³

- 7) Stauraum (Jahresspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	1829,6 m
Speicherschwerpunkt	1814 m
Absenkziel (=natürlicher Seespiegel)	1790 m
b) Inhalt - Nutzinhalt	15,7 hm ³
Rückhaltevermögen	0,68
c) Geometrie - Staufläche	0,58 km ²
Uferlänge	3,7 km
Uferentwicklung	1,37

- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf Spullerseewerk	26 GWh (1040 Stunden)
Unterstufe Braz	11 GWh (370 Stunden)
Werksgruppe	37 GWh

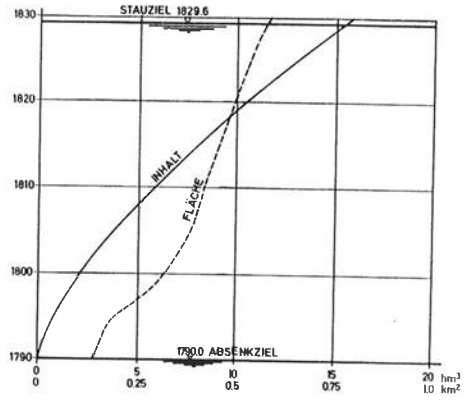
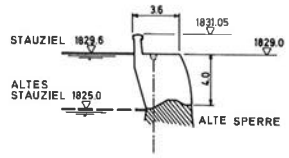
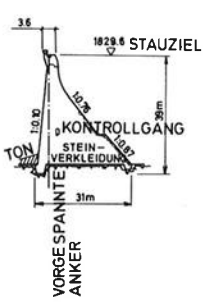
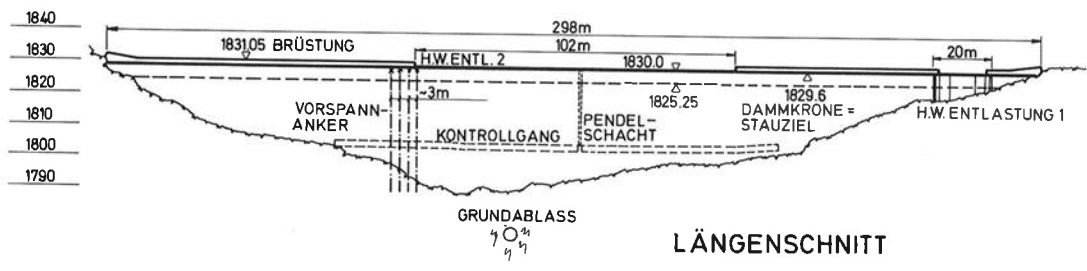
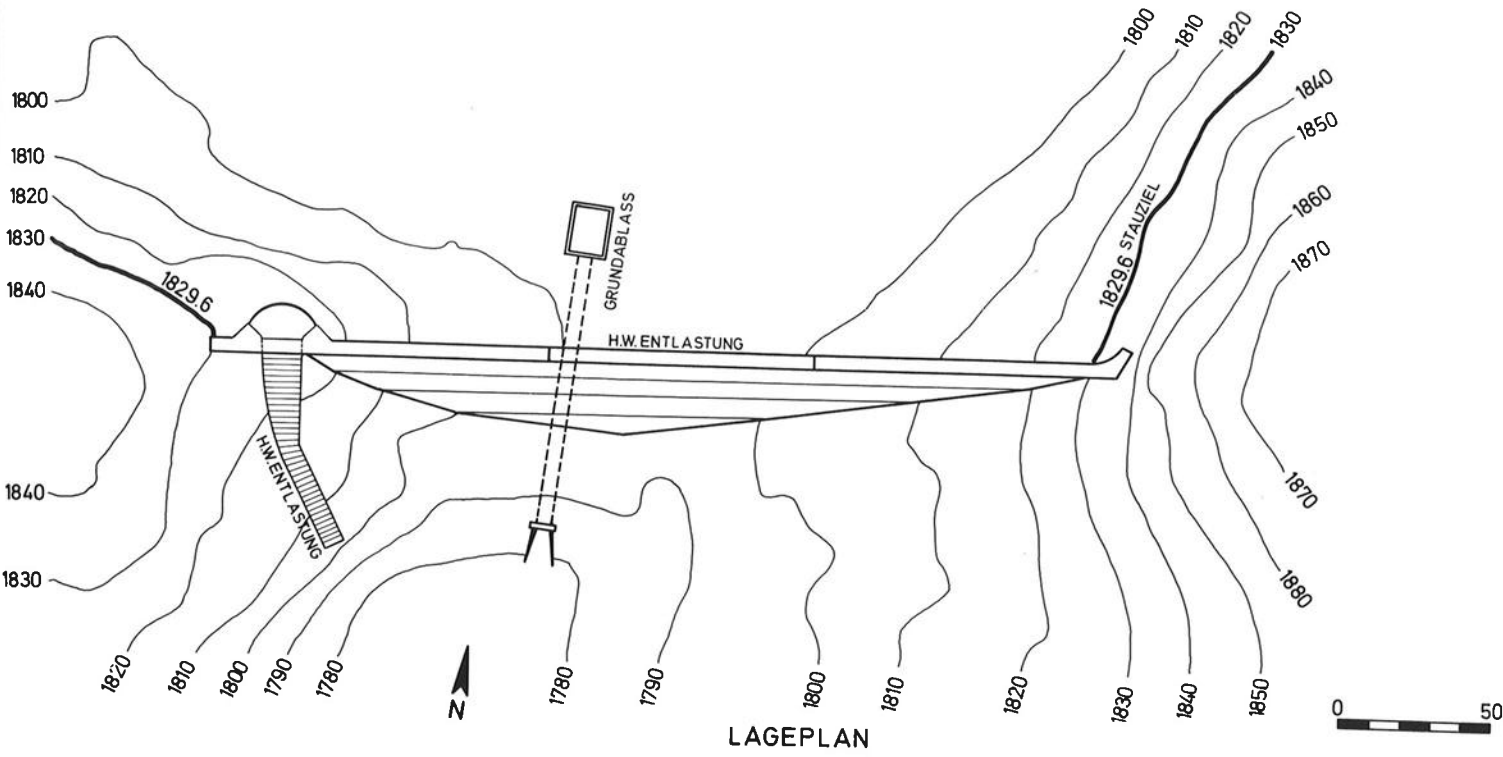
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausbau eines Winterspeicherwerkes, das ursprünglich im Verbundbetrieb mit dem Laufwerk Schönberg am Ruetzbach die Elektrifizierung der Bahnlinien zwischen Innsbruck und Bregenz ermöglichte. Seit 1953 durch Unterstufe Braz zur eigenständigen Werksgruppe Klostersalpe für bedarfsgerechte und gesicherte Versorgung des Raumes Tirol - Vorarlberg mit Bahnstrom 16,66 Hertz ausgestattet. Durch Erhöhung der Sperren konnte zusätzlich 2,6 hm³ Speicherraum (7 GWh) gewonnen und der Winteranteil an der Erzeugung der Werksgruppe auf fast 50 % gebracht werden.

- 10) Nennbelastung: 80 000 t (vor Erhöhung 57 000 t).

- 11) Gründungsgestein: Schmale Felsschwelle aus zähen, wasserdichten Liasfleckenmergeln, nur geringe Überlagerung mit Schutt oder Moor. Unter dem linken Sperrenflügel alte Verwerfung durchziehend.

- 12) Hauptmaße (1. Kolonne vor Erhöhung, 2. Kolonne jetziger Zustand):

a) Höhe über Gründungssohle	35 m	39 m
Kronenlänge	280 m	298 m
Kronenbreite	4 m	4 m
Fundamentbreite	31 m	31 m
b) Aushub	14 000 m ³	14 000 m ³
Sperrenbeton	60 000 m ³	66 000 m ³



6a SPULLERSEE SÜDSPERRE

c) Schlankheitsgrad	0,89	0,80
Gründungskennzahl	0,23	0,21
Bauaufwand	1,05 m ³ /t	0,82 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Seinerzeit erster Fall in Österreich, daß ein Staauraum 2 Sperren erforderte und die Sperren aus Beton statt früher üblichem Bruchsteinmauerwerk hergestellt wurden. Erstmalige und bisher einzige österreichische Anwendung der nachträglichen Sperrenerhöhung mit Vorspannankern. Südsperre mit schwacher Krümmung dem Gelände angepaßt, aber als reine Gewichtsmauer mit atmenden Fugen konstruiert.

14) Einzelheiten:

a) Sperrenkörper der ersten Ausbauphase: Standberechnung für das Grunddreieck wasserseitig 1 : 0,10, luftseitig 1 : 0,76 geneigt, Sohlwasserdruck vom vollen statischen Druck auf Null abnehmend, größte Druckspannung beim alten Stauziel 6,8 kp/cm², Wasserseite zugspannungsfrei.

In der Aufstandsfläche 2 m starke, wasserdichte Sohlplatte. Aufgehender Sperrenkörper mit 3 Betonqualitäten: wasserseitiger Vorsatzbeton (Stärke 3,5 - 0,9 m), Übergangsbeton (0,7 m), Kernbeton mit 15 % Steineinlagen, luftseitig oben Fassadenbeton in der Qualität des Übergangsbetons, unten Bruchsteinverkleidung (0,4 - 0,6 m).

Zuschlagstoffe im Steinbruch gewonnen, in 4 Fraktionen bis 60 mm Korngröße raummäßig gemischt. Bindemittel 80 % Portlandzement und 20 % bayrischer Trass, Zugabe zu den drei Betonsorten 350/290/205 kg/m³, Wasserbindemittelfaktoren im Mittel 0,47/0,57/0,80. Erzielte Druckfestigkeiten nach 28 Tagen 250/206/169 kp/cm².

Mischung des Stampfbetons in Freifallmischern 500 und 750 l, Transport zur Einbaustelle mit Feldbahn, Verteilung über Gerüstbrücken in Blöcke von 20 - 22 m Länge, Höhe der Betonabschnitte unten 1,40 m, oben 1,90 m. Blockfugen mit Kantenschutz durch Winkeleisen, wasserseitige Dichtung mit geteerten Hanfstricken und Bleiwolle, Z-förmiges Kupferblech im Vorsatzbeton, luftseitige Dichtung mit verstemmter Bleiwolle.

b) Nachträgliche Erhöhung durch Aufsetzen eines trapezförmigen, gegen die Wasserseite vorkragenden Betonkörpers. Zusätzlich entstehendes Kippmoment durch 75 Vorspannanker bis in den Felsuntergrund aufgenommen, erforderliche Ankerkraft 40 t je Laufmeter Sperre bzw. 132 t je Anker. Rotationsbohrlöcher im Sperrenkörper als Ankerkanäle, im untersten Bereich in 40 % der Bohrlöcher Wasserverluste über 1,5 l/s festgestellt; in diesen Fällen wurde das Bohrloch mit Kolloid-Zement verfüllt und ausgepreßt und neuerlich nachgebohrt. Insgesamt 2320 m Anker verlegt. Haftstrecken und Spannweiten mit Zementmörtel aus Portlandzement PZ 275 mit 25 % Flugasche und 0,6 % Intrusion-Aid ausgepreßt, Würfeldruckfestigkeit des Mörtels nach 28 Tagen 520 kp/cm².

Herstellung des aufgesetzten Betonkörpers in Blöcken von 10 m Länge in 2 Abschnitten zu je 2 m; Betonherstellung mit 250 kg Bindemittel je m³, bestehend aus 90 % Portlandzement und 10 % steirischem Trass mit Zusatz von Mischöl VR zur Erzielung eines Luftporengehaltes von 4,5 %. Zweiphasen-

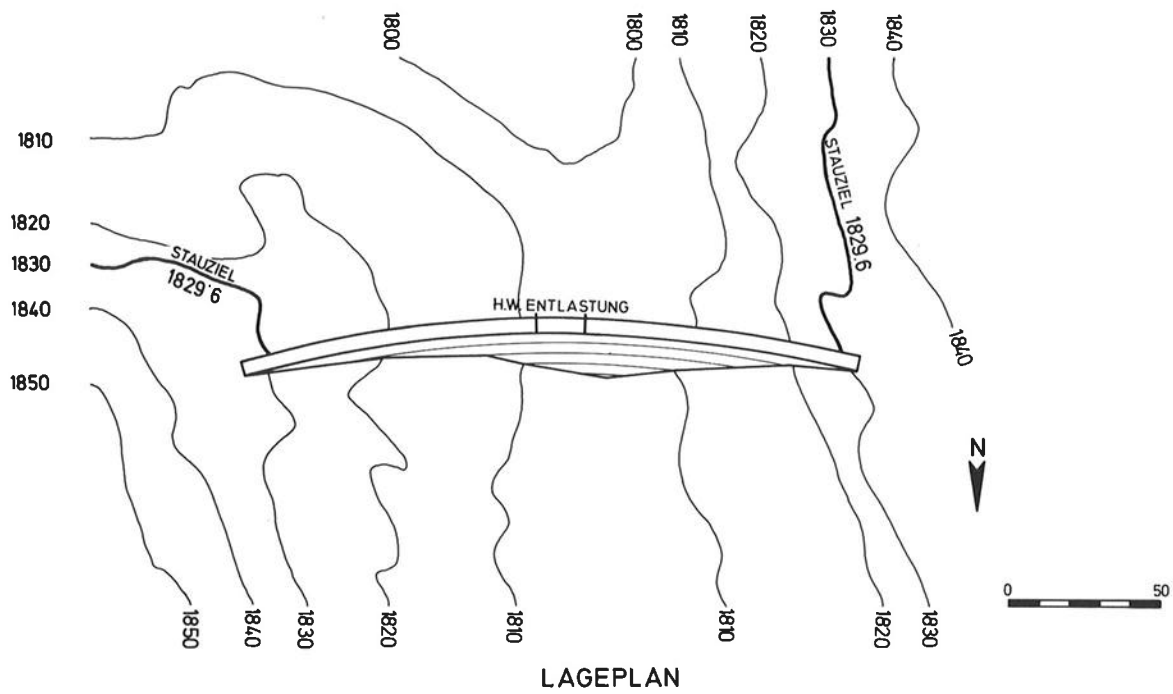
mischung in 500 l - Zwangsmischer (Bindemittel, Sand o/3 mm und Wasser) und 1000 l - Freifallmischer (Frischbeton), Einbringung mit Kabelkran. Blockfugen mit Kupferblech gedichtet.

Neue Sperrenkrone liegt auf Höhe Stauziel, Freibord durch 1,30 m hohe Brüstungsmauer gegeben.

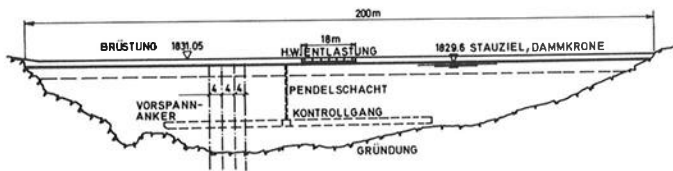
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Wasserseitiger Sperrenfuß durch Lehmvorlage gedichtet. Seichter Dichtungsschleier unter der wasserseitigen Herdmauer und Einpressung von Zementmilch aus 2,5 m tief in den Fels verlegten Rohren mit 5 m Abstand, mittlere Aufnahme bei 5 - 6 atü nur 10 - 15 l je Einpreßrohr.
- 16) Meßeinrichtungen: Ursprünglich nur Kontrollgang im unteren Drittel der Sperre. Erst mit der Erhöhung wurde ein Kronenalignement, ein Pendellot, eine Temperaturmeßstelle, eine Sickerwassermeßstelle und 3 Sohlwasserdruckglocken eingerichtet.
- 17) Entlastungsanlagen:
- a) Seitlicher Überlauf, 20 m lang, am rechten Widerlager (LB), bis $11 \text{ m}^3/\text{s}$ allein wirksam. Fördert bei 60 cm Überstau $20 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - b) Hochwasserüberlauf über die Krone (LC), 102 m lange abgerundete Schwelle 40 cm über dem Stauziel, nur bei Hochwässern von mehr als $11 \text{ m}^3/\text{s}$ anspringend und mit 20 cm Überstau $17 \text{ m}^3/\text{s}$ über die Sperrenluftseite abführend.
 - c) Grundablaß durch die Felsschwelle unter der Sperre (VB), Einlauf auf 1783 m mit Grobrechen und Dammbalken, Rohr $\varnothing 1,0 \text{ m}$ im Seeanstichstollen 90 m lang mit Absperrschieber und Drosselklappe an der Luftseite.
 - d) Gesamtentlastung $a + b = 37 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $3,4 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$.
- 18) Triebwasserfassung: Am Westufer des Sees von der Sperre unabhängig situiert. Einlauf auf 1785 m mit Grobrechen, Feinrechen und Dammbalken. Gepanzerter Übergangskonus 1,8/1,4 m zum 45 m hohen Schieberschacht mit Keilschieber und Drosselklappe, anschließend Rohrstollen für Triebwasser $4 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 19) Baukosten der Sperren durch damalige starke Inflation nicht aussagekräftig. In der Schilling-Eröffnungsbilanz 1957 mit einem Wiederbeschaffungswert von 52 Mio S geschätzt. Baukosten der nachträglichen Sperrenerhöhung für Südsperre 16,7 Mio S auf Preisbasis 1967.
- 20) Schrifttum:
- | | |
|--------------------------------|--|
| Hruschka A. und Schweitzer N.: | "Das Spullerseekraftwerk der ÖBB".
Zeitschrift des ÖIAV 1925, Heft 29/30. |
| Mühdorfer L.: | "Die Staumauern des Spullerseewerkes".
Die Wasserwirtschaft 1933, Heft 17-19. |
| Ruttner A.: | "Vorgespannte Felsanker bei der Erhöhung der Spullersee-Sperren". ÖIZ 1964, Heft 4, und Schweiz.Bauzeitung 1966, Heft 4. |
| Ruttner A.: | "The heightening of dams by use of prestressed anchors".
Mitteilung C 22 zum 9. Talsperrenkongreß Istanbul 1967. |
| Ruttner A.: | "Die Erhöhung der Spullersee-Talsperren". Schweiz.Bauzeitung 1968, Heft 50. |

6b (19b) SPULLERSEE - NORDSPERRE

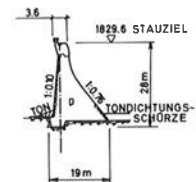
- 1) Sperrtyp: 28 m - PG
Gewichtsmauer im Bogen, spätere Erhöhung mit Vorspannung durch Anker.
- 2) bis 9) siehe Spullersee-Südsperrre.
- 10) Nennbelastung: 32 000 t (vor Erhöhung 19 000 t).
- 11) Gründungsgestein: Niedere Bodenschwelle gegen das zum Lech entwässernde Schützbachtal, aus kräftig durchbewegtem Liasfleckenmergel aufgebaut, der steil wasserseits einfällt. Im östlichen Bereich Einschub von Tithonkalken. Nur geringe Überlagerung durch Schutt oder Moor.
- 12) Hauptmaße (1. Kolonne vor Erhöhung, 2. Kolonne derzeitiger Zustand):
- | | | | |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|--|
| a) Höhe über Gründungssohle | 24 m | 28 m | |
| Kronenlänge | 186 m | 200 m | |
| Kronenbreite | 4 m | 4 m | |
| Fundamentbreite | 19 m | 19 m | |
| b) Aushub | 10 000 m ³ | 10 000 m ³ | |
| Sperrbeton | 24 000 m ³ | 27 000 m ³ | |
| c) Schlankheitsgrad | 0,80 | 0,70 | |
| Gründungskennzahl | 0,42 | 0,36 | |
| Bauaufwand | 1,26 m ³ /t | 0,84 m ³ /t | |
- 13) Besondere Merkmale: Die bei der Südsperrre erwähnten technischen Neuerungen gelten auch für die Nordsperrre. Zum Unterschied von der Südsperrre ist die Nordsperrre aber mit einem Radius von 400 m gekrümmt und ihre Wasserseite wurde der starken Sonneneinstrahlung wegen mit Formsteinen aus sorgfältig hergestelltem Vorsatzbeton verkleidet.
- 14) Einzelheiten:
- a) Für den Sperrkörper der ersten Ausbauphase haben die Bemerkungen über Standberechnung, Aufbau und Technologie der Südsperrre Geltung mit der oben erwähnten Ausnahme der wasserseitigen Verkleidung. Die kräftigere Bogenwirkung wurde seinerzeit nicht in Rechnung gestellt. Der Beton wurde in einer gemeinsamen Anlage erzeugt und mit Feldbahn zugeführt. Für die Nordsperrre wurde allerdings ein eigener Steinbruch zur Gewinnung des Zuschlagstoffes betrieben. Die Sperrblöcke sind nur 16 - 19 m lang.
- b) Auch die Erhöhung der Sperrre erfolgte nach den gleichen Grundsätzen wie bei der Südsperrre, doch wurde hier die Bogenwirkung zu einer Ermäßigung des Wasserdruckes und damit des Kippmomentes herangezogen, womit die erforderliche Ankerkraft nur 15 t je Laufmeter Sperrre betrug. Es wurden 43 Anker mit je 63 t Spannlast und einer Gesamtlänge von 1090 m versetzt.



LAGEPLAN



LÄNGENSCHNITT



QUERSCHNITT



6b SPULLERSEE NORDSPERRE

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Kontaktinjektionen und wasserseitiger Lehmschlag wie bei der Südsperrre, zusätzlich noch 2m starker Lehmschlag vor dem luftseitigen Fuß zur Abwehr von Moorwässern.
- 16) Meßeinrichtungen: wie bei der Südsperrre ursprünglich nur Kontrollgang. Später 1 Pendellot, 1 Sickerwassermeßstelle und 1 Temperaturmeßstelle eingebaut.
- 17) Entlastungsanlagen: Nur bei der Südsperrre angeordnet.
- 18) Triebwasserfassung: siehe Spullersee-Südsperrre.
- 19) Baukosten der alten Sperrre in der Schilling-Eröffnungsbilanz 1957 mit Wiederbeschaffungswert 21,1 Mio S geschätzt. Baukosten der nachträglichen Erhöhung 9,3 Mio S auf Preisbasis 1967.
- 20) Schrifttum: siehe Spullersee-Südsperrre.

9 (23) VERMUNTSERRRE

- 1) Sperrrentyp: 53 m - PG
Gewichtsmauer, polygonaler Grundriß mit einem Knick, an der rechten Flanke niedrige Flügelmauer.
- 2) Geographie: 46°56' N, 10°04' O
Gewässer: Ill
Flußgebiet: Rhein
Nächster Ort: Schruns.
- 3) Bauherr: Vorarlberger Illwerke AG (VIW)
Josef Huter Straße 35, A-6900 Bregenz.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Obere Ill - Lünensee, Auswirkung auf Vermuntwerk Partenen (707 m, 148 MW, 260 GWh).
Zwischenstufe Latschau (28 m, 8 MW, 22 GWh).
Pumpspeicherwerke Rodund I/II (341 m, 443 MW, 543 GWh ohne Wälzbetrieb, Pumpleistung 296 MW).
- 5) Baujahre: 1928 - 1930, erster Vollstau August 1931.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet wird durch die Beileitung des Bieltalbaches im Horizont der Oberstufe sowie durch Beileitung der Vallülabäche und von linksufrigen Ill-Seitenbächen im eigenen Horizont (4 Wasserfassungen mit 12 km Stollen) erweitert. Die bis 1969 zugeführten Wassermengen aus den Paznauner Bachüberleitungen (Tirol) werden jetzt im Kopswerk ausgenützt.

Eigenes Einzugsgebiet	57 km ² mit 103 hm ³
Beileitung Bieltalbach	10 km ² mit 17 hm ³
Beileitung Vallülabäche und Ill-Seitenbäche	40 km ² mit 53 hm ³
Zusammen	107 km ² mit 173 hm ³

7) Stauraum (Wochenspeicher):

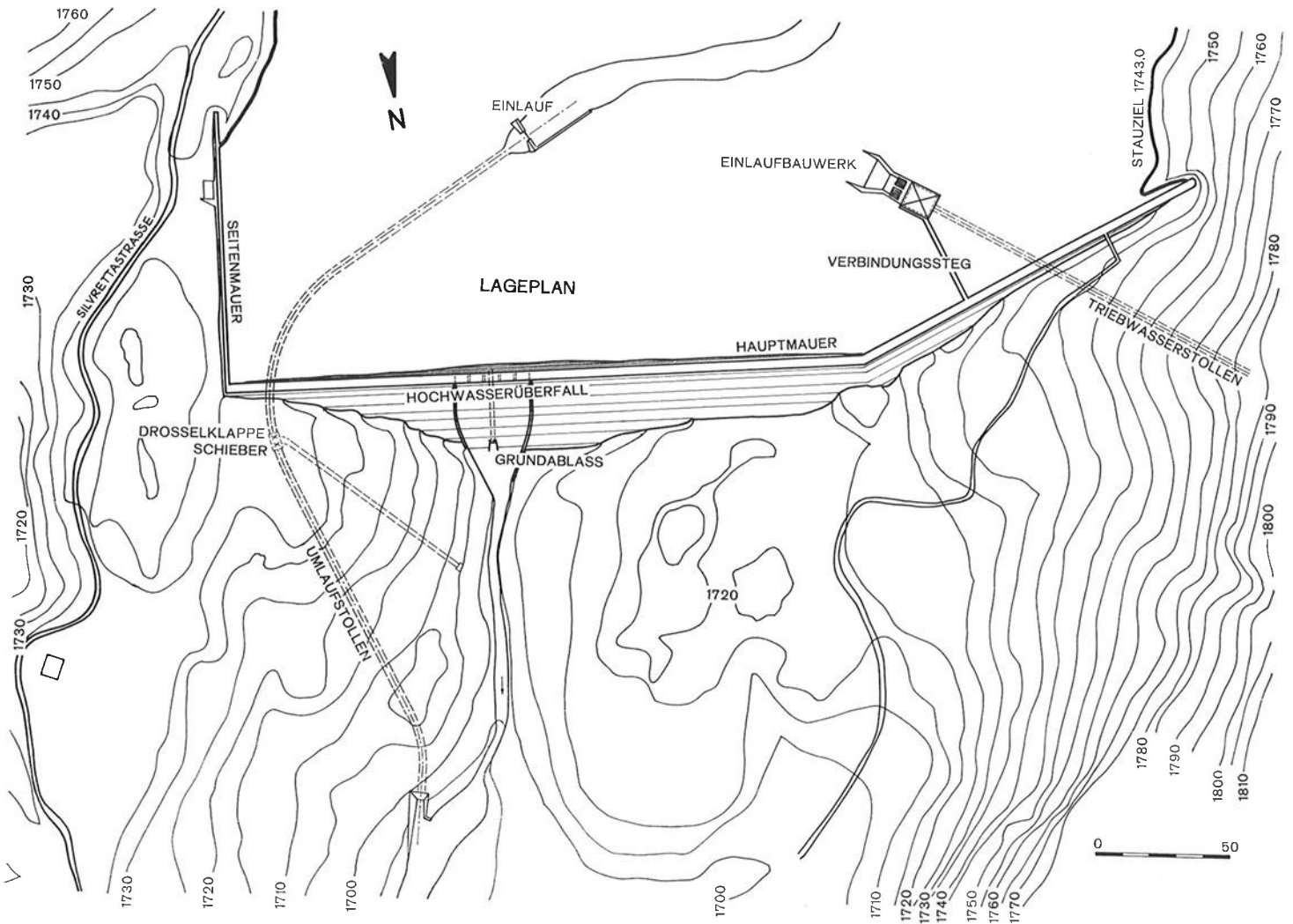
a) Wasserspiegel - Stauziel	1743 m
Speicherschwerpunkt	1735 m
Absenkziel	1719 m
b) Inhalt - Gesamtinhalt	5,7 hm ³
Nutzinhalt	5,3 hm ³
Rückhaltevermögen	0,03
c) Geometrie - Staufläche	0,36 km ²
Uferlänge	3,0 km
Uferentwicklung	1,43

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

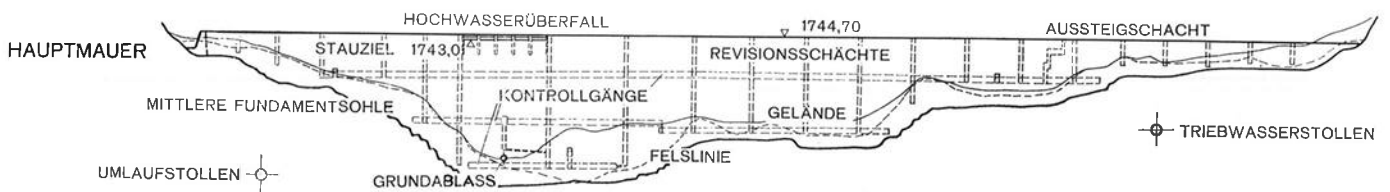
Bezogen auf Vermuntwerk	8 GWh (54 Stunden)
Rodund	4 GWh (9 Stunden)
Werksgruppe	12 GWh



9 Vermuntsperr

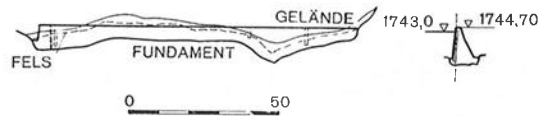


LÄNGSSCHNITT



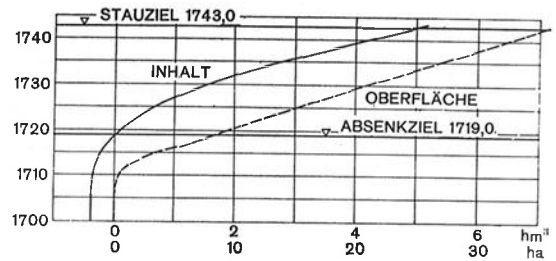
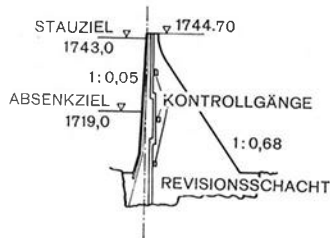
SEITENMAUER

LÄNGSSCHNITT



QUERSCHNITT

QUERSCHNITT



- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Erster Speicher im langfristigen Ausbaukonzept der Illwerke zur Bereitstellung von hochwertiger Spitzenenergie für den Export. Inzwischen in eine lückenlose Kraftwerkskette eingeordnet und durch den Silvrettaspeicher der vorgeschalteten Oberstufe aufgebessert. In der Zeit 1950 - 1969 wichtig als Ausgleichsspeicher für die Wasserüberleitungen aus Tirol, die jetzt dem Kopspeicher zugeordnet sind. Zum Ersatz dafür dient die neue Beileitung der Ill-Seitenbäche. Wasseraustausch zwischen den Speichern Vermunt und Kops über 6 km langen Verbindungsstollen möglich, der auch die Beileitung der Vallülabäche in den Vermuntspeicher besorgt.
- 10) Nennbelastung auf Abschlußquerschnitt mit polygonalem Grundriß:
71 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Feste Biotitgneise der Silvrettadecke, häufig in Augen- und Knotengneise übergehend, mit Einschaltung feinkörniger quarzreicher Hellgneise. Einzelne Zerrüttungsstreifen. Sperre auf der Schwelle einer eiszeitlichen Gletscherwanne sicher gegründet, guter Felsanschluß am linken Ufer aber erst durch Abwinkelung des Mauerflügels zu erreichen.
- 12) Hauptmaße:
- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| a) Höhe über Gründungssohle | 53 m |
| Kronenlänge (Hauptmauer) | 386 m |
| Kronenbreite | 3,5 m |
| Fundamentbreite | 38 m |
| | |
| b) Aushub: Überlagerung | 44 000 m ³ |
| Fels | 61 000 m ³ |
| Zusammen | 105 000 m ³ |
| Sperrenbeton | 144 000 m ³ |
| | |
| c) Schlankheitsgrad | 0,72 |
| Gründungskennzahl | 0,73 |
| Bauaufwand | 2,0 |
- 13) Besondere Merkmale: Erster größerer Betonsperrenbau in Österreich, ausgeführt in der Frühzeit der Betontechnologie und doch seit fast 50 Jahren anstandslos in Betrieb. Feine Spannungsrisse an der Luftseite in den 30 m langen Blöcken blieben oberflächlich. Hochwasserentlastung im Jahre 1965 durch seitlichen Überlauf erweitert.
- 14) Einzelheiten: Standberechnung für Grunddreieck mit wasserseitiger Neigung 1 : 0,05 und luftseitiger Neigung 1 : 0,68, mit Sohlwasserdruck von 0,85 des statischen Wasserdruckes auf Null abnehmend.
- Stampfbeton mit Portlandzement 300 kg/m³ für wasserseitigen Vorsatz, 230 kg/m³ für luftseitigen Vorsatz und 150 kg/m³ für Kern. Zuschlagstoffe aus Ablagerungen am 6 km entfernten Ochsenboden (heute Silvrettastausee) mit Größtkorn 80 mm in 3 Fraktionen raummäßig gemischt. Betonherstellung in 3 Freifallmischern 1500 l, Einbringung über Förderbandstraßen und Verteiltürme in Blöcke

von 14 - 31 m Länge. Betonierhöhen 2,50 m. Druckfestigkeiten der Bauproben für wasserseitigen Vorsatzbeton 261 - 328 kp/cm², luftseitigen Vorsatzbeton 415 kp/cm² und Kernbeton 184 - 214 kp/cm².

Blockfugen verzahnt, mit Stahlbetonstäben und Kupferblechen gedichtet. Wasserseitig 5 cm bewehrte Spritzbetonhaut, der eine wesentliche Funktion der Dichtung zukommt.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Wasserseitige Herdmauer 2,5 m in Gneis eingebunden, mit Kupferblechdichtung. Untergründdichtung durch Einpressung mit Zementmilch. Kontakthinjektionen in der Aufstandsfläche 4 - 6 m tief.
- 16) Meßeinrichtungen: Trigonometrische Überwachung mit 12 Zielpunkten in 3 Ebenen, Alignementmessung der Sperrenkronen, Präzisionsnivellement der Krone und des Mauerfußes. Ein Pendellot, erstmalig auch Sohlwasserdruck in mehreren Meßrohren von 3 Kontrollgängen aus gemessen und Sickerwasserverluste überwacht. Größte Verformung der Mauerkrone luftseits 7 mm.
- Sohlwasserdruck im allgemeinen unter 0,5 des statischen Wasserdruckes, bei Meßstellen mit höherem Druck werden Ventile geöffnet. Sickerwasserverlust 0,75 l/s mit leicht zunehmender Tendenz infolge Durchsickerung mäßig verdichteter Betonzone.
- 17) Entlastungsanlagen:
- a) Freier Hochwasserüberlauf in der Mauerkrone (LC) mit 5 Öffnungen je 5 m Lichtweite, Förderfähigkeit bei 0,80 m Überstau 35 m³/s.
 - b) Grundablaß in Tosbeckenachse (VO) in Höhe 1705 m, Ø 1,50 m, wasserseits handbedienter Keilschieber, luftseits Kegelstrahlschieber. Förderfähigkeit 32 m³/s.
 - c) Umlaufstollen in der rechten Talflanke (VB), 320 m lang, wasserseitig Drosselklappe, luftseitig handbedienter Ringschieber, Förderfähigkeit 14 m³/s.
 - d) 1965 hinzugekommen: Seitlicher Überlauftrug am östlichen Sperrrende (LB) für 94 m³/s.
 - e) Gesamtentlastung anfangs 81 m³/s entsprechend 1,45 m³/s.km² des eigenen Einzugsgebietes, jetzt erhöht auf 175 m³/s = 3,1 m³/s.km².
- 18) Triebwasserfassung: 40 m hoher Beton-Einlaufturm an der linken Talseite, Einlaufschwelle 1714 m, Grobrechen 2 x 2,80 x 4,70 m. Rollschützen und fernbediente Fallschütze. Druckstollen Ø 2,80 m fördert 26 m³/s.
- 19) Baukosten: einschließlich Triebwasserfassung, auf Preisbasis 1955 der Schillingeroffnungsbilanz mit 89 Mio S festgesetzt.
- 20) Schrifttum:
- Vorarlberger Illwerke: Druckschrift "Vermuntwerk", 1931.
- Habild: "The construction of the Vermunt dam". Engineering Progress 1931, no.12.

Widmann R.: "Bandbetonierung beim Bau der Vermuntstaumauer".
Deutsche Wasserwirtschaft 1935, Heft 7.

Bundesministerium für Verkehr und verstaatlichte Unternehmungen: "Kraftwerk Vermunt". Folge 24 der Serie "Österr. Kraftwerke in Einzeldarstellungen", 1956.

Stefko E. und Innerhofer G.: "Condition of Vermunt dam after more than 30 years of operation". Qu.34, R.36, 9.Talsperrenkongreß, Istanbul 1967.

10 (40) PACKSPERRE

- 1) Sperrtyp: 33 m - PG
Gewichtsmauer im Bogen mit Kronenüberlauf, kurzer Anschlußdamm links.
- 2) Geographie: 46°59' N, 15°01' O.
Gewässer: Packerbach
Flußgebiet: Teigitsch, Kainach, Mur, Drau
Nächster Ort: Köflach.
- 3) Bauherr: Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG (STEWEG)
Leonhardgürtel 10, A-8010 Graz.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Teigitschkraftwerke.
Talsperrenkraftwerk (28 m - 0,6 MW - 1,8 GWh) ist bedeutungslos.
Direkt anschließende Oberstufe bisher nicht verwirklicht.
Fernspeicherwirkung auf Mittel- und Unterstufe:
St.Martin (74 m, 11 MW, 14 GWh)
Arnstein (227 m, 30 MW, 50 GWh).
- 5) Baujahre: 1929 - 1930, erster Vollstau November 1930.
- 6) Hydrologie: Einzugsgebiet 63 km² mit 43 hm³.
- 7) Stauraum (Jahresspeicher mit Fernwirkung):

a) Wasserspiegel - Stauziel	867,7 m
Speicherschwerpunkt	860 m
Absenkziel	845 m
b) Inhalt	
- Gesamtinhalt	5,6 hm ³
Nutzinhalt	5,4 hm ³
Rückhaltevermögen	0,125
c) Geometrie	
- Staupfläche	0,58 km ²
Uferlänge	6,2 km
Uferentwicklung	2,3

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf St.Martin	0,8 GWh (72 Stunden)
Arnstein	2,7 GWh (90 Stunden)
Werksgruppe	3,5 GWh

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Fernspeicher für das Teigitschkraftwerk Arnstein, das seinerzeit wichtigste Hochdruck-Speicherkraftwerk im österreichischen Verbundnetz. Zumeist zweimalige Füllung und Entleerung innerhalb eines Jahres möglich. Zusammen mit dem später dazugekommenen Speicher Hierzmann wird ein Winteranteil der Erzeugung in der Werksgruppe von 52 % gesichert und praktisch die gesamte Erzeugung in Starklastzeiten verlagert.

10) Nennbelastung einschließlich Anschlußdamm:

26 000 t

11) Gründungsgestein: Flaches V-Profil im Gneisglimmerschiefer. In der Talsohle seicht liegender gesunder Fels, am linken Hang stärkere Verwitterung mit 20 m breitem Störungstreifen aus gebrächem Serizitschiefer, rechter Hang klüftig, oberflächlich gelöst, doch wenig verwittert.

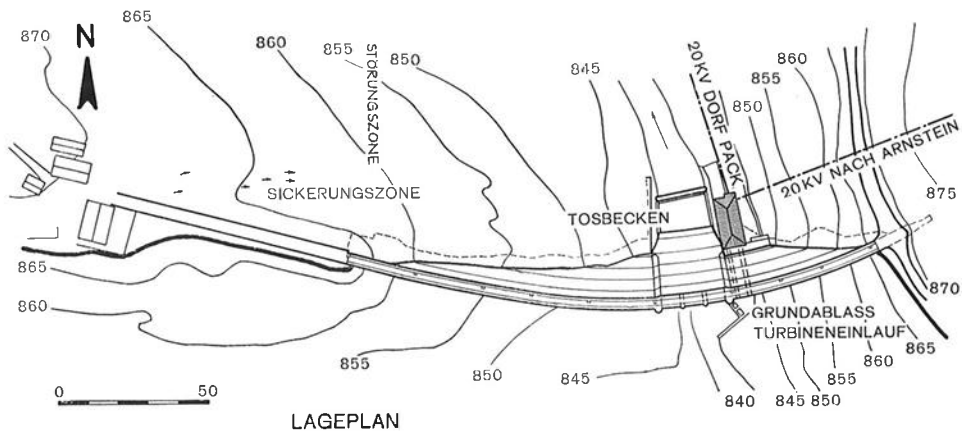
12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	33 m
Kronenlänge	183 m
Kronenbreite	4 m
Fundamentbreite	25 m
b) Aushub	20 000 m ³
Sperrbeton	39 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,75
Gründungskennzahl	0,51
Bauaufwand	1,50 m ³ /t

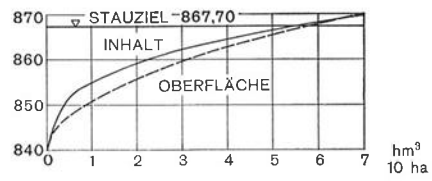
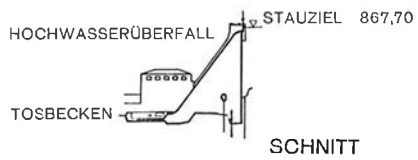
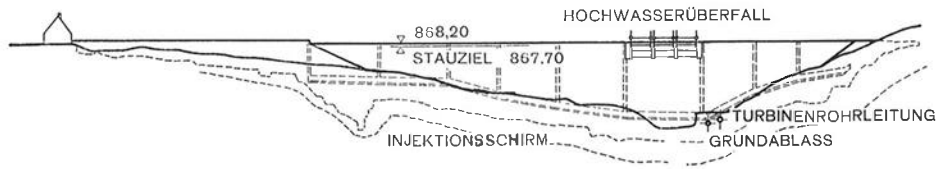
Der 80 m lange und 7 m hohe Anschlußdamm am linken Sperrflügel hat eine Schüttung von 4500 m³.

13) Besondere Merkmale: Gewichtsmauer mit lotrechter Wasserseite, im Mittelblock Kronenüberlauf, fußseitig des rechten Flügels Talsperrenkraftwerk zur Druckentlastung des abgegebenen Betriebswassers. Noch unzulänglich entwickelte Bontontechnologie der damaligen Zeit sowie leicht aggressives Wasser ließen dichtes Betongefüge nicht erreichen, weshalb im Jahre 1953 die Sanierung durch eine luftseitige 60 cm starke Schutzschicht aus hochwertigem Beton notwendig wurde.

Der Erfolg einer sorgfältigen Landschaftspflege rund um den Stausee wird durch zunehmende Verbauung bedroht.



WASSERSEITIGE ANSICHT



10 SPERRE PACK

- 14) Einzelheiten: Standberechnung unter Annahme eines Sohlwasserdrucks von 100 % des statischen Wasserdrucks auf der Wasserseite. Größte Hauptdruckspannung 9 kp/cm^2 . Betonherstellung ohne Beigabe von Natursand, nur aus gebrochenem Glimmerschiefer, Größtkorn 80 mm, mit 180 - 200 kg Portlandzement je m^3 , Wasserzementfaktor 1,0. Mittlere Druckfestigkeit nach 28 Tagen 100 kp/cm^2 . Herstellung des Stampfbetons im Freifallmischer, Einbringung in Blöcken von 15 - 25 m Länge mit Blechrohren von Gerüstbrücke aus. Fugendichtung mit Asphaltstab 15 x 15 cm und Kupferblech. Wasserseite mit Dichtputz auf Drahtgeflecht überzogen.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Injektionsschleier unter dem wasserseitigen Sperrenfuß bis in 20 m Tiefe, Felsinjektionen mit Feinsand-Zementgemisch 2 : 1, nachträgliche Sanierung durch Kontaktinjektionen vom Kontrollgang aus.
Dauernde Undichtheit des linken Flügels; gemessenes Sickerwasser anfangs 7 l/s, später bei 3 - 4 l/s stabilisiert.
- 16) Meßeinrichtungen: Trigonometrische Verformungsmessungen an anfänglich 9, später 4 Kronenpunkten, seit 1948 ausgefallen. Sie haben in den ersten Jahren eine Verformung der Krone von 6 mm gezeigt. Einfache Messung der Radialverschiebungen wurde 1974 neu eingerichtet. Die Meßeinrichtungen für Sohlwasserdruck (14) und Sickerwasser (70) wurden nach teilweisem Ausfall in den letzten Jahren erneuert.
- 17) Entlastungsanlagen:
- Hochwasser-Überlauf über die Krone mit 3 handbetriebenen Senkschützen je $6,7 \times 2,2 \text{ m}$ (VC), Tosbecken mit Gegenschwelle.
Förderfähigkeit $130 \text{ m}^3/\text{s}$ bei Normalstau, $190 \text{ m}^3/\text{s}$ bei zulässigem Stau bis Mauerkrone.
 - Grundablaß durch den rechten Sperrenflügel (VO), Stahlrohr $\varnothing 0,9 / 0,7 \text{ m}$, mit Drosselklappe $\varnothing 0,8 \text{ m}$ als Notverschluß und Ringschieber $\varnothing 0,8 \text{ m}$ als Betriebsverschluß, Abgabe bis $7 \text{ m}^3/\text{s}$ ins Tosbecken.
 - Triebwasserauslaß $\varnothing 1,3 \text{ m}$ neben dem Grundablaß, Abgabe von $3 \text{ m}^3/\text{s}$ durch die Francisturbine des Talsperrenkraftwerkes.
 - Gesamtentlastung $190 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $3,0 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$.
- 18) Triebwasserfassung: siehe 17 c.
- 19) Baukosten ohne Talsperrenkraftwerk auf Preisbasis 1930: 4,1 Mio S.
- 20) Schrifttum:
- Grengg H.: "Deformationsmessungen an österreichischen Talsperren". Bericht 1b/7 zum 1. Talsperrenkongreß Stockholm 1933.
- Grengg H.: "Die Talsperre Pack". Wasserwirtschaft und Technik 1935, Heft 1-3.
- STEWEG: Festschrift "25 Jahre Teigitschkraftwerk Arnstein", 1950.

13a (10a) SILVRETTASPERRE

- 1) Sperrentyp: 80 m - PG
Gewichtsmauer mit gerader Krone und atmenden Fugen, am linken Flügel kleine Seitenmauer.
- 2) Geographie: 46°55' N, 10°06' O
Gewässer: Ill
Flußgebiet: Rhein
Nächster Ort: Schruns.
- 3) Bauherr: Vorarlberger Illwerke AG (VIW)
Josef Huter Straße 35, A-6900 Bregenz.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Obere Ill - Lünersee, Ausnützung in vier Stufen:
Oberstufe Obervermunt (279 m, 31 MW, 45 GWh)
Vermuntwerk Partenen (707 m, 148 MW, 260 GWh)
Zwischenstufe Latschau (28 m, 8 MW, 22 GWh)
Pumpspeicherwerke
Rodund I/II (341 m, 443 MW, 543 GWh ohne Wälzbetrieb,
Pumpleistung 296 MW).
- 5) Baujahre: 1939 - 1948, erster Vollstau Juli 1950
Teilstau 1944 auf Höhe 2014 m (19,5 hm³)
Teilstau 1945-48 auf Höhe 2024 m (30 hm³)
Verzögerte Fertigstellung infolge Kriegs- und Nachkriegs-
schwierigkeiten.
- 6) Hydrologie: Eigenes Einzugsgebiet 35 km² mit 63 hm³
Beileitung Bieltalbach 10 km² mit 17 hm³

Zusammen 45 km² mit 80 hm³
Vom Einzugsgebiet sind 13 km² = 29 % Gletscher.
- 7) Stauraum (Jahresspeicher):
- | | | |
|--------------|-----------------------------|----------------------|
| | a) Wasserspiegel - Stauziel | 2030 m |
| | Speicherschwerpunkt | 2014 m |
| | Absenkziel | 1986 m |
| b) Inhalt | - Gesamtinhalt | 39,1 hm ³ |
| | Nutzinhalt | 38,6 hm ³ |
| | Rückhaltevermögen | 0,48 |
| c) Geometrie | - Staufläche | 1,31 km ² |
| | Uferlänge | 5,7 km |
| | Uferentwicklung | 1,40 |

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf Obervermunt	22 GWh (710 Stunden)
Vermunt-Partenen	58 GWh (390 Stunden)
Rodund	30 GWh (65 Stunden)
<hr/>	
Werksgruppe	110 GWh

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Höchstgelegener Jahresspeicher der Werksgruppe, sinnvolle Ergänzung und Verbesserung des bereits bestehenden Vermuntwerkes durch Vorschaltung der Oberstufe und Erhöhung des Winteranteiles von den naturgegebenen 15 % auf 37 %.

10) Nennbelastung: 310 000 t.

11) Gründungsgestein: An der rechten Talflanke kräftig gefaltete, dünn geschieferte Hellglimmergneise, in Talmitte in Augengneise übergehend. Linke Flanke Amphibolit, mit tief gefurchter Störzone, die durch niedrige Seitenmauer überbrückt wird. In Talmitte bis zu 21 m Überlagerung durch Grundmoräne und Sedimente.

12) Hauptmaße für die Hauptmauer:

a) Höhe über Gründungssohle	80 m
Kronenlänge	432 m
Kronenbreite	4 m
Fundamentbreite	58 m
b) Aushub: Überlagerung	86 000 m ³
Fels	164 000 m ³
Zusammen	250 000 m ³
Sperrenbeton	407 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,73
Gründungskennzahl	0,61
Bauaufwand	1,30 m ³ /t

Die 31 m hohe und 140 m lange Seitenmauer erforderte weitere 18 000 m³ Sperrenbeton.

13) Besondere Merkmale: Die günstige Sperrenstelle hätte auch ein höheres Bauwerk vertragen, doch wurde das Stauziel durch die Geländebeziehungen beim zugehörigen Bielerdamm diktiert. Die Gewichtsmauer wurde auf Grund von Vergleichsstudien verschiedener Systeme als wirtschaftlichste Lösung erkannt. Das Gelände im Sperrenbereich hat die bequeme Anlage der Baueinrichtungen erlaubt und begünstigte später die Einrichtung eines Erholungszentrums für Sommer und Winter.

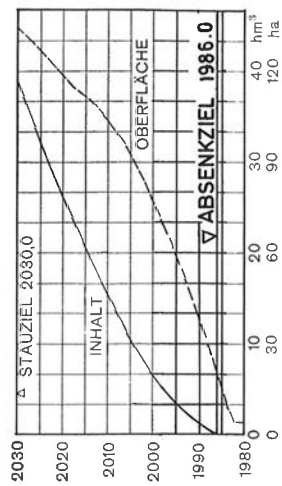
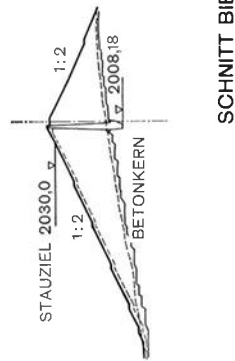
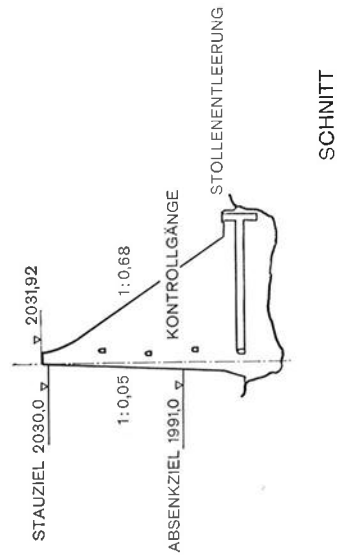
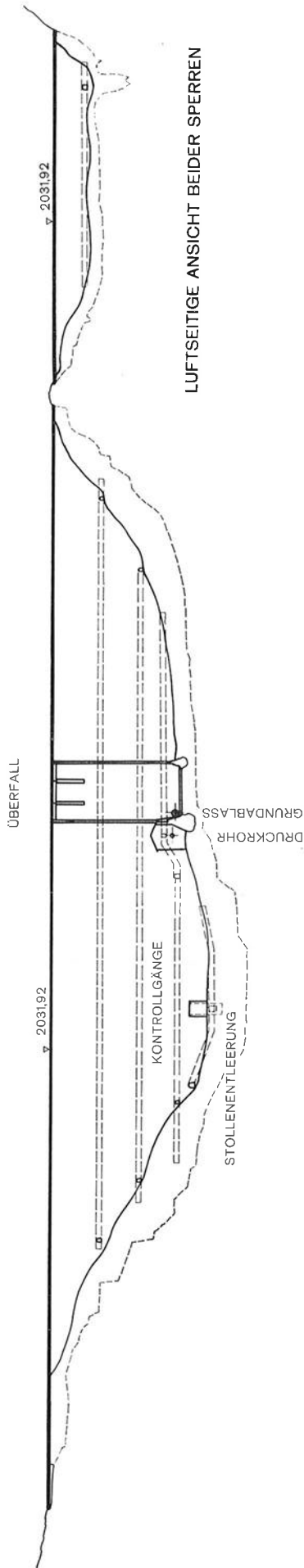
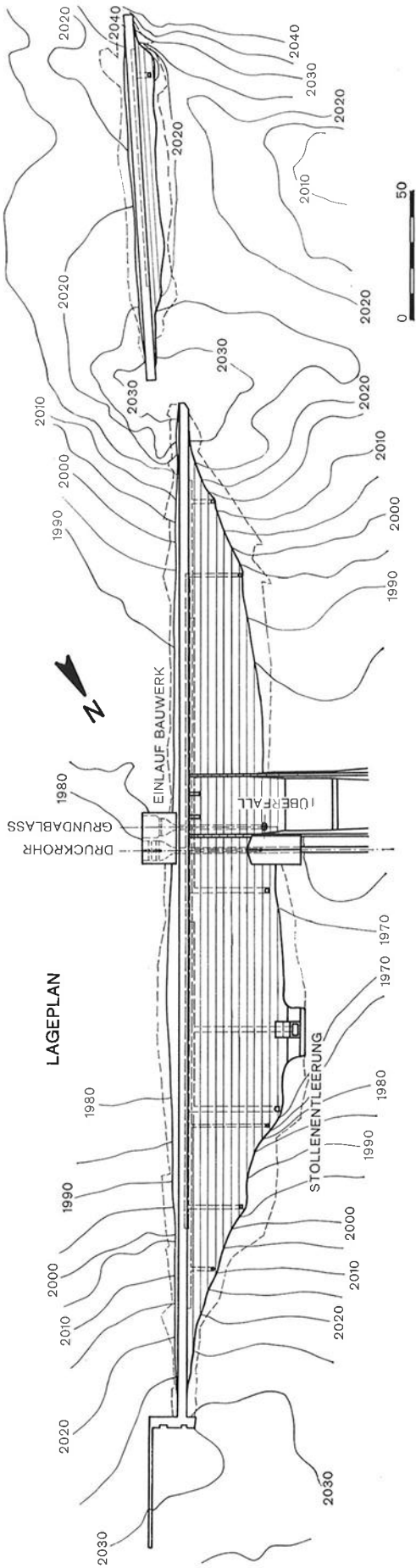
14) Einzelheiten: Der Standberechnung wurde das Grunddreieck mit 1 : 0,05 geneigter Wasserseite und 1 : 0,68 geneigter Luftseite zugrundegelegt, der Sohlwasserdruck mit 0,5 des statischen Wasserdruckes auf Null an der Luftseite und mit vollem Wasserdruck auf Null in 60 % des Fundaments angenommen. Die größte

Betonbeanspruchung ergab sich zu 17 kp/cm^2 Druck.

Rüttelbeton mit 300 kg Portlandzement je m^3 ohne Zusätze für den Vorsatzbeton bzw. 150 kg/m^3 für den Kernbeton, Wasserzementfaktoren $0,65$ bzw. $1,21$. Zuschlagstoffe bis 100 mm Größtkorn aus den Sedimenten des Stauraumes gewonnen und in 4 Fraktionen aufbereitet, Fraktion o/7 dabei aus gebrochenem Material zusammengesetzt. Mischung in 2 Conti-Mischern je $120 \text{ m}^3/\text{h}$, Einbringung über Kabelkrane und Verteilbühnen in Blöcke von $11 - 17 \text{ m}$ Länge, Betonierhöhe $1,70 \text{ m}$. Mittlere Betondruckfestigkeit nach 90 Tagen: 288 kp/cm^2 im Vorsatzbeton, 171 kp/cm^2 im Kernbeton.

Blockfugen verzahnt, wasserseitig mit Dichtungsstäben aus Stahlbeton und Kupferblechen gedichtet, dahinter Kontrollschächte.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Wasserseitiger Sporn in der Aufstandsfläche leitet in Injektionsschürze über, die bis zu 35 m Tiefe hat. Kontaktinjektionen $5 - 6 \text{ m}$ tief während des Hochbetonierens, weitere Kontaktinjektionen am luftseitigen Mauerfuß nach Fertigstellung der Sperre.
- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung durch Triangulierung mit 18 Zielpunkten in 3 Horizonten, Präzisionsnivellement mit 60 Meßpunkten und Aligementmessung der Krone. 5 Pendellote ohne Felseinbindung, 12 Temperaturmeßstellen (seit 1953 ausgefallen) und ursprünglich 20 Meßstellen für Sohlwasserdruck, die 1948-50 stark vermehrt wurden; derzeit sind rund 50 Meßstellen noch in Funktion. Messung der Sickerwassermengen in den Kontrollschächten der Blockfugen und Kontrollgängen. Im Jahre 1975 wurden 2 Rockmeter in der Sperrregründung eingebaut. Die größten Verformungen der Mauerkrone wurden zu 15 mm gegen die Luftseite und 3 mm gegen die Wasserseite gemessen, bei Vollstau wird die Krone maximal um $3,5 \text{ mm}$ gehoben. Die Meßergebnisse für den Sohlwasserdruck streuen sehr stark. Die gemessenen Sickerwassermengen halten sich unter 2 l/s .
- 17) Entlastungsanlagen:
 - a) Hochwasserüberlauf über die Krone (LC), Abschusrinne mit seitlichen Leitwänden. Fördert bei $0,9 \text{ m}$ Überstau $36 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - b) Grundablaß durch die Sperre (VO) $\varnothing 1,70 \text{ m}$, Achshöhe 1982 m , wasserseitig Drosselklappe $\varnothing 2,10 \text{ m}$, luftseitig Ringschieber $\varnothing 2,70/1,30 \text{ m}$, beide handbedient. Fördert $30 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - c) Umlaufstollen im Felskopf zwischen Haupt- und Seitenmauer (VB), Einlauf auf Höhe 1980 m , $\varnothing 2,60 \text{ m}$, 330 m lang, mit wasserseitiger Drosselklappe, luftseitigem Ringschieber, beide handbedient. Fördert $31 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - d) Im Jahre 1969 zusätzlich angeordneter seitlicher Überlauf am linken Hang (LB), 39 m lang, mit anschließendem Stollen, fördert $68 \text{ m}^3/\text{s}$ bei $0,82 \text{ m}$ Überstau.
 - e) Gesamtentlastung $165 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $4,7 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$.
- 18) Triebwasserfassung neben dem Grundablaß in Sperrenmitte, Einlaufschwelle auf 1982 m mit 32 m^2 Grob- und Feinrechen. Stahlrohr $\varnothing 2,20 \text{ m}$ im Sperrenkörper. Drosselklappe in Sperrenmitte, Schnellschlußklappe im Schieberhaus am Sperrenfuß. Anschließende Druckrohrleitung $\varnothing 2,40 \text{ m}$ fördert $14 \text{ m}^3/\text{s}$.



13a SILVRETTASPERRE



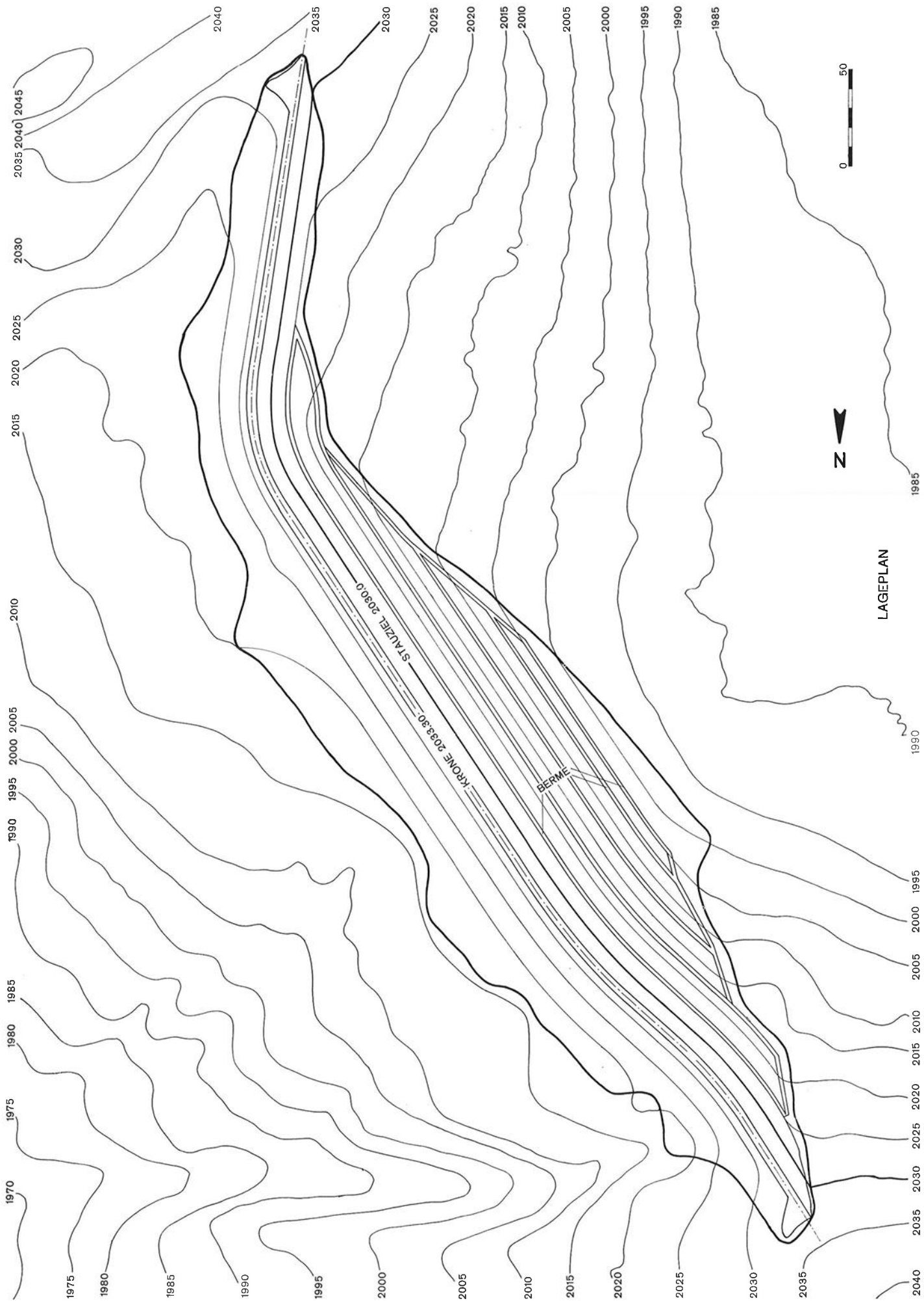
19) Baukosten auf Preisbasis 1955 der Schillingeröffnungsbilanz mit 259 Mio S festgesetzt.

20) Schrifttum:

- | | |
|--|---|
| Vorarlberger Illwerke AG: | "Die Wasserkraftanlagen der VIW".
Aufbau 1948, Heft 3. |
| Bundesministerium für Verkehr und verstaatlichte Unternehmungen: | "Kraftwerk Obervermunt", Folge 25 der Serie "Österreichs Kraftwerke in Einzeldarstellungen", 1956. |
| Tschada H.: | "Sohlwasserdruckmessungen an der Silvrettasperrre". Heft 9 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1959. |
| Buchegger W.: | "Neuere Beobachtungen an der Silvrettasperrre". Heft 14 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1964. |

13b (10b) BIELERDAMM

- 1) Sperrrentyp: 25 m - TEC
Erddamm mit Stahlbeton-Kernmauer, die auch in den Untergrund reicht.
- 2) bis 9) siehe Silvrettasperre
- 10) Nennbelastung: 56 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Sattelhöhe zwischen Illtal und Paznaun an der Wasserscheide zwischen Rhein und Donau wird von dichter, gepreßter Grundmoräne der Würmeiszeit gebildet. Die nacheiszeitliche Ill war nicht imstande, diesen Wall zu durchsägen, und hat sich daher in den Amphiboliten des heutigen Tallaufes ihren Weg gebahnt.
- 12) Hauptmaße:
- | | |
|------------------------------------|------------------------|
| a) Höhe über Gründungssohle (Kern) | 25 m |
| Mittlere Höhe über Dammfußpunkten | 24 m |
| Kronenlänge | 730 m |
| Kronenbreite | 3,5 m |
| Basisbreite | 110 m |
| Böschung wasserseits | 1 : 2 |
| luftseits | 1 : 2 bis 1 : 2,25 |
| b) Aushub: Überlagerung | 50 000 m ³ |
| Moräne | 18 000 m ³ |
| Zusammen | 68 000 m ³ |
| Dammschüttung | 375 000 m ³ |
| Stahlbetonkern | 18 000 m ³ |
| c) Schlankheitsgrad | 4,6 |
| Gründungskennzahl | 0,17 |
| Bauaufwand | 7,0 m ³ /t |
- 13) Besondere Merkmale: Erster gößerer Schüttdamm in Österreich unter Verzicht auf Felsanschluß. Dammachse mit ausgerundeten Knicken dem Gelände bestmöglich angepaßt. Wasserseite mit Bermen nach je 6 Höhenmetern versehen. Teilweise stärkere Querneigung der Aufstandsfläche.
- 14) Einzelheiten: Dammschüttung einheitlich mit Material aus dem Schwemmkegel der Ill, Größtkorn 30 cm, mit Feldbahn eingebaut. Wasserseite mit Bruchsteinpackung gegen Wellenschlag geschützt, Stärke von 1,4 m an der Basis zu 0,8 m an der Krone abnehmend. Lotrechte Stahlbetonkernmauer, Stärke von 2,0 m auf 0,5 m an der Krone abnehmend, in Lamellen von 12 - 18 m Länge und 3m Höhe aufgelöst, Fugen mit Kupferblech und Bitumen gedichtet. Kontrollschächte hinter den vertikalen Fugen.



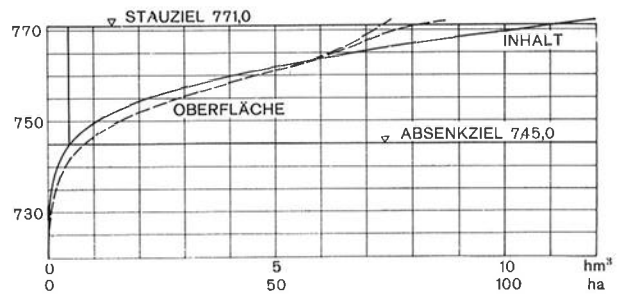
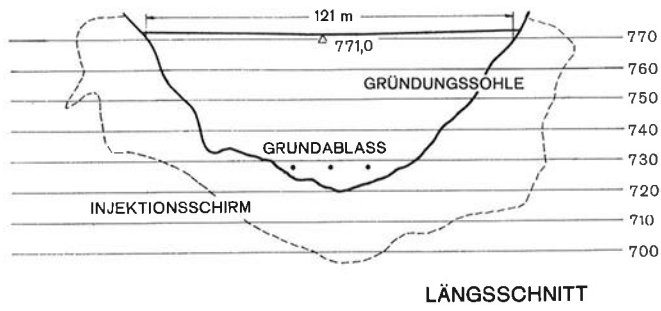
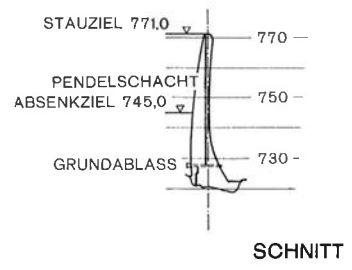
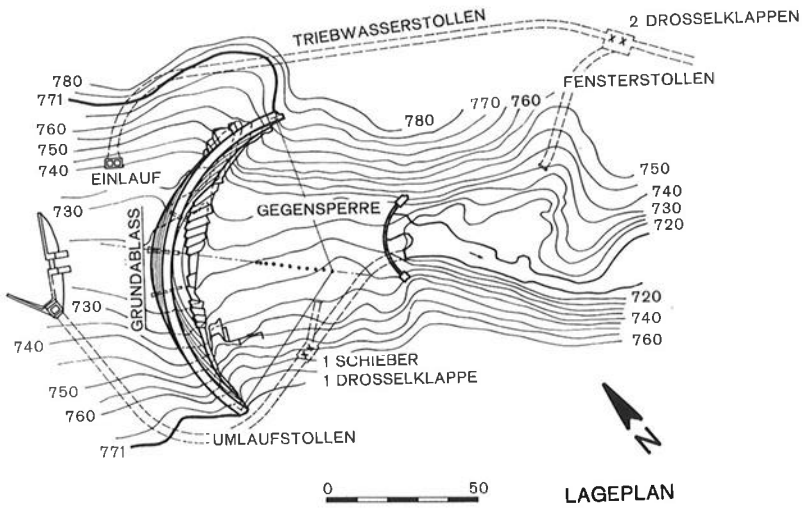
13 b BIELERDAMM (QUERSCHNITT SIEHE 13 a)

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Stahlbeton-Kernmauer bindet 4 - 6 m in die dichte Grundmoräne ein, wasserseitig wird die Einbindung noch durch Lehm gesichert.
- 16) Meßeinrichtungen: Überwachung der Verformungen durch Alignement und Nivellement der Krone und Böschungen, Lqtanlagen zur Deformationsmessung der Kernmauer, Sickerwasserbeobachtung in Kontrollschächten. Die größten Setzungen seit Bauende 1950 betragen 20 cm, die größte Verschiebung der Kernmauer 14 mm. Sickerwasserverluste bei Vollstau 1,5 l/s.
- 17) Entlastungsanlagen: siehe Silvrettasperre.
- 18) Triebwasserfassung: siehe Silvrettasperre.
- 19) Baukosten auf Preisbasis 1955 der Schillingeröffnungsbilanz mit 49 Mio S festgesetzt.
- 20) Schrifttum: siehe Silvrettasperre.

15 (28) SALZASPERRE

- 1) Sperrtyp: 53 m - VAC
Gewölbemauer vom Gleichwinkeltyp mit freiem Überlauf über ganze Krone.
- 2) Geographie: 47°30' N, 13°57' O
Gewässer: Mitterndorfer Salza
Flußgebiet: Enns
Nächster Ort: Gröbming.
- 3) Bauherr: Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG (STEWEG), Leonhardgürtel 10, A-8010 Graz.
- 4) Kraftwerk: Salzkraftwerk (104 m, 8 MW, 27 GWh).
Jahresspeicher kommt der voll ausgebauten Kraftwerkskette der Enns von Hieflau bis St.Pantaleon zugute.
- 5) Baujahre: 1947 - 1949, erster Vollstau September 1949.
- 6) Hydrologie: Einzugsgebiet 150 km² mit 145 hm³.
- 7) Stauraum (Jahresspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	771,5 m
Speicherschwerpunkt	763 m
Absenkziel	745 m



15 SALZASPERRE

b) Inhalt	- Gesamtinhalt	11,0 hm ³
	Nutzinhalt	10,5 hm ³
	Rückhaltevermögen	0,075
c) Geometrie	- Staufläche	0,8 km ²
	Uferlänge	12,2 km
	Uferentwicklung	3,9

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf Salzkraftwerk	2,1 GWh (250 Stunden)
Fernwirkung auf die Ennskraftwerke:	
STEWEAG-Stufen	3,8 GWh
EKW-Stufen	3,6 GWh
	<hr/>
	9,5 GWh

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Günstige Speichermöglichkeit mit anschließender Steilstrecke für den Triebwasserweg, Bereitstellung von Hochwinterenergie, Fernwirkung auf die inzwischen voll ausgebauten Ennskraftwerke.

10) Nennbelastung in Bogensehne: 47 000 t.

11) Gründungsgestein: Schwach dolomitisch entwickelter Riffkalk der Obertrias, Felswand des Salzaufalles am unteren Schluchtende durch Verwerfung und Hebung der nördlichen Scholle entstanden. Sperrenstelle von der Klammengstelle etwas talein verschoben, um einem Zerrüttungsstreifen auszuweichen und massivere Flanken zu finden. Bachsohle in Felsrinne von wenigen Blöcken bedeckt. Linker Flügel an kräftige Felsrippe angelehnt, rechter Flügel etwas schwächer.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	53 m
Kronenlänge	121 m
Kronenbreite	3 m
Fundamentbreite	12 m
Kronenradius	55 m
Öffnungswinkel	126°
b) Aushub	10 000 m ³
Sperrenbeton	23 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,23
Relative Spannweite	2,3
Gründungskennzahl	0,44
Bauaufwand	0,49 m ³ /t

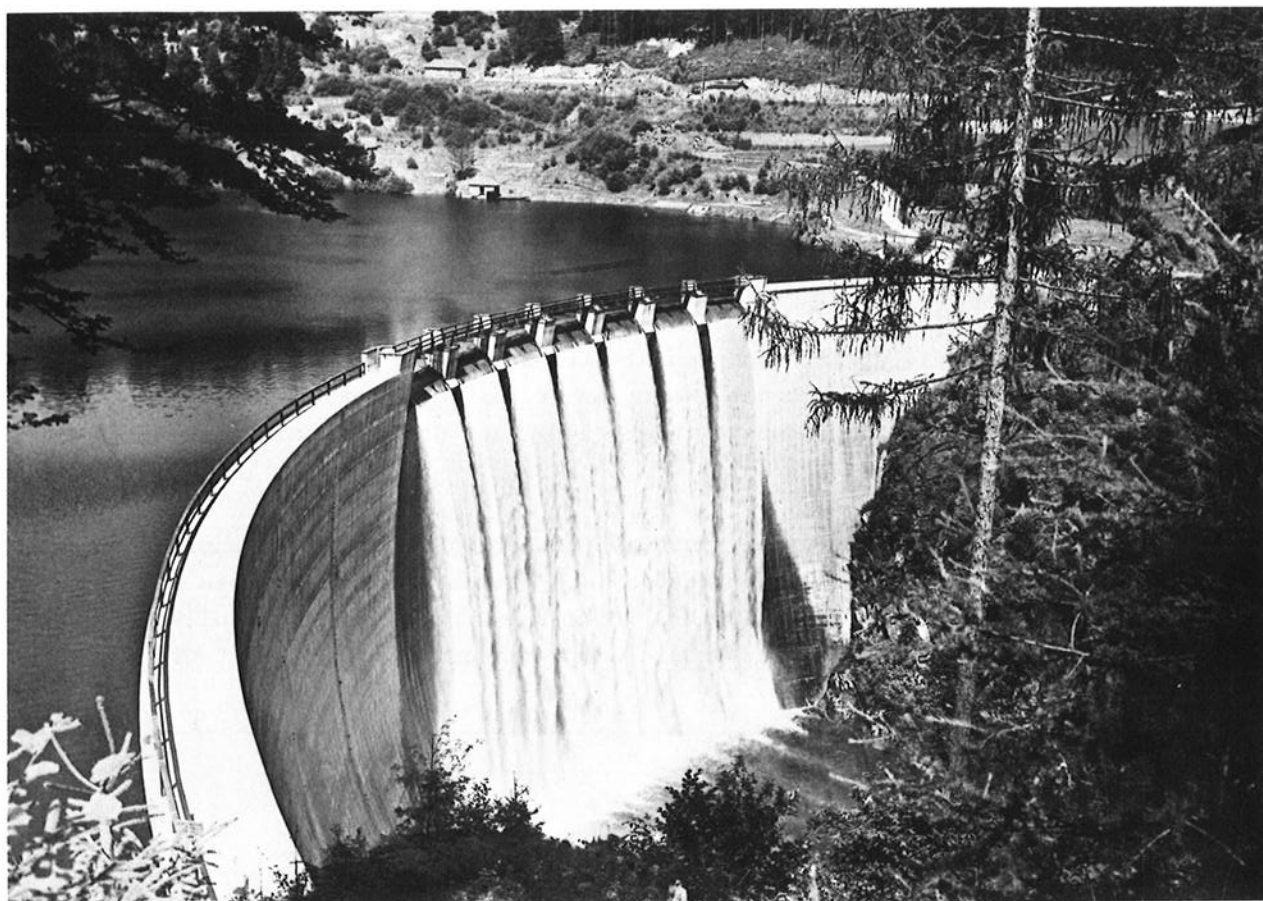
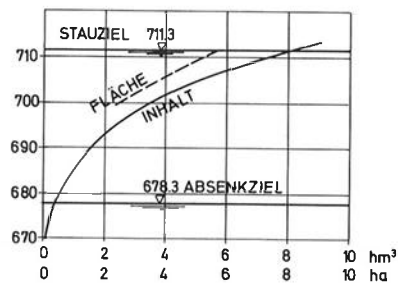
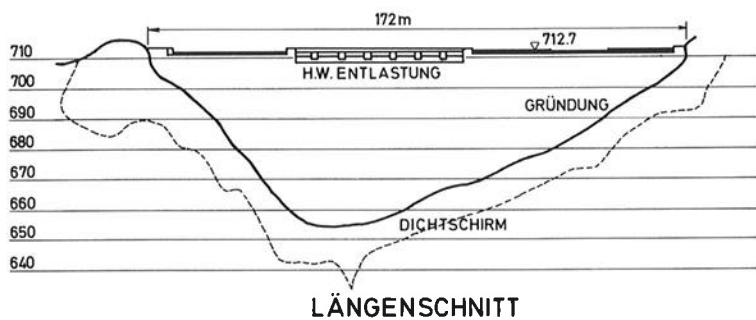
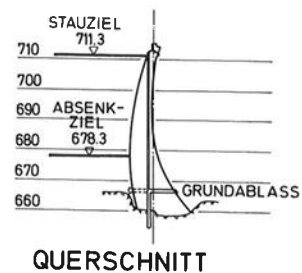
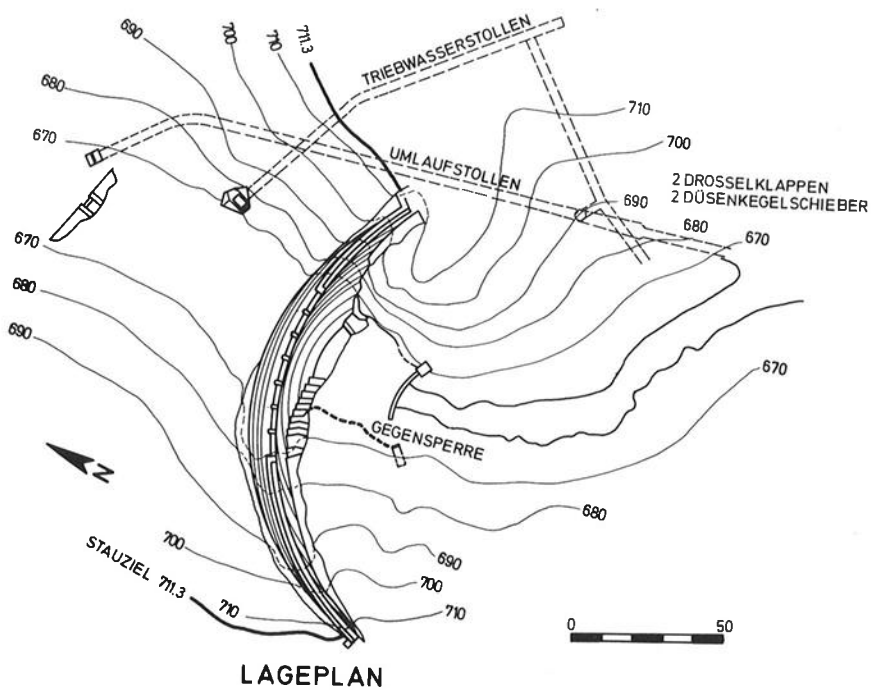
13) Besondere Merkmale: Nach dem Vorläufer "Gerlossperre" die erste Gewölbesperre Österreichs in der mittleren Größenklasse. Ausgeprägte Schluchtsperre mit freier Krone, die gegen die Flanken zu von Höhe 771,5 auf 772,5 ansteigend den variablen Überfallstrahl in den Mittelteil verweist.

- 14) Einzelheiten: Standberechnung nach mehrschnittigem Versuchslastverfahren mit Radialausgleich. Vorberechnung nach Lieurance, Untersuchung nach Tölke und Modellversuch am Gips-Kieselgur-Modell an der T.U. Graz, alle in guter Übereinstimmung. Maximale Betonspannungen 27 kp/cm^2 Druck und 5 kp/cm^2 Zug.
- Zuschlagstoffe wegen zeitbedingter Unmöglichkeit der Gerätebeschaffung nicht aus baustellennahem Dolomitsteinbruch gewonnen, sondern aus Alluvionen des Ennstales mit 9 km Feldbahntransport zugeführt. 5 Fraktionen mit 100 mm Größtkorn. Herstellung des Rüttelbetons im 1000 l-Kaisermischer mit 250 - 270 kg Portlandzement PZ 225 je m^3 und 1 % Plastimentzusatz, Wasserzementfaktor 0,52 - 0,55. Einbringung mit 2 Turmdrehkränen in 1,67 m hohe Blockabschnitte, Blockbreite 12 - 15 m. Betondruckfestigkeit nach 90 Tagen $197 - 353 \text{ kp/cm}^2$. Frostversuche wurden nur bei der Eignungsprüfung durchgeführt.
- Im unteren Sperrendrittel 2 Kühlpalten, deren eine Grenzfläche als verblechte Preßfuge ausgeführt, die andere mit Spickeisen vernäht wurde. Blockfugen wasser- und luftseitig mit Kupferblech abgedichtet, im oberen Teil auf der Luftseite Dichtungsstab vermörtelt. Fugenschluß bei $+ 2^\circ\text{C}$.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Dichtungsschleier von 4000 m^2 Fläche bis 30 m Tiefe, Bohrlänge 1100 m. Injektionen mit Zementmilch, Einpreßdruck 1,5 - 2facher Staudruck, mittlere Zementaufnahme 15 kg je Bohrmeter bzw. 4 kg je m^2 Schirmfläche. Kon-taktinjektionen in allen Blöcken.
- 16) Meßeinrichtungen: Trigonometrische Überwachung mit 20 Zielpunkten. Von ursprünglich 3 Pendelloten wird seit 1963 nur mehr eines weiter beobachtet. Auch zwei Dehnungsmesser und 14 Temperaturgeber werden im vereinfachten Meßprogramm nicht mehr benützt, das sich im wesentlichen auf ein laufend abgelesenes Fernthermometer im Mauerinneren stützt (siehe Hierzmannsperre).
- Die elastischen Verformungen der Sperrenkrone liegen im Bereich von 30 mm. Geländebewegungen waren bisher nicht festzustellen.
- 17) Entlastungsanlagen:
- Freier Überfall über Stahlbetonkrone (LC), 40 m freier Fall in das unverkleidete Tosbecken, Gegensperre mit Krone auf 731 m liegt 65 m talseitig der Sperre. Förderfähigkeit bei 1,1 m Überstau $140 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Grundablaß in der rechten Flanke (VB), diente beim Bau als Umlaufstollen. Einlauf auf Höhe 726 m, Grobrechen $3,3 \times 3,6 \text{ m}$. Stollen $\varnothing 2,2 \text{ m}$, 160 m lang, mit Drosselklappe und Ringschieber $\varnothing 1,0 \text{ m}$. Förderfähigkeit $8 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - 2 Notauslässe im Sperrenkörper (VO), Achshöhe 727,5 m, $\varnothing 0,8 \text{ m}$, mit Sprengdeckeln.
 - Gesamtentlastung $148 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $1 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$.
- 18) Triebwasserfassung: Im linken Hang 15 m oberhalb der Sperre. Einlaufschwelle auf Höhe 740 m, Grobrechen $5,0 \times 5,0 \text{ m}$. Triebwasserstollen $\varnothing 2,4 \text{ m}$ für $9 \text{ m}^3/\text{s}$, nach 180 m Schieberkaverne mit 2 Drosselklappen $\varnothing 1,8 \text{ m}$.
- 19) Baukosten für Sperre und Triebwasserfassung auf Preisbasis 1950: 12,2 Mio S.

- 20) Schrifttum:
- Fischer E. und Grengg H.: "Die Gewölbemauern Salza und Hierzmann".
Österr. Bauzeitschrift 1951, Heft 11/12.
- Lindner K.: "Das Salzakraftwerk". Österr. Wasserwirtschaft 1952,
Heft 8/9.
- Reitz A.W.: "Beobachtungseinrichtungen an den Talsperren Salza
u.a.". Heft 1 der Schriftenreihe "Die Talsperren
Österreichs", 1954.

17 (22) HIERZMANNSPERRE

- 1) Sperrtyp: 58 m - VAC
Gewölbemauer vom Gleichwinkeltyp mit freiem Kronenüberlauf.
- 2) Geographie: 47°00' N, 15°05' O
Gewässer: Teigitsch
Flußgebiet: Kainach, Mur, Drau
Nächster Ort: Köflach.
- 3) Bauherr: Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG (STEWEG),
Leonhardgürtel 10, A-8010 Graz.
- 4) Kraftwerk: Teigitschkraftwerke mit
St. Martin (74 m, 11 MW, 14 GWh)
Arnstein (227 m, 30 MW, 50 GWh)
Bis zur Inbetriebnahme der Mittelstufe St. Martin im Jahre 1966
fungierte der Speicher als Fernspeicher für Arnstein.
- 5) Baujahre: 1948 - 1950, erster Vollstau Mai 1950.
- 6) Hydrologie: Einzugsgebiet 160 km² mit 95 hm³.
- 7) Stauraum (Jahrespeicher):
- | | | |
|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | | 711,3 m |
| | Speicherschwerpunkt | 701 m |
| | Absenkziel | 678 m |
| b) Inhalt | - Gesamtinhalt | 7,6 hm ³ |
| | Nutzinhalt | 7,1 hm ³ |
| | Rückhaltevermögen | 0,075 |
| c) Geometrie | - Staupläche | 0,52 km ² |
| | Uferlänge | 9,2 km |
| | Uferentwicklung | 3,6 |



17 HIERZMANN SPERRE

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf St.Martin	1,1 GWh (100 Stunden)
Arnstein	3,8 GWh (127 Stunden)
<hr/>	
Teigitschkraftwerke	4,9 GWh

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ergänzung des älteren Jahresspeichers Pack, dadurch Verbesserung der Wasserwirtschaft für das Spitzenkraftwerk Arnstein, als dessen Fernspeicher Hierzmann während der ersten 15 Jahre diente, bevor er noch durch die unmittelbar zugeordnete Mittelstufe St.Martin weiter aufgewertet wurde. Zusammen mit dem Packspeicher sichert der Hierzmannspeicher einen Winteranteil von 52 % am Regelarbeitsvermögen der Werksgruppe.

10) Nennbelastung in Bogensehne: 75 000 t.

11) Gründungsgestein: Sperrenstelle im gesunden Hirschegger Gneis. In der Sohle nur geringe Überlagerung, schmaler Zerrüttungsstreifen leicht überbrückbar. Flachere Hangneigung rechts mit Schichtflächen etwa übereinstimmend. Der steilere linke Hang türmt sich zu einem Felskopf auf, der durch einen breiten Störungstreifen isoliert ist und zu einer vorsichtigen Situierung des linken Widerlagers veranlaßte.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	58 m
Kronenlänge	172 m
Kronenbreite	3 m
Fundamentbreite	17 m
Kronenradius	90 m
Öffnungswinkel	110°
b) Aushub	16 000 m ³
Sperrenbeton	43 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,30
Relative Spannweite	3,0
Gründungskennzahl	0,37
Bauaufwand	0,57 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Sorgfältig in Vergleichsentwürfen und im Modell ausgeformtes unsymmetrisches Gewölbe, Modellfall für gleichzeitig und später in Österreich gebaute größere Sperren dieser Art. Freier Kronenüberlauf orientiert sich am guten Erfolg der knapp vorher fertig gewordenen Salzasperre. Kämpferverstärkung im obersten linken Flügel zur Schonung der stark zerklüfteten Felskuppe.

14) Einzelheiten: Standberechnung nach zehnschnittigem Lastaufteilungsverfahren mit 5 Bogenlamellen für 3 Hauptlastfälle. Kontrolle der Ergebnisse mit Lieurance-Tabellen, Berechnung nach Tölke und Gips-Kieselgur-Modell an der Technischen Universität Graz. Größte Hauptspannungen zu 32 kp/cm² Druck und 6 kp/cm² Zug errechnet.

Rüttelbeton mit 200 kg Portlandzement 225 und 50 kg Trass je m^3 ohne weiteres Zusatzmittel, Wasserbindemittelfaktor 0,60. Zuschlagstoff wegen schlechter Erfahrung an der Packsperre aus Kiesgrube aus Grazer Feld gewonnen und mit Bahn und Seilbahn über 39 km herangeführt, 5 Fraktionen mit 100 mm Größtkorn. Mittlere Betondruckfestigkeit nach 90 Tagen 275 kp/cm^2 , nach 180 Tagen 330 kp/cm^2 , Frostversuche nur bei der Eignungsprüfung durchgeführt. Herstellung des Betons im 1000 l-Kaisermischer, Einbringung mit Feldbahn und Kabelkran in 2 m hohen Blockabschnitten, Blocklänge 14 m.

Kühlspalt als Hochwasserentlastung im unteren Sperrendrittel, eine Grenzfläche verblecht und als Preßfuge ausgebildet, die andere durch Spickeisen vernäht. Blockfugen luftseitig unten und wasserseitig mit Kupferblech, luftseitig oben mit Dichtungsstab gedichtet. Fugenschluß bei $+ 5^\circ\text{C}$.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Dichtungsschirm mit 2500 m^2 Fläche, 13 m tief, Gesamtsumme der Bohrlängen 1570 m. Injektion mit Zementmilch unter 1,5 - 2-fachem Staudruck, mittlere Aufnahme 110 kg Zement je Bohrmeter bzw. 35 kg je m^2 Dichtschirm. Verfestigung des linken Felskopfes durch Injizieren mit 85 t Zement. In der Aufstandsfläche Kontaktinjektionen.
- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung mit 24 Zielpunkten und 2 Alignements. Aus den langjährigen Meßergebnissen des 6 m in den Fels reichenden Pendellotes sowie von ursprünglich 15 Fugenspaltmessern und 22 Temperaturmessern wurde ein "vereinfachtes Meßverfahren" entwickelt, das sich seit 1963 nur mehr auf laufende Ablesungen am Pendellot und am repräsentativen Fernthermometer im Mauerinneren stützt. 2 Sickerwasser-Meßstellen wurden nachträglich eingebaut.

Die elastischen Verformungen der Sperrenkrone halten sich in der Größenordnung von 40 mm. Plastische Verformungen gegen die Luftseite haben Werte bis zu 14 mm erreicht.

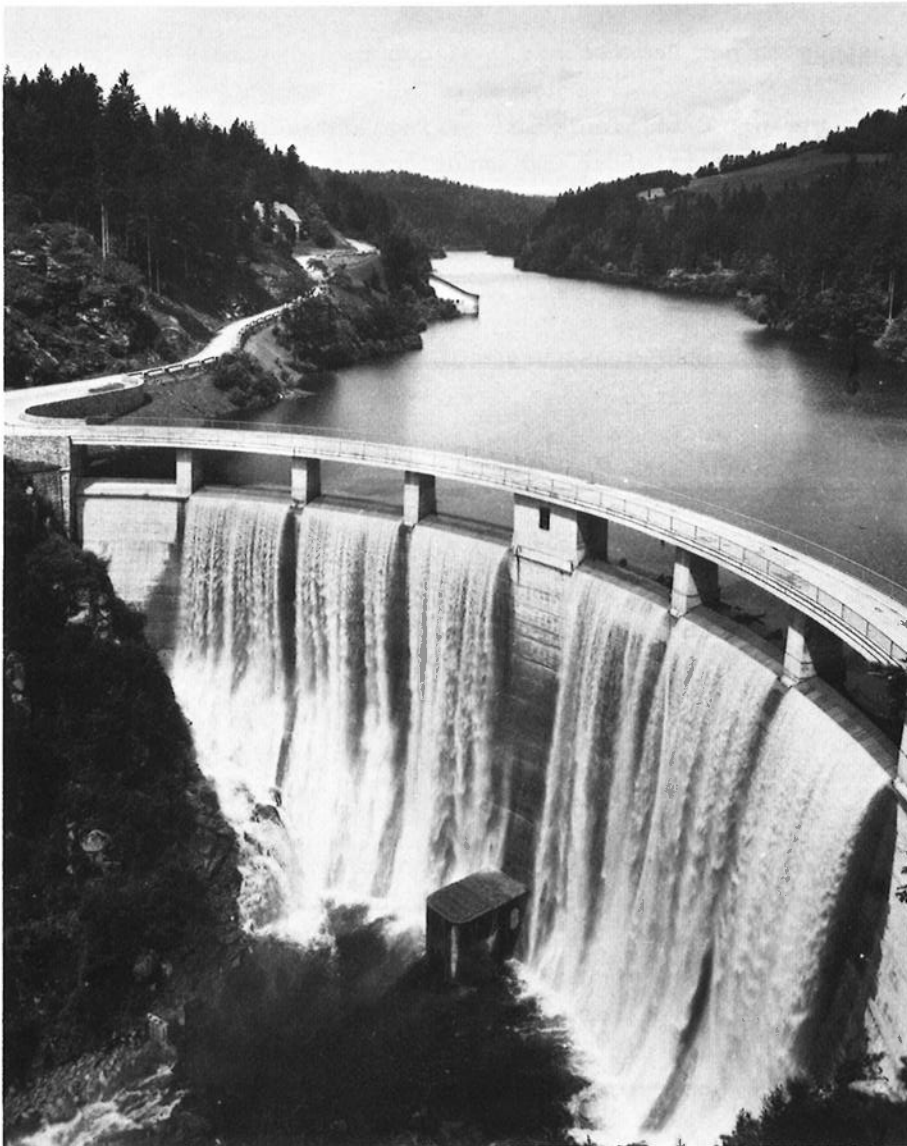
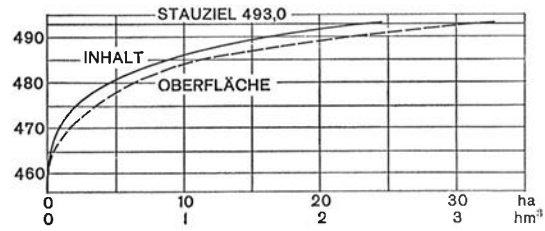
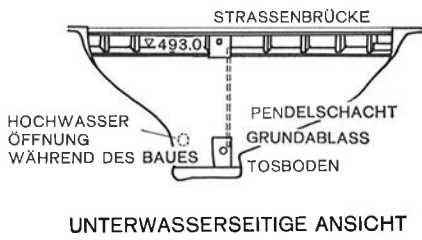
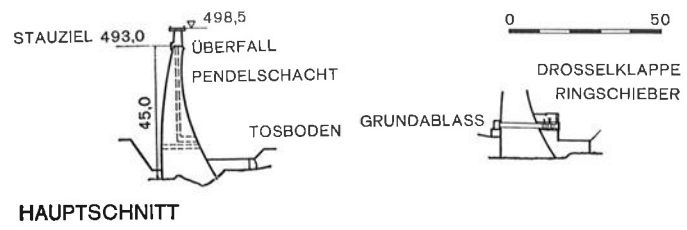
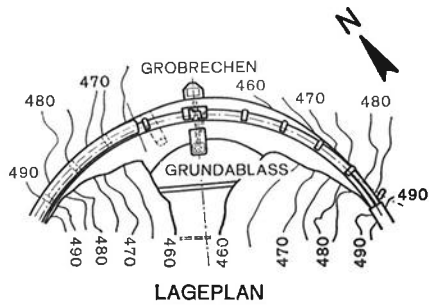
17) Entlastungsanlagen:

- a) Freier Hochwasser-Überlauf im überhängenden Mittelstück der Krone (LC), 50 m lang. Betonpfeiler für den bei Hochwasser abgeworfenen Holzsteg spalten den Überfallstrahl auf. Freier Fall über 46 m in das fast 10 m tiefe unverkleidete Tosbecken. Gegenschwelle 60 m talseitig von der Sperre mit Krone 665 m. Förderfähigkeit bei 1,47 m Überstau (mit dem der Freibord der Sperrenflügel erschöpft wird) $180 \text{ m}^3/\text{s}$.
- b) Grundablaß im linken Talhang (VB), diente während des Baues als Umlaufstollen. Einlauf mit Schwelle auf 659 m und Grobrechen $2,8 \times 3,3 \text{ m}$. Stollen $\varnothing 2,6 \text{ m}$, 226 m lang, mit 2 parallelen Verschlußgruppen bestehend aus je einer Drosselklappe $\varnothing 1,0 \text{ m}$ und einem Ringschieber $\varnothing 0,8 \text{ m}$. Förderfähigkeit $20 \text{ m}^3/\text{s}$.
- c) 2 Notauslässe durch die Sperre (VO) $\varnothing 1,0 \text{ m}$, Achshöhe 664 m, mit Sprengdeckel.
- d) Gesamtabfuhr $200 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $1,25 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$.

- 18) Triebwasserfassung: am linken Hang 40 m oberhalb der Sperre. Einlauf mit Schwellenhöhe 668,7 m und Grobrechen 5,5 x 5,5 m. Stollen \varnothing 2,7 fördert 17 m³/s, nach 100 m Schieberkammer mit 2 Drosselklappen. Vor dem Bau der Mittelstufe war der Triebwasserstollen bis zur Schieberkammer hergestellt und mit einer Betonplombe verschlossen.
- 19) Baukosten einschließlich Triebwasserfassung auf Preisbasis 1949: 25 Mio S.
- 20) Schrifttum:
- Goriupp K.: "Die Berechnung der Gewölbesperre am Hierzmann nach dem Versuchslastverfahren". Österr. Bauzeitschrift 1950, Heft 9.
- Fischer E. und Grengg H.: "Die Gewölbemauern Salza und Hierzmann". Österr. Bauzeitschrift 1951, Heft 11/12.
- Fischer E.: "Die Kronenbewegungen der Hierzmannmauer". Österr. Bauzeitschrift 1953, Heft 8.
- Reitz A.W.: "Beobachtungseinrichtungen an den Sperren Hierzmann u.a." Heft 1 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1954.
- Fischer E.: "Beobachtungen an der Hierzmannsperre". Heft 11 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1960.
- Niederl H.: "Neuere Beobachtungen an der Sperre Hierzmann". Heft 14 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1964.

18 (37) RANNASPERRE

- 1) Sperrtyp: 45 m - VAC
Gewölbemauer vom Gleichwinkeltyp mit Kronenüberlauf.
- 2) Geographie: 48°31' N, 13°47' O.
Gewässer: Ranna
Flußgebiet: Donau
Nächster Ort: Oberkappel.
- 3) Bauherr: Oberösterreichische Kraftwerke AG (OKA)
Böhmerwaldstraße 3, A-4020 Linz.
- 4) Kraftwerk: Rannakraftwerk Kramesau (206 m, 19 MW, 50 GWh), mit zusätzlicher Pumpspeicherung aus der Donau, Pumpleistung 13 MW.
- 5) Baujahre: 1948 - 1950, erster Vollstau November 1950, Teilstau 1949 mit 0,6 hm³ auf Höhe 482,5 m.
- 6) Hydrologie: Einzugsgebiet 166 km² mit 108 hm³.



18 RANNASPERRE

- 7) Stauraum (Wochenspeicher und Pumpspeicher-Oberbecken):
- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | 493 m |
| Speicherschwerpunkt | 487 m |
| Absenkziel | 473 m |
| b) Inhalt - Gesamtinhalt | 2,35 hm ³ |
| Nutzinhalt | 2,2 hm ³ |
| Rückhaltevermögen | 0,02 |
| c) Geometrie - Staufläche | 0,95 km ² |
| Uferlänge | 8,8 km |
| Uferentwicklung | 2,55 |
- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer: 1,0 GWh (53 Stunden).
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausstattung des seit 1925 in Betrieb stehenden Laufkraftwerkes von 6 MW Leistung mit einem Wochenspeicher, der eine Leistungserhöhung um 13 MW und zusätzliche Pumpspeicherung erlaubt. Das aus dem Zufluß erzielbare Arbeitsvermögen wurde durch den Speicher und die verstärkte Leistung von 35 auf 50 GWh vermehrt und der Anteil an Spitzenenergie auf 92 % gebracht.
- 10) Nennbelastung in der Bogensehne: 31 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Gneisgranit mit geringmächtiger Überlagerung, im oberen Teil des linken Hanges zerklüftet und aufgelockert. In der Talsohle 0,5 - 0,6 m breiter Zerrüttungsstreifen. Sperrenflügel stützen sich mit günstiger Krafteinleitung gegen kräftige Felsrippen der Schluchtstrecke.
- 12) Hauptmaße:
- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| a) Höhe über Gründungssohle | 45 m |
| Kronenlänge | 126 m |
| Kronenbreite | 3 m |
| Fundamentbreite | 18 m |
| Kronenradius | 64 m |
| Öffnungswinkel | 114° |
| b) Aushub (hauptsächlich Fels) | 26 000 m ³ |
| Sperrenbeton | 32 000 m ³ |
| c) Schlankheitsgrad | 0,40 |
| Relative Spannweite | 2,8 |
| Gründungskennzahl | 0,81 |
| Bauaufwand | 1,03 m ³ /t |
- 13) Besondere Merkmale: Gewölbemauer mit kreisförmigen Horizontalschnitten; klüftiger Fels am linken Hang macht künstlichen Widerlagerblock erforderlich. Kronenüberfall über die ganze Sperre mit Ausnahme des linken Widerlagers, einspurige Straßenbrücke entsprechend hoch über der Sperrenkrone auf 7 Pfeilern geführt. Mittelpfeiler verbreitert, um den belüfteten Überfallstrahl von der Schieberkammer am luftseitigen Sperrenfuß fernzuhalten. Kein Umlaufstollen, da bestehender Triebwasserstollen Normalwasser aufnehmen konnte. Hochwasser währ-

rend der Bauzeit durch Kühlspalten bzw. durch eine vor Einstau zubetonierte Auslaßöffnung im Sperrenkörper abgeführt.

- 14) Einzelheiten: Standberechnung nach einschnittigem Lastaufteilungsverfahren mit Mittelkragträger und 5 Bogenlamellen, für 4 verschiedene Lastfälle. Größte ermittelte Betonspannungen: 18 kp/cm^2 Druck und $11,5 \text{ kp/cm}^2$ Biegezug. Betonzuschlagstoffe in 6 Fraktionen bis 90 mm aus Steinbruch 100 m flußabwärts gewonnen. Feinkorn aus Natursand zugeführt. Herstellung des Rüttelbetons in 2 Freifallmischern je 1000 l, mit 240 kg Portlandzement PZ 225 und 60 kg steirischem Traß je m^3 , Wasserbindemittelfaktor 0,60. Mittlere Druckfestigkeit nach 90 Tagen 284 kp/cm^2 , nach 180 Tagen 398 kp/cm^2 wegen verlangsamender Wirkung des Trass. Alle geprüften Proben zeigten gute Frostbeständigkeit. Einbringen des Betons in 15 m starke Blöcke mit Kabelkran in Lagen von 1,75 m zwischen Dywidag-Schalttafeln. Zwischen den mittleren Mauerblöcken Kühlspalten 1,5 m breit, nach deren Zubetonierung ein provisorischer Hochwasserdurchlaß im rechten Sperrenkörper ausgespart wurde. Blockfugen und Kühlspalten verpreßt, Fugendichtung wasser- und luftseitig mit 1 mm-Kupferblech. Zusammensetzung des Betons an der Technischen Hochschule Wien und Graz überprüft, laufende Kontrolle der Betonqualität im Baustellenlabor.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Felsinjektionen in der Sohle und den Flanken.
- 16) Meßeinrichtungen: Minimalprogramm für kleinere Gewölbetalsperren, umfassend ein Lot im Pendelschacht mit 3 Meßpunkten, Temperaturmeßstellen in 6 Ebenen, 2 Sickerwasser-Meßstellen und die geodätische Überwachung mit 8 Ziel- und Pfeilerpunkten. In den ersten Betriebsjahren wurde dieses Minimalprogramm sehr eingehend getestet und ein Verfahren entwickelt, um aus den Lotbeobachtungen die Einflüsse von Wasserlast und Temperatur getrennt abzuleiten. Die am Lot und geodätisch gemessenen Maximaldurchbiegungen betragen 16,5 mm. Plastische Verformungen der Mauer zur Luftseite hin sind nach 10 Betriebsjahren abgeklungen.
- 17) Entlastungsanlagen:
- a) Freier Hochwasserüberfall (LC) über die Sperrenkrone, 8 Öffnungen mit zusammen 94 m Lichtweite. Ausbildung der Überfallkrone und Pfeiler im Modellversuch an der Technischen Hochschule Graz bestimmt. Abfuhr des Bemessungshochwassers von $160 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $1 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ mit 1,0 m Überstau. Tosbecken mit Granitpflasterung.
 - b) Grundablaß im Mittelblock (VO), Achshöhe 459 m, mit Grobrechen, Stahlrohr $\varnothing 1,40 \text{ m}$, Klappe und Ringschieber in luftseitig der Mauer vorgesetzter Schieberkammer. Förderfähigkeit bei Stauziel $13 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 18) Triebwasserfassung: Stolleneinlauf des ersten Ausbaues 250 m oberhalb der Sperre im rechten Talhang, Schwellenhöhe 466 m, mit Feinrechen geschützt. Triebwasserstollen $\varnothing 2,0 \text{ m}$ fördert $12 \text{ m}^3/\text{s}$ im Turbinenbetrieb, $6 \text{ m}^3/\text{s}$ im Pumpenbetrieb. Absperrklappe $\varnothing 2,0 \text{ m}$ in Schieberkaverne nach 21 m, durch Schieberschacht erreichbar.

- 19) Baukosten der Sperre einschließlich der Wasserfassung auf Preisbasis der Schillingöffnungsbilanz 1955: 36 Mio S.
- 20) Schrifttum:
- Faehndrich K.: "Der Bau der Rannatalsperre". Österr. Bauzeitschrift 1952, Heft 1/2.
- Reitz A.W.: "Beobachtungseinrichtungen an den Talsperren Ranna u.a.", Heft 1 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1954.
- Reitz A.W.,
Kremser R. und
Prokop E.: "Beobachtungen an der Rannasperre 1950-52". Heft 3 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1954.
- Frisch V.: "Der Ausbau des Hochdruck-Laufwerkes Ranna zu einem Pumpspeicherwerk". ÖZE 1955, Heft 11.
- Fischmeister V.: "Die Auswertung der Messungen und Beobachtungen an der Rannatalsperre". Österr. Wasserwirtschaft 1963, Heft 11/12.

19 (7) LIMBERGSPERRE

- 1) Sperrentyp: 120 m - VAC
Leicht unsymmetrische, doppelt gekrümmte Gewölbesperre vom Gleichwinkeltyp.
- 2) Geographie: 47°12' N, 12°43' O.
Gewässer: Kapruner Ache
Flußgebiet: Salzach, Inn
Nächster Ort: Zell am See.
- 3) Bauherr: Tauernkraftwerke AG (TKW)
Rainerstraße 29, A-5020 Salzburg.
- 4) Kraftwerk: Hauptstufe Kaprun (861 m, 220 MW, 475 GWh) der Kraftwerksgruppe Glockner-Kaprun.
Nachgeschaltet die Salzachstufe Schwarzach (149 m, 120 MW, 465 GWh).
- 5) Baujahre: 1948 - 1951. Vorbereitungsarbeiten für eine Pfeilerkopfsperre bereits 1940-44. Erster Vollstau September 1951.
Teilstau: Kote 1590 m im Jahre 1949, Kote 1639 m im Jahre 1950.
- 6) Hydrologie: Außer dem Einzugsgebiet der Kapruner Ache an der Sperrenstelle werden noch zwei linksufrige Seitenbäche (Zeferetbach und Grubbach) in den Druckstollen eingeleitet. Seit 1953 ist die Möll mit den Käferbächen (siehe 26a Moosersperre), seit 1973 auch der Hierzbach vom östlich benachbarten Fuschertal beigeleitet.

Kapruner Ache	42 km ²	mit	85 hm ³
Stollenbäche	9 km ²	mit	13 hm ³
Möllbeileitung	72 km ²	mit	130 hm ³
Hierzbach	8 km ²	mit	13 hm ³
Zusammen	131 km ²	mit	241 hm ³

7) Stauraum Wasserfallboden (Jahresspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	1672 m
Schwerpunkt	1642 m
Absenkziel	1590 m
b) Inhalt	
- Gesamtinhalt	86 hm ³
Nutzinhalt	83 hm ³
Rückhaltevermögen	0,34
c) Geometrie	
- Staupläche	1,53 km ²
Uferlänge	6,4 km
Uferentwicklung	1,47

Zusammen mit dem vorgeschalteten Jahresspeicher Mooserboden steigt das gesamte Rückhaltevermögen auf 0,70. Die über die ersten 23 Betriebsjahre summierten Anlandungen im Stauraum betragen rund 1,0 hm³.

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

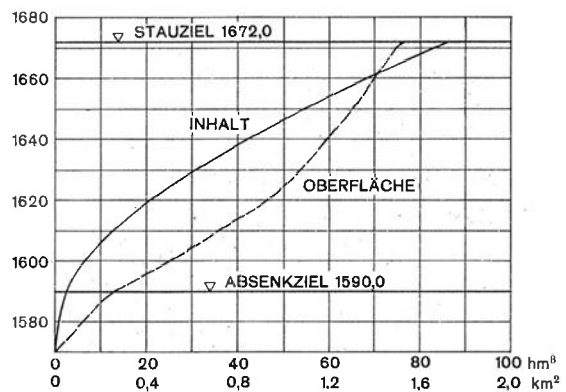
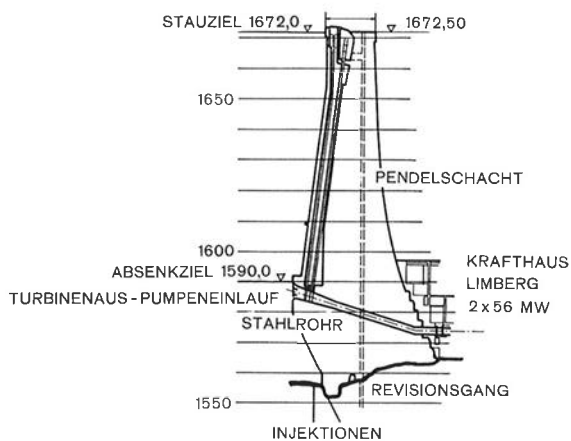
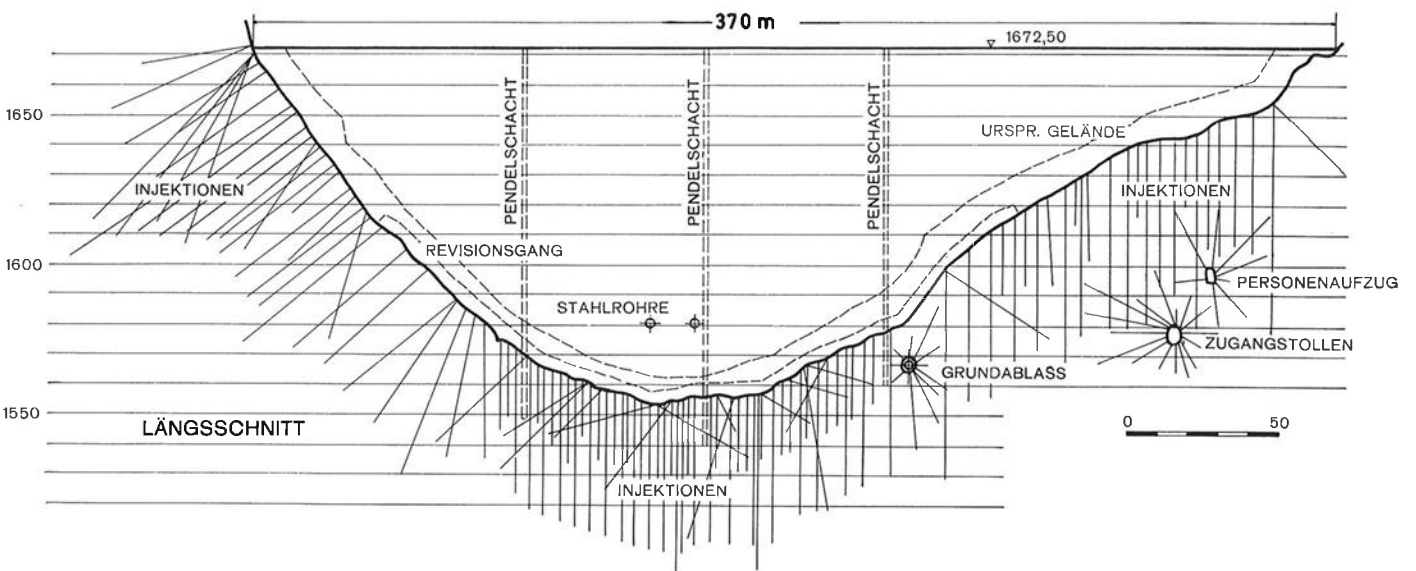
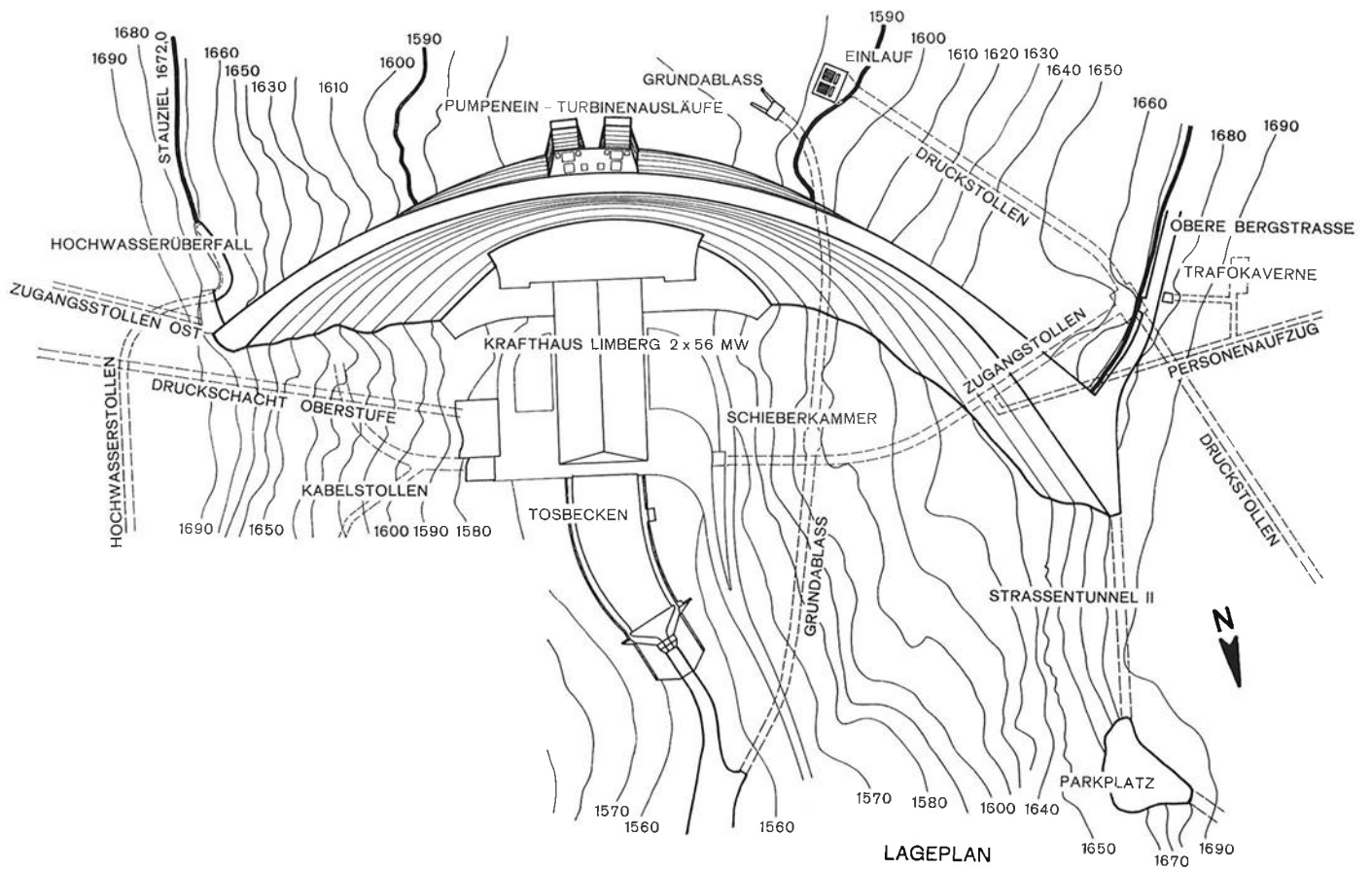
- a) Bezogen auf Kaprun 163 GWh (740 Stunden)
 Schwarzach 24 GWh (200 Stunden)
- b) Fernwirkung auf weitere 1977 in Betrieb und in Bau befindliche Laufwerksstufen an der Salzach, dem Unteren Inn und der Donau:

Gewinn zugunsten	Österreich	BRD
Salzach und Inn	7 GWh	5 GWh
Donau	13 GWh	1 GWh
Zusammen	20 GWh	6 GWh
	26 GWh	

- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausnützung des Wasserfallbodens als Langzeitspeicher der Kraftwerksgruppe "Glockner-Kaprun", der ersten großen Speicherwerksgruppe im österreichischen Verbundnetz. Die Aufbesserung des Winterdargebotes der Salzach machte erst den Ausbau der nachgeschalteten Stufe Schwarzach interessant; durch beide Kapruner Speicher wird der Winteranteil der Erzeugung in Schwarzach von 24 % auf 35 % angehoben.

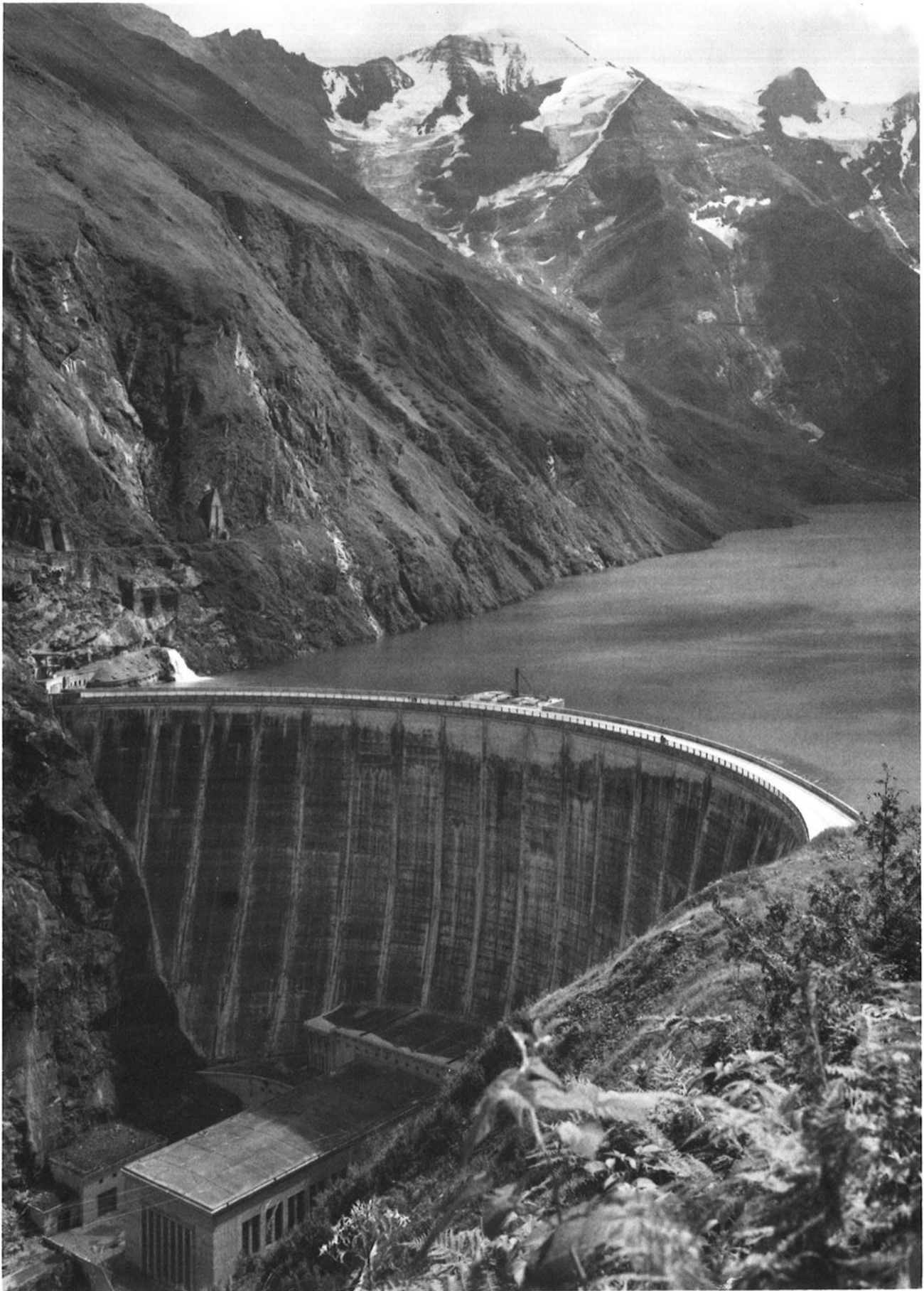
- 10) Nennbelastung im Talquerschnitt der Bogensehne: 760 000 t.

- 11) Gründungsgestein: Felsschwelle zwischen dem flachen Becken des Wasserfallbodens und dem folgenden Steilabfall des Kapruner Tales. Kalkglimmerschiefer mit etwas Grünschiefer und graphitischen Schiefen, vom Eis überformt, mit geringer Verwitterungsschwarte. Talsohle von Lockermassen erfüllt. Westflanke von kleinen Verwerfungen durchzogen, im oberen Drittel verflacht und von Moräne überdeckt. Steilwände der Ostflanke geben gutes Widerlager. Keine Gefahr für Gleitsicherheit und Wasserdichtheit.



SCHNITT DURCH D. SCHÜTZENSCHACHT

19 LIMBERGSPERRE



19 Limbergssperre

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	120 m
Kronenlänge	357 m
Kronenbreite	6 m
Fundamentbreite	37 m
Kronenradius	188 m
Öffnungswinkel	89°
b) Aushub: größtenteils vor eigentlichem Baubeginn für Pfeilerkopfmauer getätigt, daher nicht voll relevant für endgültig gewählte Bogensperre.	
Überlagerung	122 000 m ³
Fels	165 000 m ³
<hr/> Gesamt	<hr/> 287 000 m ³
Sperrbeton	446 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	
	0,31
Relative Spannweite	3,0
Gründungskennzahl	(0,64)
Bauaufwand	0,58 m ³ /t.

13) Besondere Merkmale: Die zuerst geplante Pfeilerkopfmauer wurde aufgegeben, da man geringere Sicherheit gegen außerordentliche Belastungen befürchtete und der steile Osthang auch die Ausführung dort schwierig gemacht hätte. Es war nun jene Sperrenform zu finden, die statisch und wirtschaftlich befriedigen konnte und die vorhandenen Einrichtungen und die Baugrube bestmöglich auszunützen erlaubte. Die gewählte Gewölbesperre ist im unteren Teil symmetrisch ausgeführt, im oberen Teil aber der unsymmetrischen Talform angepaßt, die eine Art künstlichen Widerlagers an der linken Flanke erfordert. Es wurde daher im oberen Teil auf die Winkelsymmetrie verzichtet und die Form den zulässigen Pressungen in Beton und Fels und einer günstigen Verschneidung mit den Talflanken angepaßt. Das am Sperrenfuß angeordnete Krafthaus der Oberstufe steht unter dem Gegendruck des Speichers und ist keineswegs als übliches "Talsperrenkraftwerk" aufzufassen.

14) Einzelheiten: Einschnittige Vorberechnung der Standsicherheit für alle maßgeblichen Lastfälle unter vereinfachten Annahmen, sodann Hauptberechnung für den Lastfall "Vollstau im Herbst" nach dem Lastaufteilungsverfahren für 6 Kragträger, 6 Bogenlamellen, Radialverschiebungsausgleich für 24 Kreuzungspunkte. Sohlwasserdruck von 0,25 des statischen Wasserdruckes auf Null abnehmend. Größte Druckspannung im Beton 56 kp/cm², im Fels 35 kp/cm², größte Biegezugspannung im wasserseitigen Fuß 1 kp/cm².

Betonierung in Blöcken von 15 m größter Länge, Rüttelbeton mit 250 - 260 kg Portlandzement PZ 225, Wasserzementfaktor 0,55 - 0,57. Zusatz von Plastiment N im Ausmaß von 1 % des Zementgewichtes ergab nur mäßige Frostbeständigkeit. Mittlere Druckfestigkeit nach 90 Tagen 310 kp/cm², Biegezug 47 kp/cm².

Die Zuschlagstoffe wurden in 4 Korngrößen 0 - 120 mm aufbereitet und per Seilbahn vom Mooserboden herangeführt. Betonherstellung in drei Mischanlagen für

zusammen $180 \text{ m}^3/\text{h}$ am linken Talhang, Einbringung zwischen Stahl- Rollschalungen mit 3 Kabelkränen von je 8,5 t Tragfähigkeit, Höhe der Betonierschicht 3 m. Verzahnte Radialfugen als 1,20 m breite Kühlspalten ausgebildet und jeweils im nächsten Jahr bei $+ 4^\circ\text{C}$ nachbetoniert, Fugen mit Z-förmigen Kupferblechen wasserseits und luftseits gedichtet und ausgepreßt.

15) Dichtungsmaßnahmen: Zonen größerer Durchlässigkeit verstreut in 25 - 40 m Tiefe. Die Dichtungswand besteht aus einem lotrechten einreihigen Hauptschirm von 50 - 60 m Tiefe und einem erst unter Betonaufplast hergestellten schrägen Sekundärschirm. Zur Erstellung einer Schirmfläche von $24\,000 \text{ m}^2$ wurden 7340 m Bohrlöcher abgeteuft. Die mittlere Aufnahme an Injektionsgut betrug 81 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 25 kg je m^2 Schirmfläche. Der weiteren Verfestigung des Gründungsfelsen dienen Flächeninjektionen mit insgesamt 220 t Zement.

16) Meßeinrichtungen: Für die Beobachtung des Verhaltens der ersten großen Bogen sperre in Österreich wurde ein umfangreiches Instrumentarium vorgesehen. Es erlaubt, Messungen von 3 Pendelschächten und einem Sohlgang aus laufend durchzuführen. Im einzelnen wurden außer den drei Pendeln eingebaut:

- am Felsgrund aufgesetzte Sammelglocken zur Feststellung des Sohlwasserdruckes (46 Stück);
- im Betonkörper mehrschnittig verteilte Sammelkugeln zur Überwachung des Porenwasserdruckes (62);
- Teleformeter zur Dehnungs- und Spannungsmessung (94), in der Nähe der Außenflächen flächige Messung in 4 Richtungen, im Innern räumliche Messung in 9 Richtungen;
- weiters Thermometer, Klinometer und Inklinatoren.

Außerdem werden die Sperrbewegungen auch geodätisch überwacht. Die Meßgeräte zur Temperatur- und Spannungsmessung sind schon nach kurzer Zeit zum größten Teil ausgefallen, vermutlich infolge eindringender Feuchtigkeit trotz sorgfältigen Einbaues.

Sohlwasserdrücke werden wasserseits des unmittelbar am Fels liegenden Sohlganges mit Werten von 10 - 95 % des statischen Wasserdruckes angezeigt; luftseits des Sohlganges liegen die Meßwerte zwischen 0 und 25 %. Die Scheiteldurchbiegung an der Krone hält sich unter 3 cm und weicht nur wenig von den theoretisch vorhergesagten Sollwerten ab.

17) Entlastungsanlagen:

- a) Hochwasserüberlauf: abgedecktes Streichwehr am rechten Kronenende, 20 m lang, mit Ablauf durch Hangstollen $\varnothing 2,6 \text{ m}$ (LB). Förderfähigkeit $26 \text{ m}^3/\text{s}$ bei 80 cm Überstau.
- b) Grundablaß (VB) im linken Talhang, Schwellenhöhe 1570 m, mit Rechen und Dammtafel-Notverschluß, 210 m Umlaufstollen $\varnothing 2,5 \text{ m}$ mit Schieberkammer (Drosselklappe und Ringschieber 1,6/1,4 m), Auslauf ins Achenbett luftseits des Krafthauses Limberg. Förderfähigkeit $45 \text{ m}^3/\text{s}$.
- c) Turbinenauslauf- bzw. Pumpenzulaufrohre durch die Sperre sind mit Leerlaufleitungen $\varnothing 2,0 \text{ m}$ und Ringschiebern versehen, die eine Abgabe von max. $45 \text{ m}^3/\text{s}$ ins Tosbecken am Sperrfuß erlauben (VO).

- d) Gesamtabfuhrfähigkeit $116 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $2,8 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ für das eigene Einzugsgebiet bzw. $2,0 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ mit Berücksichtigung der direkt eingeleiteten Bäche.
- 18) Triebwasserfassung für die Hauptstufe Kaprun am linken Talhang nahe dem Einlauf zum Grundablaß. Ihre Schwelle liegt auf Kote 1581 m, der zweigeteilte Einlauf $2 \times 4,1 \times 4,3 \text{ m}$ ist durch Rechen und Dammtafel-Notverschluß geschützt. Im Druckstollen $\emptyset 3,34/3,20 \text{ m}$, der maximal $36 \text{ m}^3/\text{s}$ fördert, ist nach 120 m eine Schieberkammer mit 2 Drosselklappen $\emptyset 2,8 \text{ m}$ angeordnet.
- Vom Oberstufenkrafthaus am Sperrenfuß führen zwei Rohrleitungen $\emptyset 2,2 \text{ m}$ durch die Sperre hindurch in den Speicher; sie dienen dem Ablauf des Turbinentriebwassers in den Speicher Wasserfallboden und der Entnahme des Pumpwassers für den Pumpspeicherbetrieb zum Mooserboden. Je 2 Gleitschützen $2,2 \times 3,2 \text{ m}$ werden von einem Naßschacht an der wasserseitigen Sperrenoberfläche aus bedient. Ein außergewöhnlicher Betriebsfall hat zu Rissen im Naßschacht geführt; es wurden Maßnahmen gegen die Wiederholung eines solchen Falles getroffen.
- 19) Baukosten: Die Wiederbeschaffungskosten werden in der Schillingeröffnungsbilanz auf Preisbasis 1955 mit 529 Mio S eingesetzt.
- 20) Schrifttum:
- Böhmer H.: "Derzeitiger Stand der Bauarbeiten am Tauernkraftwerk Kaprun". Zeitschrift des ÖIAV 1948, Heft 23 - 24.
- Ascher H.: "Geologische Gründe für die Wahl der Gewölbemauer bei der Limbergsperre". Österr.Wasserwirtschaft 1950, Heft 10.
- Böck H.: "Das Kraftwerk Kaprun". ÖZE 1950, Heft 10.
- Horninger G.: "Beobachtungen am Fels der Limbergsperre". Österr.Wasserwirtschaft 1951, Heft 6.
- Tauernkraftwerke AG: Festschrift "Die Hauptstufe Glockner-Kaprun", 1951.
- Rind C.: "Die Behandlung der Arbeitsfugen beim Bau der Limbergsperre". Österr.Wasserwirtschaft 1952, Heft 8-9.
- Grengg H.: "Das Großspeicherwerk Glockner-Kaprun". Österr. Bauzeitschrift 1952, Heft 8-10.
- Tremmel E.: "Limbergsperre, statistische Auswertung der Pendelmessungen". Heft 7 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1958.
- Grengg H.: "Das Tauernwerk - Traum, Tat und Verzicht". Akademische Druck- und Verlagsanstalt Graz, 1960.
- Widmann R.: "Neuere Beobachtungen der Sperren der Gruppe Glockner-Kaprun". Heft 14 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1964.

21a (20a) MÖLLSPERRE

- 1) Sperrtyp: 93 m - VAC
 Unsymmetrische Bogensperre vom Gleichwinkeltyp, mit verbreiter-
 tem Fundamentblock in Erosionsrinne.

- 2) Geographie: 47°04' N, 12°46' O.
 Gewässer: Möll
 Flußgebiet: Drau
 Nächster Ort: Heiligenblut.

- 3) Bauherr: Tauernkraftwerke AG (TKW)
 Rainerstraße 29, A-5020 Salzburg.

- 4) Kraftwerk: Fassungsspeicher für die Möllüberleitung zur Kraftwerksgruppe
 Glockner-Kaprun.
 Kein direkt zugeteiltes Kraftwerk, Ausnützung in den Stufen:
 Oberstufe Limberg (365 m, 112 MW, 157 GWh)
 Hauptstufe Kaprun (861 m, 220 MW, 475 GWh).
 Fernwirkung auf die Salzachstufe Schwarzach (149 m, 120 MW,
 465 GWh).

- 5) Baujahre: 1950 - 1952, erster Vollstau Mai 1953.

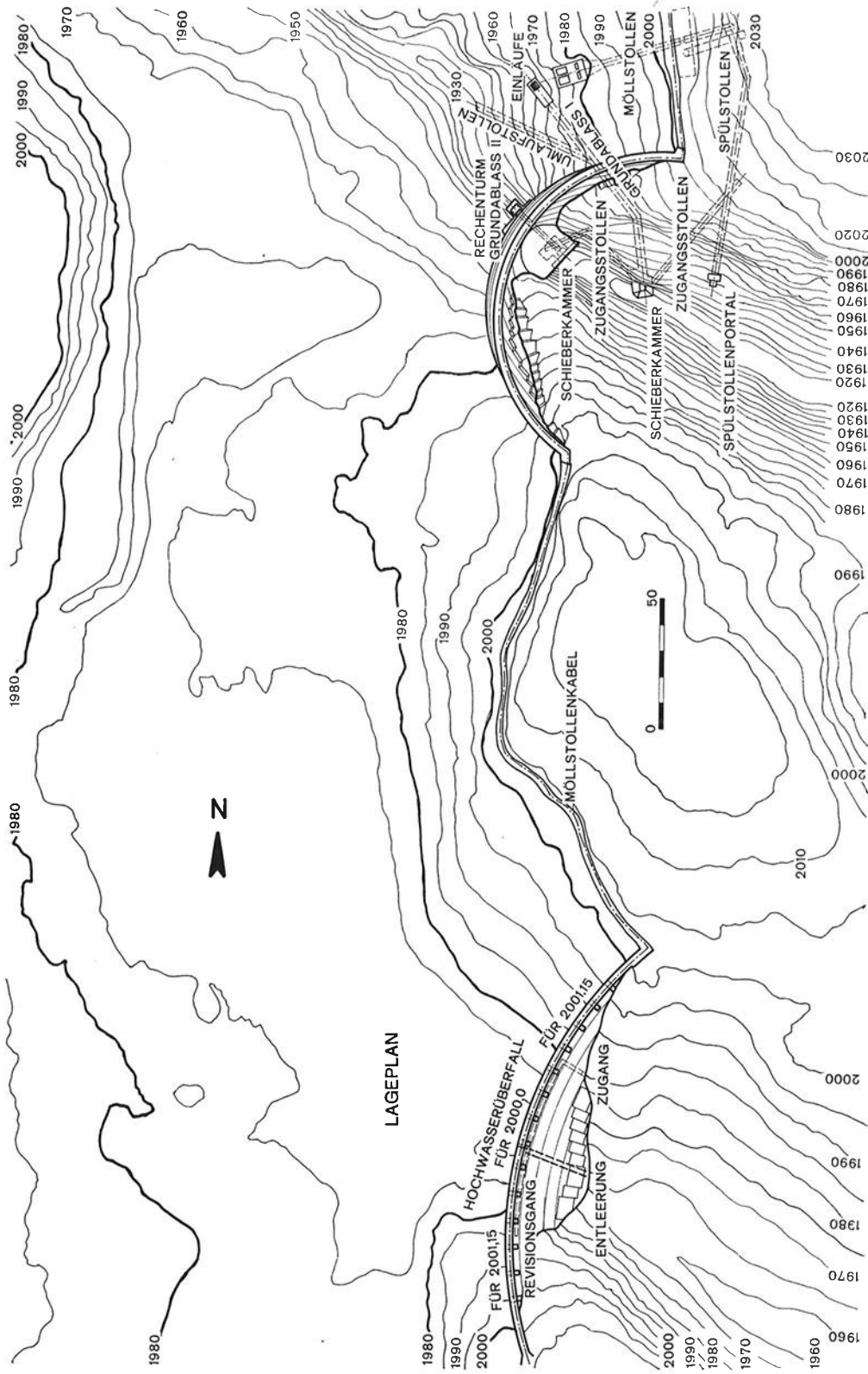
- 6) Hydrologie: Das Einzugsgebiet wird vom Pasterzengletscher beherrscht (60 %
 Vergletscherung), der große Abflußhöhen erbringt. Der benachbarte Leiterbach
 wird beigeleitet.

Möll	44 km ²	mit	97 hm ³
Leiterbach	20 km ²	mit	25 hm ³
Zusammen	64 km ²	mit	122 hm ³

- 7) Stauraum Margaritzenspeicher (Wochenspeicher):

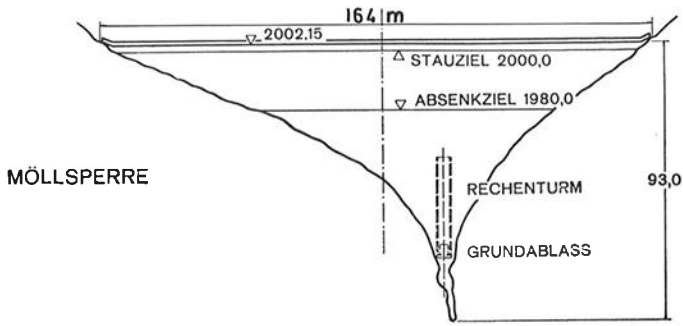
a) Wasserspiegel - Stauziel		2000 m
	Schwerpunkt	1990 m
	Absenkziel	1980 m
b) Inhalt	- Gesamtinhalt	3,8 hm ³
	Nutzinhalt	3,2 hm ³
	Rückhaltevermögen	0,026
c) Geometrie	- Staufläche	0,21 km ²
	Uferlänge	2,9 km
	Uferentwicklung	1,80

Beim Speicherinhalt ist der jetzt annähernd konstant erhaltene Zustand mit 0,4 hm³ Verlandung berücksichtigt. Mit fallweisen Spülungen wurden 0,15 hm³ Sedimente entfernt. Ein 1961 von selbst entstandenes Auffangbecken an der Gletscherzunge hat bisher weitere 0,5 hm³ vom Speicher ferngehalten.

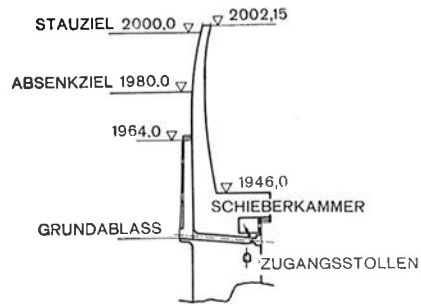


21b MARGARITZENSPERRE

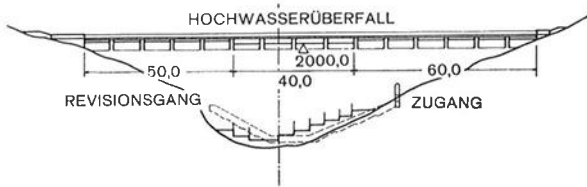
21a MÖLLSPERRE



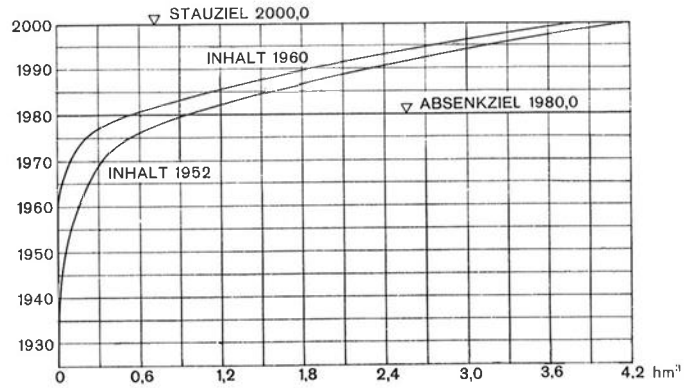
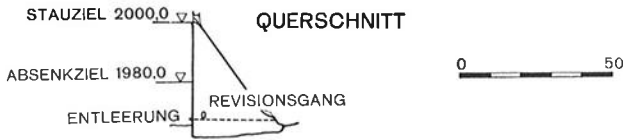
LUFTSEITIGE LÄNGSSCHNITTE



SCHNITT DURCH DEN GRUNDABBLASS



MARGARITZENSPERRE



21b MARGARITZENSPERRE

21a MÖLLSPERRE

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf Oberstufe Limberg	2,6 GWh (23 Stunden)
Hauptstufe Kaprun	6,3 GWh (28 Stunden)
Schwarzach	1,0 GWh (8 Stunden)

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Möglichst verlustfreie Fassung der im Tagesablauf stark schwankenden Gletscherabflüsse und deren Zwischenspeicherung, um den zur Hebung des übergeleiteten Wassers in den Speicher Mooserboden nötigen Betrieb des Möllpumpwerkes dem Angebot an freier Pumpenergie anpassen zu können.

10) Nennbelastung im Talquerschnitt der Bogensehne:

79 000 t.

11) Gründungsgestein: Vom Gletscher ausgeformte Mulde, die sich nach unten in eine vom Möllwasser eingeschnittene Schlucht fortsetzt. Flanken aus festem Kalkglimmerschiefer, nur am rechten Flügel eine Störungszone, deren stark zerhacktes Gestein zu Mehraushub führte und Injektionen zur Verfestigung erforderte.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über tiefster Gründung	93 m
Höhe des Gewölbes	56 m
Kronenlänge	164 m
Kronenbreite	3 m
Fußstärke des Gewölbes	7,5 m
Kronenradius	62 m
Öffnungswinkel	155°
b) Aushub (Fels)	9 000 m ³
Sperrbeton	35 000 m ³
c) Schlankheitsgrad des Gewölbes	0,13
Relative Spannweite des Gewölbes	2,9
Gründungskennzahl	0,26
Bauaufwand	0,44 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Das sehr schlanke Gewölbe findet eine ausgezeichnete Einbindung der Kraftlinien in die sich zum Talboden erweiternden Schichtenlinien. Dadurch überwiegende Gewölbewirkung. Die Erosionsrinne wird unterhalb Kote 1946 durch verbreiterten Fundamentblock abgeschlossen.

14) Einzelheiten: Berechnung der Standsicherheit nach einschnittigem Lastaufteilungsverfahren mit Mittelkragträger und 6 Bogenlamellen. Sohlwasserdruck 25 % des statischen Wasserdruckes luftseits auf Null abnehmend. Rechnungsmäßige Größtwerte: Betondruck 53 kp/cm², Felspressung 40 kp/cm², Biegezug 14 kp/cm². Die Betonierung erfolgte in Blöcken von 14 m Länge mit verzahnten Fugen, die durch Kupferbleche wasserseits und luftseits gedichtet und mit Zementmilch ausgepreßt wurden. Der Rüttelbeton mit 250 kg Portlandzement PZ 225 je m³ unter 0,55 % Frioplastzusatz und einem Wasserzementfaktor 0,51 wurde in drei 750 l-Mischern mit einer größten Tagesleistung von 800 m³ hergestellt und mit

2 Derrickkränen in 2 m hohen Schichten eingebracht. Die Zuschlagstoffe wurden in 4 Fraktionen bis 100 mm Größtkorn aufbereitet. Die Betongüte wurde in einem Baustellenlabor überwacht, wobei mittlere Betonfestigkeiten von 355 kp/cm^2 Druck und 55 kp/cm^2 Biegezug festgestellt wurden.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Dichtungsinjektionen mit Zementmilch, insgesamt 2840 m Bohrungen bis in 60 m Tiefe, Gesamtfläche 8600 m^2 . Mittlere Aufnahme von Injektionsgut 77 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 25 kg je m^2 Schirmfläche.
- 16) Meßeinrichtungen: Ursprünglich wurde neben der geodätischen Überwachung eine größere Zahl von Teleformetern und Thermometern vorgesehen. Später ging man aber auf die Beobachtung von 5 Neigungsgebern mit laufender elektrischer Fernanzeige über, da die geodätische Überwachung nur fallweise erfolgen kann. Die Durchbiegungen der Krone bewegen sich in Grenzen von $\pm 0,9 \text{ cm}$.
- 17) Entlastungsanlagen:
- a) Hochwasserüberlauf: siehe Margaritzensperre.
 - b) Grundablaß I unterhalb der Triebwasserfassung am linken Hang (VB), Einlaufschwelle auf 1961 m, mit Dammtafelverschluß $2,6 \times 3,0 \text{ m}$. Umlaufstollen $\varnothing 2,4 \text{ m}$, 90 m lang, mit luftseitigem Düsenschieber $1,0 \times 1,0 \text{ m}$.
 - c) Grundablaß II im Fundamentblock (VO), Abfallschacht mit 3 Einläufen übereinander, Auslauf auf Höhe 1930 m mit schrägem Düsenschieber $1,0 \times 1,0 \text{ m}$, Förderfähigkeit $30 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 18) Triebwasserfassung: Der Einlauf zum Möllüberleitungsstollen mit der Schwellenhöhe 1972,5 m liegt vor dem linken Sperrenflügel. Der Einlaufrechen mißt $2 \times 2,2 \times 5,0 \text{ m}$. Nach 50 m Stollen sind in einer Schieberkammer zwei Abschlußschützen $2,5 \times 2,5 \text{ m}$ eingebaut. Der Überleitungsstollen fördert maximal $20 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 19) Baukosten: In der Schillingeröffnungsbilanz 1955 mit einem Wiederbeschaffungswert von 67 Mio S eingesetzt.
- 20) Schrifttum:
- Tauernkraftwerke AG: Festschrift "Die Oberstufe Glockner-Kaprun", 1955.

21b (20b) MARGARITZENSPERRE

- 1) Sperrtyp: 39 m - PG
Leicht gekrümmte Gewichtsmauer mit zentralem Hochwasserüberlauf.
- 2) bis 9) siehe Möllsperre
- 10) Nennbelastung: 27 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Fläche, vom Eis geformte Ablaufrinne parallel zur Möllschlucht, die zweites Sperrbauwerk zum Abschluß der Speichermulde nötig macht. Guter Kalkglimmerschiefer, am rechten Flügel quert ein Grünschieferband.
- 12) Hauptmaße:
- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| a) Höhe über Gründungssohle | 39 m |
| Kronenlänge | 175 m |
| Kronenbreite | 2 m |
| Fundamentbreite | 30 m |
| Kronenradius | 150 m |
| b) Aushub (Fels) | 6 000 m ³ |
| Sperrbeton | 33 000 m ³ |
| c) Schlankheitsgrad | 0,77 |
| Gründungskennzahl | 0,18 |
| Bauaufwand | 1,22 m ³ /t. |
- 13) Besondere Merkmale: Gekrümmte Anordnung dient der besseren Anpassung des Sperrkörpers an das Gelände, blieb aber in der Standberechnung unberücksichtigt. Ein Alternativvorschlag für eine echte Bogengewichtsmauer erwies sich als wirtschaftlich unterlegen, da die schlankere Form durch größere Bogenlängen aufgewogen wurde.
- 14) Einzelheiten: Das Profil hat lotrechte Wasserseite und 1 : 0,72 geneigte Luftseite und wurde unter Annahme eines auf Null abnehmenden größten Sohlwasserdruckes von 0,5 des statischen Wasserdruckes berechnet.
- Der Sperrbeton ist der gleiche wie jener der Möllsperre. Die mittleren Festigkeiten nach 90 Tagen betragen 329 kp/cm² Druck und 54 kp/cm² Biegezug. Die Zufuhr von der Mischanlage erfolgte mit Feldbahn, der Einbau in 2 m hohen Schichten mit zwei Turmdrehkränen.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Ein Primärschirm mit 50 m Tiefe und ein 25 m tiefer Sekundärschirm.
- 16) Meßeinrichtungen: Im Sperrkörper wurden Teleformeter und Thermometer eingebaut, doch stützt sich die laufende Beobachtung hauptsächlich auf 3 nach-

träglich angebrachte Klinometer, sowie auf die Auftriebsglocken. Die Durchbiegungen der Sperrenkrone halten sich im Bereich von $\pm 0,6$ cm. Die Sohlwasserdrucke liegen wasserseits bei 10 - 95 % des vollen Staudruckes, luftseits bei 0 - 25 %. Das Staubecken ist durch Schluffssande so gut abgedichtet, daß keine Wasserverluste auftreten.

- 17) Entlastungsanlagen: Der Hochwasserentlastung dient der zentrale Kronenüberlauf (LC) mit 44 m Breite auf Höhe 2000 m des Stauzieles, der bei 1,15 m Überstau $70 \text{ m}^3/\text{s}$ abführt. Darüber hinausgehende Hochwässer überströmen auch restliche 88 m der Sperrenkrone auf Höhe 2001,15 m.

Das Rechnungshöchstwasser von $210 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $4,75 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ wird mit 1,65 m Überstau bewältigt. Zum Schutz gegen Felskolke sind am luftseitigen Sperrenfuß Strahlableiter eingebaut.

- 18) Triebwasserfassung: siehe Möllsperre
- 19) Baukosten nach Schillingeröffnungsbilanz 1955: 49 Mio S.
- 20) Schrifttum: siehe Möllsperre.

22 (24) DOBRASPERRE

- 1) Sperrtyp: 52 m - VRC
Gewölbesperre vom Zylindertyp mit Kronenüberlauf.
- 2) Geographie: $48^{\circ}36' \text{ N}$, $15^{\circ}25' \text{ O}$
Gewässer: Kamp
Flußgebiet: Donau
Nächster Ort: Zwettl.
- 3) Bauherr: Niederösterreichische Elektrizitätswerke AG (NEWAG)
Johann Steinböck Str. 1, A-2344 Maria Enzersdorf - Südstadt.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe der Kampkraftwerke, Spitzenkraftwerk Krumau (65 m, 16 MW, 40 GWh), anschließend Ausgleichskraftwerk Thurnberg-Wegscheid (20 m, 3 MW, 12 GWh).
- 5) Baujahre: 1951 - 1953, erster Vollstau Juli 1955, bis dahin Verzögerung des Dauerbetriebes wegen geologisch bedingter Ausfälle im Triebwasserweg und in weiterer Folge im Grundablaßstollen.
- 6) Hydrologie: Einzugsgebiet 940 km^2 mit 271 hm^3 .

7) Stauraum (Jahresspeicher und Unterbecken für Pumpspeicherwerk Ottenstein):

a) Wasserspiegel - Stauziel		437 m
	Speicherschwerpunkt	429 m
	Absenkziel	410 m
	Absenkziel für Pumpspeicherung	435 m
b) Inhalt	- Gesamtinhalt	21 hm ³
	Nutzinhalt Jahresspeicher	20 hm ³
	Nutzinhalt Pumpspeicherung	3 hm ³
	Rückhaltevermögen	0,074
c) Geometrie	- Staufläche	1,5 km ²
	Uferlänge	19,4 km
	Uferentwicklung	4,45

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf Krumau	2,7 GWh (190 Stunden)
Wegscheid	0,8 GWh (320 Stunden)
<hr/>	
Bezogen auf die Werksgruppe	3,5 GWh
Pumpspeicherung	(20 MW Leistung)
	5,2 GWh (260 Stunden).

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Bereitstellung von Starklastenergie für das Landesversorgungsnetz in der nach einem einheitlichen Betriebsplan konzipierten und betriebenen Werksgruppe. Der von Natur aus schon außergewöhnlich hohe Winteranteil von 42 % am Triebwasser der Werksgruppe wird durch die beiden Jahresspeicher Ottenstein und Dobra auf 68 % angehoben. Bei gefülltem Speicher steht die oberste 2 m-Lamelle für die Entnahme von Pumpwasser im Pumpspeicherwerk Ottenstein zur Verfügung. Erhöhter Hochwasserschutz für den besiedelten Unterlauf des Flusses.

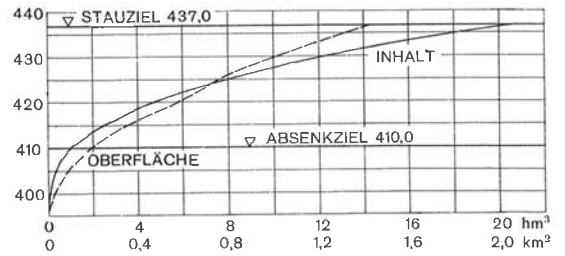
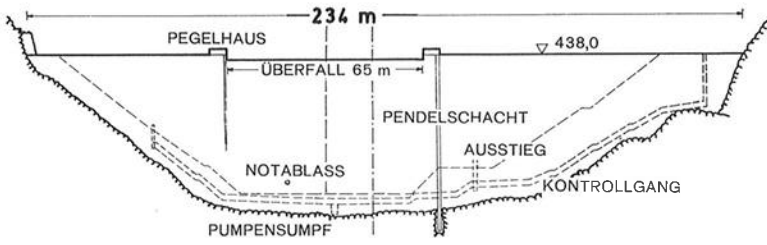
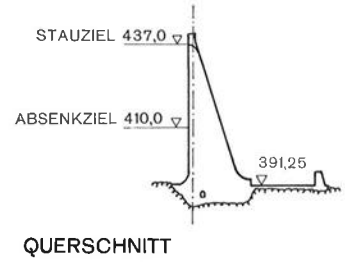
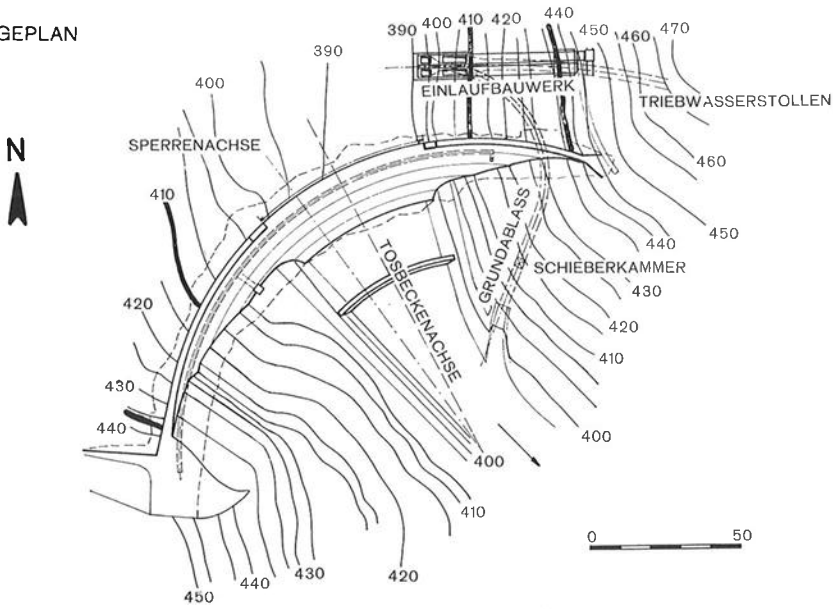
10) Nennbelastung in Bogensehne: 69 000 t.

11) Gründungsgestein: Orthogneise mit eingeschalteten Amphibolitbänken geringer Mächtigkeit und Zwischenlagen von Glimmerschiefer, an der Talsohle in geringer Tiefe anstehend. Am linken Hang seichte Überdeckung durch Hangschutt und Mutterboden, an der rechten Talflanke oberflächlich stark gefaltete und zerdrückte, teilweise zu Blockwerk aufgelockerte Gneise, stark mit Glimmerschiefer und Lehmassen durchsetzt. Der in 14) erwähnte Felsgrundbruch im guten Gestein der linken Flanke kam geologisch völlig überraschend und durch nichts vorhersehbar.

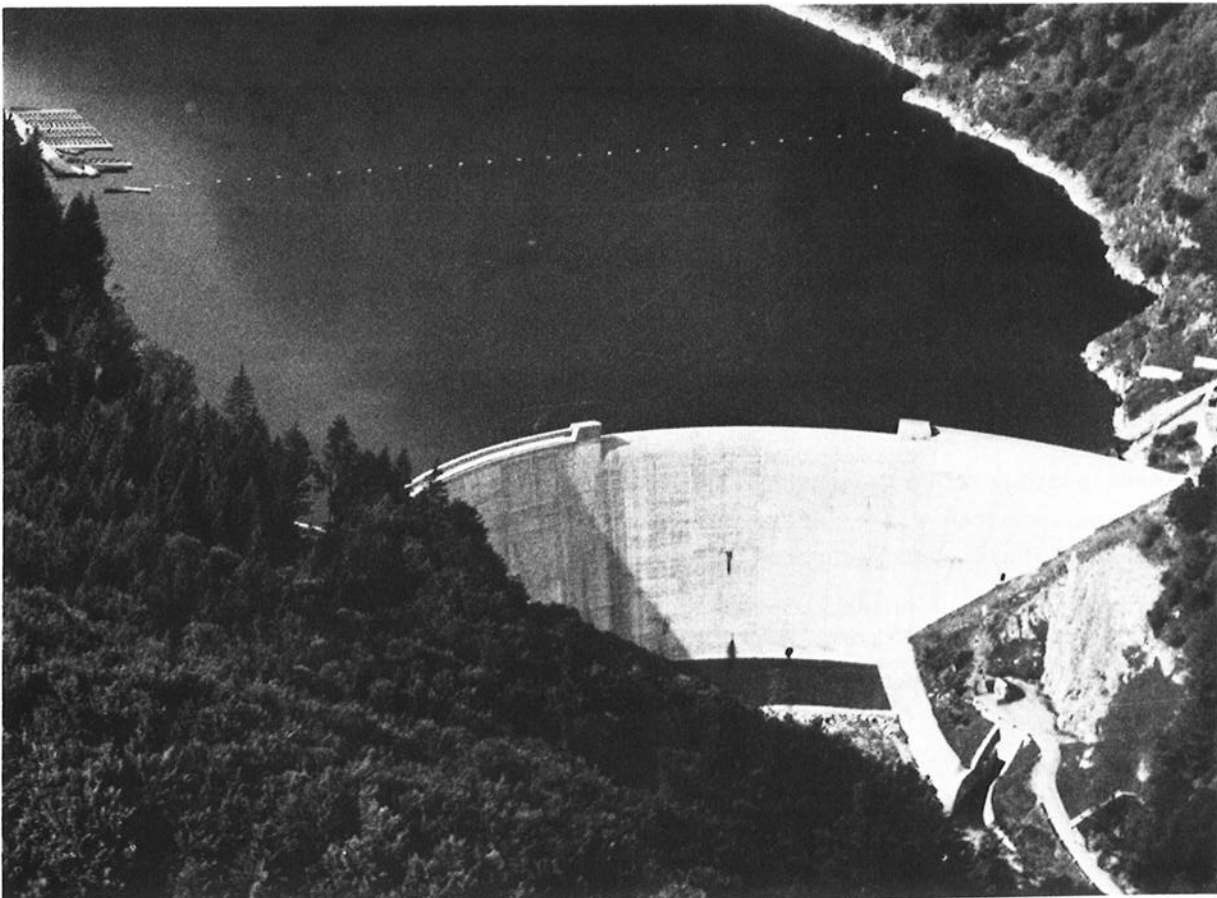
12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	52 m
Kronenlänge	234 m
Kronenbreite	2,4 m
Fundamentbreite	20 m
Kronenradius	107 m

LAGEPLAN



WASSERSEITIGER LÄNGSSCHNITT



b) Aushub:	Lockermassen	39 000 m ³
	Fels	30 000 m ³
	<hr/>	
	zusammen	69 000 m ³
	Sperrenbeton	90 000 m ³
c) Schlankheitsgrad		0,38
Relative Spannweite		4,5
Gründungskennzahl		0,77
Bauaufwand		1,30 m ³ /t

Die große Aushubmenge ist durch die während des Baues erkannte Notwendigkeit entstanden, die oberflächlichen Lockermassen am rechten Hang bis auf gesunden Fels abzuräumen.

- 13) Besondere Merkmale: Erste Zylindermauer in Österreich, bevorzugt gegenüber zuerst geplanter Gewichtsmauer wegen höherer Sicherheit, günstigerer Einbindung und geringeren Betonaufwandes. Überfallkrone und Stauziel nachträglich noch um 1 m erhöht.
- 14) Einzelheiten: Statische Vorberechnung für eine symmetrische Ersatzmauer nach einschnittigem Lastaufteilungsverfahren mit Mittelkragträger und 5 Bogenlamellen, für 4 Hauptlastfälle und einen Katastrophenfall ohne Kragträgerwirkung infolge waagrechter Rißbildung. Hauptberechnung mit den endgültigen Sperrenmaßen, nach einschnittiger Lastaufteilung mit 6 Kragträgern und 5 Bogenlamellen, jedoch nur mehr für 2 Lastfälle. Größte Hauptspannungen zu 36 kp/cm² Druck und 12 kp/cm² Zug ermittelt.

Für eine kürzlich durchgeführte statische Überprüfung des Sperrenkörpers und des Untergrundes unter den inzwischen verfeinerten Sicherheitskriterien wurde das Lastaufteilungsverfahren mit dreifachem Ausgleich für 5 Bogenlamellen und 7 Kragträgerlamellen angewandt. Die Berechnung erfolgte für 2 Lastfälle, als größte Hauptspannungen ergaben sich 47 kp/cm² Druck und 12 kp/cm² Zug.

Betonherstellung mit 200 kg Portlandzement PZ und EPZ 225 und 40 kg steirischem Trass je m³ unter 0,5 % Frioplastzusatz, Wasserbindemittelfaktor 0,53. Zuschlagstoff 20 % zugeführter Quarzsand, 80 % gebrochener Gneis mit Größtkorn 120 mm in 5 Fraktionen zugegeben. Betonzusammensetzung im Labor der DoKW bestimmt, im Baustellenlabor laufend überwacht. Einbringung des in 2 Freifallmischern zu 750 l hergestellten Betons mit Turmdrehkränen auf der Sperrenluftseite. Blocklänge maximal 16 m, Schichthöhe 2,25 m. Mittlere Betonfestigkeit nach 90 Tagen 266 kp/cm² Druck und 52 kp/cm² Biegezug.

Rechtsufrige Widerlagerblöcke verstärkt und schubsicher verdübelt. Ein Block in Sperrenmitte wurde zur Förderung der Abkühlung und zur zusätzlichen Hochwassersicherheit zurückgehalten und erst im nächsten Baujahr nachgezogen.

Blockfugen mit 1 mm Kupferblech gegen Außenflächen abgedichtet und verpreßt, wobei nach dem Verfahren Dr. Lauffer dem Sperrenkörper eine Vorspannung von 4,8 kp/cm² aufgezwungen wurde, um den relativ hohen Kragträgerspannungen zu begegnen. Nach strengem Frostwinter 1954/55 neuerliches Auspressen erforderlich.

Im Dezember 1953 wurde die Triebwasserleitung wegen Reparaturarbeiten an einer Rohrbrücke abgesperrt. Als Pflichtwassermenge für die Unterlieger wurden 5 m³/s

durch den Grundablaß abgegeben, wobei sich durch Undichtheiten ein Kluftwasserdruck aufbauen konnte, der nach 10 Tagen zum Grundbruch einer Felsscholle von 40 m Ausdehnung führte. Durch den freiwerdenden Spalt von 80 cm Breite erfolgte ein Austritt von $100 \text{ m}^3/\text{s}$ bis zur Entleerung des Speichers. Der Grundablaßstollen wurde daraufhin gepanzert.

Im Jahre 1955 wurde die Erhöhung des Stauzieles von 436 m auf 437 m beschlossen, was durch Aufsetzen einer bewehrten Kappe und deren sorgfältige Verankerung in den Altbeton geschah.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Injektionsschleier an der Wasserseite vom Kontrollgang bis in 25 m Tiefe, Gesamtfläche 6700 m^2 , Bohrlänge 3250 m. Injektion mit Portlandzement und Trasszusatz, mittlere Aufnahme einschließlich der klüftigen Zonen 138 kg je Laufmeter Bohrung bei 15-25 atü Einpreßdruck. Im Fels betrug die mittlere Aufnahme 95 kg je Laufmeter bzw. 67 kg je m^2 Schirmfläche. Kontaktinjektionen in der ganzen Aufstandsfläche.

In der Zerrüttungszone im oberen Teil des rechten Hanges erfolgt der Dichtschluß mit einer radial zur Sperre angeordneten kurzen Flügelmauer.

- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung mit 11 Zielpunkten und Alignementmessung der Sperrenkrone. In einem Block in Sperrenmitte konzentriert: Pendellot, Temperaturmesser (22) in 5 Ebenen, Dehnungsmesser (10) zur Fugenspaltmessung. 33 Sohlwasserdruckmesser, nachträglich auch 5 Sickerwasser-Meßstellen am linken Hang eingebaut.

Durch die Vorspannung nach Dr. Lauffer wurde die Krone 4 mm wasserseits verschoben und der rechte Widerlagerblock 4 mm in die Flanke gedrückt. Die größten Kronenbewegungen unter Belastung bzw. Entlastung und Temperatureinfluß liegen bei 25 mm. Sohlwasserdruck hinter dem Dichtungsschirm zu maximal 40 % des statischen Wasserdruckes gemessen, Sicker Mengen bei Vollstau unter $0,1 \text{ l/s}$.

- 17) Entlastungsanlagen:

- a) Freier Kronenüberfall in Sperrenmitte (LC), 65 m lang, Tosbeckengestaltung mit Gegenschwelle nach Modellversuch der Techn.Universität Graz. Förderfähigkeit $473 \text{ m}^3/\text{s}$ bei 2,2 m Überstau (Freibord nur mehr durch Brüstungsmauer gegeben) bzw. $500 \text{ m}^3/\text{s}$ bei 2,28 m Überstau.
- b) Grundablaß im linken Talhang (VB), Einlauf gemeinsam mit Triebwasserfassung, Schwelle auf Höhe 396 m, gepanzelter Stollen $\varnothing 2,2 \text{ m}$, 120 m lang, nahe dem luftseitigen Ende Schieberkammer mit Rollschütze $2,2 \times 1,8 \text{ m}$. Fördert bei Stauziel $80 \text{ m}^3/\text{s}$. Diente während des Baues als Umlaufstollen.
- c) Notauslaß durch die Sperre (VO) $\varnothing 1,50 \text{ m}$, Achse auf Höhe 396 m. Durch Sprengdeckel verschlossen, Förderfähigkeit bei Absenkziel $22 \text{ m}^3/\text{s}$, bei Stauziel maximal $39 \text{ m}^3/\text{s}$.
- d) Gesamtentlastung $580 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $0,62 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$.

- 18) Triebwasserfassung: Am linken Ufer etwa 30 m oberhalb der Sperre. Einlauf mit Schwellenhöhe 403 m über dem Einlauf zum Grundablaß, $2 \times 3,0 \times 9,5 \text{ m}$ Rechen und Dammbalkenverschluß. Druckstollen $\varnothing 3,60 \text{ m}$ fördert $30 \text{ m}^3/\text{s}$.

19) Baukosten der Sperre mit Wasserfassung auf Preisbasis 1953: 84 Mio S.

20) Schrifttum:

- Exner Ch.: "Über geologische Aufnahmen beim Bau der Kampkraftwerke". Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt, Wien 1953, Heft 2.
- Petzny H. und Stiny J.: "Wassersprengung und Sprengwasser". Geologie und Bauwesen 1956, Heft 2. (Nimmt Bezug auf den Felsgrundbruch).
- Stiny J.: "Felsgrundbrüche im Baugelände von Wasserkraftanlagen". Geologie und Bauwesen 1956, Heft 3/4.
- Niederösterreichische Elektrizitätswerke AG: "Kampkraftwerke". Sonderheft der Österr. Wasserwirtschaft 1957, Heft 12.
- Petzny H.: "Meßeinrichtungen und Messungen an der Gewölbesperre Dobra". Heft 6 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1957.

24 (29) WEISSEE - SPERRE

- 1) Sperrtyp: 39 m - PG
Gewichtsmauer mit gerader Krone.
- 2) Geographie: 47°08' N, 12°38' O
Gewässer: Weißsee (Weißbach)
Flußgebiet: Stubache, Salzach, Inn
Nächster Ort: Uttendorf.
- 3) Bauherr: Österreichische Bundesbahnen (ÖBB),
Elektrotechnische Direktion
Daffingerstraße 4, A-1030 Wien.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Stubachtal für die Bahnstromversorgung mit
16,66 Hertz, eigene kleine Oberstufe zum Tauernmoossee geplant, derzeit Fernspeicher für die dreistufige Ausnützung in
Enzingerboden (540 m, 81 MW, 120 GWh),
Schneiderau (420 m, 35 MW, 115 GWh),
Uttendorf (230 m, 27 MW, 75 GWh).
- 5) Baujahre: 1950 - 1952, erster Vollstau 1953.
- 6) Hydrologie: Sammelspeicher für die Beileitung Nord mit 3 Wasserfassungen und
6 km Stollen.

Eigenes Einzugsgebiet	5 km ² mit 14 hm ³
Beileitung Nord	5 km ² mit 12 hm ³
Zusammen	10 km ² mit 26 hm ³

7) Stauraum (Jahresspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	2250 m
Speicherschwerpunkt	2232 m
Absenkziel	2197 m
b) Inhalt - Gesamtinhalt	16 hm ³
Nutzinhalt	15,7 hm ³
Rückhaltevermögen	0,60
c) Geometrie - Staufläche	0,50 km ²
Uferlänge	3,3 km
Uferentwicklung	1,30

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Enzingerboden	17 GWh (210 Stunden)
Schneiderau	13 GWh (370 Stunden)
Uttendorf	7 GWh (260 Stunden)
Werksguppe	37 GWh

b) Fernwirkung auf 1977 bestehende und in Bau befindliche Unterliegerwerke an Salzach, Inn und Donau:

zugunsten von	Österreich	BRD
Salzach	5 GWh	-
Inn	1 GWh	1 GWh
Donau	3 GWh	-
zusammen	9 GWh	1 GWh
	10 GWh	

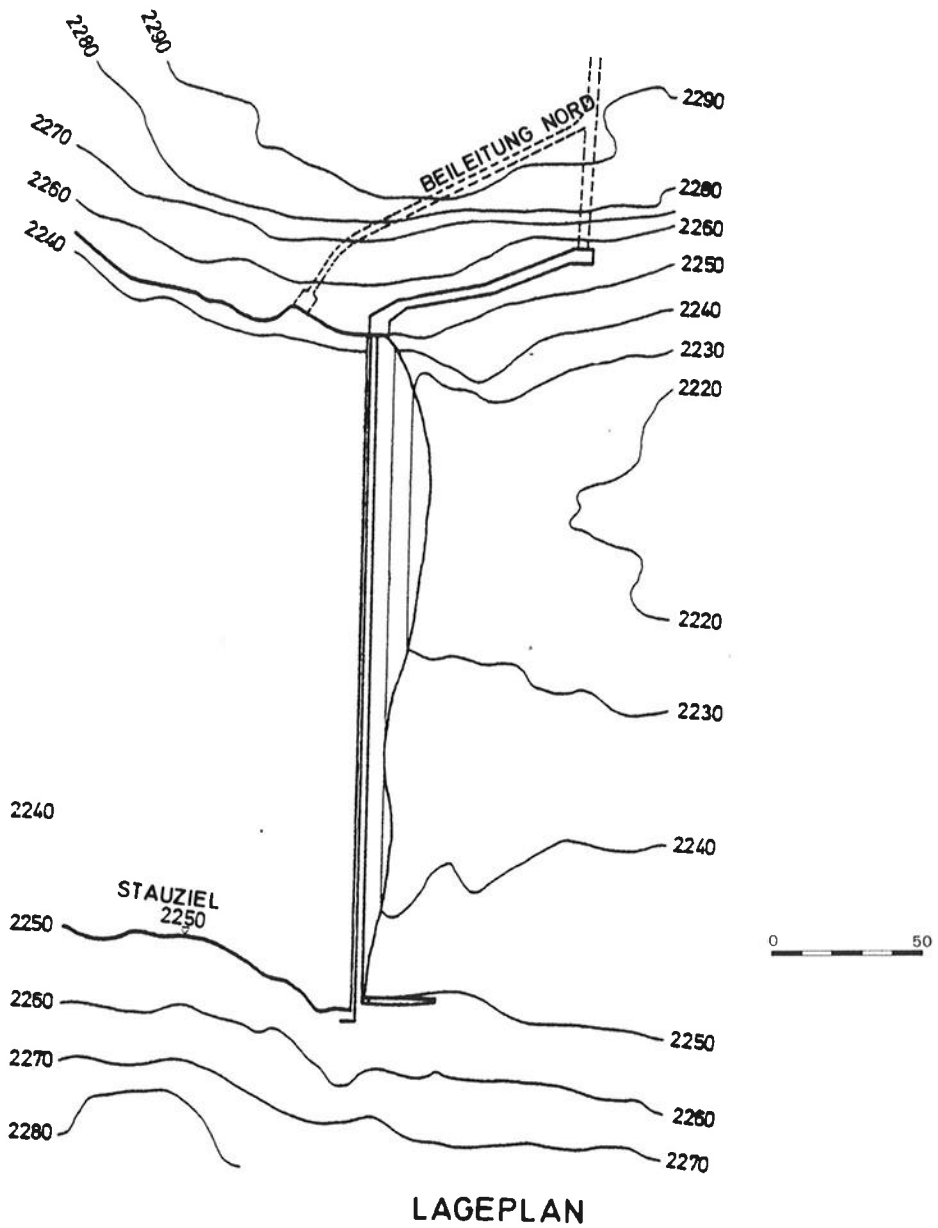
9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Vergrößerung des Speichervolumens und des Jahreszuflusses der Stubachwerke, bisher noch ohne die geplante oberste Kraftstufe freier Auslauf des Betriebswassers in den Tauernmoossee.

10) Nennbelastung: 46 000 t.

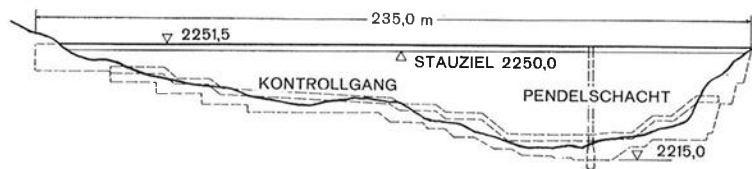
11) Gründungsgestein: Fester und gesunder Zentralgneis. Verschiedenes Einfallen des Grundgebirges an den beiden Flanken ist durch die zur Ruhe gekommene Störung längs der Talfurche verursacht.

12) Hauptmaße:

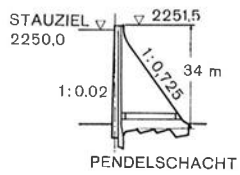
a) Höhe über Gründungssohle	39 m
Kronenlänge	235 m
Kronenbreite	3 m
Fundamentbreite	30 m
b) Aushub	25 000 m ³
Sperrbeton	64 000 m ³



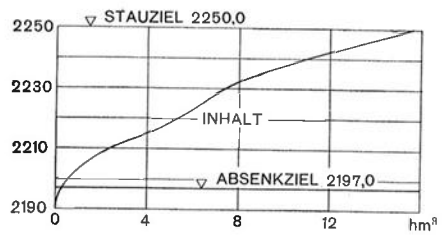
LAGEPLAN



LUFTSEITIGE ANSICHT



QUERSCHNITT

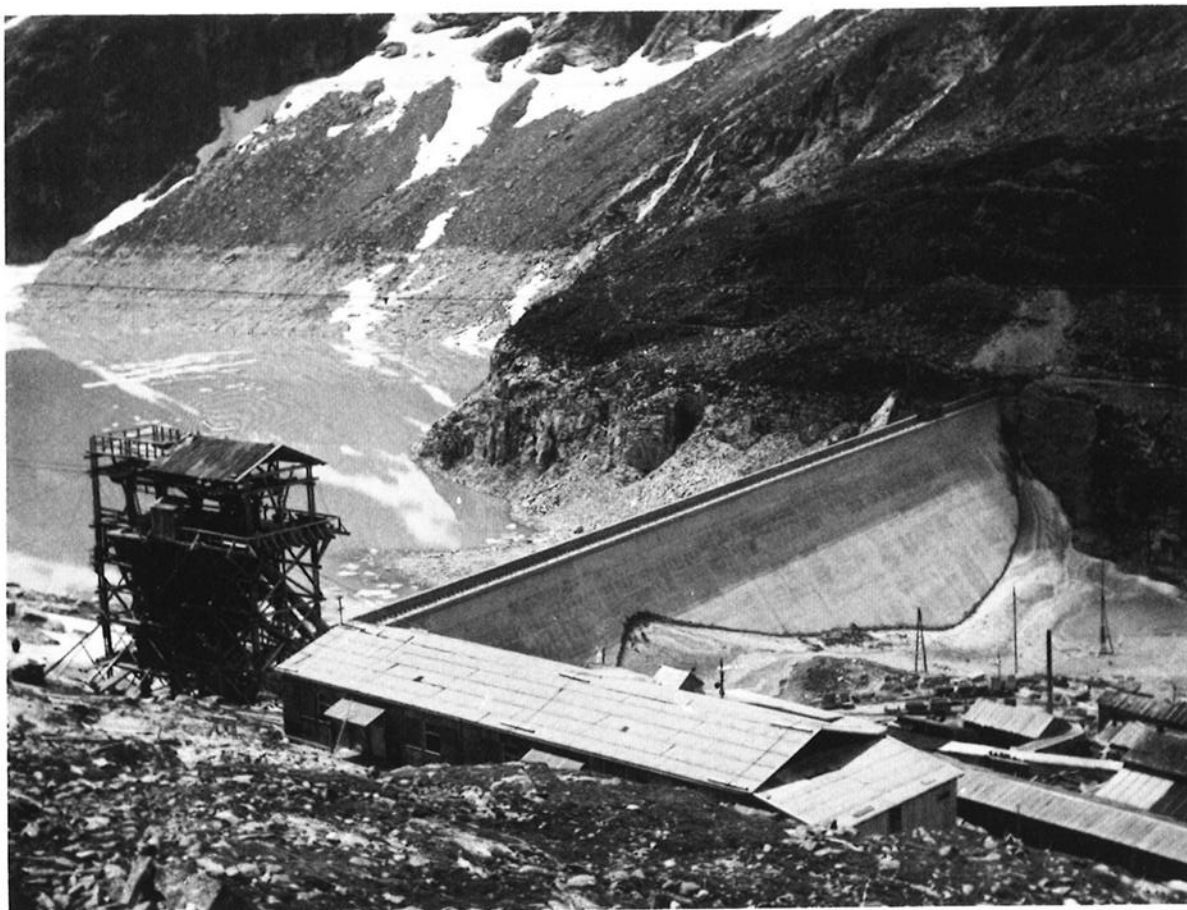


c) Schlankheitsgrad	0,77
Gründungskennzahl	0,39
Bauaufwand	1,39 m ³ /t

Die 7 m hohe und 64 m lange Nebensperre (Ostsperre) hat 710 m³ Rauminhalt.

- 13) Besondere Merkmale: Die Gewichtsmauer ruht auf einer mit dem Untergrund verzahnten, 3 m starken Grundplatte auf, über der ein Kontrollgang verläuft. Abwehr des Sohlwasserdruckes durch eine Reihe von schließbaren Entlastungsschächten an der Wasserseite. Ein niedriger Sattel gegen den Tauernmoossee wird mit einer kleinen Gewichtssperre abgeschlossen, die gleichzeitig als Hochwasserüberlauf dient.
- 14) Einzelheiten: Standberechnung für das Grunddreieck mit 1 : 0,02 geneigter Wasserseite und 1 : 0,72 geneigter Luftseite, Sohlwasserdruck von 85 % des statischen Wasserdruckes auf Null abnehmend. Größte Betonspannung zu 6,7 kp/cm² Druck und 1,1 kp/cm² Zug ermittelt.

Zuschlagstoffe mit Seilbaggern dem Seegrund entnommen und in 4 Fraktionen bis 100 mm Größtkorn aufbereitet. Beton in zwei Sorten im TKW-Labor in Kaprun entwickelt: Vorsatzbeton mit 300 kg Portlandzement PZ 225 je m³ und 0,5 % Frioplastzusatz, Wasserzementfaktor 0,45. Kernbeton mit 180 kg PZ 225 je m³ und 0,5 % Frioplast, Wasserzementfaktor 0,68. Mittlere Betondruckfestigkeiten nach 90 Tagen 286 kp/cm² für Vorsatzbeton bzw. 166 kp/cm² für Kernbeton, Biegezugfestigkeit nach 28 Tagen 44 kp/cm² bzw. 20 kp/cm².



24 Weißseesperre

Herstellung des Rüttelbetons in einem Contimischer. Einbringung mit Kabelkran-
kübel über Transportbühne und Verteilrüssel in Blöcke von 15 m Länge, Betonier-
abschnitte 1,7 m hoch. Vorsatzbeton in der 2-3 m starken Grundplatte, sowie
wasserseitig 2 m stark, luftseitig 1 m stark.

Blockfugen mit Kupferblechdichtung und Kontrollschächten.

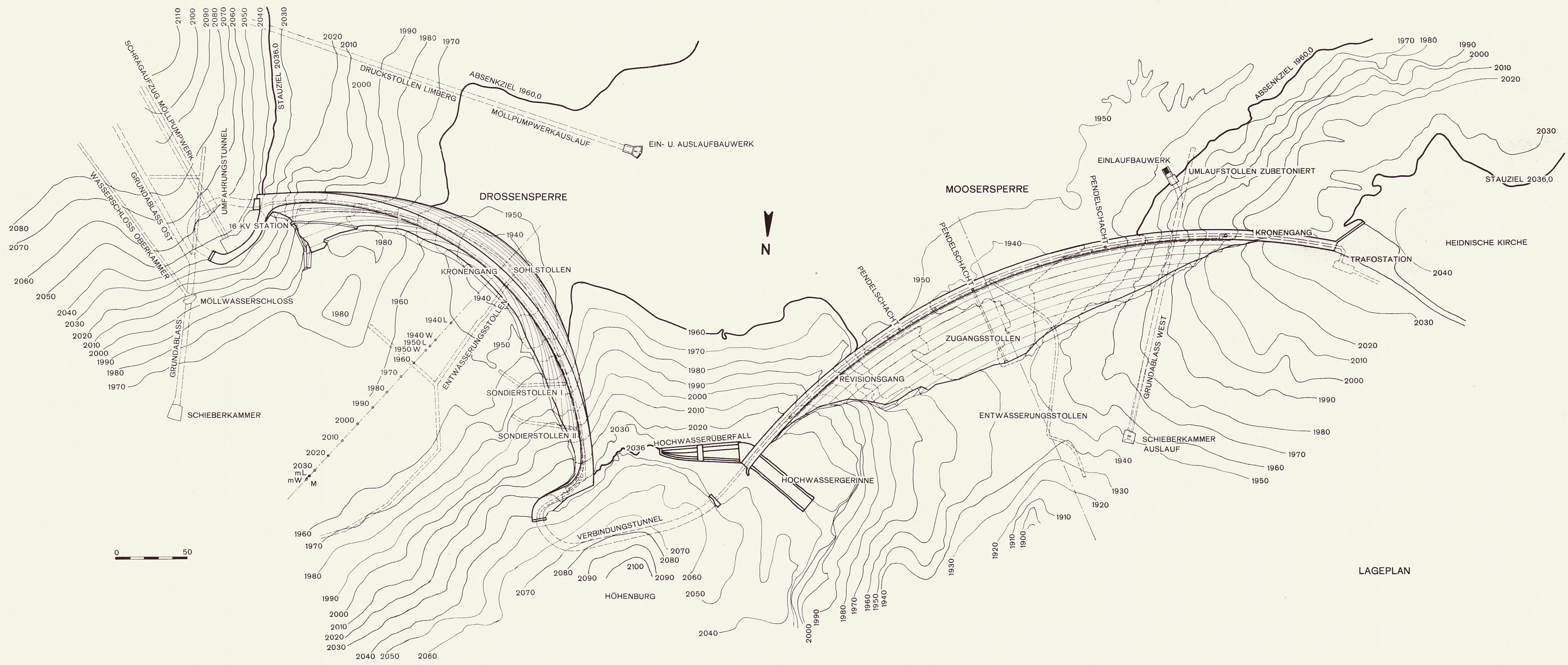
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Dichtungsschirm bis in 15 m Tiefe, insgesamt 3500 m² Flä-
che und 2700 m Bohrlänge. Injektionen mit Zement, mittlerer Verbrauch 49 kg je
Laufmeter Bohrung bzw. 38 kg je m² Schirmfläche. Kontaktinjektionen in der Auf-
standfläche.
- 16) Meßeinrichtungen: 1 Pendellot bis 6 m in den Gründungsfels, ursprünglich 30
Temperaturmeßstellen inzwischen zur Gänze ausgefallen. 25 Sohlwasserdruck-
glocken zeigen nur ganz vereinzelt Wasseraustritte, größter Auftrieb zu 0,46
des statischen Wasserdruckes gemessen.
- 17) Entlastungsanlagen: Freier Überlauf über die Ostsperre (LB) 18,4 m lang mit
gepflasterter Ablaufrinne. Fördert bei 0,7 m Überstau (0,8 m restlicher Frei-
bord) 23 m³/s entsprechend 4,25 m³/s.km².
- 18) Triebwasserfassung: Geregelt Wasserabgabe durch den See-Anstichstollen im
östlichen Seeriegel. Einlauf auf 2197 m mit Grobrechen, 100 m lange Rohrlei-
tung Ø 1,5 m im Stollen zur Schieberkaverne mit Ringschieber und Abzweigstut-
zen für die geplante Oberstufe. Anschließend 350 m langer Freispiegelstollen
2,0 x 2,0 m in Talfurche zum Tauernmoossee ausmündend. Fördert 6,0 m³/s. Im
Einlaufbereich Pumpanlage zur weiteren Absenkung des Weißsee mit 83 l/s.
- 19) Baukosten auf Preisbasis 1953: 49 Mio S.

20) Schrifttum:

Schiffmann: "Der Anstich des Weißsee in der Granatspitzgruppe".
Österr. Bauzeitschrift 1947, Heft 4/6.

26a (8a) MOOSERSPERRE

- 1) Sperrentyp: 107 m - PG
Gewichtsmauer mit leichter Bogenwirkung.
- 2) Geographie: 47°10' N, 12°44' O.
Gewässer: Kapruner Ache
Flußgebiet: Salzach, Inn
Nächster Ort: Zell am See.

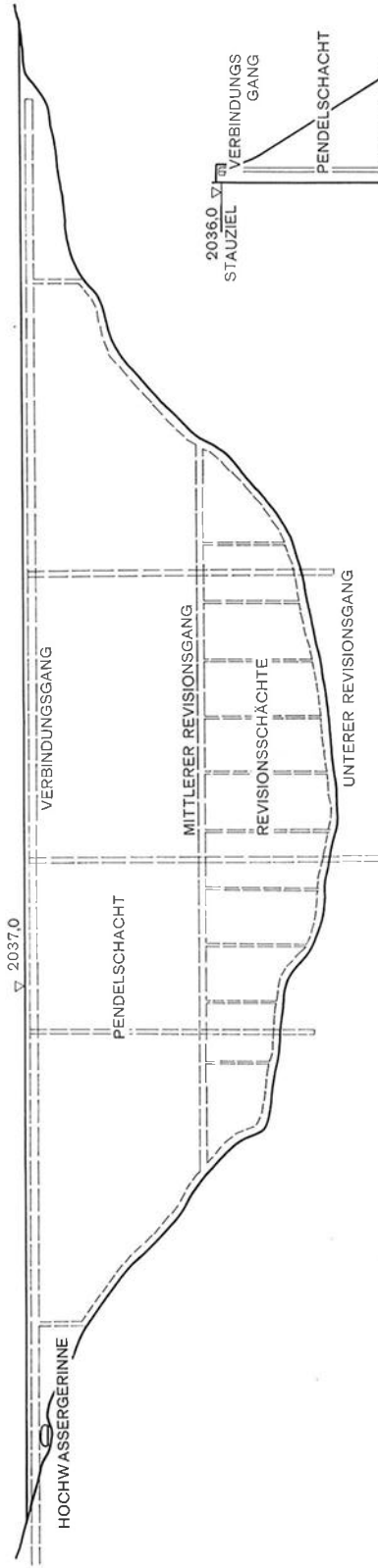


LAGEPLAN

26b DROSSENSPERRE

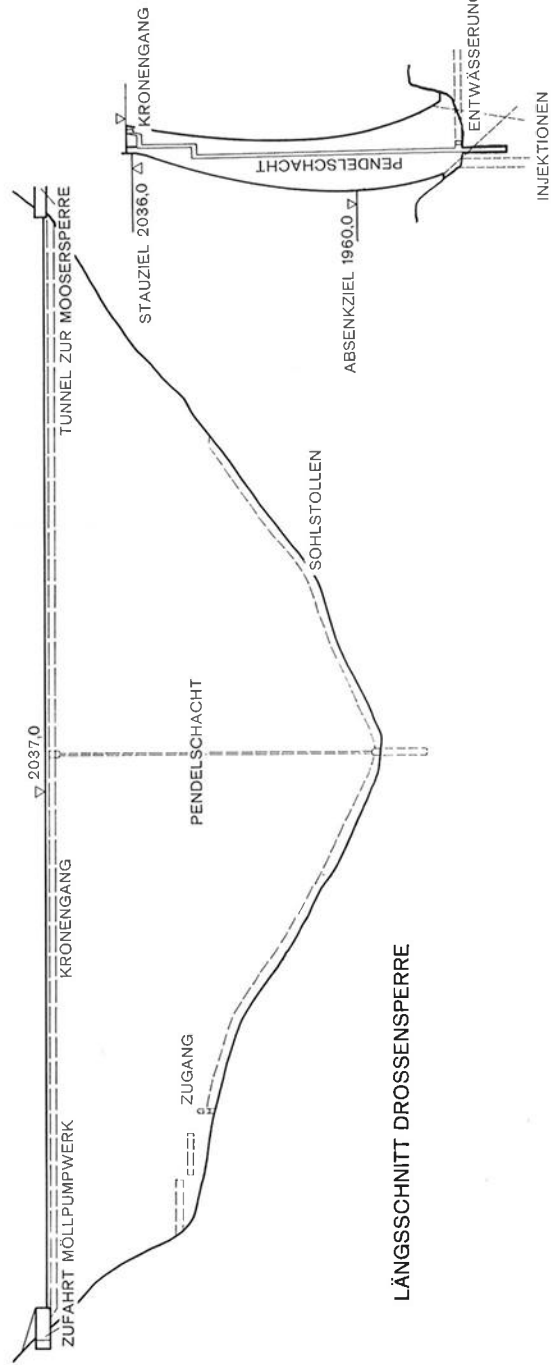
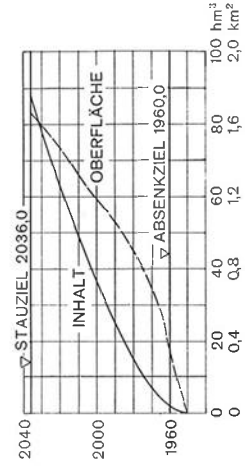
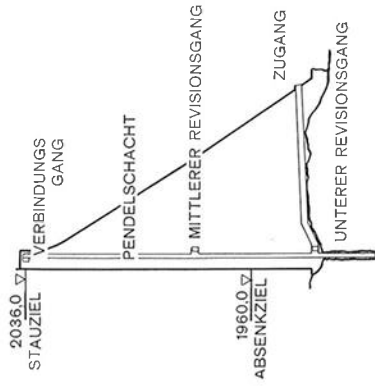
26a MOOSERSPERRE

LÄNGSSCHNITT MOOSERSPERRE



26a MOOSERSPERRE

QUERSCHNITT MOOSERSPERRE



QUERSCHNITT DROSSENSPERRE

LÄNGSSCHNITT DROSSENSPERRE

26b DROSSENSPERRE

- 3) Bauherr: Tauernkraftwerke AG (TKW)
Rainerstraße 29, A-5020 Salzburg.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Glockner-Kaprun mit
Oberstufe Limberg (365 m, 112 MW, 157 GWh mit Pumpspeicherung)
Hauptstufe Kaprun (861 m, 220 MW, 475 GWh).
Nachgeschaltet die Salzachstufe
Schwarzach (149 m, 120 MW, 465 GWh).
Zur Füllung des Speichers aus dem Beileitungshorizont sind im
Möllpumpwerk 25 GWh Pumpstrom bei 13 MW Leistung erforderlich.
- 5) Baujahre: 1952 - 1955. Erster Vollstau September 1956. Teilstau Kote 2006
im Jahre 1955. Das zulässige Stauziel wurde 1959 um 1 m von Kote
2035 auf 2036 m erhöht.
- 6) Hydrologie: Zum Einzugsgebiet der Kapruner Ache kommen noch Beileitungen von
der Möll (Tauern-Südseite) und vom benachbarten Käfertal mit Stollen von zu-
sammen 14 km Länge.

Eigenes Einzugsgebiet	27 km ² mit	62 hm ³
Beileitung Käferbäche	8 km ² mit	8 hm ³
Möll und Leiterbach	64 km ² mit	122 hm ³
Zusammen	99 km ² mit	192 hm ³

7) Stauraum Mooserboden (Jahresspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	2036 m
Schwerpunkt	2007 m
Absenkziel	1960 m
b) Inhalt - Gesamtinhalt	87 hm ³
Nutzinhalt	85 hm ³
Rückhaltevermögen	0,44
c) Geometrie - Staufläche	1,66 km ²
Uferlänge	6,7 km
Uferentwicklung	1,47

Zusammen mit dem Jahresspeicher Wasserfallboden der Hauptstufe beträgt das
Rückhaltevermögen 0,70. Die Stauraumverlandung wird durch Echolotung überwacht;
in den ersten 18 Betriebsjahren lagerten sich erst 0,2 hm³ ab.

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf die Oberstufe Limberg	70 GWh (625 Stunden)
Hauptstufe Kaprun	168 GWh (765 Stunden)
Werksgruppe	238 GWh

Auswirkung in der Stufe Schwarzach 25 GWh (205 Stunden)

- b) Fernwirkung auf weitere 1977 in Betrieb und in Bau befindliche Laufkraftwerke an der Salzach, dem Unteren Inn und der Donau:

Gewinn zugunsten:	Österreich	BRD
Salzach und Inn	7 GWh	5 GWh
Donau	14 GWh	1 GWh
Zusammen	21 GWh	6 GWh
	27 GWh	

- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Volle Ausnützung der im Kapruner Tal gegebenen Möglichkeiten zur Anlage von Jahresspeicherbecken für die sichere Versorgung mit Spitzenenergie, Ergänzung des Speichers Wasserfallboden durch die Oberstufe. Da der natürliche Zufluß der Kapruner Ache für die Füllung beider Speicher nicht ausreicht, war zusätzlich die Möll beizuleiten. Die Hintereinanderschaltung zweier Langzeitspeicher ermöglicht Pumpspeicherbetrieb in der Oberstufe und schafft eine ideale Voraussetzung für weitere leistungsstarke Pumpspeicherprojekte.

- 10) Nennbelastung im engsten Talquerschnitt im luftseitigen Sperrenbereich:
640 000 t.

- 11) Gründungsgestein: Schmäler, der Verwitterung und Verkarstung ausgesetzter Felsriegel, durchbrochen von der rückschreitenden Erosionsrinne der Kapruner Ache am Ausgang des flachen Mooserbodens. Mischstoß der in sich verfalteten und verschuppten Decke des Bündner Schiefers, hauptsächlich Kalkglimmerschiefer, aber auch Grünschiefer, Quarzschiefer, dunkle Blätterschiefer und Dolomit. Quetschstreifen von 4 m Breite am rechten Hang und andere Störungen schwächen den Gesteinsverband und erfordern tiefreichende Injektionen.

- 12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	107 m
Kronenlänge	494 m
Kronenbreite	7 m
Fundamentbreite	70 m
Kronenradius	425 m
b) Aushub: Überlagerung	85 000 m ³
Fels	108 000 m ³
Gesamt	193 000 m ³
Sperrenbeton	665 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,65
Gründungskennzahl	0,29
Bauaufwand	1,05 m ³ /t

- 13) Besondere Merkmale: Die breite Talform, schmale Aufstandsfläche und geringe Widerstandsfähigkeit der mürben Talflanken schließen eine Gewölbemauer aus. Die Gewichtssperre ist mit leichter Krümmung angeordnet, um nicht zu stark gegen die Gewölbeform der Drossensperre zu kontrastieren und - bei ausgepreßten Fugen - auch eine zusätzliche Sicherung gegen Abgleiten zu erzielen.



26 b Drossensperre

26 a Moosersperre

- 14) Einzelheiten: Das Profil ist durch lotrechte Wasserseite und 1 : 0,64 (unten 1 : 0,685) geneigte Luftseite gekennzeichnet. Maximale Hauptdruckspannung 35 kp/cm^2 , keine Biegezugspannung bei linear auf Null abnehmenden Sohlwasserdruck von wasserseits 50 % der Druckhöhe; bei 85 % Sohlwasserdruck bleibt Biegezugspannung in der Grundfuge noch unter 5 kp/cm^2 .

Die Sperre wurde abschnittsweise ohne besondere Kühlmaßnahmen in schachbrettartig versetzten, maximal $15 \times 20 \text{ m}$ messenden Blöcken betoniert. Dem 3 - 4 m starken Vorsatzbeton wurde 250 kg Portlandzement je m^3 mit 0,5 % Frioplastzusatz beigemischt. Dem Kernbeton anfangs 150 kg/m^3 , später 135 kg/m^3 . Wasserzementfaktor 0,48 für den Vorsatzbeton und 0,78 bzw. 0,88 für den Kernbeton. Mittlere Festigkeit des Vorsatzbetons nach 90 Tagen 352 kp/cm^2 Druck und 46 kp/cm^2 Biegezug. Überwachung im Betonlaboratorium des Bauherrn in Kaprun. Die verzahnten Radialfugen sind wasserseits mit Kupferblech, luftseits mit Eisenblech gedichtet und wurden so wie die Längsfugen nach einer Überwinterung mit Zementmilch ausgepreßt.

Die Zuschlagstoffe wurden im Stauraum gewonnen und in 6 Fraktionen mit 120 mm Größtkorn aufbereitet. Die Betonherstellung erfolgte für Mooser- und Drossensperre gemeinsam in einer Johnsonanlage mit 4 Mischern von je 3000 l Inhalt und einer Tagesleistung von mehr als 4000 m^3 in 2 Schichten. Die Einbringung mit $3,15 \text{ m}$ Schichthöhe geschah durch 3 Kabelkräne von je $8,5 \text{ t}$ Tragfähigkeit. Blöcke von 20 m Länge nach Zinnenmethode abwechselnd hochgeführt, im unteren Sperrbereich Blöcke auch der Breite nach unterteilt.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Der stark verwitterte, teilweise auch Karstbeginn zeigende Untergrund wurde durch einen von der Herdmauer aus 120 m tief reichenden lotrechten Dichtungsschleier mit 45000 m^2 Fläche und durch einen von der Wasserseite ausgehenden schrägen Sekundärschirm von 60 m Tiefe gedichtet. Kontaktinjektionen über die ganze Aufstandsfläche dienten der weiteren Verdichtung und Verfestigung bis in 15 m Tiefe. Die mittlere Aufnahme an Injektionsgut betrug 60 kg je Laufmeter Bohrloch bzw. 19 kg je m^2 Schirmfläche.

- 16) Meßeinrichtungen: Durchgehender Kontrollgang entlang der Felssohle zur Messung der Wasserverluste und des Sohlwasserdruckes an 50 Meßstellen. 3 Pendelote, 1 Schwimmot und viele Temperaturgeber mit Ablesung vom Krongang und vom mittleren Kontrollgang aus lassen das Sperrenverhalten erkennen. 4 räumliche Dehnungsmesser und 2 Hygrometer sind bald ausgefallen. Geodätische Überwachung mit 5 Zielpunkten.

Die Meßergebnisse werden mit linearen Regressionsanalysen auf Temperatur- und Staueinflüsse aufgespalten. Die Verschiebung des Bogenscheitels der Mauerkrone gegen die Luftseite beträgt $\pm 1,0 \text{ cm}$ unter Temperatureinfluß und maximal $3,5 \text{ cm}$ unter Staueinfluß. Sohlwasserdrücke treten nur wasserseits des Sohlganges auf, an der Luftseite sind sie praktisch gleich Null.

- 17) Entlastungsanlagen:

- a) Hochwasserüberlauf in der Krone des rechten Sperrflügels mit zwei selbsttätigen Klappen je 25 m (VC), Förderfähigkeit $100 \text{ m}^3/\text{s}$. Ablauf durch eine Schußrinne in das Bett der Kapruner Ache.

- b) Grundablaß West unter dem linken Sperrenflügel (VB), Einlauf mit Schwelle auf Kote 1951 m, Rechen 2,9 x 5,3 m und Dammtafelverschluß 2,9 x 3,0 m. 180 m langer Umlaufstollen Ø 2,9 m, am Auslauf zwei Düsenschieber 1,1 x 0,9 m. Förderfähigkeit 30 m³/s.
- c) Gesamtabfuhrfähigkeit 130 m³/s entsprechend 4,8 m³/s.km² für das eigene Einzugsgebiet. Das Rechnungshöchstwasser beträgt nur 100 m³/s = 3,7 m³/s.km².

18) Triebwasserfassung: siehe Drossensperre.

19) Baukosten auf Preisbasis 1955: 335 Mio S.

20) Schrifttum:

- Grengg H.: "Das Großspeicherwerk Glockner-Kaprun". Österr. Bauzeitschrift 1952, Heft 8 - 10.
- Schüller H.: "Die Talsperren der Oberstufe Glockner-Kaprun". Österr. Bauzeitschrift 1954, Heft 1-2.
- Tauernkraftwerke AG: Festschrift "Die Oberstufe Glockner-Kaprun", 1955.
- Widmann R.: "Neuere Beobachtungen an den Sperren der Gruppe Glockner-Kaprun". Heft 14 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1964.

26b (8b) DROSSENSPERRE

- 1) Sperrentyp: 112 m - VAC
Doppeltgekrümmte Gleichwinkelmauer mit Bogenlamellen konstanter Dicke.
- 2) bis 9) siehe Moosersperre.
- 10) Nennbelastung des Talquerschnittes in Bogensehne:
500 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Felsschwelle vom Mooserboden zum Drossental, einem vermutlichen früheren Achenbett. Durch Verfaltung und Verschuppung verschiedener Schiefergesteine (vorwiegend Kalkglimmerschiefer) sehr komplizierte geologische Verhältnisse, erschwert durch mehrere alte Verwerfungszonen. Grundgebirge bis zu 13 m von Hangschutt, Moräne und Bachsedimenten überlagert. Schwierige Einbindung des linken Flügels wegen mäßiger Felsqualität.
- 12) Hauptmaße:
- | | |
|-----------------------------|-------|
| a) Höhe über Gründungssohle | 112 m |
| Kronenlänge | 357 m |
| Kronenbreite | 7 m |

Fundamentbreite	25 m
Kronenradius	200 m
Öffnungswinkel	102°
b) Aushub: Überlagerung	124 000 m ³
Fels	191 000 m ³
Gesamt	315 000 m ³
Sperrenbeton	355 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,22
Relative Spannweite	3,20
Gründungskennzahl	0,89
Bauaufwand	0,71 m ³ /t

Der ungewöhnlich hohe Aushub ist teils durch das statische System der Sperre, teils durch unvorhergesehene Massen infolge einer Felsgleitung links und einer Erosionsrinne rechts entstanden (ursprüngliche Aushubschätzung 175 000 m³ entsprechend einer Gründungskennzahl 0,52).

13) Besondere Merkmale: Geologisch und topographisch wäre jede Sperrenform möglich gewesen, aus wirtschaftlichen Gründen hat man sich bei gleicher Sicherheit für die Gewölbeform entschieden. Zu große Steifigkeit und zu hohe Zugspannung im Kragträger beim ersten Entwurf mit Bogenlamellen veränderlicher Dicke führte zu einer künstlichen Sohlvertiefung und damit zu einer günstigeren und sparsameren Mauerform mit Bogenlamellen konstanter Dicke.

14) Einzelheiten: Standberechnung nach dem einschnittigen Lastaufteilungsverfahren mit Kragträger im Mittelschnitt und 6 Bogenlamellen, Sohlwasserdruck von 0,25 des statischen Wasserdruckes auf Null abnehmend. Größte Scheitelpressung 60 kp/cm², größte Felspressung 55 kp/cm², größte Biegezugspannung an der Wasserseite des Mittelschnitts unter 10 kp/cm². Modellversuche im eigenen Labor sowie bei Prof. Oberti in Bergamo ergaben noch günstigere Spannungen ohne Zug in der wasserseitigen Einbindung.

Während des Aushubes wurde die Notwendigkeit einer kleinen Verswenkung der Dammachse zur besseren Anpassung an die Baugrundverhältnisse und Vermeidung weiterer Felsrutsche erkannt.

Betonierung in 15 m langen, abwechselnd hochgeführten Blöcken. Herstellung des Rüttelbetons mit 250 kg Portlandzement je m³, Beigabe von 0,5 % Frioplast, Wasserzementfaktor 0,48. Einbringung mit 3 Kabelkränen, Schichthöhe 3,15 m. Mittlere Betonfestigkeiten nach 90 Tagen 360 kp/cm² Druck und 48 kp/cm² Biegezug. Die verzahnten Radialfugen wurden wasser- und luftseits mit Kupferblech gedichtet, der Fugenschluß erfolgte bei +5°C. An einzelnen voreilenden Blöcken wurden in den Radialflächen lotrechte Temperaturspannungsrisse beobachtet; das Risiko einer der Länge nach durchgehenden Aufspaltung des Sperrenkörpers wurde daraufhin durch Verdübelung mit horizontalen Spannankern ausgeschaltet.

15) Dichtungsmaßnahmen: Ähnlich wie bei der Moosersperre erfolgte die Dichtung des Untergrundes durch einen zweireihigen Injektionsschirm von 26 000 m² Fläche bis in 100 m Tiefe und einen von der Wasserseite her vorgetriebenen schrägen Sekundärschirm. Kontaktinjektionen dienen der besseren Verzahnung des Sperrenkörpers

mit dem Untergrund. Die mittlere Aufnahme an Injektionsgut im Hauptschirm betrug 47 kg je Laufmeter Bohrloch bzw. 38 kg je m² Schirmfläche.

- 16) Meßeinrichtungen: Je ein Kontrollgang in Kronenhöhe und längs der Sohle sowie ein Pendelschacht ermöglichen den Zugang zu den Meßstellen. Neben den Geräten zur Messung des Sohlwasserdruckes (48) und vielen Temperaturegebern sind hier auch Spannungsmesser (29) mit einem gegenüber der Limbergsperrre verbesserten System eingebaut, sodaß etwa 60 % der Geräte dauerhaft und einwandfrei funktionieren. Teleformeter wurden im Mauerinneren in 9 verschiedenen Richtungen angeordnet. Die Sperrenverformungen werden durch zwei Pendellote sowie geodätisch mit 24 Zielpunkten kontrolliert.

Die Verschiebung des Bogenscheitels beträgt \pm 1,5 cm unter dem Temperatureinfluß und maximal 5,5 cm unter dem Staueinfluß. Die nachgewiesenen Hauptspannungen halten sich durchwegs unter den berechneten Werten. Die Sammelglocken für den Sohlwasserdruck beweisen die Wirksamkeit des Sohlstollens zur Auftriebsentlastung: luftseits desselben wurde an keiner Stelle ein Auftrieb angezeigt. Die Sickerwassermengen nehmen stetig ab, je mehr sich der Stauraum selbst dichtet.

- 17) Entlastungsanlagen: siehe Moosersperre. Der Grundablaßstollen Ost in der rechten Talflanke dient nicht der Speicharentleerung sondern gehört zu den Anlagen der Möllbeileitung.

- 18) Triebwasserfassung: Das Einlaufbauwerk am Talboden nahe der Drossensperre mit Schwellenhöhe 1952 m dient gleichzeitig als Auslauf für die Möllbeileitung und als Einlauf zum Druckstollen. Eine Stahlrohrleitung \emptyset 3,5 m von 140 m Länge und ein anschließender Stollen von 240 m Länge führen zur Kaverne des Möllpumpwerkes (2 Pumpen je 6,7 MW bei 10 m³/s und 80 m größter Förderhöhe), wo sich die Absperrorgane für alle Betriebsfälle befinden. Der vom Möllpumpwerk ausgehende Druckstollen zum Oberstufenkraftwerk fördert 36 m³/s.

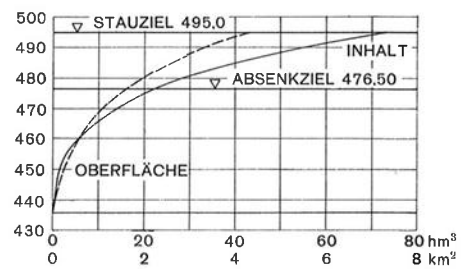
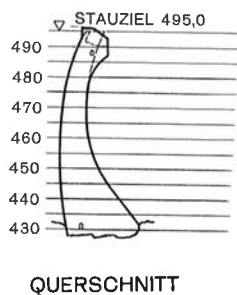
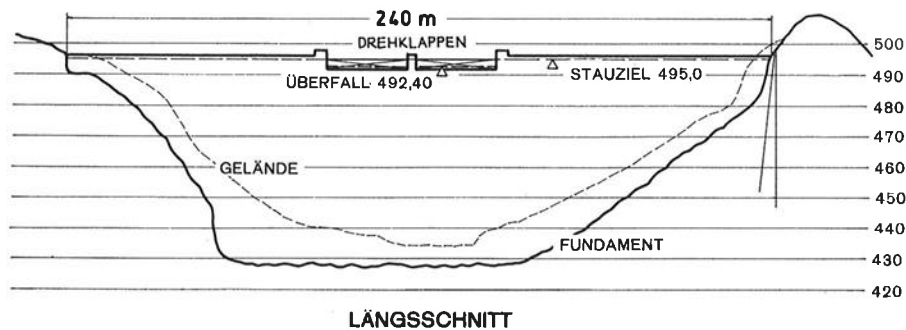
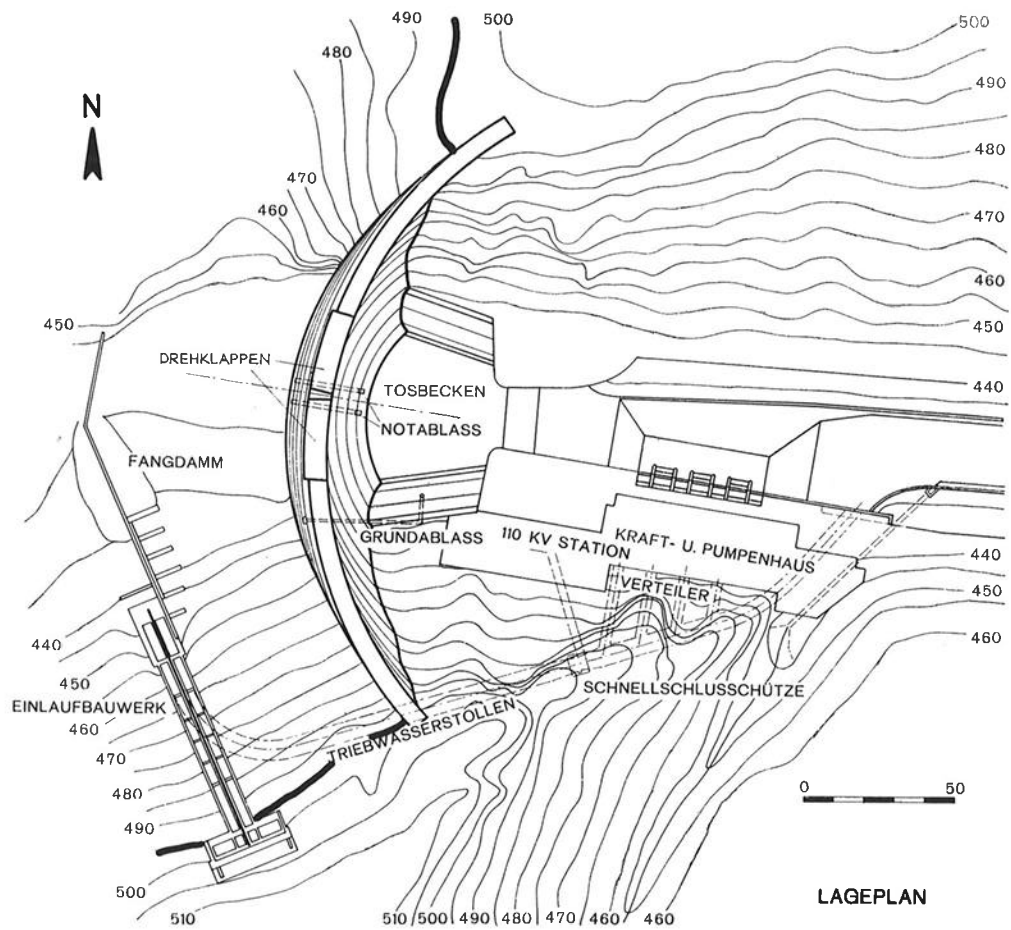
- 19) Baukosten auf Preisbasis 1955: 255 Mio S.

- 20) Schrifttum: siehe Moosersperre.

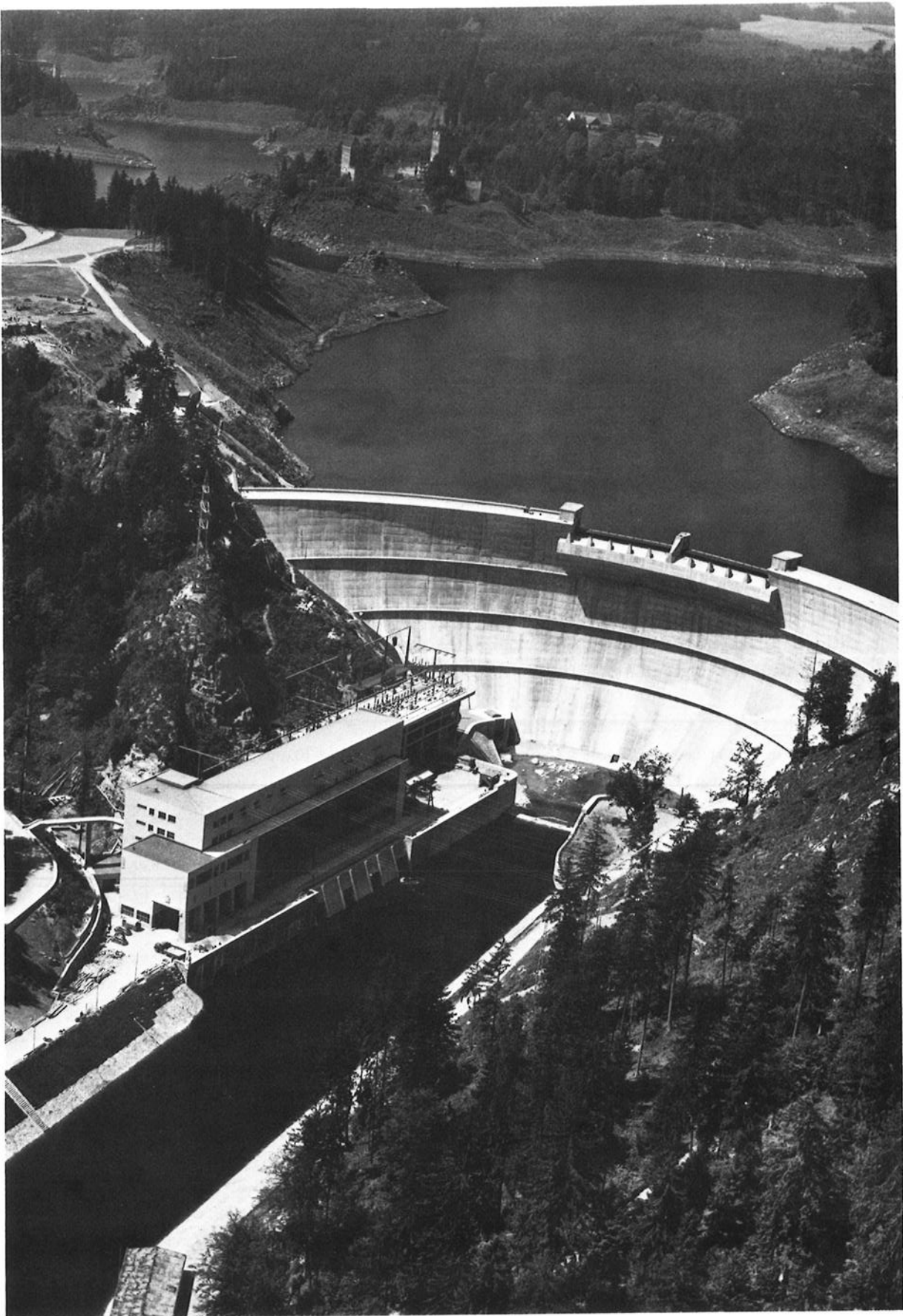
27 (14) SPERRE OTTENSTEIN

- 1) Sperrentyp: 69 m - VAC
Doppelt gekrümmte Gleichwinkelmauer, Kronenüberlauf mit Stauklappen.
- 2) Geographie: 48°36' N, 15°20' O.
Gewässer: Kamp
Flußgebiet: Donau
Nächster Ort: Zwettl.

- 3) Bauherr: Niederösterreichische Elektrizitätswerke AG (NEWAG)
Johann Steinböck Straße 1, A-2344 Maria Enzersdorf-Südstadt.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Kampkraftwerke mit 3 Stufen:
Ottenstein (58 m, 40 MW, 33 GWh) mit Pumpspeicherung
Dobra-Krumau (65 m, 16 MW, 40 GWh)
Thurnberg-Wegscheid (20 m, 3 MW, 12 GWh).
- 5) Baujahre: 1954 - 1956, erster Vollstau August 1957. Teilstau 1956 auf Höhe 486 m.
- 6) Hydrologie: Einzugsgebiet 889 km² mit 270 hm³.
- 7) Stauraum (Jahresspeicher und Pumpspeicher-Oberbecken):
- | | | |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | | 495 m |
| | Speicherschwerpunkt | 488 m |
| | Absenkziel | 476 m |
| b) Inhalt | - Gesamtinhalt | 73 hm ³ |
| | Nutzinhalt | 51 hm ³ |
| | Rückhaltevermögen | 0,19 |
| c) Geometrie | - Staufläche | 4,5 km ² |
| | Uferlänge | 72 km |
| | Uferentwicklung | 9,5 |
- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:
- | | |
|------------------------|------------------------|
| Bezogen auf Ottenstein | 6,0 GWh (160 Stunden) |
| Dobra-Krumau | 7,5 GWh (475 Stunden) |
| Thurnberg-Wegscheid | 2,5 GWh (840 Stunden) |
| <hr/> | <hr/> |
| Werksgruppe | 16 GWh |
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Führungsspeicher und Pumpspeicher-Kraftwerk der nach einem einheitlichen Betriebsplan konzipierten und betriebenen Werksgruppe. Zusammen mit dem Dobraspeicher wirkt sich die Jahresspeicherung in einer Erhöhung des Winteranteiles am Jahreszufluß von 42 % auf 68 % und in einer fühlbaren Reduktion der Hochwassergefahr für den besiedelten Unterlauf des Kamp aus. Durch Pumpbetrieb im Kraftwerk Ottenstein mit 20 MW Pumpleistung kann zusätzlich Spitzenenergie erzeugt werden. Das Pumpwasser wird dem Speicher Dobra entnommen. Der Stausee hat sich zu einem beliebten Erholungsraum entwickelt.
- 10) Nennbelastung in Bogensehne: 210 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Porphyrtiger Rastenberger Granit, an der Talsohle stärker gebankt und von Blockwerk und Hangschutt überlagert. Felsnase am linken Hang mit feinkörnigen Aplitgängen verwachsen, am rechten Hang Granit unter der Überlagerung kompakt anstehend. Alte Prallstelle des Flußes am linken Hang ausgeräumt und durch Betonplombe von 3000 m³ aufgefüllt. Gute Einbindung der Sperre allseits gegeben.



27 SPERRE OTTENSTEIN



27 Sperre Ottenstein

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	69 m
Kronenlänge	240 m
Kronenbreite	7 m
Fundamentbreite	24 m
Kronenradius	133 m
Öffnungswinkel	103°
b) Aushub: Überlagerung	33 000 m ³
Fels	50 000 m ³
Zusammen	83 000 m ³
Sperrenbeton	124 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,35
Relative Spannweite	3,5
Gründungskennzahl	0,67
Bauaufwand	0,59 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Doppelt gekrümmte Gewölbesperre, Stärke der Bogenlamellen vom Scheitel zu den Kämpfern zunehmend, nur im obersten Teil Bogen konstanter Stärke. Erste österreichische Anwendung eines Kronenüberfalles mit beweglicher Stauklappe, die das Rechnungshöchstwasser ohne Überstau abzuführen erlaubt. Dadurch konnte ohne Beeinträchtigung der Hochwassersicherheit im verbauten Gebiet der Stadt Zwettl das Betriebsstauziel um 2 m höher zugelassen werden als ursprünglich geplant war. Die Sperre bildet mit dem Krafthaus am rechten Hang eine architektonische Einheit.

14) Einzelheiten: Statische Vorberechnung mehrerer Varianten einer spiegelsymmetrischen Ersatzmauer nach einschnittiger Lastaufteilung mit Mittelkragträger und 4 Bogenlamellen, für 5 Lastfälle. Ermittelte Maximalspannungen im Beton für die Ausführungsvariante: 32 kp/cm² Druck und 11 kp/cm² Zug, größte Felspressung 29 kp/cm². Sodann statische Hauptberechnung für die idealisierte Sperrenform nach Lastaufteilungsverfahren mit Radialausgleich für 7 Kragträger und 5 Bogenlamellen. Die größten Betonspannungen wurden zu 36 kp/cm² Druck und 8 kp/cm² Zug, die größte Felspressung zu 36 kp/cm² errechnet.

Um verfeinerte Kenntnis über das Verhalten der Sperre und des Untergrundes nach heute allgemein anerkannten Sicherheitskriterien zu erhalten, wurde in letzter Zeit eine statische Nachrechnung mit Berücksichtigung der Unsymmetrie der Sperre durchgeführt. Dabei wurde für 2 Lastfälle das Lastaufteilungsverfahren mit dreifachem Ausgleich für 7 Kragträger und 5 Bogenlamellen angewandt. Die größten Hauptspannungen sind danach 47 kp/cm² Druck und 25 kp/cm² Zug; die größte randparallele Zugspannung beträgt 14 kp/cm², die größten hangnormalen Fundamentspannungen 29 kp/cm² Druck und 1 kp/cm² Zug.

Rüttelbeton mit 240 kg EPZ bzw. 216 kg EPZ und 24 kg Trass unter Beigabe von 0,5 % Frioplast, Wasserbindemittelfaktor 0,53. Zuschlagstoffe in 5 Fraktionen bis 120 mm aus vorhandenem Gneis gebrochen, 20 % Quarzsand 0/3 mm zugeführt. Zuschlagstoffe im Winter vorgewärmt. Betonfestigkeit nach 90 Tagen im Mittel 311 kp/cm² Druck und 50 kp/cm² Biegezug.

Automatische Betonfabrik mit 3 Freifall-Mischern je 1500 l, Beton mit Kabelkran in Blöcke von maximal 16 m Länge eingebracht, Schichthöhe 2,0 m. Trotz Trassbeimengung wurde etwa die halbe Betonkubatur mit künstlicher Kühlung (0,75 l/s mittlerer Wasserbedarf) hergestellt. Fugen wasserseitig mit 1 mm Kupferblech, luftseitig und in horizontalen Zwischenfugen mit verzinktem Eisenblech gedichtet und verpreßt.

Die Überfallkrone wurde in Stahlbeton ausgeführt. Vibrationen durch den Überfallstrahl wurden am Bauwerk im Großversuch studiert.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Ausgedehnter Dichtungsschirm unter dem Sperrenkörper und in beiden Flanken, insgesamt 15 000 m² mit 11 080 Bohrmeter: unter der Sperre gegen die Wasserseite geneigter Schirm bis 30 m, einzelne Bohrlöcher bis 50 m, ohne Betonaufplast mit 10 - 25 atü, vereinzelt bis 35 atü injiziert. Rechter Hang 100 m weit bis 60 m Tiefe gedichtet, gegen Grundbruch durch 4 Bohrlöcher Ø 100 mm entwässert. Am linken Hang Dichtungsschirm 70 m weit und 40 m tief. Injektionsgut Portlandzement mit Trasszusatz, mittlere Aufnahme 96 kg je Bohrmeter bzw. 71 kg je m² Schirmfläche. Zusätzlich noch Kontaktinjektionen in der Aufstandsfläche.
- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung mit 17 Zielpunkten sowie Aligmentmessung der Sperrenkrone. Vier Lotschächte, davon 2 auch 12 m in den Fels reichend, 1 Schwimmlot nachträglich eingebaut. Von den ursprünglich angeordneten Fugenspaltmessern auf der Sperrenkrone (19), Temperaturmessern (42) und Sohlwasserdruckgebern (51) sind einige Thermometer später ausgefallen. Meßstellen für Sickerwassermengen wurden nachträglich bei allen Entwässerungen eingebaut. Beobachtung des Kluftwasserspiegels im linken Hang in 4 Pegelrohren. 2 Telerockmeter am linken Hangfuß.
- Durch Vorspannung beim Fugenschluß hat sich die Sperrenkrone um 3,5 mm zur Wasserseite verschoben, doch wurde diese Verschiebung in den ersten Jahren durch plastische Formänderungen wieder wettgemacht. Die weiteren elastischen Verformungen liegen in einem Bereich von 16 - 23 mm. Der Sohlwasserdruck hinter dem Dichtschleier beträgt maximal 40 % des statischen Wasserdruckes. Die im Kontrollgang gemessene Sickerwassermenge bleibt unter 0,5 l/s.
- 17) Entlastungsanlagen:
- a) Hochwasserüberfall über die Krone mit 2 Stauklappen 27 x 2,6 m (VC), Kronenausbildung im Modell entwickelt. Freier Fall über 52 m ins anfangs unverkleidete Tosbecken hinter einer Gegenschwelle; durch Aufprall des Wasser-Luftgemisches Kolkbildungen, weshalb nachträglich eine teilweise Betonierung des Tosbeckens erfolgte. Förderfähigkeit bei umgelegten Klappen ohne Überstau 420 m³/s.
 - b) Grundablaß im rechten Sperrenflügel (VO) auf Höhe 439 m, Ø 1,2 m mit Drosselklappe Ø 1,2 m und Ringstrahlschieber Ø 1,0 m, Abfluß ins Tosbecken, Leistung 16 m³/s.
 - c) 2 Notauslässe Ø 1,5 m in Sperrenmitte, Achshöhe 436 m, mit Sprengdeckel verschlossen. Förderfähigkeit je 53 m³/s.
 - d) Gesamtentlastung 436 m³/s entsprechend 0,49 m³/s.km².

- 18) Triebwasserfassung am rechten Hang 50 m oberhalb der Sperre. Einlauf mit Schwellenhöhe 440 m, vierfach unterteilte Rechenfläche und Dammtafel von 80 m². Kurzer Umlaufstollen Ø 5,8/5,5 m, flußabwärts des Dichtungsschleiers gepanzert, führt Betriebswasser von 100 m³/s dem Krafthaus in Hanglage zu. Stollendurchfluß im Pumpbetrieb 34 m³/s. Schnellschlußschütze 4,6 x 5,8 m in Kaverne vor der Verteilleitung.
- 19) Baukosten für Sperre und Umlaufstollen auf Preisbasis 1956: 125 Mio S.
- 20) Schrifttum:
- Exner Ch.: "Über geologische Aufnahmen beim Bau der Kampkraftwerke". Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt Wien 1953, Heft 2.
- Männl F.: "Betonkühlung im Talsperrenbau". Österr. Wasserwirtschaft 1956, Heft 8/9.
- Niederösterr. Elektrizitätswerke AG: "Kampkraftwerke". Sonderheft der Österr. Wasserwirtschaft 1957, Heft 12.
- Petzny H.: "Deformationsmessungen an der Sperre Ottenstein und deren Analyse". Heft 14 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1964.

29 (15) SPERRE GROSSER MÜHLDORFERSEE

- 1) Sperrtyp: 46 m - PG
Gewichtsmauer mit Hohlgang über der Felssohle und Schalplattenverkleidung.
- 2) Geographie: 46°55' N, 13°23' O.
Gewässer: Großer Mühdorfersee
Flußgebiet: Mühdorferbach, Möll, Drau
Nächster Ort: Spittal an der Drau.
- 3) Bauherr: Österreichische Draukraftwerke AG (ÖDK)
Kohldorferstraße 98, A-9020 Klagenfurt.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Reißbeck - Kreuzeck, mit dem gemeinsamen Krafthaus Kolbnitz (139 MW, 307 GWh). Ausnützung des Speichers in der Reißbeck-Speicherstufe (Teilfallhöhe 1690 m, 68 MW, 73 GWh).
- 5) Baujahre: 1954 - 1957, erster Vollstau August 1958.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet von 2,5 km² mit 3,9 hm³ Zufluß ist nicht allein maßgeblich. Es beinhaltet auch den Kleinen Mühdorfersee und bildet zusammen mit den benachbarten Teilgebieten des Hochalmsees und des

Radlsees den Speicherhorizont Reißeck auf 2300 - 2400 m, der als wasserwirtschaftliche Einheit zu betrachten ist. Da die Sommerzuflüsse aus diesem Horizont zur Füllung aller vier Speicher nicht ausreichen, muß zusätzlich eine Menge von $6,5 \text{ hm}^3$ aus dem Laufstufenhorizont Reißeck (1288 m) hauptsächlich in den Großen Mühlendorfersee hochgepumpt werden.

Speicherhorizont	7,6 km ² mit 12 hm ³
Laufstufenhorizont Reißeck	41 km ² mit 47 hm ³
Betriebswasser der Speicherstufe	18,5 hm ³

7) Stauraum (Jahresspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	2319 m
Speicherschwerpunkt	2296 m
Absenkziel	2255 m
natürlicher Seespiegel	2284 m
b) Inhalt	- Nutzinhalt 7,7 hm ³
	davon durch Aufstau 5,9 hm ³
	Rückhaltevermögen 0,42
c) Geometrie	- Staufläche 0,21 km ²
	Uferlänge 2,4 km
	Uferentwicklung 1,48

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

- a) Bezogen auf Kolbnitz 30 GWh (470 Stunden).
Die im Pumpwerk Hattelberg installierte Pumpleistung von 18 MW muß zum Hochpumpen durch 1440 Stunden eingesetzt werden und nimmt dabei 26 GWh auf.
- b) Fernwirkung auf 1977 bestehende oder im Bau befindliche Laufwerke an Möll und Drau:
in Österreich 3 GWh
in Jugoslawien 3 GWh.

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausnützung des größten der hochgelegenen Karsen des Reißeckmassivs zur Anlage eines Winterspeichers und zur Erzeugung von Winterspitzenenergie über die extrem hohe Steilstufe zum Mölltal. Überlagerter Pumpspeicherbetrieb möglich.

10) Nennbelastung: 157 000 t.

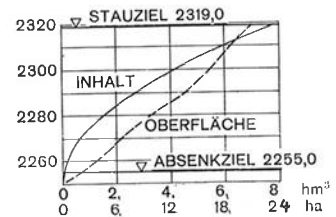
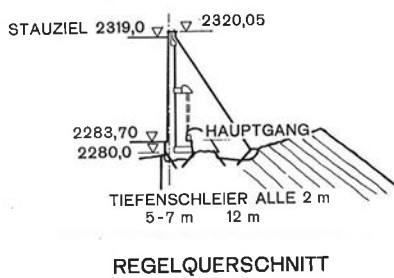
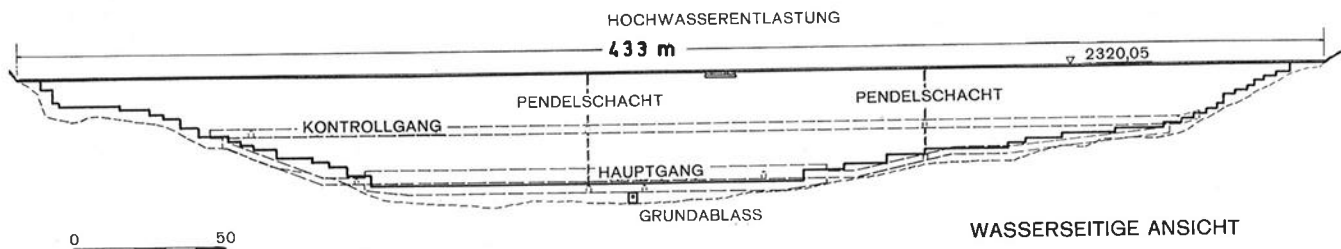
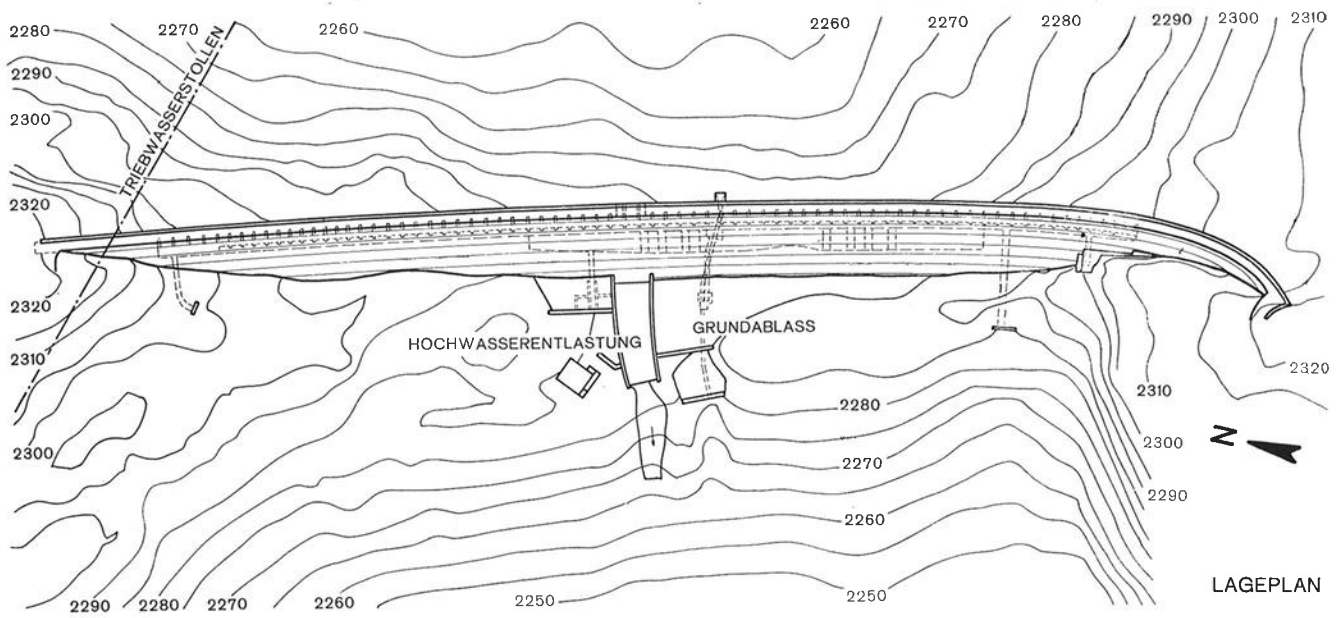
11) Gründungsgestein: Seeriegel aus Orthogneis mit größeren Feldspatäugen, regelmäßiges Einfallen der Schieferungsflächen steil talaus, einzelne Querstörungen führen zu Kerben, deren größte der durch die Sperre geschlossene ehemalige Seeausfluß ist.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	46 m
Kronenlänge	433 m
Kronenbreite	2 m
Fundamentbreite	31 m

b) Aushub	47 000 m ³
Sperrbeton	153 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,68
Gründungskennzahl	0,31
Bauaufwand	0,97 m ³ /t.

- 13) Besondere Merkmale: Zur besseren Anpassung an den Seeriegel Krümmung der Stau-
mauer mit einem Kronenradius von 2630 m, am linken Widerlager mit einem Korb-
bogen einbindend. Klarere statische Verhältnisse und eine Betoneinsparung von
11 % - angesichts des weiten Antransportes der Betonzuschlagstoffe ein wich-
tiger Erfolg! - wurden durch einen großen Hohlraum an der Sohle des tiefsten
Mauerteiles erzielt. Weiters wurde ein Schalensystem aus vorgefertigten Vakuum-
betontafeln entwickelt, die gleichzeitig als Mauerverkleidung und Oberflächen-
schutz fungieren.
- 14) Einzelheiten: Standberechnung sowohl für starre Scheibe mit elastischen Füßen
(= Stützkörper beidseits des Hohlraumes) als auch für elastisches Gewölbe
durchgeführt und durch spannungsoptische Versuche überprüft. Sohlwasserdruck
nur auf den wasserseitigen Stützkörper wirksam, von 0,5 des statischen Wasser-
druckes auf Null im Hohlraum abfallend. Größte Druckspannung zu 53 kp/cm² er-
rechnet. Lieckfeldt-Nachweis ergibt 24 kp/cm² Druck und 27 kp/cm² Schubspannung.
Keine Zugspannungen an der schrägelliptischen Leibung des Hohlraumes. Betonzu-
schlagstoffe mußten von einer Kiesgrube im Drautal über 65 km Bahntransport
und Seilbahn herangeschafft werden, da sie in der Nähe weder in ausreichender
Menge noch geeigneter Güte verfügbar waren. Aufbereitung und Anlieferung in
5 Fraktionen bis 130 mm. Beton für Fundament und Stützkörper mit 225 kg bzw.
180 kg Bindemittel je m³ aus Portlandzement PZ 225 mit 8 % Schlackenbeigabe
und 0,4 % Frioplast, Wasserbindemittelfaktoren 0,52 bzw. 0,62. Aufgehender
Beton über dem Hohlraum mit 148 kg Bindemittel je m³ und Wasserbindemittel-
faktor 0,72. Mittlere Festigkeiten der drei Betonsorten nach 28 Tagen:
245/203/175 kp/cm² Druck und 39/37/30 kp/cm² Biegezug. Mischung in vier
1000 l-Kaiser-Freifallmischern. Einbringung mit 2 Kabelkränen zu Verteilbühnen
über dem Block. Blöcke 11 - 14 m lang, Betonierhöhen 1,50 m.
- Schal- und Verkleidungstafeln aus Vakuumbeton mit 350 kg Portlandzement
PZ 485 je m³, Wasserzementfaktor 0,51 durch Absaugen auf 0,4 herabgesetzt.
Festigkeit nach 56 Tagen: 320 kp/cm² Druck, 82 kp/cm² Biegezug. In Tafeln
2,0 x 1,5 m, innen kassettiert, 6 - 10 cm stark auf der Baustelle vorgefertigt,
mit Betonstegen und Zugankern befestigt.
- Verzahnte und verdübelte Blockfugen innen mit bitumengetränktem Schaumgummi,
an der Oberfläche mit Igaskitt zwischen den Schaltafeln gedichtet. Dichtungs-
schäden an den Fugen infolge Eisbildung wurden durch Ausstemmen und Neuverkit-
tung mit Asbeststrick, bei den Blockfugen außerdem durch verzinktes Stahlblech
und Aufkleben von Opanolfolie behoben.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Injektionsschleier 1 m vor dem Mauerfuß bis 12 m Tiefe,
insgesamt 5500 m² Fläche und 2020 m Bohrlänge. Zement mit 1 % Intraplastzusatz,
später auch 20 % gemahlene Flugasche, Einpreßdruck bis 8 atü, mittlere Aufnah-
me 40 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 15 kg je m² Schirmfläche.



29 SPERRE GROSSER MÜHLDORFERSEE

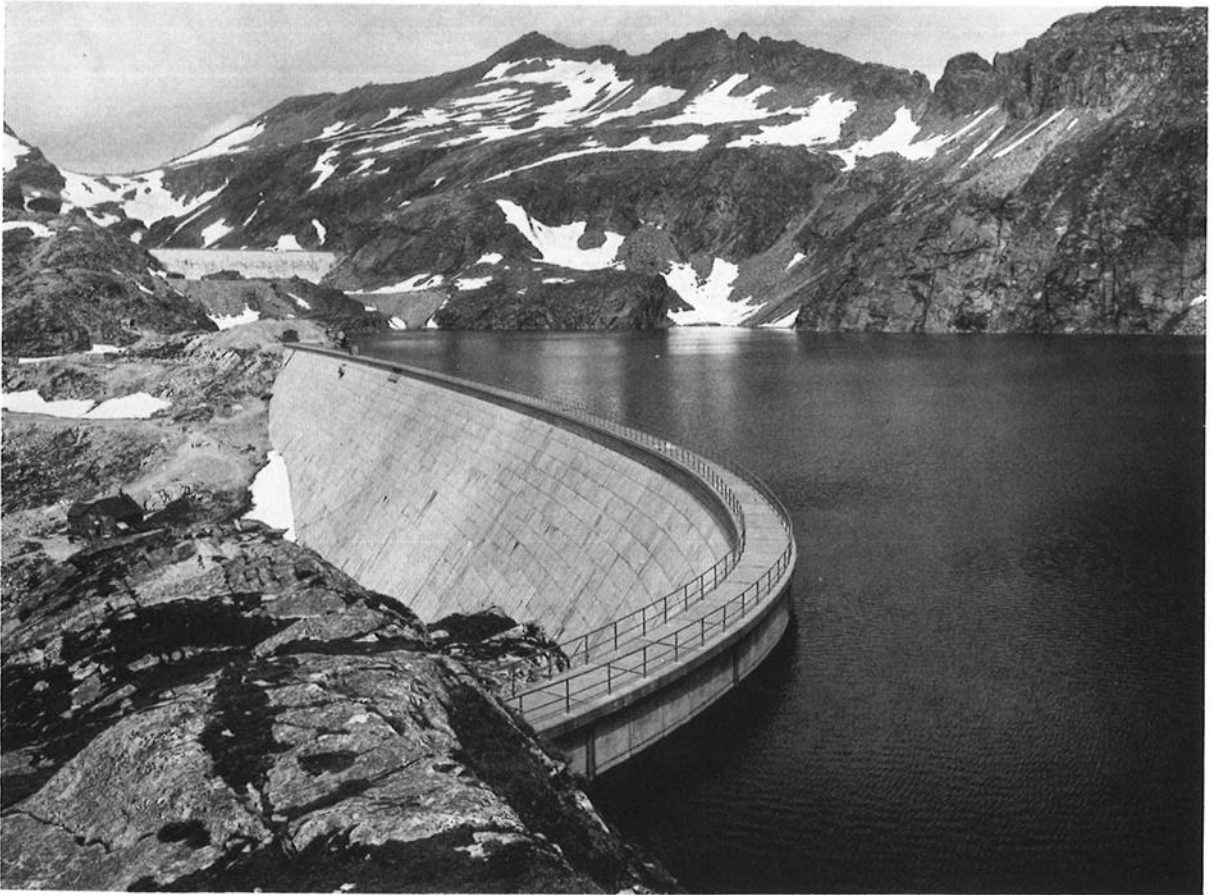
Kontaktinjektionen von der Wasserseite, der Luftseite und dem Hohlraum aus.

- 16) Meßeinrichtungen: Konzentriert in 2 Blöcken, und zwar in je einem Block mit und ohne Hohlraum. Je 1 Pendellot, weiters Dehnungsmesser in drei Richtungen (50), Temperaturmesser und Spannungsmessdosen, die jedoch ebenso wie die Sohlwasserdruckglocken zum Teil schon ausfielen. Geodätische Überwachung mit Präzisionsnivellment. 3 Kontrollschächte in jedem Mauerblock.

Die größte Bewegung des Pendels wurde mit 10 mm festgestellt. Beim ersten Vollstau hat sich die Mauerkrone um 4 mm zur Luftseite verschoben und um 3 mm gehoben, während sich der luftseitige Mauerfuß um 1,4 mm und der wasserseitige Mauerfuß um 2,5 mm senkte.

- 17) Entlastungsanlagen:

- a) Freier Hochwasserüberlauf am höchsten Sperrenblock (LC) mit Sprungkante 10 m lang, am Mauerfuß Leitwände und Steinschichtung mit 1 m starken Gneisblöcken. Fördert bei 74 cm Überstau $13 \text{ m}^3/\text{s}$.



29 Sperre Großer Mühdorfersee



30 Sperre Kleiner Mühdorfersee

- b) Grundablaß durch die Sperre (VO), Einlauf auf 2288 m mit Grob- und Feinrechen. Stahlrohr \varnothing 0,90 m, 37 m lang, mit Sperrklappe \varnothing 0,90 m im Hohl-gang und Ringschieber \varnothing 0,60 m am luftseitigen Auslauf. Fördert $4 \text{ m}^3/\text{s}$.
- c) Gesamtentlastung $17 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $6,75 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ des natürlichen Ein-zugsgebietes mit dem Kleinen Mühldorfersee.

18) Triebwasserfassung: Entnahme durch den See-Anstichstollen 100 m seewärts der Sperre, Einlauf am Seegrund auf Höhe 2251 m, mit Grob- und Feinrechen. 119 m langer Druckstollen \varnothing 1,90 m bis zum Übergang mit Drosselklappe zur Stollen-Rohrleitung \varnothing 1,35 m für $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ im Turbinenbetrieb und $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ im Pumpen-betrieb. In der Schieberkammer Reißbeck Ringschieber \varnothing 1,10 m.

19) Baukosten ohne Triebwasserfassung auf Preisbasis 1955: 129 Mio S.

20) Schrifttum:

- Steinböck W.: "Planung und Bau des Winterspeicherwerkes Reißbeck-Kreuzeck". Österr. Wasserwirtschaft 1953, Heft 5/6.
- Steinböck W.: "Die Staumauer am Großen Mühldorfersee". Heft 10 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1959.
- Österr. Draukraftwerke AG: "Winterspeicherwerk Reißbeck-Kreuzeck". Sonderheft der ÖZE 1960, Heft 6.
- Magnet E. und Klemen K.: "Slab facing of the Grosser Mühldorfersee dam". Qu. 39, R. 19, 9. Talsperrenkongreß Montreal 1970.
- Magnet E. und Klemen K.: "Die Plattenverkleidung der Sperre Großer Mühldorfersee". Heft 18 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1970.

30 (27) SPERRE KLEINER MÜHLDORFERSEE

- 1) Sperrentyp: 41 m - PG
Gewichtsmauer mit Hohl-gang über der Felssohle und Schalplatten-verkleidung.
- 2) Geographie: $46^{\circ}55' \text{ N}$, $13^{\circ}23' \text{ O}$
Gewässer: Kleiner Mühldorfersee
Flußgebiet: Mühldorferbach, Möll, Drau
Nächster Ort: Spittal an der Drau.
- 3) Bauherr: Österreichische Draukraftwerke AG (ÖDK)
Kohldorferstraße 98, A-9020 Klagenfurt.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Reißbeck-Kreuzeck mit dem gemeinsamen Krafthaus Kolbnitz (139 MW, 307 GWh).
Ausnützung in der Reißbeck-Speicherstufe (1757 m, 68 MW, 73 GWh).
- 5) Baujahre: 1956 - 1958, erster Vollstau August 1959.

- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet von $1,4 \text{ km}^2$ mit einem Zufluß von $2,2 \text{ hm}^3$ ist für die Speicherfüllung nicht allein maßgeblich. Es bildet zusammen mit dem Restgebiet des Großen Mühdorfersees und den benachbarten Teilgebieten des Hochalmsees und Radlsees den Speicherhorizont Reißbeck, dessen Sommerzuflüsse noch der Ergänzung durch Pumpwasser aus dem Laufstufenhorizont Reißbeck (1288 m) bedürfen, um auch den kleinen Mühdorfersee zu füllen.

Speicherhorizont	$7,6 \text{ km}^2$ mit 12 hm^3
Laufstufenhorizont	41 km^2 mit 47 hm^3 ($6,5 \text{ hm}^3$)
Betriebswasser Speicherstufe	$18,5 \text{ hm}^3$

- 7) Stauraum (Jahresspeicher, kommunizierend mit Hochalmsee):

a) Wasserspiegel - Stauziel	2379 m
Speicherschwerpunkt	2363 m
Absenkziel	2335 m
Natürlicher Seespiegel	2346 m
b) Inhalt	- Nutzinhalt $2,8 \text{ hm}^3$
	davon durch Aufstau $2,4 \text{ hm}^3$
	Rückhaltevermögen $0,15$
c) Geometrie	- Staufläche $0,11 \text{ km}^2$
	Uferlänge $1,7 \text{ km}$
	Uferentwicklung $1,45$

- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

- a) Bezogen auf Kolbnitz 12 GWh (175 Stunden)
b) Fernwirkung auf 1977 bestehende und in Bau befindliche Laufwerke an Möll und Drau:
in Österreich und Jugoslawien je 1 GWh .

- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausnützung eines weiteren Karsees zur Anlage eines Winterspeichers, der über die Steilstufe zum Mölltal wertvolle Spitzenenergie zu gewinnen erlaubt. Mit 1772 m bei Stauziel ist hier die größte Rohfallhöhe der Welt erschlossen.

- 10) Nennbelastung: 54 000 t .

- 11) Gründungsgestein: Tektonisch vorgezeichnete, vom Eis überformte Karwanne im hellen Biotit-Augengneis. Felskopf in Talmitte trennt zwei talparallele Störungszonen mit steilstehenden Mylonitstreifen. An der linken Flanke Überlagerung aus Blockwerk. Ungünstiges Schichtfallen talaus erfordert dort leichte Verschwenkung der Sperrenachse gegen die Wasserseite zu und besondere Sicherung gegen Felsgleitungen während der Bauzeit.

- 12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	41 m
Kronenlänge	159 m
Kronenbreite	2 m
Fundamentbreite	30 m

b) Aushub	31 000 m ³
Sperrbeton	60 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,73
Gründungskennzahl	0,52
Bauaufwand	1,11 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Zuerst geplante Ausführung eines Gewölbes oder Zwillingsgewölbes erwies sich aus geologischen Gründen als ungeeignet, weshalb man sich für die Gewichtsmauer mit Hohlraum und Schalplattenverkleidung wie beim Großen Mühdorfersee entschloß. Zur Verminderung des Eisdruckes bei Speicherabsenkung wurde die wasserseitige Flucht lotrecht angeordnet. Steile linke Flanke erfordert kräftige Verdübelung und Fugenverpressung der Randblöcke zur Herstellung einer monolithischen Kraftübertragung in den Untergrund.

14) Einzelheiten: Standberechnung für rechtwinkeliges Grunddreieck mit luftseitiger Neigung 1 : 0,68 wie bei der Sperre Großer Mühdorfersee.

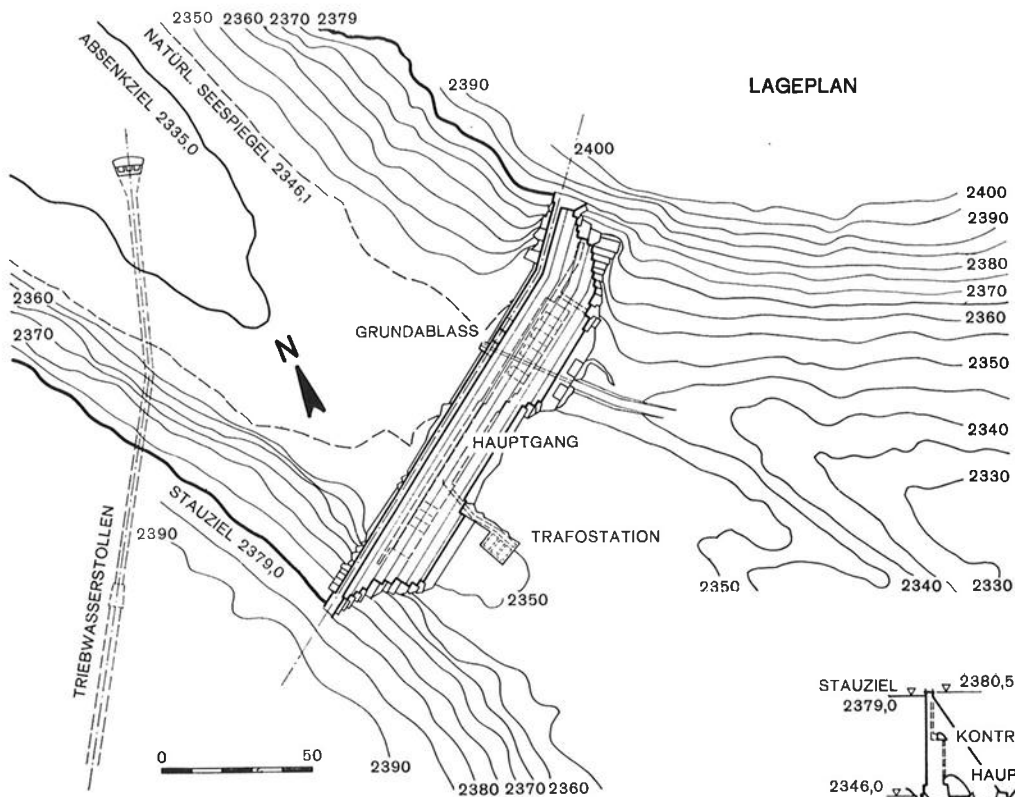
Betontechnologie ebenfalls von der Sperre Großer Mühdorfersee übernommen: drei Betonsorten mit 225/180/145 kg Portlandzement PZ 225 je m³, Wasserzementfaktoren 0,52/0,62/0,72. Betonherstellung in der Mischanlage am Großen Mühdorfersee, Zubringung mit Umlaufseilbahn, Einbau mit 5 t-Kabelkran in Blöcke von 10 - 14 m Länge, Höhe der Betonierabschnitte 1,50 m. Die Schal- und Verkleidungsplatten 2,0 x 1,5 m aus hochwertigem Vakuumbeton mit 300 kg PZ 450 je m³ wurden in der Plattenfabrik am Großen Mühdorfersee hergestellt und mit Feldbahn und Schrägaufzug zur Sperre transportiert. Statt der beim Großen Mühdorfersee nicht voll befriedigenden Kittung wurden die Plattenfugen hier mit Mörtel aus französischem Quellzement verfugt, wobei eine besonders konstruierte Fugenspritzmaschine verwendet wurde. Die Blockfugen sind mit Blech, Opanolfolie, Asbeststrick und Igaskitt gedichtet. Diese Verbesserungen haben sich voll bewährt.

15) Dichtungsmaßnahmen: Injektionsschleier unter dem wasserseitigen Sperrfuß bis zu 14 m Tiefe, insgesamt 1070 m² Fläche und 730 m Bohrlochlänge. Einpressung einer Zementemulsion mit 20 % gemahlener Flugasche und 1 % Intraplastzusatz bis zu 9 atü Druck. Mittlere Aufnahme 65 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 45 kg je m² Schirmfläche. Kontaktinjektionen in der Aufstandsfläche.

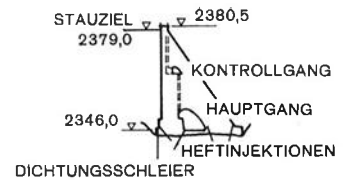
16) Meßeinrichtungen: 1 Pendellot und mehrere Galileo-Dehnungsmesser, Sickerwasser-Meßstellen. Die größten gemessenen Verformungen betragen 5 mm, die Sickerverluste halten sich unter 5 l/s.

17) Entlastungsanlagen:

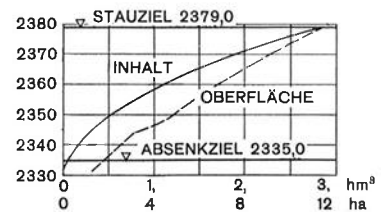
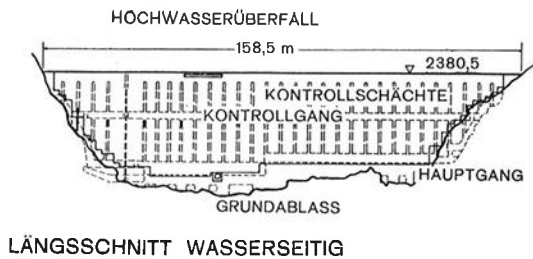
- Freier Hochwasserüberlauf 10 m lang über die Krone (LC) im linken Sperrflügel, Fußsicherung mit Leitmauerwerk und Steinschichtung. Fördert bei 0,82 m Überstau 14,6 m³/s.
- Grundablaß im gleichen Block wie der Überlauf (VO), Ø 0,60 m, mit Ringschieber 0,50/0,40 m und Sperrklappe im Hohlraum. Fördert 1,7 m³/s.
- Gesamtentlastung 16 m³/s entsprechend 11 m³/s.km².



LAGEPLAN



QUERSCHNITT



30 SPERRE KLEINER MÜHLDORFERSEE

- 18) Triebwasserfassung getrennt von jener des Großen Mühlendorfersees, um größere Fallhöhe auszunützen und auch in den Kleinen See hochpumpen zu können. Einlaufbauwerk 140 m von der Sperre abgerückt am Seegrund, mit Schwellenhöhe 1331 m, Grob- und Feinrechen $8,3 \text{ m}^2$. Kurzes Betongerinne und Druckstollen leiten das Betriebswasser zum oberen Hauptstollen mit Stahlrohr $\varnothing 1,10 \text{ m}$, das sich in der Schieberkammer Reißbeck mit der vom Großen Mühlendorfersee kommenden Rohrleitung vereint und dort mit Ringschieber abgesperrt werden kann. Fördert $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$ im Turbinenbetrieb und $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ im Pumpenbetrieb.
- 19) Baukosten ohne Triebwasserfassung auf Preisbasis 1955: 55 Mio S.
- 20) Schrifttum: siehe Sperre Großer Mühlendorfersee.

31 (38) SPERRE HOCHALMSEE

- 1) Sperrentyp: 24 m - PG
Gewichtsmauer mit Hohlraum über der Sohle und leicht gekrümmter Achse, am linken Flügel kleiner Erddamm angeschlossen.

- 2) Geographie: 46°57' N, 13°20' O
Gewässer: Hochalmsee
Flußgebiet: Rieckenbach, Möll, Drau
Nächster Ort: Spittal an der Drau.

- 3) Bauherr: Österreichische Draukraftwerke AG (ÖDK)
Kohldorferstraße 98, A-9020 Klagenfurt.

- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Reißbeck-Kreuzeck mit dem gemeinsamen Krafthaus Kolbnitz (139 MW, 307 GWh), Ausnützung in der Reißbeck-Speicherstufe (1757 m, 68 MW, 73 GWh).

- 5) Baujahre: 1957 - 1958, erster Vollstau Juli 1959.

- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet 1,5 km² ist in den Speicherhorizont auf 2300 - 2400 m integriert, der auch die benachbarten Gebiete der Mühldorferseen und des Radlsees umfaßt und dessen Zuflüsse durch Hochpumpen von 6,5 hm³ aus dem Laufstufenhorizont Reißbeck (1288 m) zur Speicherfüllung ergänzt werden.

Speicherhorizont	7,6 km ² mit 12 hm ³
Betriebswasser mit Pumpmenge (6,5 hm ³) =	18,5 hm ³

- 7) Stauraum (Jahresspeicher, kommunizierend mit Kleinem Mühldorfersee):

a) Wasserspiegel - Stauziel	2379 m
Speicherschwerpunkt	2361 m
Absenkziel	2330 m
Natürlicher Seespiegel	2360 m
b) Inhalt	
- Nutzinhalt	4,1 hm ³
davon durch Aufstau	2,3 hm ³
Rückhaltevermögen	0,22
c) Geometrie	
- Staufläche	0,16 km ²
Uferlänge	1,6 km
Uferentwicklung	1,12

- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:
 - a) Bezogen auf Kolbnitz 17 GWh (255 Stunden)
 - b) Fernwirkung auf 1977 bestehende und in Bau befindliche Laufwerke an Möll und Drau:

in Österreich	1,5 GWh
in Jugoslawien	1,5 GWh.

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Weiterer Ausbau eines hochgelegenen Karsees zum Winterspeicher und zur Ausnützung der größten Rohfallhöhe der Welt (1772 m bei Stauziel) in der Speicherstufe Reißbeck. In der Betriebsführung mit den Speichern Radlsee und Kleiner Mühdorfersee des oberen Seehorizontes abgestimmt.

10) Nennbelastung einschließlich Anschlußdamm
31 000 t.

11) Gründungsgestein: Flacher Seeriegel an der linken Flanke sanft ansteigend, an der rechten Flanke nach Störungskluft steiler aufragender Felsrücken. Bändergneise, teilweise beträchtlich aufgelockert und durchlässig. Überlagerung liefert Schüttmaterial für den Erddamm.

12) Hauptmaße der Staumauer ohne Anschlußdamm:

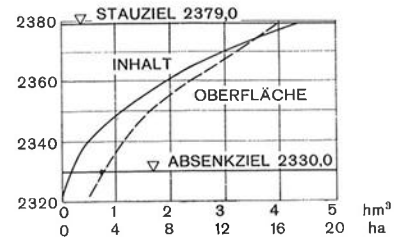
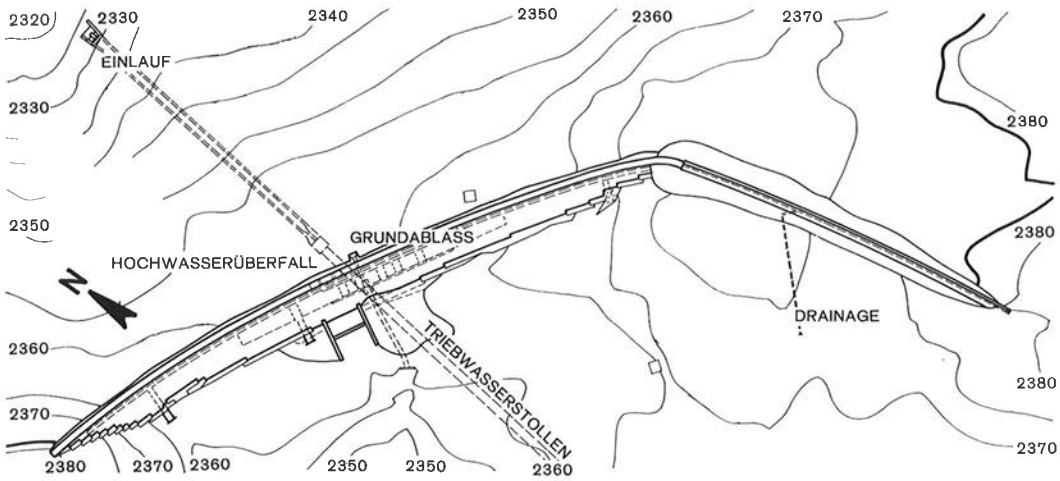
a) Höhe über Gründungssohle	24 m
Kronenlänge	237 m
Kronenbreite	2 m
Fundamentbreite	17 m
b) Aushub	10 000 m ³
Sperrenbeton	29 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,71
Gründungskennzahl	0,35
Bauaufwand	0,94 m ³ /t

Der 120 m lange, maximal 9 m hohe Anschlußdamm mit Betonkern hat 5000 m³ Rauminhalt.

13) Besondere Merkmale: Unter ähnlichen topographischen Verhältnissen wie am Großen Mühdorfersee wurde der gleiche Typ der Hohlmauer gewählt. Die Achse paßt sich der Scheitellinie des Seeriegels in Form eines Korbbogens an. Die flache linksufrige Geländemulde wird durch einen Erddamm mit Betonkern geschlossen, der gegen die Hauptsperre talauswärts abgewinkelt ist. Wegen mangelnder Transportmöglichkeiten vom Großen Mühdorfersee konnten die dort fabrizierten Schal- und Verkleidungsplatten nicht angewandt werden.

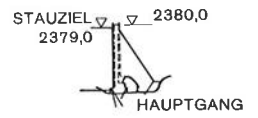
14) Einzelheiten: Grunddreieck mit lotrechter Wasserseite und 1 : 0,66 geneigter Luftseite. Betonherstellung in zwei Sorten: Vorsatzbeton mit 240 kg Portlandzement je m³ und Größtkorn 80 mm, Wasserzementfaktor 0,52, mittlere Druckfestigkeit nach 28 Tagen 250 kp/cm². Kernbeton mit 148 kg PZ je m³, Größtkorn 130 mm, Wasserzementfaktor 0,72. Einbringung in Blöcke von 10 - 14 m Länge, Höhe der Betonierschicht 1,50 m. Vorsatzbeton an der Wasserseite 2,0 m, Luftseite 1,6 m stark. Blockfugen nach System der Österr. Bundesbahnen ausgeführt: an den wasserseitigen Kanten Winkeleisen und bituminisierte Stahlblechfedern, 50 cm dahinter Kupferblech.

15) Dichtungsmaßnahmen: Injektionsschleier mit 2800 m² Fläche und 1400 m Bohrlochlänge, Aufnahme an Zement-Flugasche-Mischgut im Mittel 37 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 18 kg je m² Schirmfläche.

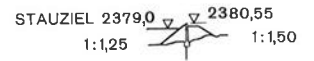


LAGEPLAN

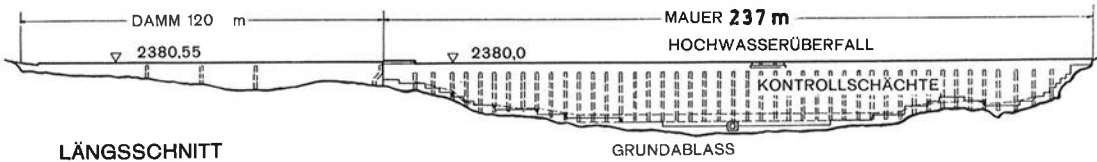
MAUER



DAMM



REGELQUERSCHNITTE



LÄNGSSCHNITT



- 16) Meßeinrichtungen: Kontrollschächte \varnothing 0,7 m in jedem Mauerblock bzw. in den Blockfugen. Sohlwasserdruckglocken etwa zur Hälfte ausgefallen.
- 17) Entlastungsanlagen:
- Freier Hochwasserüberlauf über die Krone (LC), 10 m lang. Leitmauerwerk und Steinschichtung am Mauerfuß. Fördert bei 0,69 m Überstau $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Grundablaß (VO) \varnothing 0,60 m, mit Sperrklappe und Ringschieber 0,50 / 0,40 m im Hohlraum. Fördert $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Gesamtentlastung $15 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $10 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$.
- 18) Triebwasserfassung: Einlaufbauwerk am Seegrund in 120 m Abstand von der Sperre, Schwelle auf 2326 m mit Feinrechen. Druckstollen \varnothing 1,7 m, 100 m lang zur Schieberkaverne im Seeriegel, Sperrklappe \varnothing 0,7 m, anschließend Stollenrohr \varnothing 0,70/0,96/1,10 m im oberen Hauptstollen zum Kleinen Mühldorfersee.
- 19) Baukosten ohne Triebwasserfassung auf Preisbasis 1955: 41 Mio S.
- 20) Schrifttum: Siehe Sperre Großer Mühldorfersee.

33 (30) LÜNERSEE-SPERRE

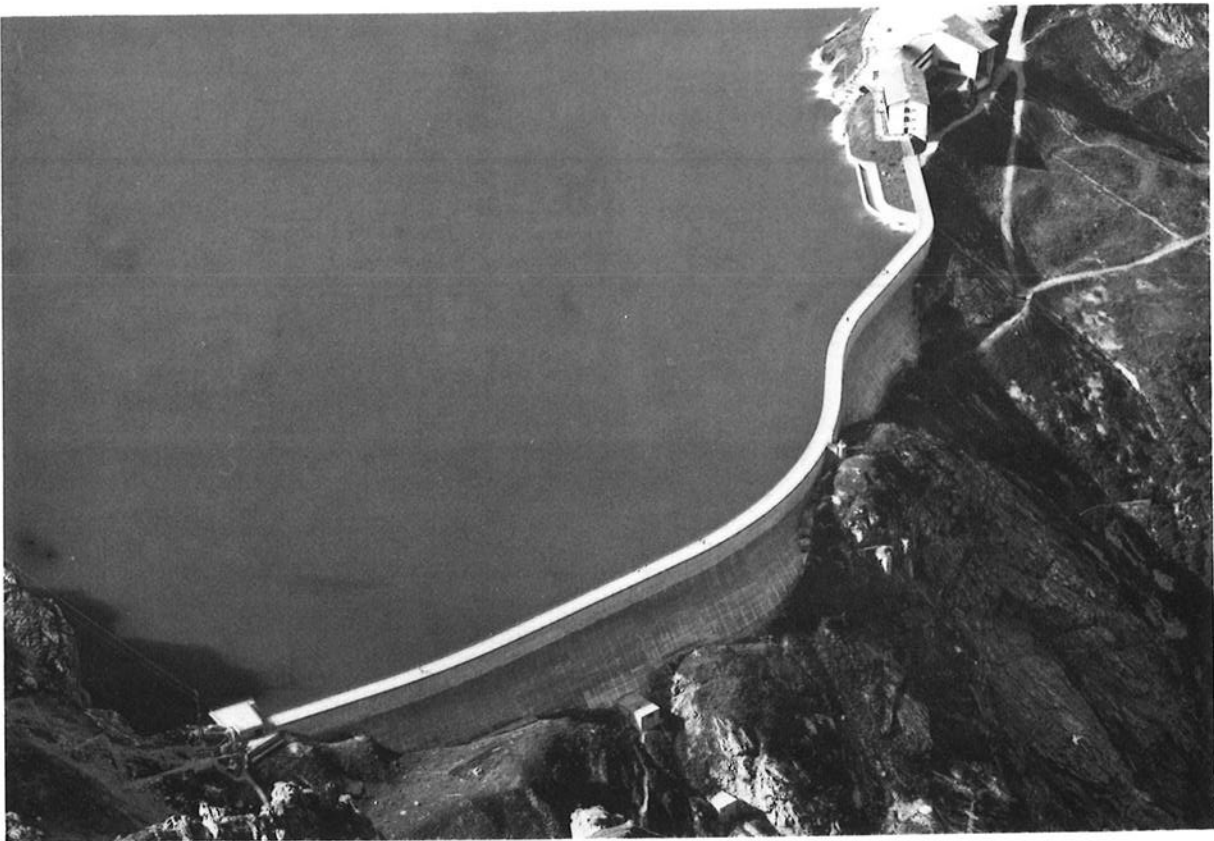
- Sperrtyp: 30 m - PG
Gewichtsmauer mit atmenden Fugen und mehrfach gekrümmter Krone.
- Geographie: $47^{\circ}04' \text{ N}$, $9^{\circ}45' \text{ O}$
Gewässer: Lünersee
Flußgebiet: Alvier, Ill, Rhein
Nächster Ort: Bludenz.
- Bauherr: Vorarlberger Illwerke AG (VIW)
Josef Huter Straße 35, A-6900 Bregenz.
- Kraftwerk: Werksgruppe Obere Ill - Lünersee, Ausnützung in den Stufen:
Pumpspeicherwerk Lünersee (943 m, 230 MW, 170 GWh ohne Wälzbetrieb, Pumpleistung 220 MW)
Pumpspeicherwerke Rodund I/II (341 m, 443 MW, 543 GWh ohne Wälzbetrieb, Pumpleistung 296 MW).
- Baujahre: 1955 - 1958, erster Vollstau September 1959. Teilstau 1958 auf Höhe 1960 m.
Vorarbeiten für die Absenkung des Sees und die Abdichtung der Seebarre seit 1920, Herstellung eines 190 m langen Abflußstollens auf Höhe 1888 m mit Keil- und Ringschieberverschlüssen, \varnothing 0,6 m; 1933/34 auch eines Ablaufstollens auf Höhe 1930 m.

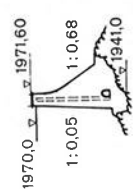
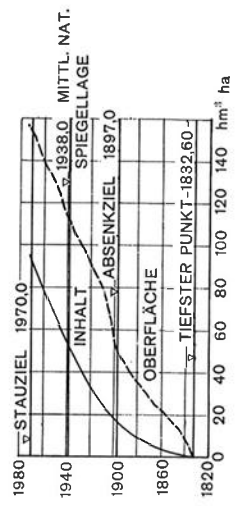
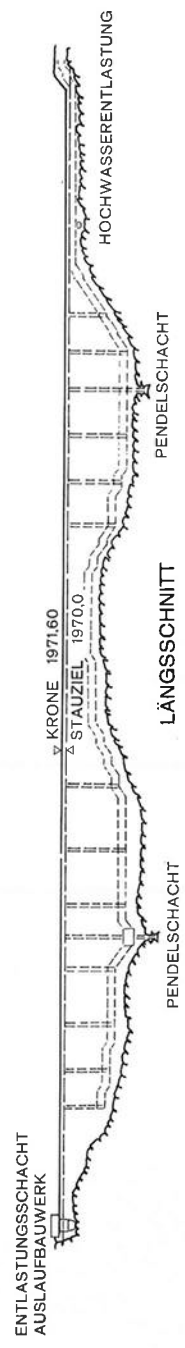
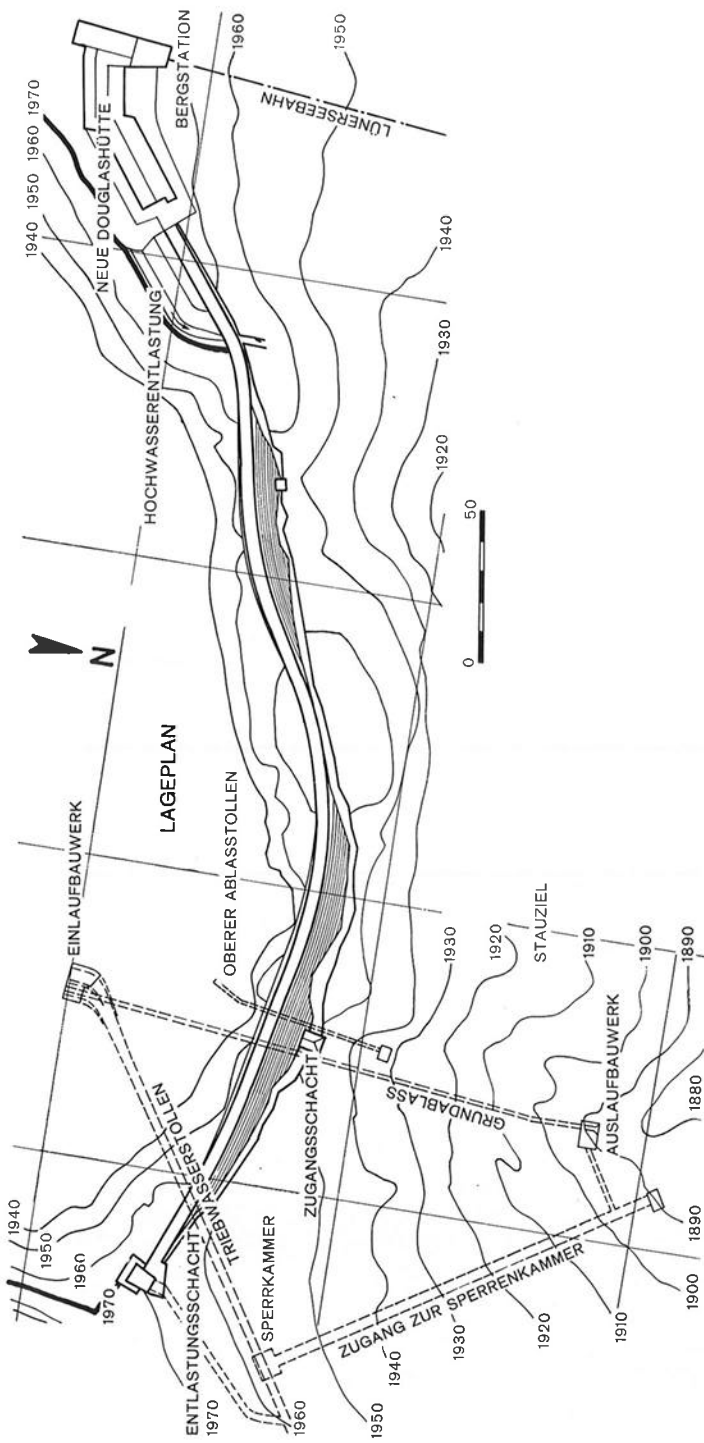
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet und die Beileitung des Abflusses vom Brandner Gletscher tragen nur einen kleinen Teil des Speicherwassers bei, weshalb eine größere Wassermenge aus dem 18 km langen Sammelstollen von 7 Ill-Seitenbächen im Horizont 1000 m des Latschaubeckens hochgepumpt werden muß (Pumpmenge in Klammern angegeben):

Eigenes Einzugsgebiet	9 km ²	mit	12 hm ³	
Beileitung	3 km ²	mit	3 hm ³	
Speicherzufluß	12 km ²	mit	15 hm ³	
Gesammelte Illbäche	152 km ²	mit	218 hm ³	(65 hm ³)
Betriebswasser Lünnersee (100 % Winter)			80 hm ³	

- 7) Stauraum (Jahresspeicher mit Saison-Pumpspeicherung):

a) Wasserspiegel - Stauziel	1970 m
Speicherschwerpunkt	1939 m
Absenkziel	1897 m
Natürl. Wasserspiegel	1938 m





SCHNITT

33 LÜNERSEESPERRE

140 km² ha

b) Inhalt	- Gesamtinhalt ab Seegrund	94 hm ³
	Nutzzinhalt	78 hm ³
	Durch Aufstau gewonnen	42 hm ³
	Rückhaltevermögen	0,34
c) Geometrie	- Stauffläche	1,53 km ²
	Uferlänge	5,5 km
	Uferentwicklung	1,26

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf Lünersee	166 GWh (720 Stunden)
Rodund	59 GWh (133 Stunden)
<hr/>	
In der Werksgruppe	225 GWh

Das Hochpumpen von 65 hm³ erfordert 220 GWh Pumpstrom und eine Betriebsdauer von 1000 Stunden der Pumpleistung von 220 MW.

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Aufstau eines der bedeutendsten Hochseen der Ostalpen um 32 m und Schaffung eines Winterspeichers für die Werksgruppe. Der nötige Pumpstrom für die Saisonspeicherung und eine überlagerte Pumpspeicherung im Wochen- oder Tagesrhythmus wird aus den Stein- und Braunkohlenwerken des westdeutschen Verbundnetzes bezogen, die erzeugte Spitzenenergie auch vorwiegend in dieses Verbundnetz exportiert. Die Leistungsspanne von 450 MW zwischen Turbinen- und Pumpenvollast steht binnen 6 Minuten beim Umschalten von Turbine auf Pumpe und binnen 3 Minuten beim umgekehrten Umschalten zur Verfügung.

10) Nennbelastung: 40 000 t.

11) Gründungsgestein: Schmäler, vom Eis blankgeformter und gegen das Alviertal steil abfallender Hauptdolomitriegel der Seebarre, talwärts fallende Schichtung. Im Naturzustand nur unterirdischer Seeabfluß von 350 l/s in mehreren Quellen an der Luftseite der Seebarre austretend. Nach provisorischen Absenkungen des Sees 1926-27 und 1930-31 wurden diese Verluststellen in den Fels verfolgt und durch Einpressung von Zementmörtel sowie durch Injektionen aus 6 m tiefen Bohrlöchern aus erstmals gedichtet; die Sickermenge wurde dadurch auf 30 l/s reduziert. Beim Bau der Sperre waren zusätzliche Dichtungsarbeiten erforderlich, siehe 15. Die Sperre ruht auf dem seeseitigen Abfall der Seebarre und stützt sich luftseits auf deren Krone ab. Die erfolgreiche Abdichtung der durchlässigen Seebarre war eine beachtliche Ingenieurleistung.

12) Hauptmaße:

a) Größte Höhe über Gründungssohle	30 m
Mittlere Höhe des höchsten Blockes	28 m
Kronenlänge	380 m
Kronenbreite	4 m
Fundamentbreite	20 m
b) Aushub (Fels)	15 000 m ³
Sperrenbeton	41 000 m ³

c) Schlankheitsgrad	0,73
Gründungskennzahl	0,37
Bauaufwand	1,0 m ³ /t

- 13) Besondere Merkmale: Form und Verlauf der Seebarre schreiben Gewichtsmauer als einzig möglichen Sperrtyp vor. Ausgesetzte Lage zwingt zu strengster Einpassung des Baukörpers in die Geländeformen mit mehrfach geschwungener Achslinie und mehrfach wechselnder Höhe. Vorläufige Nutzung des Sees und versuchsweise Absenkungen schon vor Errichtung der Sperre, siehe 5).
- 14) Einzelheiten: Standberechnung für das Grunddreieck mit Neigungen 1 : 0,05 wasserseitig und 1 : 0,68 luftseitig, Sohlwasserdruck von 0,85 des statischen Wasserdruckes auf Null abnehmend. Größte Betonhauptspannungen zu 6,8 kp/cm² Druck und 0,4 kp/cm² Zug errechnet. Katastrophensicherheitsnachweise für Gleiten und Kippen bei Annahme eines Horizontalrisses über die ganze Blocklänge.
- Herstellung eines zementarmen Großsteinbetons mit 179 kg Portlandzement 225 je m³, Wasserzementfaktor 0,56, bei der Einbringung zuerst Feinbeton mit 30 mm Größtkorn und 300 kg PZ 225 je m³ aufgebracht. Zuschlagstoffe aus Steinbruch und Schwemmkegel gewonnen, 3 Fraktionen 0/30 mm und Großsteine 150/300 mm. Mischung in 2 Doppelwellen-Zwangsmischern je 500 l, Einbringung des Feinbetons mit Kübeltransport auf Feldbahn, sodann Versetzung der Großsteine mit Turmdrehkran und Einrüttelung in den Feinbeton. Blocklängen 9 bis 21 m, Höhe der Betonschichten 1,50 m. Mittlere Druckfestigkeit des Feinbetons nach 90 Tagen 453 kp/cm², des Großsteinbetons (1-m-Würfel) nach 28 Tagen 300 kp/cm².
- Blockfugen wasserseitig mit Z-Kupferblechen und Bitumenverguß gedichtet, dahinter Kontrollschächte. Luftseitig ebenfalls Kupferblechdichtung.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Im oberen Bereich der Seebarre Ausräumen und Auswaschen von Spalten, Klüften und Verwerfungen, Verschließen und Injizieren aller Risse, Spalten und Klüfte auf möglichst große Tiefe. Betonplomben und bedarfsweise Torkretbewurf. Kontaktinjektionen in der Aufstandsfläche.
- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung durch Kronenalignement, Feinnivelllement der Krone und Quergänge, sowie Triangulierung der Luftseite mit 12 Zielpunkten. Zwei Pendellote in den höchsten Sperrenblöcken, zwei Lotanlagen im Untergrund, davon eine mit automatischer Aufzeichnung der Meßwerte. Meßstellen für Fugenspalte (30) und Sickerwasser (30).
- Größte Verformung der Mauerkrone 4 mm, keine Sickerwasserverluste in der Mauer.
- 17) Entlastungsanlagen:
- Hochwasserüberfall an der linken Sperrereinbindung, 50 m lang, Entlastungskanal in luftseitige Erosionsrinne (LB). Förderfähigkeit bei 25 cm Überstau 12 m³/s.
 - Grundablaß (VB) Stahlrohr Ø 1,2 m im ehemaligen Abblaßstollen auf Höhe 1888 verlegt. Drosselklappe und Ringschieber NW 1200/900 mm. Fördert 15 m³/s.
 - Oberer Auslaß (VB): Stahlrohr Ø 1,0 m im ehemaligen Ablaufstollen auf Höhe 1930 m, mit doppeltem Keilschieber Ø 0,6 m. Fördert 5 m³/s.

d) Gesamtentlastung $32 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $3,6 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$.

18) Triebwasserfassung: Einlaufbauwerk in der Steilwand der rechten Flanke, Schwelle auf Höhe 1891 m, Grob- und Feinrechen $2 \times 4,0 \times 6,4 \text{ m}$, Dammtafelverschluß. Anschließender Druckstollen $\varnothing 3,05 \text{ m}$ fördert derzeit $26 \text{ m}^3/\text{s}$ im Turbinenbetrieb und $22 \text{ m}^3/\text{s}$ im Pumpbetrieb, ist aber für Endausbau mit $32 \text{ m}^3/\text{s}$ bzw. $26 \text{ m}^3/\text{s}$ dimensioniert. Nach 100 m Schieberkammer mit zwei Drosselklappen $\varnothing 2,5 \text{ m}$.

19) Baukosten einschließlich Wasserfassung auf Preisbasis 1957: 68 Mio S.

20) Schrifttum:

- Ammann A.: "Die Vorarlberger Illwerke und der Bau des Lünenseewerkes". Schweiz. Wasser- und Energiewirtschaft 1956, Heft 2.
- Partl R.: "Das Lünenseewerk". ÖZE 1958, Heft 9.
- The Editor: "Large-scale pumped storage". Water Power 1959, nos. 8 - 9.
- Neukirchen H.: "Das Lünenseekraftwerk". ÖIZ 1959, Heft 8 und Schweiz. Bauzeitung 1960, Hefte 45 - 46.
- Bundesministerium für Verkehr und verstaatlichte Unternehmungen "Kraftwerk Lünensee". Folge 30 der Serie "Österreichische Kraftwerke in Einzeldarstellungen", 1960.
- Falger A.: "Die Wasser- und Energiewirtschaft des Lünenseekraftwerkes". Österr. Wasserwirtschaft 1960, Heft 12.
- Ganser O.: "Der Lünensee und das Projekt der Staumauer". Österr. Wasserwirtschaft 1961, Heft 2.
- Buchegger W.: "Neuere Beobachtungen an der Lünenseesperre". Heft 14 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1964.
- Ganser O.: "Lünensee dam-sealing of the ridge closing the lake basin". Qu.37, R.16, 10. Talsperrenkongreß, Montreal 1970.
- Ganser O.: "Staumauer Lünensee - Abdichtung der Seebarre". Heft 18 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1970.

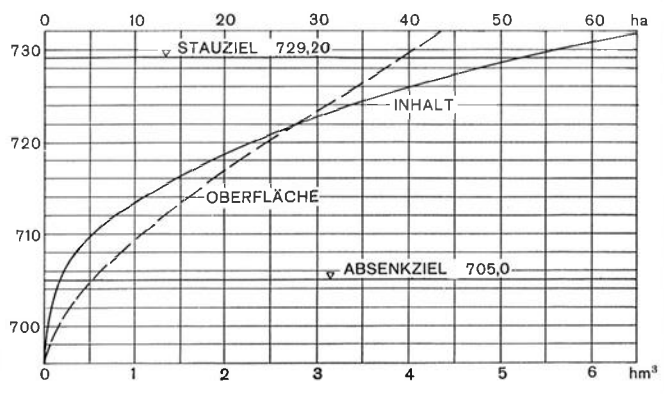
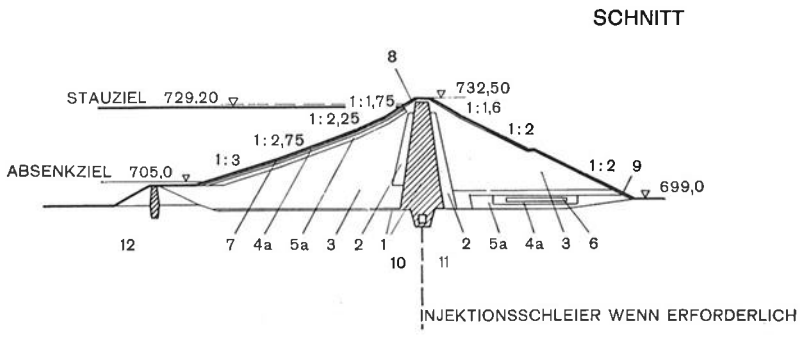
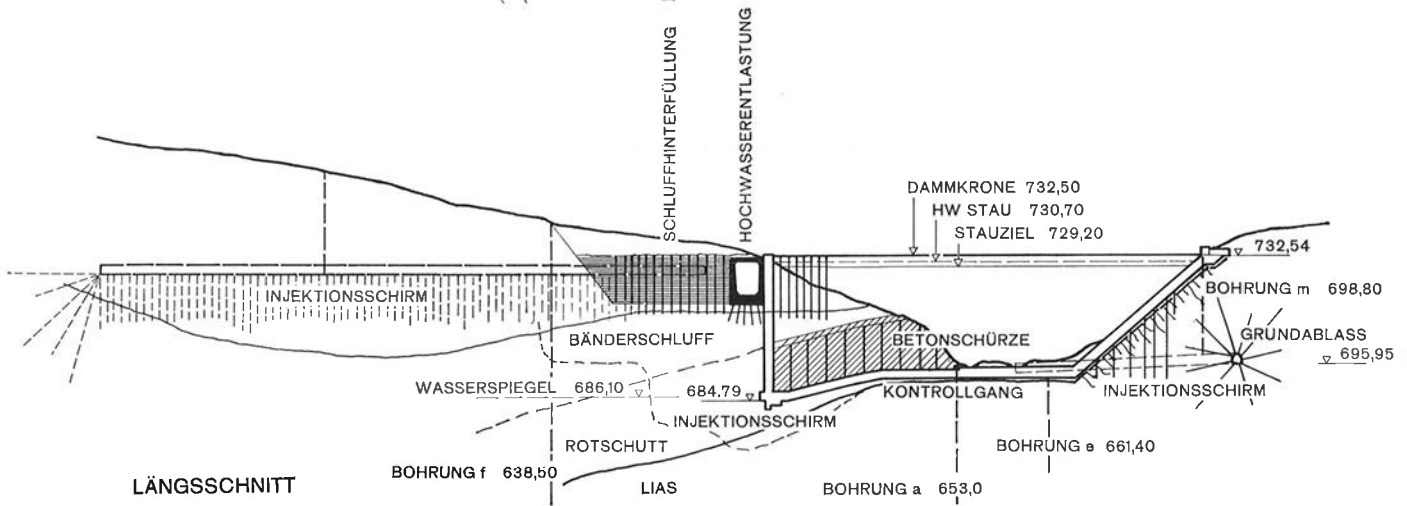
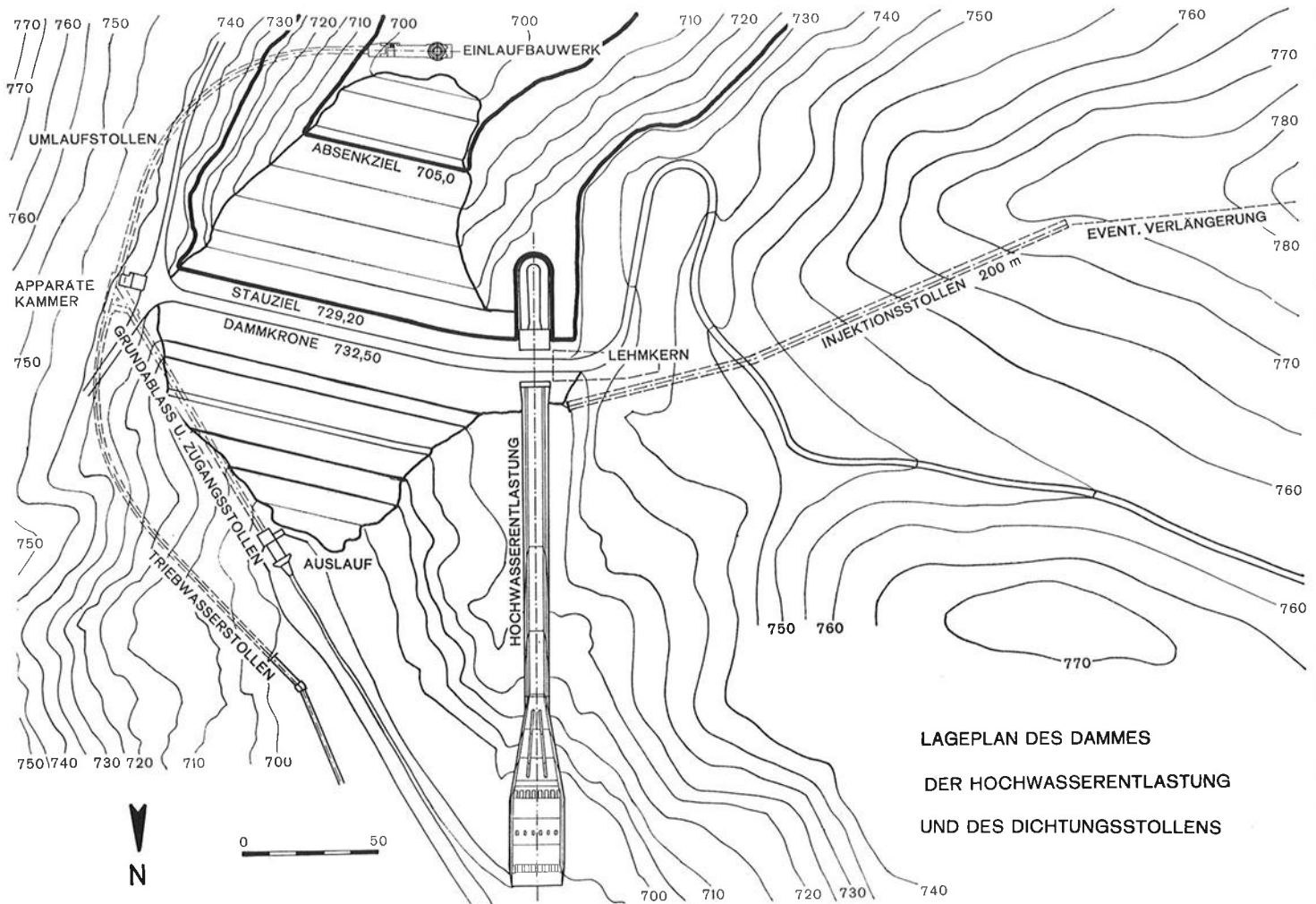
37 (35) FREIBACHDAMM

- 1) Sperrtyp: 41 m - TEC
Erddamm mit Bentonit-vergütetem Erdkern, Injektionsschirm und örtliche Betonschürze als Untergrunddichtung.
- 2) Geographie: $46^{\circ}31' \text{ N}$, $14^{\circ}28' \text{ O}$.
Gewässer: Freibach
Flußgebiet: Drau
Nächster Ort: Ferlach.

- 3) Bauherr: Kärntner Elektrizitäts AG (KELAG)
Arnulfplatz 2, A-9020 Klagenfurt.
- 4) Kraftwerk: Freibach (326 m, 17 MW, 36 GWh). Zusätzliche Pumpspeicherung aus der Drau, Pumpleistung 5 MW.
- 5) Baujahre: 1957 - 1958. Erster Vollstau Dezember 1960. Teilstau 726 m im Jahre 1959.
- 6) Hydrologie: Einzugsgebiet 44 km². Mittlerer Jahresabfluß 50 hm³.
- 7) Stauraum (Jahresspeicher):
- | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | | 729,2 m |
| | Schwerpunkt | 721,5 m |
| | Absenkziel | 705,0 m |
| b) Inhalt | - Gesamtinhalt | 5,5 hm ³ |
| | Nutzinhalt | 5,3 hm ³ |
| | Rückhaltevermögen | 0,11 |
| c) Geometrie | - Staupfläcche | 0,39 km ² |
| | Uferlänge | 4 km |
| | Uferentwicklung | 1,8 |
- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:
Bezogen auf das eigene Kraftwerk 3,9 GWh (230 Stunden).
Auswirkung auf die in Betrieb und Bau befindlichen Draukraftwerke:
- | | |
|----------------|----------|
| in Österreich | 0,6 GWh |
| in Jugoslawien | 1,6 GWh. |
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Nutzung einer günstigen Kraftstufe im Zentrum des Kärntner Landesnetzes, durch den Jahresspeicher gesicherte Spitzenenergie mit 55 % Winteranteil an der Regelerzeugung.
- 10) Nennbelastung: 33 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Talsohle und rechte Talflanke dunkle Malmkalke. Linke Tal-
seite Bergsturzmaterial aus rotem Jurakalk, mit Ton angefüllt. Darüber Decke
aus eiszeitlichem Seeton, Hangschotter und Moräne.
- 12) Hauptmaße:
- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| a) Höhe über Gründungssohle | 41 m |
| Kronenlänge | 150 m |
| Kronenbreite | 5 m |
| Basisbreite | 185 m |
| Böschung wasserseits | 1 : 1,75 bis 1 : 3 |
| luftseits | 1 : 1,6 bis 1 : 2 |
| b) Aushub (Überlagerung) | 37 600 m ³ |
| Dammschüttung | 235 000 m ³ |

c) Schlankheitsgrad	4,5
Gründungskennzahl	0,16
Bauaufwand	7,1 m ³ /t.

- 13) Besondere Merkmale: Bahnbrecher für den modernen Staudambau in Österreich. Die Geologie des linken Hanges hat den Damm als Abschlußbauwerk zwingend vorgeschrieben und war auch für die Anordnung des Hochwasserüberlaufes links und des Grundablasses rechts maßgebend. Bergmännisch hergestellte Betonschürze am linken Hang. Dichtungsmaßnahmen empirisch den Erfordernissen angepaßt.
- 14) Einzelheiten: Standberechnung nach Krey, Bishop und Fröhlich. Der mittlere Neigungswinkel der Spannungsergebenden bleibt erheblich unter dem Reibungswinkel des Schüttmaterials und des Untergrundes. Die Sicherheiten für Normallastfälle liegen über 1,4.
- Die Dammbaustoffe waren in nächster Nähe vorhanden. Der gemischtkörnige Hangschutt wurde in den Stützkörper in natürlicher Zusammensetzung mit Tagesleistungen von 2000 m³ eingebaut, nur übergroße Brocken wurden für den wasserseitigen Steinwurf aussortiert. In den Übergangszonen zum Kern wurde Material mit 100 mm Größtkorn verwendet. Für den lotrechten Zentralkern wurde Material bis 50 mm Korngröße ausgesiebt, mit 2 % Bentonit vergütet, mit einer mittleren Tagesleistung von 250 m³ eingebracht und mit Pneuradwalzen verdichtet. Die Bentonitbauweise hat sich dabei als weniger wetterempfindlich gegenüber einer Lehmbauweise erwiesen.
- Die Einbaukontrolle erfolgte durch ein Baustellenlabor.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Abdichtung der mit rotem Lehm gefüllten Bergsturzmasse am linken Ufer (Durchlässigkeit 10⁻⁵ m/s) durch eine 1,5 m starke Betonschürze mit 1400 m² Fläche. Die darüber liegende Schluffschicht bedurfte keiner Dichtung. Die oberflächlichen Schotter (Durchlässigkeit 10⁻⁴ m/s) wurden vorerst mit einer 40 m langen Lehmschürze und einem kurzen zweireihigen Injektionsschirm abgedichtet.
- Schon beim Teilstau 726 m zeigten sich am linken Ufer zu hohe Sickerwassermengen und Quellaustritte, denen man in einer zweiten Phase von Dichtungsmaßnahmen durch Erweiterung des Injektionsschirmes zu begegnen suchte. Der damit mögliche Vollstau erwies immer noch unzulängliche Wirkung. In einer dritten Phase wurde ein 200 m langer Injektionsstollen in den linken Hang vorgetrieben. Von ihm aus wurde ein einreihiger Dichtungsschirm 15 - 20 m tief hergestellt und durch örtliche Nachdichtung mit chemischen Mitteln ergänzt. Seit Abschluß dieser dritten Dichtungsphase im Jahre 1963 sind die Sickermengen auf ein annehmbares Maß reduziert.
- Der rechte Hang wurde durch Felsinjektionen vom Kontrollgang aus gedichtet. Noch verbliebenes Sickerwasser von max. 35 l/s wird rückgepumpt.
- 16) Meßeinrichtungen: Laufende Beobachtung der Sickerwassermengen durch Piezometer und Manometer, Mengen-, Temperatur- und Härtebestimmung der Quellschüttungen. Einige Piezometerrohre sind durch Injektionen wieder unbrauchbar geworden. Dammverformungen werden seit 1968 geodätisch durch Alignment



und Kronennivellement überwacht. Die Horizontalverschiebungen der Krone betragen 6 mm, die Nachsetzung ab 1968 wurde mit 20 mm festgestellt. Bei Vollstau 5 mm Kronenhebung.

17) Entlastungsanlagen:

- a) Hochwasserüberlauf: U-förmiger Trog mit fester Krone (57 m) am linken Talhang (LB), anschließend 165 m langes steiles Betongerinne zum Tosbecken. Geprüft durch Modellversuch an der Technischen Universität Graz. Förderfähigkeit $200 \text{ m}^3/\text{s}$ bei 1,50 m Überstau (restlicher Freibord 1,80 m) entsprechend $4,5 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$.
- b) Grundablaß im rechten Talhang (VB), vom Triebwassereinlauf hinter der Schieberkammer abzweigend: 2 Stahlrohre $\varnothing 0,7 \text{ m}$ in der Sohle des Zugangstollens. Förderfähigkeit $8 \text{ m}^3/\text{s}$.

18) Triebwasserfassung: Einlauf am Talboden knapp oberhalb des Dammfußes. Einlaufsturm $\varnothing 3 \text{ m}$ mit Schwelle auf Höhe 704 m, Umlaufstollen im rechten Hang, $\varnothing 3,0/2,0 \text{ m}$, 340 m lang; Schieberkammer mit Sperrklappe und automatischer Rohrbruchklappe $\varnothing 1,6 \text{ m}$. Anschließend Stahlbeton-Druckrohrleitung $\varnothing 1,7 \text{ m}$ für $5,75 \text{ m}^3/\text{s}$.

19) Baukosten für den Damm und die Wasserfassung (Umlaufstollen) auf Preisbasis April 1959: 36,0 Mio S.
Die zusätzlichen Dichtungsmaßnahmen erforderten weitere 5,5 Mio S (Preisbasis 1961).



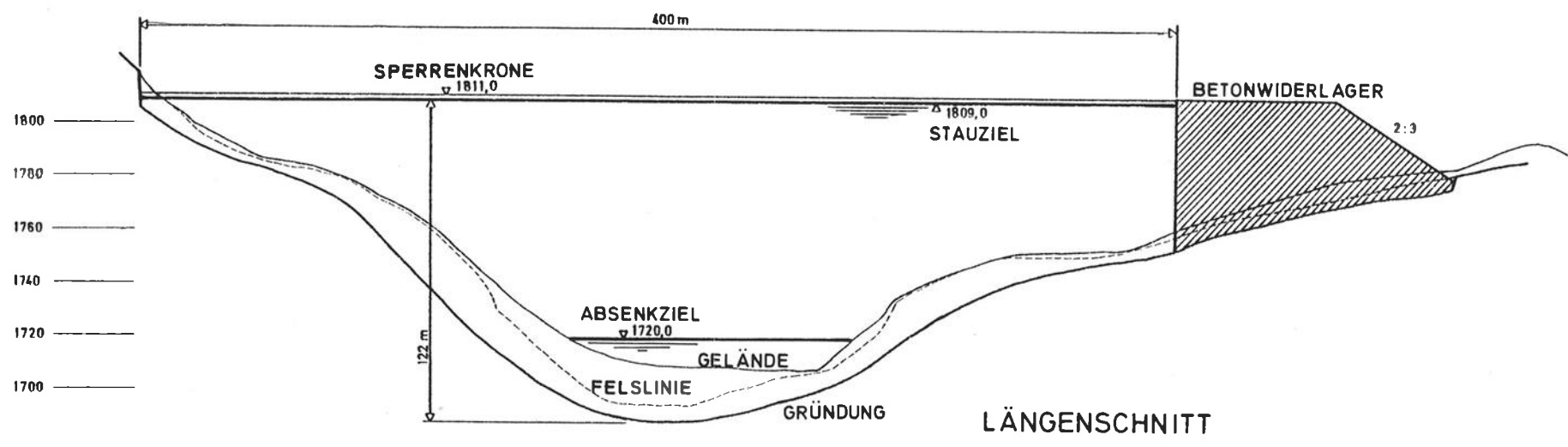
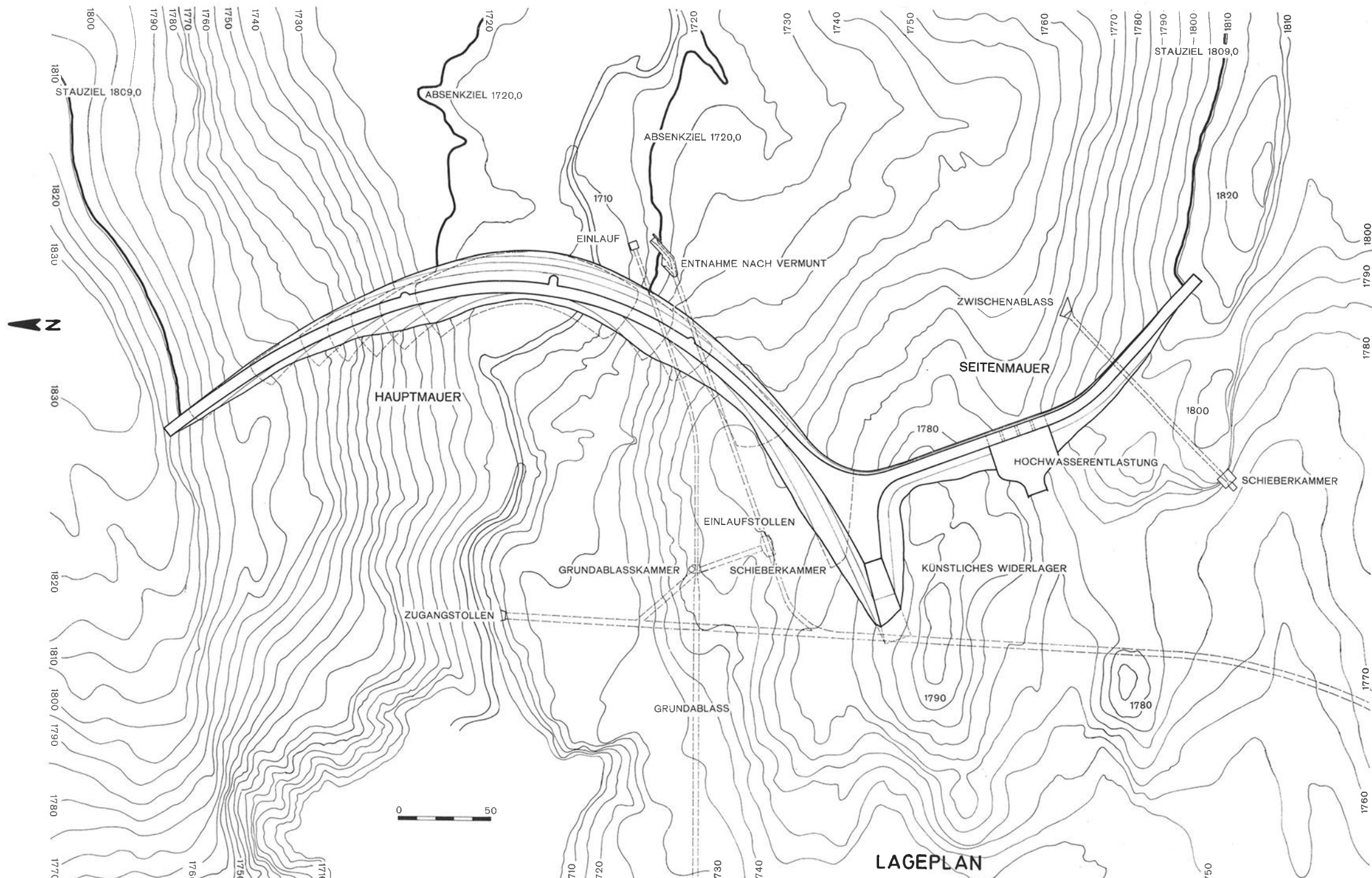
37 Freibachdamm

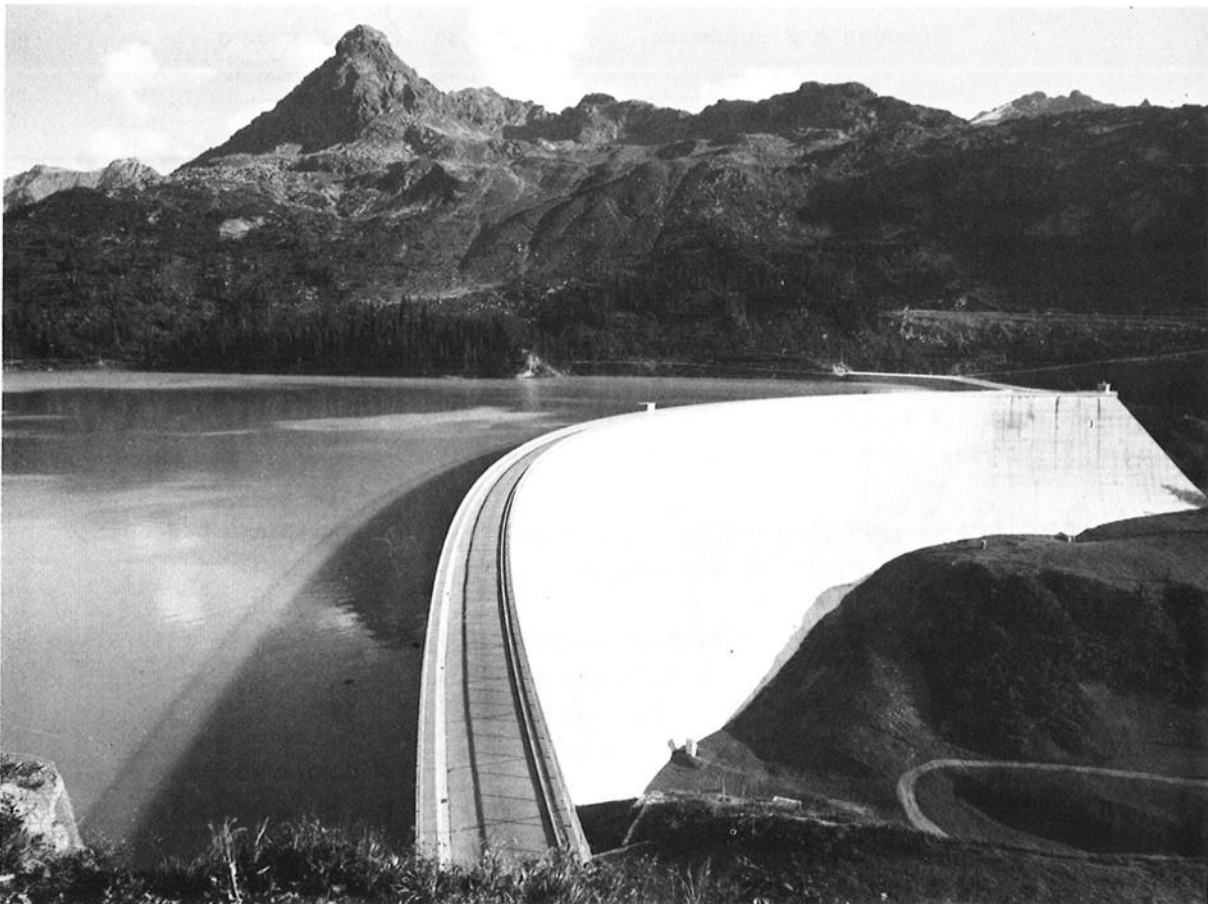
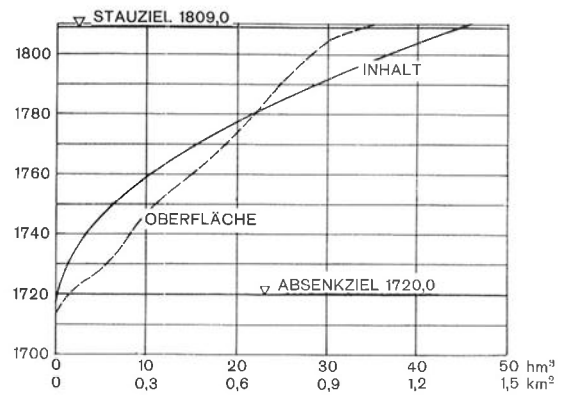
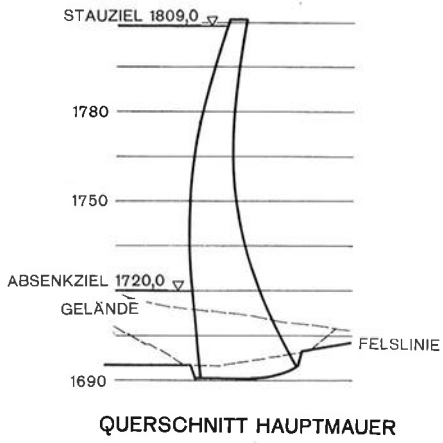
2o) Schrifttum:

- Kärntner Elektrizitäts AG: "Das Kraftwerk Freibach". ÖZE 1959, Heft 4.
Orel A.: "Gesteuerte Dichtungsarbeiten beim Freibachdamm".
Heft 13 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs",
1964.

38 (6) SPERRE KOPS

- 1) Sperrentyp: 122 m - VA + PG
Doppelt gekrümmte Gewölbesperre, am linken Flügel Widerlagerblock und mit Achsknick anschließende Gewichtsmauer.
- 2) Geographie: 46°58' N, 10°07' O
Gewässer: Zeinisbach
Flußgebiet: Vallülabach, Ill, Rhein
Nächster Ort: Schruns.
- 3) Bauherr: Vorarlberger Illwerke AG (VIW)
Josef Huter Straße 35, A-6900 Bregenz.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Obere Ill - Lünensee mit
Kopswerk Partenen (748 m, 245 MW, 392 GWh)
Zwischenstufe Latschau (28 m, 8 MW, 22 GWh)
Pumpspeicherwerke Rodund I/II (341 m, 443 MW, 543 GWh ohne Wälz-
betrieb, Pumpleistung 296 MW).
- Durch die Stollenverbindung mit dem Wochenspeicher Vermunt kann der Speicher
notfalls auch über das Vermuntwerk genützt werden.
- 5) Baujahre: 1961 - 1965, erster Vollstau November 1967.
Teilstau 1965 auf Höhe 1765 m,
1966 auf Höhe 1800 m.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet an der Wasserscheide zwischen Donau und
Rhein ist nur klein. Der Speicher dient vor allem der Abflußregelung aus den
Beileitungen von Seitenbächen der Trisanna im Paznauntal und solchen der oberen
Rosanna, einem System von 33 km Stollen und 7 Wasserfassungen mit Über-
leitung vom Donaugebiet zum Rheingebiet. Davon muß das Wasser des Kleinvermunt-
bachs mit einem Pumpaufwand von 9 GWh bei 4 MW Leistung in den Speicher hochge-
drückt werden.





38 SPERRE KOPS

Eigenes Einzugsgebiet	7 km ² mit 10 hm ³
Beileitung Verbellabach (Illgebiet)	9 km ² mit 14 hm ³
Beileitung Paznaun	120 km ² mit 168 hm ³
Beileitung Rosanna	34 km ² mit 41 hm ³
Gesamt	170 km² mit 233 hm³

7) Stauraum (Jahresspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	1809 m
Speicherschwerpunkt	1778 m
Absenkziel	1720 m
b) Inhalt - Gesamtinhalt	44,5 hm ³
Nutzzinhalt	44 hm ³
Rückhaltevermögen	0,19
c) Geometrie - Staufläche	0,91 km ²
(ohne Zeinis- becken) Uferlänge	4,3 km
Uferentwicklung	1,27

Im flachen Zeinisbecken, in das die Rosannabeileitung mündet, wird das Stauziel 1809 m durch eine Vorsperre mit 15 000 m³ Schüttung vom Koppspeicher unabhängig gehalten.

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf Kopswerk	74 GWh (300 Stunden)
Rodund	34 GWh (75 Stunden)
In der Werksgruppe	108 GWh

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Dritter Jahresspeicher in der Werksgruppe, der gemeinsam mit den Speichern Silvretta und Lünersee den Winteranteil an der Jahreserzeugung von 14 % auf 46 % erhöht und die jederzeitige Einsatzbereitschaft einer Leistung von 1100 MW zu sichern hilft. Verstärkt durch die installierten Speicherpumpen kommt dem europäischen Verbundnetz derzeit eine Leistungsspanne von 1630 MW zugute. Leistung, Arbeit und Speicherraum der Werksgruppe stehen aufgrund langfristiger Verträge zu mindestens 2/3 für den Export und bis zu 1/3 für den österreichischen Bedarf zur Verfügung.

10) Nennbelastung auf Abschlußfläche mit polygonalem Grundriß längs Bogensehne und Wasserseite der Seitenmauer: 850 000 t.

11) Gründungsgestein: Die Sperrenstelle liegt mit ihrer Umgebung im Kristallin der Silvrettadecke. Das durch Eis überformte Becken von Kops wird talseitig durch eine Felsschwelle gebildet, die etwa 200 m unterhalb der Sperrenstelle mit einer Steilstufe abfällt. Im Sperrenbereich treten vorwiegend Aplitgneise und Amphibolite auf, mit kleineren Einschaltungen von Quarziten, Glimmerschiefern und Schiefergneisen. Vielfach anstehender Fels, nur im Talgrund und in tieferen Lagen der rechten Flanke 10 - 20 m Überlagerung. Eine geologische Schwächezone im Talboden blieb ohne Einfluß auf die sichere Gründung.

12) Hauptmaße: Bei Zahlen in 2 Kolonnen bezieht sich die erste Kolonne auf die Gewölbesperre, die zweite auf den Widerlagerblock und die Gewicht-Seitenmauer.

a) Höhe über Gründungssohle	122 m	43 m
Kronenlänge	400 m	214 m
Kronenbreite	6 m	6 m
Fundamentbreite	30 m	33 m
Radius Kronen-Scheitelkreis	171 m	-
b) Aushub: Überlagerung	131 000 m ³	
Fels	197 000 m ³	
Zusammen	328 000 m ³	
Sperrenbeton	485 000 m ³	178 000 m ³
	663 000 m ³	
c) Schlankheitsgrad	0,25	0,77
Relative Spannweite	3,3	-
Gründungskennzahl		0,49
Bauaufwand		0,78 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Der Abschlußquerschnitt mit einer unter Stauziel liegenden Felskuppe an der linken Talflanke erfordert ein zweiteiliges Sperrenbauwerk mit getrenntem Kräftespiel: eine Gewölbemauer im rechten, flach V-förmigen Haupttal und eine Gewichtsmauer mit atmenden Fugen im linken seichteren Nebental. Dazwischen muß ein künstliches Widerlager den Horizontalschub der oberen Gewölbepartien in den Untergrund übertragen. Die doppelt gekrümmte Gewölbemauer hat parabelförmige Horizontalschnitte, die gegen die Kämpfer zu an Stärke zunehmen.

14) Einzelheiten: Standberechnung der Gewölbemauer nach fünfschnittigem Lastaufteilungsverfahren mit 8 Bogenlamellen, Radial- und Tangentialausgleich. 4 Hauptlastfälle und mehrere Ergänzungslastfälle. Überprüfung durch Modell 1 : 500 in der Versuchsanstalt der TKW in Kaprun. Größte rechnerische Spannungen 62 kp/cm² Druck und 13 kp/cm² Zug. Standberechnung der Gewichtsmauer mit Grunddreieck 1 : 0,05 wasserseitig und 1 : 0,68 luftseitig, Sahlwasserdruck von 0,85 auf Null abnehmend. Widerlagerblock hat Horizontalschub von 140 000 t aufzunehmen. Die Zuschlagstoffe wurden aus alluvialen Ablagerungen im Kleinvermunttal gewonnen und in 6 Fraktionen bis 150 mm aufbereitet. Antransport über 8 km Zufahrtsstraße.

Beton in 3 verschiedenen Qualitäten mit Portlandzement PZ 275 geringer Hydrationswärme unter Zusatz eines Luftporenverflüssigers hergestellt, und zwar:

- Vorsatzbeton mit 230 kg PZ 275 je m³, Wasserzementfaktor 0,49, mittlere Festigkeiten nach 90 Tagen 366 kp/cm² Druck und 38 kp/cm² Biegezug.
- Kernbeton der Gewölbemauer mit 180 kg PZ/m³, WZ-Faktor 0,60, 302 kp/cm² Druck, 34 kp/cm² Biegezug.
- Kernbeton der Seitenmauer und des Widerlagers mit 150 kg PZ/m³, WZ-Faktor 0,71, 249 kp/cm² Druck und 32 kp/cm² Biegezug.

Mischung in 3000 l - Koehring-Freifallmischer, Transport mit "Silobus" und zwei 20 t - Kabelkränen, Einbringung in 16 m lange Blöcke, Höhe der Betonierschicht 3 m, Vorsatzbeton 1,5 m stark. Größte Tagesleistung 3550 m³. Künstliche Kühlung mit Rohren Ø 22 mm in 2 m Abstand, Wärmeableitung durch Bachwasser. Höchsttemperatur im Bauwerk 32° C.

Blockfugen der Gewölbesperre als Wendelflächen mit buckelförmiger Verzahnung ausgebildet, mit Kunststoffdichtung wasserseitig und luftseitig, Fugenschlußtemperatur 3 - 4° C.

15) Dichtungsmaßnahmen: Einreihiger lotrechter Dichtungsschirm bis 60 m tief, Gesamtfläche 63 000 m², Summe der Bohrlochlängen 24 000 m. Injektionen mit kolloidal aufbereiteter Zementemulsion unter Drücken bis zu 40 atü, mittlere Aufnahme 39 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 15 kg je m² Schirmfläche. Unter der Gewichtsmauer waren zusätzliche chemische Injektionen mit Azetatgel zur Abdämmung von Sickerwegen erforderlich.

16) Meßeinrichtungen: Erstmals Instrumentarium für getrennte Überwachung der Verformungen der Sperre und des Untergrundes. Zwei Kronenalignements, Triangulation mit 25 Zielpunkten, 2 Polygonzüge und dichtes Nivellement. Beobachtung der Deformationen an 3 Pendel- und 6 Schwimmloten mit Fernübertragung und automatischer Aufzeichnung der Meßwerte, weiters Klinometer (20), Fugenspaltmesser (85) und Felsdehnungsmesser mit 3 Meßstrecken. Überwachung des Spannungszustandes mit Telepreßmetern (40), davon 12 mit automatischer Aufzeichnung der Meßwerte, und Teleformetern. Zahlreiche Temperaturregeber und Meßstellen für Sohlwasserdruck und Sicker Mengen, fast ausnahmslos in funktionstüchtiger Erhaltung.

Die größte Verformung der Mauerkrone gegenüber der Gründung beträgt 60 mm, die größte Betonspannung wurde mit 55 kp/cm² gemessen. Die Wasserverluste bei Vollstau betragen jetzt maximal 4 l/s.

17) Entlastungsanlagen:

- a) Hochwasserüberlauf mit fester Krone in der Gewichtsmauer (LC), vier Felder mit zusammen 30 m Lichtweite, gegen das Tosbecken auf 20 m verengte Schußrinne auf der Sperrenluftseite. Fördert bei 0,79 m Überstau 42 m³/s.
- b) Grundablaß unter der Gewölbemauer (VB) an der linken Talflanke, Einlauf mit Grobrechen auf Höhe 1715 m, anschließend lotrechter Fallschacht bis Höhe 1678 und 192 m langer gepanzerter Stollen Ø 1,6 m bis zur Schieberkammer mit 2 Tiefschützen, dann 140 m teilweise verkleidetes Hufeisenprofil 1,70 x 1,95 m zum freien Auslauf in die Talschlucht. Fördert 19 m³/s.
- c) Zwischenabfluß unter dem linken Flügel der Seitenmauer, Einlauf auf Höhe 1769 m, 120 m langer teilweise gepanzerter Stollen Ø 2,4/2,2 m, mit 2 Tiefschützen am Auslauf. Fördert 41 m³/s.
- d) Gesamtentlastung 102 m³/s entsprechend 14 m³/s.km² des nicht abschaltbaren Einzugsgebietes.

18) Triebwasserfassung:

- a) Einlauf zum Druckstollen des Kopswerkes 50 m oberhalb der Sperre am rechten Talhang. Einlauf auf Höhe 1722 m, Stollen \varnothing 3,25 m fördert $37 \text{ m}^3/\text{s}$. Nach 180 m Schieberkaverne mit 2 Drosselklappen \varnothing 2,6 m.
- b) Einlauf zum Verbindungsstollen nach Vermunt neben dem Grundablaßeinlauf am linken Talhang, Schwelle auf Höhe 1717 m, Stollen \varnothing 2,2 m anfangs gepanzert bis zur Schieberkammer mit Drosselklappe und Ringschieber. Kann bis zu $23 \text{ m}^3/\text{s}$ fördern und leitet ständig die Abflüsse der Vallülabäche in den Vermuntspeicher.

19) Baukosten auf Preisbasis 1965: 643 Mio S.

20) Schrifttum:

- Ammann A.: "Der Speicher Kops der VIW". Schweiz.Bauzeitung 1964, Heft 44.
- Falger A.: "Der Kopspeicher der VIW". ÖZE 1967, Heft 4.
- Stefko E.: "Das Kopswerk der VIW". ÖZE 1967, Heft 8.
- Stefko E.: "Bautechnische Probleme und Besonderheiten beim Kopswerk". Österr.Wasserwirtschaft 1968, Heft 11/12.
- Ganser O.: "Die Meßeinrichtungen der Staumauer Kops". Heft 16 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1968.
- Ganser O.: "Kops dam - instrumentation, methods of observation and interpretation of results". Qu. 38, R.7, 10.Talsperrenkongreß, Montreal 1970.
- Ganser O.: "Staumauer Kops - Meßeinrichtungen, Beobachtungsmethoden und Meßergebnisse". Heft 18 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1970.
- Vorarlberger Illwerke: "Das Kopswerk", Sonderheft der ÖZE 1970, Heft 7.
- Ganser O.: "Kops dam - Provision of drainage wells". Qu. 45, R. 13, 12. Talsperrenkongreß, Mexiko 1976.
- Ganser O.: "Staumauer Kops, Anlage der Drainagebohrungen". Heft 22 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1976.

39 (4) GEPATSCHDAMM

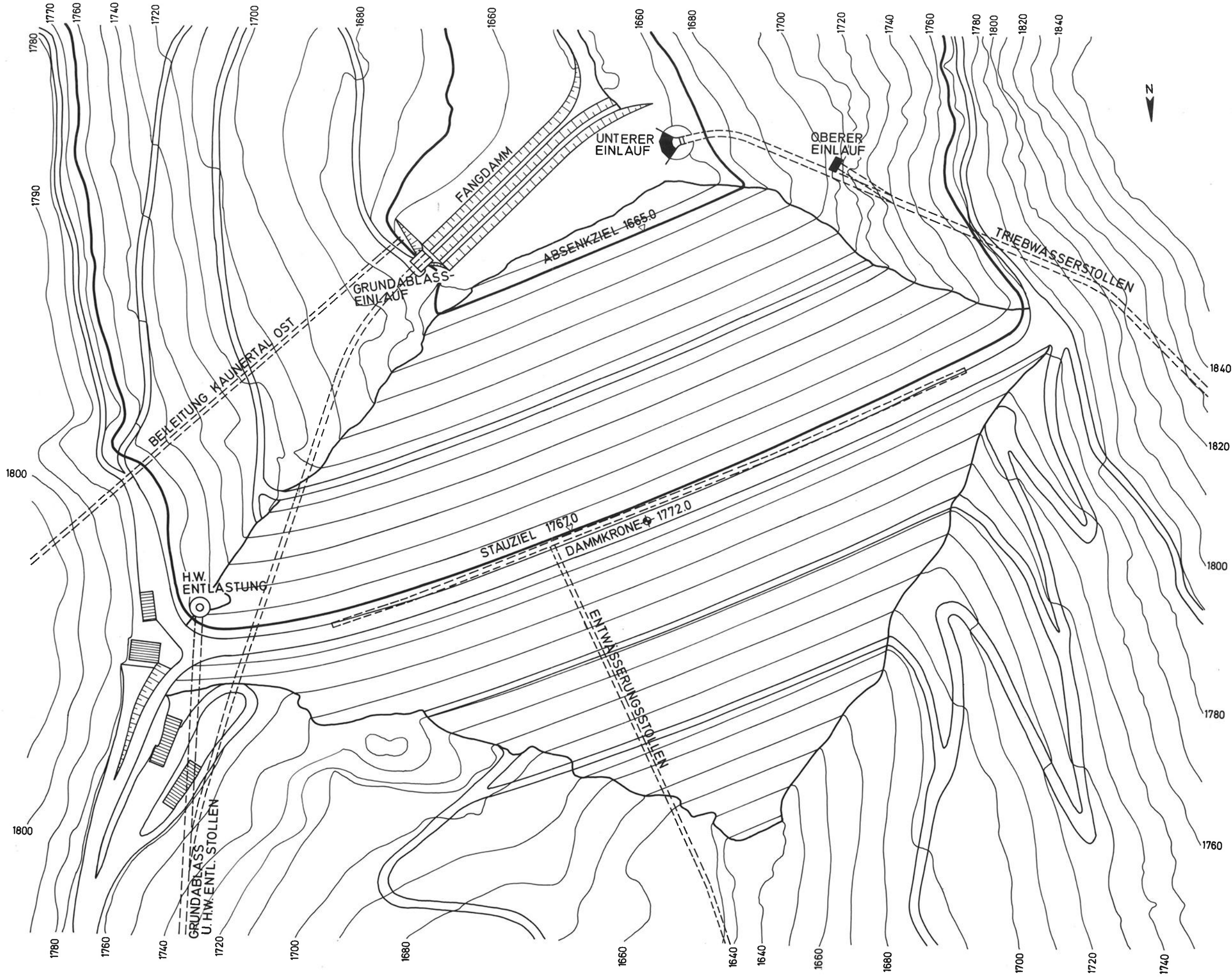
- 1) Sperrrentyp: 153 m - ERC
Felsschüttdamm mit zentralem, auf Fels gegründeten Erdkern,
Dichtungsschirm im Untergrund.
- 2) Geographie: 46°57' N, 10°45' O
Gewässer: Faggenbach
Flußgebiet: Inn
Nächster Ort: Landeck.
- 3) Bauherr: Tiroler Wasserkraftwerke AG (TIWAG)
Landhausplatz 2, A-6020 Innsbruck.
- 4) Kraftwerk: Kaunertalwerk Prutz im Inntal (861 m, 392 MW, 620 GWh).
Weitere Ausnützung im Inn-Kraftwerk Imst (145 m, 82 MW, 537 GWh).
- 5) Baujahre: 1962 - 1965, erster Vollstau September 1966.
Teilstau 1719 m im Jahre 1964,
1750 m im Jahre 1965.

- 6) Hydrologie: Das natürliche Einzugsgebiet wird durch zwei Überleitungen aus benachbarten Flußgebieten sowie durch die Beileitung von mehreren Seitenbächen vergrößert, die unterhalb der Sperrenstelle in den Faggenbach münden. Die Beileitungsstollen von den 10 Wasserfassungen haben eine Gesamtlänge von 32 km.

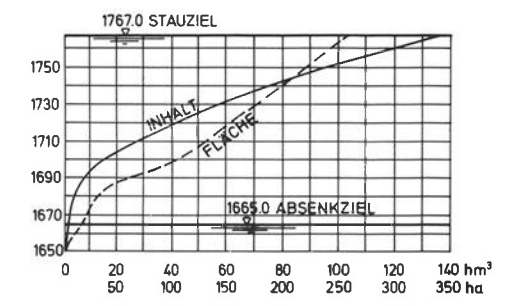
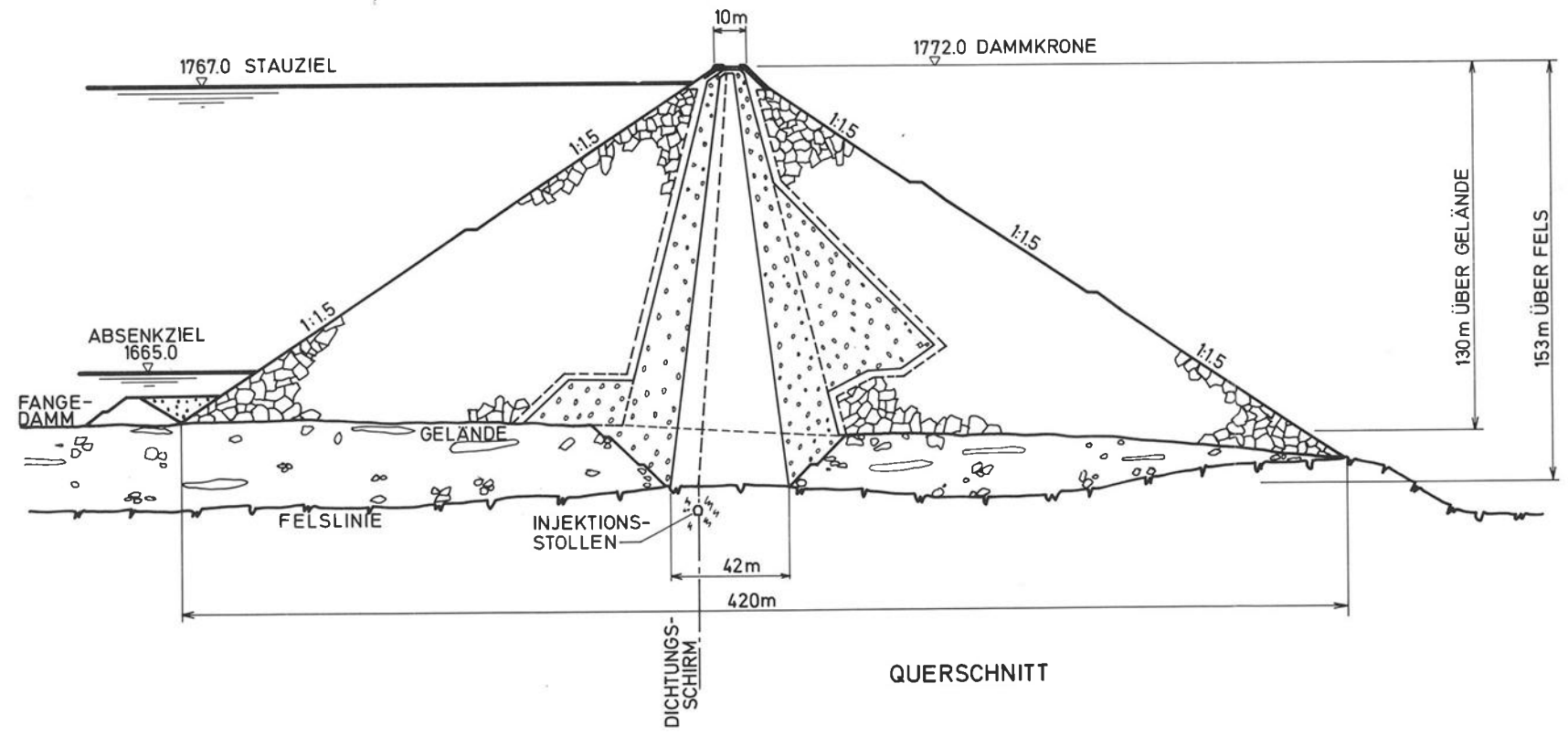
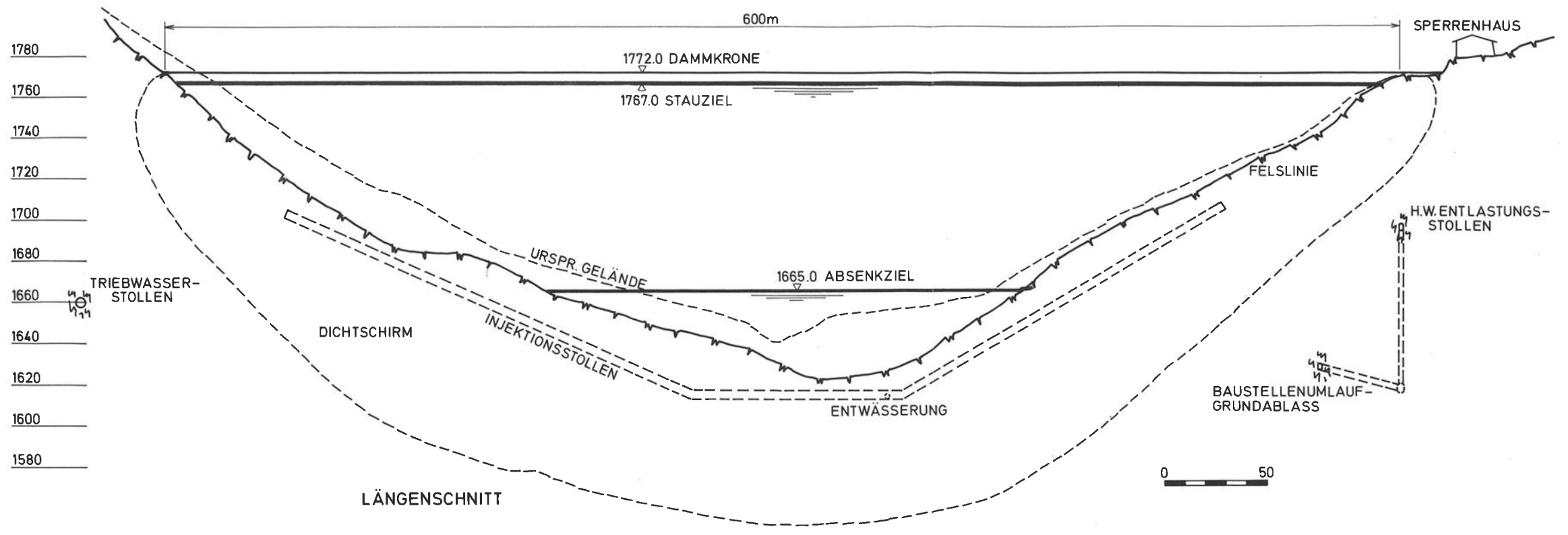
Eigenes Einzugsgebiet	107 km ² mit 125 hm ³
Beileitungen	172 km ² mit 177 hm ³
Zusammen	279 km ² mit 302 hm ³

- 7) Stauraum (Jahresspeicher):
 - a) Wasserspiegel - Stauziel 1767 m
Schwerpunkt 1733 m
Absenkziel 1665 m
 - b) Inhalt - Gesamtinhalt 140 hm³
Nutzinhalt 138 hm³
Rückhaltevermögen 0,46
 - c) Geometrie - Staufläche 2,6 km²
Uferlänge 12,5 km
Uferentwicklung 2,2

Am linken Talhang trat schon beim ersten Teilstau eine Hangbewegung auf, die umfangreichen Erkundungen und Modellstudien unterzogen wurde und als Wiederbelebung einer alten Gleitung zu erkennen war. Einschließlich der Nachsetzungen beim Höherstau in den beiden Folgejahren betrug die größte Setzung 7,5 m. Mit Erreichen des Stauzieles kam die Bewegung schließlich zur Ruhe; die ständige Überwachung ergibt keinen Anhaltspunkt für weitere Gleitungen. Die von Bachsedimenten herrührende Verlandung des Stauraumes ist unbedeutend.



LAGEPLAN



8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Kaunertalwerk	286 GWh (730 Stunden)
Innkraftwerk Imst	35 GWh (425 Stunden)
Eigene Kraftwerksgruppe	321 GWh

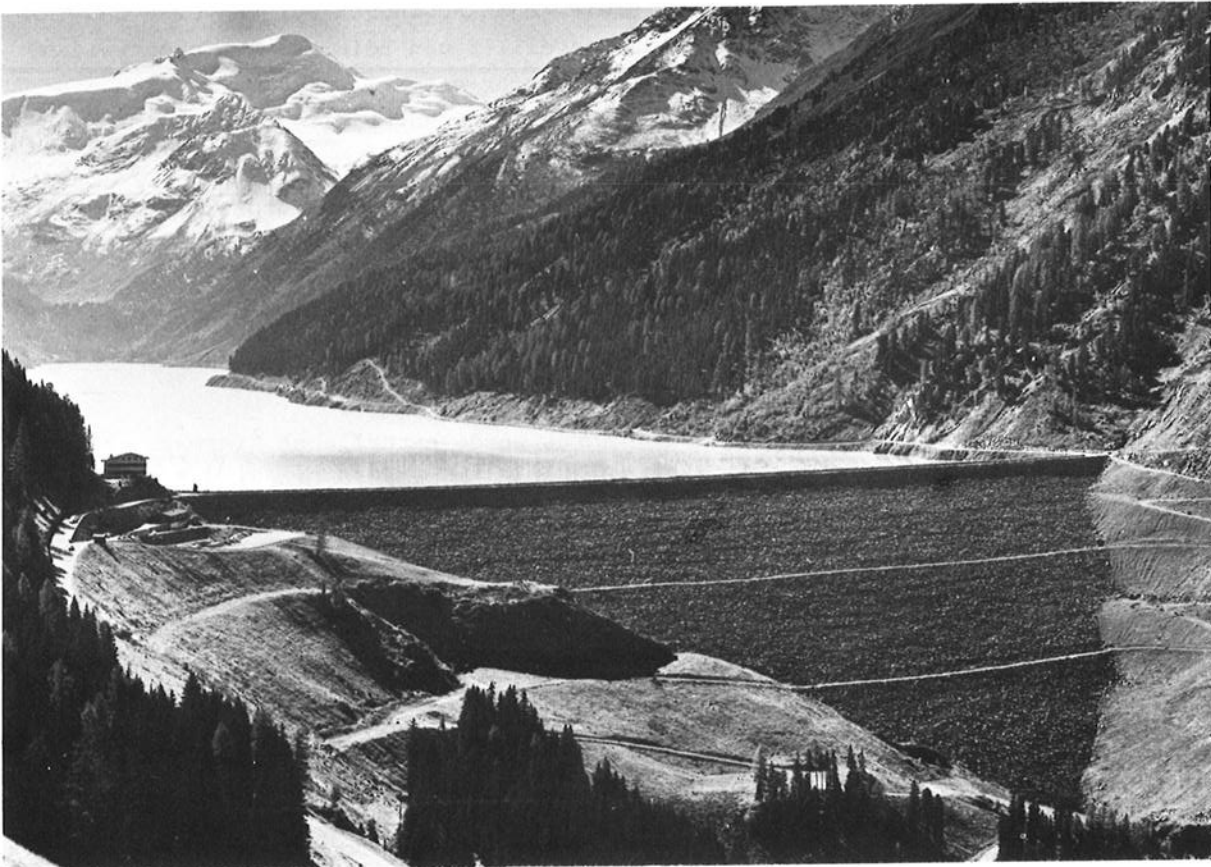
b) Fernwirkung auf weitere 1977 bestehende und in Bau befindliche Laufwerke an Inn und Donau:

Gewinn zugunsten	Österreich	BRD
Inn	11 GWh	35 GWh
Donau	22 GWh	1 GWh
Zusammen	33 GWh	36 GWh
	69 GWh	

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Langzeitspeicher zur Bereitstellung gesicherter Spitzenenergie für den Tiroler Landesbedarf und für langfristige Exportverträge ins westeuropäische Verbundnetz. Durch den Speicherzuschuß wird die Wintererzeugung im Kaunertalwerk auf fast 60 % gebracht und die Niederwasserführung des oberen Inn erheblich verbessert.

10) Nennbelastung: 1 640 000 t.

11) Gründungsgestein: Felsschwelle eines ehemaligen Gletschertroges, aus Augengneis des Ötztaler Kristallins aufgebaut, der an der rechten Talseite zu Tage tritt, linksseitig und in Talmitte aber von Hangschutt, umgelagerter Moräne und Bachsedimenten bis zu 30 m überlagert ist. Die Überlagerung wurde im Bereich des Kernes abgeräumt, sodaß dieser durchgehend an den Fels anschließt.



39 Gepatschdammbachsee

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle im Kern	153 m
Höhe über Gelände	130 m
Kronenlänge	600 m
Kronenbreite	11 m
Basisbreite	420 m
Böschung wasserseits	1 : 1,5
luftseits	1 : 1 bis 1 : 1,5
b) Aushub (Überlagerung)	1 000 000 m ³
Dammschüttung	7 100 000 m ³
c) Schlankheitsgrad (bezogen auf Geländehöhe)	3,23
Gründungskennzahl	0,14
Bauaufwand	4,3 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Obwohl das Talprofil mit einer relativen Spannweite von 4 : 1 auch für eine Gewölbemauer geeignet wäre, hat sich die Dammbauweise als wirtschaftlich überlegen erwiesen, weil der Felsverlauf an den Hängen für das Gewölbe wenig günstig ist, andererseits geeignetes Dammschüttgut in nächster Nähe und in ausreichender Menge, freilich in einem Steinbruch mit sehr hohen Abbaustufen, zur Verfügung stand. Die Dammachse ist zur Luftseite schwach konvex gekrümmt. - Mit dem Entschluß zur Ausführung als Felsschüttdamm hat sich Österreich hier erstmals an eine Großausführung dieser Bauform gewagt, für die in der Welt damals kaum zehn vergleichsfähige Beispiele bestanden.

14) Einzelheiten: Standsicherheitsnachweise gegen Gleiten auf zylinderförmigen Flächen nach Bishop und Fellenius, sowie gegen Abscheren auf konvexen und ebenen Flächen des Untergrundes nach Nonveiller und Reinius. Die nachgewiesenen Sicherheiten liegen über 1,4. Erstmals für gezonte Dämme wurde auch ein Spannungsnachweis geführt und die Ausnützung der Materialfestigkeit im Hauptquerschnitt näherungsweise aus Meßwerten ermittelt.

Der zentrale Kern wurde aus gesiebttem Hangschutt mit 80 mm Größtkorn in Schichten von 30 cm mit Bodentleerern geschüttet und mit einer schweren Gummiradwalze verdichtet. Zu hohe Eigenfeuchtigkeit des Kernmaterials wurde in einer Trockenanlage auf die für den Einbau günstigsten Werte herabgedrückt. Der wasserseitige Kernbereich wurde mit 1 % Bentonit vergütet, die nachgemessene Durchlässigkeit betrug 5×10^{-10} m/s.

Für die Übergangszonen beidseits des Kerns wurde natürliches Kiesmaterial aus dem Stauraum mit Größtkorn 20 cm in Lagen von 60 cm aufgebracht und nur durch die Transportfahrzeuge verdichtet. Die Stützkörper sind mit dem ausgesiebten Überkorn des Hangschuttes, hauptsächlich aber aus Steinbruchmaterial mit Blockgrößen bis zu 1 m³ aufgebaut. Dabei wählte man die Trockenverdichtung der 2 m hoch geschütteten Lagen durch Rüttelwalzen, was jahresdurchgängigen Betrieb erlaubte. Etwa 25 % der gesamten Schüttmenge wurde in Winterarbeit eingebracht. Die größte Monatsleistung wurde im August 1963 mit 550 000 m³ Schüttung erreicht.

Ein Baustellenlabor führte die laufenden Einbaukontrollen und die Beobachtung der Meßgeräte durch.

15) Dichtungsmaßnahmen: Unter dem Kern wird der anstehende Fels durch einen vertikalen, bis zu 100 m tiefen einreihigen Injektionsschirm gedichtet. Die Einpressung der Zement-Flugasche-Mischung erfolgte teils von der Oberfläche, teils von einem Injektionsstollen aus. Die mittlere Aufnahme betrug 78 kg Mischgut je Laufmeter Bohrung.

16) Meßeinrichtungen: Neben einer dichten geodätischen Überwachung der Dammoberfläche und der üblichen Ausrüstung zur Kontrolle von Sickerwasser (10 Meßstellen und 10 Piezometer) wurden Geräte eingebaut, die erstmals in solchem Umfang Aufschluß über die Bewegungen einer Steinschüttung geben. Dieses Instrumentarium umfaßt 32 Druckgeber zur Kontrolle des Porenwasserdruckes im Kern und in den Übergangszonen, 53 Erddruckgeber in allen Zonen sowie neu entwickelte horizontale Meßpegel zur laufenden Kontrolle der Setzungen und Verschiebungen im Damminnern. Etwa ein Viertel der Meßinstrumente sind inzwischen ausgefallen.

Im Damminnern wurden Setzungen von 4 - 5 m, an der Dammkrone Verformungen von 1,0 - 1,5 m festgestellt. Sie sind nach einigen Stauperioden abgeklungen und haben sich einem rein elastischen Verhalten genähert. Dabei hat sich das Material im Damminnern aufgrund seiner hohen Plastizität rissefrei verformt, während in Längsrichtung der Krone einzelne Risse auftraten. Am wasserseitigen Kernrand hat die hohe Beanspruchung des Materials während des Baues zur Ausbildung von Fließzonen geführt.

17) Entlastungsanlagen:

- a) Hochwasserüberlauf (LB), nahe der Dammkrone am rechten Talhang, Trichter \varnothing 12,6 m mit fester Überfallkrone. Freier Ablauf durch Schrägschacht \varnothing 3,4 m zum Grundablaßstollen. Fördert bei 2 m Überstau (3 m restlicher Freibord) $250 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $2,4 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ des eigenen Einzugsgebietes;
- b) Grundablaß (VB), Einlauf mit Schwellenhöhe 1665 m und 35 m^2 Rechenfläche, zusätzlich Spülöffnung Schwelle 1648 m, mit 14 m^2 Rechenfläche und Regulierschütze, die nur unter Absenkziel zu betätigen ist. Stollen \varnothing 3,4 m diente während des Baues als Umlaufstollen. Nach 420 m Schieberkammer mit zwei Gleitschützen $1,0 \times 1,5 \text{ m}$ als Betriebsverschluß.

18) Triebwasserfassung: Haupteinlauf mit Schwellenhöhe 1658 m am linken Hang, 109 m^2 Rechenfläche, Dammbalken-Notverschluß. Darüber Nebeneinlauf auf 1694 m mit 30 m^2 Rechenfläche, mit Schrägschacht in den Triebwasserstollen \varnothing 4,0 m mündend. Nach 300 m Schieberkammer mit 2 Drosselklappen \varnothing 3,5 m. Ausbaudurchfluß $54 \text{ m}^3/\text{s}$.

19) Baukosten für den Damm einschließlich Dichtung und Betriebseinrichtungen auf Preisbasis Jänner 1963: 728 Mio S.

20) Schrifttum:

- | | |
|----------------------------|---|
| Lauffer H. und Schober W.: | "Investigations for the earth core of Gepatsch rockfill dam". Qu.27, R.92, 7.Talsperrenkongreß, Rom 1961. |
| Lauffer H. und Schober W.: | "The Gepatsch rockfill dam". Qu.31, R.4, 8.Talsperrenkongreß, Edinburg 1964. |
| Herbeck H.: | "Der Staudamm Gepatsch". Porr-Nachrichten, Heft 22/23, 1965. |
| Schober W.: | "Behaviour of Gepatsch rockfill dam". Qu.34, R.39, 9.Talsperrenkongreß Istanbul 1967. |

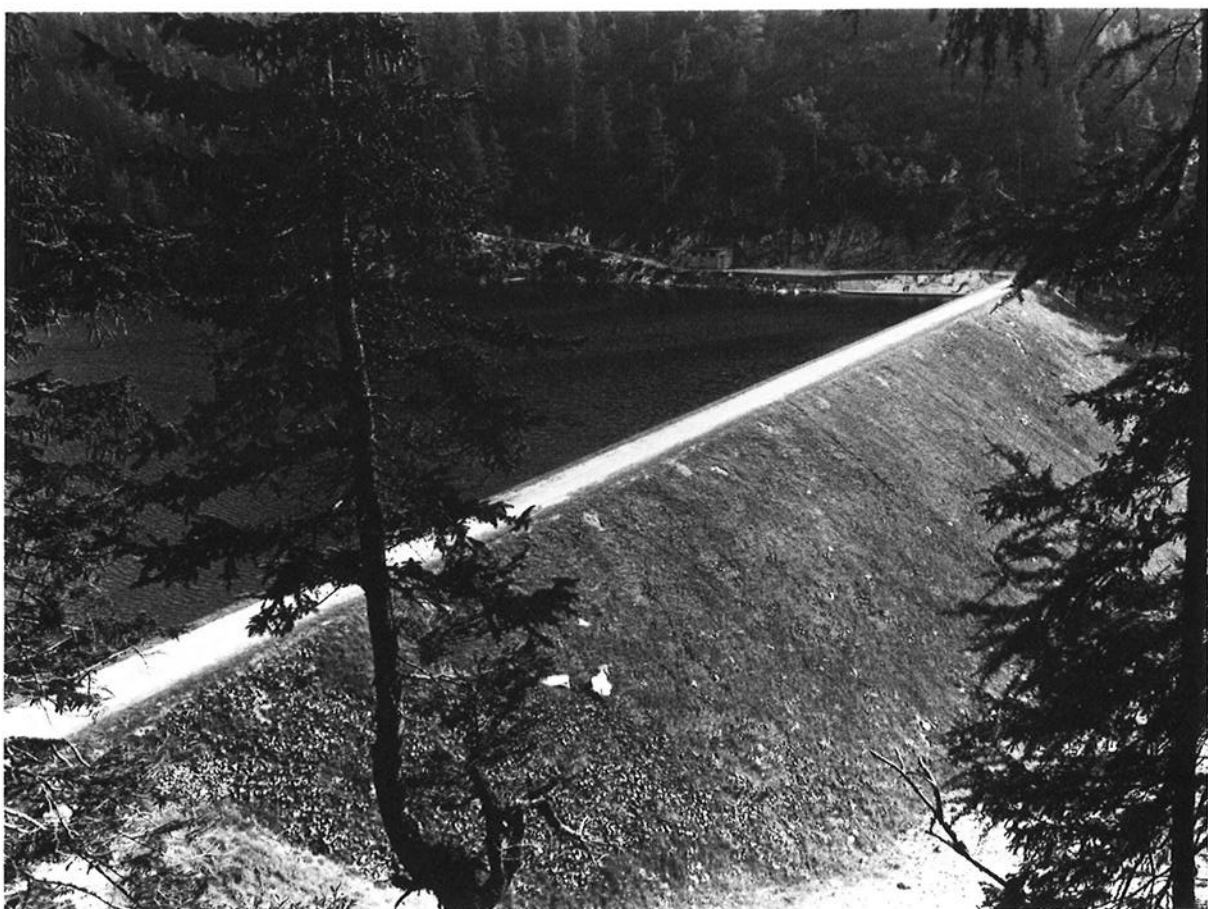
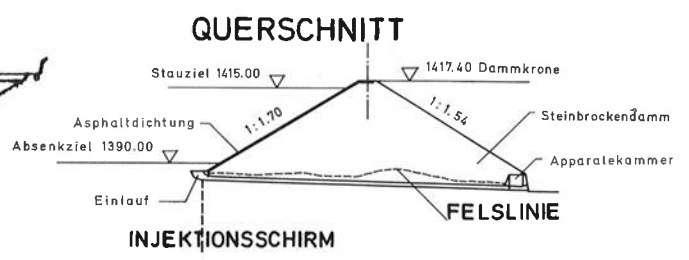
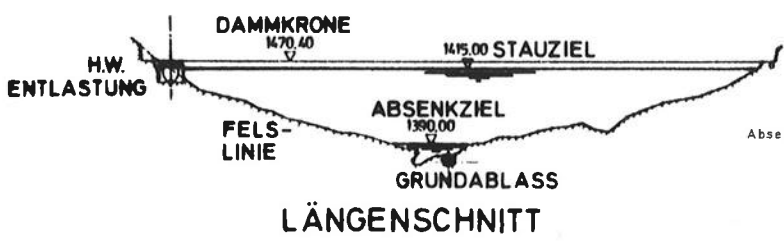
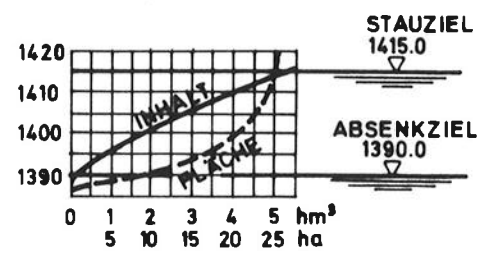
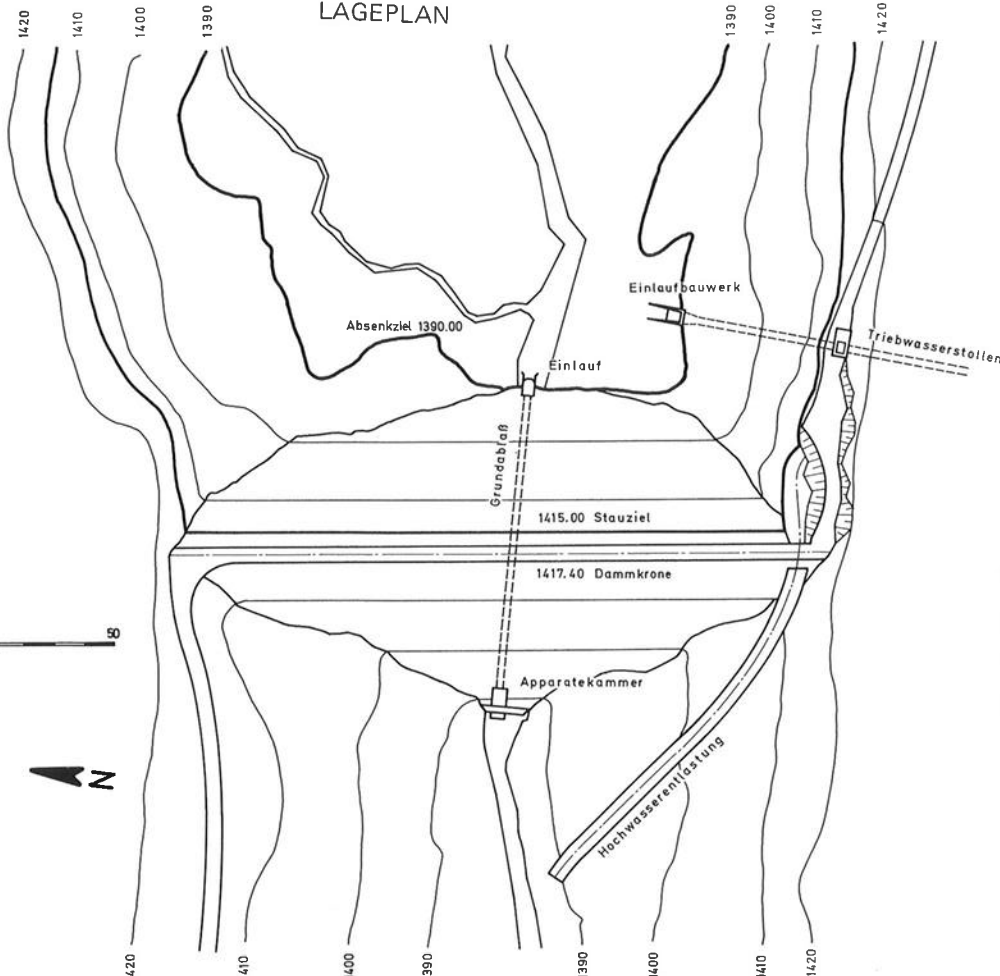
- Neuhauser E. und Wessiak W.: "Placing the shell zones of Gepatsch rockfill dam in winter". Qu.35, R.30, 9.Talsperrenkongreß Istanbul 1967.
- Lauffer H.: "Das Kaunertalkraftwerk". Österr.Wasserwirtschaft 1968, Heft 7/8.
- Schober W.: "Interior stress distribution of the Gepatsch rockfill dam". Qu.36, R.2, 10.Talsperrenkongreß, Montreal 1970.
- Schober W.: "Der innere Spannungszustand des Steinschüttdammes Gepatsch". Heft 18 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1970.
- Neuhauser E. und Schober W.: "Das Kriechen der Talhänge und elastische Hebungen beim Speicher Gepatsch". Bericht zum 2. Felsmechanikkongreß Belgrad 1970.
- Lauffer H., Neuhauser E. und Schober W.: "Uplift responsible for slope movements during the filling of Gepatsch reservoir". Qu.32, R.41, 9.Talsperrenkongreß Istanbul 1967.
- Lauffer H., Neuhauser E. und Schober W.: "Auftrieb als Ursache von Hangbewegungen bei Füllung des Gepatschspeichers". ÖIZ 1971, Heft 4.

40 (33) DIESSBACHDAMM

- 1) Sperrentyp: 36 m - ERS
Felsschüttdamm mit wasserseitiger Oberflächendichtung aus Asphaltbeton, mit Injektionsschirm im Untergrund.
- 2) Geographie: 47°31' N, 12°49' O
Gewässer: Dießbach
Flußgebiet: Saalach, Salzach, Inn
Nächster Ort: Saalfelden.
- 3) Bauherr: Salzburger Aktiengesellschaft für Elektrizitätswirtschaft (SAFE)
Schwarzstraße 44, A-5020 Salzburg.
- 4) Kraftwerk: Dießbach (718 m, 24 MW, 41 GWh). Für das Hochpumpen des Weißbaches in den Speicher werden im Sommer 8 GWh bei 2 MW Pumpleistung benötigt.
- 5) Baujahre: 1962 - 1963, erster Vollstau Dezember 1964.
Teilstau auf Höhe 1402 m im Jahre 1963.
- 6) Hydrologie: Zur Vergrößerung der Zuflüsse wird seit 1968 der benachbarte Weißbach gefasst und mit einer 3 km langen Rohrleitung über ein Pumpwerk in den 300 m höheren Speicher eingeleitet.

Eigenes Einzugsgebiet	12 km ² mit 16 hm ³
Beileitung	8 km ² mit 9 hm ³
Zusammen	20 km ² mit 25 hm ³

LAGEPLAN



40 DIESSBACH DAMM

7) Stauraum (Jahresspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	1415 m
Speicherschwerpunkt	1404 m
Absenkziel	1390 m
b) Inhalt - Gesamtinhalt	5,0 hm ³
Nutzinhalt	4,8 hm ³
Rückhaltevermögen	0,19
c) Geometrie - Staufläche	0,25 km ²
Uferlänge	2,7 km
Uferentwicklung	1,53

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer: 8 GWh (330 Stunden).

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausnützung einer günstigen Gefällstufe mit kurzem Triebwasserweg, Schaffung eines Versorgungspunktes mit gesicherter Leistung in einem vorher noch unzureichend versorgten Netzteil. Durch den Speicher wird der Winteranteil an der Erzeugung von 17 % auf 37 % gesteigert.

10) Nennbelastung: 34 000 t.

11) Gründungsgestein: Glaziale Felsschwelle aus mittel- bis grobbankigem Dachsteinkalk, dem stellenweise rote Liaskalke und Kalkmergel linsenartig oder keilförmig eingeschuppt sind. Nur geringe Überlagerung durch Moränenmaterial. Die Dichtheit des Sperrenuntergrundes unterhalb des Injektionsschirmes wurde durch Sondierungen außer Frage gestellt. Auch das Speicherbecken hat sich im Betrieb als ausreichend dicht erwiesen.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	36 m
Mittlere Schütthöhe	33 m
Kronenlänge	204 m
Kronenbreite	5 m
Basisbreite	110 m
Böschung wasserseits	1 : 1,7
luftseits	1 : 1,54
b) Aushub: Überlagerung	11 400 m ³
Fels	3 300 m ³
Dammschüttung	165 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	3,4
Gründungskennzahl	0,09
Bauaufwand	4,85 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Dammbauwerk im karstgefährdeten Kalkgebirge erforderte besondere Umsicht in Planung und Bauherstellung. Die breite Talform und die Verfügbarkeit geeigneten Dammschüttgutes haben zum Schüttdamm als wirtschaftlichste Lösung Anlaß gegeben. Dem Risiko von Karsterscheinungen wurde durch sorgfältige Vorerkundung des Untergrundes und Beschränkung der Stauhöhe begegnet. Mit relativ geringem Aufwand konnte eine einwandfreie Abdichtung erzielt werden.

- 14) Einzelheiten: Standsicherheitsnachweis der luftseitigen Böschung nach Fröhlich, geringste Sicherheit 1,3. Gleitsicherheit durch die sehr gute Verzahnung des Schüttkörpers mit der von Erosionskarren durchzogenen Aufstandsfläche begünstigt.

Gewinnung des Schüttgutes bis zu 60 cm Korngröße im Steinbruch etwa 500 m von der Dammstelle entfernt. Schüttung in Lagen von 1 m Höhe, Verdichtung mit 5t-Vibrationswalzen.

Oberflächendichtung aus Asphaltbeton, 8000 m^2 , bestehend aus Binderschicht 6 cm und zweilagiger Dichtschicht von je 3 cm Dicke, Oberflächenschutz durch Emulsionsanstrich. Übergang zum Dammkörper mit stabilisierter bituminöser Einstreudecke in Grobschlag auf dem abgeglichenen Stützkörper. Fußsicherung der Dichthaut in einer Beton-Herdmauer von 2,5 m Dicke, die 2 - 3 m in den Felsuntergrund reicht.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Zweireihiger lotrechter Injektionsschirm von der Herdmauer ausgehend bis 35 m Tiefe, insgesamt 7550 m Bohrung und $29\,500 \text{ m}^2$ Schirmfläche. Injektionsgut aus Zement mit Solpenetrit als Gleitmittel, mittlere Aufnahme 114 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 29 kg je m^2 Schirmfläche. Der größte Verbrauch war an der Südflanke zu verzeichnen.
- 16) Meßeinrichtungen: 3 Fixpunkte auf der Dammkrone für geodätische Überwachung, je eine Sickerwasser-Meßstelle in Dammdrainagen für die linke und die rechte Dammhälfte. Die laufende Beobachtung zeigt annähernd elastisches Verhalten des Dammkörpers mit Kronenbewegungen von maximal 7 mm und Senkungen von maximal 20 mm. Sickerverluste bei Vollstau 1,1 l/s einschließlich der an der Aufstandsfläche des Dammes austretenden Quellen.
- 17) Entlastungsanlagen:
- Freier Hochwasserüberfall linksufrig (LB). 29 m lange Überlaufschwelle in Beton, anschließend offenes Trapezgerinne, durchwegs auf Fels gegründet. Abfuhrfähigkeit $61 \text{ m}^3/\text{s}$ bei 1 m Überstau (1,4 m restlicher Freibord).
 - Grundablaß entlang des früheren Bachbettes im Dammfuß (VO), in Felskünette einbetoniertes Stahlrohr $\varnothing 1,0 \text{ m}$, 98 m lang mit Regulierklappe 0,7 m am Auslauf. Fördert bei Stauziel $6 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Gesamtförderfähigkeit $67 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $5,6 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$.

Für die Hochwasserabfuhr während der Bauzeit war der für die späteren Betriebsanfordernisse ausgelegte Grundablaß nicht ausreichend. Daher mußte mit einem vorübergehenden Aufstau im Speicherbecken gerechnet werden, wofür jedoch entsprechende Sicherheitsvorkehrungen getroffen waren. Obwohl damit ein Bauhochwasser von $30 \text{ m}^3/\text{s}$ beherrschbar hätte sein müssen, konnte dennoch, infolge Verkettung widriger Umstände und menschlichen Versagens, eine Wasserführung von $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$ nur unzureichend abgeführt werden. Dabei drang ein erheblicher Anteil in den bereits durchgeschlagenen Triebwasserstollen ein, ergoß sich in der Folge über den Kraftabstieg und verursachte dort, aber auch beim Betriebsgebäude am Hangfuß erhebliche Vermurungen und zum Teil beträchtliche Schäden an den Bauwerken.

- 18) Triebwasserfassung: Einlauf am linken Talhang etwa 30 m talein des Sperrenfußes, Schwellenhöhe 1386,6 m, Rechenfläche 13 m², Holzdammbalken-Notverschluß. Triebwasserstollen mit Hufeisenprofil 4,75 m² für 4 m³/s. Nach 50 m Stahlrollschütz im Naßschacht, vom Schützenhaus auf Höhe der Dammkrone aus bedienbar.
- 19) Baukosten auf Preisbasis 1964: 20 Mio S.
- 20) Schrifttum:
 Wintersteiger A.: "Das Dießbachkraftwerk der SAFE". ÖZE 1963, Heft 5.
 Brandecker H.: "Die Baugeologie der Dießbach-Wasserkraftanlage".
 ÖZE 1967, Heft 10.

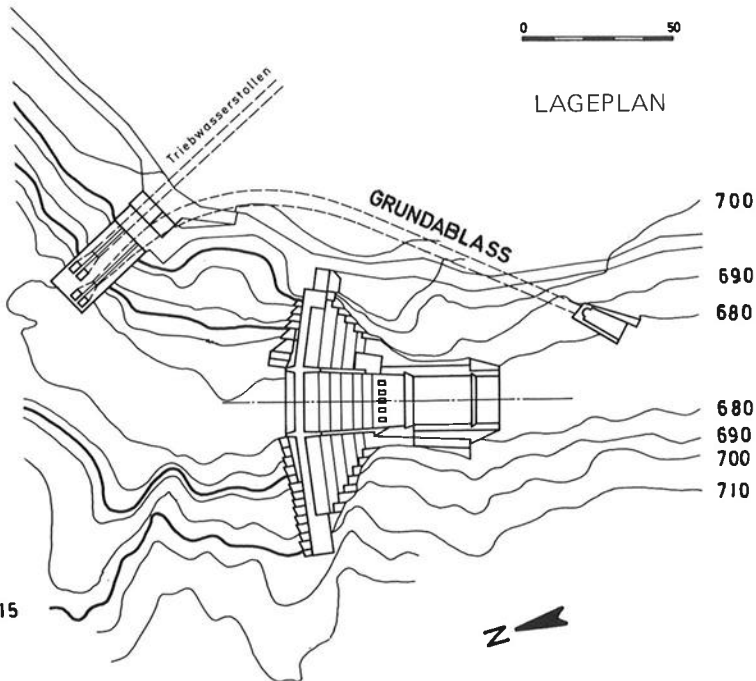
41 (39) SPERRE RAGGAL

- 1) Sperrentyp: 48 m - PG
 Gewichtsmauer mit polygonalem Grundriß, Kronenüberfall mit Stauklappe.
- 2) Geographie: 47°13' N, 9°50' O
 Gewässer: Lutz
 Flußgebiet: Ill, Rhein
 Nächster Ort: Bludenz.
- 3) Bauherr: Vorarlberger Kraftwerke AG (VKW)
 Weidachstraße 6, A-6900 Bregenz.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Lutz
 Oberstufe (125 m, 20 MW, 75 GWh)
 Unterstufe (72 m, 8 MW, 40 GWh).
- 5) Baujahre: 1965 - 1967, erster Vollstau Mai 1968, Teilstau auf Höhe 710 m im November 1967 für Betriebsaufnahme der Oberstufe.
- 6) Hydrologie: Einzugsgebiet 160 km² mit 261 hm³.
- 7) Stauraum (Wochenspeicher):
- | | | |
|----|--------------------------|---------------------|
| a) | Wasserspiegel - Stauziel | 715 m |
| | Schwerpunkt | 708 m |
| | Absenkziel | 695 m |
| b) | Inhalt - Gesamtinhalt | 2,4 hm ³ |
| | Nutzzinhalt | 2,0 hm ³ |
| | Rückhaltevermögen | 0,008 |

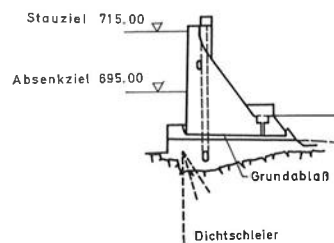
0 50

LAGEPLAN

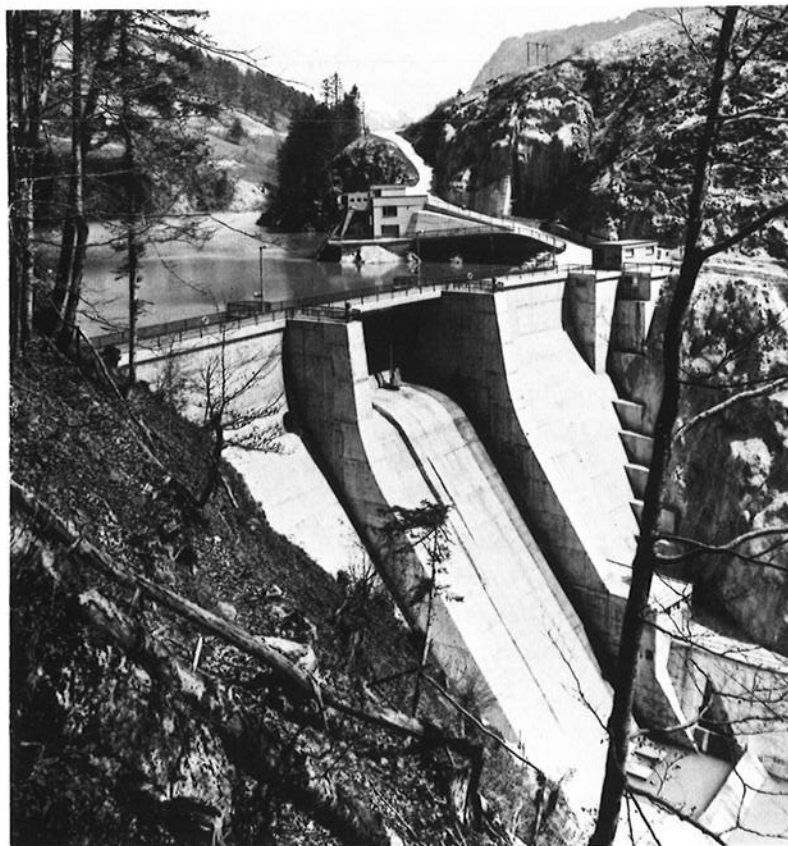
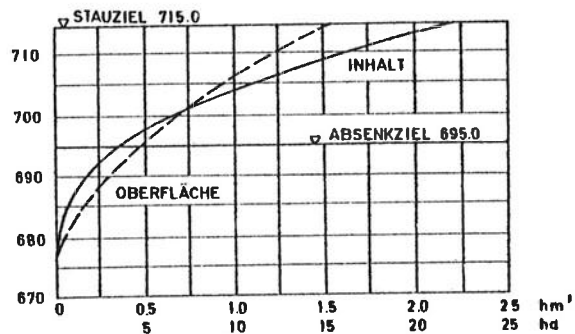
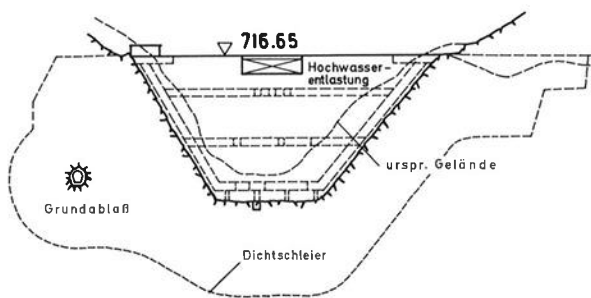
720
715
710
700
ABSENKZIEL 695



QUERSCHNITT



LÄNGSSCHNITT



41 SPERRE RAGGAL

c) Geometrie	- Staufläche	0,16 km ²
	Uferlänge	6,5 km
	Uferentwicklung	4,6

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf Oberstufe	0,54 GWh (27 Stunden)
Unterstufe	0,30 GWh (38 Stunden)
<hr/>	
Werksgruppe	0,84 GWh

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Anpassung des Wasserdargebotes an die Belastungsschwankungen, Verbesserung der Energiequalität in der seit 1959 in Betrieb stehenden Unterstufe. Der Starklastanteil an der Erzeugung der Werksgruppe wird durch den Speicher auf 75 % gesteigert.

10) Nennbelastung: 31 000 t.

11) Gründungsgestein: Tektonisch überformte Flyschserie mit Wechsellagerung von Mergel, Kalk und Sandstein, Zwischenschichten aus Tonmergelschiefern, links bergwärts, rechts hangauswärts fallend. Gefährdete Hangpartien waren durch Spritzbeton, teils durch Abräumung und teils durch Felsanker zu sichern. Bei Stollenbauten war auf Zutritt von Erdgas (Methan) zu achten.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	48 m
Kronenlänge	105 m
Kronenbreite	3,5 m
Fundamentbreite	31 m
b) Aushub: Überlagerung	11 300 m ³
Fels	22 400 m ³
<hr/>	
zusammen	33 700 m ³
Sperrbeton (ohne Tosbecken)	42 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,65
Gründungskennzahl	0,80
Bauaufwand	1,35 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Erste größere Talsperre Österreichs im Flyschgestein. Gewichtsmauer in geologisch schwieriger Felsschlucht. Mittelteil als Hochwasserüberlauf mit Stauklappe und seitlichen Leitwänden ausgebildet. Die beiden flankierenden Sperrenteile sind jeweils um 8° gegen das Unterwasser hin verschwenkt.

14) Einzelheiten: Die Mauer ist wasserseitig 1 : 0,03, luftseitig 1 : 0,72 geneigt. Die Standberechnung erfolgte unter Annahme eines Sohlwasserdruckes, der von 0,85 des statischen Wasserdruckes auf Null abnimmt. Größte errechnete Spannungen bei 1 m Überstau: 12 kp/cm² Druck, 1,3 kp/cm² Zug.

Herstellung des Rüttelbetons in zwei Eirich-Zwangsmischern mit 1000 l und

mit 1500 l Inhalt. Vorsatzbeton mit 235 kg Portlandzement PZ 275 je m³, später mit Sonderzement 275 mit 55 % Beimahlung von Hochofenschlacke zur Herabsetzung der Abbindewärme. Zusatz von Sikanol A zur Bildung von 3 - 4 % Luftporengehalt. Wasserzementfaktor 0,44. Kernbeton mit 145 kg Zement je m³, Wasserzementfaktor 0,62. Zuschlagstoffe in 6 Fraktionen bis 120 mm teils in naher Kiesgrube gewonnen, teils vom Illtal mit 10 km Straßentransport zugeführt.

Betoneinbringung mit 6 t-Kabelkran in 10 - 13 m langen Blöcken, Höhe der Betonierschicht 3 m. Mittlere Betondruckfestigkeit nach 90 Tagen im Vorsatzbeton 446 kp/cm², im Kernbeton 309 kp/cm². Mittlere Biegezugfestigkeit des Vorsatzbetons nach 28 Tagen 44 kp/cm². Blockfugen durch 2 Fugenbänder wasserseitig und 1 Fugenband luftseitig geschlossen und mit Zementmilch verpreßt.

Zugkräfte der Stauklappe über Spannanker in den Sperrenkörper geleitet, dadurch verursachte Zugspannungen im Sperrenbeton von Bewehrung aufgenommen.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Dichtungsschirm vom Gelände am wasserseitigen Sperrenfuß bis in 30 m Tiefe, Gesamtfläche 7 400 m², Bohrlöcher mit Gesamtlänge von 6800 m in 1,50 bzw. 0,75 m Abstand. Injektion mit Zement, mittlere Aufnahme 118 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 109 kg je m² Dichtschirm. Zusätzlich Kontaktinjektionen im Bereich des wasserseitigen Sperrenfußes und Abdichtung einer alten Tiefenrinne im linken Hang mit bentonitvergütetem Zement-Flugasche-Gemisch.

- 16) Meßeinrichtungen: Alinement zur Messung der Relativbewegung. Im Sperrenkörper 2 Freilote und 1 im Untergrund verankertes Schwimmlot. 2 Klinometer sowie Meßstellen für Fugenspalte (14), Temperatur (44), Sohlwasserdruck (22), Felsdehnungen (9) und Sickerwasser (1). 7 Piezometer und geodätische Hangbeobachtung.

Nachgewiesene Mauerverschiebung 1,2 mm, davon 2/3 plastische Verformung. Bewegung der Mauerkrone gegenüber Aufstandsfläche 6,5 mm. Größter Sohlwasserdruck 0,7 des statischen Wasserdruckes, Sickerwassermenge 0,1 - 0,2 l/s.

- 17) Entlastungsanlagen:

- a) Durch Stauklappe 20 x 4,5 m geregelter Hochwasserüberfall (VC) mit Schußrinne im Sperrenmittelteil, Tosbecken mit Gegenschwelle, Abfuhrfähigkeit 475 m³/s bei 0,45 m Überstau (1,20 m restlicher Freibord).
- b) Sperrenauslaß (VO) im linken Flügel anschließend an Hochwasserüberlauf, Stahlrohr Ø 1,5 m, 2 Gleitschützen 1,45 x 1,10 m in Schieberkammer am luftseitigen Sperrenfuß. Förderfähigkeit 40 m³/s.
- c) Grundablaßstollen im linken Talhang (VB), Einlauf mit Schwelle auf Höhe 680 m, Dammtafel-Notverschluß 2 x 5,80 x 2,75 m. Stollen Ø 4,5 m, 180 m lang, Gleitschütze 2,35 x 1,70 m. Förderfähigkeit 100 m³/s.
- d) Gesamtentlastung 615 m³/s entsprechend 3,85 m³/s.km².

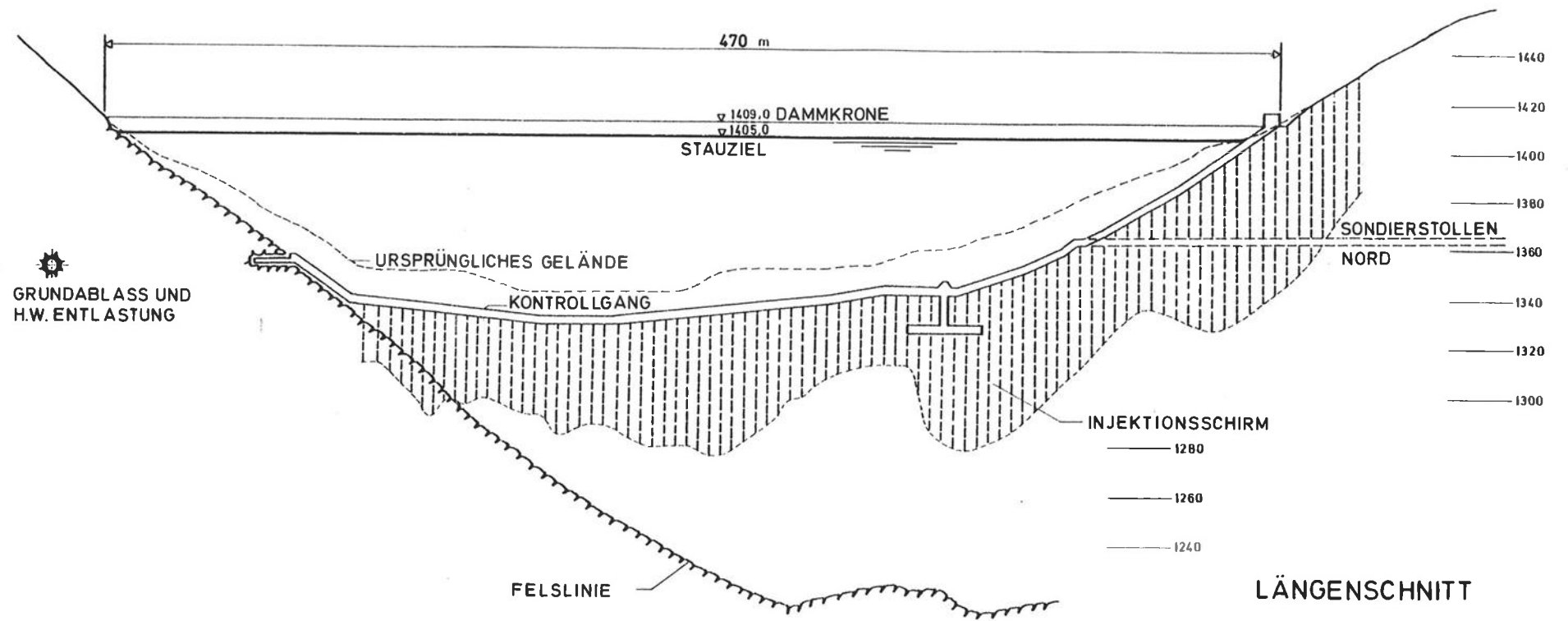
- 18) Triebwasserfassung: Im linken Talhang 70 m oberhalb der Sperre mit Einlauf zum Grundablaßstollen verbunden. Einlaufschwelle auf Höhe 689 m. Feinrechen und Dammtafel-Notverschluß, 2 Einlaufschützen 2,15 x 1,40 m. Triebwasserstollen Ø 2,85 m der Oberstufe fördert 20 m³/s.

19) Baukosten der Sperre mit Einlaufbauwerk auf Preisbasis 1967: 80 Mio S.

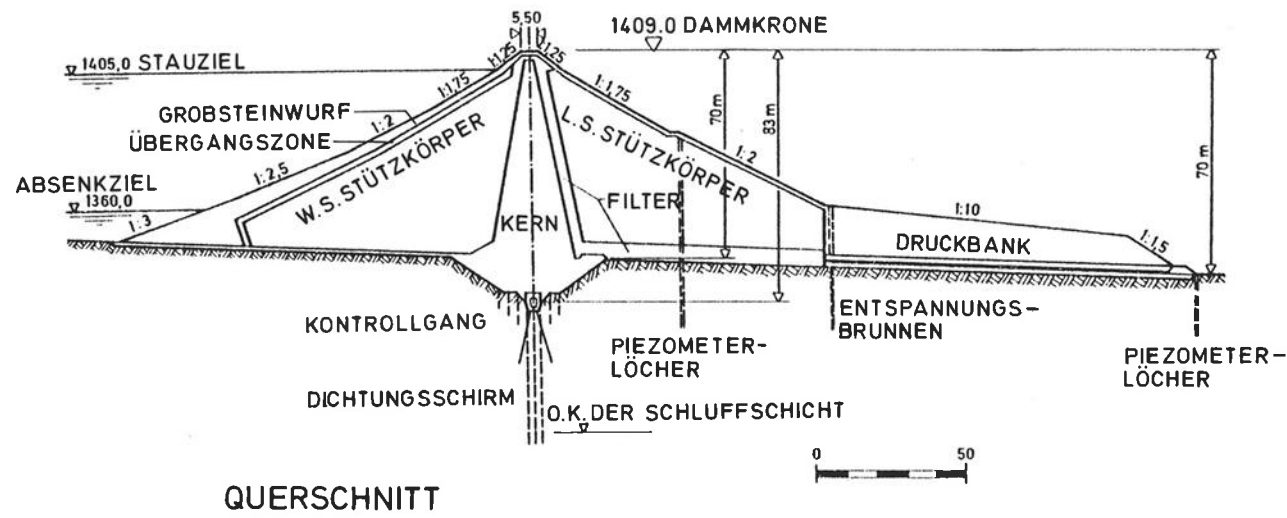
20) Schrifttum: Bisher keine ausführliche Beschreibung.

42 (9) DURLASSBODENDAMM

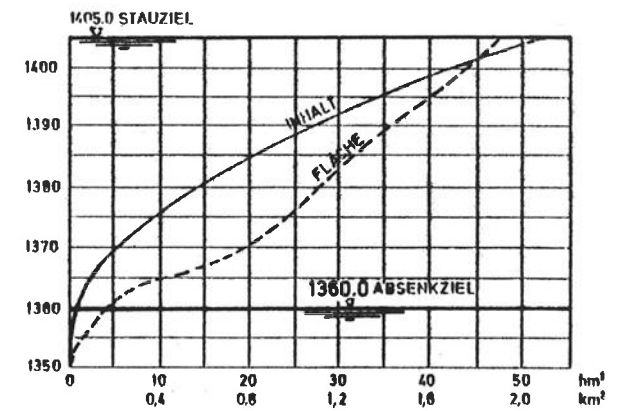
- 1) Sperrtyp: 83 m - TEC
Erddamm mit zentralem Erdkern und Injektionsschirm im alluvialen Untergrund.
- 2) Geographie: 47°14' N, 12°06' O.
Gewässer: Gerlosbach
Flußgebiet: Ziller, Inn
Nächster Ort: Zell am Ziller
- 3) Bauherr: Tauernkraftwerke AG (TKW)
Rainerstraße 29, A-5020 Salzburg.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Gerloskraftwerke mit
Oberstufe Funsingau (118 m, 25 MW, 25 GWh) und
Hauptstufe Gerlos (610 m, 60 MW, 288 GWh).
- 5) Baujahre: 1965 - 1966, erster Vollstau September 1968. Teilstau auf Kote 1382 m im Jahre 1967.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet wird durch Beileitung der obersten Salzach und Nadernach erweitert.
- | | |
|-----------------------|---|
| Eigenes Einzugsgebiet | 45 km ² mit 64 hm ³ |
| Beileitung | 30 km ² mit 31 hm ³ |
| Zusammen | 75 km ² mit 95 hm ³ |
- 7) Stauraum (Jahresspeicher):
- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | 1405 m |
| Schwerpunkt | 1389 m |
| Absenkziel | 1360 m |
| b) Inhalt - Gesamtinhalt | 53,5 hm ³ |
| Nutzzinhalt | 52 hm ³ |
| Rückhaltevermögen | 0,56 |
| c) Geometrie - Staufläche | 1,88 km ² |
| Uferlänge | 9,6 km |
| Uferentwicklung | 1,97 |

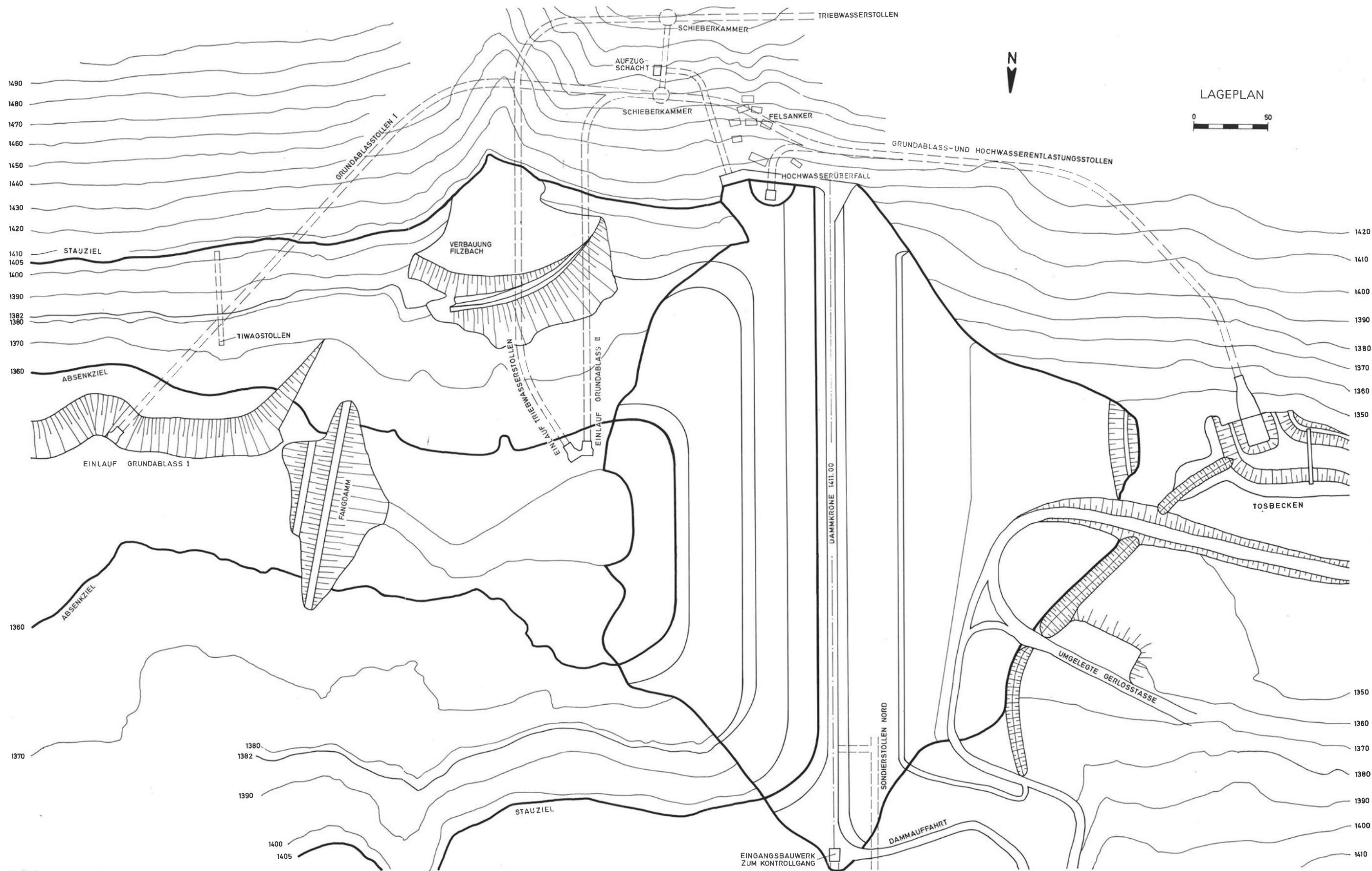


LÄNGENSCHNITT



QUERSCHNITT





8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Funsingau	13 GWh (530 Stunden)
Gerlos	81 GWh (1360 Stunden)
eigene Werksgruppe	94 GWh

b) Fernwirkung auf die 1977 in Betrieb und in Bau befindlichen Laufkraftwerke an Inn und Donau:

Gewinn zugunsten	Österreich	BRD
Inn	4 GWh	13 GWh
Donau	8 GWh	1 GWh
Zusammen	12 GWh	14 GWh
	26 GWh	

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Das seit 1948 als Wochenspeicherwerk, im Sommer überwiegend als Laufwerk betriebene Gerloskraftwerk wird durch den vorgeschalteten Jahresspeicher wesentlich aufgewertet und ganzjährig zur Spitzendeckung einsatzfähig gemacht. Der Winteranteil der Erzeugung wird durch den Jahrespeicher von 22 % auf 47 % erhöht.

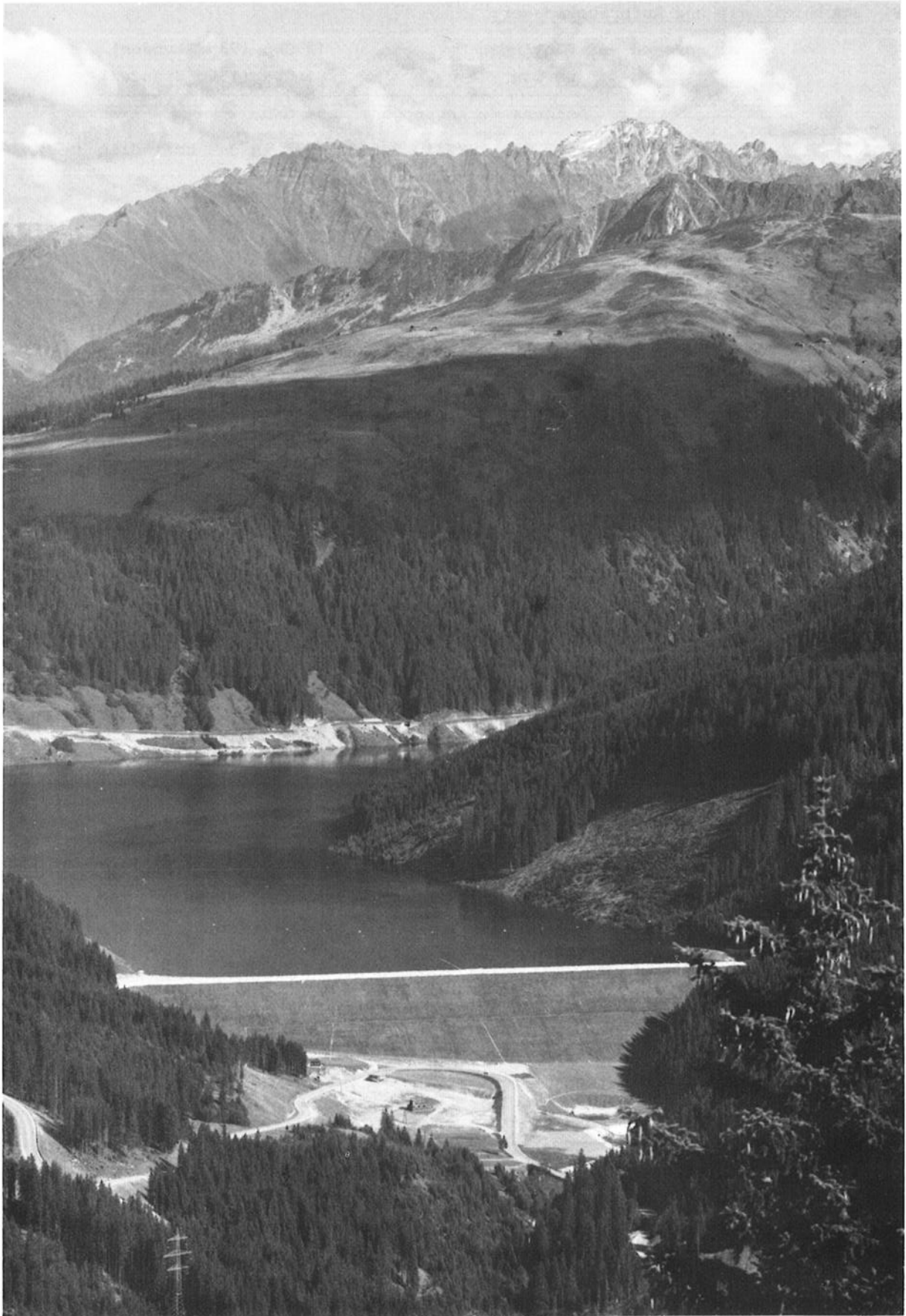
10) Nennbelastung: 475 000 t.

11) Gründungsgestein: Das Grundgebirge aus blaßgrünen Serizitphylliten mit Gipseinschaltung und schwarzen Phylliten ist in Talmitte bis zu 136 m von heterogen aufgebauten kristallinen Schottern aufgefüllt. In 30 bis 50 m Tiefe unter Gelände lagert eine 6 bis 30 m starke Schluffschichte. Die rechte Talseite bildet ein Talzuschub aus der Karbonat-Quarzit-Phyllit-Kalkschiefer-Serie, während die linke Talseite aus Grünschiefer besteht.

12) Hauptmaße:

a) Gesamthöhe (Kern)	83 m
Höhe über Gelände	70 m
Kronenlänge	470 m
Kronenbreite	5,5 m
Basisbreite mit Druckbank	340 m
Böschung wasserseits	1 : 1,75 bis 1 : 3
luftseits	1 : 1,75 bis 1 : 2
b) Fundamentaushub	229 000 m ³
Dammschüttung	2 520 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	4,1
Gründungskennzahl	0,09
Bauaufwand	5,3 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Mit Rücksicht auf die tiefe Felslage kam nur ein Schüttdamm in Frage. Mangels ausreichender Qualität des Schüttgutes war er als flach geböschter Erddamm auszubilden. Die Untergrunddichtung reicht in die Schluff-sandschichte, aber nicht mehr in die darunter liegenden Kiessandschichten, was



42 Durlaßbodendamm

hier offenbar erstmals gewagt wurde. Der Damm ist ein Beispiel für den Fortschritt der Talsperrentechnik: 25 Jahre früher wurde das Gelände noch als ungeeignet für ein Sperrbauwerk beurteilt.

- 14) Einzelheiten: Die Untersuchung der Gleitsicherheit erfolgte nach dem Verfahren von Fröhlich unter Annahme von kreisförmigen Gleitflächen. Außerdem wurden ebene Gleitflächen in der Schluffschicht des Untergrundes untersucht. Der ungünstigste Gleitkreis ergab eine Gesamtsicherheit von 1,4.

Für die Kernschüttung und den 2 m starken Dichtungsteppich unter dem wasserseitigen Stützkörper wurde gemischt-körniger Hangschutt mit Größtkorn 80 mm verwendet. Das Kernmaterial wurde bis zu einem Wassergehalt von 8 % getrocknet. Zur Erhöhung der Plastizität wurden 1 - 2 % Bentonit zugesetzt. Der Einbau erfolgte mit Bodenentleerern in 30 cm hohen Lagen, die Verdichtung mit Pneuradwalzen in sechs Walzgängen.

Der wasserseitige Stützkörper besteht bis Kote 1380 m aus sandigem Kies, darüber aus Hangschuttmaterial, und ist gegen Wellenschlag durch einen Grobsteinwurf mit einem Mindest-Steingewicht von 350 kg gesichert. Der Steinwurf liegt auf einer Übergangsschicht aus gemischtem Steinmaterial.

Luftseits schließt an den Dichtungskern eine 3 m starke Filterschicht an. Der luftseitige Stützkörper besteht aus Hangschutt bis zu 1 m Korngröße. Eine Druckbank mit darunter liegender Filterschicht und 7 Entlastungsbrunnen schützt den Dammfuß gegen hydraulischen Grundbruch. Die Schüttung der Stützkörper erfolgte wasserseits in 60 cm hohen Lagen, luftseits in Lagen von 2,5 m, mit Verdichtung nur durch den Verkehr mit den schweren Einbaufahrzeugen.

Ein Baustellenlaboratorium sorgte für die notwendigen Kontrollen und Messungen.

Der Kontrollgang in der Kernaufstandsfläche wurde mit Rücksicht auf die zu erwartenden Setzungen in biegeungssteifen Ringen von 2 - 6 m Länge ausgeführt. Schädlichen Auswirkungen einer Abbruchkante im Untergrund auf den Kontrollgang konnte durch Setzungspolster begegnet werden.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Die Dichtungsschürze mit einer Fläche von $10\ 600\ m^2$ reicht bis 60 m in den Untergrund und endet in der horizontalen Schluffschicht, deren natürliche Dichte mit 10^{-6} bis 10^{-7} m/s festgestellt wurde. Die Injektionen erfolgten mit einer Suspension von Ton-Zement oder Bentonit unter Beigabe von Algonit-Gel, um dem Boden die Verformbarkeit zu erhalten. Die Verpresslöcher wurden in 8 Reihen angeordnet, von denen nur drei mittlere Reihen auf die volle Tiefe reichen. Es wurde in Stufen von je 5 m verpreßt, im Mittel wurden $3,5\ m^3$ Injektionsgut je Laufmeter aufgenommen. Durch den Injektionsschirm wird die Durchlässigkeit des Bodens auf 10^{-6} m/s herabgesetzt.

- 16) Meßeinrichtungen: Die Wirksamkeit der Dichtungsschürze wird durch 7 Entspannungsbrunnen, 16 Piezometer und 22 Porendruckgeber überwacht. Zur Messung des Wasserdruckes vor und hinter dem Injektionsschirm wurden vom Kontrollgang aus je 4 schräge Bohrlöcher zur Wasserseite und zur Luftseite hin abgeteuft. Die Messungsergebnisse zeigen, daß etwa 70 % der Stauhöhe im Dichtungsschirm abgebaut wird. Die Wassermenge aus den Entspannungsbrunnen ist etwas kleiner als vorausberechnet (Größtwert bei erstem Vollstau 28 l/s statt 40 l/s).

Die Verformungen des Dammkörpers werden durch Beobachtung in 3 Profilen mit je 7 Setzungspegeln und durch geodätische Messungen im Kontrollgang und im Sondierstollen Nord überwacht. Der Untergrund hat sich während des Baues um 0,95 m gesetzt, seither um weitere 20 cm. Die Gesamt-Setzungen des Dammkörpers (Kern) und des Untergrundes wurden in Kronenhöhe mit 1,9 m gemessen, davon etwa 80 % während des Baues. Die Verschiebung des Kontrollganges zur Luftseite beträgt bei Vollstau 2,5 cm. Die Drainageeinrichtungen luftseits des Kernes lassen keine Durchlässigkeit erkennen.

Weitere Verformungsmessungen werden mit Wasserwaagen und Extensometern durchgeführt. Auch eine umfangreiche geodätische Überwachung des Dammes und der Stauraumhänge wurde eingerichtet.

17) Entlastungsanlagen:

- a) Halbkreisförmiger Hochwasserüberfall (LB) mit fester Schwelle $R = 15,5$ m an der linken Talflanke, in den Grundablaßstollen mündend. Förderfähigkeit $200 \text{ m}^3/\text{s}$ bei $1,65$ m Überstau (restlicher Freibord $2,35$ m).
- b) Grundablaß I im linken Hang (VB), Einlauf etwa 500 m oberhalb Dammachse mit Schwelle auf Kote 1351 m (spätere Erhöhung um 3 m möglich). Stollen 950 m lang, $\varnothing 3,6$ m, für die Abfuhr von $45 \text{ m}^3/\text{s}$ ins Unterwasser des Dammes. Schieberkammer mit 2 Flachschiebern $2,3 \times 2,3$ m. Diente während des Baues als Umlaufstollen.
- c) Reserve-Grundablaß II zur Sicherheit gegen Verlandung oder Hangrutsche, mit Einlauf auf Kote 1355 m im Entnahmebauwerk, 530 m Stollen $\varnothing 3,5$ m oberhalb der Schieberkammer in den Grundablaßstollen mündend.
- d) Gesamtförderfähigkeit $245 \text{ m}^3/\text{s}$. Rechnungshöchstwasser $200 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $4,45 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{km}^2$ aus dem eigenen Einzugsgebiet.

18) Triebwasserfassung: Der Triebwassereinlauf befindet sich am linken Hang unmittelbar neben dem Einlauf des Grundablasses II. Die Einlaufschwelle liegt auf Kote 1354 m. Der zweigeteilte Einlaufrechen hat eine Fläche von $21,6 \text{ m}^2$ und ist mit einem Dammtafel-Notverschluß versehen. Der Triebwasserstollen $\varnothing 2,9$ m fördert $26 \text{ m}^3/\text{s}$. In der Schieberkammer ist ein Hauptschieber $2,5 \times 2,5$ m mit automatischer Schnellschlußeinrichtung eingebaut.

19) Baukosten: Die Baukosten des Dammes betragen auf Preisbasis 1967:

Gesamtkosten	550 Millionen S
davon Untergrunddichtung	108 Millionen S
Betriebseinrichtungen	110 Millionen S.

20) Schrifttum:

- Reismann W.: "Der Einsatz von Großgeräten beim Bau der Staudämme Gepatsch und Durlaßboden". Bauingenieur 1965, Heft 5.
- Brauneis "Der Staudamm Durlaßboden". Rella-Berichte 1966/67.
- Nyvelt F.: "Der Jahresspeicher der Gerloskraftwerke vor der Fertigstellung". ÖZE 1967, Heft 2.
- Kropatschek H. und Rienössl K.: "Travaux d'étanchement du sous-sol du barrage de Durlaßboden". Qu.32, R.42, 9.Talsperrenkongreß Istanbul 1967.

- Back K.: "Die Voruntersuchungen für den Dichtungsschirm am Durlaßboden". Bauingenieur 1967, Heft 8.
- Zotter F.: "Staudamm Durlaßboden". Porr-Nachrichten 1967, Heft 34.
- Tauernkraftwerke AG: "Der Speicher Durlaßboden und die Oberstufe Funsingau der Gerloskraftwerke". Sonderheft der ÖZE 1968, Heft 8.
- Kropatschek H. und Rienössl K.: "L'efficacité de l'écran d'injection dans les alluvions au barrage de Durlaßboden". Qu.37, R.15, 10.Talsperrenkongreß Montreal 1970.
- Kropatschek H. und Rienössl K.: "Die Wirksamkeit des Injektionsschirmes beim Durlaßbodendamm". Heft 18 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1970.
- Rienössl K. und Schnelle P.: "Durlaßboden and Eberlaste embankments - Large settlements and underseepage in the overburden". Qu.45, R.14, 12. Talsperrenkongreß Mexiko 1976.
- Rienössl K. und Schnelle P.: "Schüttdämme Durlaßboden und Eberlaste - Große Setzungen und Unterströmungen in der Überlagerung". Heft 22 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1976.

43 (3) SPERRE SCHLEGEIS

- 1) Sperrtyp: 131 m - VA
Gewölbemauer mit elliptischen und hyperbolischen Horizontalschnitten.
- 2) Geographie: 47°02' N, 11°42' O.
Gewässer: Schlegeisbach
Flußgebiet: Zembach, Ziller, Inn
Nächster Ort: Mayrhofen.
- 3) Bauherr: Tauernkraftwerke AG (TKW)
Rainerstraße 29, A-5020 Salzburg.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Zemmkraftwerke mit 2 Stufen:
Rosshag (630 m, 230 MW, 284 GWh, Pumpspeicherung)
Mayrhofen (470 m, 345 MW, 591 GWh).
- 5) Baujahre: 1967 - 1971, erster Vollstau im September 1972
Teilstauziele: Kote 1738 im Jahre 1970
Kote 1770 im Jahre 1971.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet des Schlegeis- und Zamserbaches wird durch Beileitungen aus dem oberen Zemtal und aus dem Tuxertal sowie durch Einleitung mehrerer kleiner Nebenbäche in den Triebwasserweg vergrößert. Insgesamt 8 Wasserfassungen und 13 km Beileitungstollen. Die Speicherfüllung ist aus dem natürlichen Zufluß gesichert.

Sperrenstelle	58 km ² mit 97 hm ³
Beileitungen	63 km ² mit 102 hm ³
Zusammen	121 km ² mit 199 hm ³

7) Stauraum (Jahresspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	1782 m
Schwerpunkt	1747 m
Absenkziel	1680 m
b) Inhalt	
- Gesamtinhalt	129 hm ³
Nutzinhalt	127 hm ³
Rückhaltevermögen	0,64
c) Geometrie	
- Staufläche	2,2 km ²
Uferlänge	9,75 km
Uferentwicklung	1,86

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Roßhag	182 GWh (790 Stunden)
Mayrhofen	138 GWh (400 Stunden)
eigene Werksgruppe	320 GWh

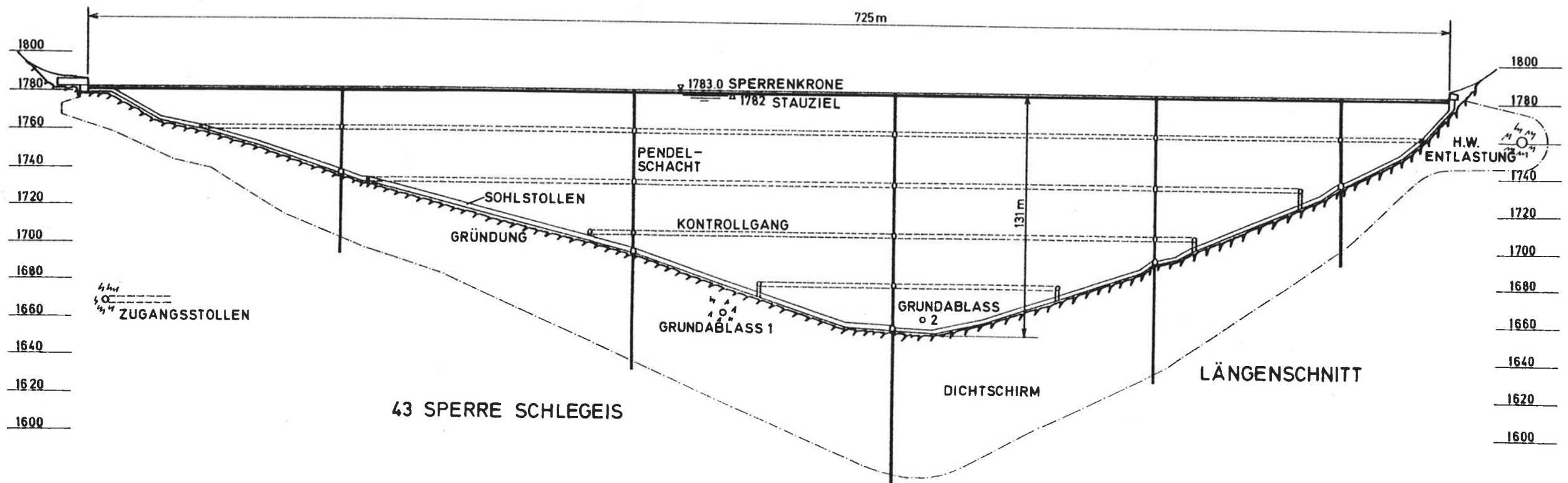
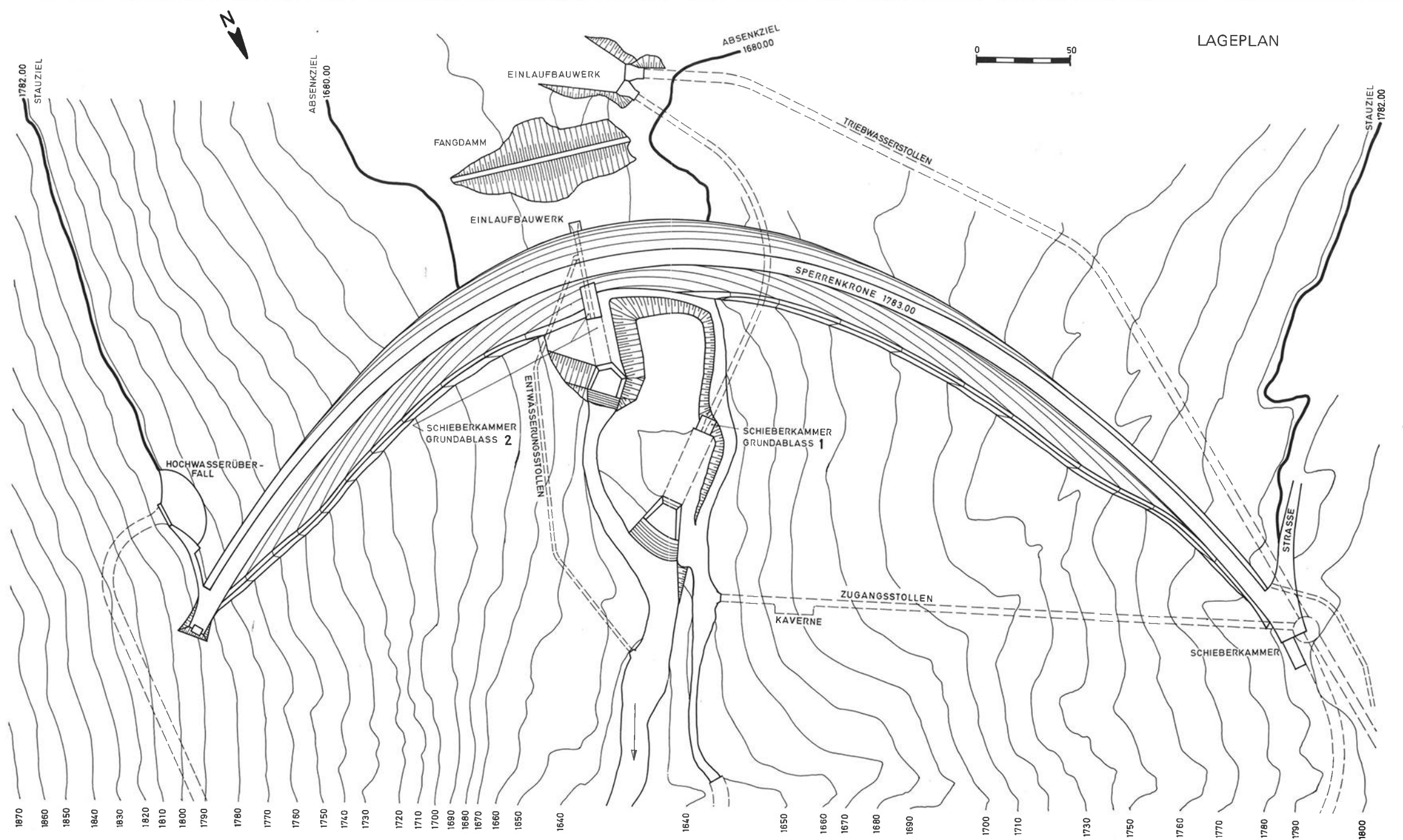
b) Fernwirkung auf die 1977 in Betrieb und in Bau befindlichen Staustufen an Inn und Donau:

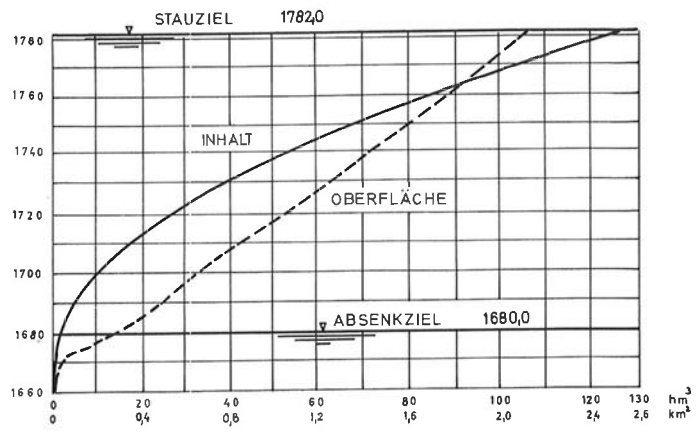
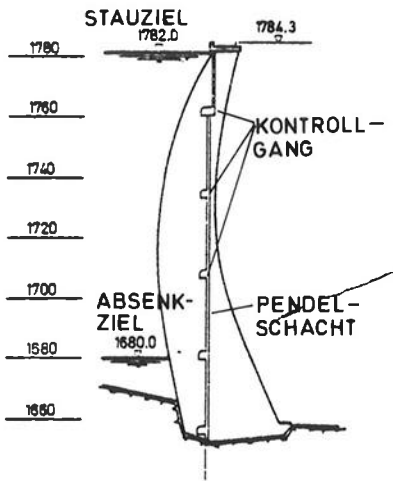
Gewinn zugunsten:	Österreich	BRD
Inn	10 GWh	32 GWh
Donau	20 GWh	1 GWh
Zusammen	30 GWh	33 GWh
	63 GWh	

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Sammlung der sommerlichen Abflußfülle für gesicherten Spitzenbetrieb der Zentralkraftwerke während des ganzen Jahres, besonders aber für das Winterhalbjahr. Nach der Kapruner Werksgruppe das zweite große Speicherwerk des österreichischen Verbundnetzes. Durch Einbau von Speicherpumpen im KW Roßhag ist überlagerter Pumpspeicherbetrieb zwischen den Speichern Stillup und Schlegeis mit einer Leistungsspanne der Werksgruppe von 815 MW (575 MW Turbinenleistung, 240 MW Pumpenleistung) möglich. - Ein Teil der Erzeugung und des Pumpspeicherbetriebes steht aufgrund langfristiger Exportverträge dem Verbundnetz der BRD zur Verfügung.

10) Nennbelastung: 1 650 000 t.

11) Gründungsgestein: Die Sperre ist einheitlich auf granitischen Glimmergneis gegründet, der in der Talsohle unmittelbar ansteht und an den Talflanken nur wenig von Hangschutt überdeckt ist. Hangparallele Klüfte beschränken sich auf die obersten Randzonen; ihr Einfluß ist durch entsprechend tiefe Gründung ausgeschaltet.





QUERSCHNITT



43 SPERRE SCHLEGEIS

12) Hauptmaße:

a) Gesamthöhe der Sperre	131 m
Kronenlänge	725 m
Kronenbreite	9 m
Fundamentbreite	34 m
Kronenradius, Scheitel	223 m
Kronenradius, Kämpfer	819 m
b) Sperrenaushub, Überlagerung	60 000 m ³
Fels	180 000 m ³
gesamt	240 000 m ³
Sperreninhalt (Beton)	960 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,26
Relative Spannweite	5,55
Gründungskennzahl	0,25
Bauaufwand	0,59 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Das breite unsymmetrische Talprofil schafft ein für Bogensperren außergewöhnliches Verhältnis von Kronenlänge zu Höhe. Mit Rücksicht auf die günstigen geologischen Bedingungen hat man aus wirtschaftlichen Gründen dem Gewölbe den Vorzug vor anderen Ausführungsvarianten gegeben. Der großen Spannweite wurde durch Anwendung elliptischer Horizontalschnitte Rechnung getragen, die eine optimale Anpassung an die Talform erlaubten.

14) Einzelheiten: Für die Berechnung der Ellipsenbogen (in einem Zwischenstadium des Entwurfs auch für jene von Parabelbogen) mußten Rechenverfahren in Anlehnung an die für Kreisbogen üblichen Verfahren erst ermittelt werden. Die statische Berechnung wurde nach dem Lastaufteilungsverfahren mit 6 Bogen- und 7 Kragträgerlamellen auf einer Rechenanlage ZUSE Z 23 durchgeführt. Die Hauptspannungen für den Betriebsfall "Vollstau" betragen danach 55 kp/cm² Druck und 10 kp/cm² Zug. Das Ergebnis wurde durch einen Modellversuch und durch eine unabhängige Kontrollberechnung überprüft.

Im luftseitigen Drittel der zentralen Sperrenaufstandsfläche mußte aus geologischen Gründen 5 - 6 m tiefer als geplant ausgehoben und dieser Mehraushub durch eine Betonplombe als "Felsersatz" kompensiert werden.

Rüttelbeton in zwei Sorten: Vorsatzbeton mit 230 - 250 kg/m³ Sonderzement mit 40 - 55 % Werksbeimahlung von Hochofenschlacke, Wasserzementfaktor 0,51 und Zugabe von Sikanol A zur Bildung von 3 - 4 % Luftporen. Kernbeton mit 160 - 175 kg Sonderzement je m³, Wasserzementfaktor 0,74 - 0,68. Mittlere Betonfestigkeiten nach 180 Tagen 323 kp/cm² Druck und 56 kp/cm² Biegezug für den Vorsatzbeton, 224 kp/cm² Druck und 47 kp/cm² Biegezug für den Kernbeton. Zuschlagstoffe aus dem Stauraum gebaggert und in 6 Fraktionen bis Größtkorn 120 mm aufbereitet. Im Vorsatzbeton wurden anfangs nur 5 Fraktionen bis 80 mm verwendet.

Betonherstellung in einem Johnsonurm mit vier Koehring-Freifallmischern je 3000 l, Tagesleistung der Anlage bis 4000 m³. Einbringung mit zwei Kabelkränen von je 20 t Tragfähigkeit in Blöcke von 17 - 20 m Länge, Schichthöhe 2,45 m,

Vorsatzbeton wasserseitig 2,0 m, luftseitig 1,5 m stark. Durch künstliche Kühlung wurde die Abbinde­temperatur um 3°C herabgedrückt.

Die ebenen, normal zur Bogenachse stehenden Blockfugen wurden wasser- und luftseitig mit Fugenbändern gedichtet und mit 8 atü verpreßt. Zur Sicherheit wurden zwei voneinander unabhängige Injektionssysteme angeordnet und in drei aufeinander folgenden Jahren Nachinjektionen durchgeführt.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Wasserseitiger Dichtungsschirm mit 37 000 m² Fläche, bestehend aus einem lotrechten Hauptschirm unter dem Sperrenfundament bis über 50 m Tiefe und einem seichteren, vom Sohlgang aus schräg zur Wasserseite angeordneten Sekundärschirm. Gesamte Bohrlänge 14 300 m, Injektionen mit Zementmilch, Einpreßdrücke bis zu 20 atü. Mittlere Zementaufnahme im Hauptschirm 95 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 24 kg je m² Schirmfläche, im nachfolgend hergestellten Sekundärschirm nur mehr 41 kg/m bzw. 14 kg/m². Zusätzlich Kontaktinjektionen in der Aufstandsfläche und insgesamt 2000 m Drainagebohrungen von der Luftseite aus zur sicheren Entlastung von Sohlwasserdruck.
- 16) Meßeinrichtungen: Wegen der großen relativen Spannweite besonders reichhaltige Ausstattung mit Meßinstrumenten zur Beobachtung der Sperre und des Felsuntergrundes.
- Geodätische Überwachung mit 40 Zielpunkten, Polygonzug im obersten Kontrollgang und Präzisions-Nivellements. 5 Lotschächte mit Pendel- und Schwimm­lot bis 80 m unter Aufstandsfläche, Temperaturgeber in 25 Kreuzungspunkten des der Standberechnung zugrundeliegenden Rostsystems, Klinometer an 17 Kontrollpunkten und in den Lotschächten, Telerockmeter in 7 Vertikalschnitten des Untergrundes, 50 Sohlwasserdruckglocken und zahlreiche Teleformeter und Telepreßmeter. Die Wirksamkeit des Dichtungsschirmes wird mit Piezometern überwacht.
- Die größte Radialverschiebung der Sperrenkrone beträgt 70 mm. Im mittleren Teil des Sohlstollens zeigen sich bei Vollstau Wasserzutritte bis 200 l/s, die auf ein Aufreißen des Gründungsfelsen unter der nachgewiesenen Zugspannung von 10 kp/cm² zurückgeführt werden. Für die Sperrrensicherheit ist dies ohne Belang, da der Untergrund nicht erosionsgefährdet ist.
- 17) Entlastungsanlagen:
- Elliptischer Hochwasserüberfall mit fester Schwelle auf Stauziel nahe dem rechten Widerlager, Umlaufstollen Ø 5,9 m ins Unterwasser (LB). Abfuhrfähigkeit 200 m³/s bei 1,5 m Überstau, im Ausnahmefall 324 m³/s bei 2 m Überstau (dann nur mehr 0,3 m Freibord zur Brüstungsmauer auf der Sperrenkrone).
 - Grundablaß I neben dem Einlaufbauwerk, Schwelle auf 1674 m, mit Einlaufrechen, Dammtafelverschluß, Umlaufstollen Ø 2,9 m im linken Hang, Schieberkammer am Auslauf ins Tosbecken (VB). Fördert bei Vollstau 108 m³/s. Diente während des Baues als Umlaufstollen.
 - Grundablaß II gepanzert Ø 2,0 m im Mittelblock der Sperre, zwei Schieber 0,70 x 1,45 m an der Luftseite (VO). Fördert 38 m³/s.
 - Gesamtförderfähigkeit maximal 470 m³/s entsprechend 7,7 m³/s.km² für das

eigene Einzugsgebiet bzw. $3,75 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ samt Beileitungsgebiet. Normalabfuhr des freien Überfalls allein entspricht $3,3 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ ohne Berücksichtigung der Retentionswirkung des Speichers.

18) Triebwasserfassung: Linksufrig etwa 100 m vom Sperrenfuß entfernt mit Einlaufschwelle auf Kote 1672 m, Einlaufrechen und Dammtafel-Notverschluß. Der anschließende Druckstollen von 4,0 m Durchmesser fördert $52 \text{ m}^3/\text{s}$. In der Schieberkammer 500 m hinter dem Einlauf sind zwei Schnellschlußschützen $2,7 \times 2,7 \text{ m}$ angeordnet.

19) Baukosten: Die Baukosten für die Schlegeissperre und ihre Betriebseinrichtungen wurden auf Preisbasis 1969 wie folgt ermittelt:

Gesamtkosten	637 Millionen S
davon Untergrunddichtung	13 Millionen S
Betriebseinrichtungen	45 Millionen S.

20) Schrifttum:

- Kropatschek H.: "Der Bau der Zemmkraftwerke". ÖWW 1969, Heft 5-6.
- Reismann W.: "Die Baustellen der Oberstufe der Zemmkraftwerke". Rella-Berichte 1969.
- Widmann R.: "The Dams of the Zemm Hydro-Electric Scheme". World Dams Today, Edition 1970.
- Widmann R. and Wogrin A.: "Concrete design for Schlegeis dam". Qu.39, R.9, 10. Talsperrenkongreß Montreal 1970.
- Widmann R. und Wogrin A.: "Die Betonentwicklung für die Sperre Schlegeis". Heft 18 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1970.
- Tauernkraftwerke AG: "Die Zemmkraftwerke". Sonderheft der ÖZE 1972, Heft 10.
- Widmann R. and Eiselmayer M.: "Analysis of an arch dam using the load distribution method with allowance being made for the tension crack zone in the foundation". Internationales Symposium "Criteria and Assumptions for Numerical Analysis of Dams", Swansea 1975.
- Widmann R. and Heigerth G.: "Rock deformations and seepage flows in the foundation of Schlegeis arch dam". Qu.45, R.39, 12. Talsperrenkongreß Mexiko 1976.
- Widmann R. und Heigerth G.: "Felsverformungen und Sickerströmungen im Untergrund der Gewölbemauer Schlegeis". Heft 22 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1976.

44 (17) STILLUPDAMM (EBERLASTE)

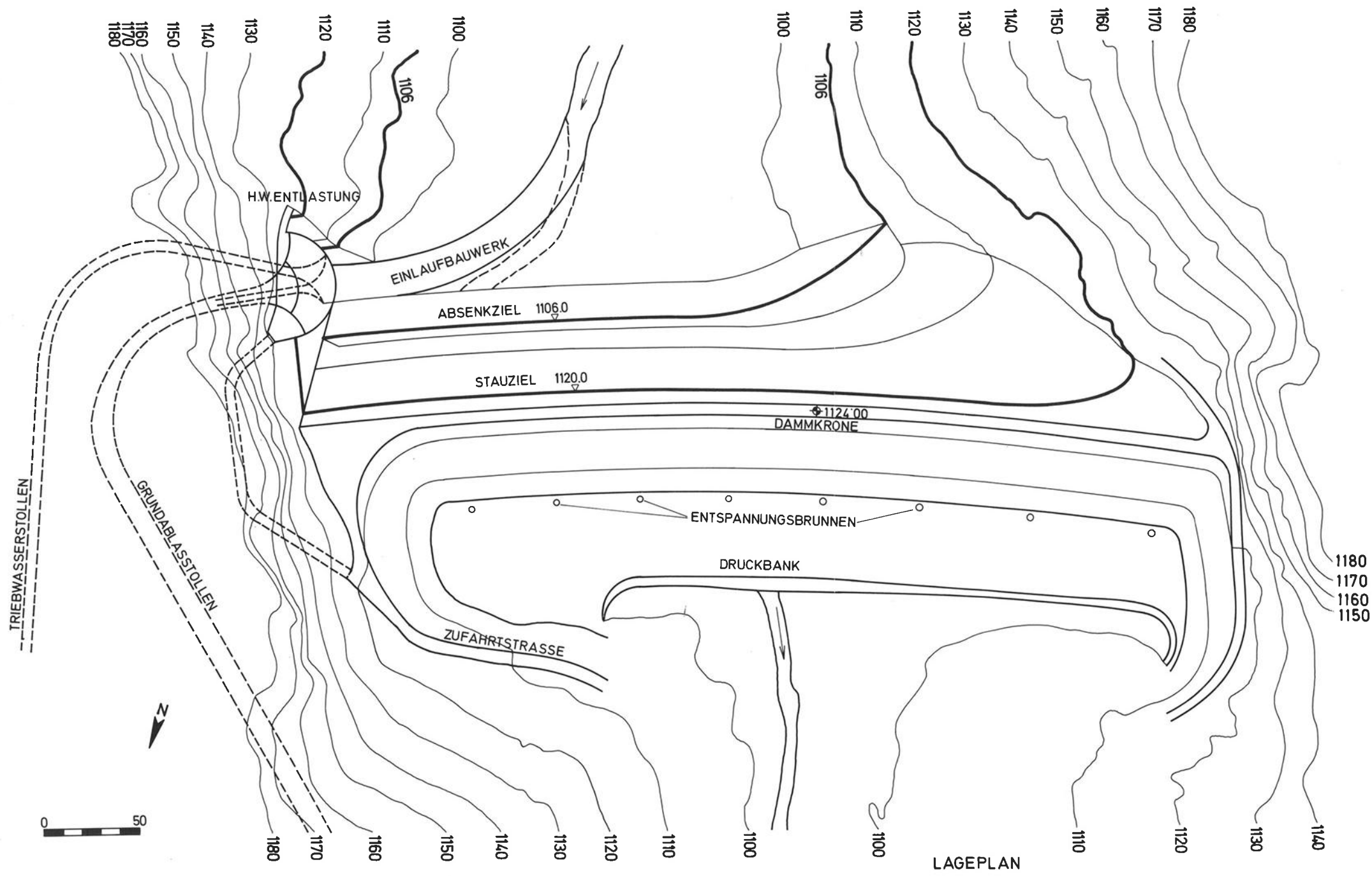
- 1) Sperrtyp: 28 m - TEC
Erddamm mit Asphaltbeton-Kerndichtung und Schlitzwand im Untergrund.
- 2) Geographie: 47°07' N, 11°52' O
Gewässer: Stillupbach
Flußgebiet: Zembach, Ziller, Inn
Nächster Ort: Mayrhofen im Zillertal.
- 3) Bauherr: Tauernkraftwerke AG (TKW)
Rainerstraße 29, A-5020 Salzburg.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Zemmkraftwerke, Entnahmespeicher für Unterstufe Mayrhofen (470 m, 345 MW, 425 GWh, ab 1977: 591 GWh) und Pumpspeicher-Unterbecken für Oberstufe Roßhag (630 m, 230 MW, 284 GWh ohne Wälzbetrieb).
- 5) Baujahre: 1966 - 1968, erster Teilstau Juli 1969 mit Staukote 1116 m. Der endgültige Vollstau 1120 m wurde Ende 1971 erreicht.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet des Stillupbaches ist betrieblich weniger bedeutsam, da der Speicher als Gegenbecken des Kraftwerkes Roßhag fungiert und dessen Einzugsgebiet maßgeblich ist. Zwischen diesem Kraftwerk und dem Speicher werden noch der Zembach und drei seiner Nebenbäche zugeleitet. Ab 1977 wird ein weiteres Gebiet durch die Zillerbeileitung mit 8 km Stollen angeschlossen.

Sperrestelle	58 km ² mit 84 hm ³
Oberstufe Roßhag	121 km ² mit 199 hm ³
Restgebiet Zembach	90 km ² mit 110 hm ³
<hr/>	
Nutzung 1969 - 1977	269 km ² mit 393 hm ³
Zillerbeileitung	112 km ² mit 138 hm ³
<hr/>	
Nutzung ab 1977	381 km ² mit 531 hm ³

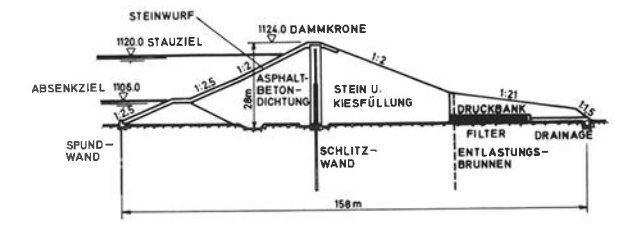
7) Stauraum (Wochenspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel		1120 m
	Schwerpunkt	1114 m
	Absenkziel	1106 m
b) Inhalt	- Gesamtinhalt	8,2 hm ³
	Nutzinhalt	6,9 hm ³
	Rückhaltevermögen	0,013
c) Geometrie	- Staufläche	0,60 km ²
	Uferlänge	5,0 km
	Uferentwicklung	1,82

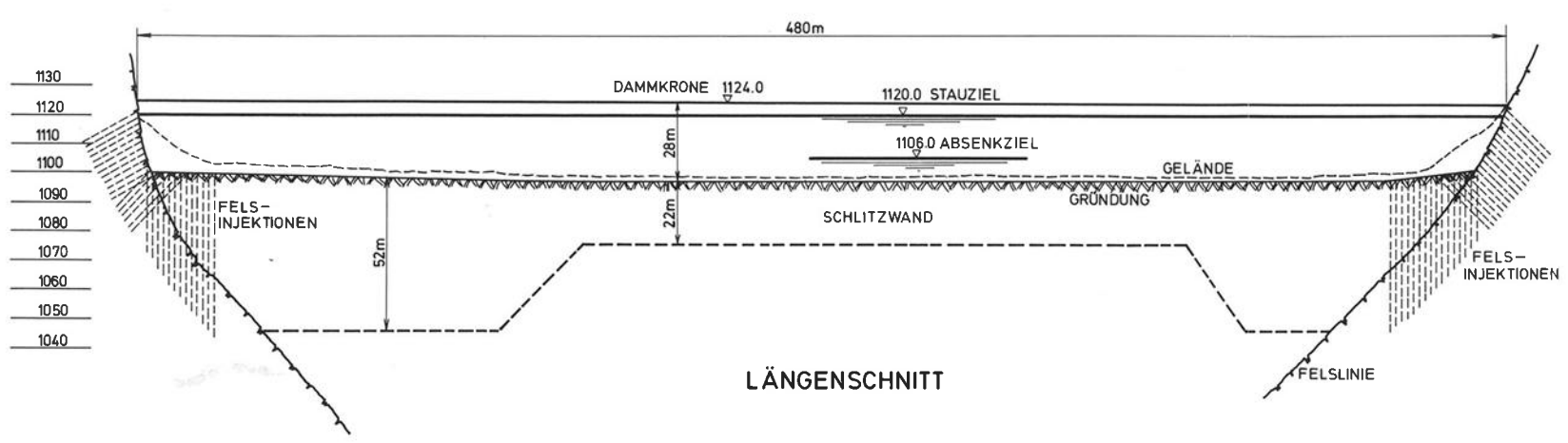
- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer bezogen auf Unterstufe Mayrhofen der Werksgruppe Zemmkraftwerke: 7,4 GWh (21 Stunden).
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Gegenspeicher der Oberstufe Roßhag und Unterbecken für den zusätzlichen Pumpspeicherbetrieb, Pufferbecken zwischen Oberstufe und Unterstufe, Wochenspeicher für die Unterstufe Mayrhofen, dadurch weitere Energieveredlung über den vorgeschalteten Jahresspeicher Schlegeis hinaus.
- 10) Nennbelastung: 86 000 t.
- 11) Gründungsgestein: An den Flanken zweiglimmerige Granitgneise und Migmatite, mit etwa 60° gegen die Talmitte einfallend, wo sie mit Bohrlöchern bis zu 125 m Tiefe nicht erreicht wurden. Die Erosionsrinne ist mit sehr heterogenen, sandig-kiesigen Alluvionen aufgefüllt, die an den Talrändern mit wasserdurchlässigen Hangschuttmassen und Blockwerk verzahnt sind.
- 12) Hauptmaße:
- | | |
|---------------------|------------------------|
| a) Gesamthöhe | 28 m |
| Kronenlänge | 480 m |
| Kronenbreite | 6 m |
| Basisbreite | 158 m |
| Böschungsneigungen: | |
| wasserseits | 1 : 2 bis 1 : 2,5 |
| luftseits | 1 : 2 |
| b) Fundamentaushub | 90 000 m ³ |
| Dammschüttung | 790 000 m ³ |
| c) Schlankheitsgrad | 5,65 |
| Gründungskennzahl | 0,11 |
| Bauaufwand | 9,2 m ³ /t |
- 13) Besondere Merkmale: Bei den schwierigen Gründungsverhältnissen und der durch den Triebwasserweg vorbestimmten Höhenlage war nur ein flachgeböschter Schüttdamm mit Innendichtung, Schlitzwand und Druckbank ausführbar. Bemerkenswert ist der Aufstau in zwei Etappen unter Ausnutzung der Selbstdichtung des Stauraumes.
- 14) Einzelheiten: Die Standsicherheitsnachweise wurden für gekrümmte Gleitflächen nach Fröhlich und für ebene Gleitflächen in den Schluffsandten des Untergrundes durchgeführt. Die Sicherheiten für verschiedene Lastfälle liegen zwischen 1,30 und 1,94. Die Setzungsberechnung erfolgte mit Hilfe der Finite Element Methode. Das Schüttgut wurde aus seitlichen Hangschuttkegeln entnommen; in den Außenzonen des Stützkörpers wurde der Hangschutt im natürlichen Zustand, im Inneren aber als sortiertes Gemisch 0 - 200 mm eingebracht und mit Vibrowalzen verdichtet.
- Das Material unter 80 mm wäre nach Bentonit-Beigabe auch für einen Erdkern brauchbar gewesen, doch hätte die hohe Eigenfeuchtigkeit zu hohe Trocknungskosten ergeben. Man hat daher erstmals in Österreich eine Asphaltbeton-Innendichtung von 40 - 50 cm Stärke vorgesehen, die im Untergrund in einer Schlitz-



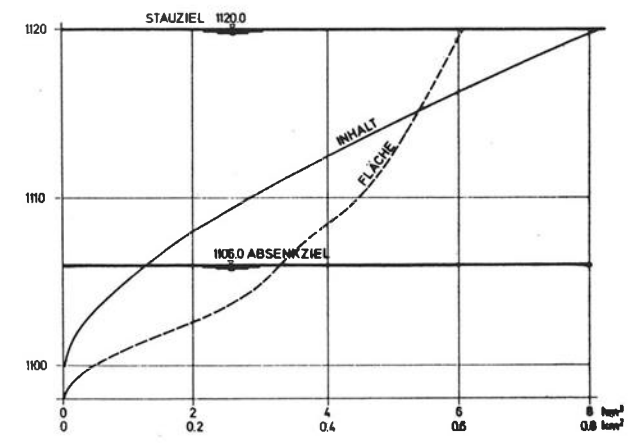
LAGEPLAN



QUERSCHNITT



LÄNGENSCHNITT



wand bis maximal 52 m Tiefe Fortsetzung findet. Diese Dichtungswand war durch die starken Setzungen großen Belastungen ausgesetzt.

Der Asphaltbeton wurde aus Kies 0 - 25 mm mit 8 % Kalksteinmehlbeigabe und 7 % Bitumen B 300 hergestellt und mit einem speziell konstruierten Raupenfahrzeug in 25 cm-Schichten eingebracht. Der Einbau von 16 500 t Asphaltmischgut hat insgesamt 8 Arbeitsmonate erfordert. Für die Schlitzwand wurde Erdbeton mit Zuschlagstoffen 0 - 40 mm, Zement, Bentonit und einem chemischen Zusatzmittel verwendet. Die Güteprüfungen und die Überwachungen während der Bauarbeiten wurden in einem eigenen Baulaboratorium durchgeführt.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Die Dichtungsschürze hat die Aufgabe, Wasserverluste im Untergrund auf ein tragbares Maß einzuschränken; eine komplette Abdichtung konnte wegen Fehlens einheitlich dichter Bodenschichten nicht erreicht werden. In der Talmitte finden sich in den obersten 20 m ausreichend dichte, aber erosionsgefährdete Schluffe; der Dichtungsschirm hat dort 22 m Tiefe. In den durchlässigen, von Blockwerk durchzogenen Randzonen hingegen wird die Dichtung 52 m tief geführt. Mit Rücksicht auf die stark heterogenen Bodenarten und auf die zu erwartenden Setzungen war einer Schlitzwand der Vorzug vor Injektionen zu geben. Nur der Anschluß der Schlitzwand an den Fels der Talflanken wird durch örtliche Injektionsschirme gesichert. Insgesamt wurden 14 700 m² Schlitzwand hergestellt.

Für die Abfuhr der Sickerwässer sind auf der Luftseite 15 Entspannungsbrunnen \varnothing 0,25 m bei 60 m Tiefe angeordnet. Um ausreichende Sicherheit gegen Grundbruch zu erhalten, wurde zusätzlich eine 50 m lange Druckbank vorgesehen.



44 Stillupdam (Eberlaste)

- 16) Meßeinrichtungen: Die Messungen umfassen vor allem die Unterströmung des Dammes, die durch 15 Entlastungsbrunnen und 14 Piezometer überwacht wird. Es wird sowohl die Sickerwassermenge - bei Teilstau 1116 m etwa 120 l/s, d.i. etwa ein Drittel des vorausgeschätzten Wertes - als auch der Feststoffanteil gemessen; der letztgenannte ist bereits im ersten Betriebsjahr fast auf Null abgesunken. Der günstige Verlauf der Selbstdichtung hat es 1971 ermöglicht, auf Vollstau 1120 m zu gehen, wodurch die Sickerverluste auf 150 l/s anstiegen.

Die vertikalen und horizontalen Deformationen des Dammes werden geodätisch mit Kronenalignement, Polygonzug und Präzisions-Nivellement überwacht. Während der Bauzeit hat sich der Untergrund in Talmitte um 2,20 m gesetzt, seit Bauende wurden Nachsetzungen von 20 cm gemessen. Die Setzungen des Dammkörpers selbst betragen seit Bauende nur 10 cm = 4 ‰ der Dammhöhe.

17) Entlastungsanlagen:

- a) Elliptischer Hochwasserüberfall mit fester Schwelle L = 60 m an der rechten Talflanke, anschließend Umlaufstollen \varnothing 6,50 m in den Grundablaß (LB). Förderfähigkeit 450 m³/s bei einem Überstau von 2,60 m.
- b) Grundablaß im rechten Hang, 580 m lang, Einlauf auf Höhe 1098 m mit 35 m² Querschnitt, Doppelschieber 3,5 x 2,8 m (VB). Abfuhrfähigkeit bei Stauziel 55 m³/s.
- c) Erforderliche Gesamtabfuhr 450 m³/s entsprechend 5 m³/s.km² aus dem eigenen Einzugsgebiet, 2 x 50 m³/s aus den beiden Oberstufenkraftwerken (ROßhag und die künftige Zillerstufe Häusling) und 35 m³/s = 200 l/s.km² aus den Bachbeileitungen.

- 18) Triebwasserfassung: Der Einlauf für den Triebwasserstollen wird mit jenem für den Grundablaß und mit dem Hochwasserüberlauf zu einer baulichen Einheit rechtsufrig neben dem Damm zusammengefaßt. Die Einlauffläche beträgt 66 m²; als Verschlussorgan fungiert ein Doppelschieber 4,5 x 3,8 m. Der Triebwasserstollen \varnothing 5,20 m zum KW Mayrhofen fördert 92 m³/s.

- 19) Baukosten: Die Baukosten für den Stillupdamm auf Preisbasis 1969 betragen:

Gesamtkosten	207 Mio S
davon Untergrunddichtung	36 Mio S
Betriebseinrichtungen	73 Mio S.

20) Schrifttum:

- Nyvelt F.: "Besondere Probleme beim Bau der Zemmkraftwerke". Bulletin SEV 1968, Heft 14.
- Kropatschek H.: "Der Bau der Zemmkraftwerke". ÖWW 1969, Heft 5-6.
- Rienössl K. und Huber H.: "Die Zemmkraftwerke, Technische Probleme bei Planung und Ausführung". Zeitschrift Zement und Beton, 1970, Heft 50-51.
- Kropatschek H. and Rienössl K.: "Vertical asphaltic concrete core of earth-fill dam Eberlaste". Qu.36, R.15, 10. Talsperrenkongreß Montreal 1970.
- Kropatschek H. und Rienössl K.: "Die Innendichtung des Erddammes Eberlaste mit einem vertikalen Asphaltbetonkern". Bericht zum Talsperrenkongreß Montreal 1970, Heft 18 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs".

- Kropatschek H. und Rienössl K.: "L'efficacité de l'écran d'injection dans les alluvions au barrage de Durlassboden et la réalisation d'une paroi continue profonde au barrage d'Eberlaste". Qu.37, R.15, 10.Talsperrenkongreß Montreal 1970.
- Kropatschek H. und Rienössl K.: "Die Wirksamkeit des Injektionsschirmes beim Durlassbodendamm und die Ausführung einer tiefen Schlitzwand beim Erddamm Eberlaste". Heft 18 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1970.
- Widmann R.: "The dams of the Zemm hydro-electric scheme". World Dams Today, Edition 1970.
- Breth H. und Gunther K.: "Die Dichtungselemente des Erddammes Eberlaste". Strabag-Schriftenreihe, 8. Folge, Heft 2.
- Rienössl K. und Schlosser J.: "Erddamm Eberlaste - Entwurf und Ausführung". ÖZE 1972, Heft 10.
- Rienössl K.: "Embankment dams with asphaltic concrete cores. Experience and recent test results". Qu.42, R.45, 11.Talsperrenkongreß Madrid 1973.
- Rienössl K.: "Schüttdämme mit Asphaltbetonkerndichtung, Erfahrungen und neuere Versuchsergebnisse". Heft 21 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1974.
- Rienössl K. und Schnelle P.: "Durlassboden and Eberlaste embankments: Large settlements and underseepage in the overburden". Qu.45,R.14, 12.Talsperrenkongreß Mexiko 1976.
- Rienössl K. und Schnelle P.: "Schüttdämme Durlassboden und Eberlaste; große Setzungen und Unterströmungen in der Überlagerung". Heft 22 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1976.

45 (31) WURTENDAMM

- 1) Sperrtyp: 42 m - TES
Erddamm mit Asphalt-Oberflächendichtung, Injektionsschirm im Untergrund.
- 2) Geographie: 46°59' N, 13°03' O.
Gewässer: Wurtenbach
Flußgebiet: Fragant, Möll, Drau
Nächster Ort: Obervellach.
- 3) Bauherr: Kärntner Elektrizitäts AG (KELAG)
Arnulfplatz 2, A-9020 Klagenfurt.
- 4) Kraftwerk: Kraftwerksgruppe Fragant-Oscheniksee mit den Stufen:
Innerfragant-Wurten (483 m, 30 MW, 105 GWh, ab 1978: 56 MW)
Außerfragant (488 m, 60 MW, 162 GWh, ab 1978: 96 MW).

5) Baujahre: 1969 - 1971. Erster Vollstau Sommer 1972.

6) Hydrologie: Zum natürlichen Einzugsgebiet kommt ein weitausgreifendes Beileitungssystem mit insgesamt 22 km Rohrleitungen und Stollen. Die folgenden Angaben beziehen sich auf den 1977 erreichten Bauzustand ohne Astenbachbeileitung:

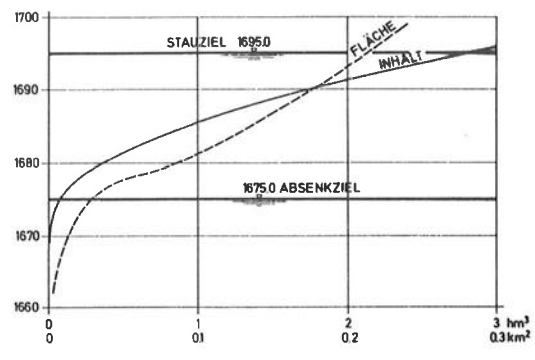
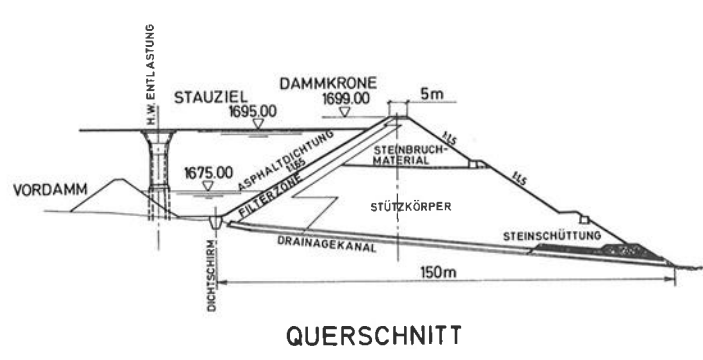
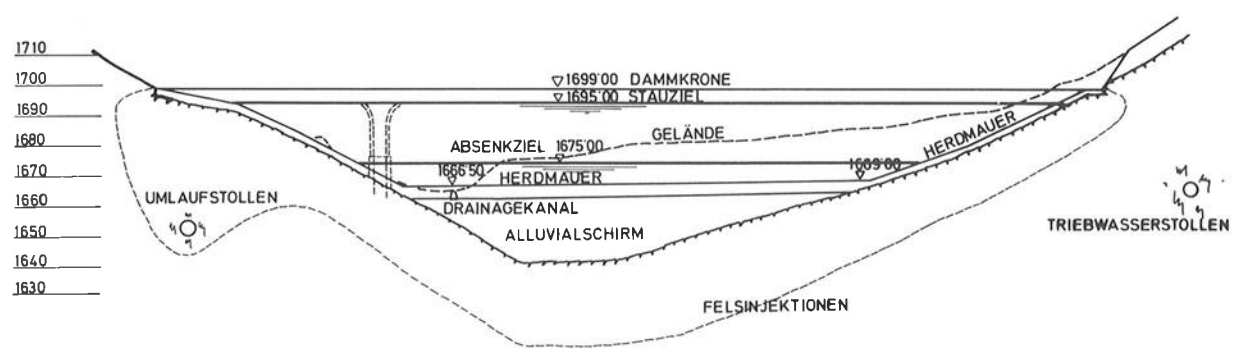
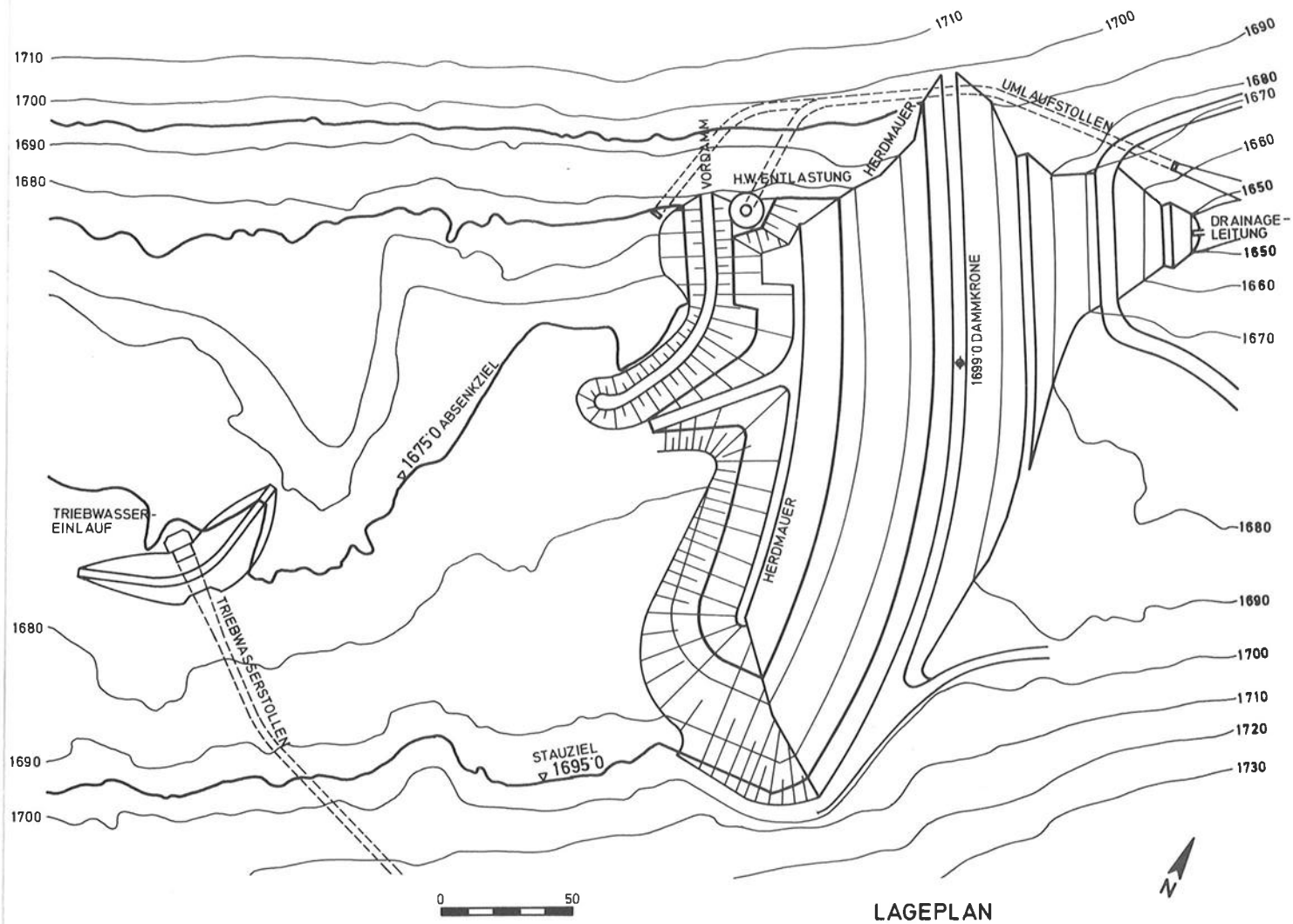
Eigenes Einzugsgebiet	21 km ² mit 38 hm ³
Beileitungen	66 km ² mit 76 hm ³
Zusammen	87 km ² mit 114 hm ³

Vom Jahreszufluß werden 17 hm³ zur Oschenikstufe abgezweigt, sodaß 97 hm³ als Betriebswasser für die Wurtenstufe verbleiben.

7) Stauraum (Wochenspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	1695 m
Schwerpunkt	1688 m
Absenkziel	1675 m
b) Inhalt	- Gesamtinhalt 2,8 hm ³
Nutzinhalt	2,7 hm ³
Rückhaltevermögen	0,024
c) Geometrie	- Staufläche 0,22 km ²
Uferlänge	2,4 km
Uferentwicklung	1,44





45 WURTEN-DAMM

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf Innerfragant-Wurtenstufe 2,9 GWh (100 Stunden)
Außerfragant 2,9 GWh (50 Stunden)

Bezogen auf den Pumpspeicherbetrieb zum Oscheniksee, Pumpleistung
1 x 28 MW bei 645 m Förderhöhe: 5,5 GWh (195 Stunden).

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausgleichsspeicher für den Betriebsschwall der Oberstufe Zirknitz und die unregelmäßigen Abflüsse des Restgebietes und der Beileitungen, Wochenspeicher für die Wurtenstufe des Kraftwerkes Innerfragant, Entnahmespeicher für die Pumpspeicherung zum Oscheniksee.

10) Nennbelastung bezogen auf den Geländequerschnitt in der Bogensehne des leicht gekrümmten Dammes: 38 000 t.

11) Gründungsgestein: Der Felsuntergrund besteht aus Hornblendgneis und Amphiboliten, die die linke Talflanke aufbauen. Die Talmitte und die rechte Flanke werden von einem bis 35 m mächtigen Moränenwall abgedeckt, der aus Feinsand bis Grobkies gemischt ist und einzelne Felsblöcke bis 6 m Durchmesser enthält.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	42 m
Kronenlänge	282 m
Kronenbreite	5 m
Basisbreite	150 m
Böschung wasserseits windschief	1 : 1,65 auf 1 : 1,8 verzogen
luftseits	1 : 1,6 bis 1 : 1,5
b) Aushub (Überlagerung)	144 000 m ³
Dammschüttung	265 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	3,6
Gründungskennzahl	0,54
Bauaufwand	7,0 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Der rechte Damflügel ist gegen die Wasserseite bogenförmig vorgezogen, um einem Lawenstrich auszuweichen. Der kräftige Aushub wurde als wirtschaftliche Maßnahme zur transportlosen Gewinnung von Dammschüttgut und zur Tieferlegung der Dichthaut und Verkürzung der teuren Untergrunddichtung gewählt. Erste Anwendung der Asphalt-Oberflächendichtung in Österreich, in dieser Höhenlage mit alpinem Klima ein gewisses Wagnis.

14) Einzelheiten: Standsicherheitsnachweis nach Krey-Terzaghi für ebene und kreisförmige Gleitflächen. Sondernachweise für die Fälle einer gestörten Oberflächendichtung und einer Erdbebenwirkung. Die nachgewiesenen Sicherheiten liegen bei mindestens 1,3 für die Normallastfälle bzw. 1,2 für die Katastrophenfälle. Der hauptsächlich aus Hangschutt aufgebaute Dammkörper besteht aus mehreren Zonen. Eine Entlastungszone unter der Asphalt-dichthaut hat 20 cm Größtkorn und nicht mehr als 8 % Anteil an Korn unter 5 mm. Die anschließende Dichtungszone mit 50 cm Größtkorn fungiert als Bremszone. Der Stützkörper mit 80 cm

Größtkorn wurde in Lagen von 1,0 m geschüttet und mit Rüttelwalzen verdichtet. In seinem oberen Teil wurde er aus Steinbruchmaterial hergestellt. Die Steinschüttung am luftseitigen Dammfuß hat Größtkorn 50 cm bzw. 80 cm.

Die Oberflächendichtung mit 14 000 m² Fläche besteht aus zwei Asphaltbetonlagen von je 4,5 cm Dicke auf einer 8 - 10 cm starken Asphaltbinderschicht, die wieder auf einer Schotter-Ausgleichsschicht von 15 cm lagert. Die Herstellung erfolgte mit Spezialgeräten in vertikalen Bahnen von 2,5 m Breite. Am Dammfuß schließt die Oberflächendichtung an eine 3 m tiefe Herdmauer an, die unten aus Tonbeton, im oberen Drittel aus Zementbeton besteht.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Der unter der Ausbausohle noch verbliebene Lockerboden wird durch einen fünfreihigen Injektionsschirm von 2000 m² Fläche abgedichtet, der die Asphalt dichthaut in den Untergrund fortsetzt. Der Felsuntergrund wurde einreihig bis in 30 m Tiefe injiziert.
- 16) Meßeinrichtungen: Verschiebungen und Setzungen werden durch 4 Horizontalpegel sowie geodätisch mit 37 Zielpunkten überwacht. Der Porenwasserdruck wird mit einem Ventilgeber, die Grundwasserstände durch 15 Piezometerrohre laufend beobachtet. Die Sickerwassermenge wurde durch nachträgliche Dichtungsmaßnahmen auf 7 l/s reduziert.
- 17) Entlastungsanlagen:
 - a) Trichterförmiger Hochwasserüberlauf (LB) am linken Hang, Außendurchmesser 11 m, mit Abfall zum Grundablaßstollen. Förderfähigkeit 160 m³/s bei 1,67 m Überstau (restlicher Freibord 2,33 m), entsprechend dem Rechnungshöchstwasser von 7,5 m³/s.km² des eigenen Einzugsgebietes.
 - b) Grundablaßstollen Ø 3,5 m, 225 m lang, mit Schieber 1,8 x 1,8 m (VB). Förderfähigkeit bei Vollstau 60 m³/s. Diente während des Baues als Umlaufstollen.
- 18) Triebwasserfassung: Einlaufbauwerk am rechten Ufer 200 m oberhalb des Dammfußes, Einlaufschwelle auf 1674,5 m mit Dammbalkenverschluß. Der Druckstollen Ø 2,4 m führt 15 m³/s ab. Betriebsverschluß nach 1220 m beim Wasserschloß.
- 19) Baukosten: auf Preisbasis 1969 mit Gleitungen bis 1971: 55 Mio S.
- 20) Schrifttum:

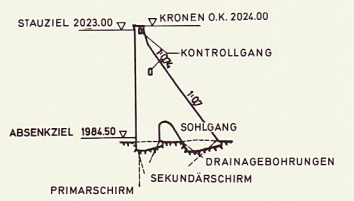
Kärntner Elektrizitäts AG: "Die Kraftwerksgruppe Fragant-Oscheniksee". Sonderheft der ÖZE 1969, Heft 10.

46 (13) TAUERNMOOSSPERRE

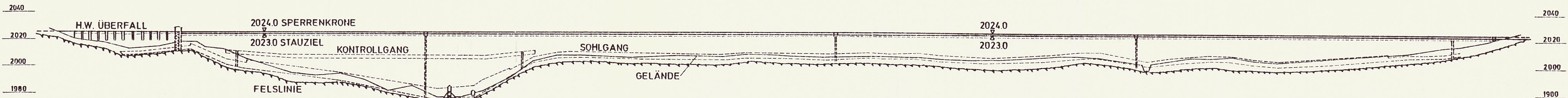
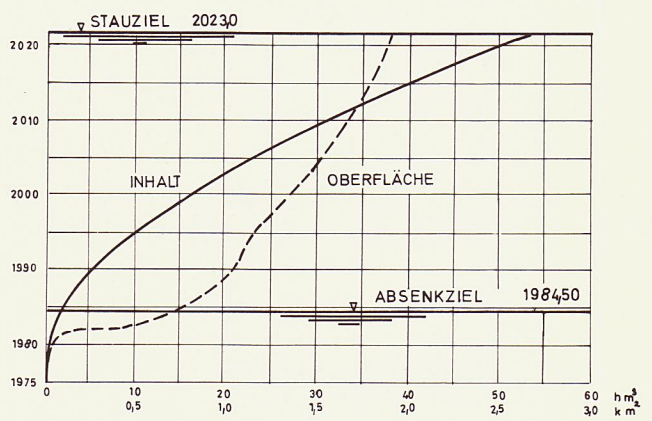
- 1) Sperrtyp: 53 m - PG
Gewichtsmauer mit großem Hohlraum über der Sohle, in der alten Abflußrinne bogenförmige Anordnung mit verpreßten Fugen.
- 2) Geographie: 47°10' N, 12°39' O
Gewässer: Tauernmoossee
Flußgebiet: Stubache, Salzach, Inn
Nächster Ort: Uttendorf.
- 3) Bauherr: Österreichische Bundesbahnen (ÖBB)
Elektrotechnische Direktion
Daffingerstraße 4, A-1030 Wien.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Stubachtal für die Bahnstromversorgung mit 16 ²/₃ Hertz, dreistufiger lückenloser Ausbau:
Enzingerboden (540 m, 81 MW, 120 GWh)
Schneiderau (420 m, 35 MW, 115 GWh)
Uttendorf (230 m, 27 MW, 75 GWh).
- 5) Baujahre: 1969 - 1973, erster Vollstau August 1974.
Teilstau auf Höhe 2021 m im Jahre 1973.
Ersetzt die 1926-1929 gebaute, 20 m niedrigere Gewichtsmauer gleichen Namens.
- 6) Hydrologie: Zur Speicherfüllung dienen außer dem eigenen Einzugsgebiet drei Beileitungssysteme: das auf Höhe 2300 m in den Weißsee mündende System Nord mit 3 Wasserfassungen und 6 km Stollen, das den Tauernhauptkamm querende System Süd auf Höhe 2050 m mit 6 Wasserfassungen und 10 km Stollen sowie auf Höhe 2200 m die obere Wurfbachbeileitung mit 2 km Stollen.
- | | | |
|-----------------------|------------------------|------------------------------------|
| Eigenes Einzugsgebiet | 22 km ² mit | 51 hm ³ |
| Beileitung Nord | 10 km ² mit | 26 hm ³ |
| Beileitung Süd | 14 km ² mit | 27 hm ³ |
| Oberer Wurfbach | 4 km ² mit | 8 hm ³ |
| <hr/> | | |
| Zusammen | 50 km ² mit | 112 hm ³ , wovon in den |
- Vorspeichern Weißsee, Amersee und Salzplattensee 23 hm³ = 0,20 gespeichert werden.
- 7) Stauraum (Jahresspeicher):
- | | | |
|-----------------------------|---------------------|----------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | | 2023 m |
| | Speicherschwerpunkt | 2007 m |
| | Absenkziel | 1984,5 m |
| b) Inhalt | - Gesamtinhalt | 57 hm ³ |
| | Nutzzinhalt | 55 hm ³ |
| | Rückhaltevermögen | 0,49 |
| c) Geometrie | - Staufläche | 1,89 km ² |
| | Uferlänge | 6,5 km |
| | Uferentwicklung | 1,34 |



LAGEPLAN



QUERSCHNITT



LÄNGENSCHNITT

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Enzingerboden	60 GWh (740 Stunden)
Schneiderau	45 GWh (1300 Stunden)
Uttendorf	26 GWh (960 Stunden)
<hr/>	
eigene Werksgruppe	131 GWh

b) Fernwirkung auf 1977 bestehende und in Bau befindliche Unterliegerwerke an Salzach, Inn und Donau:

Zugunsten	Österreich	BRD
Salzach	18 GWh	-
Inn	3 GWh	3 GWh
Donau	9 GWh	1 GWh
<hr/>		
Zusammen	30 GWh	4 GWh
		} 34 GWh

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Schaffung eines freizügig verwertbaren Wintervorrates für den Bahnbetrieb. Der fortschreitenden Elektrifizierung und dem steigenden Verkehrsaufkommen angepaßter schrittweiser Ausbau der Werksgruppe durch fast 50 Jahre findet in der Vergrößerung des Tauernmoosspeichers durch die neue Sperre von 21 auf 55 hm³ seine Krönung. Der Winteranteil an der Erzeugung der Stubachwerke wird durch den Tauernmoosspeicher zusammen mit den kleineren Speichern Weißsee (siehe 24), Amersee und Salzplattensee auf 66 % gebracht.



46 Tauernmoosperre

10) Nennbelastung: 220 000 t.

11) Gründungsgestein: Sperrenstelle im Zentralgneis, der den langgestreckten rechtsufrigen Seeriegel einheitlich und mit nur geringer Überlagerung durch Moräne und Schutt aufbaut. In der Talfurche wechseln die Gneisschichten (hauptsächlich Augengneis) mehrfach mit Lagen aus plastisch verformbaren phyllonitischem Weißschiefer, der zwar sehr dicht ist, aber zu Gleitbahnen neigt. In diesem Bereich war deshalb eine leichte Bogenwirkung als zusätzliche Gleitsicherung erwünscht. Der niedrige rechte Sperrenflügel überbrückt sechs offene, chloritbelegte Harnischklüfte.

12) Hauptmaße:

a) Größte Höhe über Gründungssohle	53 m
Mittlere Höhe des rechten Seitenflügels	22 m
Kronenlänge	1100 m
Kronenbreite	4 m
Fundamentbreite	37 m
b) Aushub (zu zwei Dritteln Fels)	94 000 m ³
Sperrenbeton	250 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,70
Gründungskennzahl	0,38
Bauaufwand	1,13 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Um Betriebsunterbrechungen zu vermeiden, wurde die neue Sperre im Schutze der alten Sperre 25 m talseits von dieser ausgeführt. Durchgehender Hohlweg an der Sohle zur Herabsetzung des Sohlwasserdruckes und zur Erleichterung nachträglicher Kontrollen und Dichtungsarbeiten. Atmende Blockfugen, nur im Hauptteil der Sperre quer über die Talfurche Fugen zur Erzielung einer zusätzlichen Bogenwirkung ausgepreßt. Seitenflügel in einer aus Gegenbogen zusammengesetzten flüssigen Linienführung dem Seeriegel angepaßt und in ausreichendem Abstand von der steil talaus fallenden rechten Talflanke gehalten.

14) Einzelheiten: Standberechnung für das Grunddreieck mit lotrechter Wasserseite und 1 : 0,70, im tieferen Teil 1 : 0,74 geneigter Luftseite. Sohlwasserdruck auf den wasserseitigen Stützkörper von 0,85 des statischen Wasserdruckes auf Null im Sohlweg abnehmend. Größte Druckspannung 12 kp/cm², keine Zugspannung in der Sohlfuge, Gleitsicherheit 1,5 durch Gegenneigung der Aufstandsfläche erzielt.

Zuschlagstoffe im Steinbruch gewonnen, in 6 Fraktionen bis 100 mm aufbereitet. Zwei Betonqualitäten: Vorsatzbeton mit 255 kg Portlandzement EPZ 275 je m³ mit Zusatz von Murexin LP 17 zur Erzielung von 3,5 % Luftporen, Zuschlagstoffe nur bis 63 mm Größtkorn (5 Fraktionen), Wasserzementfaktor 0,58. Kernbeton mit 160 kg EPZ 275 je m³, Wasserzementfaktor 0,87. Mittlere Betonfestigkeiten nach 90 Tagen 310 bzw. 180 kp/cm² Druck und 24 bzw. 13 kp/cm² Zug.

Erzeugung des Rüttelbetons im Mischurm mit 3 Zwangsmischern je 1500 l, Einbringung mit 2 Kabelkränen zu 8 t bzw. 5 t und 2 Turmdrehkränen in Blöcke von 12 - 18 m Länge. Betonierabschnitte 2,5 m hoch. Vorsatzbeton an der Wasserseite 2,5 - 2,0 m, an der Luftseite 1,5 m stark. Über den Harnischklüften des Seeriegels Armierung des Sperrenkörpers mit Eisenbahnschienen.

Blockfugen durch Buckelblechschalung verzahnt, im bogenförmigen Hauptkörper bis Höhe 2005 m mit Kunststoff-Fugenbändern wasserseitig und luftseitig gedichtet und mit PZ 275 und 3 % Bentonit mit max. 5 atü verpreßt. Atmende Blockfugen durch 2 wasserseitige Fugenbänder gedichtet.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Einreihiger lotrechter Dichtungsschirm mit seichterem schrägen Sekundärschirm auf der Wasserseite, unter dem Hauptteil 25 m tief, unter dem Seitenteil bis 15 m tief; im Bereich der Harnischklüfte 25 m tiefer, unter 30° gegen die Wasserseite geneigter Schirm. Gesamte Schirmfläche 23 500 m² mit 7700 m Bohrlochlänge. Zementmilchinjektionen bis 25 atü, mittlere Aufnahme 41 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 14 kg je m² Schirmfläche. In den Harnischklüften war die mittlere Aufnahme 32 kg/m², in den übrigen Partien blieb sie unter 10 kg/m².

Drainagebohrungen in der Gründungssohle im Sohlgangbereich sowie im Seeriegel von Drainagestollen aus zur Entspannung des Kluftwassers. Kontaktinjektionen in der Aufstandsfläche nur im Bereich des Injektionsschirms.

- 16) Meßeinrichtungen: Im höchsten Block und in zwei Blöcken des Seitenflügels: 3 Schwimmlote bis 35 m in den Gründungsfels, 22 Klinometer, 16 Fugenspaltmesser, 53 Temperaturegeber, 15 Teleformeter und 4 Telepreßmeter. Auch außerhalb der drei Meßblöcke sind 6 Extensometer, 8 Klinometer und 42 Fugenspaltmesser angeordnet. Sohlwasserdruckglocken (77) und Mengennmessung des Sickerwassers im Sohlgang und in den Drainagestollen. Präzisionsnivellement längs luftseitigem Sperrenfuß und an der Wasserseite des Sohlganges sowie in den Drainagestollen.

- 17) Entlastungsanlagen:

- a) Freier Hochwasserüberfall am linken Sperrenflügel (LC), 75 m lang mit 67 m Lichtweite, mit Ablauf in eine seitliche Felsrinne. Fördert bei 1,0 m Überstau (0,5 m restlicher Freibord bis zur Sperrenkrone) 108 m³/s.
- b) Grundablaß im Sperrenkörper (VO), Einlauf auf 1979,5 m mit Grobrechen. Rohr Ø 1,55 m mit Absperrklappe im Sohlgang und Kegelstrahlschieber Ø 1,4 m an der Luftseite. Fördert 32 m³/s.
- c) Gesamtentlastung 140 m³/s entsprechend 4,8 m³/s.km² des eigenen Einzugsgebietes und der unmittelbar eingeleiteten Nebengebiete (oberer Wurfbach und Anteil der Beileitung Nord).

- 18) Triebwasserfassung: Weitere Verwendung des Einlaufes oberhalb der alten Sperre an der linken Talflanke, Schwelle auf 1982 m, Grob- und Feinrechen. Verswenkter Zulaufstollen zum neuen Druckstollen Ø 3,1 m für 18 m³/s, alter Rohrstollen der ersten Ausbauphase des Kraftwerkes Enzingerboden seit 1968 stillgelegt und 1973 mit Betonplombe abgeriegelt. Nach 100 m Schieberkaverne mit 2 Klappen Ø 2,0 m.

- 19) Baukosten auf Preisbasis 1974: 286 Mio S.

- 20) Schrifttum:

- a) für den alten Bauzustand und die jetzt eingestaute Sperre:

Ascher H.: "Das Stubachwerk der ÖBB". Wasserkraft und Wasserwirtschaft (München) 1929, Heft 23.

- Hruschka A.: "Das Stubachwerk I". Wasserkraft und Wasserwirtschaft (München) 1931, Heft 1/2.
- Weigl H.: "Die Tauernmoossperre der ÖBB". Die Wasserwirtschaft (Wien) 1932, Heft 20/21.
- Weigl H.: "Die Staumauer am Tauernmoosboden. Bauerfahrungen und Beobachtungen". Zeitschrift ÖIAV 1935, Hefte 5/6 - 7/8.
- b) Für den heutigen Zustand und die neue Sperre:
- Dvorak F.: "Die neue Tauernmoossperre". ÖZE 1970, Heft 1.
- Heilbrunner J.: "Neue Tauernmoossperre der ÖBB fertiggestellt". E und M 1973, Heft 11.

48 (32) GALGENBICHLDAMM

- 1) Sperrtyp: 50 m - TES
Erddamm mit Oberflächendichtung aus Asphaltbeton.
- 2) Geographie: 47°04' N, 13°21' O
Gewässer: Malta
Flußgebiet: Lieser, Drau
Nächster Ort: Gmünd (Kärnten).
- 3) Bauherr: Österreichische Draukraftwerke AG (ÖDK)
Kohldorferstraße 98, A-9020 Klagenfurt.
- 4) Kraftwerk: Kraftwerksgruppe Malta mit Pumpspeicherung. Unterbecken für Pumpspeicherung in der Malta-Oberstufe (150 m, 120 MW, 73 GWh, 102 MW Pumpleistung), Ausnützung in der Malta-Hauptstufe (1097 m, 730 MW, 708 GWh, 290 MW Pumpleistung) und der Unterstufe Möllbrücke (45 m, 41 MW, 108 GWh).
- 5) Baujahre: 1971 - 1974, erster Vollstau Mai 1975 mit provisorischer Überleitung zur Laufstufe Reißbeck, ab Dezember 1976 in der eigenen Hauptstufe genützt.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet wird durch ein Beileitungssystem mit 11 Wasserfassungen und 19 km Stollen zu beiden Seiten des Maltatales erweitert. Dazu kommt noch der Wasseraustausch mit dem auf gleicher Höhe liegenden GÖßkarspeicher und eine Pumpmenge von 40 hm³ aus der Möll als Grundlage für die Füllung des Winterspeichers Kölnbrein.

Eigenes Einzugsgebiet	58 km ² mit 118 hm ³
Linksufrige Beileitung	29 km ² mit 43 hm ³
Rechtsufrige Beileitung	18 km ² mit 32 hm ³
Vorspeicher Galgenbichl	105 km ² mit 193 hm ³

Einzugsgebiet Gößkar	25 km ² mit	45 hm ³
Pumpwasser aus der Möll		40 hm ³
<hr/>		
Betriebswasser Hauptstufe	130 km ² mit	278 hm ³

7) Stauraum Vorspeicher Galgenbichl (Ausgleichsbecken und Pumpspeicherbecken, kommunizierend mit Gößkarspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel		1704 m
Speicherschwerpunkt		1695 m
Absenkziel		1680 m
b) Inhalt	- Gesamtinhalt	4,8 hm ³
	Nutzinhalt	4,4 hm ³
	Rückhaltevermögen	0,023 (0,016)
c) Geometrie	- Staufläche	0,27 km ²
	Uferlänge	3,6 km
	Uferentwicklung	1,95

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

- a) Bezogen auf Erzeugung in der Hauptstufe:
 - 11 GWh (15 Stunden)
- b) Bezogen auf die Pumpleistung in der Oberstufe (Entnahme):
 - 2 GWh (20 Stunden)
- und in der Hauptstufe (Füllung):
 - 15 GWh (53 Stunden).

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Wichtiger Zwischenspeicher zur Sammlung und Bewirtschaftung des beigeleiteten Betriebswasser für Erzeugung in der Hauptstufe oder Pumpspeicherung im Hauptspeicher Kölnbrein.

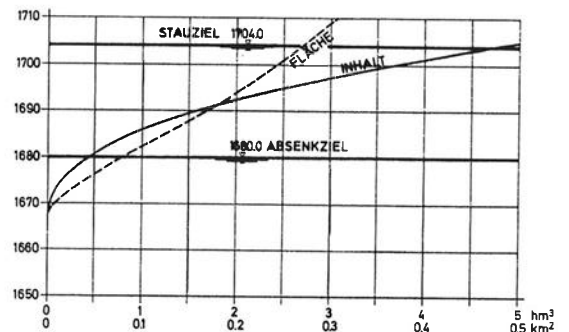
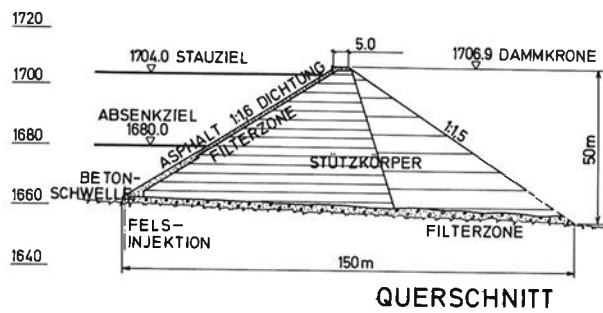
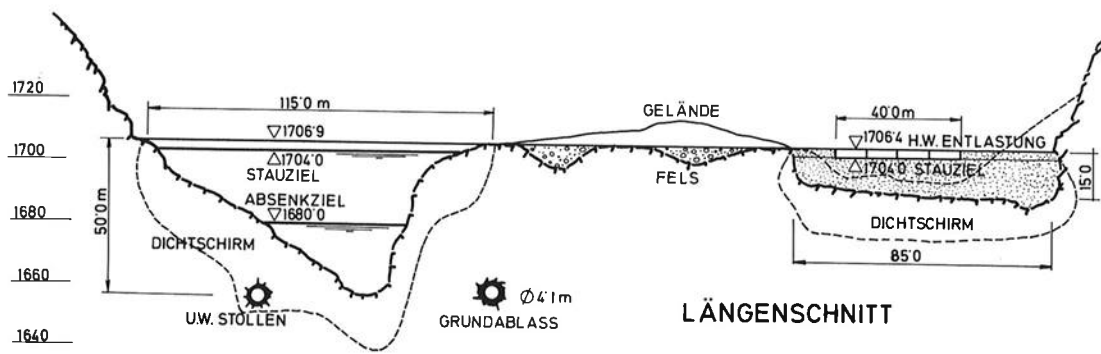
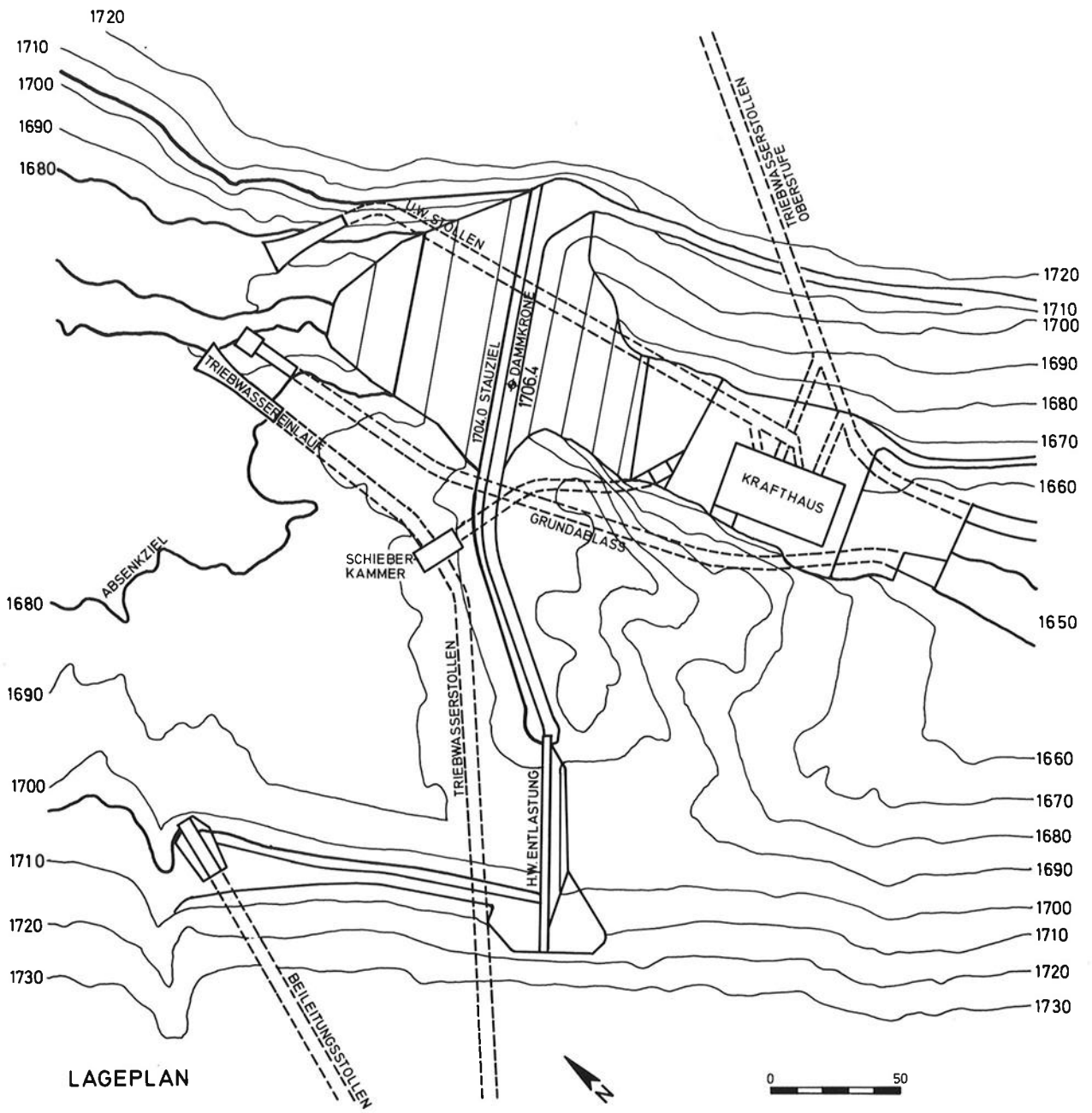
10) Nennbelastung: 35 000 t.

11) Gründungsgestein: Sperrereinbindung in geschieferten, größtenteils dichten Bändermigmatit, links in massigen Gneis. Glazial geformte Felskuppe des Galgenbichls am rechten Hang trennt das enge Haupttal von einer flachen Seitenfurche im massigen Granitgneis, deren Abschluß durch eine Nebensperre erfolgt.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	50 m
Kronenlänge	115 m
Kronenbreite	5 m
Basisbreite	150 m
Böschung wasserseits	1 : 1,6
luftseits	1 : 1,5
b) Aushub	36 000 m ³
Dammschüttung	165 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	3,0
Gründungskennzahl	0,21
Bauaufwand	4,7 m ³ /t

Gewichtsmauer in der Seitenfurche 15 m hoch, 85 m lang mit 6600 m³ Betoninhalt.



48 GALGENBICHL-DAMM



48 Galgenbichldamm

- 13) Besondere Merkmale: Aus wirtschaftlichen Gründen wurde dem Erddamm der Vorzug vor der ursprünglich geplanten unsymmetrischen Gewölbemauer gegeben. Die Seitenfurche an der rechten Flanke bietet sich für den Hochwasserüberlauf an.
- 14) Einzelheiten: Standsicherheitsnachweis für ebene und kreisförmige Gleitflächen nach Terzaghi-Krey, zusätzlich auch Erdbebenwirkung berücksichtigt. Die geforderte Mindestsicherheit 1,3 ist in allen Hauptlastfällen gegeben.
- Gewinnung des Dammschüttgutes aus dem Stauraum, durch bodenphysikalische Untersuchungen kontrolliert. Wasserseitige Oberflächendichtung mit 5400 m² Asphaltbeton mit je 8 cm starker Binder- und Deckschicht auf 3 m starker Entspannungsschicht aus feinteilarmem Kies mit 20 cm Größtkorn. In der Aufstandsfläche Drainageschicht aus Steinbruchmaterial bis 50 cm Korn. Stützkörper aus Naturkies mit 70 cm Größtkorn, in Lagen von 1,20 m eingebracht und mit 11 t-Vibrationswalzen verdichtet. Die Krone ist durch einen Wellenbrecher aus Beton geschützt.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Primär- und Kontaktinjektionen unter der Herdmauer der Hauptsperre und der Seitenmauer bis 15 m Tiefe. Mit Rücksicht auf die dichte Beschaffenheit des Gründungsfelsens an der Sperrenstelle war kein zusammenhängender Dichtungsschirm erforderlich.
- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung der Oberfläche mit 32 Meßpunkten. Verformungen im Inneren des Damms mittels Setzungspegel an 6 Punkten gemessen. Die größten Verformungen der Oberfläche unter dem ersten Vollstau betragen horizontal 4 mm und vertikal 3 mm.
- Sickerwassermessungen in einzelnen Drainagen, Summenmessung in die Schaltwarte ferngemeldet. Größte Sickermenge nach erstem Vollstau 4,5 l/s.
- 3 Piezometer luftseitig des Damms zur Messung des Bergwasserspiegels, Kontrolle des Sickerwassers in der Entspannungszone hinter der Dichthaut mit einem Piezometerrohr.
- 17) Entlastungsanlagen:
- Freier Hochwasserüberlauf über die Krone der Seitensperre (LC), 40 m lang, mit Ablauf durch die Felsrinne. Fördert bei 1,70 m Überstau 196 m³/s (restlicher Freibord am Wellenbrecher des Hauptdamms 1,20 m).
 - Grundablaß im rechten Hang (VB), Einlauf auf Höhe 1665 m mit 25 m² Rechenfläche, 250 m langer Stollen Ø 4,10 m, Schieberkaverne mit 2 Flachschiebern, Förderfähigkeit 30 m³/s. Diente während der Bauzeit als Umlaufstollen.
 - Gesamtentlastung 226 m³/s entsprechend 3,90 m³/s.km² im Hinblick auf die Hochwasserretention im vorgelagerten Hauptspeicher Kölnbrein.
- 18) Triebwasserfassung: Am rechten Hang etwa 50 m vom Sperrenfuß abgerückt neben dem Grundablaß. Einlaufschwelle auf Höhe 1669 m, 88 m² Rechen. Stollen Ø 4,9 m zum Gößkarspeicher fördert 80 m³/s im Turbinenbetrieb, 23 m³/s im Pumpenbetrieb der Hauptstufe. Nach 80 m Schieberkaverne mit Sperrklappe Ø 4,0 m.

19) Baukosten auf Preisbasis 1974: 46 Mio S.

20) Schrifttum:

Mußnig R., "Die Galgenbichlsperren und die Gößkarsperre". Energie-
Pogatschnigg G. und wirtschaft Wien 1975, Heft 47/48.
Klemen K.:

49 (12) OSCHENIKSEE-DAMM

- 1) Sperrtyp: 78 m - ERS
Felsschüttdamm mit Asphalt-Oberflächendichtung und Injektions-
schürze im Untergrund.
- 2) Geographie: 46°59' N, 13°05' O
Gewässer: Oscheniksee
Flußgebiet: Fragant, Möll, Drau
Nächster Ort: Obervellach.
- 3) Bauherr: Kärntner Elektrizitäts AG (KELAG)
Arnulfplatz 2, A-9020 Klagenfurt.
- 4) Kraftwerk: Kraftwerksgruppe Fragant-Oscheniksee mit den Stufen:
Innerfragant-Oscheniksee (1128 m, 66 MW, 65 GWh)
Außerfragant (488 m, 60 MW, 162 GWh, ab 1978: 96 MW).
Im Kraftwerk Innerfragant 2 Pumpen zur Füllung des Oschenikseespeichers aus
tieferen Horizonten und für zusätzlichen Pumpspeicherbetrieb:
Pumpe 1 (Haselstein) 867 m, 29 MW
Pumpe 2 (Wurten) 645 m, 28 MW.
Weitere Aufstellung einer 3. Maschine in der Oschenikseestufe, einer 2. Ma-
schine in der Wurtenstufe und einer Pumpe 3 (Wurten) vorgesehen.
- 5) Baujahre: 1971 - 1976, erster Vollstau November 1976.
Teilstau: Erste Speichernutzung durch Absenkung des natürlichen
Sees (Seespiegel 2333 m, Nutzinhalt 11,5 hm³) im Jahre 1968,
zweite Phase mit Damm für Stauziel 2355 m und Vergrößerung des
Nutzinhaltes auf 17,5 hm³ im Jahre 1973 erreicht. Weitere Erhö-
hung des Dammes auf Stauziel 2391 m mit endgültigem Nutzinhalt
von 33 hm³ derzeit in Bau.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet des Oscheniksees ist unbedeutend. Zur
Speicherfüllung bedarf es des Hochpumpens der in Klammern beigefügten Wasser-
mengen aus dem Jahreszulauf zweier tieferer Horizonte.

Eigenes Einzugsgebiet	2 km ² mit	3 hm ³	
Horizont Wurtendamm	87 km ² mit	114 hm ³	(17 hm ³)
Horizont Haselstein	21 km ² mit	19 hm ³	(5 hm ³)
Indirekt zusammen	110 km ² mit	136 hm ³	(22 hm ³)
davon Betriebswasser Oberstufe		25 hm ³	

7) Stauraum (Jahresspeicher): Klammerwerte beziehen sich auf Endzustand 1980.

a) Wasserspiegel - Stauziel		2375 m	(2391 m)
	Schwerpunkt	2334 m	(2349 m)
	Absenkziel	2245 m	
b) Inhalt	- Gesamtinhalt	25,2 hm ³	
	Nutzinhalt	25 hm ³	(33 hm ³)
	Rückhaltevermögen	0,18	
c) Geometrie	- Staupfläche	0,36 km ²	(0,43 km ²)
	Uferlänge	2,4 km	(2,7 km)
	Uferentwicklung	1,13	(1,16)

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Innerfragant-Oschenikstufe	65 GWh	(1000 Stunden)
	Auerfragant	27 GWh (450 Stunden)
	<hr/>	
	Eigene Werksgruppe	92 GWh

b) Fernwirkung auf die 1977 in Betrieb und in Bau befindlichen Stufen an der Möll und der Drau:

in Österreich	10 GWh
in Jugoslawien	8 GWh
	<hr/>
	18 GWh

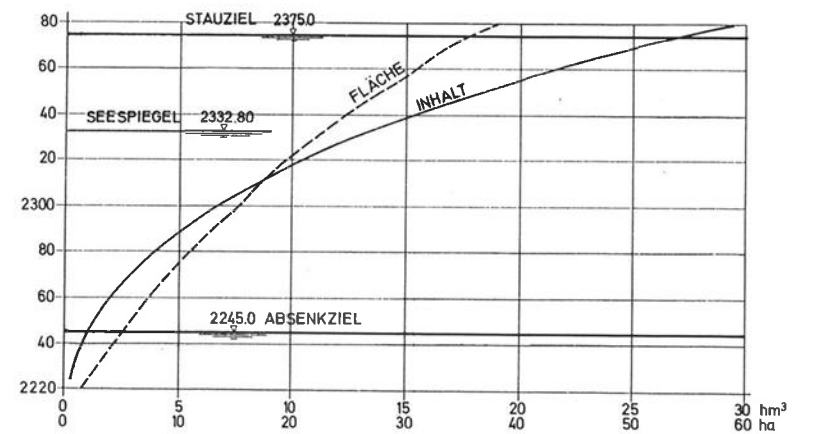
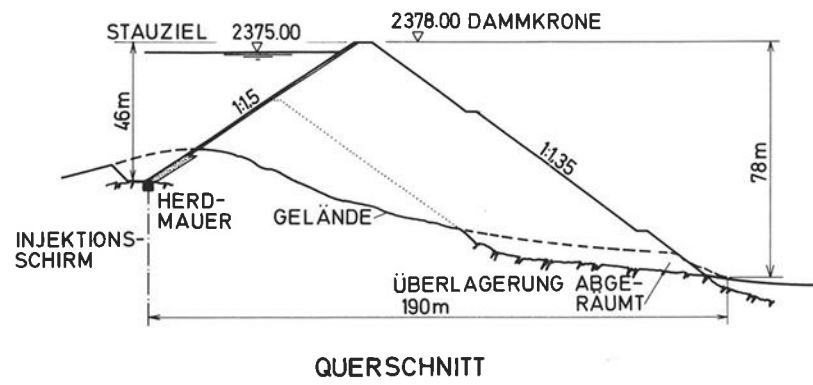
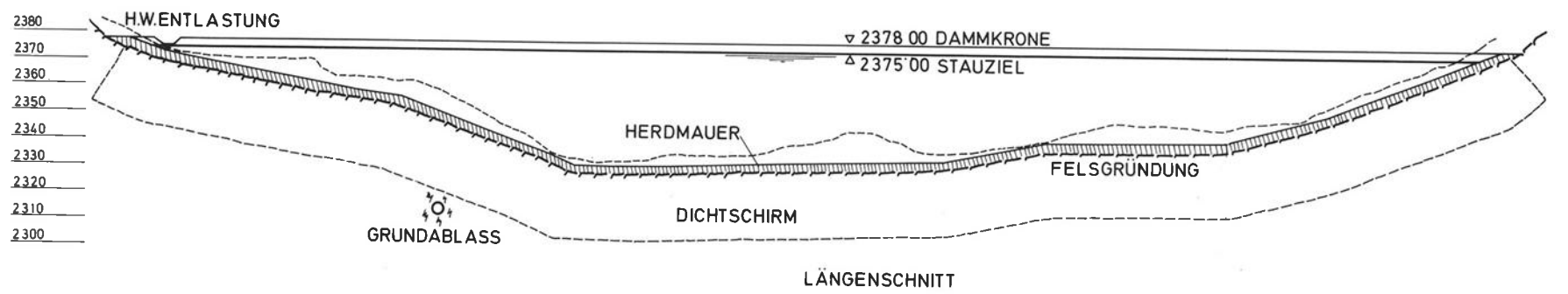
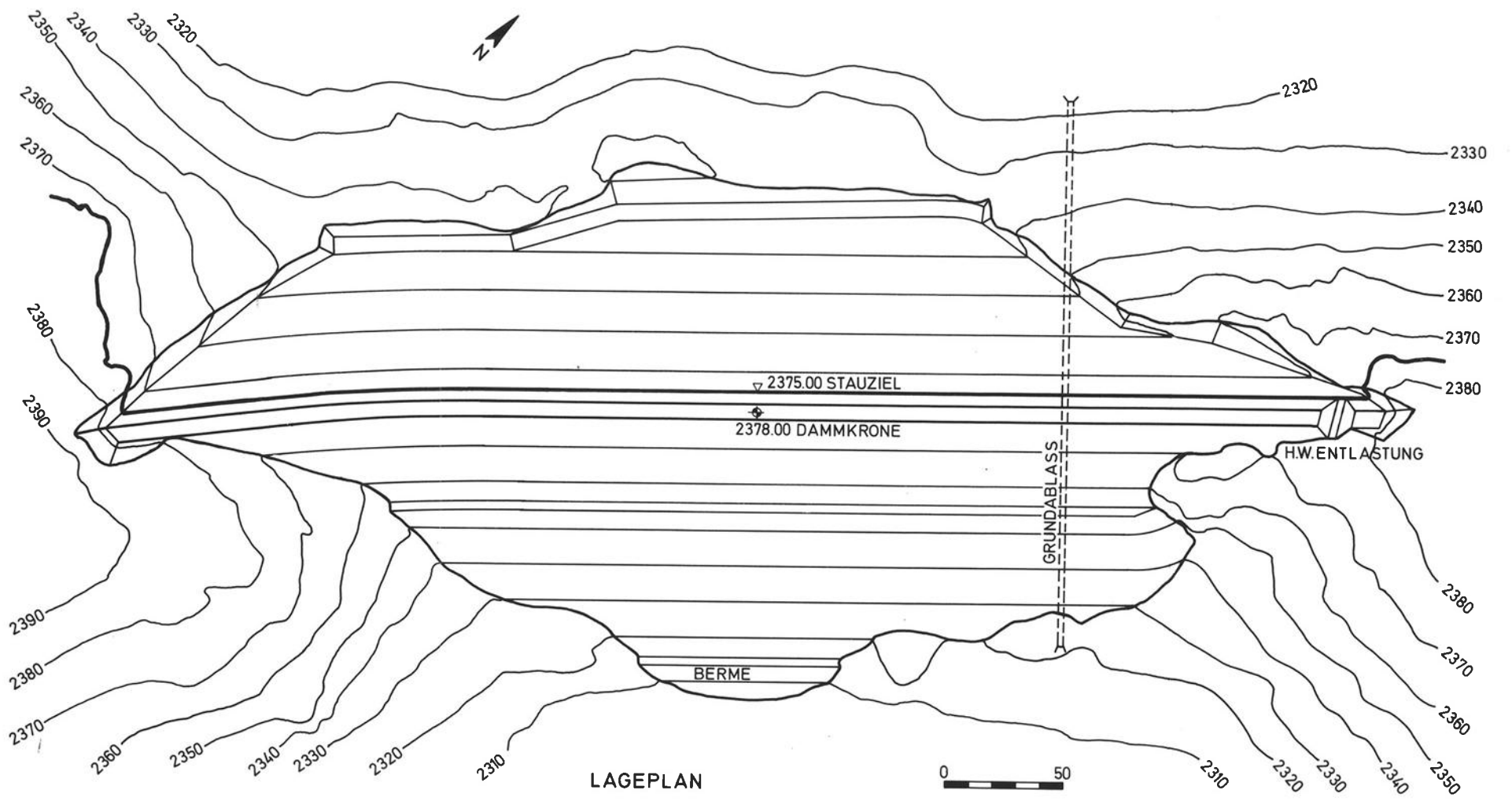
9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausnützung eines Speicherraumes für Jahresspeicherung bis (im Endzustand) an die Grenze der topographischen Möglichkeit. Füllung durch Hochpumpen von tieferen Horizonten in wirtschaftlich vorteilhafter Art, weil die Pumphohe nur etwa die Hälfte der ausgenützten Fallhöhe von etwa 1600 m beträgt. Zusammen mit den beiden anderen Jahresspeichern der Werksgruppe (Hochwurten und Grosee) wird ein Anteil von 32 % des Jahresflusses im Beileitungshorizont gespeichert und ein Winteranteil an der Erzeugung von 56 % gesichert. Endausbau: Speicherung 38 %, Winteranteil 63 %.

10) Nennbelastung: 250 000 t (Endausbau: 512 000 t).

11) Gründungsgestein: Der Damm ist hauptsächlich auf die aus Granit und Augengneisen aufgebaute Seebarre aufgesetzt. In beiden Flanken ziehen Störungen senkrecht zur Dammachse durch. Talauswarts gegen den Kleinen Oscheniksee zu ist der Fels von Moräne überdeckt, die im Zuge der Dammschüttung teilweise abgeräumt wurde.

12) Hauptmaße:

a) Größte Höhe	78 m	(116 m)
	Mittlere Höhe über Fußpunkten	62 m
	Kronenlänge	485 m (530 m)
	Kronenbreite	5 m
	Basisbreite	190 m (250 m)
	Böschung wasserseits	1 : 1,5
	luftseits	1 : 1,35
b) Aushub	45 000 m ³	(90 000 m ³)
	Dammschüttung	1 000 000 m ³ (2 250 000 m ³)



c) Schlankheitsgrad	3,05	(2,80)
Gründungskennzahl	0,045	(0,040)
Bauaufwand	4,0 m ³ /t	(4,4 m ³ /t)

13) Besondere Merkmale: Der etappenweise Bau des Felsbrockendamms wird durch Sittuierung des wasserseitigen Dammfußes auf der Seebarre und Anordnung einer Oberflächendichtung ermöglicht, sowie durch Abstützung des luftseitigen Dammfußes in einer seichten Gegenmulde erleichtert. Die Oberflächendichtung aus Asphaltbeton hat sich im hochalpinen Klima bisher auch bei Eisbildungen auf der Seefläche von mehr als 1 m Stärke bewährt.

14) Einzelheiten: Der Standsicherheitsnachweis wurde nach Krey-Terzaghi für kreisförmige Gleitflächen geführt. Die nachgewiesenen Sicherheiten liegen bei mindestens 1,3 für den Normallastfall bzw. 1,2 für den Erdbebenfall.

In der Aufstandsfläche wurde die feste Moräne der Felsüberlagerung weitgehend belassen, nur an der Luftseite mußten setzungsempfindliche Schichten geringer Mächtigkeit bis auf den Fels entfernt werden. Glatte Felspartien in der Aufstandsfläche wurden aufgerauht.

Der Stützkörper besteht im wasserseitigen Fußbereich aus Moränenmaterial aus dem Herdmaueraushub. Im übrigen Bereich wurde wechselweise Steinbruchmaterial und Hangschutt mit Blockgrößen bis 1 m Kantenlänge in Lagen von 1,3 m geschüttet. Zur Verdichtung wurden Rüttelwalzen mit mindestens 13,5 t Gewicht eingesetzt.



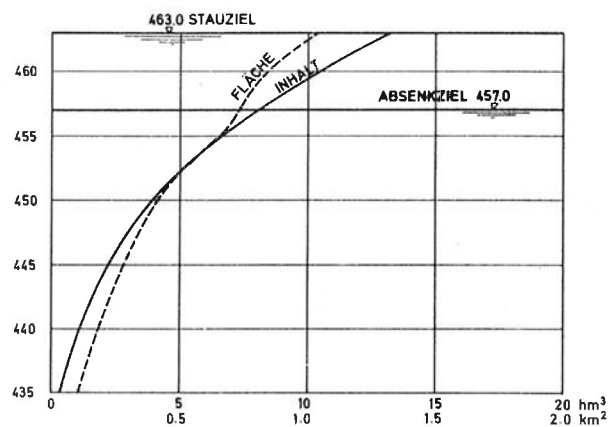
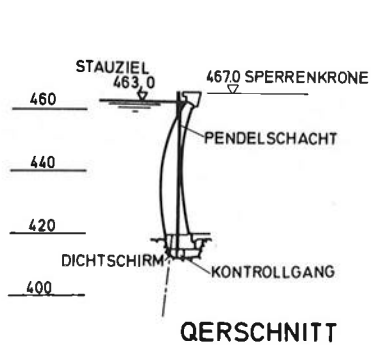
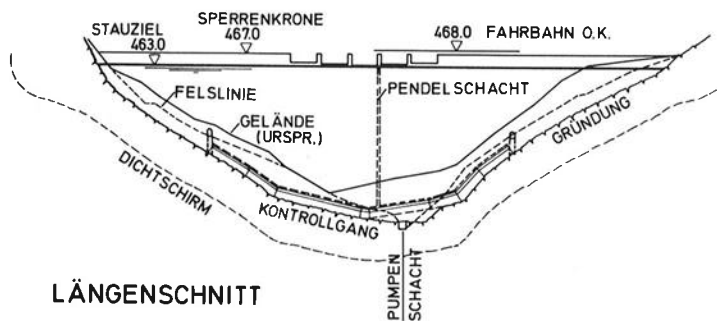
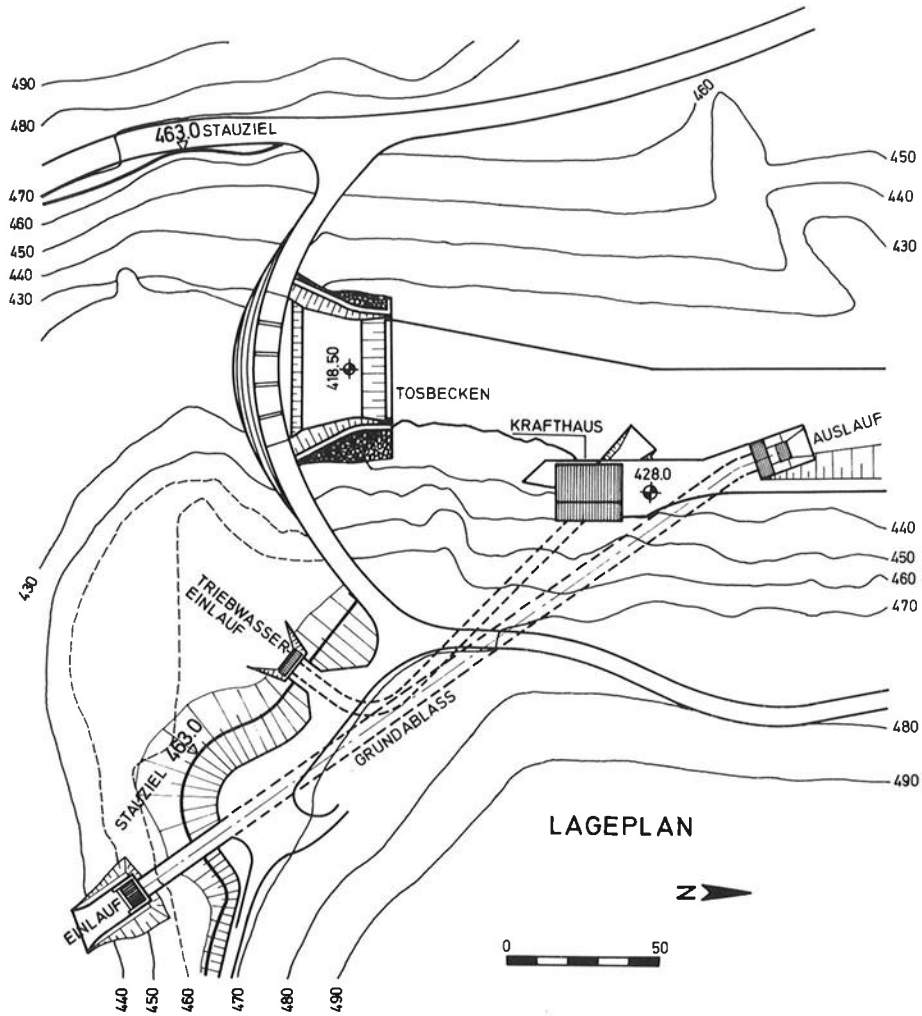
Die Dichtungshaut mit $40\,000\text{ m}^2$ Fläche besteht aus einer Lage Asphaltbeton, deren Stärke von 12 cm am Dammfuß auf 7,5 cm an der Krone abnimmt, und einer 8 cm starken Asphaltbeton-Binderschicht. Sie liegt auf einer Drainageschicht aus Steinbruchmaterial bis 20 cm Größtkorn, die in der Überlagerung 2 m, am Stützkörper 0,5 m Dicke hat. Der Übergang zum Fels erfolgt über eine Herdmauer mit schließbarem Kontrollgang, der in den Grundablaßstollen entwässert.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Die Felsbarre wird durch einen 28 m tiefen einreihigen Injektionsschirm mit insgesamt 6545 m Bohrlochlänge abgedichtet. Die mittlere Zementaufnahme betrug 100 kg je Laufmeter Bohrung.
- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Kontrolle der Krone und luftseitigen Böschung mit Alignment und zusätzlichem Nivellement mit zusammen 50 Meßpunkten, weiters Strecken- und Winkelmessungen zur Überwachung des Abstandes der Seeschwelle vom Gegenhang (bisherige Beobachtungen blieben unter der Meßgenauigkeit von ± 1 cm). Innere Verformung des Dammes mit 5 Horizontalpegeln beobachtet. Sickerwasser-Meßstellen am Tiefstpunkt der Herdmauer für beidseitige Drainagen, derzeit zusammen 4,5 l/s gemessen. Der Einbau eines Alarmgebers bei Überschreitung eines Grenzwertes der Summenmessung ist vorgesehen.
- 17) Entlastungsanlagen:
- Freier Hochwasserüberlauf (LB), trapezförmiges Gerinne aus Asphaltbeton, Förderfähigkeit $6,4\text{ m}^3/\text{s}$ bei 1,20 m Überstau, entspricht $3,75\text{ m}^3/\text{s.km}^2$.
 - Grundablaßstollen durch den Seeriegel (VB) auf Höhe 2315 m, mit Stahlrohrleitung $\varnothing 0,8\text{ m}$, 170 m lang, mit 2 Keilschiebern NW 45°. Bei der Seeabsenkung zur Herstellung der Triebwasserfassung diente er als Ablaufstollen für das ausgepumpte Wasser.
- 18) Triebwasserfassung: Einlaufbauwerk am Seegrund etwa 250 m vom wasserseitigen Dammfuß entfernt, bei ausgepumptem See hergestellt. Einlaufschwelle auf Höhe 2241 m, Rechen und Dammtafelverschluß $2 \times 2,0 \times 2,5\text{ m}$. Anschließend Druckstollen $\varnothing 2,25\text{ m}$, 650 m lang zur unterirdischen Apparatekammer mit Rohrbruchklappe $\varnothing 1,6\text{ m}$ und Sperrklappe. Anschließender Druckschacht fördert im Endzustand $9\text{ m}^3/\text{s}$ im Turbinenbetrieb, $12\text{ m}^3/\text{s}$ im Pumpenbetrieb.
- 19) Baukosten der einzelnen Bauphasen:
- | | |
|---|-----------|
| 1. Teilnutzung mit Seeabsenkung, Preisbasis 1971 | 30 Mio S |
| 2. Teilnutzung, Preisbasis 1973 | 25 Mio S |
| 3. Phase mit Herstellung des derzeitigen Zustandes, Preisbasis 1976 | 85 Mio S. |
- 20) Schrifttum:
- | | |
|----------------------------|--|
| Kiessling H.: | "Der Oscheniksee als Winterspeicher". Österr. Wasserwirtschaft 1953, Heft 12. |
| Kärntner Elektrizitäts AG: | "Die Kraftwerksgruppe Fragant-Oscheniksee". Sonderheft ÖZE 1969, Heft 10. |
| Kiessling H. und andere: | "Embankment dams in Austria". Sammelbericht G.P.4, 12. Talsperrenkongreß Mexiko 1976. |
| Kiessling H. und andere: | "Der Staudambau in Österreich". Heft 22 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1976. |

50 (26) SPERRE KLAUS

- 1) Sperrentyp: 55 m - VA
Doppeltgekrümmte schlanke Gewölbemauer mit Horizontalschnitten, die im Fundamentbereich kreisförmig, dann elliptisch und im Kronenbereich parabolisch sind.
- 2) Geographie: 47°50' N, 14°10' O
Gewässer: Steyr
Flußgebiet: Enns
Nächster Ort: Kirchdorf.
- 3) Bauherr: Ennskraftwerke AG (EKW)
Resthofstraße 2, A-4400 Steyr.
- 4) Kraftwerk: Talsperrenkraftwerk Klaus (40 m, 18 MW, 72 GWh).
- 5) Baujahre: 1973 - 1975, Vollstau Juni 1975.
- 6) Hydrologie: Flußstaukraftwerk ohne Beileitungen.
Einzugsgebiet 539 km², mittlerer Jahreszufluß 805 hm³.





7) Stauraum: Derzeit dient der Stau nur der Sicherung der Fallhöhe für das Kraftwerk, nicht aber der Bereitstellung eines Speicherraumes. Bei Hochwasserprognose wird durch Vorabsenkung des Stauspiegels bis zu 6 m ein Auffangraum zur Kappung der Hochwasserwelle geschaffen.

a) Wasserspiegel - Betriebsstauziel	463 m
HW-Stauziel	466 m
HW-Absenkziel	457 m
b) Inhalt - Gesamtinhalt (463 m)	12,6 hm ³
HW-Retention	7,8 hm ³
c) Geometrie - Staufläche (463 m)	0,9 km ²
Uferlänge	17,5 km
Uferentwicklung	5,2

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer: fällt aus, da kein Speichernutzinhalt.

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausnützung des Steyrflusses für eine Laufwerksstufe unter gleichzeitiger Erzielung eines beachtlichen Hochwasserrückhalts für das unterhalb liegende Steyrtal. Weitere Nebenzwecke sind die Schaffung eines Wassersport- und Erholungsraumes und die Möglichkeit einer Trinkwasserversorgung für den industriellen Ballungsraum von Oberösterreich.

Im Großprojekt Molln soll der Speicher Klaus künftig als Entnahmebecken für die Überleitung des Steyrflusses in den Jahresspeicher dienen und dann mit maximal 0,5 m Spiegelschwankung betrieben werden.

10) Nennbelastung in Bogensehne: 55 000 t.

11) Gründungsgestein: Felsuntergrund aus Hauptdolomit des Obertrias in relativ kompakter Ausbildung, mit einigen kleinklüftigen Störungszonen. An der rechten Talflanke erhaltener Rest einer Konglomerat- und Schotterterrasse, doch konnte die Sperre auch hier mit geringem Aushub in den gewachsenen Fels einbinden.

12) Hauptmaße der Sperre ohne Tosbecken:

a) Höhe über Gründungssohle	55 m
Kronenlänge	188 m
Kronenbreite	2 m
Fundamentbreite	9,4 m
Kronenradius des Scheitelkreises	80 m
b) Aushub: Überlagerung	2 500 m ³
Fels	12 000 m ³
Gesamt	14 500 m ³
Sperrbeton	39 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,17
Relative Spannweite	3,4
Gründungskennzahl	0,37
Bauaufwand	0,71 m ³ /t.

13) Besondere Merkmale: Für die Wahl der Gewölbemauer war die günstige Talform, der geeignete Fels sowie der vorteilhafte Kronenüberlauf bei Hochwasser maßgebend. Genügend Rohkies für die Betonerzeugung war an Ort und Stelle vorhanden. Auf die Sperrenkrone ist eine 2-spurige Straßenbrücke aus Betonfertigteilen aufgesetzt.

14) Einzelheiten: Standberechnung für 4 m Überstau nach dem Lastaufteilungsverfahren mit 5 Kragträgern und 5 Bogenlamellen, wobei sich die günstigste Sperrenform mit wechselnden Kegelschnitten als Bögen ergab. Bei Annahme eines auf Null abnehmenden Sohlwasserdruckes von 0,25 des statischen Wasserdruckes ergaben sich die ungünstigsten Betonspannungen zu 39 kp/cm^2 Druck und 7 kp/cm^2 Zug.

Der Rüttelbeton wurde mit 220 kg Portlandzement PZ 275 je m^3 und einem mittleren Wasserzementfaktor von 0,48 hergestellt. Als Luftporenmittel wurde Cerinol AEAK beigemischt. Nach 28 Tagen wurde im Mittel eine Druckfestigkeit von 355 kp/cm^2 und eine Biegezugfestigkeit von 60 kp/cm^2 nachgewiesen. Alle Proben zeigten gute Frostbeständigkeit.

Die Zuschlagstoffe wurden aus natürlichen Vorkommen im rechten Uferbereich gewonnen und in 5 Fraktionen mit Größtkorn 120 mm aufbereitet, wobei der Fraktion 0 - 1 mm auch Fremdsand zugegeben werden mußte.

Betonherstellung in einem mit Lochkarten gesteuerten 1500 l-Mischer mit einer Tagesleistung von 1000 m^3 . Einbringung mit 2 Turmdrehkränen in Blockhöhen von 2,5 m, Verdichtung durch Innenrüttler. Die Fugen zwischen den 12,5 m langen Baublöcken wurden wasserseitig und luftseitig mit Fugenbändern abgedichtet.

15) Dichtungsmaßnahmen: Gegen die im Dolomit zu erwartenden örtlichen Durchlässigkeiten und geologisch vermuteten Umläufigkeiten wurde ein einreihiger Dichtungsschirm bis 15 m unter Aufstandsfläche injiziert. Der Schirm hat eine Gesamtfläche von 3200 m^2 . Die mittlere Zementaufnahme betrug 15 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 4 kg je m^2 Dichtungsschirm. Der Entlastung von einem etwaigen Sohlwasserdruck luftseits des Dichtungsschirmes dienen Drainagebohrungen in der Sperrenaufstandsfläche und im luftseitigen Fels.

16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung von etwa 60 Nivellementbolzen auf der Krone und im Kontrollgang sowie an 30 Meßpunkten an der Sperrenluftseite. 1 Pendellot mit Übertragung der Meßwerte ins Krafthaus. Kontrolle der Verformungen der Sperre mittels Teleformetern (12), Telepreßmetern (4), Fugenspaltmessern (61) und Betontemperaturmessern (15), des Untergrundes mit 3 Telerockmetern. 18 Sohlwasserdruck-Meßglocken und 4 Drainagebohrungen mit Manometeranschluß. Schwingungen an der Sperrenkrone werden laufend auf piezo-elektrischem Wege gemessen und im Krafthaus registriert.

17) Entlastungsanlagen:

a) Freier Hochwasserüberfall über die Sperrenkrone (LC) mit $5 \times 9 \text{ m} = 45 \text{ m}$ Lichtweite und abgesetzter Überfallkrone auf Höhen 463,2 (1) - 463,5 (2) - 464,0 (2). Der Überfallrücken ist luftseits etwa 1 m über die Mauerflucht vorgezogen, um den Überfallstrahl von der Mauer zu lösen. Der

Überlauf und das am Sperrenfuß anschließende 4 m tiefe Tosbecken wurden im Modellversuch von der Technischen Universität Graz bestimmt. Der Überlauf fördert bei 3 m Überstau $340 \text{ m}^3/\text{s}$, im Katastrophenfall bei 4 m Überstau (kein Freibord mehr!) $600 \text{ m}^3/\text{s}$.

- b) Grundablaß quer durch die rechtsufrige Felsnase (VB), Einlauf etwa 125 m oberhalb der Sperre, mit Schwelle auf Höhe 424,5 m und hydraulisch angetriebener Schütze $5,4 \times 6,0 \text{ m}$. Anschließend Stollen $\varnothing 6,0 \text{ m}$, 260 m lang, im letzten Drittel gepanzert. Auslaufbauwerk mit Regulierverschluß $5,4 \times 3,7 \text{ m}$ und Schanzenausbildung, die den Auswurfstrahl schadlos in das Unterwasser lenkt. Die im Modell entwickelte Schanzenform beherrscht Richtung und Weite des Auswurfstrahles im ganzen Abfuhrbereich. Förderfähigkeit bei HW-Stauziel (3 m Überstau) $400 \text{ m}^3/\text{s}$. Diente während des Baues als Umlaufstollen mit $250 \text{ m}^3/\text{s}$ Förderfähigkeit entsprechend MHQ.
- c) Sperrenschieber $\varnothing 1,0 \text{ m}$ für totale Speicherentleerung (VO), fördert bei Betriebsstauziel $18 \text{ m}^3/\text{s}$.
- d) Gesamtabfuhrfähigkeit einschließlich Triebwasserauslaß: $810 \text{ m}^3/\text{s}$ bei HW-Stauziel (3 m Überstau), im Katastrophenfall mit 4 m Überstau $1070 \text{ m}^3/\text{s}$.

Die Steuerung des Grundablasses geschieht aufgrund eines Computerprogrammes, das in Funktion gemeldeter Niederschlags- und Pegeldaten sowohl die Vorabsenkung als auch das Zusammenspiel mit dem HW-Überfall optimal zu regeln erlaubt.

- 18) Triebwasserfassung am rechten Hang etwa 30 m flußaufwärts von der Sperre. Einlaufschwelle auf Höhe 449 m, Rechenfläche 56 m^2 , Dammtafelnotverschluß. Stollen $\varnothing 4,0 \text{ m}$, 121 m lang in der rechtsufrigen Felsnase, führt das Triebwasser von $40 + 10 = 50 \text{ m}^3/\text{s}$ ohne Betriebsverschluß den beiden Kaplanturbinen von $14 + 4 = 18 \text{ MW}$ im Hangkraftthaus unterhalb der Sperre zu.

- 19) Baukosten mit anteiligen Kosten der Baueinrichtungen, auf Preisbasis Oktober 1975:

Sperre und Tosbecken	67 Mio S
Umlaufstollen	29 Mio S
<hr/>	<hr/>
Zusammen	96 Mio S.

- 20) Schrifttum:

"Baufortschritte beim Kraftwerk Klaus". Österr. Bauzeitung 1974, Heft 50.

"Allseitig gekrümmte Gewölbemauer mit neuer Schalungsmethode". Tiefbau 1975, Heft 6.

Simmler H.: "Analyse der Druckschwankungen im Tosbecken der Gewölbemauer Klaus". Festschrift zum 65. Geburtstag von E. Mosonyi, Universität Karlsruhe 1975.

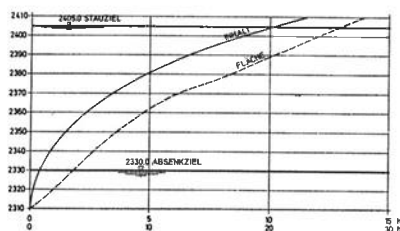
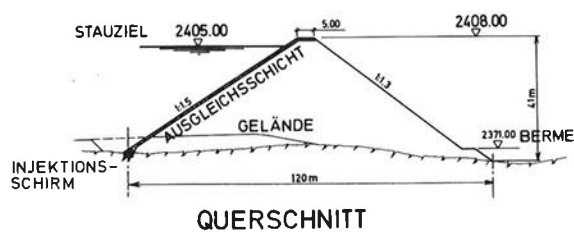
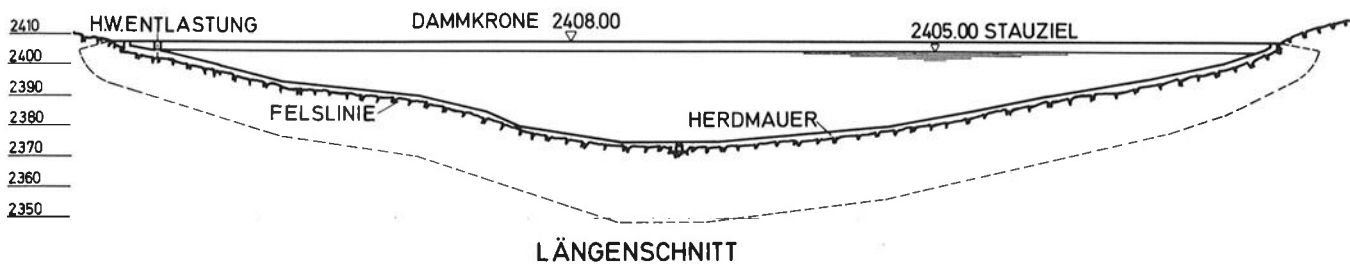
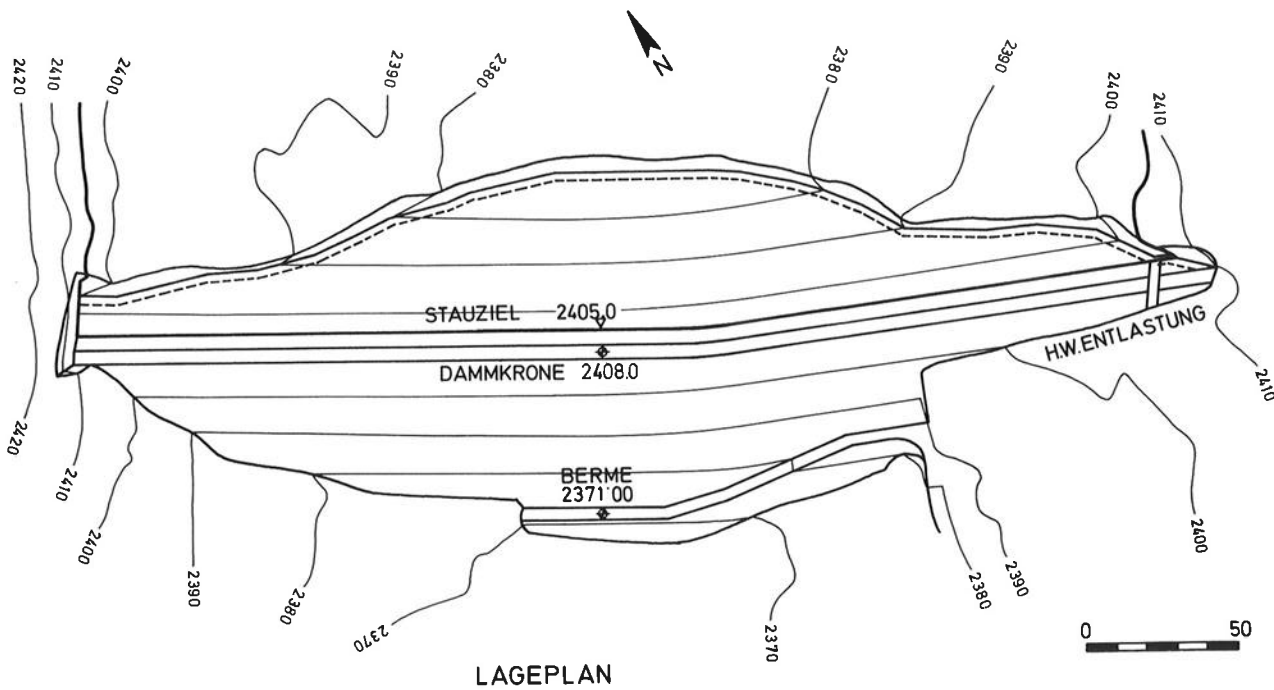
Radler S.: "Probetrieb Grundablaß Speicher Klaus". Österr. Wasserwirtschaft 1976, Heft 1/2.

51 (21) GROSSEEDAMM

- 1) Sperrentyp: 41 m - ERS
Felsschüttdamm mit Oberflächendichtung aus Asphaltbeton.
- 2) Geographie: 47°01' N, 12°59' O
Gewässer: Zirknitzbach
Flußgebiet: Möll, Drau
Nächster Ort: Heiligenblut.
- 3) Bauherr: Kärntner Elektrizitäts AG (KELAG)
Arnulfplatz 2, A-9020 Klagenfurt.
- 4) Kraftwerk: Kraftwerksgruppe Fragant-Oscheniksee, Ausnützung in 3 Stufen:
Zirknitz (655 m, 15 MW, 41 GWh)
Innerfragant-Wurten (483 m, 30 MW, 105 GWh, ab 1978: 66 MW)
Außerfragant (488 m, 60 MW, 162 GWh, ab 1978: 96 MW).
- 5) Baujahre: 1972 - 1974, erster Vollstau Sommer 1975. Teilstau 1974 auf Höhe 2398 m.
Spätere Erhöhung um 10 m geplant.
- 6) Hydrologie: Aus den eigenen Einzugsgebieten kann der Doppelspeicher Großsee-Hochwurten nicht gefüllt werden, weshalb im Zirknitztal noch ein tieferer Horizont über 241 m Pumphöhe angeschlossen wird. Die Zuflüsse zum Doppelspeicher betragen:

Eigene Einzugsgebiete	7 km ² mit 12 hm ³
Über Pumpwerke dazu	11 km ² mit 16 hm ³
Zusammen	18 km ² mit 28 hm ³
davon Zirknitzgebiet	6 km ² mit 8 hm ³

- 7) Stauraum Großsee (Jahresspeicher kommunizierend mit Speicher Hochwurten):
 - a) Wasserspiegel - Stauziel 2405 m
Schwerpunkt 2383 m
Absenkziel 2330 m
 - b) Inhalt - Gesamtinhalt 10,1 hm³
Nutzinhalt 9,7 hm³
Rückhaltevermögen 0,35
 - c) Geometrie - Staufläche 0,26 km²
Uferlänge 2,2 km
Uferentwicklung 1,22



51 GROSSEE-DAMM

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Zirknitz	14 GWh	(950 Stunden)
Innerfragant-Wurten	10 GWh	(350 Stunden)
Außerfragant	10 GWh	(175 Stunden)
Eigene Werksgruppe	34 GWh	

b) Fernwirkung auf die 1977 in Betrieb und in Bau befindlichen Kraftwerke an Möll und Drau:

in Österreich	4 GWh
in Jugoslawien	3 GWh
	<hr/>
	7 GWh

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Bestmögliche Ausnützung eines naturgegebenen Speicherraumes, der mit geringem Pumpaufwand zu füllen ist. Gewinn an gesicherter Spitzenenergie über mehr als 1600 m Fallhöhe. In den drei Jahresspeichern der Werksgruppe (Großsee, Hochwurten und Oscheniksee) wird 32 % des Jahreszuflusses des Beileitungshorizontes gespeichert und der Winteranteil der Erzeugung auf 56 % gebracht.

10) Nennbelastung: 78 000 t.

11) Gründungsgestein: Der Großsee liegt in eine Wanne im Zentralgneis eingebettet. Die aus Graniten und Gneisen bestehende Seebarre ist in den obersten 5 bis 15 m stärker zerklüftet und daher wasserdurchlässig.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	41 m
Kronenlänge	367 m
Kronenbreite	5 m
Basisbreite	120 m
Böschung wasserseits	1 : 1,5
luftseits	1 : 1,3
b) Aushub	22 000 m ³
Dammschüttung	380 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	2,95
Gründungskennzahl	0,058
Bauaufwand	4,85 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Neuerliche Anwendung einer Oberflächendichtung aus Asphaltbeton in einer exponierten Hochgebirgslage, um steilere Böschungen und sparsamere Dammkubaturen zu erzielen.

14) Einzelheiten: Standsicherheitsnachweis nach Krey-Terzaghi für kreisförmige Gleitflächen. Die nachgewiesenen Sicherheiten liegen bei mindestens 1,3 für den Normallastfall und 1,2 für den Erdbebenfall.

In der Aufstandsfläche wurde luftseitig der Dammachse die geringmächtige Überlagerung bis auf den Fels entfernt; glatte Felsflächen (Gletscherschliffe) in der Aufstandsfläche wurden aufgeraut. Lotrechte und überhängende Felspartien

wurden auf eine Neigung von 5 : 1 oder geringer abgeflacht.

Der Stützkörper wurde aus Steinbruchmaterial aus dem Stauraum errichtet. Blockgröße bis 1 m Kantenlänge, Schütthöhe lose 1,3 m, Verdichtung mit mindestens 13,5 t schwerer Rüttelwalze.

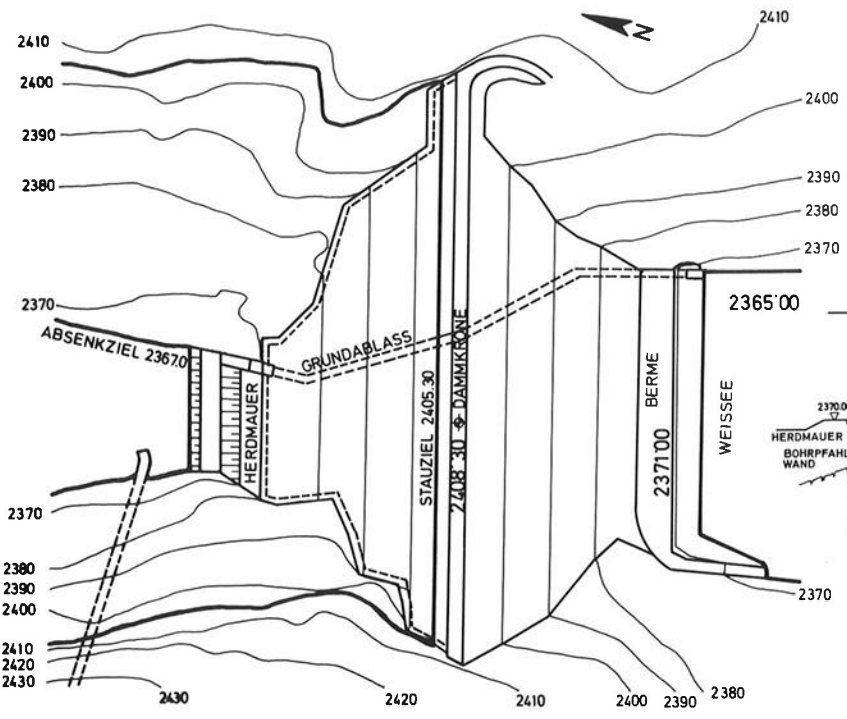
Die Dichtungshaut mit 14 000 m² Fläche besteht aus einer Lage von Asphaltbeton, deren Stärke von 11 cm am Dammfuß auf 8 cm an der Krone abnimmt. Darunter 8 cm starke Binderschicht ebenfalls aus Asphaltbeton auf 0,50 m starker Filterschicht aus Steinbruchmaterial bis 20 cm Größtkorn. Der Übergang zum Fels wird durch höckerförmige Herdmauer aus Stahlbeton hergestellt. Als Drainage wurden hinter der Herdmauer an beiden Talseiten ummantelte Betonrohre Ø 30 cm mit Einlaßöffnungen in der oberen Hälfte eingebaut, die an der tiefsten Stelle der Herdmauer in eine nur von der Wasserseite bei abgesenktem Wasserspiegel zugängliche Kontrollkammer münden. Beide Stränge werden getrennt in eine an der Luftseite der Sperre liegende Meßkammer geleitet.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Abdichtung der wasserdurchlässigen Zonen der Seebarre durch einen einreihigen Injektionsschirm mit 3900 m Bohrlochlänge, mittlere Aufnahme von Zement 90 kg je Laufmeter Bohrung.
- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung des Dammes durch Alignement und Nivellement mit zusammen 27 Meßpunkten, ein Felskopf im Stauraum außerdem durch Messung von Seiten- und Höhenwinkeln auf Verschiebung beobachtet.
Innere Verformungen durch 2 Horizontalpegel überwacht. Sickerwasser in den beiden Drainageleitungen gemessen, Sammelmeßstelle mit Alarmgeber bei Überschreiten eines Grenzwertes. Bisher bei Vollstau bis 30 l/s gemessen.
- 17) Entlastungsanlagen:
 - a) Freier Hochwasserüberlauf durch zwei Betonrohre Ø 1,0 m in der Dammkrone (LC), Förderfähigkeit 8,0 m³/s bei 1,9 m Überstau entsprechend einem Zulauf von 3,75 m³/s je km² aus dem eigenen Einzugsgebiet und zusätzlich 1,65 m³/s Zufluß aus dem um 0,3 m höher gestauten Hochwurtenspeicher.
 - b) Grundablaß Ø 0,5 m auf Höhe 2330 m (VB) in der Apparatokammer zwischen den beiden Verschlüssen vom Triebwasserweg abzweigend.
- 18) Triebwasserfassung: Einlaufbauwerk am Seegrund etwa 250 m vom wasserseitigen Dammfuß, bei ausgepumptem See hergestellt, Einlaufschwelle auf Höhe 2329 m, Rechen und Dammtafelverschluß 2,4 x 2,8 m. Anschließend Druckstollen Ø 2,25 m, nach 630 m Apparatokammer mit Rohrbruchklappe und Sperrklappe Ø 1,2 m. Das anschließende mit Beton ummantelte Stahldruckrohr der Zirknitzstufe fördert im Endzustand 4,2 m³/s.
- 19) Baukosten auf Preisbasis 1972 mit Gleitung bis 1974: 64 Mio S.
- 20) Schrifttum:

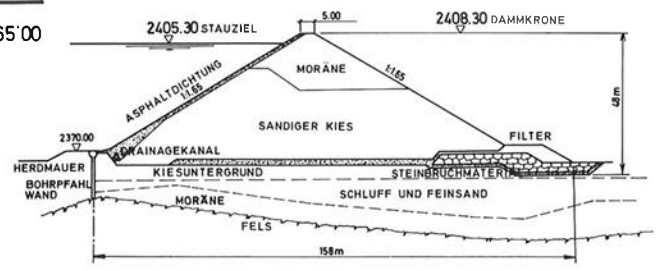
Noch keine besondere Veröffentlichung.
Allgemeines siehe:
Kärntner Elektrizitäts AG: "Die Kraftwerksgruppe Fragant-Oscheniksee". Sonderheft ÖZE 1969, Heft 10.

52 (25) HOCHWURTENDAMM

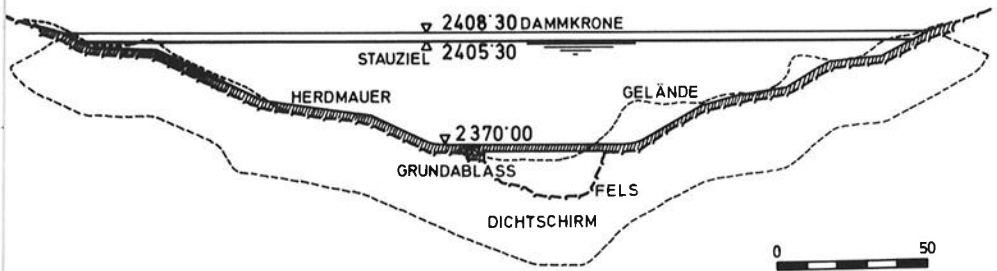
- 1) Sperrrentyp: 48 m - TES
Erddamm mit Oberflächendichtung aus Asphaltbeton und Bohrpfahlwand im Untergrund.
- 2) Geographie: 47°01' N, 13°01' O
Gewässer: Wurtenbach
Flußgebiet: Fragant, Möll, Drau
Nächster Ort: Obervellach.
- 3) Bauherr: Kärntner Elektrizitäts AG (KELAG)
Arnulfplatz 2, A-9020 Klagenfurt.
- 4) Kraftwerk: Kraftwerksgruppe Fragant-Oscheniksee, Ausnützung in 3 Stufen:
Zirknitz (655 m, 15 MW, 41 GWh)
Innerfragant-Wurten (483 m, 30 MW, 105 GWh, ab 1978: 66 MW)
Außerfragant (488 m, 60 MW, 162 GWh, ab 1978: 96 MW).
- 5) Baujahre: 1972 - 1974, erster Vollstau im Sommer 1975.
Teilstau 1974 auf Höhe 2398 m.
Spätere Erhöhung um 10 m geplant.
- 6) Hydrologie: Aus den direkten Zuflüssen des stark vergletscherten Einzugsgebietes kann der Doppelspeicher Großsee-Hochwurten nicht gefüllt werden, weshalb über kleine Pumpwerke auch tiefere Gebiete im Wurtental angeschlossen werden. Für den Doppelspeicher gelten folgende Zuflußdaten:
- | | |
|-----------------------|---|
| Eigenes Einzugsgebiet | 7 km ² mit 12 hm ³ |
| Über Pumpwerke dazu | 11 km ² mit 16 hm ³ |
| Zusammen | 18 km ² mit 28 hm ³ |
| davon Wurtengebiet | 12 km ² mit 20 hm ³ |
- 7) Stauraum Hochwurten (Jahresspeicher kommunizierend mit Großsee):
- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | 2405,3 m |
| Schwerpunkt | 2392,5 m |
| Absenkziel | 2367 m |
| b) Inhalt | |
| - Gesamtinhalt | 7,6 hm ³ |
| Nutzinhalt | 7,6 hm ³ |
| Rückhaltevermögen | 0,27 |
| c) Geometrie | |
| - Staufläche | 0,33 km ² |
| Uferlänge | 3,5 km |
| Uferentwicklung | 1,71 |



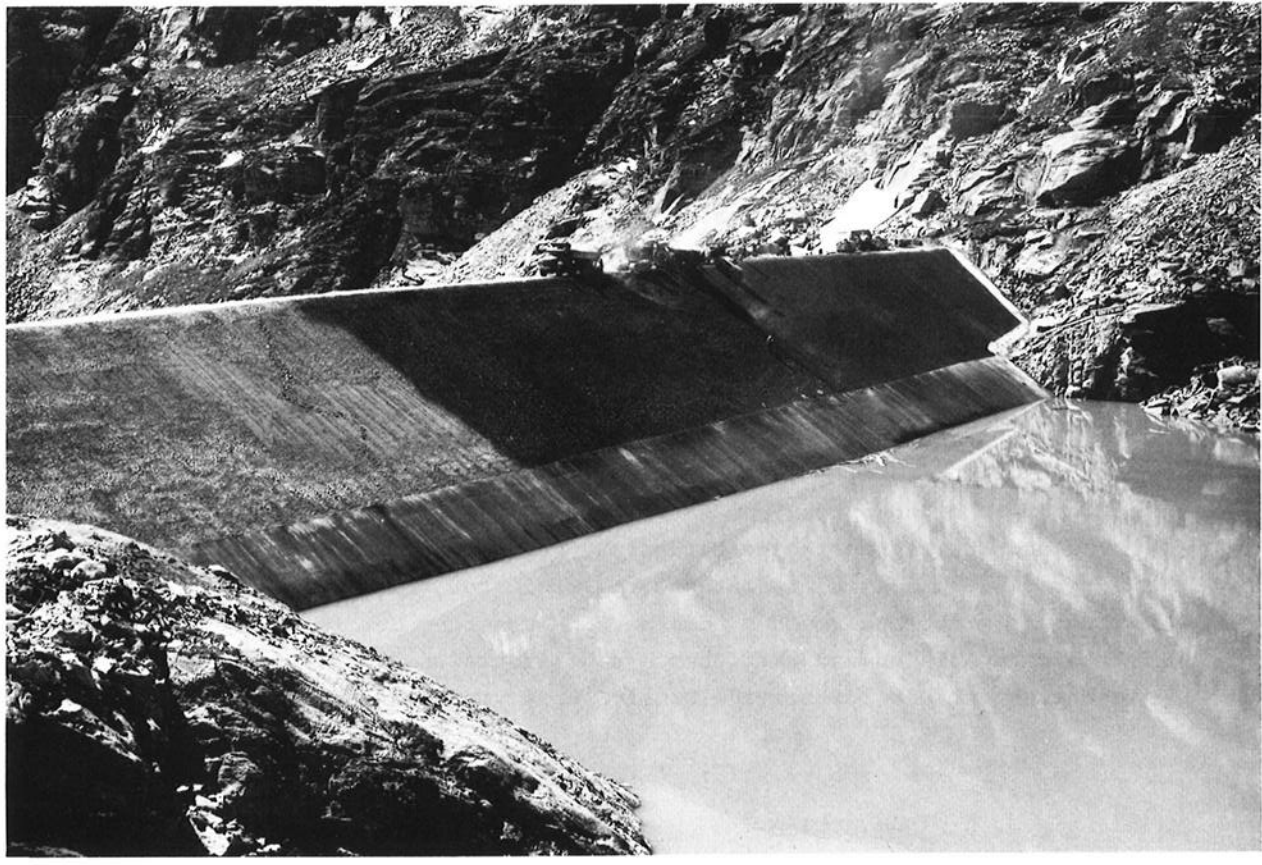
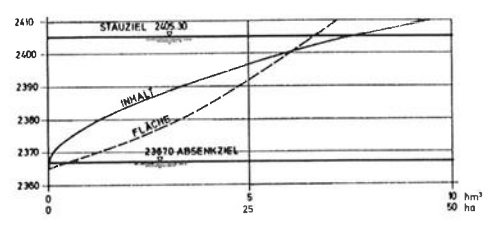
LAGEPLAN



QUERSCHNITT



LÄNGENSCHNITT



8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Zirknitz	11 GWh (750 Stunden)
Innerfragant-Wurten	8 GWh (270 Stunden)
Außerfragant	8 GWh (135 Stunden)
	<hr/>
eigene Werksgruppe	27 GWh

b) Fernwirkung auf die 1977 in Betrieb und in Bau befindlichen Kraftwerke an Möll und Drau:

in Österreich	3 GWh
in Jugoslawien	2 GWh
	<hr/>
	5 GWh

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Bestmögliche Ausnützung eines naturgegebenen Speicherraumes, notwendiger Pumpaufwand zur Speicherfüllung über Höhen von nur 40 - 240 m ist klein gegenüber Gewinn an gesicherter Spitzenenergie in der Werksgruppe mit über 1600 m Fallhöhe. Im Doppelspeicher Hochwurten-Großsee und im Oscheniksee wird 32 % des Jahreszuflusses im Beileitungshorizont gespeichert und der Winteranteil an der Erzeugung der Werksgruppe auf 56 % gebracht.

10) Nennbelastung: 57 000 t.

11) Gründungsgestein: Der Damm liegt an der Engstelle einer alten Gletschermulde des Zentralgneises (Augengneise und porphyrische Gneisgranite), die am Talboden von 15 m mächtigen lockeren Bach- und Seeablagerungen überlagert ist. In Sperrenmitte Störungszone mit Gneisphylliten, Weißschiefer und Mylonit. An der rechten Talseite Überlagerung durch Moräne und Bergsturzmassen.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	48 m
Kronenlänge	212 m
Kronenbreite	5 m
Basisbreite	158 m
Böschung wasserseits	1 : 1,65
luftseits	1 : 1,65
b) Aushub	8 000 m ³
Dammschüttung	335 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	3,6
Gründungskennzahl	0,024
Bauaufwand	5,9 m ³ /t

13) Besondere Merkmale: Die Herdmauer ist vom wasserseitigen Dammfuß etwas in Richtung Speicher abgerückt, um unterschiedliche Setzungen zwischen Alluvialdichtung und Sperrbauwerk ohne Gefährdung der Asphaltdichthaut aufzunehmen. Der Untergrund wurde mit Tiefenrüttlern verdichtet. In der Aufstandsfläche Kiesbrunnen im Abstand von 8 m, die der Entwässerung der feinkörnigen Untergrundsichten dienen und sich über ein horizontales Flächenfilter zur Luftseite entlasten. Der luftseitige Dammfuß wird vom kleinen Weißsee mit höchstem

Wasserspiegel auf 2365 m eingestaut. Der Speicher erstreckt sich bis zur Gletscherzunge des Wurtenkees.

- 14) Einzelheiten: Standsicherheitsnachweis nach Krey-Terzaghi für kreisförmige Gleitflächen, nachgewiesene Sicherheiten mindestens 1,3 für die Normallastfälle und 1,2 für den Katastrophenfall mit Erdbebenwirkung.
Das Dammschüttmaterial wurde teils im Stauraum, teils aus Hangschutt gewonnen. Die Dichtungshaut liegt auf einer mindestens 1 m starken Drainageschicht aus naßgebagertem groben Kies, die sich am Dammfuß verbreitert und von einem schließbaren Drainagegang durchzogen ist. Die horizontale Filterschicht auf der Aufstandsfläche ist aus dem gleichen Material in 2,0 m Stärke geschüttet. Der Stützkörper ist im unteren Teil aus sandigem Kies bis 50 cm Korngröße aufgebaut, der luftseits zum Schutz gegen Erosion mit einem Steinwurf abgedeckt ist. Im oberen Teil ist der Damm aus Moränenmaterial mit Kieszwischenlagen geschüttet. Der luftseitige Dammfuß ist mit einer Drainage aus Steinschüttung mit maximal 1 m Kantenlänge gesichert.
Die 10 000 m² messende Dichtungshaut besteht aus einer Asphaltbetonschicht von 12 cm Stärke am Dammfuß auf 8 cm Stärke an der Krone abnehmend. Sie liegt auf einer 8 cm dicken Asphaltausgleichsschicht.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Die Überlagerung aus Lockermassen wird vor dem Dammfuß durch eine 16 m tiefe Bohrpfehlwand mit 216 m² Fläche und im Bereich der Bergsturzmassen durch einen dreireihigen Dichtungsschirm von 338 m² Fläche undurchlässig gemacht. Der Felsuntergrund ist mit einem einreihigen Injektionsschirm mit 3335 m Bohrlochlänge gedichtet. Die Aufnahme an Zement betrug im Mittel 124 kg je Laufmeter Bohrung.
- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung des Dammes mit Alignement und Nivellement mit insgesamt 46 Zielpunkten. Innere Verformungen durch 2 Horizontalpegel im Hauptschnitt beobachtet. 6 Porenwasserdruckgeber, 2 Piezometer und Meßstellen für Sickerwasser in den Felsflanken und der Fußdrainage, Summenmeßstelle im Zugang zum Grundablaß mit Alarmgeber bei Überschreiten eines Grenzwertes. Bisher bei Vollstau maximal 15 l/s gemessen.
- 17) Entlastungsanlagen:
a) Freier Hochwasserüberlauf (LB) über eine vertiefte natürliche Felsrinne mit Grundschwelle. Förderfähigkeit 21 m³/s bei 1,8 m Überstau, entsprechend 3,75 m³/s je km² des Zulaufgebietes.
b) Grundablaß (VO), Stahlrohr \varnothing 0,8 m mit 2 Keilovalschiebern \varnothing 0,5 m, luftseits Stahlbetonleitung \varnothing 0,8 m, 150 m lang.
- 18) Triebwasserfassung: Entnahme des Triebwassers aus dem Doppelspeicher erfolgt im Großsee, mit dem der Speicher Hochwurten durch einen 1,6 km langen Stollen \varnothing 2,8 m verbunden ist.
- 19) Baukosten auf Preisbasis 1972 mit Gleitungen bis 1974: 65 Mio S.
- 20) Schrifttum:
Kießling H. u.a.: "Embankment dams in Austria". Sammelbericht G.P.4, 12. Talsperrenkongreß Mexiko 1976.
Kießling H. u.a.: "Der Staudammbau in Österreich". Heft 22 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1976.

53 (16) GÖSSKARDAMM

- 1) Sperrentyp: 55 m - TES
Erddamm mit Oberflächendichtung aus Asphaltbeton.
- 2) Geographie: 46°59' N, 13°21' O
Gewässer: Gößbach
Flußgebiet: Malta, Lieser, Drau
Nächster Ort: Gmünd (Kärnten).
- 3) Bauherr: Österreichische Draukraftwerke AG (ÖDK)
Kohldorferstraße 98, A-9020 Klagenfurt.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Malta mit Pumpspeicherung.
Entnahmespeicher der Hauptstufe (1097 m, 730 MW, 708 GWh,
290 MW Pumpenleistung), weitere Ausnützung in der Unterstufe
Möllbrücke (45 m, 41 MW, 108 GWh).
- 5) Baujahre: 1973 - 1975, erster Vollstau Juni 1976.
- 6) Hydrologie: Zum eigenen Einzugsgebiet kommt ein Beileitungssystem mit 4 Wasserfassungen und 5 km Stollen und Rohrleitungen sowie das im Speicher Galgenbichl gesammelte Betriebswasser der Malta-Hauptstufe und das durchgeleitete Möll-Pumpwasser.

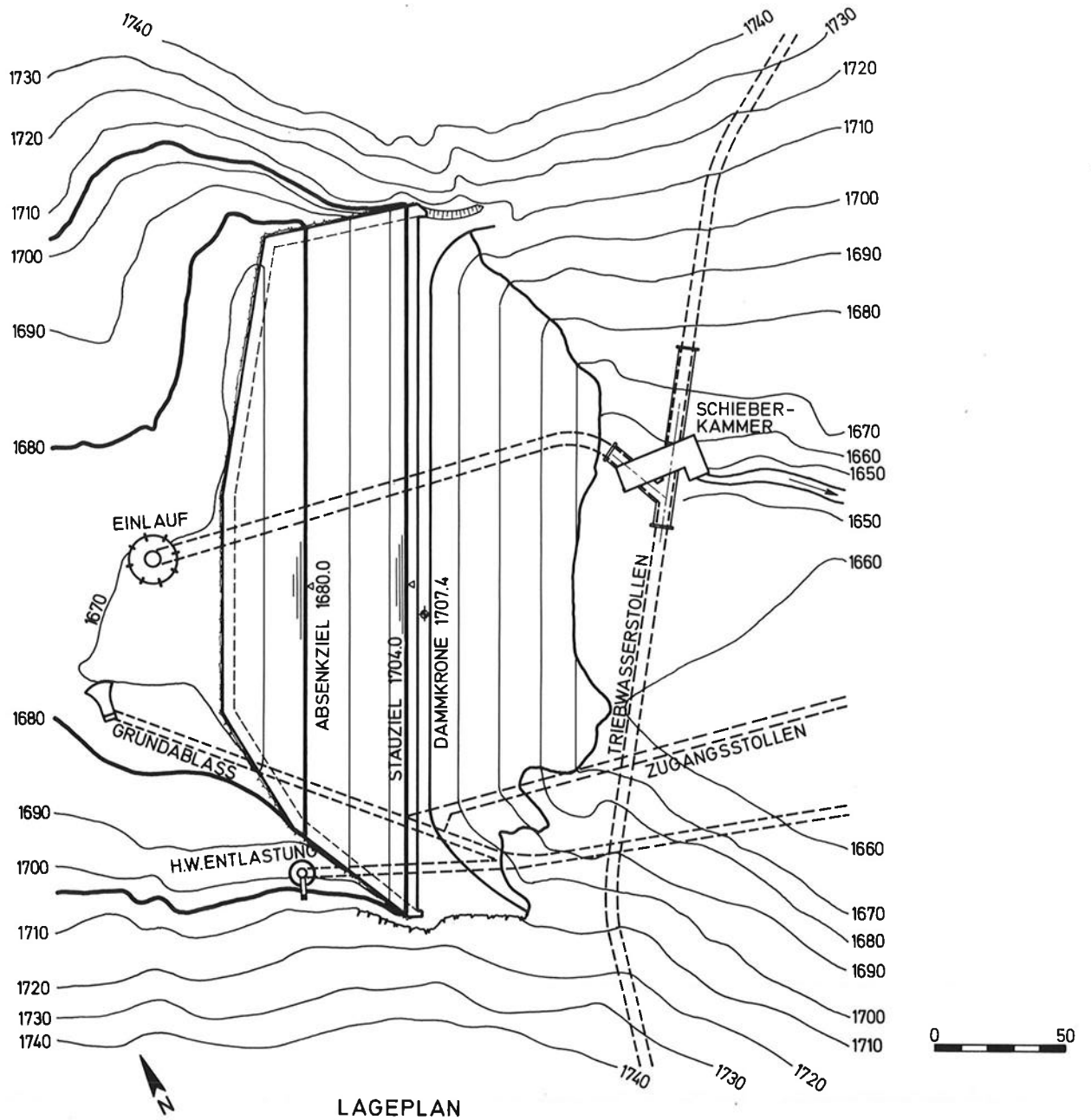
Eigenes Einzugsgebiet	11 km ²	mit	22 hm ³
Beileitungen	14 km ²	mit	23 hm ³
<hr/>			
Direkt zugeordnet	25 km ²	mit	45 hm ³
vom Vorspeicher Galgenbichl	105 km ²	mit	193 hm ³
Pumpwasser aus der Möll			40 hm ³
<hr/>			
Betriebswasser der Hauptstufe	130 km ²	mit	278 hm ³

- 7) Stauraum (Ausgleichsspeicher kommunizierend mit Galgenbichlbecken; bei instationären Strömungsvorgängen auch Zwischen-Wasserschloß):

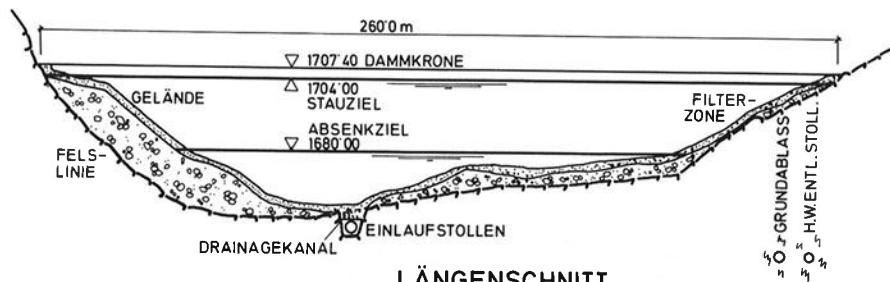
a)	Wasserspiegel - Stauziel		1704 m
	Speicherschwerpunkt		1695 m
	Absenkziel		1680 m
b)	Inhalt - Gesamtinhalt		2,0 hm ³
	Nutzinhalt		1,8 hm ³
	Rückhaltevermögen		0,04 (0,006)
c)	Geometrie - Staufläche		0,12 km ²
	Uferlänge		1,63 km
	Uferentwicklung		1,33

- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer in der Hauptstufe,
bezogen auf Turbinenbetrieb 4,6 GWh (6 Stunden),
Pumpbetrieb 6,3 GWh (22 Stunden).
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausgleichsspeicher für die Zuflüsse aus dem direkt zugeordneten Einzugsgebiet, Unterteilung des 21 km langen Druckstollens und damit Verkürzung der für die Wasserschloß-Dimensionierung maßgebenden Stollenlänge und elastischeres Betriebsverhalten der großen Turbinen und Pumpen der Hauptstufe.
- 10) Nennbelastung: 101 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Karschwelle im wesentlichen aus festen und dichten Bändergneisen aufgebaut und von kompakter Moräne geringer Mächtigkeit überlagert. Nur am linken Hang größere Hangschuttauflage.

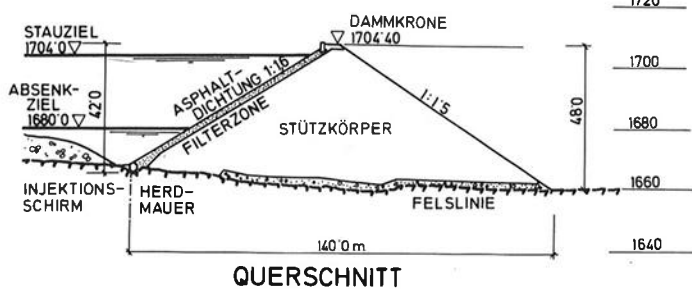




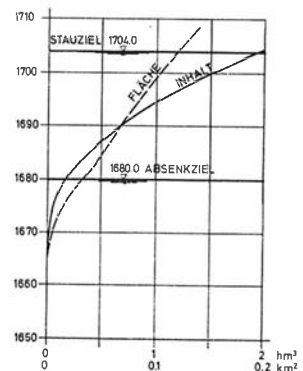
LAGEPLAN



LÄNGENSCHNITT



QUERSCHNITT



Bisher wurde weder ein Porenwasserdruck noch eine Gleitbewegung der Felsflanke registriert. Die Sickerverluste von 29 l/s beim ersten Einstau wurden durch Sanierung undichter Fugen in der Herdmauer auf 6 l/s beim zweiten Vollstau herabgedrückt.

17) Entlastungsanlagen:

- a) Hochwasserüberlauf am rechten Hang, freistehender Einlauftrichter \varnothing 9,5 m (LB), mit Schrägschacht \varnothing 3,5 m, 60 m lang, in den Grundablaßstollen mündend. Fördert bei 1,28 m Überstau (restlicher Freibord 2,37 m) das RHHQ von $96 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $8,7 \text{ m}^3/\text{s}$ je km^2 des eigenen Einzugsgebietes.
- b) Grundablaß im linken Hang (VB), Einlaufschwelle auf Höhe 1670 m, 350 m langer Schrägschacht \varnothing 3,3 m und Stollen unterfährt den Druckstollen der Hauptstufe. Schieberkammer mit Regulierschütze und Revisionsschütze $1,0 \times 1,3 \text{ m}$. Fördert $38 \text{ m}^3/\text{s}$. Diente während des Baues als Umlaufstollen.

18) Triebwasserfassung: Einlaufturm am linken Hangfuß, Einlaufschwelle auf 1675 m mit zylindrischem Feinrechen \varnothing 17,5 m, Entnahme mit 163 m langer Stahlrohrleitung \varnothing 4,0 m in Felskünette bis zur Schieberkammer mit Sperrklappe \varnothing 4,0 m, sodann Einleitung in den Hauptstollen \varnothing 4,90 m für $80 \text{ m}^3/\text{s}$ im Turbinenbetrieb bzw. $23 \text{ m}^3/\text{s}$ im Pumpenbetrieb.

19) Baukosten auf Preisbasis 1975: 102 Mio S.

20) Schrifttum:

Mussnig R., Pogatschnigg G. und Klemen K.: "Die Galgenbichlsperren und die Gößkarsperre". Energiewirtschaft, Heft 47-48, Wien 1975.

54 (1) KÖLNBREINSPERRE

- 1) Sperrentyp: 200 m - VA
Doppeltgekrümmte kämpfer-verstärkte Gewölbesperre mit elliptischen bzw. hyperbolischen Horizontalschnitten.
- 2) Geographie: $47^{\circ}05' \text{ N}$, $13^{\circ}20' \text{ O}$
Gewässer: Malta
Flußgebiet: Lieser, Drau
Nächster Ort: Gmünd (Kärnten).
- 3) Bauherr: Österreichische Draukraftwerke AG (ÖDK)
Kohldorferstraße 98, A-9020 Klagenfurt.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Malta mit Pumpspeicherung, Ausnützung in der Oberstufe (150 m, 120 MW, 73 GWh, Pumpleistung 102 MW), der Hauptstufe (1097 m, 730 MW, 708 GWh, Pumpleistung 290 MW) und der Unterstufe Möllbrücke (45 m, 41 MW, 108 GWh).

- 5) Baujahre: 1974 - 1977, erster Vollstau 1978 erwartet.
 Teilstau 1976 auf Höhe 1817 m, Teilstau 1977 auf Höhe 1861 m.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet reicht zur Speicherfüllung im Sommer nicht aus, weshalb im zuflußreicheren Horizont der Speicher Gößkar-Galgenbichl (1700 m) ein Beileitungsgebiet mit insgesamt 15 Wasserfassungen und 22 km Stollen angeschlossen wird. Die Füllung geschieht durch Hochpumpen der in Klammern vermerkten Wassermenge über die Isogyremaschinen der Oberstufe aus dem Vorspeicher Galgenbichl.

Eigenes Einzugsgebiet	51 km ² mit	105 hm ³	
Beileitungen	79 km ² mit	133 hm ³	(117 hm ³)
Zusammen	130 km ² mit	238 hm ³	(117 hm ³)
Betriebswasser der Oberstufe		210 hm ³	
Abgabe über Dotieranlage		12 hm ³	

7) Stauraum (Jahresspeicher mit Saison-Pumpspeicherung):

a) Wasserspiegel - Stauziel		1902 m
	Schwerpunkt Turbinenbetrieb	1850 m
	Speicherschwerpunkt	1845 m
	Absenkziel Turbinenbetrieb	1765 m
	Absenkziel Pumpenbetrieb	1750 m
	Absenkziel Dotieranlage	1730 m
b) Inhalt	- Gesamtinhalt	205 hm ³
	Nutzzinhalt	200 hm ³
	Nutzzinhalt Turbinenbetrieb	192 hm ³
	Rückhaltevermögen	0,84
c) Geometrie	- Staufläche	2,55 km ²
	Uferlänge	11,5 km
	Uferentwicklung	2,0

Die stark schwankende Fallhöhe der Oberstufe erlaubt Turbinen- bzw. Pumpbetrieb nur bis zu den genannten Absenkungen. Der Restinhalt von 8 hm³ sowie der Zufluß bei tieferen Speicherständen kann nur durch die Dotieranlage in den Vorspeicher Galgenbichl abgegeben und erst in der Hauptstufe zur Stromerzeugung genutzt werden.

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Oberstufe	67 GWh (560 Stunden)	
	Hauptstufe	510 GWh (700 Stunden)
	Unterstufe	20 GWh (490 Stunden)
Eigene Werksgruppe	597 GWh	

Das Hochpumpen erfordert in der Oberstufe eine Pumpstrommenge von 52 GWh entsprechend einem Einsatz der Pumpleistung von 510 Stunden.

b) Fernwirkung auf die 1977 bestehenden und in Bau befindlichen Laufwerke an der Drau:

in Österreich	58 GWh
in Jugoslawien	66 GWh
Zusammen	124 GWh

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Schaffung des bisher größten Winterspeichers in den österreichischen Alpen durch Ausnützung einer naturgegebenen Gelegenheit bis in die letzte Konsequenz.

Speichergröße und Leistungsinstallation wurden im Laufe der Projektierung mehrmals erhöht, sodaß in der Werksgruppe schließlich eine Turbinenleistung von 890 MW und mit der möglichen Pumpspeicherung eine Leistungsspanne von 1280 MW zur Verfügung gestellt wird. Der Winteranteil an der Erzeugung beträgt 79 %, in den beiden Hochdruckstufen allein sogar 83 %.

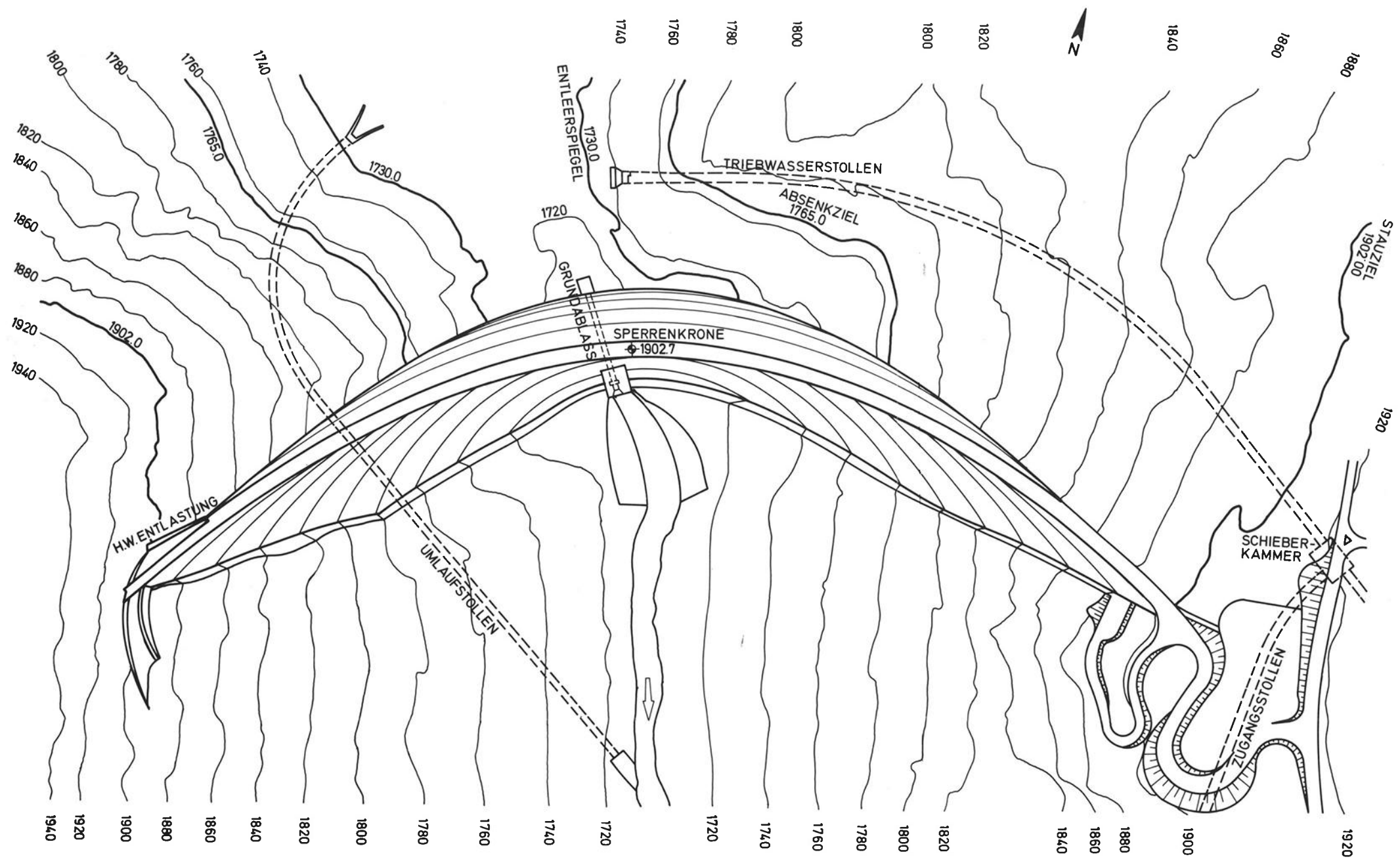
10) Nennbelastung in Bogensehne: 3 800 000 t.

11) Gründungsgestein: Sperre und Stauraum liegen im Zentralgneis, der dort ein vorwiegend dichtes Grundgebirge darstellt. An der Sperremsstelle streicht in Talmitte eine Schiefergneiszone durch, mit nur geringmächtiger Überlagerung. Die rechte Talflanke ist aus massivem Granitgneis aufgebaut, der von Störungen und Klüften frei ist, aber hohe Felseinschnitte für die Einbindung der Sperre erfordert. Der linke Hang besteht aus Plattengneisen, die zur Wasserseite hin einfallen und mehrfach von hangparallelen Fugen oder Klüften durchsetzt sind. Es bestehen aber keine Anzeichen für aktive Störungen, auch sind die Fugen vielfach mit Ton verfüllt und nicht wasserwegig. Die geologischen Verhältnisse sind somit als günstig für eine hohe Sperre anzusprechen.

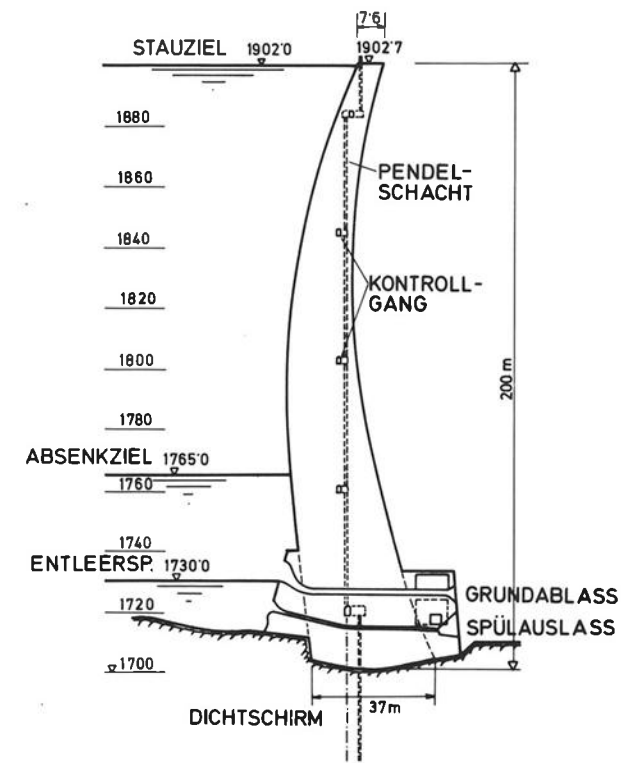
12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	200 m
Kronenlänge	626 m
Kronenbreite	8 m
Fundamentbreite im Mittelschnitt	37 m
Kleinster Kronenradius	250 m
b) Aushub: Überlagerung	160 000 m ³
<u>Fels</u>	<u>260 000 m³</u>
Zusammen	420 000 m ³
Sperrbeton	1 580 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,19
Relative Spannweite	3,1
Gründungskennzahl	0,27
Bauaufwand	0,42 m ³ /t

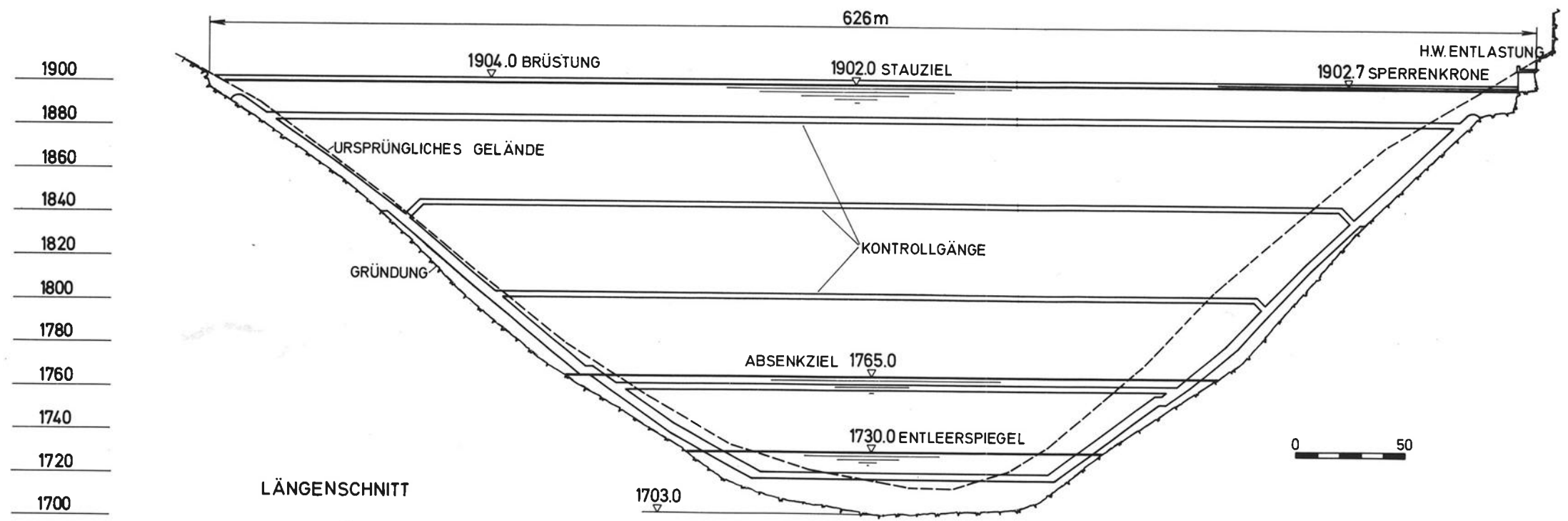
13) Besondere Merkmale: Größte Gewölbesperre Österreichs, im internationalen Vergleich aber keineswegs extrem dimensioniert. Optimum der Einbindung in das Gelände und der Kraftübertragung in den Untergrund durch elliptische Bogenform mit verstärkten Kämpfern gegeben, nur der oberste Bereich ist hyperbolisch geformt.



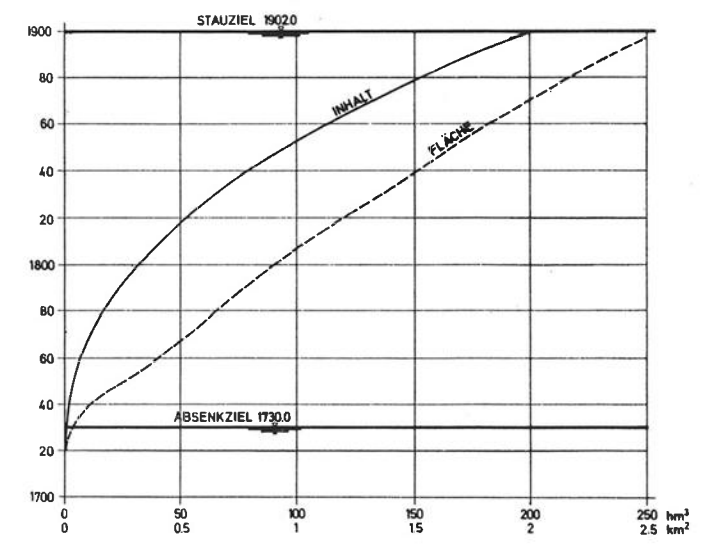
LAGEPLAN



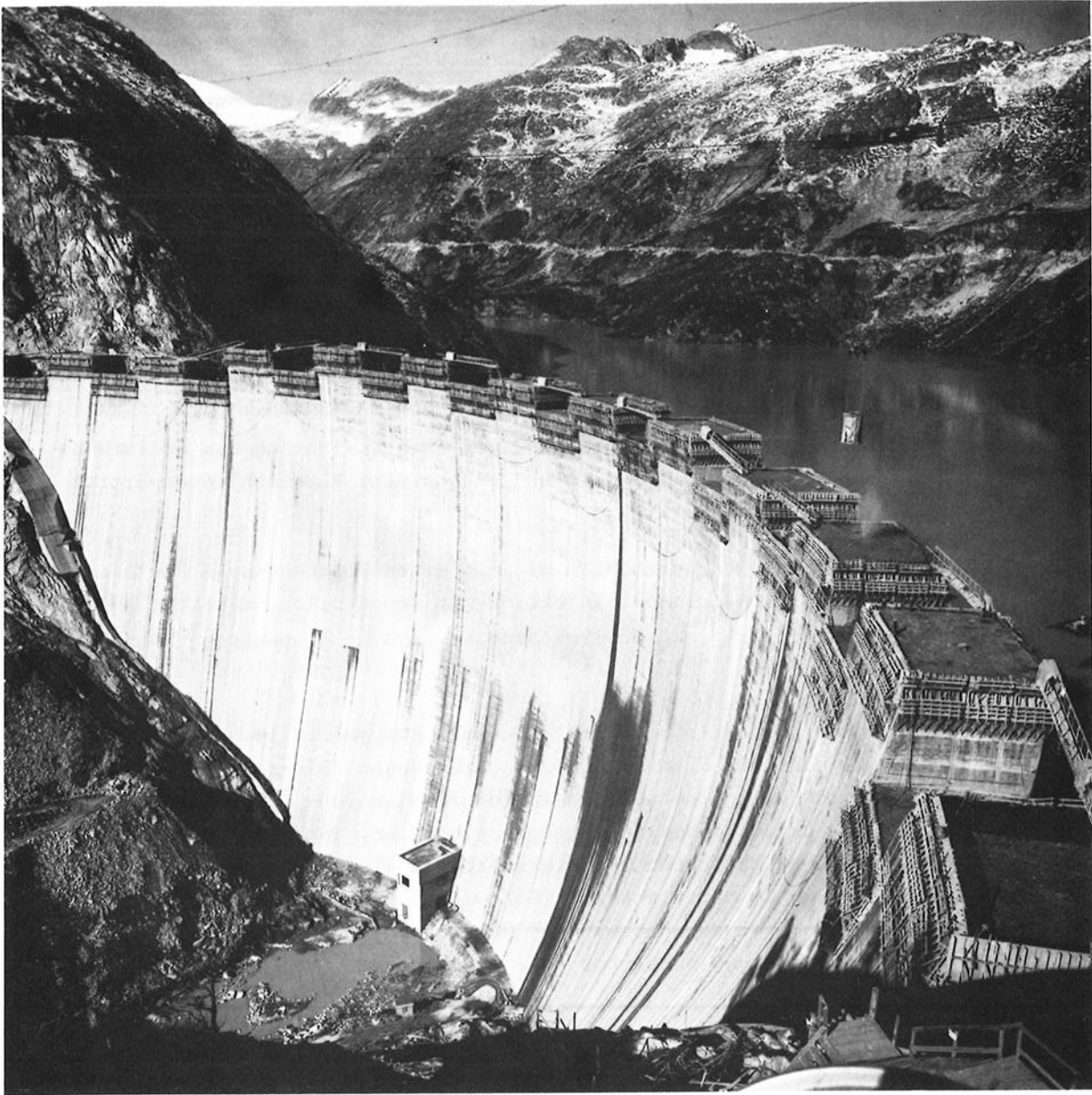
QUERSCHNITT



LÄNGENSCHNITT



54 SPERRE KÖLNBREIN



14) Einzelheiten: Standberechnung auf programmgesteuerter Rechenanlage nach dem Lastaufteilungsverfahren mit 9 Kragträgern und 5 Bogenlamellen mit dreifachem Ausgleich, Sohlwasserdruck im Mittelteil von 0,25 des statischen Wasserdruckes, an den Rändern von 0,85 auf Null abnehmend, für 4 Normallastfälle und Sonderfall mit Erdbebenwirkung nach Verfahren des U.S. Bureau of Reclamation. Die Normallastfälle ergaben größte Hauptspannungen von 98 kp/cm^2 Druck und 15 kp/cm^2 Zug. Die größte Durchbiegung des Sperrenkörpers wurde mit 100 mm errechnet, die größte Felsverformung mit 15 mm. Die Rechnungsergebnisse wurden durch einen Modellversuch bestätigt.

Die Betonzuschlagstoffe werden im Steinbruch am linken Talhang gewonnen und in 6 Fraktionen bis 150 mm aufbereitet. Als Bindemittel wird Portlandzement PZ 375 verwendet, der an der Baustelle mit 30 % trockener Flugasche aus den Dampfkraftwerken des Bauherrn automatisch homogenisiert wird. Betonüberprüfung an der Universität Innsbruck und auf der Baustelle. Anfänglich wurde der Vorsatzbeton mit 260 kg Bindemittel je m^3 unter Zusatz von 0,26 % Luftporenmittel und einem Wasser-Bindemittelfaktor 0,53 hergestellt, der Kernbeton mit

200 kg/m³, 0,24 % Zusatzmittel und Wasser-Bindemittelfaktor 0,66. Aufgrund der überaus hohen Festigkeiten dieses Betons (372 kp/cm² für den Vorsatzbeton, 291 kp/cm² für den Kernbeton) wurde in den Folgejahren auf sparsamere Dosierung übergegangen, nämlich auf 240/228 kg/m³ für den Vorsatzbeton bzw. 190/180 kg/m³ für den Kernbeton.

Elektronisch gesteuerte Betonherstellung mit Berücksichtigung der Eigenfeuchte des Zuschlagstoffes, im Mischturm mit 4 Freifallmischern je 4500 l, Tagesleistung bis 7200 m³. Einbringung mit zwei 26 t-Kabelkränen in Blöcke von 20 m Länge mit Schichthöhen von 3 m. Vorsatzbeton wird an der Wasserseite unten mit 3 m Mindeststärke, nach oben auf 1,5 m abnehmend eingebaut, die tatsächliche Stärke wird jeweils den statischen Erfordernissen angepaßt.

Blockfugen mit Zementmilch gedichtet und bis nach Errichtung des Vollstaues alljährlich mit Drücken von 2,5 - 10 atü ausgepreßt. Fugenschlußtemperatur 4 - 5° C.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Dichtungsschirm mit mit einem Flächenausmaß von 47 300 m² und mit 15300 m gesamter Bohrlänge. Injektion mit Zementmilch, mittlere Aufnahme an Injektionsgut 9,5 kg je m² Schirmfläche bzw. 30 kg je Laufmeter Bohrung.
- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung mit Polygonzug im oberen Kontrollgang und Nivellement der Krone. Verformungsmessungen in der Sperre und im Untergrund durch 3 Gewichts- und Schwimmlote bis in 70 - 100 m Tiefe mit Fernübertragung, Extensometer in 9 Meßquerschnitten, Temperaturgeber im Mittelschnitt und in ausgewählten Betonierschichten, Teleformeter und Telepreßmeter am Umfang und im Mittelschnitt. Sohlwasserdruckglocken in der Aufstandsfläche und 9 Piezometer zur Überwachung der Wirkung des Dichtungsschirmes. Beginn der Datenerfassung schon bei der Betonierung.
- 17) Entlastungsanlagen:
- a) Freier Hochwasserüberlauf am rechten Hang (LB) im Modellversuch dimensioniert, 20 m lang mit 70 m langer betonierter Schußrinne. Fördert 138 m³/s.
 - b) Grundablaß im Mittelblock der Sperre (VO). Einlauf auf Höhe 1730 m, 28 m² Rechenfläche. Stahlrohr Ø 2,0 m mit Sperrklappe und Hohlstrahlschieber Ø 1,8 m am luftseitigen Sperrenfuß, Strahlauswurfstrecke mit Blockwurf gesichert. Fördert 50 m³/s und dient bei Spiegellagen unter 1765 m als Dotierauslaß.
 - c) Spülleitung unter dem Grundablaß (VO), Einlauf auf 1720 m, Rohr Ø 1,2 m mit zwei Tafelschützen. Abfuhrfähigkeit 28 m³/s, nur bei Wasserspiegeln unter 1740 m zu betätigen.
 - d) Gesamtförderung a + b = 188 m³/s oder 3,7 m³/s.km² entsprechend einem HQ₁₀₀₀ mit Retention im Speicher.
- 18) Triebwasserfassung: Einlaufbauwerk am linken Hang 60 m oberhalb der Sperre. Schwelle auf Höhe 1740 m mit Feinrechen 81 m². Stollen Ø 4,7 m für 44 - 70 m³/s im Turbinenbetrieb und 32 - 76 m³/s im Pumpenbetrieb. Nach 415 m Schieberkaverne mit 2 Drosselklappen Ø 3,8 m.

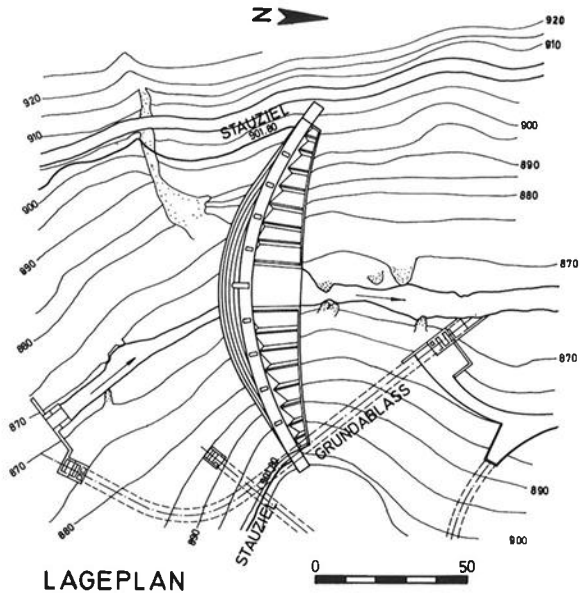
19) Baukosten auf Preisbasis 1976: 1615 Mio S.

20) Schrifttum:

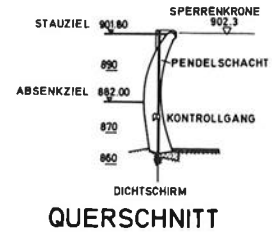
Magnet E.: "Das Maltakraftwerk". ÖZE 1971, Heft 6.
Werner E.: "The Malta Hydro-electric scheme". Water Power 1972,
Heft 8.
Finger W., "Development of the Kölnbrein arch dam project".
Rainer J., Qu.46, R.27, 12. Talsperrenkongreß Mexiko 1976.
Stäuble H. und
Widmann R.:
Finger W., "Die Entwicklung des Projektes der Gewölbemauer Köln-
Rainer J., brein". Heft 22 der Schriftenreihe "Die Talsperren
Stäuble H. und Österreichs", 1976.
Widmann R.:
Österr.Draukraft- "Kraftwerksgruppe Malta". Sonderheft der Elektrizitäts-
werke AG: wirtschaft Nr. 47-48, Wien 1976.
Widmann R.: "Mass concrete of Kölnbrein arch dam". World Dams
Today, 1976.

55 (34) SÖLKSPERRE

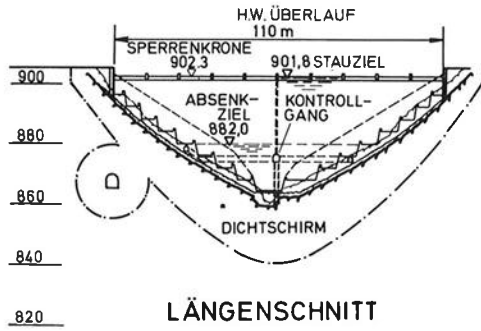
- 1) Sperrentyp: 39 m - VAC
Doppeltgekrümmte Gewölbemauer mit elliptischen Horizontal-
schnitten.
- 2) Geographie: 47°23' N, 13°59' O
Gewässer: Große Sölk
Flußgebiet: Enns
Nächster Ort: Gröbming.
- 3) Bauherr: Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG (STEWEG)
Leonhardgürtel 10, A-8010 Graz.
- 4) Kraftwerk: Sölk (225 m, 61 MW, 221 GWh).
- 5) Baujahre: 1976 - 1978.
- 6) Hydrologie: Das Einzugsgebiet wird durch Beileitung des Kleinen Sölkbaches
mit 3 km Stollen und von zwei östlich benachbarten Bächen (13 km) erweitert.
- | | |
|--------------------------|---|
| Eigenes Einzugsgebiet | 141 km ² mit 166 hm ³ |
| Kleinsölkbach | 118 km ² mit 138 hm ³ |
| Donners- und Walchenbach | 126 km ² mit 148 hm ³ |
| Zusammen | 385 km ² mit 452 hm ³ |



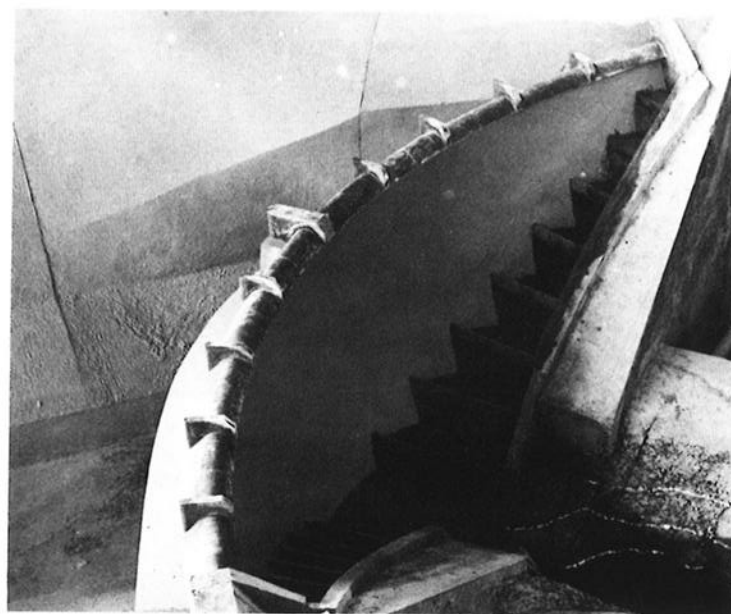
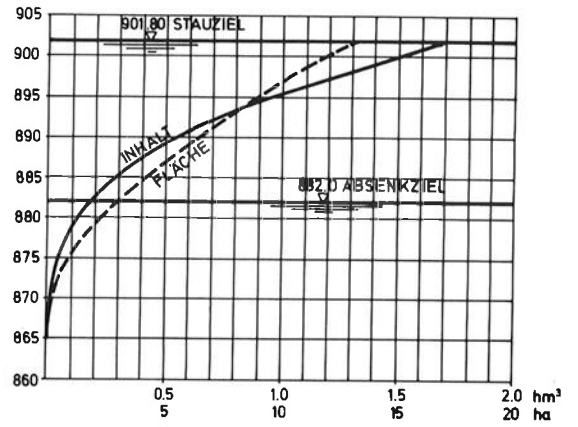
LAGEPLAN



QUERSCHNITT



LÄNGENSCHNITT



Hydraulisches Modell 1 : 25

Techn. Universität, Graz

7) Stauraum (Tagesspeicher):

a) Wasserspiegel - Stauziel	901,8 m
Schwerpunkt	896 m
Absenkziel	882 m
b) Inhalt - Gesamtinhalt	1,7 hm ³
Nutzinhalt	1,5 hm ³
Rückhaltevermögen	0,004
c) Geometrie - Staufläche	0,13 km ²
Uferlänge	2,6 km
Uferentwicklung	2,04

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

0,7 GWh (12 Stunden).

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausnützung mehrerer Gebirgsbäche für ein Kraftwerk der Landesversorgung, Energieveredelung durch Tagesspeicher.

10) Nennbelastung: 34.000 t.

11) Gründungsgestein: Geologisch sehr günstige Engstelle in quarzitischem Granatglimmerschiefer.

12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	39 m
Kronenlänge	128 m
Kronenbreite	2,7 m
Fundamentbreite	8 m
b) Aushub	8 000 m ³
Sperrbeton	17 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,20
Relative Spannweite	3,3
Gründungskennzahl	0,47
Bauaufwand	0,50 m ³ /t.

13) Besondere Merkmale: Doppelt gekrümmte Gewölbemauer mit elliptischen Bögen in den Horizontalschnitten. Hochwasser-Überfall über die Sperrkronen, mit Belüftung durch auf die Krone aufgesetzte Strahlteiler. An beiden Mauerflanken Ablaufgerinne mit Abstürzen (Kaskaden), die im Bachbett eine ruhige, dem natürlichen Hochwasserdurchfluß entsprechende Abströmung bewirken.

14) Einzelheiten: Standberechnung nach dem Programm für die Sperren Schlegeis und Kölnbrein auf einer elektronischen Großrechenanlage (Siemens 4004/35) nach dem Lastaufteilungsverfahren mit vier Bogen- und sieben Kragträgerlamellen durchgeführt. Sohlwasserdruck mit 25 % des statischen Wasserdruckes im mittleren Sperrbereich bzw. mit 85 % an den beiden Flanken auf Null abnehmend angenommen. Die größten Betonspannungen im Mauerkörper ergaben sich mit 30 kp/cm² Druck und 3 kp/cm² Zug.

Vorgesehen ist ein frostbeständiger, wasserdichter Massenbeton der Festigkeitsklasse B 225, der unter Verwendung von teilweise gewaschenen Zuschlagstoffen bis 80 mm aus Moränenmaterial, einem Sonderzement mit geringer Hydratationswärme sowie luftporeneinführenden Zusatzmitteln hergestellt werden soll.

Der Einbau des Betons wird mit zwei Turmdrehkränen in Blöcke von 16 m Länge und 2,6 m Höhe durchgeführt. Die Dichtung der Blockfugen wird durch 25 cm breite Fugenbänder an der Luft- und Wasserseite vorgenommen.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Es ist ein Dichtungsschirm vorgesehen, der aus einer Schar lotrechter Bohrungen im Sperrenlängsschnitt injiziert wird. Die endgültige Tiefe des Dichtungsschirmes wird mit 7 Testbohrungen und Wasserabpreßversuchen erkundet. Voraussichtlich werden 30 Bohrungen mit Tiefen von 6 - 23 m herzustellen sein, wobei die Gesamtlänge der Injektionsbohrungen etwa 600 m betragen wird.
- 16) Meßeinrichtungen: Der Einbau von zwei Lotanlagen, 11 elektrischen Thermometern, 10 Auftriebsglocken, 4 Invardrahtanlagen, mehreren Extensometern sowie Setzklinometern ist vorgesehen.
- 17) Entlastungsanlagen:
 - a) Hochwasserüberfall über die Krone (LB) auf Höhe 902,0 m, 110 m lang, mit Absturz in Gerinne längs der beiden Mauerflanken. Die Rinnen sind 3 bis 14 m breit und durch sieben 4 m hohe Abstürze auf jeder Talseite zu Kaskaden ausgestaltet. Gesamtabfuhrfähigkeit $200 \text{ m}^3/\text{s}$ entspricht $1,4 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ des eigenen Einzugsgebietes.
 - b) Der Umlaufstollen von 140 m Länge dient nicht zur Hochwasserabfuhr, sondern nur zur Entleerung bzw. Spülung des Speichers.
- 18) Triebwasserfassung: An der rechten Talflanke 80 m flußaufwärts der Sperre liegt mit Sohlkote 876 m der Einlauf zum 5,2 km langen Triebwasserstollen für $30 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 19) Baukosten auf Preisbasis Herbst 1976: 38 Mio S ohne Steuern und Bauzinsen.
- 20) Schrifttum: Noch keine Veröffentlichung.

56 (18) LÄNGENTALDAMM

- 1) Sperrentyp: 37 m - TES
Erddamm mit Asphalt-Oberflächendichtung, auf Moräne gegründet, Felsanschluß mit Stahlbeton-Herdmauer im Untergrund.

- 2) Geographie: 47°13' N, 11°00' O
 Gewässer: Naderbach
 Flußgebiet: Ötz, Inn
 Nächster Ort: Ötz.
- 3) Bauherr: Tiroler Wasserkraftwerke AG (TIWAG)
 Landhausplatz 2, A-6020 Innsbruck.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Sellrain-Silz,
 Unterstufe Silz (1250 m, 470 MW, 460 GWh), Pumpspeicherbecken
 für Oberstufe Kühtai (394 m, 230 MW, 55 GWh und zusätzlicher
 Wälzbetrieb mit Pumpleistung 238 MW).
- 5) Baujahre: 1977 - 1979. Vollstau für 1980 erwartet.
- 6) Hydrologie: Der Vergrößerung des eigenen Einzugsgebietes und der Bereitstel-
 lung ausreichenden Betriebswassers dient ein Beileitungssystem mit insgesamt
 29 km Stollen, das 12 Seitenbäche des Stubaitales, des Sellraintales und des
 Ötztales an das Ausgleichsbecken Längental anschließt.

Eigenes Einzugsgebiet	23 km ² mit	29 hm ³
Beileitungen	117 km ² mit	132 hm ³
Zusammen	140 km ² mit	161 hm ³

- 7) Stauraum (Wochenspeicher und Pumpspeicher-Unterbecken):

a) Wasserspiegel - Stauziel	1901 m
Speicherschwerpunkt	1893 m
Absenkziel	1882 m
b) Inhalt	
- Gesamtinhalt	3,3 hm ³
Nutzinhalt	3,0 hm ³
Rückhaltevermögen	0,019
c) Geometrie	
- Staufläche	0,24 km ²
Uferlänge	2,2 km
Uferentwicklung	1,27

- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

Bezogen auf die Unterstufe Silz	8,6 GWh (18 Stunden)
Bezogen auf die Pumparbeit in der Oberstufe Kühtai	3,6 GWh (15 Stunden)

- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Anpassung der schwankenden Zuflüsse aus den
 Beileitungen und dem Turbinenbetrieb der Oberstufe an den bedarfsgerechten
 Betrieb der Unterstufe Silz, Entnahmebecken für das Pumpwasser zur Füllung des
 Jahresspeichers Finstertal und für zusätzlichen Pumpspeicherwälzbetrieb mit
 Konzentration auf Schwachlastzeiten, insbesondere auf Wochenenden.

- 10) Nennbelastung: 82 000 t.

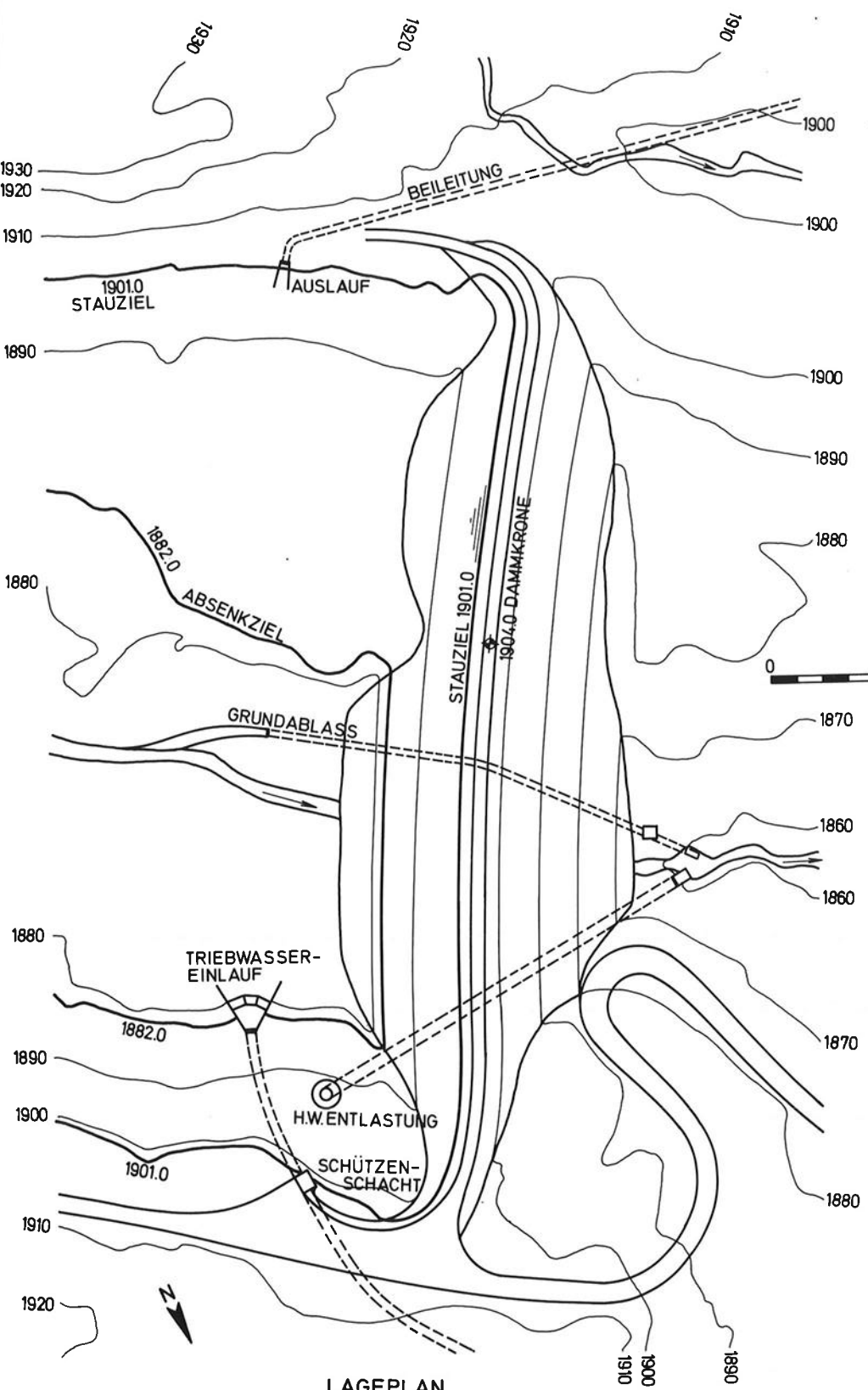
11) Gründungsgestein: Sperrenlage knapp oberhalb einer felsigen Geländestufe.
Felsuntergrund aus Augengneis ist von Moränenmaterial bis zu 12 m überlagert.

12) Hauptmaße:

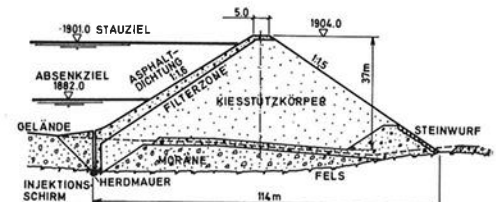
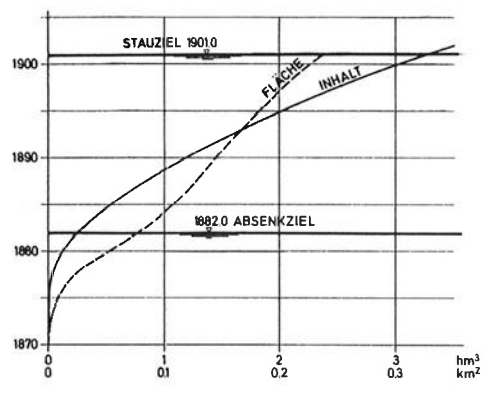
a) Höhe in Dammachse	37 m
Kronenlänge	418 m
Kronenbreite	5 m
Basisbreite	114 m
Böschung wasserseits	1 : 1,6
luftseits	1 : 1,5
b) Aushub (Überlagerung)	70 000 m ³
Dammschüttung	400 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	3,08
Gründungskennzahl	0,17
Bauaufwand	4,85 m ³ /t.

13) Besondere Merkmale: Die für einen Erddamm steilen Böschungen werden sowohl durch die Oberflächendichtung als auch durch Mitverwendung von Ausbruchmaterial aus den Stollen und dem Krafthauschacht ermöglicht.

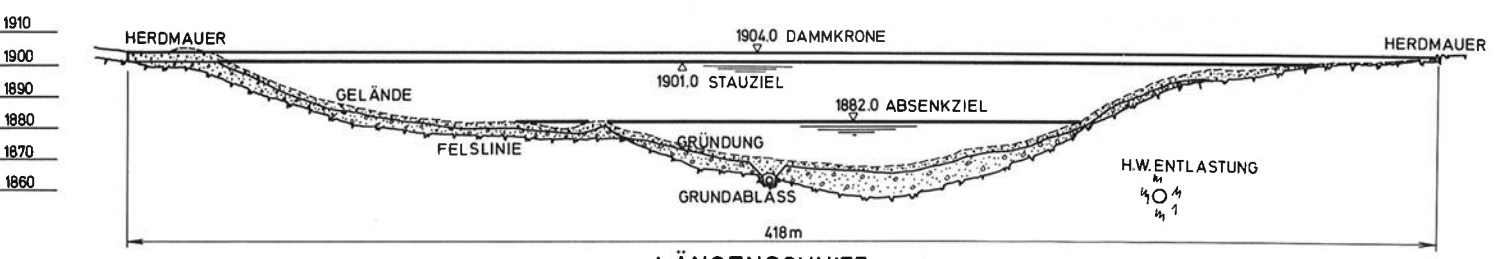




LAGEPLAN



QUERSCHNITT



LÄNGENSCHNITT

- 14) Einzelheiten: Für den Nachweis der Standsicherheit wurde das Gleitkreisverfahren von Krey-Terzaghi herangezogen. Die geforderten Mindestsicherheiten von 1,3 im Betriebslastfall und 1,2 im Katastrophenlastfall sind eingehalten. Der Dammkörper wird gemischt aus Alluvium, Moräne und Stollenausbruch mit 50 cm Größtkorn geschüttet. In die Aufstandsfläche und den luftseitigen Fuß kommt Stollenausbruch ebenfalls mit Größtkorn 50 cm zum Einbau, der Fuß wird außerdem mit Steinblöcken über 50 cm gesichert.
- Die Dichthaut mit 17 000 m² Fläche besteht aus einer 8 cm starken, einlagigen Asphaltbetonschicht, die auf einer Drainageschicht aus Stollenausbruch bis 20 cm Korngröße aufliegt. Die Drainageschicht kann durch einen Kanal unter dem Damm ins Unterwasser entwässern.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Im Bereich der Überlagerung setzt sich die Dichthaut mit einer maximal 12 m tiefen Stahlbeton-Dichtungsmauer von 800 m² Fläche fort. Die Dichtungsmauer wird in offener Baugrube hergestellt, die dann wasserseits mit Moränenmaterial bis 50 cm Korngröße, luftseits mit Kies hinter der tiefgezogenen Drainageschicht verfüllt wird. Im anschließenden Felsuntergrund wird die Dichtung durch Kontaktinjektionen bewirkt.
- 16) Meßeinrichtungen: Der geringen Dammhöhe wegen ist nur eine geodätische Überwachung der Oberflächenverformung, die Kontrolle von Sickerwasser an 11 Meßstellen und 2 Piezometern sowie der Einbau von Porenwasserdruckgebern vorgesehen.
- 17) Entlastungsanlagen:
- a) Hochwasserüberlauf (LB), Trichterüberfall mit 190 m langem Stollen \varnothing 3,4 m. Fördert bei 1,9 m Überstau (1,1 m restlicher Freibord) das Rechnungshöchstwasser von 106 m³/s entsprechend 4,6 m³/s.km².
 - b) Grundablaß \varnothing 1,25 m unter dem Damm (VO), 174 m lang. Dammbalken-Notverschluß am Einlauf, 2 Talsperrenschieber in Schieberkammer am luftseitigen Dammfuß, Förderfähigkeit 20 m³/s.
- 18) Triebwasserfassung: Der Einlauf für das Triebwasser 46 m³/s der Unterstufe liegt nahe dem rechten Talhang oberhalb des Dammfußes. Die Schwelle befindet sich auf Höhe 1874 m, der Einlauf ist durch einen Rechen mit 97 m² Fläche und einem Rollschütz 2,6 x 3,3 m als Notverschluß gesichert. Der anschließende Druckstollen hat \varnothing 3,3 m.
- Die Unterwasserschächte \varnothing 4,0 m von den zwei reversiblen Pumpturbinen des Schachtkraftwerkes der Oberstufe münden knapp unter dem Absenkziel in das talinnere Beckenende.
- 19) Baukosten auf Preisbasis Feber 1977: 47 Mio S.
- 20) Schrifttum:
- Lauffer H.: "Die Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz". ÖIZ (in Druck).

57 (5) FINSTERTALDAMM

- 1) Sperrtyp: 149 m - ERC
Felsschüttdamm mit schrägliegender Innendichtung aus Asphaltbeton, Injektionsschirm im Felsuntergrund.
- 2) Geographie: 47°12' N, 11°01' O
Gewässer: Finstertaler See
Flußgebiet: Nederbach, Ötz, Inn
Nächster Ort: Ötz.
- 3) Bauherr: Tiroler Wasserkraftwerke AG (TIWAG)
Landhausplatz 2, A-6020 Innsbruck.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Sellrain-Silz mit den Stufen
Kühltai (394 m, 230 MW, 55 GWh ohne Wälzbetrieb)
Silz (1250 m, 470 MW, 460 GWh).

Zur Füllung des Speichers aus dem Horizont Längental ist in der Oberstufe 65 GWh Pumpstrom erforderlich. Die Pumpleistung von 238 MW steht ganzjährig für einen zusätzlichen Pumpwälzbetrieb zur Verfügung.
- 5) Baujahre: 1977 - 1980, Vollstau für 1981 erwartet.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet ist für die Speicherfüllung zu klein, weshalb die in Klammern angegebene Wassermenge aus dem 400 m tiefer liegenden Beileitungshorizont Längental im Sommer hochgepumpt werden muß:
- | | | | |
|---|-------------------------|---------------------|-----------------------|
| Eigenes Einzugsgebiet | 6 km ² mit | 8 hm ³ | |
| Beileitungshorizont | 134 km ² mit | 153 hm ³ | (53 hm ³) |
| Zusammen | 140 km ² mit | 161 hm ³ | (53 hm ³) |
| davon Betriebswasser der Oberstufe 61 hm ³ | | | |
- 7) Stauraum (Jahresspeicher mit Pumpfüllung):
- | | |
|---|-------------------------------------|
| a) Wasserspiegel - Natürlicher Seespiegel | 2238 m |
| Stauziel | 2322 m |
| Speicherschwerpunkt | 2287 m |
| Absenkziel | 2220 m |
| b) Inhalt | - Gesamtinhalt 60,5 hm ³ |
| | Nutzinhalt 60 hm ³ |
| | Rückhaltevermögen 0,37 |
| c) Geometrie | - Staupläche 1,04 km ² |
| | Uferlänge 4,5 km |
| | Uferentwicklung 1,25 |

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Oberstufe Kühltai	54 GWh (235 Stunden)
Unterstufe Silz	172 GWh (365 Stunden)
Eigene Werksgruppe	226 GWh

Erforderlicher Pumpeneinsatz zur Speicherfüllung im Sommer:
65 GWh durch 270 Stunden.

b) Fernwirkung auf die 1977 in Betrieb und Bau befindlichen Laufkraftwerke an Inn und Donau:

Gewinn zugunsten	Österreich	BRD
Inn	5 GWh	15 GWh
Donau	10 GWh	1 GWh
Zusammen	15 GWh	16 GWh
	31 GWh	

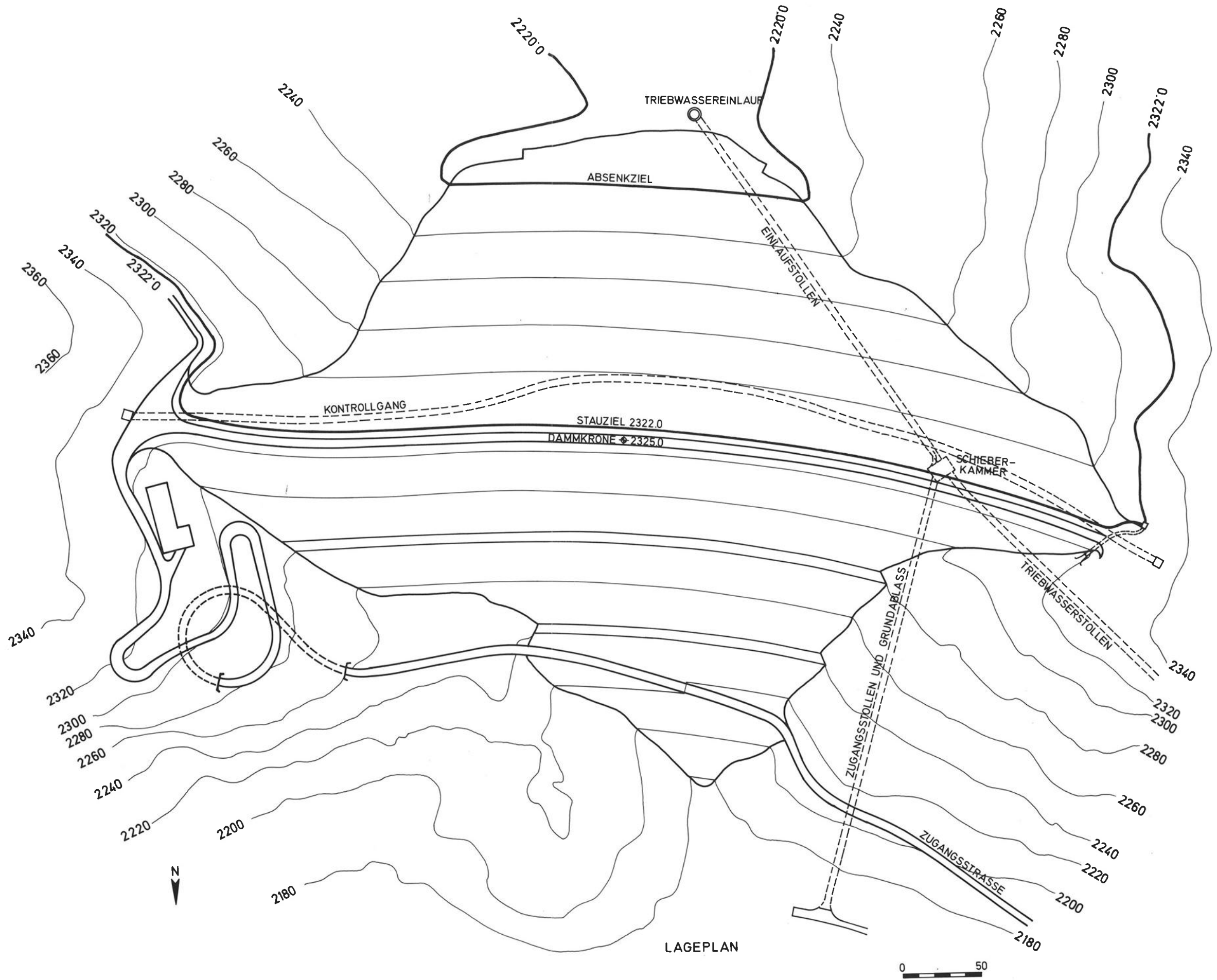
9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausnützung der breiten Talmulde der Finstertaler Seen zur Anlage eines Jahresspeichers, der in nur 10 km Entfernung vom Innthal um 1700 m höher liegt als dieses. Das für die Speicherfüllung nötige Betriebswasser muß nur über ein Viertel der im Turbinenbetrieb verfügbaren Höhe hochgepumpt werden. Die Erzeugung von jederzeit abrufbarer Spitzenenergie mit einem Winteranteil von 46 % sowie der zusätzlich mögliche Pumpspeicherwälzbetrieb mit einer Leistungsspanne von 940 MW (weitere Erzeugungsmöglichkeit bis 200 GWh bei 330 GWh Pumpstromaufwand) machen die Werksgruppe als Exportkraftwerk ins westeuropäische Verbundnetz hervorragend geeignet.

10) Nennbelastung: 1 000 000 t.

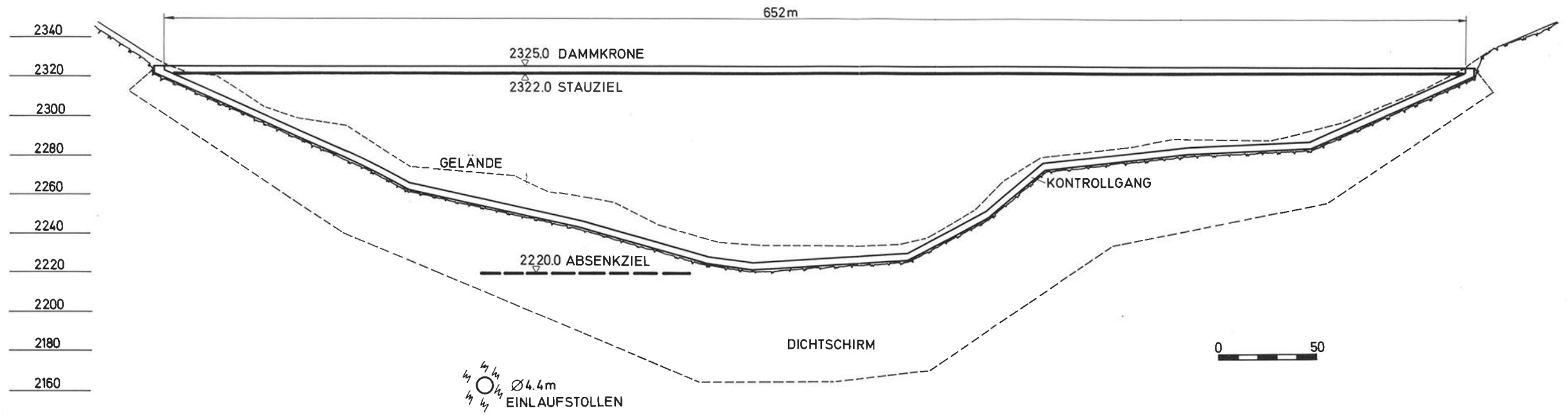
11) Gründungsgestein: Ein schmaler, s-förmig gekrümmter Felsrücken aus Schiefergneis quer zum Tal bildet die Schwelle der breiten Seemulde. Wasser- und luftseits fällt das Gelände ab, weshalb der Dammfuß stellenweise wesentlich tiefer liegt als die Gründungssohle in Dammachse. Der Fels steht im allgemeinen in großen Flächen zu Tage oder ist nur gering von Hangschutt überdeckt. Nur an der linken Flanke liegen Moränen bis zu 30 m Mächtigkeit auf. Im Seebecken wurden bis zu 2 m starke, dichte Schlammablagerungen festgestellt. Geeignete Dammbaustoffe sind im unmittelbaren Sperrbereich ausreichend verfügbar.

12) Hauptmaße:

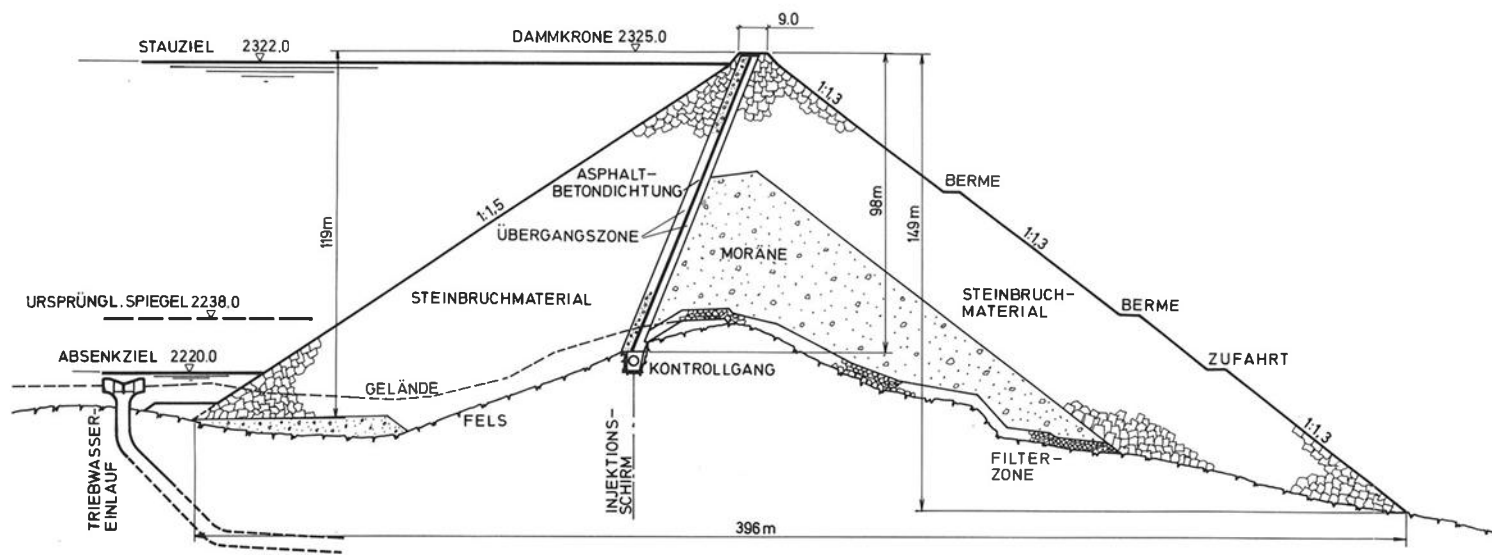
a) Höhe über Kontrollgang	98 m
Mittlere Höhe über den Fußpunkten	134 m
Größte Höhe über luftseitigem Fußpunkt	149 m
Kronenlänge	652 m
Kronenbreite	9 m
Basisbreite	396 m
Böschung wasserseits	1 : 1,5
luftseits	1 : 1,3
b) Aushub (Überlagerung)	250 000 m ³
Dammschüttung	4 500 000 m ³



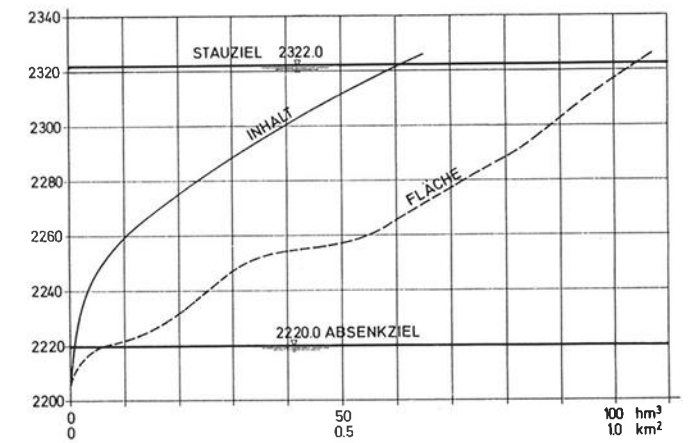
LAGEPLAN



LÄNGENSCHNITT (EBENE KONTROLLGANG)



QUERSCHNITT



c) Schlankheitsgrad	2,97
Gründungskennzahl	0,055
Bauaufwand	4,5 m ³ /t.

- 13) Besondere Merkmale: In Anlehnung an die Geländeform verläuft die Krone schwach s-förmig. Für die Wahl eines Asphaltbetonkernes sprach die im Vergleich zu einem Moränenkern geringere Witterungsempfindlichkeit und damit eine Erhöhung der Einbautage pro Sommer. Seine Schräglage mit einer Neigung von 1 : 0,4 ergab sich aus der Anpassung an die Geländeform der Seeschwelle; sie vergrößert den luftseitigen Stützkörper und erlaubt dessen steile luftseitige Böschung. Im kronennahen Bereich fällt die schrägliegende Dichtung ungefähr mit der Resultierenden der zu erwartenden Deformationen zusammen und bleibt dadurch von Zerrungen verschont. Laborversuche bei STRABAG in Köln haben die Eignung des für den Bitumenkern verfügbaren Materials erwiesen.
- 14) Einzelheiten: Die Standsicherheitsnachweise wurden unter Zugrundelegung der Sicherheitsdefinition von Fellenius nach dem Gleitkreisverfahren von Krey - Terzaghi und Nonveiller - Reinius durchgeführt. Die von der Staubeckenkommission empfohlenen Mindestsicherheiten für Staudämme von 1,3 für den Betriebslastfall und 1,2 für den Katastrophenfall sind eingehalten.
- Die Stützkörper bestehen größtenteils aus Steinbruchmaterial (Granodiorit und Schiefergneis) mit einem Größtkorn von 70 cm, das im künftigen Speicherraum gewonnen wird. Die Verdichtung soll durch mindestens 15 t schwere Rüttelwalzen erfolgen. An der Böschungsoberfläche werden Blöcke bis zu 1 m³ Größe mit Kran versetzt und die Hohlräume mit kleineren Steinen ausgefüllt. Der innere, dichtungsnahe Bereich des luftseitigen Stützkörpers wird bis etwa zur halben Höhe aus Moränenmaterial (Steinbruch-Überlagerung) natürlicher Zusammensetzung mit 70 cm Größtkorn geschüttet, die auf einen 3 m starken Drainageteppeich aus Steinbruchmaterial aufliegt.
- Die Asphaltbetondichtung mit 36 000 m² Fläche erhält abnehmende Stärke von 70 cm an der Basis auf 50 cm an der Krone. Wasserseitig schließt eine 3 m starke Übergangszone aus Moränenmaterial mit 10 cm Größtkorn an, luftseits liegt die Asphaltbetonmembran auf einer Drainagezone aus Steinbruchmaterial bis 10 cm Größtkorn. Der Kern wird maschinell in Lagen von 25 cm eingebaut und gemeinsam mit den angrenzenden Zonen verdichtet, damit eine gute Verzahnung entsteht.
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Vom Kontrollgang am Fuß der Asphaltbetondichtung aus wird ein einreihiger Injektionsschirm zur Dichtung des Untergrundes bis in etwa 60 m Tiefe vorgesehen.
- 16) Meßeinrichtungen: Zur Messung der Dammverformung wird neben einer geodätischen Überwachung der Oberfläche auch der Einbau von liegenden und stehenden Pegeln, eines Schwebeschachtes, von Druckgebern für Porenwasserdruck (10) und Erddruck (80) sowie 25 Sickerwassermessern und 4 Piezometern vorgesehen.
- 17) Entlastungsanlagen:
- a) Hochwasserüberlauf am linken Kronenende (LC) mit Rohrleitung in das alte Bachbett, Förderfähigkeit 3 m³/s.

- b) Grundablaß \varnothing 1,1 m (VB), von der Schieberkammer des Triebwasserweges abzweigend und nach 350 m unterhalb des Dammfußes in das Bachbett mündend, fördert $20 \text{ m}^3/\text{s}$.
- c) Zusätzliche Rohrleitung \varnothing 0,35 m in der Sohle des Triebwasserstollens mit Mündung in das Grundablaßrohr zur Seeabsenkung (über 350 mm-Bohrloch) und als Baustellenumlauf.
- d) Gesamtabfuhrfähigkeit von $a + b = 23 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $3,8 \text{ m}^3/\text{s je km}^2$ des Einzugsgebietes.
- 18) Triebwasserfassung: Der Einlauftrichter am wasserseitigen Dammfuß hat Schwellenhöhe 2214 m und ist mit 93 m^2 Rechen versehen. Er leitet in den Druckstollen \varnothing 4,4 m über, der unter der Dammaufstandsfläche nach 300 m die Schieberkammer erreicht. Als Betriebsverschluß fungieren 2 Drosselklappen \varnothing 3,5 m. Der anschließende Druckschacht des Oberstufenkraftwerkes fördert $80 \text{ m}^3/\text{s}$ im Turbinenbetrieb und $76 \text{ m}^3/\text{s}$ im Pumpbetrieb.
- 19) Baukosten auf Preisbasis Feber 1977: 438 Mio S



2o) Schrifttum:

- Schober W.: "Considerations and investigations for the design of a rockfill dam with a 92 m high bituminous mix core". Qu.42, R.34, 11. Talsperrenkongreß Madrid 1973.
- Schober W.: "Überlegungen und Untersuchungen für den Entwurf eines Steinschüttdammes mit einem 92 m hohen Dichtungskern aus bituminöser Mischung". Heft 21 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1974.
- Schober W.: "Der Staudambau in Österreich". Österr.Wasserwirtschaft 1973, Heft 3/4.
- Schober W. u. and.: "Embankment dams in Austria". Sammelbericht G.P.4, 12.Talsperrenkongreß Mexiko 1976.
- Schober W. und andere: "Der Staudambau in Österreich". Heft 22 der Schriftenreihe "Die Talsperren Österreichs", 1976.
- Lauffer H.: "Die Kraftwerksgruppe Sellrain-Silz". ÖIZ (in Druck).

58 (11) BOLGENACH-DAMM

- 1) Sperrtyp: 92 m - TEC
Erddamm mit zentralem Moränenkern und wasserseitiger Felsvorschüttung.
- 2) Geographie: 47°29' N, 9°56' O.
Gewässer: Bolgenach
Flußgebiet: Weißach, Bregenzerach, Bodensee (Rhein)
Nächster Ort: Bregenz.
- 3) Bauherr: Vorarlberger Kraftwerke AG (VKW)
Weidachstraße 6, A-6900 Bregenz.
- 4) Kraftwerk: Langenegg (260 m, 74 MW, 227 GWh).
- 5) Baujahre: 1976 - 1978, erster Vollstau 1979 erwartet.
- 6) Hydrologie: Durch einen kurzen Verbindungsstollen werden auch die Abflüsse der benachbarten Subersach beigeleitet.
- | | |
|-----------------------|---|
| Eigenes Einzugsgebiet | 89 km ² mit 169 hm ³ |
| Beileitung Subersach | 98 km ² mit 183 hm ³ |
| Zusammen | 187 km ² mit 352 hm ³ |
- 7) Stauraum (Wochenspeicher):
- | | |
|-----------------------------|---------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | 744,2 m |
| Speicherschwerpunkt | 728 m |
| Absenkziel | 690 m |

b) Inhalt	- Gesamtinhalt	8,7 hm ³
	Nutzinhalt	8,4 hm ³
	Rückhaltevermögen	0,023
c) Geometrie	- Staufläche	0,30 km ²
	Uferlänge	5,0 km
	Uferentwicklung	2,6

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer: 5 GWh (77 Stunden).

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Erste größere Wasserkraftnutzung im niederschlagsreichen Gebiet der Bregenzerach, deren Ausbau zu einer Großkraftwerksgruppe seit Jahrzehnten geplant wird, aber wegen weniger günstiger topographischer und geologischer Bedingungen bisher noch nicht in Angriff genommen wurde. Die zwar reichlichen, aber sehr unständigen Abflüsse verlangen nach einer ausgleichenden Speicherung, für die in der Schlucht der Bolgenach eine auch geologisch günstige Stelle mit einer ausreichenden Gefällsstufe zum Haupttal der Bregenzerach gefunden wurde.

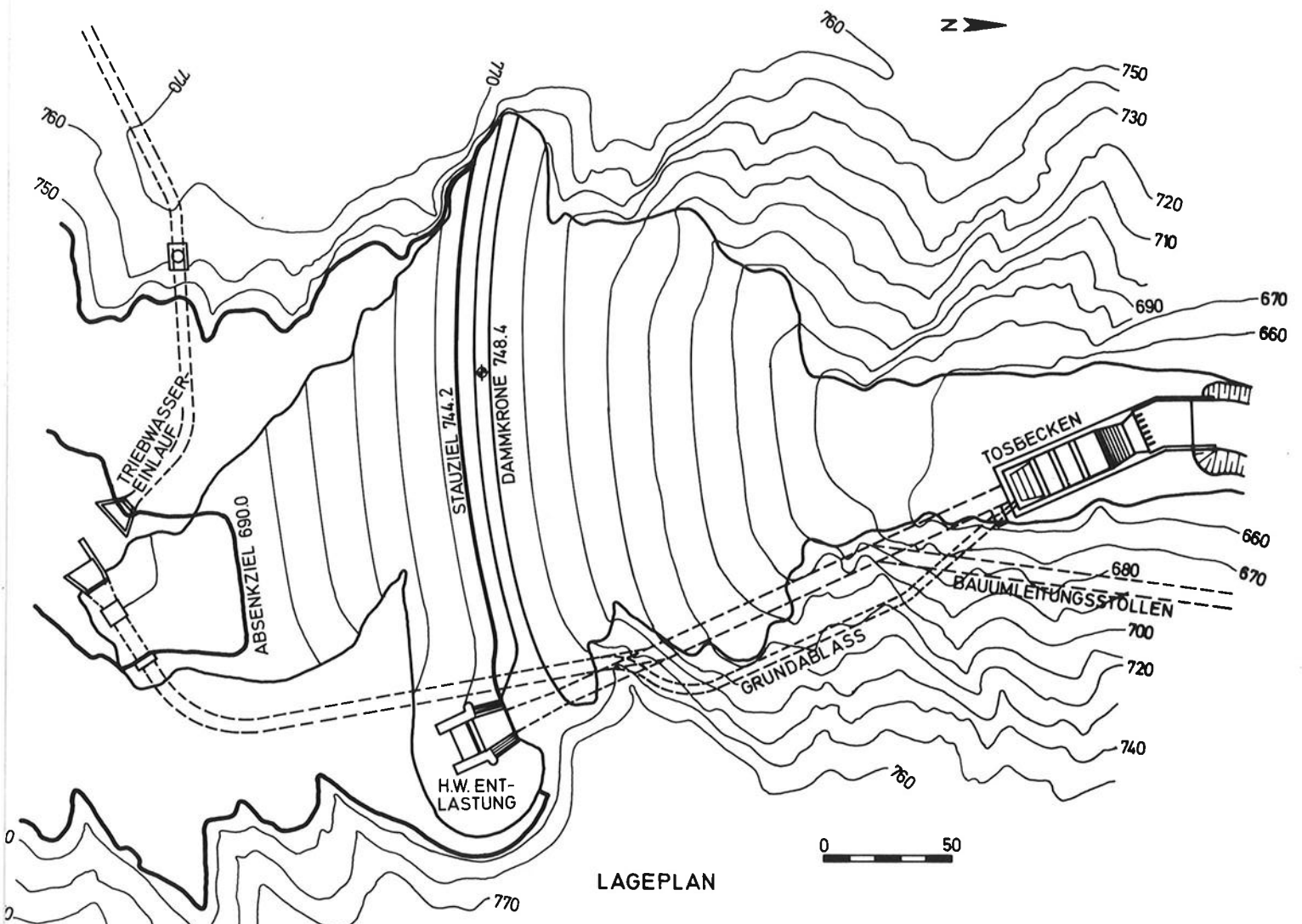
10) Nennbelastung: 290 000 t.

11) Gründungsgestein: Stauraum und Sperrenstelle liegen in der Molasse des Oligozän, die aus quer zum Tal streichenden Konglomeraten, Sandsteinen und Mergelschichten zusammengesetzt ist und in die sich die Bolgenach in einer 110 m tiefen Schlucht nacheiszeitlich eingesägt hat. Die Sperrenstelle liegt in den mächtigen Sandsteinbänken der Bausteinzone, denen wieder Mergel zwischengelagert sind. Kulissenartige harte Felsrippen zwischen den weicherer Lagen ergeben unruhige Geländeformen. Am alten Talboden 40 m über Stauziel steht Dammschüttgut in ausreichender Menge mit guter Kornabstufung, guter Verdichtbarkeit und hohem Reibungswinkel zur Verfügung.

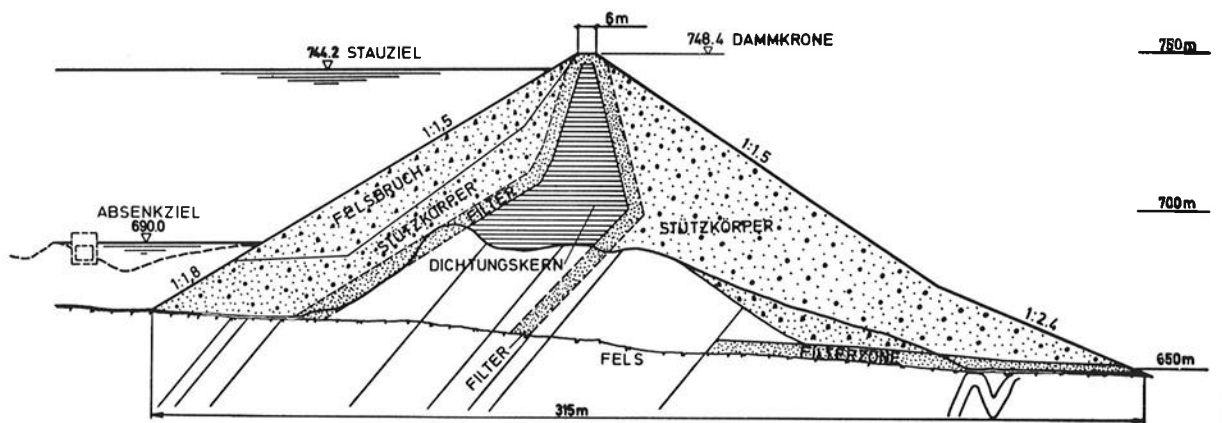
12) Hauptmaße:

a) Höhe über Gründungssohle	92 m
Kronenlänge	240 m
Kronenbreite	6 m
Basisbreite	315 m
Böschung wasserseitig	1 : 1,5 - 1 : 1,8
luftseitig	1 : 1,5 - 1 : 2,4
b) Aushub	50 000 m ³
Dammschüttung	1 200 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	3,4
Gründungskennzahl	0,04
Bauaufwand	4,15 m ³ /t.

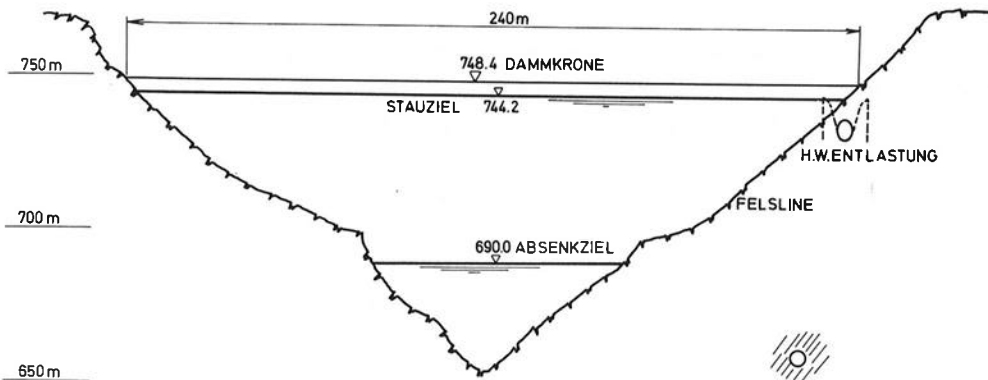
13) Besondere Merkmale: Von der ursprünglich geplanten Gewölbemauer wurde wegen der uneinheitlichen Geologie Abstand genommen. Fels- und Kiesschüttdamm mit leichter Krümmung in das Gelände eingebettet. Oben lotrechter, unten gegen die Wasserseite zu schrägliegender Kern aus dichtem Moränenmaterial schließt an eine 20 m mächtige Mergelbank des Untergrundes an, was besondere Dichtungsmaß-



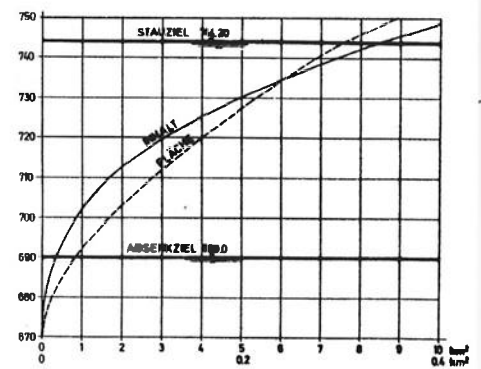
LAGEPLAN



QUERSCHNITT



LÄNGENSCHNITT



nahmen im Untergrund überflüssig macht.

Wechselagerung mit festen Sandsteinen begrenzt örtliche Rutschneigung der Mergel-Zwischenlagen im Stauration auf ungefährliche Kleinbereiche.

- 14) Einzelheiten: Standsicherheitsnachweis auf elektronischer Rechenanlage nach Krey-Bishop für kreisförmige Gleitkreise durchgeführt. Bodenkennwerte an der Technischen Hochschule Darmstadt ermittelt. Kleinste Sicherheiten 1,36 für Normalfälle, 1,26 für die wassergesättigte Wasserseite bei rascher Speicherabsenkung und 1,14 für Lastfälle mit Erdbebenwirkung nachgewiesen. Die größte Setzung des Dammes wurde nach der Finite Element-Methode zu 17 cm und seine größte Verschiebung in der Horizontalen zu 6 cm errechnet.

Kern an der Krone 5 m stark, an der Basis so verbreitert, daß er die Mergelschicht voll überdeckt. Aus Moränenmaterial mit 80 mm Größtkorn, Durchlässigkeit 10^{-7} bis 10^{-10} m/s, geschüttet und mit Rüttelwalzen verdichtet.

Beidseits des Kerns 4 m breite Filterzonen aus schwach durchlässigem Schotter bis 200 mm Korngröße. Wasserseitiger Stützkörper im Inneren aus Schotter mit 400 mm Größtkorn, in der Außenzone aus Steinbruchmaterial, luftseitiger Stützkörper aus Schotter bis 400 mm bestehend.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Wegen direkten Kernanschlusses an die kräftige Mergelschicht kein Tiefenschirm erforderlich. Klüfte in der Aufstandsfläche im Bereich des Sandsteines durch Spritzbeton und Mörtelauspressungen gedichtet.

- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung des Dammes, Verformungen durch Setzpegel und Stangenextensometer im luftseitigen Stützkörper überprüft, im Kern je ein horizontales und vertikales Extensometer. Überwachung des Anpreßdruckes an die wasserseitige Felsrippe durch Telepreßmeter. Porenwasserdruckmesser, 1 Piezometer am linken Hang. Sickerwassermengen in den Drainagen gemessen.

- 17) Entlastungsanlagen:

a) Hochwasserüberlauf mit Stauklappe 14 x 3,4 m und beidseits anschließend je 12 m fester Überfallkrone auf der rechten Talflanke (VB). Schrägschacht und Stollen \varnothing 5,6 m leiten das Wasser ins Tosbecken flußabwärts vom Dammfuß. Ablauf im Modell am Oskar v. Miller-Institut in Oberrach untersucht. Klappe allein fördert ohne Überstau MHQ $160 \text{ m}^3/\text{s}$. RHHQ $430 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $4,6 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ der Bolgenach plus $20 \text{ m}^3/\text{s}$ der Subersachbeileitung wird mit 1,7 m Überstau (2,5 m restlicher Freibord) abgeführt.

b) Grundablaß vom Umlaufstollen in der rechten Talflanke abzweigend (VB). Zwei übereinanderliegende Einläufe auf 668 m bzw. 678 m, Stollen mit Kreisprofil \varnothing 5,0 m nach 230 m durch Betonpropf nachträglich verschlossen, hinter dem der Schrägschacht vom HW-Überlauf mündet. Vor dem Betonpropf Abzweig des 155 m langen gepanzerten Grundablaßstollens \varnothing 2,3 m, in Schieberkammer am Tosbecken 2 Tiefschützen. Fördert $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

- 18) Triebwasserfassung: Einlauf am linken Talhang unmittelbar beim wasserseitigen Dammfuß auf Höhe 690 m, Rechenquerschnitt 40 m^2 . Anschließend 103 m Flach-

strecke zum Naßschacht mit Absperrschütze, Druckstollen \varnothing 3,3 m für 32 m³/s
ausgebaut.

- 19) Baukosten einschließlich Baustelleneinrichtung auf Preisbasis 1976: 312 Mio S.
- 20) Schrifttum: Noch keine ausführliche Veröffentlichung.

59 (36) BOCKHARTSEE-DAMM

- 1) Sperrtyp: 33 m - ERC
Felsschüttdamm mit lotrechtem Asphaltbetonkern, auf Fels gegründet.
- 2) Geographie: 47°04' N, 13°04' O
Gewässer: Unterer Bockhartsee
Flußgebiet: Naßfelderache, Gasteinerache, Salzach, Inn
Nächster Ort: Badgastein.
- 3) Bauherr: Salzburger Aktiengesellschaft für Elektrizitätswirtschaft (SAFE)
Schwarzstraße 44, A-5020 Salzburg.
- 4) Kraftwerk: Werksgruppe Bockhartsee mit 3 Stufen:
Naßfeld (281 m, 28 MW, 9 GWh und Pumpspeicherung)
Böckstein (453 m, 43 MW, 68 GWh)
Zottelau (206 m, 20 MW, 58 GWh).
Die zur Füllung des Speichers nötige Pumpleistung im KW Naßfeld von 34 MW (Pumpstrombedarf 5 GWh) steht darüber hinaus auch für einen Wälzbetrieb zur Verfügung.
- 5) Baujahre: In Vorbereitung und wasserrechtlich behandelt, aber noch kein Baubeschluß.
- 6) Hydrologie: Das eigene Einzugsgebiet des Unteren Bockhartsees reicht zur Speicherfüllung nicht aus, zumal aus Gründen des Landschaftsschutzes eine Mindestwasserabgabe an den unterhalb liegenden Schleierfall vorgeschrieben ist. Das Restwasser in dem in Klammern beigefügten Ausmaß muß vom Fassungsbecken der Stufe Böckstein hochgepumpt werden.

Eigenes Einzugsgebiet	5 km ² mit	9 hm ³	
Naßfeld	37 km ² mit	59 hm ³	(5 hm ³)
Zusammen	42 km ² mit	68 hm ³	(5 hm ³).

Durch Beileitung vom Hüttwinkeltal könnte ein weiteres Gebiet von 21 km² mit 28 hm³ an die Werksgruppe angeschlossen werden, wodurch sich deren Regelarbeitsvermögen um 41 GWh erhöhen würde.

7) Stauraum: Jahresspeicher mit teilweiser Pumpfüllung und zusätzlichem Pumpspeicherbetrieb.

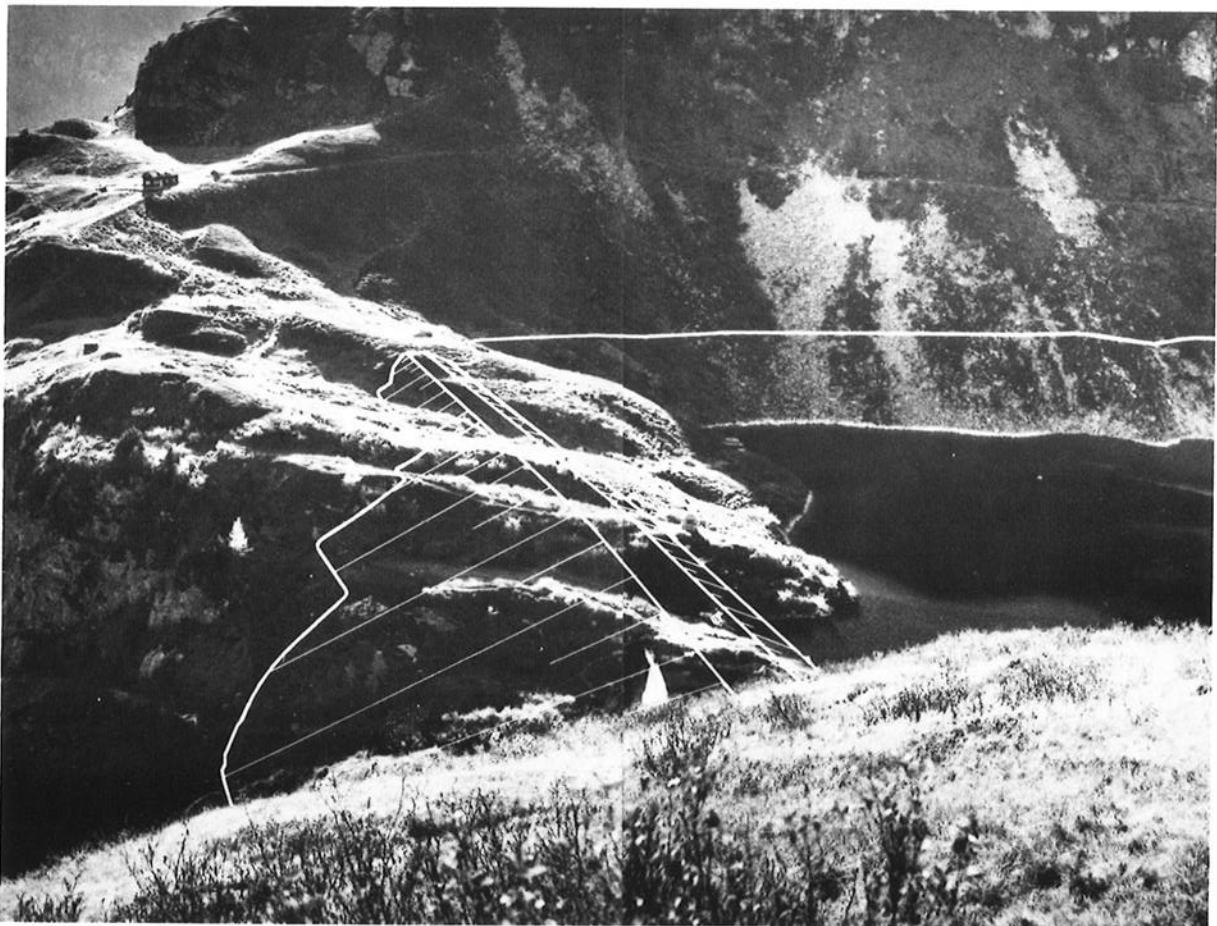
a) Wasserspiegel - Stauziel		1872,5 m
	Speicherschwerpunkt	1849 m
	Absenkziel	1812 m
	Natürlicher Seespiegel	1847 m
b) Inhalt	- Gesamtinhalt	14,8 hm ³
	Nutzinhalt	14,2 hm ³
	Rückhaltevermögen	0,21
c) Geometrie	- Staupfläche	0,41 km ²
	Uferlänge	2,8 km
	Uferentwicklung	1,23

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

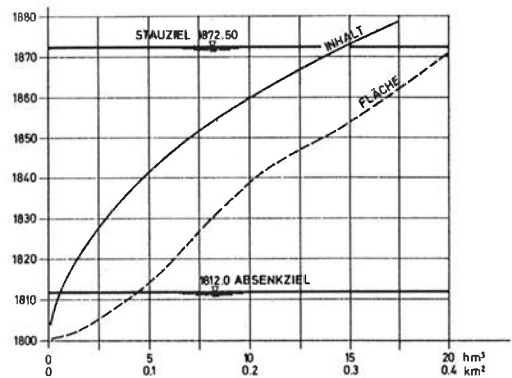
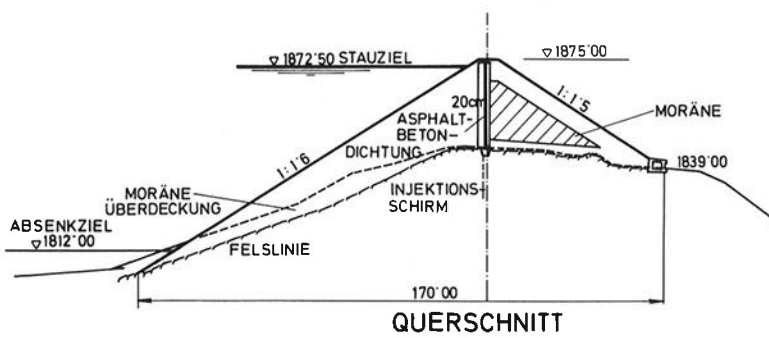
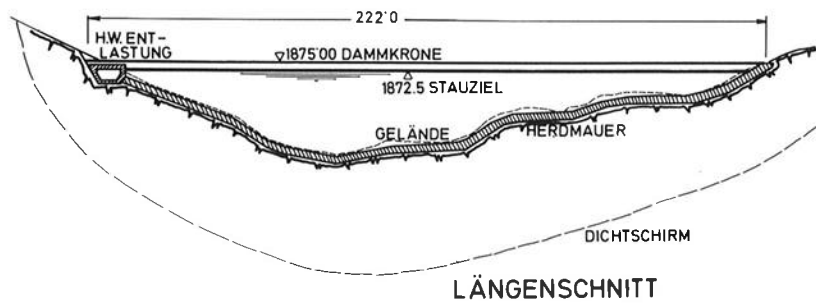
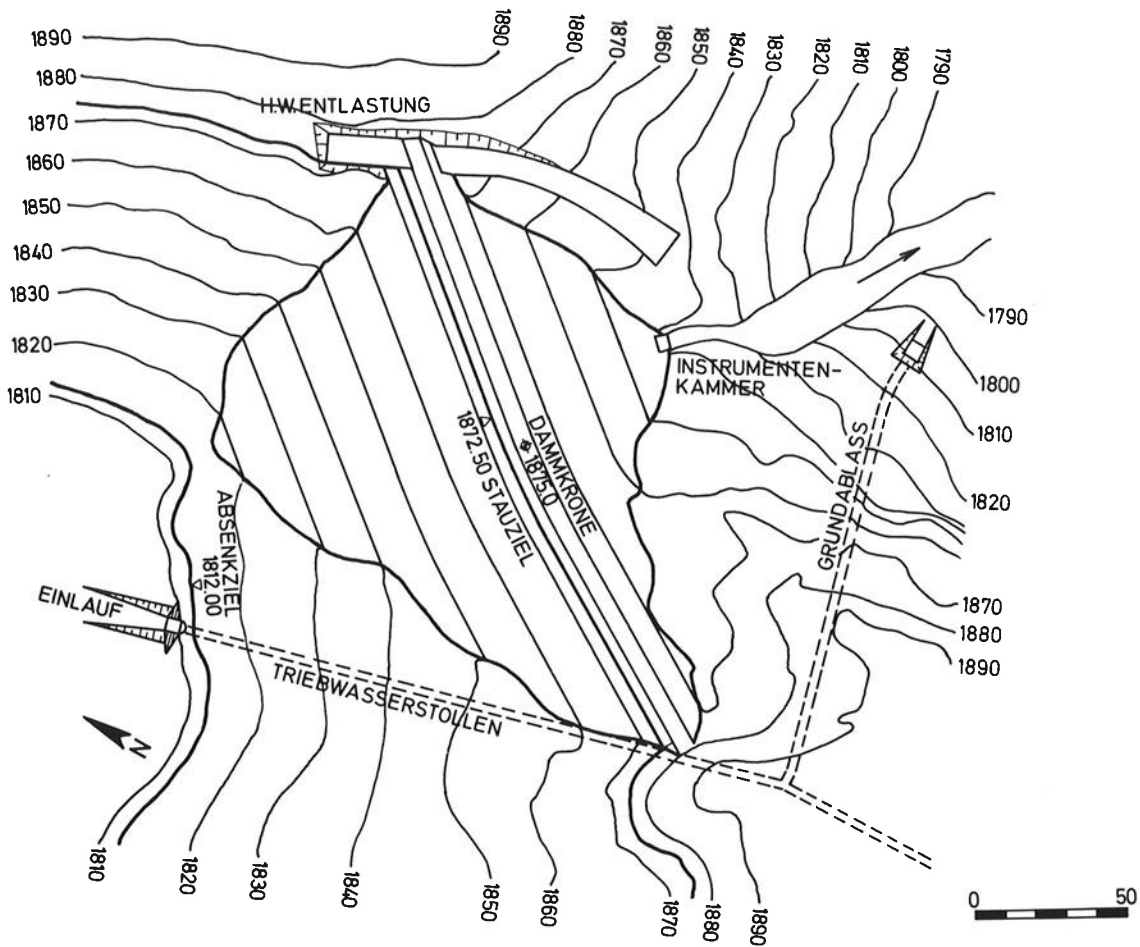
a) Bezogen auf die eigene Werksgruppe:

Naßfeld	9	GWh (320 Stunden)
Böckstein	14,5	GWh (330 Stunden)
Zottelau	6,5	GWh (325 Stunden)
<hr/>		
Werksgruppe	30	GWh

Die zur Speicherfüllung hochzupumpenden 5,4 hm³ erfordern einen Pumpeinsatz von 5 GWh durch 150 Stunden.



59 Bockhartsee-Damm



- b) Fernwirkung auf 1977 in Betrieb und in Bau befindliche Unterliegerstufen an der Gasteinerache, der Salzach, dem Inn und der Donau:

Gewinn zugunsten von	Österreich	BRD
Gasteinerache und Salzach	5 GWh	-
Inn	1 GWh	1 GWh
Donau	2 GWh	-
Zusammen	8 GWh	1 GWh
	9 GWh	

- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Nutzung des natürlichen Bockhartsees als Jahrespeicher für eine dreistufige Kraftwerksgruppe, die einen erheblichen Anteil des Leistungsbedarfes im Bundesland Salzburg decken soll. Möglichst wirtschaftliche Ausnützung der berührten Wasserläufe abgestimmt mit ökologischen Rücksichtnahmen auf Landschaftsschutz und Quellschutz im Gasteiner Thermalgebiet.
- 10) Nennbelastung: 32 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Glaziale Felsschwelle aus Granitgneis mit glatter, wenig gegliederter Oberfläche und sehr geringer Überlagerung durch Moräne. Die Dichtheit des Untergrundes ist in Probebohrungen erkundet und im übrigen auch durch die Dichtheit des vorhandenen Sees gewährleistet.
- 12) Hauptmaße:
- | | |
|-------------------------------------|-------------------------|
| a) Höhe über Gründungssohle (Sporn) | 33 m |
| Mittlere Höhe über den Fußpunkten | 51 m |
| Kronenlänge | 222 m |
| Kronenbreite | 6 m |
| Fundamentbreite | 170 m |
| Böschung wasserseitig | 1 : 1,6 |
| Böschung luftseitig | 1 : 1,5 |
| b) Aushub (Moräne) | 50 000 m ³ |
| Dammschüttung | 245 000 m ³ |
| c) Schlankheitsgrad | 3,33 |
| Gründungskennzahl | 0,2 |
| Bauaufwand | 7,65 m ³ /t. |
- 13) Besondere Merkmale: Sowohl aus wirtschaftlichen Überlegungen wie aus Gründen des Landschaftsschutzes ist das Abschlußbauwerk als Damm geplant. Seine Situierung auf einem schmalen Felsrücken gibt eine sehr lange wasserseitige Böschung, die zur Wahl der Kerndichtung den Ausschlag gab.
- 14) Einzelheiten: Standsicherheit des Dammes mit Gleitkeilverfahren von Nonveiller-Reinius unter Berücksichtigung des Kernseitendruckes und Erdbebenzuschlag größer als 1,5 ermittelt. Die Böschungen weisen bei den gleichen extremen Bedingungen Sicherheiten von 1,45 an der Wasserseite und 1,42 an der Luftseite auf.

Gewinnung des Schüttgutes im Steinbruchbetrieb an der rechten Talflanke in unmittelbarer Dammnähe vorgesehen, mit Größtkorn 70 cm im wasserseitigen Stützkörper eingebaut. Für den luftseitigen Stützkörper soll anstehendes Moränenmaterial verwendet werden, das auf einem 3 m hohen Basisfilter aufruhrt und mit einer 7 m mächtigen Steinschüttung abgedeckt ist. Der Anschlußbereich zwischen Kern und Stützkörper wird mit Größtkorn 20 cm geschüttet werden. Der Asphaltbetonkern soll von unten 70 cm auf oben 50 cm abnehmende Dicke haben.

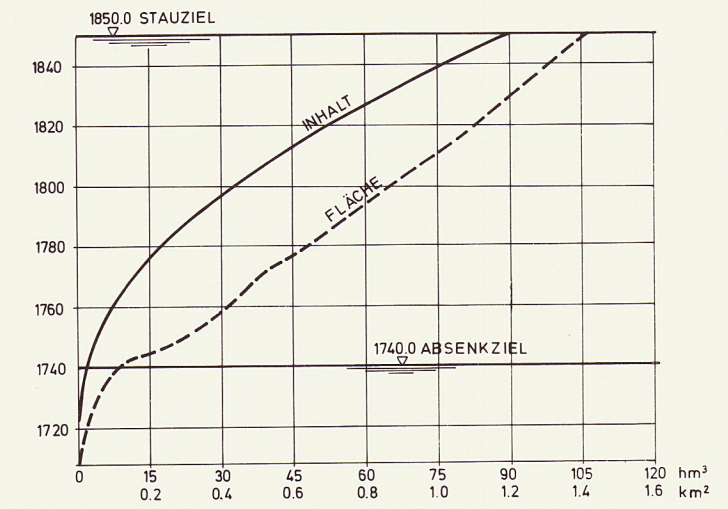
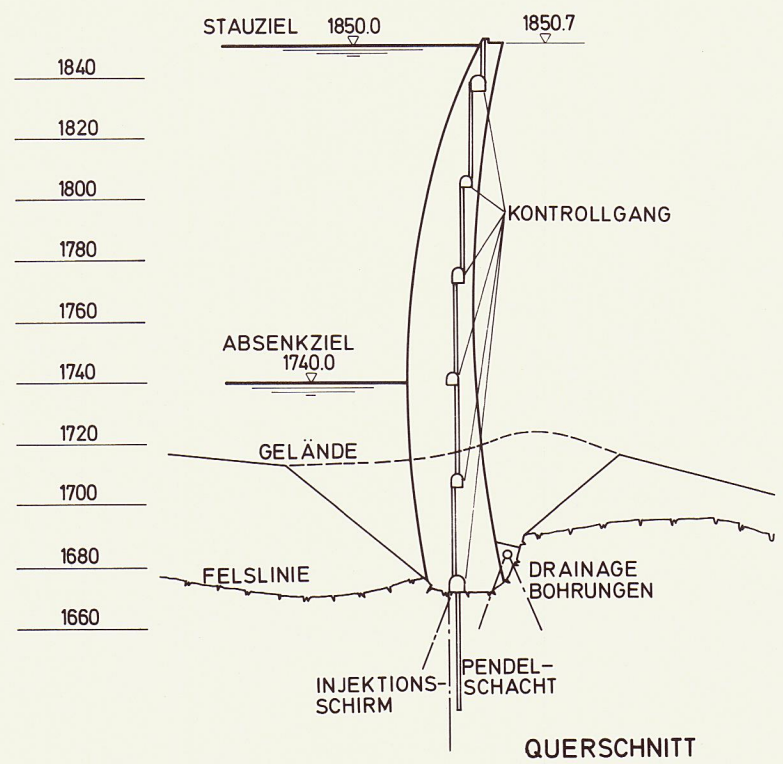
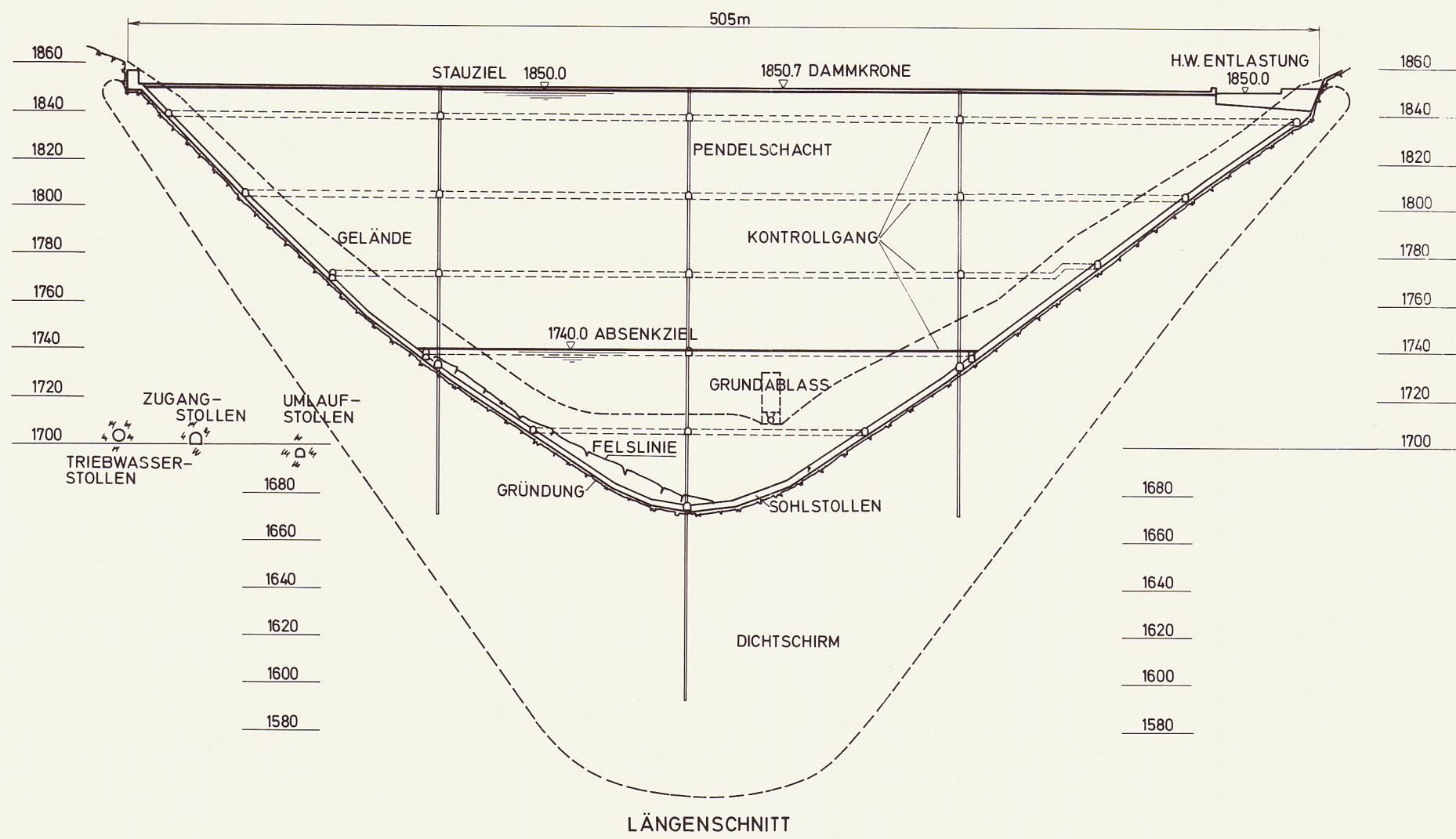
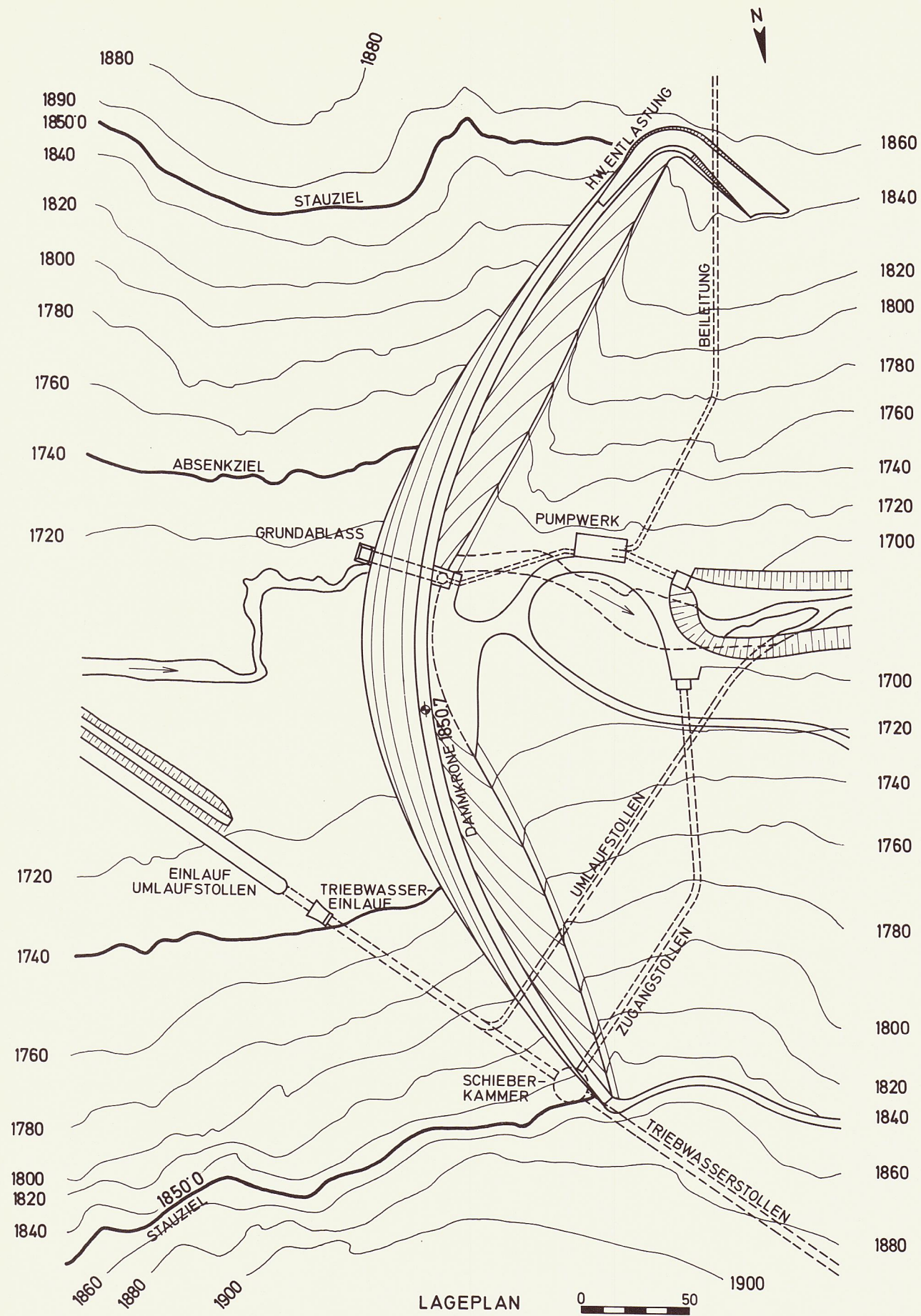
- 15) Dichtungsmaßnahmen: Der Dichtungskern setzt sich mit einer 2 m tiefen Betonherdmauer in den Felsuntergrund fort. Dazu kommen Kontaktinjektionen mit 3 - 5 m Tiefe und ein Dichtungsschirm im Fels von voraussichtlich 20 - 30 m Tiefe.
- 16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung der Krone und Böschungen mit insgesamt 16 Zielpunkten. Im Kern soll der Seitendruck und die zugehörige Vertikalspannung mit 6 Ventilgebern, die Horizontalverformung mit einem Stangendeformometer beobachtet werden. Der Setzungsmessung im Dammkörper werden 2 Schlauchwaagen dienen. Sickerwasser aus dem Kern und dem Hang wird in 4 Einzel- und 1 Summen-Meßstelle überwacht, der Gebirgswasserspiegel in 5 luftseitigen Piezometern.
- 17) Entlastungsanlagen:
 - a) Freier Hochwasserüberlauf linksufrig (LB) mit 22 m Überfalllänge und Schußrinne in das Bett des Seeabflusses. Fördert bei 1 m Überstau $44 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - b) Grundablaß vom Triebwassereinlauf abzweigend (VB), Stahlrohr $\varnothing 1,0 \text{ m}$ im Rohrstollen 147 m lang, zwei hintereinander liegende Drosselklappen $\varnothing 0,9 \text{ m}$. Fördert $12 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - c) Gesamtförderfähigkeit $56 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend einem spezifischen Abfluß von $11 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ des See-Einzugsgebietes.
- 18) Triebwasserfassung am Seegrund 50 m vom Dammfuß entfernt. Einlauf mit 28 m^2 Grobrechen, 24 m^2 Feinrechen und dazwischen liegendem Dammtafel-Notverschluss. Anschließend Stollen $\varnothing 2,1 \text{ m}$ für $11,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Nach 212 m Abzweig des Grundablasses, nach weiteren 162 m Wasserschloß mit Absperrschütze und Übergang zum Schrägschacht $\varnothing 1,6 \text{ m}$.
- 19) Baukosten derzeit noch nicht endgültig abzuschätzen.
- 20) Schrifttum: Noch keine Veröffentlichung.

60 (2) SPERRE ZILLERGRÜNDL

- 1) Sperrtyp: 180 m - VA
Gewölbemauer mit elliptischen Horizontalschnitten und veränderlicher Bogendicke.
- 2) Geographie: 47°07' N, 12°03' O
Gewässer: Ziller
Flußgebiet: Inn
Nächster Ort: Mayrhofen.
- 3) Bauherr: Tauernkraftwerke AG (TKW)
Rainerstraße 29, A-5020 Salzburg.
- 4) Kraftwerk: Erweiterung der Werksgruppe Zemmkraftwerke, Ausnützung in den beiden Stufen:
Häusling (694 m, 350 MW, 174 GWh, Pumpleistung 350 MW)
Mayrhofen (470 m, 345 MW, im Endzustand 618 GWh).
- 5) Baujahre: Voraussichtlich 1981 - 1984, erster Vollstau im Jahre 1985, Teilstau auf Höhe 1800 m im Jahre 1984.
- 6) Hydrologie: Das Einzugsgebiet der Sperrenstelle wird durch die Beileitung von 2 linksufrigen Seitenbächen des Ziller mit 7 km Stollen und von 2 Bächen aus dem benachbarten Gerlosgebiet mit 5 km Stollen erweitert.

Eigenes Einzugsgebiet	30 km ² mit	49 hm ³
Beileitungen	38 km ² mit	61 hm ³
Zusammen	68 km ² mit	110 hm ³
- 7) Stauraum (Jahresspeicher):
 - a) Wasserspiegel - Stauziel 1850 m
Schwerpunkt 1808 m
Absenkziel 1740 m
 - b) Inhalt - Gesamtinhalt 90 hm³
Nutzinhalt 89 hm³
Rückhaltevermögen 0,80
 - c) Geometrie - Staufläche 1,41 km²
Uferlänge 6,3 km
Uferentwicklung 1,50
- 8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer:

a) Bezogen auf Häusling	164 GWh	(470 Stunden)
Mayrhofen	76 GWh	(220 Stunden)
eigene Werksgruppe	240 GWh	



b) Fernwirkung auf die 1977 in Betrieb und in Bau befindlichen Unterliegerwerke an Inn und Donau:

Zugunsten	Österreich	BRD
Inn	7 GWh	22 GWh
Donau	14 GWh	1 GWh
Zusammen	21 GWh	23 GWh
44 GWh		

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Erhöhung der Speicherkapazität der Zemmkraftwerke und Erweiterung dieser Werksgruppe zum größten Speicherwerk des österreichischen Verbundnetzes mit 925 MW Gesamtleistung und 1076 GWh Regelarbeitsvermögen ohne die zusätzlich mit einer Leistungsspanne von 1650 MW mögliche Pumpspeicherung. Die Fallhöhe zwischen dem Speicher und der 1977 in Betrieb genommenen Zillerbeileitung zum Stillupspeicher wird in der Ziller-Oberstufe Häusling ausgenutzt, die ebenso wie die bestehende Zemm-Oberstufe Roßhag mit Speicherpumpen ausgestattet werden soll.

10) Nennbelastung: 2 100 000 t.

11) Gründungsgestein: Die Sperre wird im Zentralgneis gegründet, der im höheren Bereich beider Talflanken unmittelbar ansteht, in der Talsohle jedoch bis zu 40 m von Alluvionen überlagert ist.

12) Hauptmaße:

a) Größte Höhe über Gründungssohle	180 m
Kronenlänge	505 m
Kronenbreite	6 m
Basisbreite im Mittelschnitt	26 m
Kronenradius im Scheitel	250 m
Kronenradius am Kämpfer	600 m
b) Sperrenaushub: Überlagerung	270 000 m ³
Fels	150 000 m ³
Gesamt	420 000 m ³
Sperrbeton	980 000 m ³
c) Schlankheitsgrad	0,145
Relative Spannweite	2,8
Gründungskennzahl	0,43
Bauaufwand	0,47 m ³ /t.

13) Besondere Merkmale: Die nahezu symmetrische Talform und die gute Felsqualität schaffen günstige Voraussetzungen für den Bau einer schlanken Gewölbemauer. Aus Voruntersuchungen für Sperrern mit Kreis-, Ellipsen- und Parabelbögen hat sich als günstigste Form eine Sperre mit elliptischen Horizontalschnitten ergeben, deren Dicke gegen die Kämpfer zunimmt.

- 14) Einzelheiten: Standberechnung für 5 Lastfälle nach dem Lastaufteilungsverfahren mit 9 Kragträgern und 5 Bogenlamellen. Sohlwasserdruck mit 0,25 des statischen Wasserdruckes auf Null abnehmend angenommen. Die größten Hauptspannungen ergaben sich zu 78 kp/cm^2 Druck und 19 kp/cm^2 Zug.

Für die Betonbereitung herrschen die gleichen Vorbedingungen wie für die Sperre Schlegeis. Einzelheiten der Betontechnologie werden erst bei Baubeginn festgelegt. Es ist beabsichtigt, wie bei der Schlegeissperre einen Sonderzement mit Schlackenbeimengung zu verwenden, um besondere Kühlmaßnahmen zu vermeiden. Die Sperre soll in Blöcken von 20 m Länge mit Betonierhöhen von 3 m errichtet werden.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Nach den bisherigen geologischen Erkundungen ist der Felsuntergrund zwar etwas durchlässiger als bei der Schlegeissperre, bietet aber doch ähnliche Injektionsbedingungen. Es ist ein Dichtungsschirm bis zu 100 m Tiefe unter der Aufstandsfläche vorgesehen. An der Luftseite der Sperre sind Drainagebohrungen beabsichtigt.

- 16) Meßeinrichtungen: Nach dem vorläufigen Projektstand sollen die Meßeinrichtungen umfassen:

- geodätische Überwachung und Nivellement der Sperrenkrone;
- 3 Pendellote mit Fortsetzung in den Felsuntergrund;
- Temperaturmessungen des Betons im Mittelschnitt;
- Klinometer und Sohlwasserdruckglocken in der Aufstandsfläche;
- Piezometer zur Überwachung des Bergwasserspiegels.

Die endgültige Festlegung des Instrumentariums erfolgt bei Baubeginn aufgrund der Erkenntnisse aus dem Baugrubenaushub und unter Berücksichtigung der Erfahrungen mit den Meßergebnissen der Gewölbesperren Schlegeis und Kölnbrein.

- 17) Entlastungsanlagen:

- a) Hochwasserüberlauf am linken Sperrenflügel (LB), Ableitung der Überlaufmenge im Kanal um den Sperrenflügel herum und sodann über den Felshang in sicherer Entfernung von der Sperre. Abfuhrfähigkeit $165 \text{ m}^3/\text{s}$ bei 1,35 m Überstau, verbleibender Freibord 0,65 m.
- b) Grundablaß durch die Sperre (VO) auf Höhe 1715 m, mit Einlaufrechen und Dammtafelverschluß, anschließend 145 m lange Rohrleitung $\varnothing 2,0 \text{ m}$ zu einem Kegelstrahlschieber $\varnothing 1,2 \text{ m}$. Leistet bei Vollstau $41 \text{ m}^3/\text{s}$.
- c) Umlaufstollen vom Triebwasserstollen im Bereich der Schieberkammer abzweigend, 200 m lang, $\varnothing 2,4 \text{ m}$, Leistungsfähigkeit $46 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend dem zehnjährigen Hochwasser.
- d) Gesamtabfuhr $206 \text{ m}^3/\text{s}$ entsprechend $6,9 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$ für das eigene Einzugsgebiet. Die Normalabfuhr des freien Überlaufs allein entspricht $5,5 \text{ m}^3/\text{s.km}^2$.

- 18) Triebwassereinlauf: Rechtsufrig 50 m von der Sperre entfernt mit Einlaufschwelle auf Höhe 1731 m, Rechen und Dammtafelverschluß. Nach 120 m Schieberkammer mit 2 Drosselklappen $\varnothing 3,4 \text{ m}$, der anschließende Druckstollen $\varnothing 3,8 \text{ m}$ fördert $65 \text{ m}^3/\text{s}$ im Turbinenbetrieb und $46 \text{ m}^3/\text{s}$ im Pumpenbetrieb.

- 19) Baukosten: Schätzung auf Preisbasis 1976: 900 Mio S.

- 20) Schrifttum: Bisher noch keine Veröffentlichungen.

2. TEIL

GROSSE FLUSS - STAUWERKE

ERLÄUTERUNGEN

Auf internationaler Ebene ist die bei uns übliche Unterscheidung zwischen einer Talsperre im strengen Wortsinn (also einem Bauwerk mit fester Stauwand) und einem Flußwehr mit beweglicher, im Bedarfsfall ausfahrbarer Stauwand zumeist verwischt. Die vorliegende Talsperrenstatistik paßt sich dem an, indem sie große Flußstauwerke einbezieht und dabei erstmals auch eine Beschreibung mit möglichst gleichem Aufbau wie jene der eigentlichen Talsperren versucht. Dies ist freilich nur bedingt möglich. Schon das ordnende Element der Nennbelastung läßt sich nicht auf Flußstauwerke anwenden, auch spielt das Kraftwerk als Teil der Stauwand eine ganz andere Rolle als bei den Talsperren. Mit einigen Zugeständnissen läßt sich dennoch viel Wissenswertes unter den gleichen oder sehr ähnlichen 20 Gesichtspunkten wie im 1. Teil zusammenfassen. Die Stichworte bedürfen freilich einer neuerlichen, teilweise modifizierten Erläuterung.

- 1) Sperrentyp: Im ICOLD-Weltregister der Talsperren werden Flußstauwerke folgerichtig als Gewichtssperren bezeichnet. Zusätzlich ist aber noch zu kennzeichnen, ob es sich um einen einheitlichen Baukörper aus Wehr und Krafthaus im Fluß (PGR) oder in einem kurzen Durchstich (PGB) oder um ein Ausleitungskraftwerk mit Wehr und Krafthaus an verschiedenen Orten und einem Kanal oder Stollen als Verbindung (PGC) handelt. Der letztgenannte Typ liegt zwar bei keinem der beschriebenen Stauwerke vor, scheint aber in der Übersichtstabelle der Flußstauwerke mehrmals auf.

Die charakteristische Höhe des Stauwerks wird sinngemäß zur Sperrhöhe definiert als Höhe der Wehrpfeiler von der Gründungssohle bis zur oberwasserseitigen Pfeilerplattform, die in der Regel einen mit Talsperren vergleichbaren Freibord läßt. Pfeileraufbauten wie Brücken, Windwerkshäuser o.dgl. bleiben bei Bestimmung dieser charakteristischen Höhe außer Betracht und gehen nur in die unter 12) definierte Bauwerkshöhe ein.

- 2) Geographie: Neben den Koordinaten und der nächsten größeren Siedlung ist vor allem die Lage im Flußlängenprofil (Fluß-Kilometer) maßgeblich und bietet sich als Ordnungselement zur Reihung der Werke in Fließrichtung des Gewässers an.
- 3) Bauherr: Die genaue Anschrift soll direkten Kontakt im Falle eingehenden Interesses erleichtern.
- 4) Kraftwerk: Unter diesem Stichwort beschränkt sich die Charakteristik auf den Kraftwerkstyp (in der Regel ein Laufkraftwerk) und die energiewirtschaftlichen

Kenndaten: Fallhöhe bei mittlerem Unterwasserstand, Höchstleistung und Arbeitsvermögen im Regeljahr. Technische Einzelheiten des Krafthauses sind unter 18) zusammengefaßt.

5) Baujahre: Die angegebene Bauzeit reicht meist über das Datum der Stauerrichtung hinaus, da weitere Maschinensätze erst nach und nach hinter Notverschlüssen eingebaut werden.

6) Hydrologie: Außer dem Einzugsgebiet und dem in m^3/s angegebenen mittleren Jahreszufluß interessiert bei Laufwerken auch der Schwankungsbereich zwischen Niederwasser und Hochwasser, der mit den betreffenden mittleren Werten gekennzeichnet ist. Die Hydrologie bestimmt auch den Ausbaudurchfluß, der in seiner Beziehung zum Jahresmittelwasser den Kennwert "Ausbaugrad" ergibt.

7) Der Stauraum eines Flußstauwerks hat grundsätzlich andere Funktionen als jener hinter einer Talsperre. Er dient der Gewährleistung einer ausreichenden Fallhöhe, kaum aber einer Wasserspeicherung. Dementsprechend sind auch die Kenndaten anders auszuwählen.

Das Stauziel ist in den meisten Fällen ein jederzeit einzuhaltender Wasserspiegel. Wo eine Stauregelung zum Vorteil der Betriebsführung (Schwellbetrieb) zulässig oder aus Gründen des Hochwasserschutzes vorgeschrieben ist, wird dies besonders vermerkt.

Der Stauinhalt beim ersten Einstau gibt eine theoretische Kennzahl für die Größe des Stauraumes, kann aber sehr bald durch Verlandung reduziert werden und in seiner tatsächlichen Größe schwanken. Den Betriebsführer interessieren der erreichte Verlandungsgrad und seine weitere Tendenz oft mehr als die am Anfang vorhanden gewesene Größe. Einen Nutzinhalt gibt es nur dort, wo ein Schwellbetrieb mit variablem Oberwasserspiegel gefahren wird.

Die Staufläche bei Mittelwasser als bleibendes Maß dient zur Ermittlung eines potentiellen Schwellraumes. Die langgestreckte, schmale Form ist ein gemeinsames Kennzeichen aller Flußstauräume, weshalb die Staulänge als Kennwert ausreicht. Der unsicheren Definition der Stauwurzel wird man entgehen, wenn der Stauraum bis zur nächsten Oberliegerstufe reicht und von dieser bei allen Wasserführungen eindeutig begrenzt wird.

8) Energieinhalt und Aufbrauchsdauer haben nur dort einen Sinn, wo es einen Nutzinhalt für Schwellbetrieb gibt. Wo ein solcher fehlt, bleibt dieser Abschnitt ohne Angaben.

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Die Mehrzweckfunktion fällt bei Flußstauwerken wesentlich stärker ins Gewicht als bei den alpinen Speicherbecken. Besonderer Erwähnung bedarf es, wenn die nicht-energiewirtschaftlichen Vorteile auch mit Beitragsleistungen zu den Investitionskosten honoriert werden, worauf im Abschnitt 19 besonders hingewiesen wird.

10) Querschnittsbelastung: Die für die Talsperren gültige Definition der Nennbelastung läßt sich auf Flußstauwerke nicht anwenden. Dennoch scheint eine ähnliche Vergleichsgröße auch für diese wünschenswert. Mit dem Begriff "Quer-

schnittsbelastung" wird hier der Wasserdruck auf die Stauwand bezeichnet, die seitlich von den beiden Ufermauern, oben vom Stauziel und unten von der Oberwassersohle vor dem Wehrrücken und dem Krafthauseinlauf (Triebwassereinlauf), gegebenenfalls auch der Sohle vor dem Oberhaupt der Schiffschleusen begrenzt wird.

- 11) Gründungsgestein: Es gilt die gleiche Erläuterung wie im 1. Teil.
- 12) Hauptmaße: Dem Aufbau des Stauwerks aus mehreren zumeist deutlich gegeneinander abzugrenzenden Bauteilen entsprechend werden die Linearmaße vorteilhaft für Wehr, Krafthaus und eventuelle Schiffsschleusen getrennt angegeben. Für Wehr und Krafthaus ist die Längenerstreckung quer zum Fluß, die Breite in Fließrichtung aufzufassen, während bei Schiffsschleusen die umgekehrte Zuordnung sinnvoll erscheint. Die Höhe über Gründungssohle reicht bis zur Krone bzw. zum Dachsim des Bauteiles.

Die Raummaße lassen sich weniger gut auf einzelne Bauteile des Stauwerks aufteilen und werden daher auf das ganze Bauwerk bezogen. Sie enthalten somit notgedrungen auch den Aufwand für Schifffahrtseinrichtungen, die eigentlich als "Nebenanlagen der Talsperre" auszunehmen wären.

Die oft noch viel größeren Erdbewegungen und sonstigen Baumassen und Maßnahmen im Stauraum und in Unterwasserstrecken mit künstlicher Eintiefung sind gesondert ausgewiesen.

Die für Talsperren aufschlußreichen Verhältniszahlen wie Schlankheitsgrad, Gründungskennzahl und Bauaufwand sind bei Flußstauwerken sinnlos. Zu viele Randbedingungen sind nicht direkt zur Staufunktion in Beziehung zu setzen und verwischen daher die Aussage, etwa die Baggerungen für eine Krafthausbucht, der Bauaufwand für Schleusenmauern oder die Mitwirkung der Stahlverschlüsse am Stau.
- 13) Besondere Merkmale: Sinngemäß gilt das in den Erläuterungen zum 1. Teil gesagte. Ein zusätzliches Charakteristikum wird noch durch den verwendeten Turbinentyp gegeben, der sich maßgeblich auf den Krafthausquerschnitt auswirkt (stehende oder liegende Maschinen).
- 14) Einzelheiten: Auch hier kann man sich an die Grundsätze des 1. Teiles halten. Ergänzend bedarf aber auch die Art der Baugrube und ihrer Umschließung einer Erwähnung, da sie einen maßgeblichen Einfluß auf den Bauvorgang hat.
- 15) Dichtungsmaßnahmen sind, der geringen Stauhöhe entsprechend, weniger wichtig als bei hohen Talsperren, können aber in Einzelfällen immerhin Probleme aufwerfen, die einer Erwähnung wert sind.
- 16) Meßeinrichtungen: Das Instrumentarium für die Beobachtung des Verhaltens von Flußstauwerken ist wohl nicht so reichhaltig wie bei hohen Talsperren, verdient aber doch Erwähnung und Andeutung wichtiger Meßergebnisse.
- 17) Entlastungsanlagen: Hierunter ist wohl in erster Linie das bewegliche Stauwehr zu verstehen und zu beschreiben. Die Flächensumme aller an der Hochwasser-

abfuhr beteiligten beweglichen Verschlüsse ist ein das Stauwerk charakterisierender Wert; ins Verhältnis zum abgeführten Hochwasser gesetzt, gibt der "Verschlußaufwand" einen Kennwert für Vergleiche der Stauwehre untereinander. Darüber hinaus sind aber bei einigen Stauräumen auch Hochwasserentlastungen fernab vom Wehr angeordnet, worauf hinzuweisen ist. Wie bei den eigentlichen Talsperren ist auch bei den Flußwehren das abzuführende Hochwasser nicht einheitlich definiert. Bisweilen wird die Blockierung eines Wehrfeldes in die Rechnung eingeführt. Bei den Donaustufen werden die Schiffsschleusen zur Mitwirkung bei der Abfuhr größter Hochwässer herangezogen.

- 18) Triebwasserfassung: Als eigener, mit dem Stauwehr örtlich verbundener Bauteil kommt eine solche nur bei Ausleitungskraftwerken vor, die unter den beschriebenen Staukraftwerken völlig fehlen. Bei diesen nimmt das Krafthaus die Stelle der Triebwasserfassung ein und wird hinsichtlich seiner baulichen Ausführung und der Maschinenausrüstung beschrieben. Hierbei ist auch die Achslage des Turbinenlaufrades im Verhältnis zum mittleren Unterwasserspiegel erwähnenswert, weil diese Beziehung besonders bei vertikalen Maschinensätzen die Fundierungstiefe und damit den Bauaufwand maßgeblich beeinflusst.
- 19) Baukosten: Die Verknüpfung aller Bauteile eines Flußstauwerks miteinander und ihre Mitwirkung am Aufstau sind so mannigfaltig, daß eine Herauslösung von nur dem Stau zuteilbaren Kosten unmöglich wird. Es werden deshalb die Gesamtbaukosten einschließlich der maschinell-elektrischen Ausrüstung angegeben und tunlichst auf einige wenige Hauptposten aufgeschlüsselt.
- 20) Schrifttum: Es gilt das gleiche wie für den 1. Teil.

LEGENDE ZUR ÜBERSICHTSTABELLE GROSSER FLUSS-STAUWERKE

Abweichend von der Tabelle aller Talsperren im 1. Teil beschränkt sich die folgende Tabelle auf die markantesten Flüsse mit Wasserkraftnutzung: Unterer Inn, Donau, Enns und Drau. Die dort bestehenden oder in Bau befindlichen Stauwerke haben in der Regel eine Querschnittsbelastung von mehr als 10 000 t, doch sind auch kleinere Stauwerke mit aufgenommen, wenn sie zur lückenlosen Stufenkette gehören. Die Kenngrößen halten sich so weit als möglich an jene der Talsperrenübersicht im 1. Teil, doch sind einige Abweichungen nötig, um dem besonderen Charakter der Flußstauwerke Rechnung zu tragen.

Spalte 1: Die Verwendung der Vorzahl 200 soll auf die Einordnung in den 2. Teil hindeuten. Die Nummerierung ist in Fließrichtung der Gewässer vorgenommen; fehlende Nummern sind für geplante Stufen reserviert.

Spalte 2: Wo bei Ausleitungskraftwerken der Name des Stauwerks von dem des Kraftwerks abweicht, ist der letztgenannte in Klammer beigefügt.

Spalte 3: Die Symbole für den Stauwerkstyp sind in Erläuterung 1 definiert.

Spalte 4: Der Bauherr ist mit der offiziellen Abkürzung zitiert:

DKJ	Donaukraftwerk Jochenstein AG
DoKW	Österreichische Donaukraftwerke AG
EKW	Ennskraftwerke AG
IW	Innwerk AG in Töging / BRD
ÖBK	Österreichisch-Bayerische Kraftwerke AG
ÖDK	Österreichische Draukraftwerke AG
STEWEG	Steirische Wasserkraft- und Elektrizitäts-AG

Spalte 5: Eine den Baujahren in Klammern hinzugefügte Jahreszahl deutet an, daß weitere Anlageteile nach Betriebsaufnahme des Stauwerks später hinzugefügt wurden.

Spalten 6 und 7: Kennzeichnen die geographische Lage im Flußlauf.

Spalte 8: In der ersten Zeile ist das Einzugsgebiet in km^2 , in der zweiten Zeile das Jahresmittelwasser in m^3/s angegeben.

Spalte 9: Die erste Zeile gibt die Höhenlage des Stauzieles und die im Interesse einer elastischen Betriebsführung zugelassene größte Abweichung des Oberwasserspiegels vom Stauziel an; eine für die Hochwasserabfuhr vorgeschriebene Absenkung ist darin nicht enthalten. In der zweiten Zeile ist die Fallhöhe am Stauwerk zwischen Stauziel und mittlerem Unterwasserspiegel genannt.

Spalte 10: Der Stauraum wird durch Angabe der ungefähren Staulänge - in km - in der 1. Zeile und seines ursprünglichen Inhalts in hm^3 ohne inzwischen eingetretene Verlandung gekennzeichnet.

Spalten 11 bis 14: Die Hauptmaße des Stauwerks umfassen die der Nennbelastung einer Talsperre entsprechende Querschnittsbelastung NL in 1000 t, die charakteristische Höhe H im Sinne der Definition von Erläuterung 1, die Länge L quer zum Fluß von Ufermauer zu Ufermauer, sowie das im Stauwerksbereich insgesamt eingebaute Betonvolumen V in 1000 m^3 .

Spalte 15: Die Anzahl der Wehrfelder und deren Lichtweite kennzeichnen die Art der Hochwasserentlastung in manchen Fällen nur unzureichend, da sie zusätzliche Entlastungen fern vom eigentlichen Stauwerk nicht enthalten.

Spalte 16: Das Projektshochwasser PHQ in m^3/s ist nicht einheitlich definiert. Unter Ausschöpfung von baulichen Reserven wie Freibord oder Überstau kann das Stauwerk meist auch ein größeres Hochwasser abführen, ohne Schaden zu nehmen.

Spalten 17 und 18: Durch die Anzahl der Maschinensätze und deren Nenndurchfluß sowie durch die Höchstleistung in MW ist das Kraftwerk auch in jenen Fällen gekennzeichnet, wo es nicht ein Teil des Stauwerks ist.

ÜBERSICHTSTABELLE GROSSER FLUSS-STAUWERKE

Nr.	S T A U W E R K			F L U S S			S T A U R A U M			H A U P T A B M E S S U N G E N				H W - A B F U H R		K R A F T H A U S	
	Name	Typ	EVU	Baujahre	Name	Gege in km	E km ² MQ m ³ /s	Stz. m h _m	L km ³ J hm ³	NL 1000t	H m	L m	V 1000 m ³	Felder x m	PHQ m ³ /s	Turb. x m ³ /s	MW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
201	BRAUNAU- -SIMBACH	PGR	ÖBK	1951-54	Inn	61,1	22 700 705	349-0,5 12	14 38	23	22	240	140	5 x 23	6200	4 x 250	96
202	BRING- -FRAUENSTEIN	PGR	IW	1939-42	Inn	48,0	23 390 715	336,2 9	13 37	18	21	242	155	6 x 18	6000	3 x 340	72
203	OBERNBERG- -EGGLING	PGR	IW	1941-44 (1950)	Inn	35,3	23 740 721	325,9 10	13 36	21	23	259	160	5 x 23	6200	6 x 165	80
204	SCHÄRDING- -NEUHAUS	PGR	ÖBK	1958-62	Inn	18,8	24 430 734	314,9 11	16 38	22	25	241	168	5 x 23	6800	4 x 250	96
205	PASSAU-INGLING	PGR	ÖBK	1962-66	Inn	4,2	26 085 745	303-4,0 10	15 22	24	22	242	135	5 x 23	7400	4 x 250	86
206	JOCHENSTEIN	PGR	DKJ	1952-56	Donau	2203	77 075 1 420	290 9	27 50	43	20	383	440	6 x 24	11000	5 x 410	132
207	ASCHACH	PGR	DoKW	1959-64	Donau	2162,7	78 190 1 450	280-0,5 16	40 114	90	34	398	1050	5 x 24	11000	4 x 510	275
208	OTTENSHEIM	PGB	DoKW	1969-73	Donau	2146,7	78 200 1 450	264-0,3 11	16 34	72	31	408	800	5 x 24	11000	9 x 250	180
209	ABWINDEN-ASTEN	PGB	DoKW	1976-79	Donau	2119	83 767 1 600	251-0,7 9	27 46	62	31	395	850	5 x 24	11000	9 x 275	168
210	WALLSEE	PGB	DoKW	1965-68	Donau	2095	91 226 1 740	240-0,3 11	25 53	65	32	470	905	6 x 24	11200	6 x 450	210

Übersichtstabelle großer Fluß-Stauwerke (Forts.)

Nr.	S T A U W E R K				F L U S S		STAUWAU			HAUPTABMESSUNGEN				HW-ABFUHR		KRAFTHAUS	
	Name	Typ	EVU	Baujahre	Name	Lege in km	E km ² MQ m ³ /s	Stz. m h _m	L km ³ J hm ³	ML 1000t	H m	L m	V 1000 m ³	Felder x m	PHQ m ³ /s	Turb. x m ³ /s	MW
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
211	YBBS-PERSENBEUG	PGR	DoKW	1954-59	Donau	2060,4	92 464 1 750	226,2 11	33 74	66	25	437	690	5 x 30	11100	6 x 550	200
214	ALTENWÖRTH	PGB	DoKW	1973-76	Donau	1980	96 200 1 820	193,5 15	33 93	129	37	457	1280	6 x 24	11200	9 x 300	335
221	GSTATTERBODEN (HIEFLAU)	PGC	STEWAG	1953-55	Enns	124	2 790 78	564,5 10	2	1,9	18	45		3 x 12		3 x 30	63
222	MANDAU (LANDL)	PGC	STEWAG	1965-67	Enns	114	3 095 95	479-0,5 15	3	2,3	21	45		3 x 12		1 x 120 1 x 15	24
223	GROSSBIFLING (KRIPPAN)	PGC	STEWAG	1963-65	Enns	108	4 023 128	453 14	3	2,7	20	45		3 x 12		1 x 120 1 x 45	30
224	ESSLING (ALTENMARKT)	PGC	STEWAG	1958-60	Enns	98,4	4 100 130	425 13	3	2,5	19	42		3 x 12	2600	1 x 106 1 x 15	23
225	SCHÖNAU	PGR	EKW	1969-72	Enns	86,4	4 341 149	400,5-1,0 12	6 3	8,4	25	95	60	3 x 12	2240	2 x 125	26
226	WEYER	PGC	EKW	1967-69	Enns	77,5	4 403 151	388 17	9 5,4	7,0	26	54	70	2 x 18	2280	2 x 125	35
227	GROSSRAMING	PGR	EKW	1942-50	Enns	64,4	4 640 163	371-2,0 24	13 12,4	37	40	122	225	2 x 23	2420	2 x 140	54
228	LOSENSTEIN	PGR	EKW	1958-62	Enns	55,7	4 840 170	346,5-1,5 15	9 6,5	15	26	102	86	3 x 14	2500	2 x 140	32
229	TIEFENBERG	PGR	EKW	1941-49	Enns	47,9	4 903 172	330-1,5 14	8 5,2	15	27	140	95	3 x 16	2500	2 x 140	30

Übersichtstabelle großer Fluß-Stauwerke (Forts.)

Nr.	S T A U W E R K			F L U S S			STAU RAUM			HAUPTABMESSUNGEN					HW-ABFUHR		KRAFTHAUS	
	Name	Typ	EVU	Baujahre	Name	Lage in km	E $\frac{\text{km}^2}{\text{MQ m}^3/\text{s}}$	Stz. m $\frac{\text{h}_m}{\text{m}}$	L $\frac{\text{km}^3}{\text{J km}^3}$	NL 1000t	H m	L m	V $\frac{1000 \text{ m}^3}{\text{s}}$	Felder $\frac{\text{m}}{\text{m}}$	PHQ $\frac{\text{m}^3/\text{s}}{\text{s}}$	$\frac{\text{Turb.}}{\text{m}^3/\text{s}}$	MW	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
230	ROSENAU	PGR	EKW	1950-53	Enns	40,2	4 932 172	315-1,0 13	7 5,8	13	19	126	100	4 x 16	2575	2 x 140	27	
231	GARSTEN	PGB	EKW	1965-67	Enns	34,3	4 977 173	302-1,0 12	5 3,7	6,3	23	89	65	3 x 14	2600	2 x 140	32	
232	STAMING	PGR	EKW	1941-46	Enns	20,0	6 004 215	282-1,0 13	11 12	18	23	160	72	5 x 17	3300	3 x 100	33	
233	MÜHLRADING	PGR	EKW	1941-48	Enns	13,8	6 025 215	268-1,0 8	6 4,7	11	15	200	75	5 x 17	3300	4 x 75	23	
234	THURSDORF (ST. PANTALEON)	PGC	EKW	1962-65	Enns	8,1	6 057 215	260-1,0 10,5	6 5,8	4,3	21	68	32	4 x 14	3500	2 x 145 1 x 10	51	
241	ST. MARTIN (ROSEGG)	PGC	ÖDK	1970-73	Drau	122	7 041 220	485,5 17	15 19	11	26	73	64	4 x 15	3100	2 x 215 1 x 5	80	
242	FEISTRITZ	PGB	ÖDK	1966-68	Drau	137	7 212 220	461,5-1,5 24	15 50	23	38	95	160	3 x 15	3100	2 x 210	80	
243	FERLACH	PGR	ÖDK	1972-75	Drau	146	7 272 225	437,8 21	9 33	15	40	97	93	3 x 15	3300	2 x 240	75	
244	ANNABRÜCKE	PGR	ÖDK	1977-81	Drau	161	7 464 231	416,4 24	14 36	18	40	104	108	3 x 18	3300	2 x 220	88	
245	EDLING	PGR	ÖDK	1959-62	Drau	185,4	10 656 260	390,8-2,0 21	21 83	25	36	104	168	3 x 17	3500	2 x 210	70	
246	SCHWABECK	PGR	ÖDK	1939-43	Drau	201,8	11 005 269	369-2,0 20	16 26	30	34	141	160	4 x 19	3500	3 x 135	60	
247	LAVAMÜND	PGR	ÖDK	1942-45 (1949)	Drau	207,9	11 040 270	348,7-1,5 9	6 5	9,7	19	144	52	4 x 24	3500	3 x 135	25	

201 BRAUNAU-SIMBACH

- 1) Sperrtyp: 22 m - PGR
Flußstauwerk mit Wehr und Krafthaus im Fluß.

- 2) Geographie: 48°15' N, 13°00' O
Gewässer: Inn-km 61,1
Nächster Ort: Braunau.

- 3) Bauherr: Österreichisch-Bayerische Kraftwerke AG (ÖBK)
Münchner Straße 48, D 8265-Simbach/BRD.
Anschrift in Österreich: Postfach 110, A-5280 Braunau.

Gesellschaft mit je 50 % Beteiligung österreichischer und deutscher Partner, mit Regierungsübereinkommen vom 16. Oktober 1950 zum Zwecke der gemeinsamen Errichtung und des gemeinsamen Betriebes von Grenzkraftwerken gegründet.

- 4) Kraftwerk: Laufkraftwerk (12 m, 96 MW, 553 GWh).
Leistung und Erzeugung stehen Österreich und Deutschland je zur Hälfte zur Verfügung.

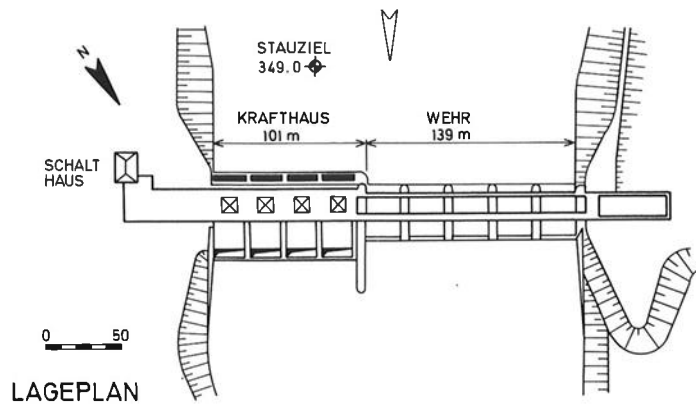
- 5) Baujahre: 1951 - 1954, Stauerrichtung Oktober 1953.
Erste Bauarbeiten durch Innwerk AG, Töging (BRD), 1943 eingeleitet, wegen Kriegslage aber bald wieder eingestellt.

- 6) Hydrologie:

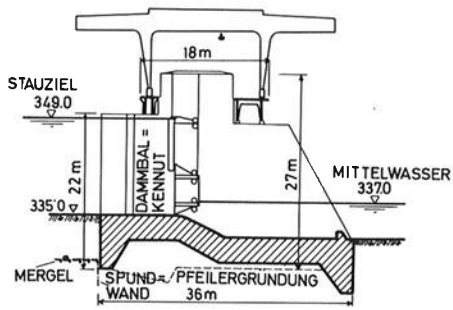
Einzugsgebiet	22 700 km ²
Mittleres Niederwasser	237 m ³ /s
Mittelwasser	705 m ³ /s
Mittleres Hochwasser	2 845 m ³ /s
Ausbau auf 84-tägige Wasserführung	1 000 m ³ /s
Ausbaugrad	1,42

- 7) Stauraum: Verläuft vorwiegend im flachen Auegebiet und wird dort durch Rückstaudämme begrenzt, wodurch 11 km² landwirtschaftlicher Nutzfläche hochwasserfrei gemacht wurde.
 - a) Wasserspiegel - Stauziel 349,0 m
Stauregelung:
bei Zuflüssen über
900 m³/s Absenkung auf 348,5 m
 - b) Inhalt - Rohinhalt 38 hm³
Bis 1964 verlandet auf 10 hm³
seither gleichbleibender Restinhalt
 - c) Geometrie - Staufläche 8,5 km²
Staulänge 14 km

Die künftige Verlandungssohle wurde im Projekt vorausberechnet. Laufende Bag-

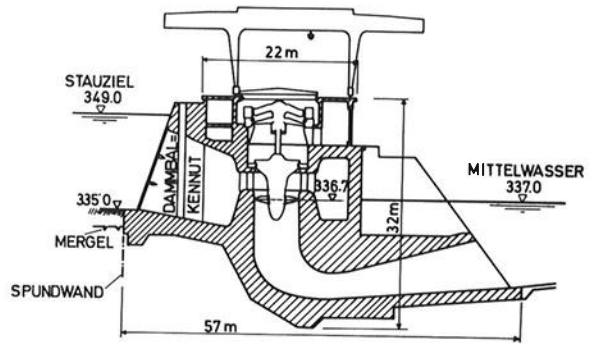


LAGEPLAN

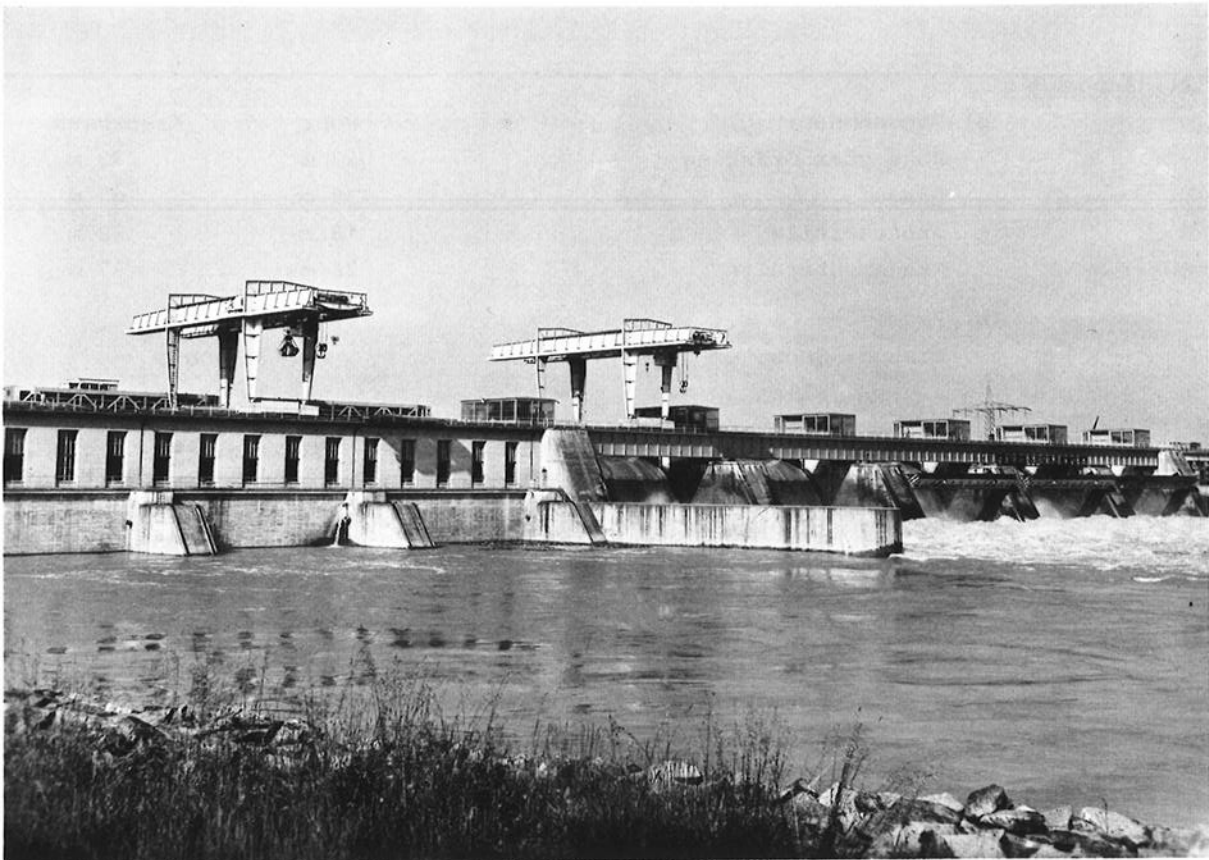


WEHR - SCHNITT

0 10



KRAFTHAUS - SCHNITT



gerung von Grobgeschiebe in der Salzach, im Mittel 130 000 m³ jährlich.

- 8) Energieinhalt: fällt aus.
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Fortsetzung des zur Zeit der staatlichen Eingliederung Österreichs in das Deutsche Reich begonnenen Treppenausbaues des unteren Inns (Stufen Ering 1942 fertig, Obernberg 1944 in Teilbetrieb) auch nach Wiederherstellung der Grenze. Die im Regierungsübereinkommen festgelegte Zusammenarbeit der beiden Anrainerstaaten gewährleistete die technisch und wirtschaftlich bestmögliche Planung ohne Rücksicht auf das Bestehen der Grenze; die Baustelle wurde von jedem Anrainerstaat als im Inland liegend angesehen und zollamtlich entsprechend behandelt; die Gesellschaftsorgane und das Personal des Bauherrn wird aus Angehörigen beider Anrainerstaaten paritätisch zusammengesetzt; der Betrieb des Kraftwerkes wird übernational im Sinne des besten Nutzens für die gemeinsame Gesellschaft geführt. Der Ausbau ist derzeit rein auf die Energieausnutzung abgestellt; der spätere Einbau einer Schiffsschleuse zur Wiedererrichtung der in früheren Jahrhunderten gepflegten Innschiffahrt wurde in der Planung berücksichtigt.
- 10) Querschnittsbelastung bei Stauziel 349 m:
23 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Unter einer 5 m mächtigen Überlagerung aus alluvialem Schotter liegen horizontale Schichten von stark sandigem bis kompaktem tertiärem Mergel (dort als Flinz bezeichnet) mit sehr guten bodenmechanischen Eigenschaften. An Steilufern des Stauraumes tritt der Flinz stellenweise mit fast lotrechten standfesten Wänden zutage, die auch Wasserangriffen standhalten.
- 12) Hauptmaße:
- | | | |
|---------------------------|---|-----------|
| a) Längenmaße: | Wehr | Krafthaus |
| Höhe über Gründung | 27 m | 32 m |
| Länge | 139 m | 101 m |
| Kronenbreite | 18 m | 22 m |
| Fundamentbreite | 36 m | 57 m |
| b) Raummaße: | | |
| Aushub: Schotter | 175 000 m ³ | |
| Flinz | 98 000 m ³ | |
| Bauwerksbeton | 140 000 m ³ | |
| c) Maßnahmen im Stauraum: | 5 Rückstaudämme mit Höhen 5 - 12 m,
zusammen 24 km lang, 3,1 hm ³ Schüttung und 72 000 m ³ Böschungsbeton. | |
- 13) Besondere Merkmale: Flachbau ohne Maschinenhalle mit zwei auf der Krone fahrenden Portalkränen je 50 t Tragfähigkeit. Krone befahrbar, aber nicht für den öffentlichen Verkehr bestimmt. Gleiche Sohlenhöhe von Wehr und Krafthaus, kein Vorkragen des Trennpfeilers ins Oberwasser. Wo natürliches Hochufer fehlt, Begrenzung des Stauraumes durch Begleitdämme, die 300 m Wasserspiegelbreite ein-

halten. Rechnungshochwasser zur Gänze zwischen den Begleitdämmen und durch das Wehr unter Einhaltung des Stauspiegels 348,5 m abgeführt. Bauherstellung von Wehr und Krafthaus im Fluß in zwei aufeinanderfolgenden Bauphasen. Baugrubenabschluß vorwiegend durch einfache Stahlspundwand mit Kieshinterfüllung und Fußsicherung durch Senkwalzen.

- 14) Einzelheiten: Anschluß der Baustelle mit Schlepplgleis zum Bahnhof Simbach und mit kurzen Stichstraßen auf der österreichischen und der deutschen Seite.

Standortsicherheitsnachweise für Wehr und Krafthaus mit vollem Sohlwasserdruck linear von der Oberwasserhöhe zur Unterwasserhöhe abnehmend. Durch Sporne wird Gleitsicherheit über 1,5 gehalten. Wehrsohle für ungünstigsten Lastfall (Reparaturfall mit trockengelegtem Wehrboden) bewehrt.

Betonzuschlagstoffe aus der Schotterüberlagerung an Land gebaggert, gleislos der Aufbereitungsanlage zugeführt und in 4 Korngrößen bis 60 mm aufbereitet. Herstellung des Pumpbetons mit 250 kg/m^3 (Krafthaus auch 300 kg/m^3) Portlandzement PZ 225 ohne Zusatzmittel, Wasserzementfaktor 0,65. Mischung in einer Johnson-ähnlichen Anlage von 80 m^3 Stundenleistung, mit automatischer Aufgabe auf 6 Mischer von 1000 bzw. 1500 l. Einbau mit Pumpen (zuerst Torkret, dann amerikanische Rex), Rohrweite 2,0 m, Relaislänge 180 m, mit drehbaren Verteilerköpfen an der Einbaustelle. Betonierhöhe maximal 4,20 m. Erzielte Betonfestigkeiten nach 28 Tagen: 231 kp/cm^2 Druck und 35 kp/cm^2 Biegezug für den Normalbeton, 269 kp/cm^2 Druck und 45 kp/cm^2 Biegezug für den Krafthausbeton mit $300 \text{ kg PZ 225 je m}^3$. Höchste Betontemperatur 42°C . Betonierung bis zu Außentemperaturen von -10°C . Im Betrieb nicht mehr zugängliche stark beanspruchte Betonflächen der Wehrpfeiler und -schwelle mit Granit verkleidet, Tosbecken mit 30 cm starkem Verschleißbeton aus Porphyritschotter und Quarzsand geschützt.

Begleitdämme des Stauraumes haben Kronenbreite 3,50 m, wasserseitige Böschung 1 : 1,75 durch 18 cm starke Betonplatte mit Wellenbrecher geschützt, luftseitige Böschung von 1 : 1,67 auf 1 : 4,5 verflachend (Landschaftsschutz!).

Natürliches Steilufer wird mit Betonplatte oder Torkrethaut und Wellenbrecher gegen Frosteinwirkung und Wellenschlag geschützt. Ein Polder linksufrig entwässert direkt ins Unterwasser, die anderen werden über Pumpwerke mit 2,8 - $5,2 \text{ m}^3/\text{s}$ Förderfähigkeit in den Stauraum entwässert.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Wehr und Krafthaus sind in den dichten Flinzuntergrund eingebunden und nur durch eine seichte Spundwand unter dem oberwasserseitigen Sporn zusätzlich gesichert. Der Kiesuntergrund unter den Rückstaudämmen wird nur dort durch eine Stahlspundwand bis zum Flinz gedichtet, wo der Stau mehr als 4 m über dem Gelände liegt.

- 16) Meßeinrichtungen: Piezometerrohre in zwei Wehrpfeilern, im Trennpfeiler und in der linken Ufermauer zur Beobachtung des Sohlwasserdruckes. Im Krafthaus Thermoelemente zur Überwachung der Abbinde-temperatur während 4 Wochen nach Betonierung.

- 17) Entlastungsanlage: Wehr mit 5 Öffnungen zu je 23 m Lichtweite mit 14,3 m hohen Haken-Doppelschützen verschlossen. Im Modellversuch geprüfte Abfuhr des

Rechnungshochwassers $6200 \text{ m}^3/\text{s}$ mit eingehaltenem Stauziel $348,5 \text{ m}$ auch bei abgestellten Turbinen und einem blockierten Wehrfeld gegeben. Belastung der Gegenschwelle bei Abfluß durch alle fünf Wehrfelder $54 \text{ m}^3/\text{s}$ je Laufmeter. Die Verschußfläche 1610 m^2 ergibt einen Verschußaufwand von $0,26 \text{ m}^2$ je m^3/s des Rechnungshochwassers.

18) Krafthaus: Ausrüstung mit stehenden Kaplan turbinen erfordert tiefe Gründung des Saugrohrblocks. Dreigeteilter Einlaufrechen 250 m^2 je Turbineneinlauf, Dammtafel-Notverschluß in Nut hinter dem Rechen oder in Portalform vor dem Rechen einsetzbar. Vier Kaplan turbinen für je $250 \text{ m}^3/\text{s}$ Nenndurchfluß, 24 MW , mit Drehstrom-Schirmgeneratoren 32 MVA . Höhenlage des Turbinenlaufrades $336,7 \text{ m} = 0,50 \text{ m}$ über dem Stauziel der Unterliegerstufe Ering.

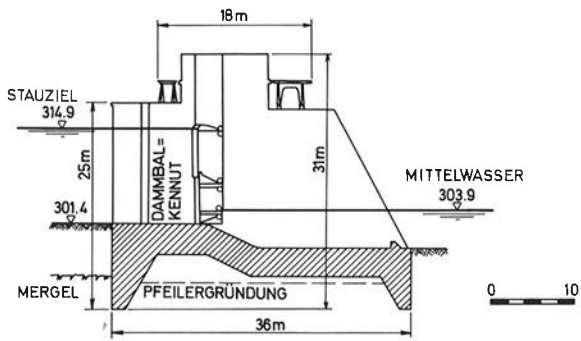
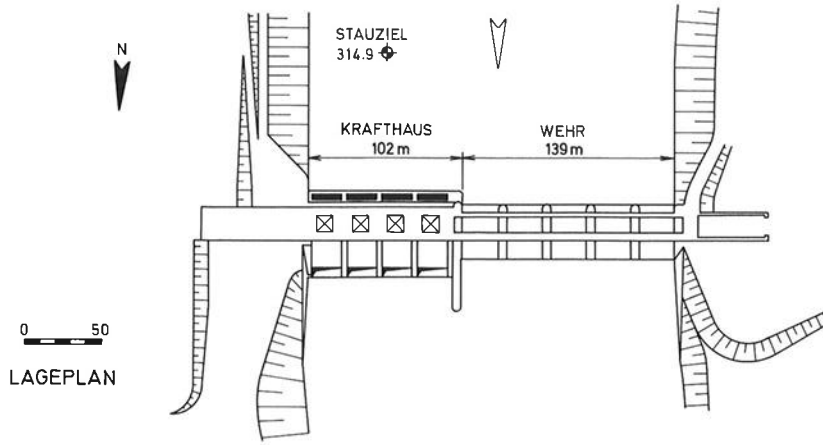
19) <u>Baukosten</u> auf Preisbasis 1954:	757 Mio S
davon Hauptbauwerk	181 Mio S = 24 %
Stauraum und Unterwasser	218 Mio S = 29 %
Masch.-el.Ausrüstung	283 Mio S = 37 %
Sonstige Kosten	75 Mio S = 10 %

20) Schrifttum:

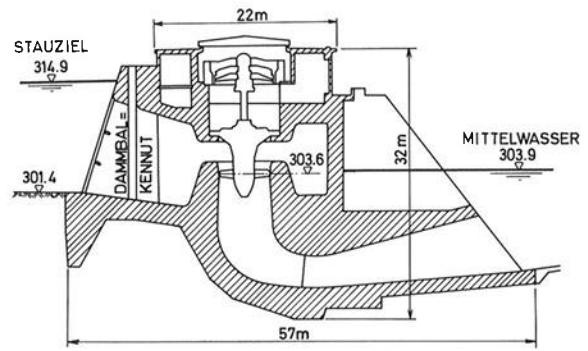
Innwerk AG:	"Innkraftwerk Simbach-Braunau der Österreichisch-Bayerischen Kraftwerke AG." Schweiz. Bauzeitung 1954, Hefte 18 - 40 (9 Teile) und Sonderdruck.
Koci A.:	"Der Bau des Kraftwerkes Braunau am Inn". ÖZE 1954, Heft 7.
Bundesministerium für Verkehr und Elektrizitätswirtschaft:	"Innkraftwerk Braunau-Simbach". Heft 33 der Reihe "Österreichische Kraftwerke in Einzeldarstellungen", 1963.
Österr.-Bayerische Kraftwerke AG:	"Die Kraftwerkskette am Unteren Inn". Sonderheft der ÖZE 1967, Heft 5.

204 SCHÄRDING-NEUHAUS

- 1) Sperrtyp: 25 m - PGR
Flußstauwerk mit Wehr und Krafthaus im Fluß.
- 2) Geographie: $48^{\circ}27' \text{ N}$, $13^{\circ}26' \text{ O}$
Gewässer: Inn-km 18,8
Nächster Ort: Schärding.
- 3) Bauherr: Österreichisch-Bayerische Kraftwerke AG (ÖBK)
Münchnerstraße 48, D-8265 Simbach / BRD
Anschrift in Österreich: Postfach 110, A-5280 Braunau.
Gesellschaft mit je 50 % Beteiligung österreichischer und deutscher Partner (siehe Braunau-Simbach).



WEHR - SCHNITT



KRAFTHAUS - SCHNITT



- 4) Kraftwerk: Laufkraftwerk (11 m, 96 MW, 541 GWh).
Leistung und Erzeugung stehen Österreich und Deutschland je zur Hälfte zur Verfügung.
- 5) Baujahre: 1958 - 1962, Stauerrichtung Oktober 1961.
- 6) Hydrologie:
- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| Einzugsgebiet | 24 430 km ² |
| Mittleres Niederwasser | 259 m ³ /s |
| Mittelwasser | 734 m ³ /s |
| Mittleres Hochwasser | 2 980 m ³ /s |
| Ausbau auf 87-tägige Wasserführung | 1 000 m ³ /s |
| Ausbaugrad | 1,36 |
- 7) Stauraum: Wird rechtsufrig von einer natürlichen Hochflur begleitet, linksufrig dient ein bis zur Oberliegerstufe Obernberg durchgehender Rückstaudamm der Begrenzung, die 8 km² Gelände hochwasserfrei macht. Regelbreite des Stauraumes 300 m, örtlich aber auch breiter je nach Verlauf des Hochufers.
- | | |
|--|---|
| a) Wasserspiegel - Stauziel (konstant) | 314,9 m |
| b) Inhalt | - Rohinhalt 38 hm ³ |
| | bis 1971 verlandet auf 24 hm ³ |
| c) Geometrie | - Staufläche 5,9 km ² |
| | Staulänge 16,5 km |
- Verlandungssohle vorausberechnet. Keine Baggerungen.
- 8) Energieinhalt: fällt aus.
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Fortsetzung des Treppenausbaues des Grenz-Inn mit einem Laufwerk, das der vorhergebauten Stufe Braunau-Simbach baulich weitgehend ähnlich ist und nach den gleichen wirtschaftlichen Grundsätzen verwirklicht wurde. Derzeit nur Energienutzung, spätere Zusatzfunktion als Schifffahrtsweg möglich.
- 10) Querschnittsbelastung: 22 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Über dem vom rechten Ufer einfallenden Granit des Grundgebirges steht wasserdichter Schliermergel (Flinz) aus tonig-schluffigen Bändern mit dünnen Feinsand-Zwischenlagen an. Darüber breitet sich eine bis zu 10 m mächtige Lage alluvialer Flußschotter mit eingelagerten Konglomeratblöcken. An der gewählten Staustelle sind Wehr und Krafthaus durchwegs auf Flinz gegründet, dessen Durchlässigkeit und Scherfestigkeit durch Großversuche auf der Baustelle und Laborversuche festgestellt wurde. An einer zuerst vorgesehenen Staustelle 1 km flußabwärts hätte ungleiche Fundierung auf Granit rechts und Flinz links zu Schwierigkeiten führen können.
- 12) Hauptmaße:
- | | | |
|--------------------------|-------|-----------|
| a) Längenmaße: | Wehr | Krafthaus |
| Höhe über Gründungssohle | 31 m | 32 m |
| Länge | 139 m | 102 m |

	Wehr	Krafthaus
Kronenbreite	18 m	22 m
Fundamentbreite	36 m	57 m
b) Raummaße:		
Aushub: Schotter		310 000 m ³
Flinz		75 000 m ³
Bauwerksbeton		168 000 m ³
c) Rückstaudamm:		
Höhe 10 m, Länge 16 km, Schüttung 2,4 hm ³ ,		
Betonabdeckung 45 000 m ³ .		
Am rechten Ufer Hangsicherungen mit 35 000 m ³ Beton.		

13) Besondere Merkmale: Flachbauweise ohne Maschinenhalle mit zwei auf der Krone fahrenden Portalkränen je 50/20 t Nutzlast. Gleiche Sohlenhöhe im Oberwasser von Wehr und Krafthaus. Trennpfeiler mit oberwasserseitiger Krafthausflucht bündig ausgebildet. Bauherstellung in zwei aufeinanderfolgenden Baugruben im Fluß.

14) Einzelheiten: Anschluß der Baustelle beidseits mit Straßen, wobei Schwerlasten von nahegelegenen Bahnverladestellen auf Straßenrollern überstellt wurden.

Standortsicherheitsnachweis für vollen Sohlwasserdruck unter Rücksichtnahme auf die bodenmechanischen Eigenschaften des Untergrundes, Wehrböden gegen Auftrieb im Reparaturfall bewehrt. Gegenüber Braunau sind die Herdmauern im Oberwasser von Wehr und Krafthaus sowie unter der Wehrgegenschwelle tiefer in den Flinz gezogen.

Betonzuschlagstoffe aus dem Inn und den Vorländern entnommen und in 5 Fraktionen bis 70 mm aufbereitet. Herstellung des Pumpbetons mit Portlandzement PZ 275 und teilweiser Zugabe von 0,4 % Luftporenmittel. Zwei Betonsorten mit 250 bzw. 300 kg PZ 275 je m³, Wasserzementfaktor 0,60 bzw. 0,52, erzielte Druckfestigkeiten nach 56 Tagen 285 bzw. 330 kp/cm².

Betonherstellung im Mischturm mit drei Freifallmischern je 2000 l, Transport mit drei Doppelkolbenpumpen über Entfernungen bis 180 m, bei größerem Abstand Relaisstation zwischengeschaltet. Verteilung an der Einbaustelle über drehbare Verteilerköpfe, Betonierhöhe 2,4 m.

Keine Steinverkleidung der Wehrfelder, Oberflächenschutz durch 30 cm Vakuumbeton mit 320 kg PZ 375 je m³, Wasserzementfaktor 0,45 durch Absaugen auf 0,40 ermäßigt. Erzielte Festigkeiten nach 28 Tagen 500 kp/cm² Druck und 90 kp/cm² Biegezug.

Der linksufrige Rückstaudamm mit Kronenbreite 3,50 m und Böschung 1 : 1,75 wasserseitig und von 1 : 1,67 auf 1 : 5 verflachend luftseitig ist aus Schotter bis 100 mm lagenweise geschüttet und eingeschlämmt. Wasserseitiger Böschungsschutz durch 16 cm starke Betonplatte mit Wellenbrecher.

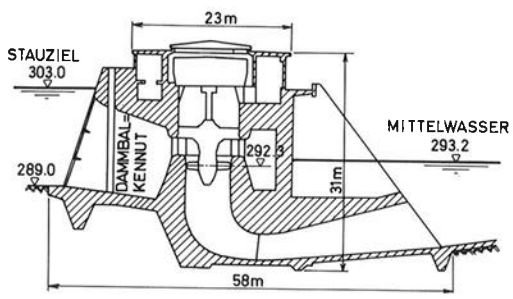
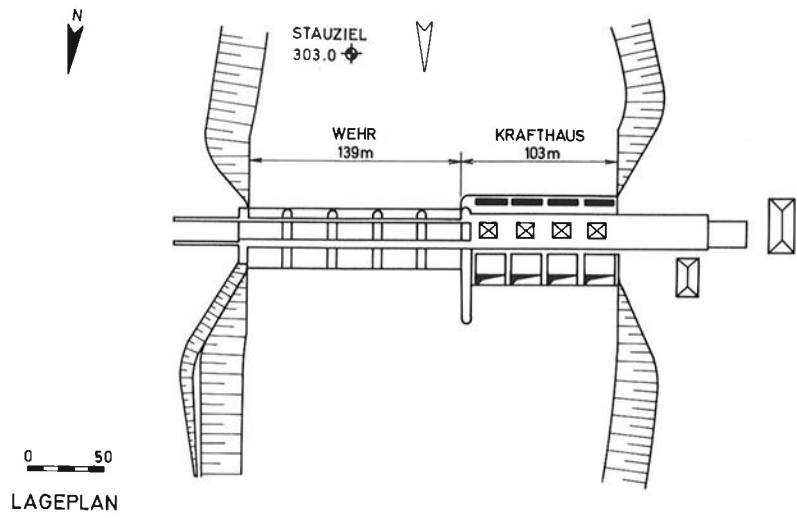
15) Dichtungsmaßnahmen: Wehr und Krafthaus nur durch tiefe Einbindung der Herdmauern in den Flinz gedichtet. Am wasserseitigen Fuß des Rückstaudammes Aus-

hub eines Rammschlitzes, in den der Böschungsbeton hinuntergezogen wird bis zum Kopf der Dichtungswand von 40 500 m² aus Stahlspundbohlen (Flachprofile), die durch die Schotterüberlagerung bis in den Flnz reicht.

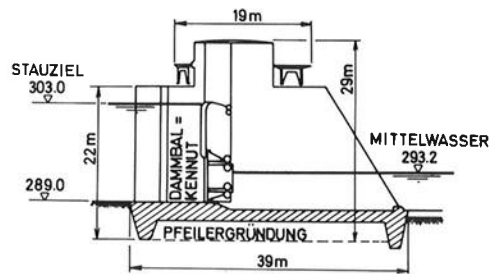
- 16) Meßeinrichtungen: Piezometerrohre in jedem Wehrpfeiler, im Krafthaus-Trennpfeiler und in der linken Ufermauer zur Beobachtung des Sohlwasserdruckes.
- 17) Entlastungsanlage: Wehr mit 5 Öffnungen zu je 23 m Lichtweite mit 13,8 m hohen Doppelhakenschützen, Verschußfläche 1550 m². Das Rechnungshochwasser 6800 m³/s kann auch bei Blockierung eines Wehrfeldes mit Einhaltung des Stauziels abgeführt werden. Bei Öffnung aller Wehrverschlüsse können 7530 m³/s abfließen. Die Belastung der Gegenschwelle bei gleichmäßigem Abfluß des Rechnungshochwassers beträgt 59 m³/s je Laufmeter, der Verschußaufwand 0,23 m² je m³/s.
- 18) Krafthaus: Enthält vier stehende Kaplansturbinen für je 250 m³/s Nenndurchfluß und 24 MW, mit Drehstrom-Schirmgeneratoren 30 MVA. Einlauf mit Schwelle auf Höhe 301,40 m durch dreiteiligen Rechen 265 m² gesichert. Doppelter Notverschluß: Portaldambalken vor dem Rechen, Dammbalken in Nut hinter dem Rechen. Höhenlage des Turbinenlaufrades 303,6 m = 0,6 m über dem Stauziel der Unterliegerstufe Passau-Ingling.
- 19) Baukosten auf Preisbasis 1962:
- | | |
|------------------------------|------------------|
| | 915 Mio S, |
| davon Hauptbauwerk (baulich) | 241 Mio S = 26 % |
| Stauraum und Unterwasser | 282 Mio S = 31 % |
| Masch.-elektr.Ausrüstung | 252 Mio S = 28 % |
| Sonstige Kosten | 140 Mio S = 15 % |
- 20) Schrifttum:
Zelenka J. und "Das Innkraftwerk Schärding - Neuhaus". ÖZE 1963, Heft 2.
Stöckl H.:

205 PASSAU-INGLING

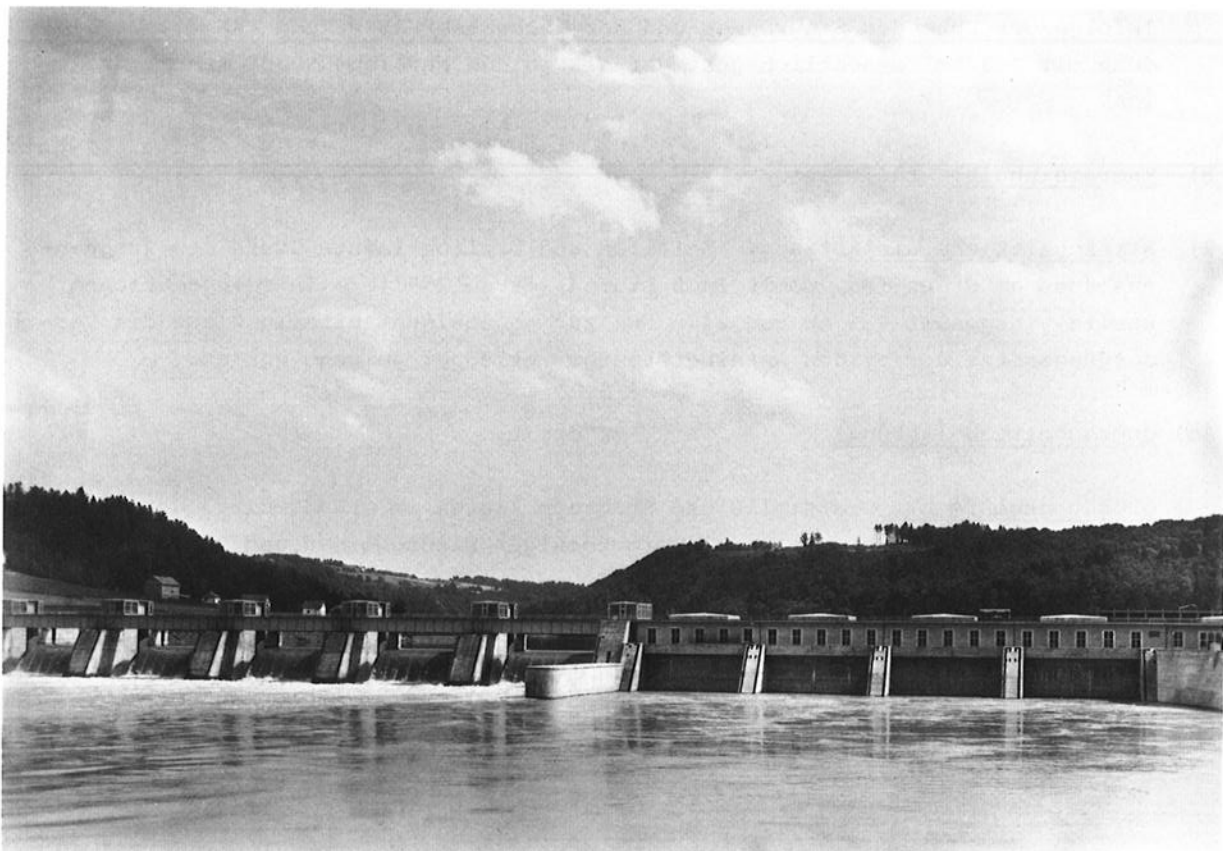
- 1) Sperrentyp: 22 m - PGR
Flußstauwerk mit Wehr und Krafthaus im Fluß.
- 2) Geographie: 48°33' N, 13°26' O
Gewässer: Inn-km 4,2
Nächster Ort: Passau.
- 3) Bauherr: Österreichisch-Bayerische Kraftwerke AG (ÖBK),
Münchnerstraße 48, D-8265 Simbach / BRD.
Anschrift in Österreich: Postfach 110, A-5280 Braunau.



KRAFTHAUS - SCHNITT



WEHR - SCHNITT



Gesellschaft mit je 50 % Beteiligung österreichischer und deutscher Partner (siehe Braunau-Simbach).

- 4) Kraftwerk: Laufkraftwerk (10 m, 86 MW, 481 GWh)
Leistung und Erzeugung stehen Österreich und Deutschland je zur Hälfte zur Verfügung.
- 5) Baujahre: 1962 - 1966, Stauerrichtung Juli 1965 mit vorläufigem Stauziel 302,5 m. Vollstau ab August 1966.
- 6) Hydrologie:
- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| Einzugsgebiet | 26 085 km ² |
| Mittleres Niederwasser | 270 m ³ /s |
| Mittelwasser | 745 m ³ /s |
| Mittleres Hochwasser | 3 050 m ³ /s |
| Ausbau auf 88-tägige Wasserführung | 1 000 m ³ /s |
| Ausbaugrad | 1,34 |
- 7) Stauraum: Verläuft in der engen, von Steilufern begrenzten Durchbruchstrecke des Inn durch das granitische Grundgebirge. Das flache Siedlungsgebiet von Schärding und Neuhaus flußaufwärts dieser Engstrecke erfordert eine Stauregelung bei höheren Wasserführungen und die völlige Freigabe des Wehres unter Einstellung des Turbinenbetriebes beim Rechnungshochwasser 7400 m³/s.
- | | |
|---|---------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | 303,0 m |
| ab 1250 m ³ /s Absenkung auf | 299,0 m |
| b) Inhalt - Rohinhalt | 22 hm ³ |
| c) Geometrie - Staufläche | 3,9 km ² |
| Staulänge | 14,6 km |
- Infolge der Enge des Stauraumes und der Hochwasser-Absenkung ist die Verlandung mit 1,3 hm³ wesentlich geringer als in den anderen Stauräumen am Grenz-Inn.
- 8) Energieinhalt: fällt aus.
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Zeitlich und örtlich letzte Stufe des Treppenausbaues am Grenz-Inn, womit in 5 Stufen (davon 2 ältere in rein deutschem Besitz) insgesamt 435 MW und 2470 GWh zur je 50%igen Aufteilung auf die Versorgungsnetze der beiden Anrainerstaaten verfügbar gemacht wurden.
- 10) Querschnittsbelastung: 24 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Staustelle und Stauraum liegen im Grundgebirge der Böhmisches Masse, die aus mittel- bis grobkörnigen Mischgneisen und Mischgraniten besteht. An der Wehrstelle steht das Grundgebirge unter einer Schotterlage von 0,5 - 2 m Stärke an, die an den Ufern von lehmigen Sanden, feinen Schwemmsanden und Kies-Sandgemengen überdeckt ist. Standfestigkeit und Wasserdichtigkeit sind überall, auch in durchstreichenden Störungszonen, gesichert.

12) Hauptmaße:

	Wehr	Krafthaus
a) Längenmaße:		
Höhe über Gründungssohle	29 m	31 m
Länge	139 m	103 m
Kronenbreite	19 m	23 m
Fundamentbreite	39 m	58 m
b) Raummaße:		
Aushub: Überlagerung	91 000 m ³	
Fels	217 000 m ³	
Bauwerksbeton	135 000 m ³	
c) Stauraum:		
Landaufhöhungen	540 000 m ³	
Ufersicherungen	173 000 m ³	

13) Besondere Merkmale: Wie die anderen Innstufen der ÖBK in Flachbauweise mit zwei über die Krone fahrenden Portalkränen 50/10 t ausgebildet. Gleiche Sohlenhöhe vor Wehr und Krafthaus, Trennpfeiler im Oberwasser bündig mit der Rechenfläche gelegen. Bauherstellung in zwei aufeinanderfolgenden Baugruben im Fluß, Umschließungen aus teils einfacher, teils doppelter Spundwand im Kern von Schüttdämmen. Die Baustelle bildete eine Zoll-Freizone mit kontrolliertem Zugang von beiden Anrainerstaaten wie in Braunau-Simbach.

14) Einzelheiten: Erschließung der Baustelle mit beidseitigen Straßenanschlüssen, Schwertransporte für das Krafthaus mit Straßenrollerverkehr vom 2 km entfernten Bahnumschlagplatz bei Passau. Direkter Gleisanschluß des Wehrbauplatzes am österreichischen Ufer. Arbeitsbrücke oberwasserseitig der Wehrachse für die Verbindung der beiden Ufer während der Bauzeit.

Fundierung von Wehr und Krafthaus auf Fels, Wehrschwelle mit Vorspannkern im Untergrund verankert, Tosbecken bei Trockenlegung durch Drainage auftriebsfrei gehalten. Standsicherheitsnachweise für Betriebs- und Reparaturfälle ergeben Gleit- und Kippsicherheiten über 1,5. Zulässige Felspressung 15 kp/cm² wird nirgends erreicht.

Zuschlagstoffe aus dem Fluß und dem Vorland gewonnen und in 5 Fraktionen bis 70 mm Größtkorn aufbereitet, wobei Sand 0/3 mm zugeführt werden mußte. Herstellung des Pumpbetons mit 250 kg Portlandzement PZ 275 (für den Krafthaus-tiefbau mit Hochofenzement HOZ 275) ohne Zusatzmittel, Wasserzementfaktor 0,60. Mischung in 3 Zwangsmischern von je 1500 l. Betontransport durch zwei Zwillingspumpen Ø 200 mm bis 180 m Distanz, bei größerer Entfernung von der Mischanlage Zwischentransport mit LKW zur Relaisstation. Verteilung über Verteilerköpfe und -rinnen, Einbauhöhe 4,20 m. Erzielte Betondruckfestigkeiten nach 56 Tagen 282 - 328 kp/cm².

15) Dichtungsmaßnahmen: Dichter Felsanschluß von Wehr und Krafthaus durch 5,5 m tiefen Betonsporn an der Oberwasserseite verstärkt.

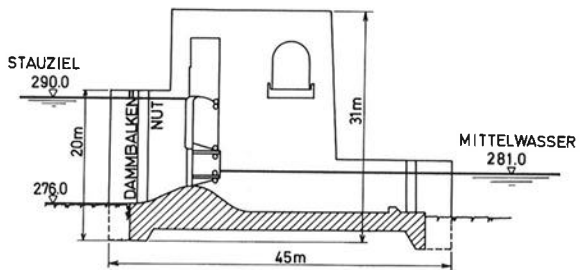
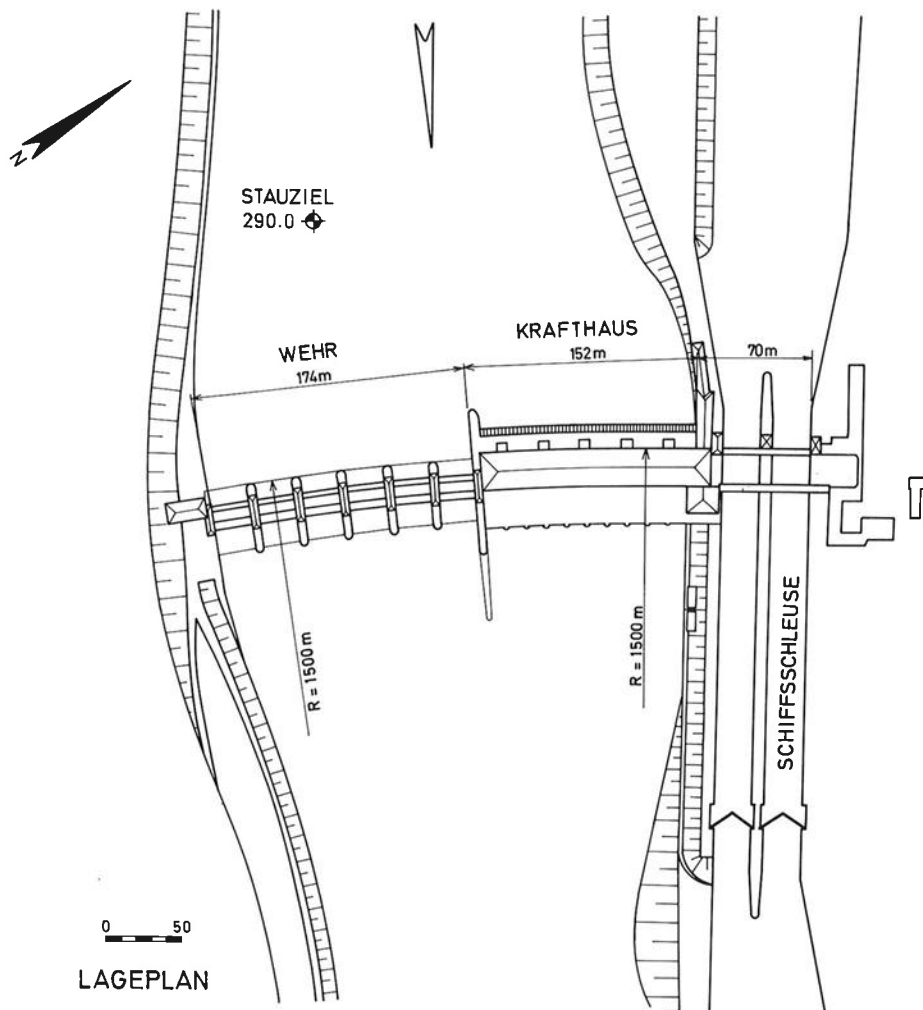
16) Meßeinrichtungen: Piezometer in allen Wehrpfeilern, im Krafthaus-Trennpfeiler und in der rechten Ufermauer zur Beobachtung des Sohlwasserdrucks.

- 17) Entlastungsanlage: Wehr mit 5 Öffnungen zu je 23 m Lichtweite, mit Haken-Doppelschützen von 14,3 m Höhe, Verschlußfläche 1610 m². Das Rechnungshochwasser 7400 m³/s kann bei Ausfall eines Wehrfeldes mit 0,85 m Überstau abgeführt werden. Belastung der Gegenschwelle 65 m³/s je Laufmeter, Verschlußaufwand 0,22 m² je m³/s.
- 18) Krafthaus: Enthält 4 stehende Kaplan-turbinen für je 250 m³/s Nenndurchfluß und 22 MW Leistung, mit Drehstromgeneratoren 27 MVA. Einlauf mit Schwelle auf Höhe 289 m. Rechen je 290 m², dahinter Nut für Dammtafel-Notverschluß. Turbinenlaufrad Ø 6,30 m auf Höhe 292,3 m = 0,9 m unter dem mittleren Unterwasserspiegel.
- 19) Baukosten auf Preisbasis 1965:
- | | |
|------------------------------|------------------|
| | 998 Mio S, |
| davon Hauptbauwerk (baulich) | 307 Mio S = 31 % |
| Stauration und Unterwasser | 191 Mio S = 19 % |
| Masch.-elektr.Ausrüstung | 252 Mio S = 25 % |
| Sonstige Kosten | 248 Mio S = 25 % |
- 20) Schrifttum:
- Rind C.: "Das Innkraftwerk Passau-Ingling". Rella-Berichte 1965.
- Simmler H.: "Konstruktive Entwicklung der Kraftwerksplanung am Inn". Rella-Berichte 1965.
- Österr.-Bayerische Kraftwerke AG: "Die Kraftwerkskette am Unteren Inn". Sonderheft der ÖZE 1967, Heft 5.

206 JOCHENSTEIN

- 1) Sperrentyp: 20 m - PGR
Flußstauwerk mit Wehr und Krafthaus im Strom, Schiffsschleusen am linken Ufer.
- 2) Geographie: 48°31' N, 13°43' O
Gewässer: Donau-km 2203
Nächster Ort: Engelhartzell
- 3) Bauherr: Donaukraftwerk Jochenstein AG (DKJ)
Innstraße 10a, D-839 Passau/BRD.
Anschrift in Österreich: Postfach 10, A-4780 Schärding.
Gesellschaft mit je 50 % Beteiligung österreichischer und deutscher Partner, gegründet mit Regierungsabkommen vom 13. Febr 1952 zum Zweck der gemeinsamen Errichtung und des gemeinsamen Betriebes der Staustufe Jochenstein in der Grenzstrecke der Donau.

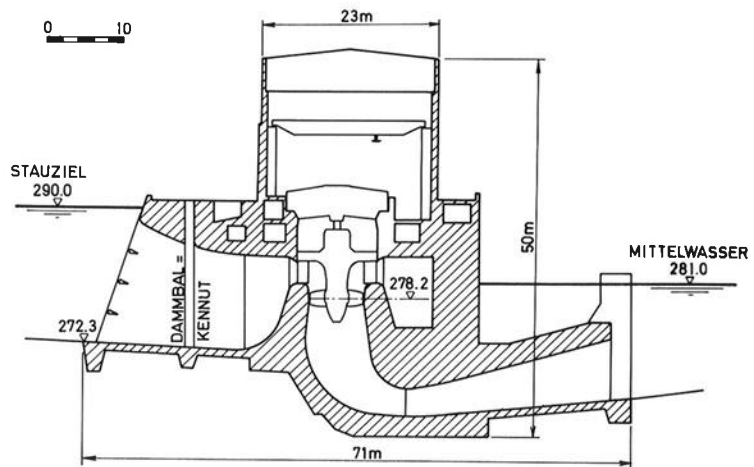
- 4) Kraftwerk: Laufkraftwerk (9 m, 132 MW, 850 GWh).
Leistung und Erzeugung stehen Österreich und Deutschland je zur Hälfte zur Verfügung.
- 5) Baujahre: 1952 - 1956, Stauerrichtung April 1955. Umlegung der Schifffahrt vom Strom in die Südschleuse am Ende des 2. Bauabschnittes im Oktober 1954.
- 6) Hydrologie:
- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| Einzugsgebiet | 77 075 km ² |
| Mittleres Niederwasser | 540 m ³ /s |
| Mittelwasser | 1 420 m ³ /s |
| Mittleres Hochwasser | 4 080 m ³ /s |
| Ausbau auf 60-tägigen Abfluß | 2 050 m ³ /s |
| Ausbaugrad | 1,44 |
- 7) Stauraum: Verläuft im engen Durchbruchstal der Donau durch die Böhmisches Masse und ist im wesentlichen durch natürliche Steilufer begrenzt. Örtliche Landaufhöhungen und Ufermauern zur Hochwasserfreilegung von Siedlungen waren erforderlich. Der Stauspiegel wurde so gewählt, daß er bis zu den Oberliegerstufen Kachletwerk in der Donau und Passau-Ingling im Inn reicht, aber auf empfindliche Stadtteile von Passau Rücksicht nimmt.
- | | |
|---|---------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | 290,0 m |
| ab 4000 m ³ /s Regulierung auf | |
| Einhaltung der Staumarke 291,1 m | |
| bei Erlau (Strom-km 2213) | |
| b) Inhalt - Rohinhalt | 50 hm ³ |
| c) Geometrie - Staufläche | 7,5 km ² |
| Staulänge | 27 km |
- 8) Energieinhalt: fällt aus.
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Überstauung von Schifffahrtshindernissen und Sicherung der geforderten Mindestabmessungen für die Wasserstraße Rhein-Main-Donau. Beim deutschen Partner sind die Einnahmen aus der Energielieferung für die Finanzierung des Schifffahrtsweges heranzuziehen.
- 10) Querschnittsbelastung: 43 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Gründung aller Bauteile auf Granitgneis der Böhmisches Masse, der unter einer Schotterdecke von 6 - 8 m Mächtigkeit angetroffen wird. Trotz auftretender Zerrüttungen und Klüfte - besonders am rechten Ufer - ist der Untergrund als geologisch günstig anzusprechen. Der rutschgefährdete rechtsufrige Steilhang wurde durch Entnahme von 20 000 m³ Gehängelehm entlastet und gesichert.
- 12) Hauptmaße:
- | | | |
|--------------------------|------|-----------|
| a) Längenmaße: | Wehr | Krafthaus |
| Höhe über Gründungssohle | 31 m | 50 m |



WEHR - SCHNITT

0 10

KRAFTHAUS - SCHNITT



	Wehr	Krafthaus
Länge	174 m	152 m
Kronenbreite	-	23 m
Fundamentbreite	45 m	71 m

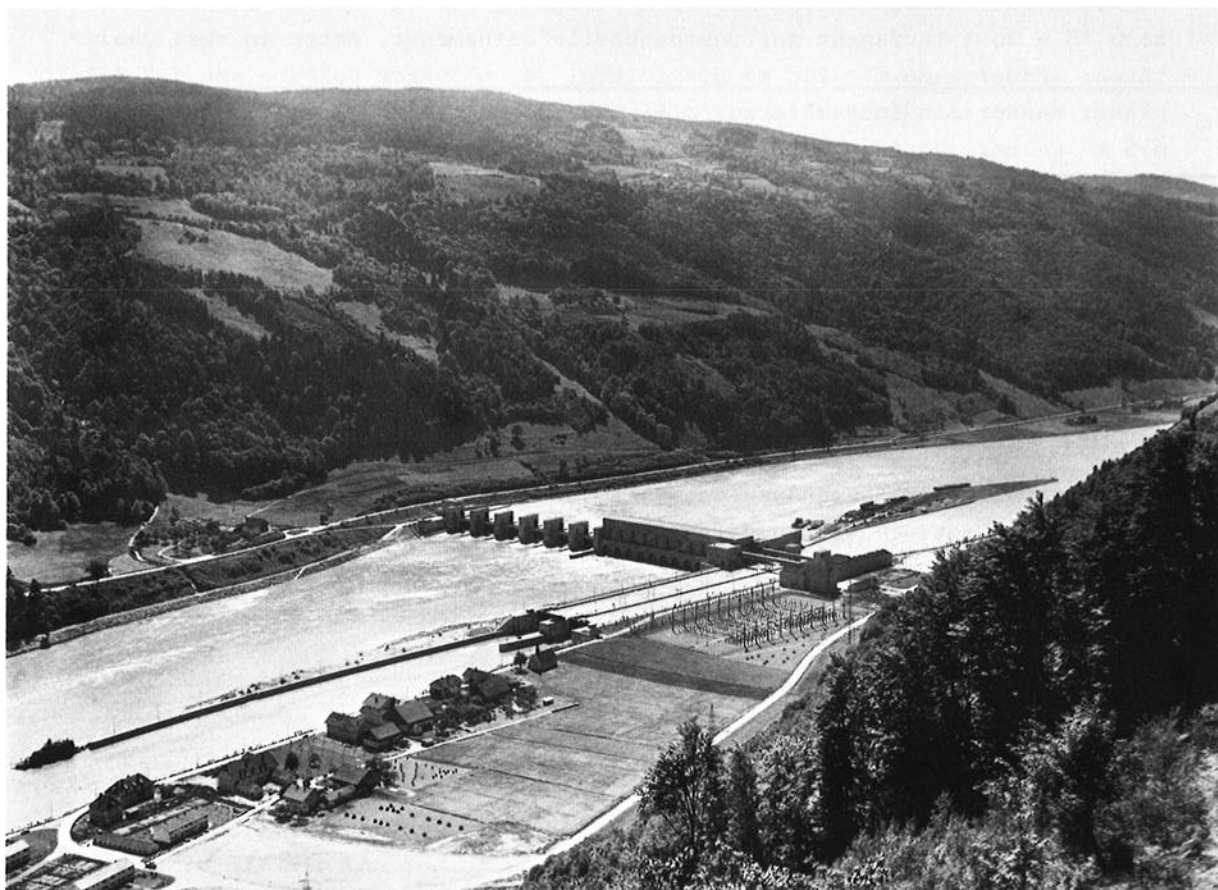
Die am linken Ufer errichteten Schiffsschleusen (Nutzfläche 2 x 230 x 24 m) bilden ohne die anschließenden Trenn- und Ländemauern einen Block von 23 m größter Höhe, 360 m Länge und 70 m Fundamentbreite.

b) Raummaße:

Aushub: Überlagerung	1 200 000 m ³
Fels	280 000 m ³
Bauwerksbeton	440 000 m ³
Steinmauerwerk	93 000 m ³

c) Stauraum und Unterwasser-Eintiefung:

Geländeaufhöhungen	3 100 000 m ³
Ufer- und Sohlensicherung	490 000 m ³
Naßbaggerung im Strom	1 700 000 m ³
Felsabtrag	56 000 m ³
Beton	27 000 m ³



- 13) Besondere Merkmale: Zur Verbesserung der Strömungsverhältnisse ist die Werksachse mit 1500 m Radius gekrümmt angeordnet. Das Wehr im Stromstrich ist in aufgelöster Bauweise errichtet, die nur durch eine leichte Wehrbrücke in halber Höhe verbundenen Wehrpfeiler sind aus architektonischen Gründen zur Gänze steinverkleidet. Krafthaus in konventioneller Hallenbauweise mit zwei Innenkränen je 75 t, die über das Schleusenoberhaupt hinweg bis zum Montageplatz am linken Ufer fahren können. Schiffsschleusen und Vorhäfen in offener Baugrube am linken Ufer errichtet. Für Wehr und Krafthaus Folge von 3 Bauphasen, Baugruben im Strom durch Zellenfangdämme gebildet.

Das Baugelände für das Grenzkraftwerk wurde wie bei den Innstaustufen Braunau, Schärding und Passau mit einem Zollzaun umgeben und von beiden Anrainerstaaten als im Inland befindlich angesehen.

- 14) Einzelheiten: Straßenanschluß an beiden Ufern, Schwertransporte mit Straßenrollern vom 8 km entfernten Bahnanschluß Oberzell. Während der Bauzeit Baubrücke und Kabelkran zur Verbindung der beiden Ufer. 100-t-Schwimmkran für Behandlung von Schwerlasten außerhalb des Bereiches der Krafthauskräne.

Ausgestaltung der Bauteile aufgrund von Modellversuchen an den Technischen Universitäten Graz und Karlsruhe. Standberechnung mit Annahme eines Sohlwasserdruckes von 0,85 des statischen Wasserdruckes. Auftriebsentlastungen unter den Wehrfeldern, Krafthauseinläufen und Saugrohrblöcken.

Gewinnung der Betonzuschlagstoffe aus dem Baugrubenaushub, Aufbereitung in 5 Fraktionen mit Größtkorn 150 mm (Pumpbeton nur 4 Fraktionen bis 70 mm). Bindemittel aus Portlandzement mit Werkszumahlung von 15 % Traß, für Massenbeton noch 15 - 30 % Thurament auf der Baustelle beigemengt. Beton in zwei Qualitäten: Kübelbeton mit 220 kg Bindemittel je m^3 unter Beigabe von 1,2 % Frio-plast, Wasser-Bindemittelfaktor 0,56. Pumpbeton mit 280 kg/m^3 , Zusatz von 0,5 % Caltox, Wasser-Bindemittelfaktor 0,60. Überprüfung im Baustellenlabor des Bauherrn.

Betonmischung in einer vollautomatischen Johnsonanlage mit 2800 m^3 Tagesleistung, als Reserve auch noch halbautomatische Anlage für 60 m^3 /Stunde. Zutransport des Kübelbetons für Wehr und Schleuse mit Lastwagen, Krafthaus mit Pumpbeton über Doppelkolbenpumpe \varnothing 205 mm versorgt. Massenbeton der Schleusenmauern im Sommer mit Kühlrohren in 1 m Abstand gekühlt. Im Winter Betonierung bis zu $-10^{\circ}C$ mittlerer Tagestemperatur ohne Frostschäden.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Gründung des Wehres und Krafthauses auf im wesentlichen dichten Fels hat den ursprünglich vorgesehenen Injektionsschleier überflüssig gemacht. Umläufigkeit am rechten Ufer durch Wehrwangen und Beton-Dichtungswand verhindert.

- 16) Meßeinrichtungen: Außer geodätischer Überprüfung keine besonderen Einrichtungen.

- 17) Entlastungsanlage: Wehr mit 6 Öffnungen zu 24 m Lichtweite mit 11,8 m hohen Haken-Doppelschützen, die auf 2,5 m hohem Wehrrücken aufsitzen. Das Rechnungshochwasser von 11 000 m^3/s kann durch die Wehrfelder und die mit einem tiefen Oberdremmel ausgerüstete Südschleuse mit 0,5 m Freibord abgeführt werden. Der

gesamten Verschußfläche von 1950 m^2 entspricht ein Verschußaufwand von $0,18 \text{ m}^2$ je m^3/s . Die Belastung der Gegenschwelle bzw. Schleuse beträgt in diesem Hochwasserfall $66 \text{ m}^3/\text{s}$ je Laufmeter.

18) Krafthaus: Enthält 5 Maschinensätze bestehend aus vertikalen Kaplan-turbinen für 29 MW bei $410 \text{ m}^3/\text{s}$ max. Durchfluß, und aus Schirmgeneratoren zu 35 MVA. Der rechengeschützte Triebwassereinlauf hat seine Schwelle auf Höhe 272,3 m. Die Turbinenlaufräder mit $\varnothing 7,4 \text{ m}$ liegen auf Höhe 278,2 bzw. 278,6 m = 2,8 m bzw. 2,4 m unter dem mittleren Unterwasserspiegel.

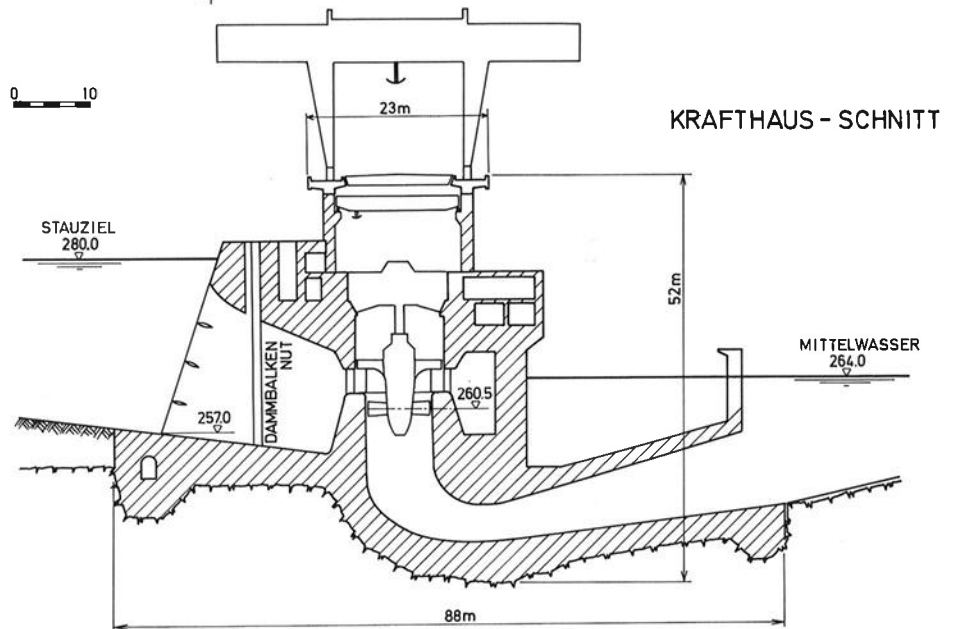
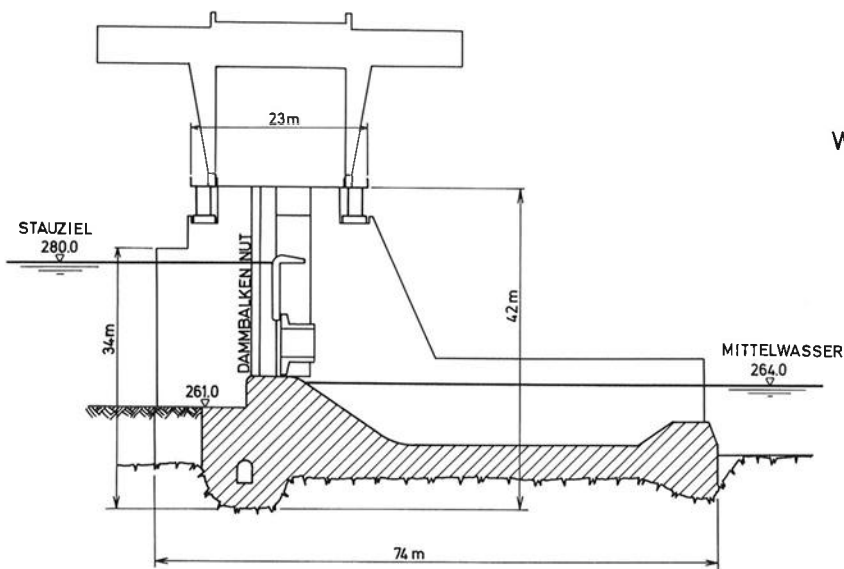
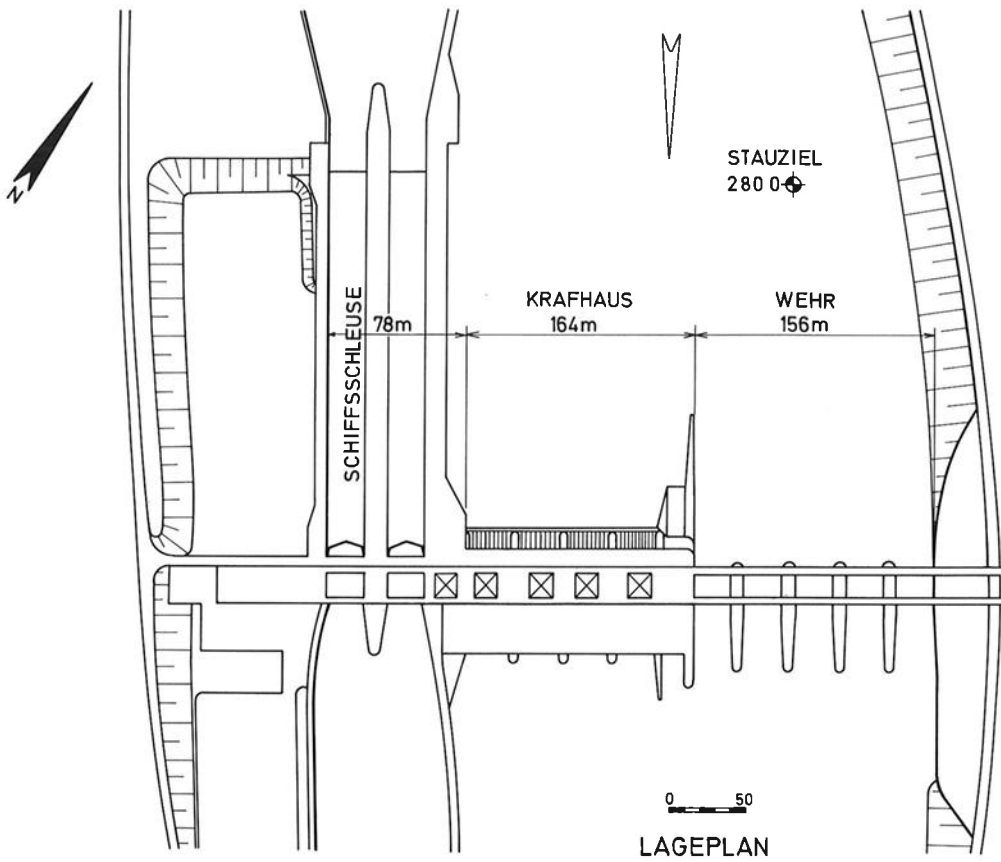
19) <u>Baukosten</u> auf Preisbasis 1956:	1700 Mio S
davon Hauptbauwerk baulich	523 Mio S = 31 %
Stauraum und Unterwasser	415 Mio S = 24 %
Masch.-elektr. Ausrüstung	415 Mio S = 24 %
Sonstige Kosten	347 Mio S = 21 %

20) Schrifttum:

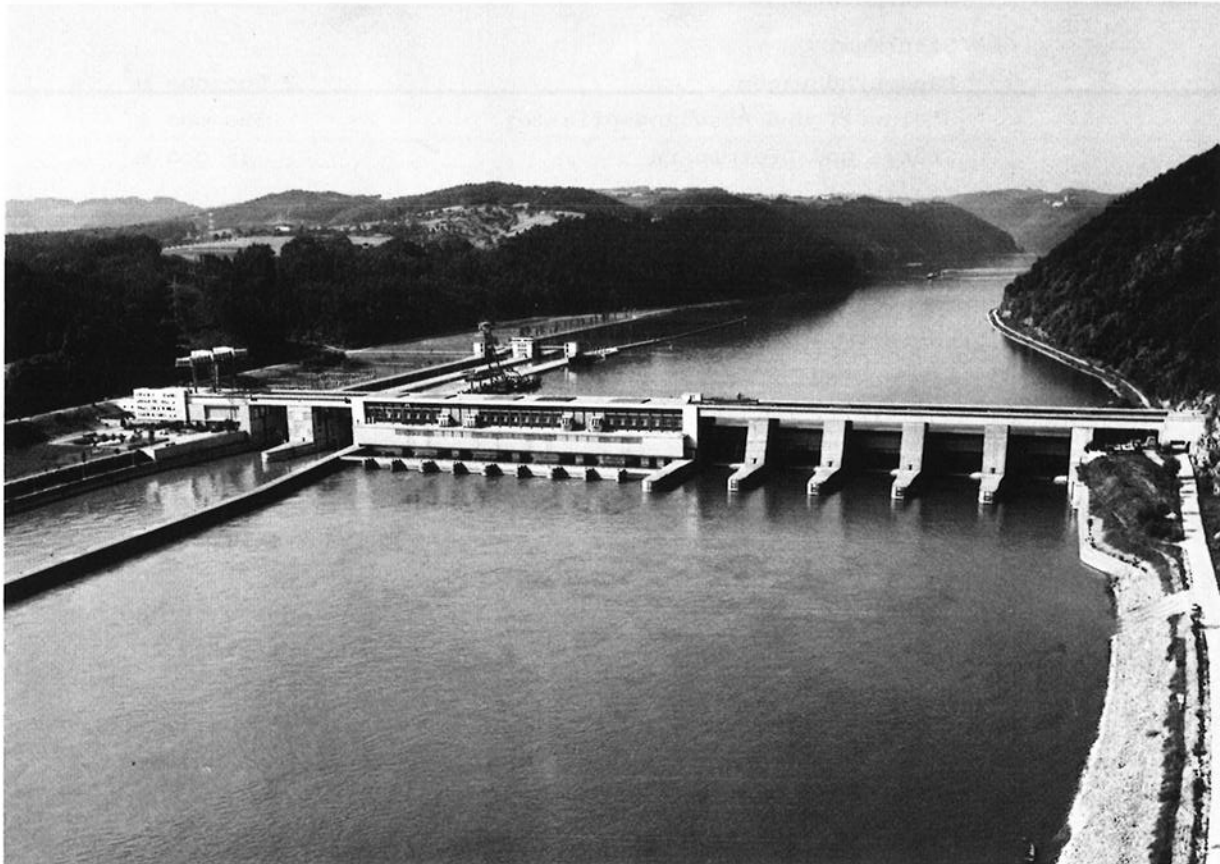
Pilny H.:	"Die Betonerzeugung der Baustelle Donaukraftwerk Jochenstein". Zeitschrift ÖIAV 1954, Heft 9/10.
Donaukraftwerk Jochenstein AG:	"Festschrift zur Inbetriebnahme der drei ersten Maschinensätze". Passau 1955.
Donaukraftwerk Jochenstein AG:	"Der Bau des Donaukraftwerkes Jochenstein". Sonderheft der Österr. Wasserwirtschaft 1956, Heft 5/6, und Sonderdruck.
Fuchs H.:	"Die Donaustufe Jochenstein und ihr Einfluß auf die Schifffahrt". Deutsche Binnenschifffahrt 1956, Heft 40.
Böck H.:	"Die Donaustauanlage Jochenstein". Wasserwirtschaft 1956/57, Heft 7.
Königshofer E.:	"Jochenstein". Water Power 1957, Heft 3.
Krisch H.:	"Die Stauregelung beim Donaukraftwerk Jochenstein bei Hochwasser". ÖZE 1968, Heft 6.

207 ASCHACH

- 1) Sperrentyp: 34 m - PGR
Flußstauwerk mit Wehr und Krafthaus im Strom. Schiffsschleusen am rechten Ufer.
- 2) Geographie: $48^{\circ}23' \text{ N}$, $14^{\circ}02' \text{ O}$
Gewässer: Donau-km 2162,7
Nächster Ort: Aschach.
- 3) Bauherr: Österreichische Donaukraftwerke AG (DoKW)
Parkring 12, A-1010 Wien.



- 4) Kraftwerk: Laufkraftwerk (16 m, 275 MW, 1600 GWh).
- 5) Baujahre: 1959 - 1964, erster Vollstau Feber 1964.
Betriebsaufnahme mit Teilstau 276,5 m im September 1963, Um-
lenkung der Schifffahrt in die Südschleuse im Oktober 1961 nach
23 Baumonaten.
- 6) Hydrologie:
- | | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| Einzugsgebiet | 78 190 km ² |
| Mittleres Niederwasser | 560 m ³ /s |
| Mittelwasser | 1 450 m ³ /s |
| Mittleres Hochwasser | 4 100 m ³ /s |
| Ausbau auf 6otägige
Wasserführung | 2 040 m ³ /s |
| Ausbaugrad | 1,41 |
- 7) Stauraum: Verläuft durchwegs in einer Durchbruchstrecke der Donau durch das
Granitgebirge und wird von natürlichen Steilufern begrenzt.
- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | 280,0 m |
| Stauzieltoleranz | + 50 / - 30 cm |
| b) Inhalt - Rohinhalt | 114 hm ³ |
| davon verlandet | 10 hm ³ |
| c) Geometrie - Staufläche | 9,5 km ² |
| Staulänge | 40 km |
- 8) Energieinhalt: fällt aus.



9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Ausbau der Donauengstrecke zwischen der Staatsgrenze bei Jochenstein und dem Eferdinger Becken zur Energienutzung und Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse. Günstige Bedingungen für die Energienutzung durch größere Fallhöhe und ausgeglichene Donauabflüsse mit 40 % Winteranteil.

10) Querschnittsbelastung: 90 000 t.

11) Gründungsgestein: In 8 m Tiefe unter der Flußsohle steht vorwiegend störungsfreier feinkörniger Granit mit fast ebener Oberfläche an. Durch eiszeitliche Überarbeitung ist der Fels von allen Gesteinsschichten und verwitterten Teilen befreit und sichert eine ausgezeichnete Bauwerksfundierung.

12) Hauptmaße:

a) Längenmaße:	Wehr	Krafthaus
Höhe über Gründungssohle	42 m	52 m
Länge	156 m	164 m
Kronenbreite	23 m	23 m
Fundamentbreite	74 m	88 m

Die Schiffsschleusen von 2 x 230 x 24 m Nutzfläche bilden ohne die anschließenden Leitmauern einen Baublock von 43 m größter Höhe, 373 m Länge und 96 m Fundamentbreite.

b) Raummaße:

Aushub: Überlagerung	2 800 000 m ³
Fels	280 000 m ³
Bauwerksbeton	1 050 000 m ³

c) Stauraum:

Landaufhöhungen	2 500 000 m ³
Steinwurf und Böschungspflaster	590 000 m ³
Stütz- und Ufermauern	45 000 m ³

13) Besondere Merkmale: Zweites rein österreichisches Donaukraftwerk nach dem KW Ybbs-Persenbeug wiederum in einer Engstrecke des Donautales errichtet. Strömungstechnisch günstige Anordnung mit Krafthaus in Strommitte und Wehr am linken Prallhang im Vollmodell 1 : 80 erprobt. Krafthaus in halbhoher Bauweise mit 16 t-Innenkran und auf der Krone über die ganze Anlage fahrbarem 220 t-Portalkran. Kräftiger Trennpfeiler zwischen Wehr und Krafthaus nur im Sohlbereich, um tiefere Sohlenlage im Oberwasser des Krafthauses abzustützen. Bauherstellung in offenen Baugruben in drei Bauphasen; die Fangdämme bestanden teils aus Kreiszellen, größtenteils aber aus Kiesschüttung mit zentraler Spundbohlen-Dichtwand bis zum Fels. Wegen des großen Platzbedarfes dieser Fangdämme wurde der Trennpfeiler als Teil der Längsumschließung der Bauphasen 2 und 3 mit Druckluftgründung außerhalb der Baugrube 1 hergestellt.

14) Einzelheiten: Straßenzufahrt auf beiden Ufern, aber keine öffentliche Brücke. Während der Baudauer auch Schlepplisanschluß vom Bahnhof Aschach. Bau von beiden Ufern her vorgetrieben, mit Arbeitsbrücke und Kabelkran von Ufer zu Ufer.

Ausgestaltung der Bauteile aufgrund von Modellversuchen am Vollmodell 1 : 80 und Wehrmodell 1 : 50 an der Bundesversuchsanstalt für Wasserbau in Wien. Bauzustände am Modell 1 : 100 in der Modellanstalt Ybbs des Bauherrn abgeklärt.

Die Standberechnung des Wehres erfolgte für acht Lastfälle mit Auftriebsannahmen nach Terzaghi-Leliavsky und ergab größte Eckpressungen von $19,6 \text{ kp/cm}^2$ Druck und $1,7 \text{ kp/cm}^2$ Zug. Zugspannungen werden durch Bewehrung aufgenommen. Durch Drainagen zum Unterwasser erfolgt eine weitgehende Auftriebsentlastung. Die Standberechnung des Krafthauses erfolgte gesondert für den Einlauf, den Turbinenblock und das Saugrohr; diese drei Bauteile sind durch Fugen getrennt.

Die Betonzuschlagstoffe wurden hauptsächlich in einer 5 km entfernt angeordneten Baggergrube gewonnen, in 6 Fraktionen bis 120 mm aufbereitet und per Schleppbahn zugeführt (Tagesleistung 8500 t). Herstellung von zwei Betonsorten: Kübelbeton mit 200 bis 220 kg Bindemittel je m^3 und WB-Faktor 0,48/0,47 sowie Pumpbeton mit 260 kg/m^3 und WB-Faktor 0,57. Bindemittel bestand aus Portlandzement PZ 275, dem für einzelne Blöcke Traß beigemahlen bzw. für das Wehr 10 - 20 % Flugasche beigemischt war, und 0,4 % Frioplast als Zusatzmittel. Erzielte Betondruckfestigkeiten nach 28 Tagen: 225 kp/cm^2 für den Pumpbeton, 255 kp/cm^2 für den Kübelbeton ohne Flugasche, 187 kp/cm^2 für Kübelbeton mit 20 % Flugasche. Überprüfung der Festigkeiten, Wasserdichte und Frostbeständigkeit im Baustellenlabor.

Betonfertigung in 3 Mischtürmen: Vögeleturm mit 2000 l-Freifallmischer ($90 \text{ m}^3/\text{h}$) am linken Ufer, Wingetturm mit 3000 l-Freifallmischer und Liebherrturm mit Gegenstrom-Zwangsmischer 1000 l am rechten Ufer (zusammen $330 \text{ m}^3/\text{h}$). Frischbeton mit LKW zu den Turmdrehkränen für Schleusenbetonierung bzw. zur zentral aufgestellten Pumpstation (Rex- und Torkretpumpen) gebracht, maximale Pumplänge 200 m. Einbringung des Rüttelbetons in Schichten von 2,40 m.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Zweireihiger Dichtungsschirm mit 1450 m^2 Fläche, Einpressung eines Ton-Zement-Gemisches, mittlere Aufnahme 43 kg je m^2 Schirmfläche. Am linken Ufer ist das Wehrwiderlager direkt in den Berg eingebunden, am rechten Ufer wird der Dichtscluß durch eine einfache Stahlpundwand bewirkt.
- 16) Meßeinrichtungen: Nivellement im Kontrollgang, etwa 130 Meßstellen für Sohlwasserdruck und Sickerwassermengen. Alle 2 Jahre wird die Funktionstüchtigkeit der Auftriebsentlastungen überprüft.
- 17) Entlastungsanlagen: Wehr am linken Ufer mit 5 Öffnungen zu je 24 m Lichtweite mit Haken-Doppelschützen von 15,8 m Höhe (VO). Einlaufschwelle auf Höhe 265 m auf einem zu Bauende aufbetonierten 4 m hohen Höcker aufsitzend. Unschädliche Abfuhr von $11000 \text{ m}^3/\text{s}$ im Modell nachgewiesen, wenn bis zu 28 % durch die Schleuse am rechten Ufer abfließen kann. Hierzu sind die Oberhäupter beider Schleusenkammern mit den gleichen Haken-Doppelschützen wie das Wehr ausgerüstet. Die Belastung des Tosbeckens bzw. der Schleusen erreicht $66 \text{ m}^3/\text{s je Laufmeter}$. Die gesamte Verschlößfläche (Wehr und Schleusen) von 2600 m^2 entspricht einem Verschlößaufwand von $0,24 \text{ m}^2 \text{ je m}^3/\text{s}$.

18) Krafthaus in halbhoher Bauweise am rechten Ufer zwischen Wehr und Schleuse, enthält 4 stehende Kaplan-turbinen für $510 \text{ m}^3/\text{s}$ Nenndurchfluß und 73 MW Höchstleistung, die Drehstromgeneratoren von 85 MVA antreiben. Einlauf mit Schwelle auf Höhe 257 m durch 490 m^2 Rechen und dahinter liegenden Dammtafel-Notverschluß geschützt. Turbinenlaufrad $\varnothing 8,4 \text{ m}$ (zur Zeit der Lieferung das größte Laufrad in Westeuropa) auf Höhe 260,5 m = 3,5 m unter dem mittleren Unterwasserspiegel.

19) <u>Baukosten</u> auf Preisbasis 1963:	3127 Mio S
davon Hauptbauwerk (Bau)	1463 Mio S = 47 %
Stauraum	297 Mio S = 9 %
Masch.-elektr. Ausrüstung	630 Mio S = 20 %
Sonstige Aufwendungen	737 Mio S = 24 %

Zu den Baukosten hat die öffentliche Hand einen Beitrag von 228 Mio S für die erzielten Schifffahrtsverbesserungen geleistet.

20) Schrifttum:

Österr. Donau- kraftwerke AG:	Sonderhefte "Donaukraftwerk Aschach", ÖZE 1962 / Heft 5 und ÖZE 1964 / Heft 7.
Böhmer H.:	"Das Donaukraftwerk Aschach". Die Wasserwirtschaft 1962, Heft 8/9.
Königshofer E.:	"Aschach Station". Water Power 1962, Heft 8.

208 OTTENSHEIM

- 1) Sperrentyp: 31 m - PGB
Staukraftwerk mit Wehr, Krafthaus und Schiffsschleusen im Durchstich.
- 2) Geographie: $48^{\circ}19' \text{ N}$, $14^{\circ}10' \text{ O}$
Gewässer: Donau, Strom-km 2146,7
Nächster Ort: Ottensheim.
- 3) Bauherr: Österreichische Donaukraftwerke AG (DoKW)
Parkring 12, A-1010 Wien.
- 4) Kraftwerk: Laufkraftwerk (11 m, 180 MW, 1080 GWh).
- 5) Baujahre: 1969 - 1973, erster Vollstau September 1973, Betriebsaufnahme mit Teilstau 261,25 m im März 1973, Schifffahrt im Oktober 1972 aus dem Strom in Durchstich und Schleuse verlegt.

6) <u>Hydrologie:</u> Einzugsgebiet	78 200 km ²
Mittleres Niederwasser	560 m ³ /s
Mittelwasser	1 450 m ³ /s
Mittleres Hochwasser	4 100 m ³ /s
Ausbau auf 50-tägigen Abfluß	2 250 m ³ /s
Ausbaugrad	1,55

7) Stauraum: Gegen das flache Augelände des Eferdinger Beckens durchwegs mit Rückstaudämmen abgegrenzt, im oberen Bereich beidseitig Überströmstrecken, um größere Hochwässer wie bisher in Retentionsräume (z.B. 1954: 63 km² überflutet) ausfließen zu lassen. Natürliche Vorflut der eingedeichten Gebiete beidseits ins Unterwasser des Stauwerkes.

a) Wasserspiegel - Stauziel	264,0 m
Stauzieltoleranz	± 30 cm
b) Inhalt - Rohinhalt	34 hm ³
c) Geometrie - Staufläche	5 km ²
Staulänge	16 km

8) Energieinhalt: fällt aus.

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Fortsetzung der Ausgestaltung der Donau zur Kraft-Wasserstraße, im besonderen endgültige Beseitigung des Brandstätter und Aschacher Kachlets, wo Felskugeln die Schifffahrtsrinne dauernd behinderten und zu stetigen, jeweils nur kurzzeitig wirksamen Baggerungen und Räumungen zwangen.

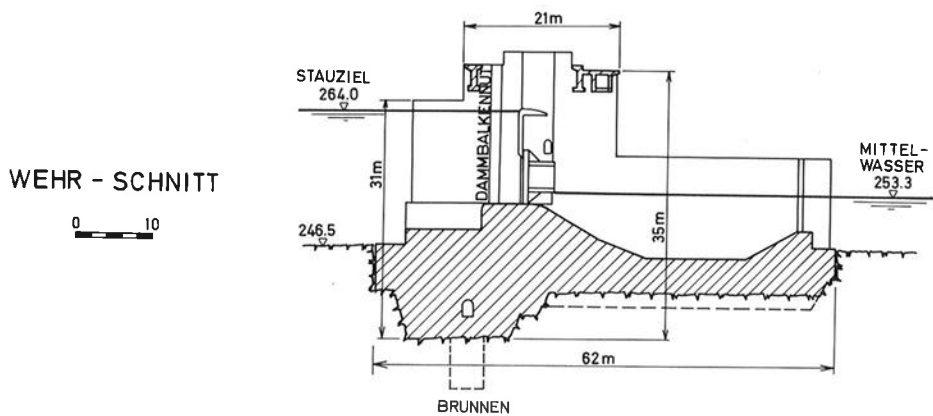
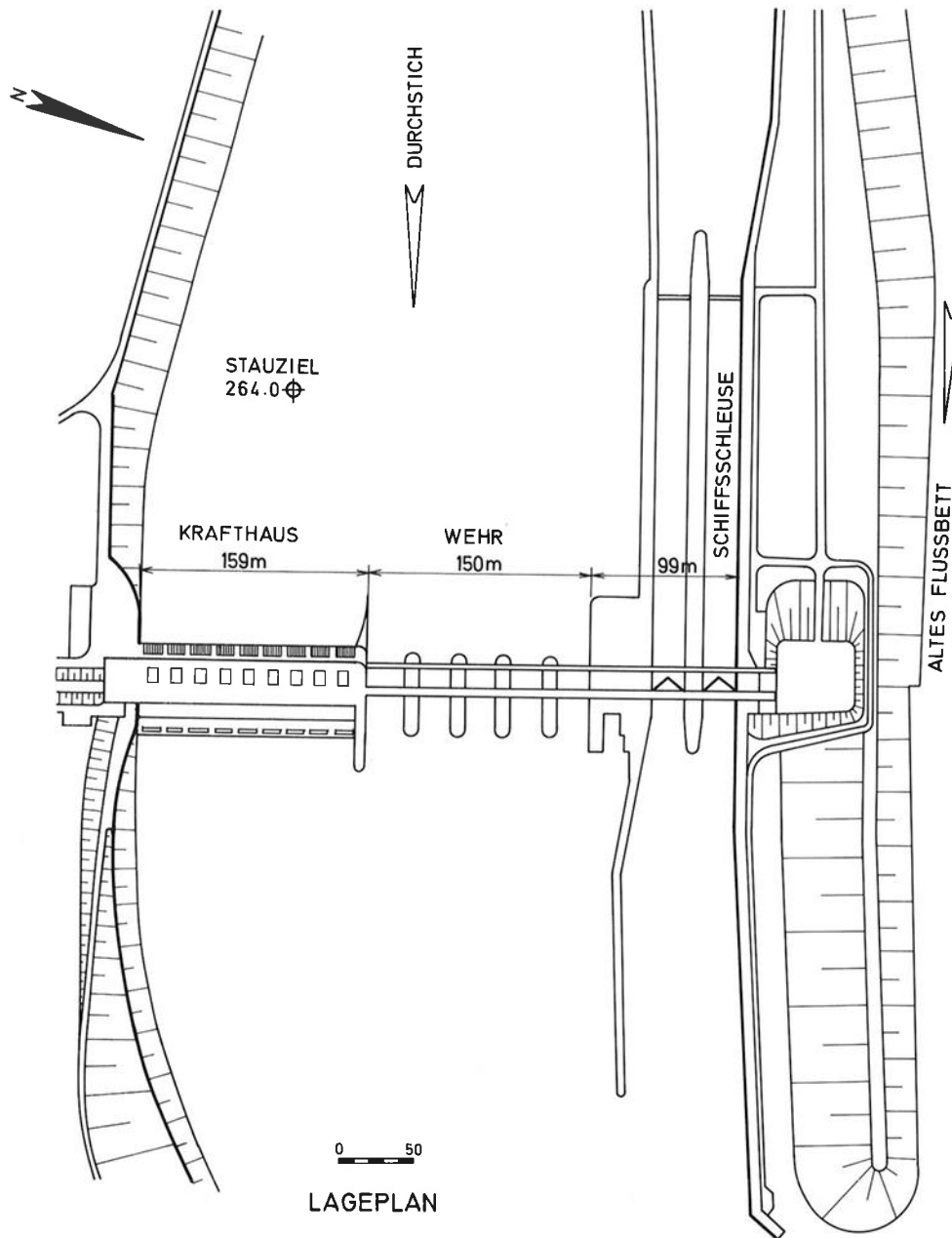
10) Querschnittsbelastung: 72 000 t.

11) Gründungsgestein: Unter geringmächtiger Überlagerung von Schotter und Aushub liegt eine 25 bis 30 m starke mitteltertiäre Schlierschicht (Schiefer-ton) von homogener Zusammensetzung, auf der die Bauwerke gegründet sind. Eine darunter liegende Sandschicht steht an den Beckenrändern mit dem Grundwasser der Alluvionen in Verbindung. Die durch Aushub reduzierte Schlierdecke in der Baugrube mußte daher mit Entlastungsbrunnen gegen Auftrieb durch das gespannte Grundwasser gesichert werden. Die hohe Witterungsempfindlichkeit des Schlier erforderte besondere Sicherungsmaßnahmen nach dem Aushub, wie Spritzbetonaufgabe und Stützmauern.

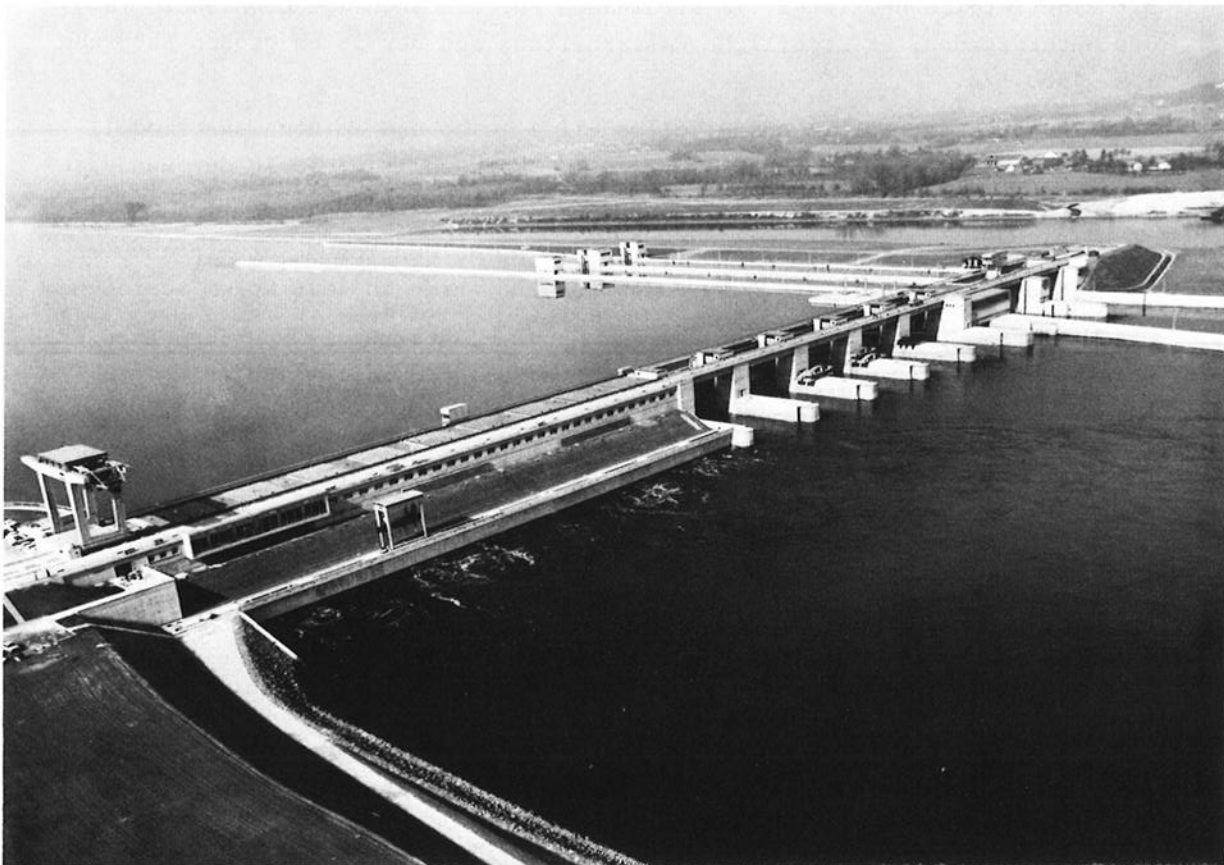
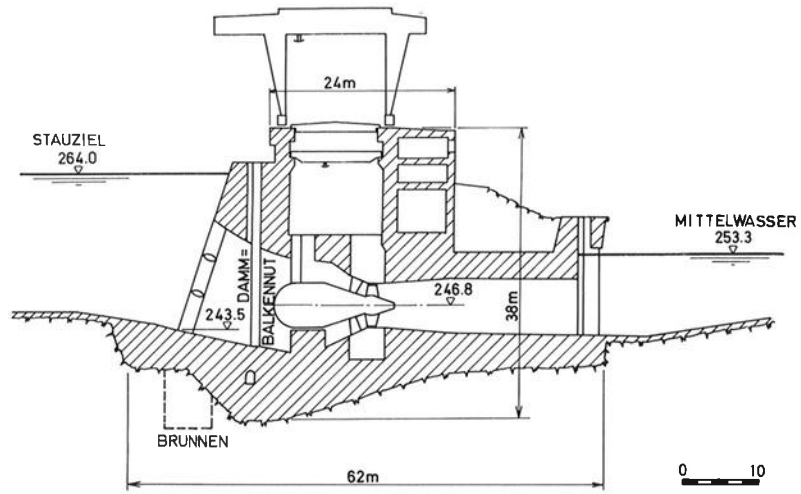
12) Hauptmaße:

a) Längenmaße:	Wehr	Krafthaus
Höhe über Gründung	35 m	38 m
Länge	150 m	159 m
Kronenbreite	21 m	24 m
Fundamentbreite	62 m	62 m

Der Schleusenblock ohne Leitmauern, aber mit dem seitlichen Block für die Füll- und Entleerungseinrichtungen hat 28 m Höhe, 340 m Länge und 109 m Fundamentbreite.



KRAFTHAUS - SCHNITT



b) Raumaße:	
Aushub - Schotter	2 000 000 m ³
Schlier	430 000 m ³
zusammen	2 430 000 m ³
Bauwerksbeton	800 000 m ³
c) Stauraum, Durchstich und UW-Eintiefung:	
Durchstich-Baggerung	9 100 000 m ³
Dammschüttungen	5 500 000 m ³
Steinwürfe	280 000 m ³
Asphalt-Böschungsdichtungen	50 000 m ²
Dichtwand	89 000 m ²
UW-Eintiefung: Schotter	2 150 000 m ³
Fels	15 000 m ³

13) Besondere Merkmale: Die schon in Wallsee erprobte Herstellung des gesamten Stauwerkes mit den Schiffsschleusen in einer einzigen großen Baugrube an Land wurde auch in Ottensheim angewandt. Den besonderen Gründungsverhältnissen und dem Fortschritt im Turbinenbau angepaßt, wurden hier erstmals liegende statt stehende Kaplan- (Rohr-)turbinen eingebaut, womit der Wasserweg einfacher gestaltet und die Fundierungstiefe herabgesetzt werden konnte.

14) Einzelheiten: Baugrube mit Straßenzufahrt am rechten Ufer, Schotterdämme mit Plastikfolie gedichtet, im stromnahen Bereich auch Spundbohlendichtung des Untergrundes, erforderliche Wasserhaltung aus der 56 ha großen Baugrube i.M. 1500 l/s.

Hydraulische Untersuchungen am Vollmodell 1 : 100 und am Hochwassermodell 1 : 200/50 des Bauherrn in Ybbs, sowie am Wehrmodell 1 : 50 in der Bundesanstalt für Wasserbauversuche.

Standberechnung unter Berücksichtigung der unter den Tosbecken eingebauten Auftriebsentlastung. Die größte Bodenpressung wurde zu 10,6 kp/cm² errechnet.

Die Betonzuschlagstoffe wurden aus dem Baugrubenaushub gewonnen und in 6 Fraktionen bis 128 mm aufbereitet, Nennleistung der von Wallsee übernommenen Anlage 400 t/h.

Beton mit 180 bzw. 200 kg Portlandzement PZ 275 und 0,35 % Zusatzmittel, Wasserzementfaktor 0,60 bzw. 0,55, Wasserzugabe über nukleare Feuchtemeßsonde der Eigenfeuchte des Sandes angepaßt. Erzielte Betondruckfestigkeiten nach 28 Tagen im Mittel 250 bzw. 268 kp/cm² mit nur geringem Streubereich infolge der Berücksichtigung der schwankenden Eigenfeuchte.

Betonherstellung in je einem Winget- und Vögeleturm mit Gesamtleistung 330 m³/h. Einbringung des Kübelbetons mit Turmdrehkränen, Betonierhöhen in der Regel 2,5 m.

Die Rückstaudämme sind aus Kies mit einer Kronenbreite von 4,5 m geschüttet. Bei größerer Dammhöhe ist die wasserseitige Böschung 2 : 3 mit einer 8 - 10 cm starken Asphaltbetondichtung geschützt. Niedrige Dämme haben eine Kerndichtung aus Kies-Sand-Gemisch und eine Steinwurfdecke auf der 1 : 2 geneigten Wasserseite. Überströmstrecken sind mit einer zentralen Spundwand versehen

und durch Steinwurf auch auf der Krone und der flachen Luftseite geschützt.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Wegen Einbindung der Bauwerke in den dichten Schlier erübrigten sich besondere Dichtungsmaßnahmen.

Die Untergrunddichtung unter den Rückstaudämmen besteht aus einer Stahlspundwand in Fortsetzung der Asphalt-Oberflächendichtung bzw. aus einer Schmalwand unter der Kerndichtung.

- 16) Meßeinrichtungen: Setzungen und Horizontalverschiebungen werden durch ein Nivellement im Kontrollgang sowie durch 12 Setzungspegel überwacht, die 25 - 30 m tief im Schlier verankert sind. Die größte Setzung wurde zu 6 mm, die größte Verschiebung gegen das Unterwasser zu 2 mm gemessen. Für die Beobachtung des Sohlwasserdruckes sind 150 Meßstellen eingebaut, von denen 70 auch zur Kontrolle der Sickerwassermengen ausgerüstet sind. Artesischer Wasserdruck im Untergrund wird in 7 Brunnen überwacht.

- 17) Entlastungsanlagen:

- a) Wehr in Durchstichmitte mit 5 Öffnungen zu 24 m, mit Haken-Doppelschützen von 12,5 m Höhe (VO), Einlaufschwelle auf Höhe 252,0 m. Die Tosbecken sind aus Verschleißbeton mit 400 kg PZ 475 je m³ hergestellt, die Pfeilerflanken mit Epoxyharz beschichtet, womit Steinverkleidungen auf ein Mindestmaß reduziert wurden.
- b) Schiffsschleusen am linken Durchstichufer zur Abfuhr größter Hochwässer ebenfalls herangezogen (VO). Oberhaupt mit 12,5 m hohen Haken-Doppelschützen wie beim Wehr ausgerüstet.
- c) Überströmdeiche im oberen Stauraum an beiden Ufern, je 4 km lang, mit Ableitung eines Teiles des Hochwassers in die bisherigen Retentionsräume und am Stauwerk vorbei ins Unterwasser (LB).
- d) Vom $HQ_{100} = 8920 \text{ m}^3/\text{s}$ werden nach dem Versuch am Hochwassermodell $2980 \text{ m}^3/\text{s}$ über die Überströmdeiche entlastet, während $5940 \text{ m}^3/\text{s}$ durch das Wehr mit einer Belastung des Tosbeckens von $50 \text{ m}^3/\text{s}$ je Laufmeter abgeführt werden. Auf die Verschlussfläche des Wehres von 1440 m^2 bezogen, beträgt der Verschlußaufwand $0,24 \text{ m}^2$ je m^3/s .

- 18) Krafthaus: Am rechten Durchstichufer in halbhoher Bauweise mit 25 t-Innenkran und 120 t-Außenkran errichtet, enthält 9 horizontale Kaplanrohrturbinen von je $250 \text{ m}^3/\text{s}$ Nenndurchfluß und 23 MW Höchstleistung, direkt gekuppelt mit umflossenen Drehstromgeneratoren 21 MVA. Einlauf mit Schwelle auf 243,5 m durch Rechen 186 m^2 und Dammtafel-Notverschluß geschützt.

Laufreddurchmesser 5,6 m, Achslage von Turbine und Generator auf Höhe 246,8 m = 6,5 m unter dem mittleren Unterwasserspiegel.

- 19) Baukosten auf Preisbasis 1969 mit Gleitungen während der Bauzeit:

	2 775 Mio S
davon Hauptbauwerk	1 265 Mio S = 45 %
Stauraum und UW-Eintiefung	460 Mio S = 17 %
Maschin.-elektr.Ausrüstung	615 Mio S = 22 %

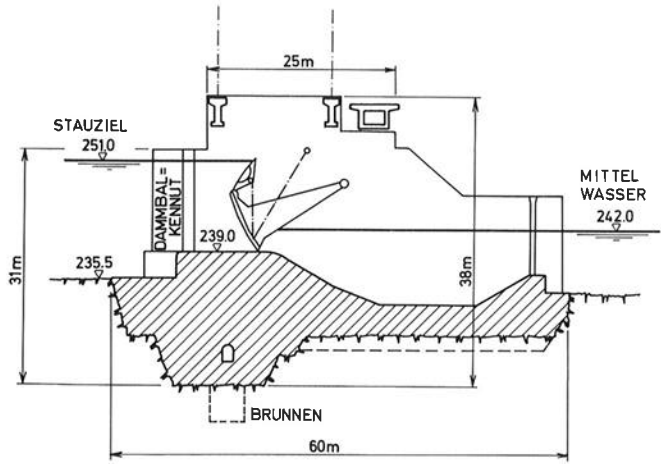
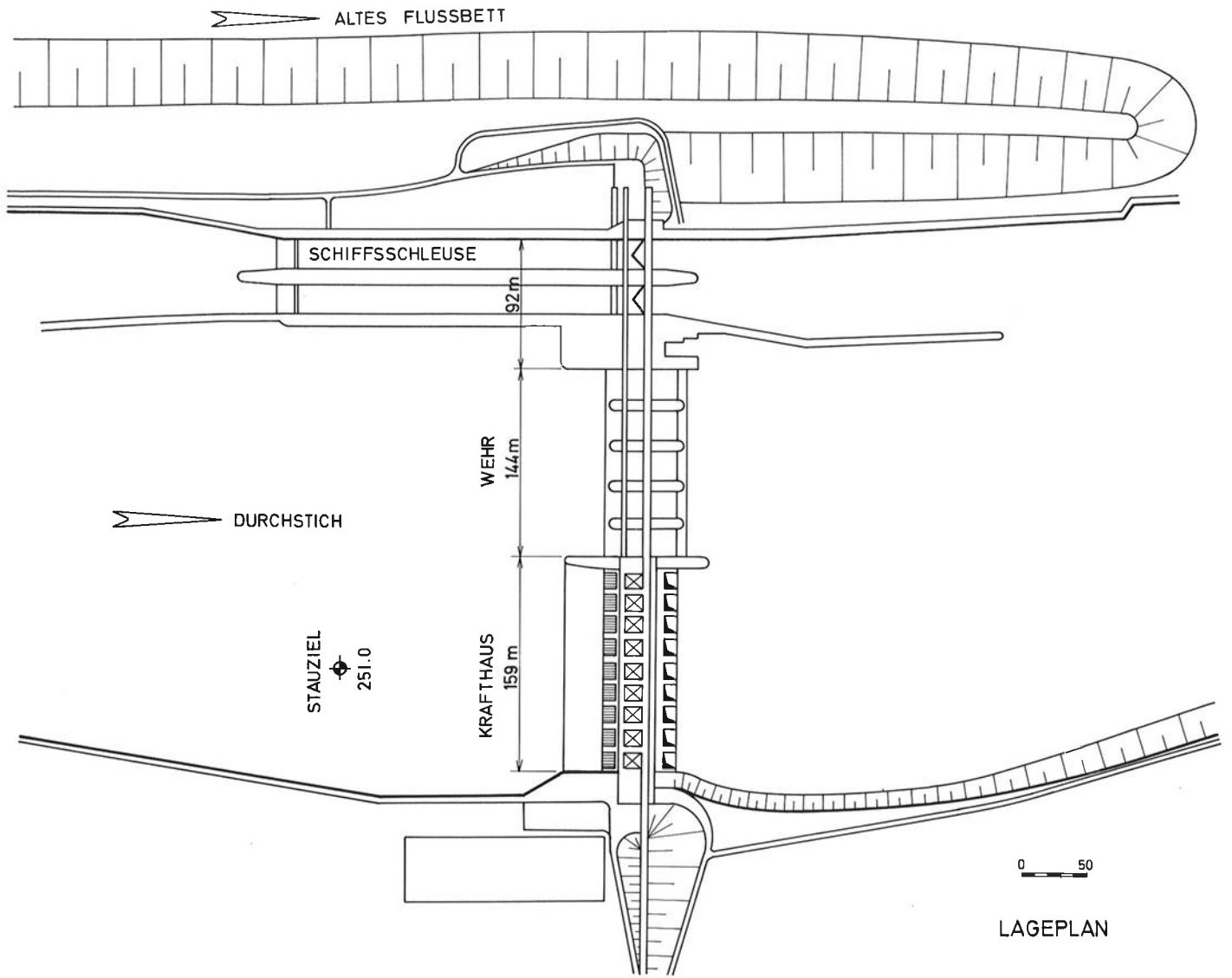
Für die nicht der Elektrizitätserzeugung dienenden Mehrzweckfunktionen der Staustufe hat die öffentliche Hand einen Baukostenzuschuß von 560 Mio S geleistet.

20) Schrifttum:

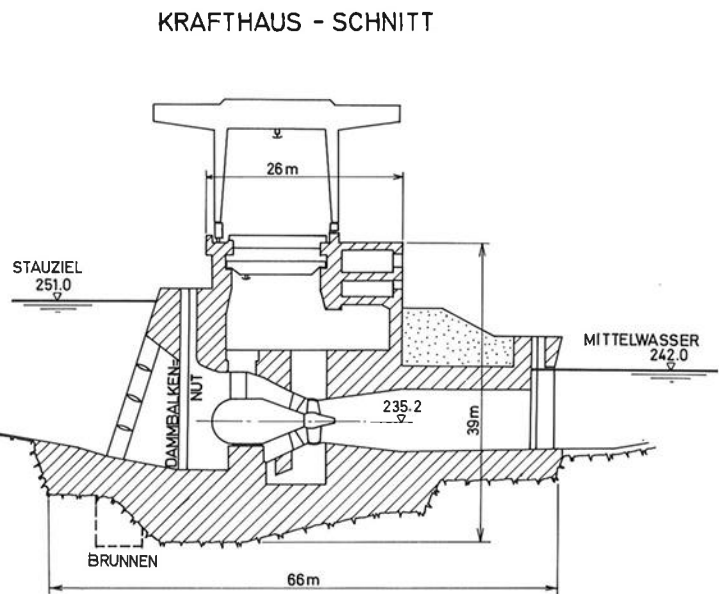
- Rozinski F.: "Die Betonherstellung beim Donaukraftwerk Ottensheim-Wilhering", Zement und Beton 61/62, 1972.
- Österr. Donaukraftwerke AG: "Das Donaukraftwerk Ottensheim-Wilhering". Sonderheft der ÖZE 1973, Heft 10.

209 ABWINDEN-ASTEN

- 1) Sperrentyp: 31 m - PGB
Staukraftwerk mit Wehr, Krafthaus und Schiffsschleusen in seitlichem Durchstich.
- 2) Geographie: 48°15' N, 14°26' O
Gewässer: Donau, Strom-km 2119
Nächster Ort: St. Georgen an der Gusen.
- 3) Bauherr: Österreichische Donaukraftwerke AG (DoKW)
Parkring 12, A-1010 Wien.
- 4) Kraftwerk: Laufwerk (9 m, 168 MW, 1020 GWh).
- 5) Baujahre: 1976 - 1979, Stauerrichtung für Jänner 1979, Betriebsaufnahme für März 1979 vorgesehen. Umlegung der Schifffahrt in die Schleuse voraussichtlich Oktober 1978 im 32. Baumonat.
- 6) Hydrologie:
- | | |
|------------------------------|-------------------------|
| Einzugsgebiet | 83 767 km ² |
| Mittleres Niederwasser | 620 m ³ /s |
| Mittelwasser | 1 600 m ³ /s |
| Mittleres Hochwasser | 4 450 m ³ /s |
| Ausbau auf 50-Tage-Durchfluß | 2 475 m ³ /s |
| Ausbaugrad | 1,55 |
- 7) Stauraum: Wird bis in den Raum von Linz, 14 km oberhalb der Staustelle, von Rückstaudämmen eingefasst, die auch das Industriegelände und die Hafenanlagen von Linz einschließen. Eine Ausuferung zum Hochwasserrückhalt im Dammhinterland ist nur am linken Ufer vorgesehen.
- Oberhalb Linz ist der Stau auf die steilufrige Engstrecke der Donau beschränkt, wo durch die UW-Eintiefung der Stufe Ottensheim bereits eine Vorarbeit zur



WEHR - SCHNITT



KRAFTHAUS - SCHNITT

Herabsetzung der Stauspiegel geleistet wurde.

a) Wasserspiegel - Stauziel		251,0 m
ab 2750 m ³ /s Stauregelung		
mit Absenkziel		250,3 m
b) Inhalt	- Rohinhalt	46 hm ³
c) Geometrie	- Staufläche	9,5 km ²
	Staulänge	27 km

8) Energieinhalt: fällt aus.

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Schließung der Stufenkette von der deutschen Grenze bis Ybbs mit Überstauung mehrerer die Schifffahrt bisher behindernder Untiefen, damit konsequente Fortsetzung der Rhein-Main-Donau-Wasserstraße im oberen Bereich der österreichischen Donau. Durch Hochwasserfreilegung des rechten Ufergeländes wird der Linzer Industrie eine gegen Überschwemmung gesicherte Erweiterungsmöglichkeit geboten. Die Wasserspiegel im Linzer Hafenbereich werden vorteilhaft geregelt. Schließlich kommt der Mehrzweckcharakter der Anlage auch darin zum Ausdruck, daß sie einen Anstoß zur großräumigen Sanierung der Abwasserbeseitigung der Stadt Linz und der Industriebetriebe gibt und damit eine Verbesserung der Wasserqualität herbeizuführen hilft.

10) Querschnittsbelastung: 62 000 t.

11) Gründungsgestein: Die Gründung des Stauwerks erfolgt auf dichtem mittel-tertiärem Schlier (Schieferton), der in einer Mächtigkeit von 60 - 90 m festgestellt wurde. Eine darunter liegende Schicht von Quarzsand ist für die Standsicherheit des Bauwerks unerheblich. Die Verwitterungsanfälligkeit und kurze Standzeit des freigelegten Schlier erfordern besondere Maßnahmen beim Aushub der Baugrube, wie Spritzbetonhaut, Stützblöcke und Sicherungsbrunnen. Der Schlier ist in einer Mächtigkeit von 9 - 13 m von Sanden und Schottern überlagert, die sich als Betonzuschlagstoff eignen.

12) Hauptmaße:

a) Längenmaße:	Wehr	Krafthaus
Höhe über Gründung	38 m	39 m
Länge	144 m	159 m
Kronenbreite	25 m	26 m
Fundamentbreite	60 m	66 m

Die Schiffsschleusen 2 x 230 x 24 m bilden ohne die anschließenden Ländemauern und ohne den Zwischenblock für die Füll- und Entleerungseinrichtungen einen Baublock von 38 m größter Höhe, 340 m Länge und 77 m Fundamentbreite.

b) Vorausgeschätzte Raummaße des Stauwerks:

Aushub: Überlagerung	2 000 000 m ³
Schlier	600 000 m ³
Bauwerksbeton	850 000 m ³

c) Vorausgeschätzter Aufwand für den Durchstich und die
UW-Eintiefung:

Durchstich: Aushub	6 000 000 m ³
Steinwurf	120 000 m ³
UW-Eintiefung, Baggerung	850 000 m ³

13) Besondere Merkmale: Weitgehende Ähnlichkeit mit dem Stauwerk Ottensheim, ebenfalls in seitlicher Großbaugrube hergestellt und mit horizontalen Rohrturbinen ausgestattet. Optimierung des Stauzieles und der Stauregelung mit Rücksicht auf guten Anschluß des Staues an die Oberliegerstufe Ottensheim, auf das empfindliche Stadt- und Industriegebiet von Linz, sowie auf den Rückstau in die Traun.

14) Einzelheiten: Straßenzufahrt 4 km lang von der Bundesstraße am rechten Ufer. Die 91 ha große Baugrube wird von Kiesdämmen mit Plastikfoliendichtung und Untergrunddichtung durch eine bis zum Schlier reichende Schmalwand umschlossen.

Gestaltung der Bauwerke aufgrund von Modellversuchen am Vollmodell 1 : 100 des Bauherrn in Ybbs. Die Standsicherheit wurde unter Annahme einer Auftriebsentlastung unter den Tosbecken durchgeführt. Die größte Bodenpressung wurde zu 11 kp/cm² errechnet.

Die Betonzuschlagstoffe werden aus der Baugrube gewonnen und wie bei den vorigen Donaustufen in 6 Fraktionen bis 128 mm aufbereitet. Beton mit 180 - 200 kg Eisenportlandzement EPZ 275 je m³ mit 0,12 % Frioplastzusatz, Wasserzementfaktor 0,58/0,55 mit Berücksichtigung der nuklear festgestellten Eigenfeuchte der Zuschlagstoffe. Im Labor ermittelte Betonfestigkeit nach 28 Tagen 200 - 240 kp/cm². Herstellung im Cifaturm 240 m³/h mit 4 Freifallmischern 3000 l, im Wingetturm 170 m³/h mit 3 Freifallmischern 2300 l und 1 Zwangsmischer mit 1000 l. Die Einbringung erfolgt mit 3 fahrbaren Teleskop-Förderbändern und über Turmdrehkräne mit Flachkübeln.

Die Rückstaudämme haben Kerndichtung aus einem sortierten Kies-Sand-Gemisch. Die wasserseitige Böschung 1 : 2 ist mit Steinwurf gesichert.

15) Dichtungsmaßnahmen: Das Hauptbauwerk bindet durchwegs in den dichten Schlieruntergrund ein, weshalb besondere Dichtungsmaßnahmen entfallen.

Der Untergrunddichtung unter den Rückstaudämmen dient eine Schmalwand.

16) Meßeinrichtungen: Wegen des setzungsempfindlichen Baugrundes werden 19 Setzpegel mit 25 m tiefer Verankerung im Untergrund vorgesehen. Der Sohlwasserdruck wird an 120 Meßstellen überwacht, von denen 58 auch zur Messung von Sickerwassermengen eingerichtet sind.

17) Entlastungsanlagen:

a) Wehr in Durchstichmitte mit 5 Öffnungen zu je 24 m, durch 12,5 m hohe Drucksegmente mit aufgesetzter Klappe abgeschlossen (VO), Schwellenhöhe 239,0 m, Verschlußfläche 1440 m².

- b) Schiffsschleusen am linken Ufer zur Abfuhr größter Hochwässer mit herangezogen (VO), Oberhäupter dazu mit 12,7 m hohen Haken-Doppelschützen je 24 m ausgestattet, Drempelhöhe ebenfalls 239,0 m, Verschußfläche 580 m².
- c) Überströmdamm am linken Ufer, 2 km lang, der einen Teil des Hochwassers in das Dammhinterland und am Stauwerk vorbei ins Unterwasser ableitet (LB).
- d) Vom HQ₁₀₀ = 9500 m³/s werden nach den Modellversuchen am Hochwassermodell 1 : 200 / 50 durch den Überströmdamm 1040 m³/s entlastet, die restlichen 8460 m³/s werden durch die 5 Wehrfelder und eine Schleusenammer abgeführt. Dabei entsteht eine spezifische Belastung von 59 m³/s je Laufmeter. Bei einer zugehörigen Verschußfläche von 1730 m² ist der Verschußaufwand 0,20 m² je m³/s.
- 18) Krafthaus in halbhoher Bauweise am rechten Ufer, mit 25 t-Innenkran und 120 t-Außenkran, enthält 9 liegende Kaplan turbinen (Rohrturbinen) für je 275 m³/s Nenndurchfluß und 19 MW Leistung, direkt gekuppelt mit Drehstromgeneratoren 20 MVA. Das Laufrad Ø 5,7 m hat seine Achse auf Höhe 235,2 m = 6,5 m unter dem mittleren Unterwasserspiegel nach Eintiefung.
- 19) Baukosten auf Preisbasis 1975 geschätzt auf
- | | |
|--------------------------|-------------------|
| | 4700 Mio S |
| davon Hauptbauwerk | 1650 Mio S = 35 % |
| Stauraum | 1090 Mio S = 23 % |
| Masch.-elektr.Ausrüstung | 1180 Mio S = 25 % |
| Sonstige Kosten | 780 Mio S = 17 %. |

Für die Mehrzweckfunktionen ist ein Bundeszuschuß zu den Baukosten in Höhe von 1400 Mio S vorgesehen.

- 20) Schrifttum: Bisher noch keine Veröffentlichungen.

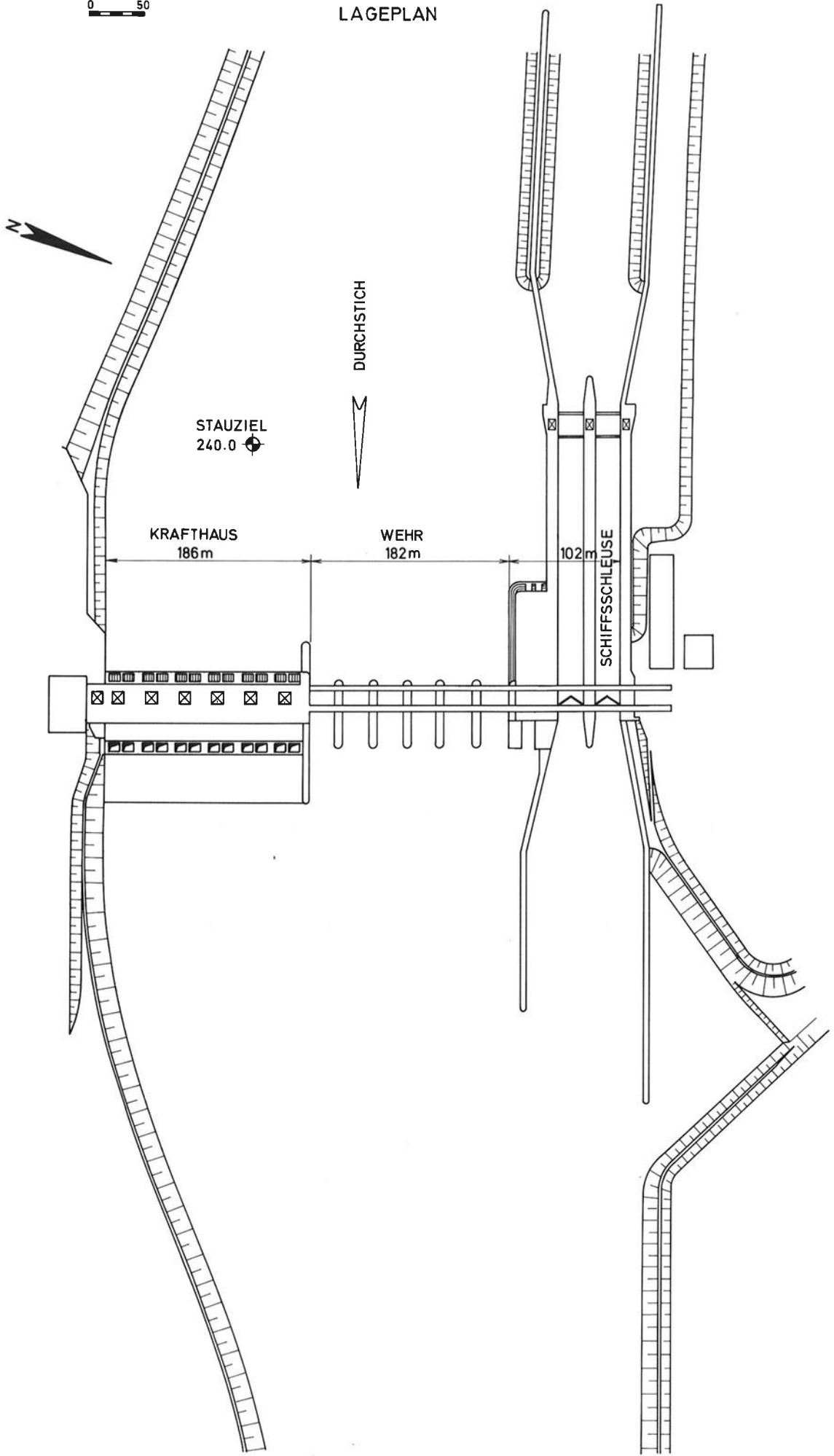
210 WALLSEE

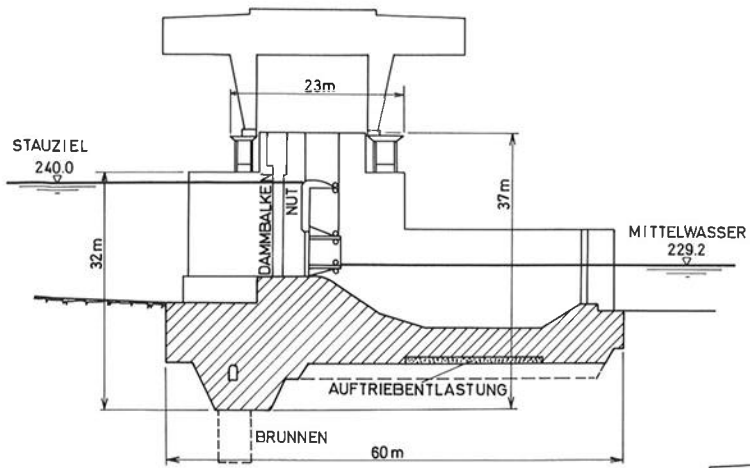
- 1) Sperrentyp: 32 m - PGB
Flußstauwerk mit Wehr, Krafthaus und Schiffsschleusen im Durchstich.
- 2) Geographie: 48°10' N, 14°41' O
Gewässer: Donau, Strom-km 2095
Nächster Ort: Wallsee.
- 3) Bauherr: Österreichische Donaukraftwerke AG (DoKW)
Parkring 12, A-1010 Wien.
- 4) Kraftwerk: Laufkraftwerk (11 m, 210 MW, 1320 GWh).

- 5) Baujahre: 1965 - 1968. Erster Vollstau Februar 1968 mit Betriebsaufnahme des ersten Maschinensatzes. Verlegung der Schifffahrt in den Durchstich und Abriegelung des alten Strombettes nach 26 Baumonaten im Oktober 1967.
- 6) Hydrologie:
- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Einzugsgebiet | 91 226 km ² |
| Mittl. Niederwasser | 690 m ³ /s |
| Mittelwasser | 1 740 m ³ /s |
| Mittl. Hochwasser | 4 900 m ³ /s |
| Ausbau auf 50-tägigen Durchfluß | 2 700 m ³ /s |
| Ausbaugrad | 1,55 |
- 7) Stauraum: In der flachen Beckenlandschaft ist der Stauraum zur Gänze zwischen Rückstaudämmen eingefasst.
- | | |
|-----------------------------|---------------------|
| a) Wasserspiegel - Stauziel | 240,0 m |
| Stauzieltoleranz | ± 0,3 m |
| b) Inhalt - Rohinhalt | 53 hm ³ |
| c) Geometrie - Staufläche | 7,8 km ² |
| Staulänge | 25 km |
- 8) Energieinhalt: fällt aus.
- 9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Zeitlich erster Schritt zur Schließung der Ausbaulücke zwischen den damals schon bestehenden Stufen Aschach und Ybbs-Persenbeug zum Nutzen der Elektrizitätswirtschaft und der Schifffahrt. Hiezu mußte die für die Elektrizitätswirtschaft am ehesten tragbare Stufe vorweggenommen werden, da sich die Anerkennung des Mehrzweckcharakters der Donaufstufen damals noch nicht in größeren Kostenbeiträgen der öffentlichen Hand für die Abgeltung elektrizitätsfremder Vorteile auswirkte.
- 10) Querschnittsbelastung: 65 000 t.
- 11) Gründungsgestein: Das Stauwerk ist auf mitteltertiärem Schieferton (Schlier) gegründet, der von 7 bis 10 m mächtigen Schottern und Sanden überlagert und mit mehreren 20 - 30 cm starken, wasser- und gasführenden Kalkmergelbändern durchzogen ist. Junge Störungen, die den Schlier örtlich durchklüftet und bis zu 30° schräg gestellt haben, waren für die Einordnung des Stauwerks in das Gelände maßgebend. Da der Schlier zu Rutschungen neigt, gegen Verwitterung anfällig ist und keine große Standfestigkeit hat, wurden umfangreiche geotechnische Eignungsprüfungen im Labor und in situ durchgeführt und, den Prüfungsergebnissen angepaßt, Spritzbetonsicherungen, Stützkörper und Sicherheitsbrunnen angeordnet.
- 12) Hauptmaße:
- | | | |
|--------------------|-------|-----------|
| a) Längenmaße: | Wehr | Krafthaus |
| Höhe über Gründung | 37 m | 42 m |
| Länge | 182 m | 186 m |
| Kronenbreite | 23 m | 30 m |
| Fundamentbreite | 60 m | 75 m |

0 50

LAGEPLAN

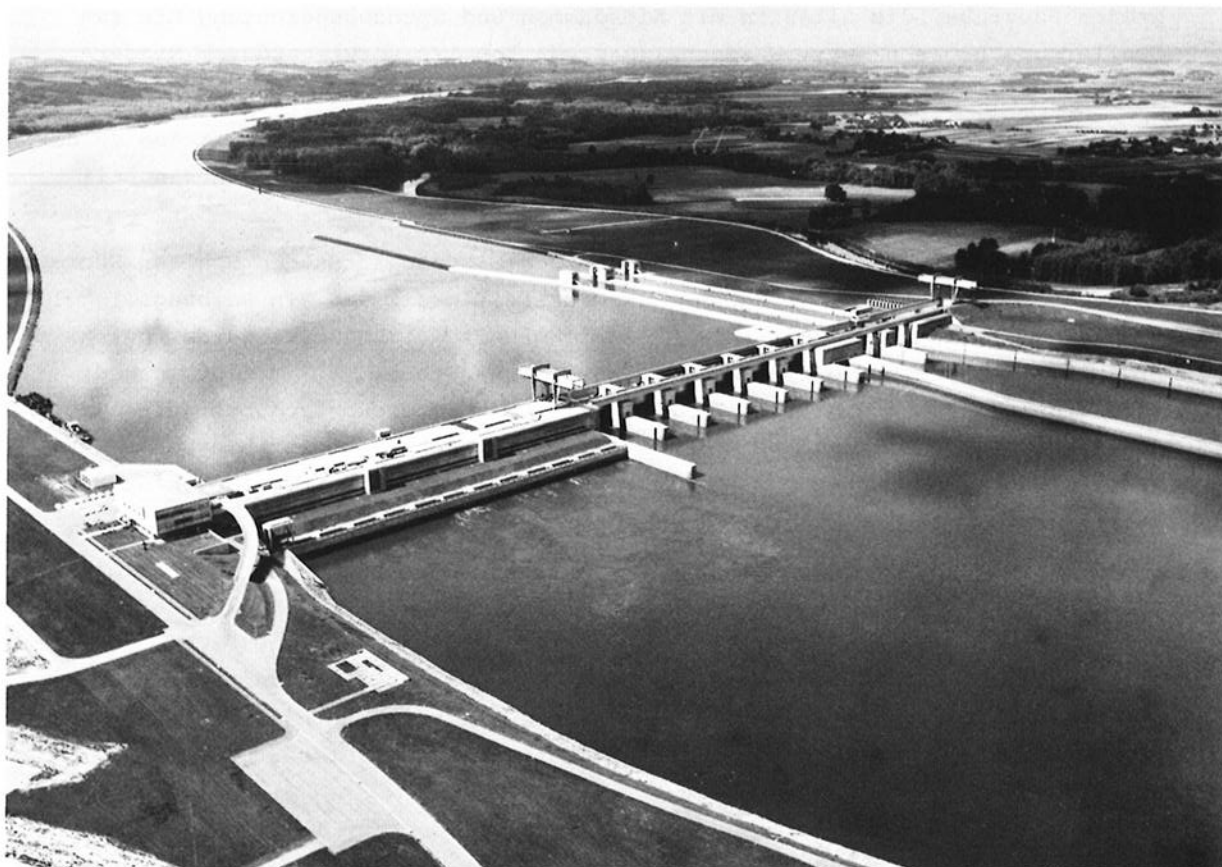
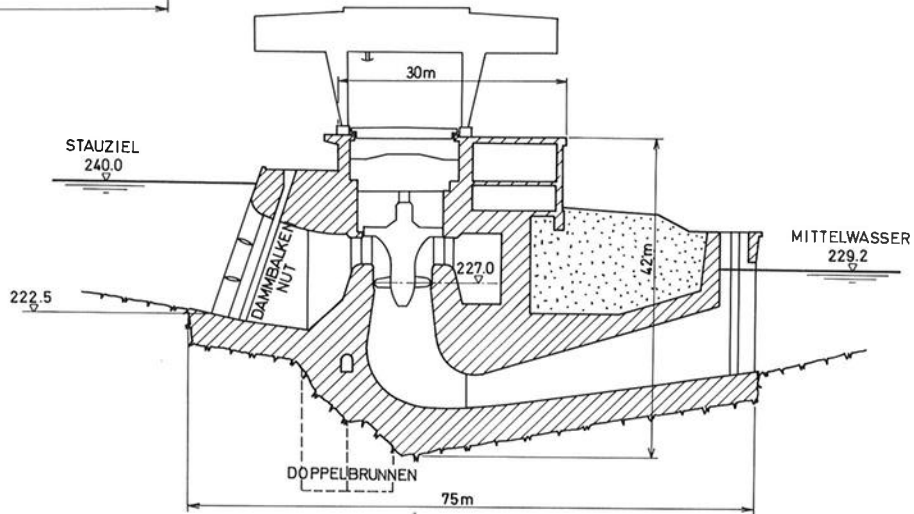




WEHR - SCHNITT



KRAFTHAUS - SCHNITT



Die Schiffsschleusen 2 x 230 x 24 m bilden mit dem Zwischenbauwerk für die Füll- und Entleerungseinrichtungen einen Block von 36 m Höhe, 338 m Länge und 112 m Fundamentbreite.

b) Raummaße:

Aushub: Überlagerung	1 850 000 m ³
Schlier	1 100 000 m ³
Bauwerksbeton	905 000 m ³

c) Stauraum, Durchstich und Unterwasser:

Durchstich-Aushub	8 250 000 m ³
Stauraum - Naßbaggerung	2 130 000 m ³
Dammschüttung	2 580 000 m ³
Steinwurf	470 000 m ³
Spundwände	150 000 m ²
UW-Eintiefung, Schotterbaggerung	3 100 000 m ³
Schlieraushub	250 000 m ³

- 13) Besondere Merkmale: Erste Donaustufe im weiträumigen Gelände ohne den Zwang, im Strom zu bauen. Die Anordnung einer einzigen Baugrube für das ganze Hauptbauwerk am Ufer ermöglichte einen intensiveren Arbeitseinsatz und eine wesentlich kürzere Bauzeit als bei früheren Donaukraftwerken (Betriebsaufnahme nach 31 Monaten statt 46 Monate in Aschach). Die Bewältigung von 10 Mio m³ Baggermenge für Baugrube und Durchstich wurde durch die neuen Fortschritte in der Technologie von Massentransporten ermöglicht. Erstmals bei Donaukraftwerken in Österreich wurde die niedrige Krafthausbauweise ohne Maschinenhalle und Innenkran gewählt, was die Bauhöhe um 5 m herabsetzte.
- 14) Einzelheiten: Straßenzufahrt vom 7 km entfernten Entladebahnhof zur 36 ha großen Baugrube, die allseits mit Kiesdämmen und Spundwanddichtung bis zum Schlier umschlossen war. Wasserhaltung von 300 l/s vorwiegend vom Niederschlag bestimmt.

Die Bauwerke wurden aufgrund von Modellversuchen am Vollmodell 1 : 100 an der Technischen Universität Graz und am Wehrmodell 1 : 50 in der Bundesanstalt für Wasserbauversuche ausgestaltet.

Die Standberechnung hatte auf die besonderen Eigenschaften des Schlier Rücksicht zu nehmen, für den 8 kp/cm² als Druckfestigkeit und ein Reibungswinkel von 10 - 14° anzunehmen war. Die Gleitsicherheit der Bauwerke wurde durch Brunnen Ø 6 m erhöht, die unter dem OW-seitigen Sporn 5 - 7 m tief in den Untergrund führen und z.B. am Wehr etwa 1/4 des Horizontalschubes aufnehmen. Beim Aushub hatten die vorweg hergestellten Brunnen auch ein Abrutschen der steilen Schlierböschungen zu verhindern. Die größten Bodenpressungen wurden zu 10,8 kp/cm² ermittelt. Die Wehrfelder haben Auftriebsentlastung.

Die Betonzuschlagstoffe wurden aus dem Baugrubenaushub gewonnen und in einer 400 t/h-Anlage in 6 Fraktionen bis 128 mm mit 5 % Fremdsandbeigabe aufbereitet. Beton mit 200 - 240 kg Portlandzement PZ 275 je m³ und 0,5 % Frioplastzusatz, Wasserzementfaktor 0,49 - 0,53 mit Berücksichtigung der aus Stichproben abgeleiteten Eigenfeuchte des Sandes. Erzielte Druckfestigkeiten nach 28 Tagen 268 kp/cm² für Massenbeton und 302 kp/cm² für Stahlbeton.

Betonherstellung in einem Wingetturm für $140 \text{ m}^3/\text{h}$ und einem Vögeleturm für $90 \text{ m}^3/\text{h}$, mit je 3 Freifallmischern 2300 bzw. 1500 l, Transport mit Muldenkippern zu den 4 m^3 -Betonierkübeln der Turmdrehkräne. Beim Krafthaus Kübel-füllung über Hydrokuli, Kübelentleerung in Verteiltrichter. Betonierhöhen 2,40 m.

Die aus Kies geschütteten Rückstaudämme haben 5 m Kronenbreite und eine zentrale Spundwanddichtung, die sich im Untergrund bis zum Schlier fortsetzt. Die Überströmstrecken haben eine 8 m breite Krone und eine sehr flache luft-seitige Böschung, beides durch Steinwurf und Steinpflaster geschützt.

- 15) Dichtungsmaßnahmen konnten bei der Gründung des Stauwerkes auf dichten Schlier entfallen.
- 16) Meßeinrichtungen: Dauernde Überwachung der Setzungen am Schlier durch Alignements und 8 Setzpegel bis in 40 bzw. 60 m Tiefe, Ablesung im Kontrollgang. Messung des Sohlwasserdruckes an 135 Stellen, davon 45 auch mit Messung von Sickerwassermenge und -qualität im Kontrollgang. Die gemessenen Setzungen von 5 mm liegen beträchtlich unter den erwarteten Werten.
- 17) Entlastungsanlagen:
 - a) Wehr in Durchstichmitte mit 6 Öffnungen zu je 24 m Lichtweite (VO), Haken-Doppelschützen von 13,0 m Höhe, Wehrschwelle auf Höhe 227,5 m. Verschlussfläche 1800 m^2 . Granitverkleidung der Wehrschwellen und Gegenschwellen, bei 2 Wehrfeldern auch der Tosbecken, um schadlose Eisabfuhr zu gewährleisten.
 - b) Schiffsschleusen oberwasserseits zur HW-Abfuhr mit Haken-Doppelschützen wie das Wehr ausgerüstet (VO), Verschlussfläche 600 m^2 .
 - c) Überströmdeiche im Stauraum, an beiden Ufern je 2 km lang (LB), erlauben Austritt größerer Hochwässer in die bisherigen Retentionsräume und Entwässerung am Stauwerk vorbei ins Unterwasser.
 - d) Gesamtabfuhr des Rechnungshöchstwassers $11\,200 \text{ m}^3/\text{s}$ teilt sich nach Versuchen am Hochwassermodell des Bauherrn in Ybbs zu $2600 \text{ m}^3/\text{s}$ auf die Überströmdeiche und $8600 \text{ m}^3/\text{s}$ über das Wehr und 1 Schleusenkammer. Die zugehörige Belastung der Tosbecken beträgt $51 \text{ m}^3/\text{s}$ je Laufmeter, der Verschlussaufwand $0,24 \text{ m}^2$ je m^3/s .
- 18) Krafthaus: In niedriger Bauweise ohne eigentliche Maschinenhalle, mit Abschlußhauben knapp über dem Generatordeckel, und Bedienung durch zwei über die ganze Anlage fahrbare Portalkräne von je 140 t. Die 6 Maschinensätze bestehen aus vertikalen Kaplan-turbinen für je $450 \text{ m}^3/\text{s}$ Nenndurchfluß und 38 MW Höchstleistung, mit Drehstromgeneratoren 42 MVA. Die Turbineneinläufe haben die Schwellenhöhe 222,5 m und sind mit 388 m^2 Rechen und einem dahinter liegenden Dammtafel-Notverschluß geschützt. Das Turbinenlaufrad $\varnothing 7,8 \text{ m}$ liegt auf Höhe 227,0 m = 2,2 m unter dem mittleren Unterwasserspiegel.

19) Baukosten auf Preisbasis 1965 mit Preisgleitungen bis zur Abrechnung 1971:

	2 890 Mio S
davon Hauptbauwerk	1 420 Mio S = 49 %
Stauraum und Unterwasser	360 Mio S = 12 %
Masch.-elektr.Ausrüstung	620 Mio S = 22 %
Sonstige Kosten	490 Mio S = 17 %

Für die zweite Schleusenammer wurde von der öffentlichen Hand ein Baukostenzuschuß von 200 Mio S geleistet.

20) Schrifttum:

Neiger F.:

"Hochwasser-Modellversuche für das Donaukraftwerk Wallsee-Mitterkirchen". Österr. Wasserwirtschaft 1965, Heft 1/2 und Die Wasserwirtschaft 1966, Heft 12.

Österr. Donaukraftwerke AG:

"Das Donaukraftwerk Wallsee-Mitterkirchen". Sonderheft der ÖZE 1969, Heft 4.

211 YBBS-PERSENBEUG

1) Sperrtyp:

25 m - PGR

Staukraftwerk mit Wehr, zweiteiligem Krafthaus und Schiffschleusen im Strom.

2) Geographie:

48°11' N, 15°04' O

Gewässer: Donau, Strom-km 2060,4

Nächster Ort: Ybbs.

3) Bauherr:

Österreichische Donaukraftwerke AG (DoKW)

Parkring 12, A-1010 Wien.

4) Kraftwerk:

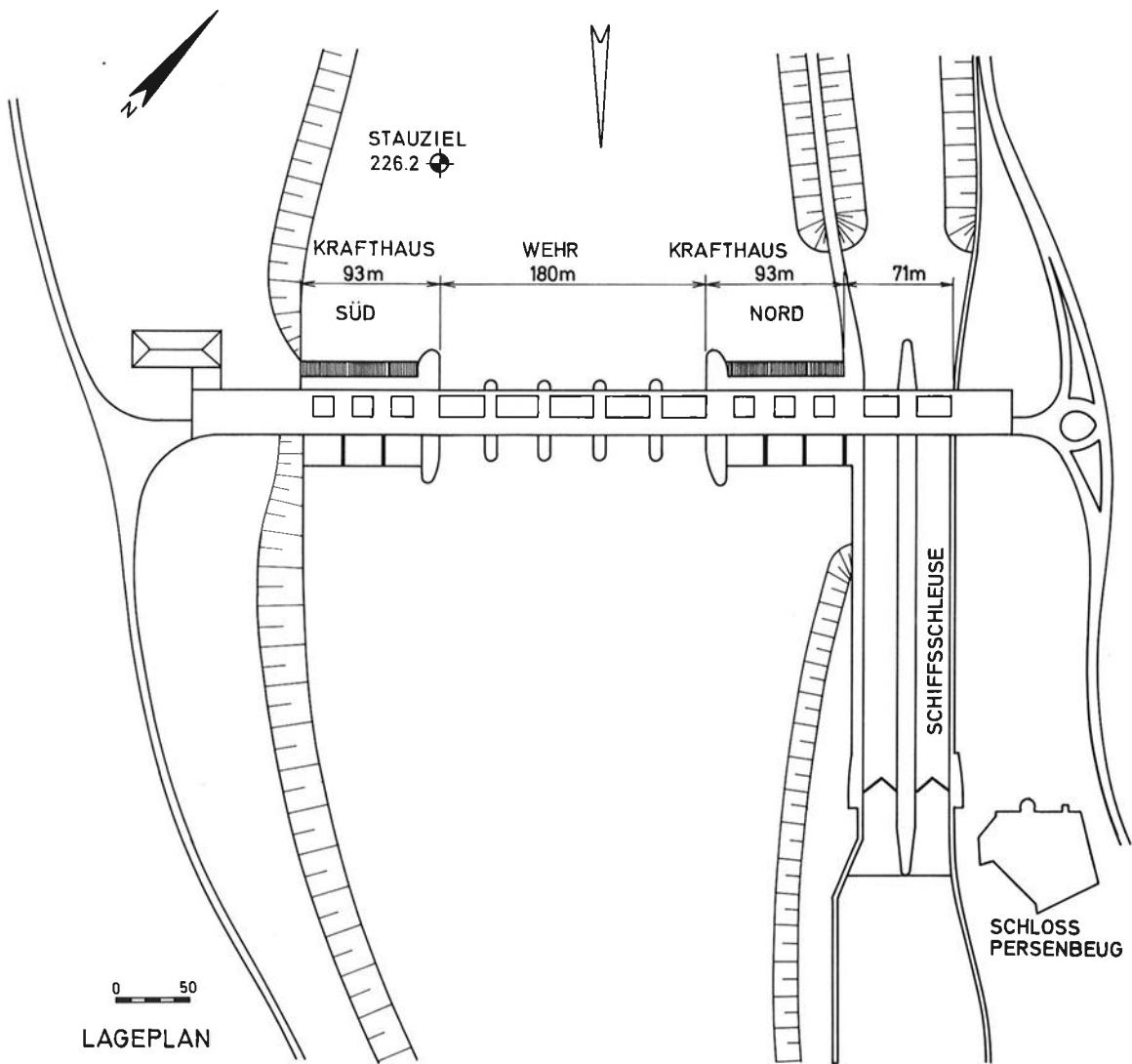
Laufkraftwerk (11 m, 200 MW, 1260 GWh).

5) Baujahre:

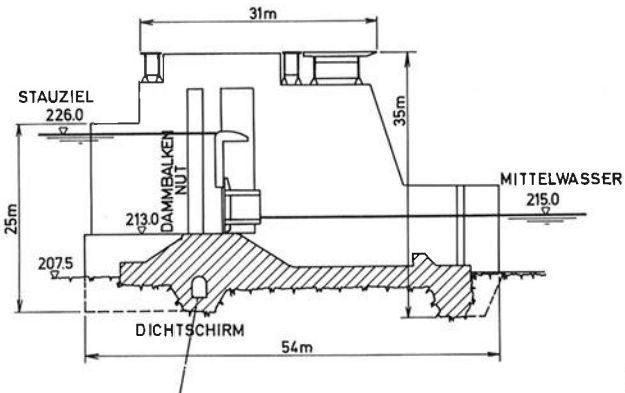
1954 - 1959, erster Vollstau November 1958.

Südkraftwerk mit Teilstau 224,13 m ab September 1957 in Betrieb. Umleitung der Schifffahrt in die Schleuse am Ende des dritten Bauabschnittes im Dezember 1956.

Ein Projekt des schweizerischen Ingenieurs Höhn für dieses Kraftwerk wurde bereits 1928 wasserrechtlich behandelt. Vorarbeiten für den Bau wurden durch die Rhein-Main-Donau AG, München, in den Jahren 1938 - 1944 geleistet, aber aus kriegsbedingten Gründen verzögert und schließlich eingestellt. Die Baueinrichtungen und die Baugrubenumschließung aus dieser Zeit wurden dann für die Baudurchführung verwendet.



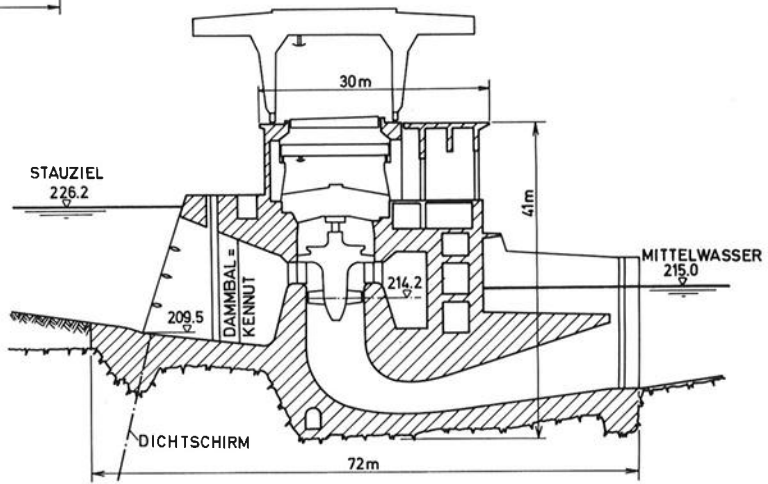
LAGEPLAN



WEHR - SCHNITT

0 10

KRAFTHAUS - SCHNITT



6) <u>Hydrologie:</u>	Einzugsgebiet	92 464 km ²
	Mittl. Niederwasser	700 m ³ /s
	Mittelwasser	1 750 m ³ /s
	Mittl. Hochwasser	5 000 m ³ /s
	Ausbau auf 93-tägige Wasserführung	2 200 m ³ /s
	Ausbaugrad	1,26

7) Stauraum: Umfaßt vor allem die enge Durchbruchstrecke des Stromtales durch die Ausläufer des böhmischen Granitmassivs. Nur im obersten Bereich des Machlandes sind beidseits überströmbare Rückstaudämme angeordnet, die bei normalen Wasserführungen den Stauraum gegen das tiefere Gelände abgrenzen, bei Hochwasser aber Ausuferung und Retention wie bisher aufrechterhalten. Der Entwässerung der eingedeichten Gebiete dienen zwei automatische Pumpwerke für 16 m³/s links bzw. 10 m³/s rechts.

a) Wasserspiegel - Stauziel		226,20 m
	bei Zufluß von mehr als 2850 m ³ /s Absenkung des Stauspiegels zur Einhaltung einer Staumarke in Strom-km 2073 auf	226,50 m
b) Inhalt	- Rohinhalt	74 hm ³
c) Geometrie	- Staufläche	10 km ²
	Staulänge	33 km

8) Energieinhalt: fällt aus.

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Neben der Ausnützung der Wasserkraft in der Nähe der österreichischen Verbrauchsschwerpunkte war von Anfang an die Verbesserung der Schifffahrtsverhältnisse im Engtal des Strudengauges durch Überstauung von Untiefen und Beseitigung sonstiger Hindernisse wie Querströmungen, Einbahnstrecken und Zwang zur Zerteilung von Schleppzügen ein wichtiges Projektziel. Im Laufe der Projektierung stieg die vorgesehene Energieausbeute von 800 GWh im Höhn-Projekt auf 1260 GWh an. Die gut ausgeglichene Wasserführung der Donau äußert sich in dem bei österreichischen Laufkraftwerken sonst nirgends erreichten hohen Winteranteil von 43 % der Jahresarbeit.

10) Querschnittsbelastung: 66 000 t.

11) Gründungsgestein: An der Staustelle besteht das Grundgebirge unter der wechselnd mächtigen Schotterüberlagerung aus Schiefergneisen verschiedener Ausbildungsart mit einem dichten Netz von Klüften und Kleinstörungen und durchzogen von zwei breiten Störungstreifen in Stromrichtung. Die leichte Erodierbarkeit der zum Teil tief verwitterten Felsoberfläche erfordert kräftige Kolksicherung im Wehrbereich, die starke Durchlässigkeit zwingt zu einer Auftriebsentlastung der Wehrböden und Krafthausblöcke sowie zu einer Dichtungsschürze.

12) Hauptmaße:

a) Längenmaße:	Wehr	Krafthäuser
Höhe über Gründung	35 m	41 m
Länge	180 m	2 x 93 m
Kronenbreite	31 m	30 m
Fundamentbreite	54 m	72 m

Die Schiffsschleusen bestehen aus 2 Kammern von je 230 x 24 m Nutzfläche. Der Schleusenblock ist 34 m hoch, ohne anschließende Trenn- und Ländemauern 358 m lang und 80 m breit.

b) Raummaße:		
Aushub - Überlagerung	1 600 000 m ³	
Fels	280 000 m ³	
Bauwerksbeton	690 000 m ³	
c) Stauraum:		
Dämme und Landaufhöhungen	2 900 000 m ³	
Felsabtrag (Absprengung von Schiffahrtshindernissen)	350 000 m ³	
Steinwürfe	300 000 m ³	
Böschungspflaster	100 000 m ³	
Ufer- und Stützmauern	45 000 m ³	

- 13) Besondere Merkmale: Im Laufe der langen Projektierung wurden sowohl das Stauziel als auch die Ausführungsgrundsätze variiert. Das Stauziel wurde von 224,13 m auf 226,20 m gehoben. Kraftwerkentwürfe wurden nacheinander für ein klassisches Buchtenkraftwerk, ein Unterwasserkraftwerk nach Arno Fischer, ein Pfeilerkraftwerk mit Schleuse im Strom, ein Pfeilerkraftwerk mit Schiffahrtsdurchstich in der rechten Uferterrasse, und verschiedene Anordnungen mit zweiteiligem Kraftwerk durchgearbeitet. Das Ausführungsprojekt rückt die Werksachse vom Persenbeuger Schloß zum Schleusenoberhaupt ab. Wegen besserer Zuströmung ist das Wehr von der langen Schleusensüdmauer abgesetzt und beidseits vom geteilten Krafthaus eingefaßt. Kräftige Trennpfeiler zwischen Wehr und Krafthäusern, ungleiche Höhenlage der Oberwassersohle. Halbhohe Bauweise mit niedriger Maschinenhalle (leichter Innenkran) und zwei auf der Kranfahrbahn 135 t-Portalkränen. Öffentliche Straßenbrücke unterwasserseitig der Kranfahrbahn.

Baudurchführung mit Teilbaugruben im Strom in vier Bauabschnitten hinter Kastenfangdämmen (Abschnitte 1 und 2) bzw. Zellenfangdämmen (Abschnitte 3 und 4).

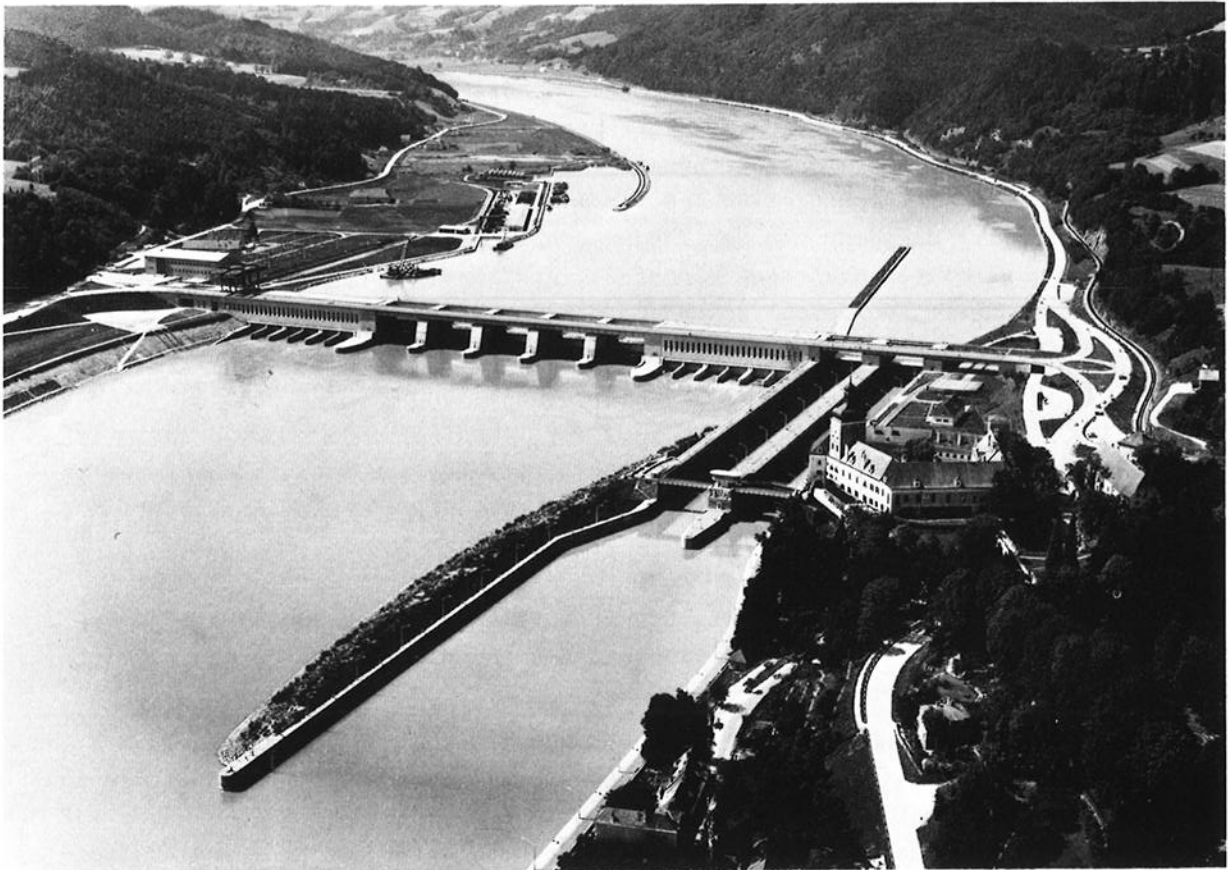
- 14) Einzelheiten: Bau- und Betriebszufahrt mit Schlepplgleis vom Bahnhof Ybbs, an beiden Ufern Straßenzufahrt. Während des Baues Seilbahnverbindung über den Strom und Rollfähre.

Ausgestaltung der Bauteile aufgrund von Modellversuchen am Vollmodell 1 : 100 im Versuchsgelände des Bauherrn in Ybbs und am Wehrmodell 1 : 55 bei der Bundesanstalt für Wasserbauversuche in Wien. Bei der Standberechnung wurde auf die Auftriebsentlastung unter den Tosbecken und unter den Ein- und Auslaufblöcken der Krafthäuser Rücksicht genommen.

Betonzuschlagstoffe waren teilweise schon bei Baubeginn aus dem seinerzeitigen Baugrubenaushub sortiert verfügbar und wurden weiterhin aus der Überlagerung gewonnen und in 5 Fraktionen bis 105 mm Korngröße mit Fremdsandzusatz sortiert. Herstellung von zwei Betonqualitäten: Kübelbeton mit 220 kg Portlandzement PZ 225 je m³ mit 0,5 % Frioplastzusatz und Wasserzementfaktor 0,52 sowie Pumpbeton mit Größtkorn 65 mm, 260 kg PZ 225 je m³ und 0,5 % Frioplast, Wasserzementfaktor 0,60. Erzielte Betonfestigkeiten nach 28 Tagen 360 kp/cm² Druck und 60 kp/cm² Biegezug. Überprüfung der Festigkeiten, Wasserdichte und Frostbeständigkeit im Baustellenlabor des Bauherrn.

An beiden Ufern je ein Vögele-Mischturm mit 3 Freifallmischern zu 1500 l. Schleusen mit Kübelbeton in Blöcken von 15 m Länge hergestellt, Betonierhöhen 2,40 m. Krafthäuser und Wehr mit Pumpbeton hergestellt, Rex- und Torketpumpen mit Förderweiten bis zu 400 m, Verteilung durch Trichter und Hosenrohre.

- 15) Dichtungsmaßnahmen: Durchgehender dreireihiger Dichtungsschirm bis in 27 m Tiefe, Gesamtfläche 4800 m² mit insgesamt 6400 m Bohrlochlänge. Einpressung eines Ton-Zementgemisches, mittlere Aufnahme an Injektionsgut 46 kg je Laufmeter Bohrung bzw. 63 kg je m² Schirmfläche. Dichtung der rechtsufrigen Talniederung durch eine 145 m lange Schlitzwand bis in 24 m Tiefe, 2500 m² Gesamtfläche. Dichtschluß am linken Ufer durch kurze Betonmauer, die in offener Baugrube hergestellt wurde.



16) Meßeinrichtungen: Geodätische Überwachung der Bauteile. Die starke Klüftigkeit des Grundgebirges erfordert eine genaue Beobachtung des Sohlwasserdruckes an 114 Meßstellen, von denen 54 auch für die Messung der Sickerwassermengen ausgerüstet sind. Die Wirksamkeit der Auftriebsentlastungen wird regelmäßig überprüft.

17) Entlastungsanlagen:

- a) Wehr mit 5 Öffnungen zu je 30 m Lichtweite durch 13,5 m hohe Hakendoppelschützen verschlossen, Einlaufschwelle auf Höhe 213,0 m. Granit-verkleidetes Tosbecken mit Gegenschwelle und Kolkschutz am Auslauf. Verschlußfläche 1960 m² (VO).
- b) Schiffsschleusen ebenfalls zur HW-Abfuhr herangezogen, am Oberhaupt mit Haken-Doppelschützen versehen, Verschlußfläche 620 m² (VO).
- c) Gesamtabfuhr des Rechnungshöchstwassers 11 100 m³/s durch das Wehr und eine Schleusenkommer unter Einhaltung des natürlichen HW-Spiegels. Bei Blockierung eines Wehrfeldes tritt eine spezifische Belastung von 64 m³/s je Laufmeter auf. Der Verschlußaufwand beträgt 0,21 m² je m³/s.

18) Krafthaus zweigeteilt beidseits vom Wehr, mit je 3 stehenden Kaplan-turbinen für 350 m³/s Nenndurchfluß und 35 MW Höchstleistung ausgerüstet, Drehstromgeneratoren je 45 MVA. Einlauf mit Schwelle auf 209,5 m durch Rechen (Fläche 208 m²) und dahinter liegenden Dammtafel-Notverschluß geschützt. Turbinenlaufrad Ø 7,4 m auf Höhe 214,2 m = 0,8 m unter dem mittleren Unterwasser-spiegel.

19) <u>Baukosten</u> auf Preisbasis 1955:	2485 Mio S
davon Hauptbauwerk (baulich)	970 Mio S = 39 %
Stauraum	630 Mio S = 25 %
Masch.-elektr.Ausrüstung	530 Mio S = 21 %
Sonstige Kosten	355 Mio S = 15 %

Zu den Baukosten hat die öffentliche Hand einen Beitrag von 390 Mio S für die zweite Schleusenkommer geleistet.

20) Schrifttum:

Höhn O.:	"Das Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug". Deutsche Technik 1938.
Grzywienski A.:	"Das Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug". Springer-Verlag Wien 1949.
Jaeger Ch.:	"The Ybbs-Persenbeug Scheme". Water Power 1950, Hefte 1-2.
Partl R.:	"Ein neuer Vorschlag für Ybbs Persenbeug". Österr. Wasserwirtschaft 1951, Heft 2.
Graßberger H. und Makovec F.:	"Das Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug". Österr. Wasserwirtschaft 1951, Heft 5/6.
Grengg H.:	"Donauprobeme der Wasserkraftnutzung und Schiffahrt". Österr.Wasserwirtschaft 1953, Heft 1.
Österr. Donaukraftwerke AG:	"Das Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug". Sonderheft der ÖZE 1955, Heft 9.

- Vas O.: "Geschichte und Tatsachen der Donaukraftnutzung in Österreich". Schweiz. Wasser- und Energiewirtschaft 1956, Heft 5/6.
- Königshofer E.: "The Ybbs-Persenbeug Plant". Water Power 1956, Heft 6.
- Österr. Donaukraftwerke AG: "Strom aus Ybbs-Persenbeug". Verlag Bohmann, Wien 1957.
- Bundesministerium für Verkehr u. Elektrizitätswirtschaft: "Donaukraftwerk Ybbs-Persenbeug". Folge 34 der Reihe "Österreichs Kraftwerke in Einzeldarstellungen", 1964.

214 ALTENWÖRTH

- 1) Sperrentyp: 37 m - PGB
Staukraftwerk mit Wehr, Krafthaus und Schiffsschleusen in seitlichem Durchstich.
- 2) Geographie: 48°23' N, 15°51' O
Gewässer: Donau, Strom-km 1980
Nächster Ort: Tulln.
- 3) Bauherr: Österreichische Donaukraftwerke AG (DoKW)
Parkring 12, A-1010 Wien.
- 4) Kraftwerk: Laufwerk (15 m, 335 MW, 2040 GWh).
- 5) Baujahre: 1973 - 1976, erster Vollstau Juni 1976, Betriebsaufnahme mit Teilstau April 1976. Verlegung der Schifffahrt in die Schleusen und Abriegelung der Donau November 1975 nach 34 Baumonthen.
- 6) Hydrologie:

Einzugsgebiet	96 200 km ²
Mittleres Niederwasser	770 m ³ /s
Mittelwasser	1 820 m ³ /s
Mittleres Hochwasser	5 350 m ³ /s
Ausbau auf 50-tägigen Durchfluß	2 700 m ³ /s
Ausbaugrad	1,48
- 7) Stauraum gegen das flache Gelände durchwegs mit Rückstaudämmen abgegrenzt. Am linken Ufer im oberen Bereich 3 km lange Überströmstrecke zur Ausuferung größerer Hochwässer in das bisherige Überschwemmungsgebiet. Die in den Staubereich mündenden Zubringer Krems, Kamp (links) und Traisen (rechts) werden in neuen Gerinnen durch das Dammhinterland ins Unterwasser geleitet.
 - a) Wasserspiegel - Stauziel 193,50 m
 - Stauzieltoleranz ± 0,3 m
 - ab 3000 m³/s Stauabsenkung auf 192,50 m

b) Inhalt	- Rohinhalt	93 hm ³
c) Geometrie	- Staufläche	11 km ²
	Staulänge	33 km

8) Energieinhalt: fällt aus.

9) Wirtschaftliche Zielsetzung: Erster Schritt zum Ausbau der Donau als Kraft-Wasserstraße unterhalb Ybbs-Persenbeug, um auch dort den Empfehlungen der Internationalen Donaukommission nachzukommen. Selbst bei Fehlen ausgeprägter Schiffahrtshindernisse beseitigt der Stufenausbau die Einschränkung der Schiffahrt durch den "Niedrigsten Schiffahrtswasserstand", den es nicht mehr gibt, da die Schiffahrt im Stauraum auch bei Niederwasser die volle Fahrwassertiefe vorfindet. Durch den Stau werden die Wasserspiegelverhältnisse im Kremser Hafen verbessert.

In der Projektierung der Stufenfolge wurde höchstmögliche Wirtschaftlichkeit durch Ersatz des früheren Dreistufenplanes (3 x 10 m) zwischen Krems und Klosterneuburg durch zwei 15 m-Stufen bei Altenwörth und Greifenstein erreicht.

10) Querschnittsbelastung: 129 000 t.

11) Gründungsgestein: Unter einer alluvialen Sand- und Schotterüberlagerung von 8 - 12 m liegt bis zu 600 m mächtiger mitteltertiärer Schlier mit einer störungsfreien Wechsellagerung von durchlässigen sandigen und dichten tonigen Schichten, die das Tullner Becken auffüllen. Die geophysikalisch ermittelten Bodenkennwerte zeigen deutliche Abhängigkeit vom Sandgehalt. Während der Gründungsarbeiten waren steile Böschungen durch Stützkörper zu sichern und die Schlieroberfläche durch Spritzbeton vor rascher Verwitterung zu schützen.

12) Hauptmaße:

a) Längenmaße:	Wehr	Krafthaus
Höhe über Gründung	37 m	45 m
Länge	179 m	169 m
Kronenbreite	-	20 m
Fundamentbreite	75 m	73 m

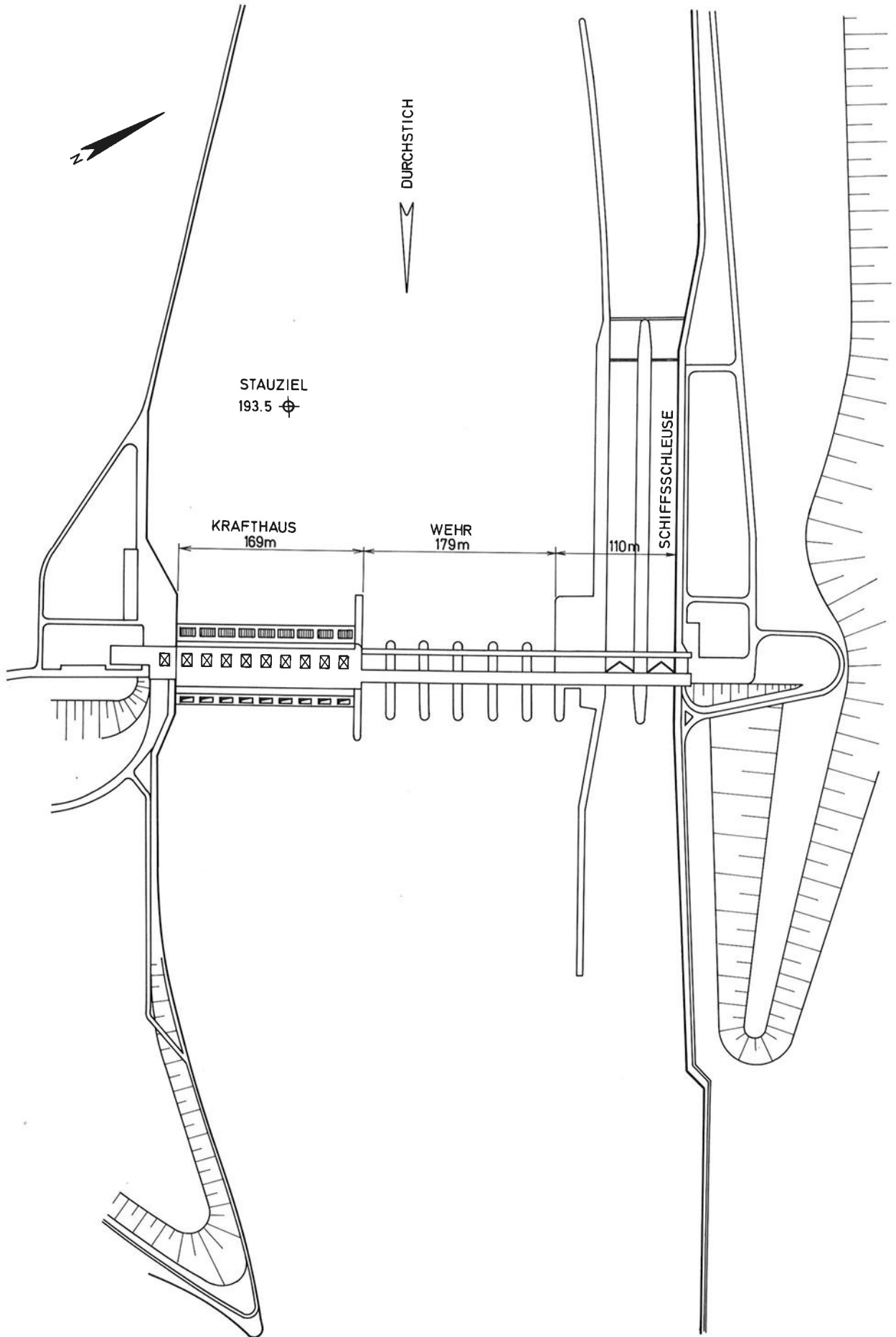
Die Schiffsschleusen 2 x 230 m x 24 m bilden ohne die Ländemauern, aber mit dem Zwischenblock der Füll- und Entleereinrichtungen einen Baublock von 35 m Höhe, 360 m Länge und 124 m Fundamentbreite.

b) Raummaße:

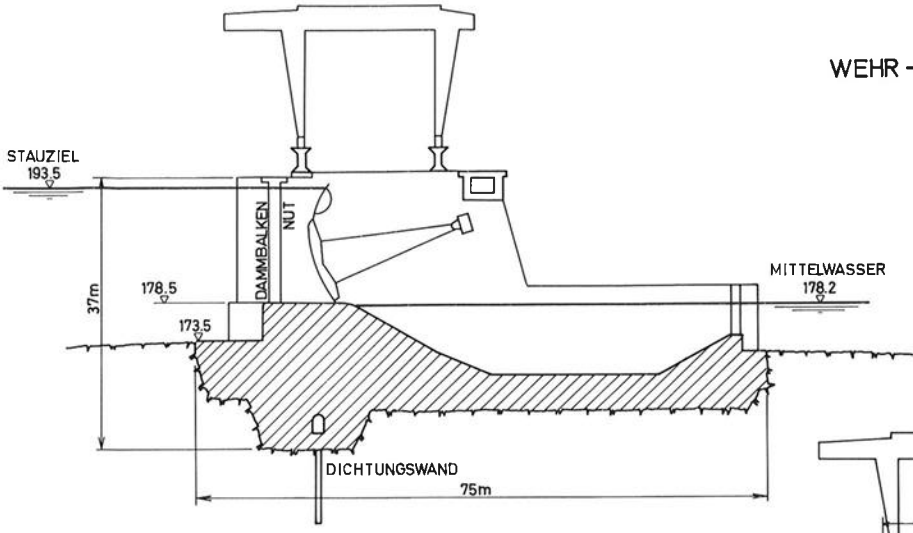
Aushub - Überlagerung	2 300 000 m ³
Schlier	1 000 000 m ³
Bauwerksbeton	1 280 000 m ³

LAGEPLAN

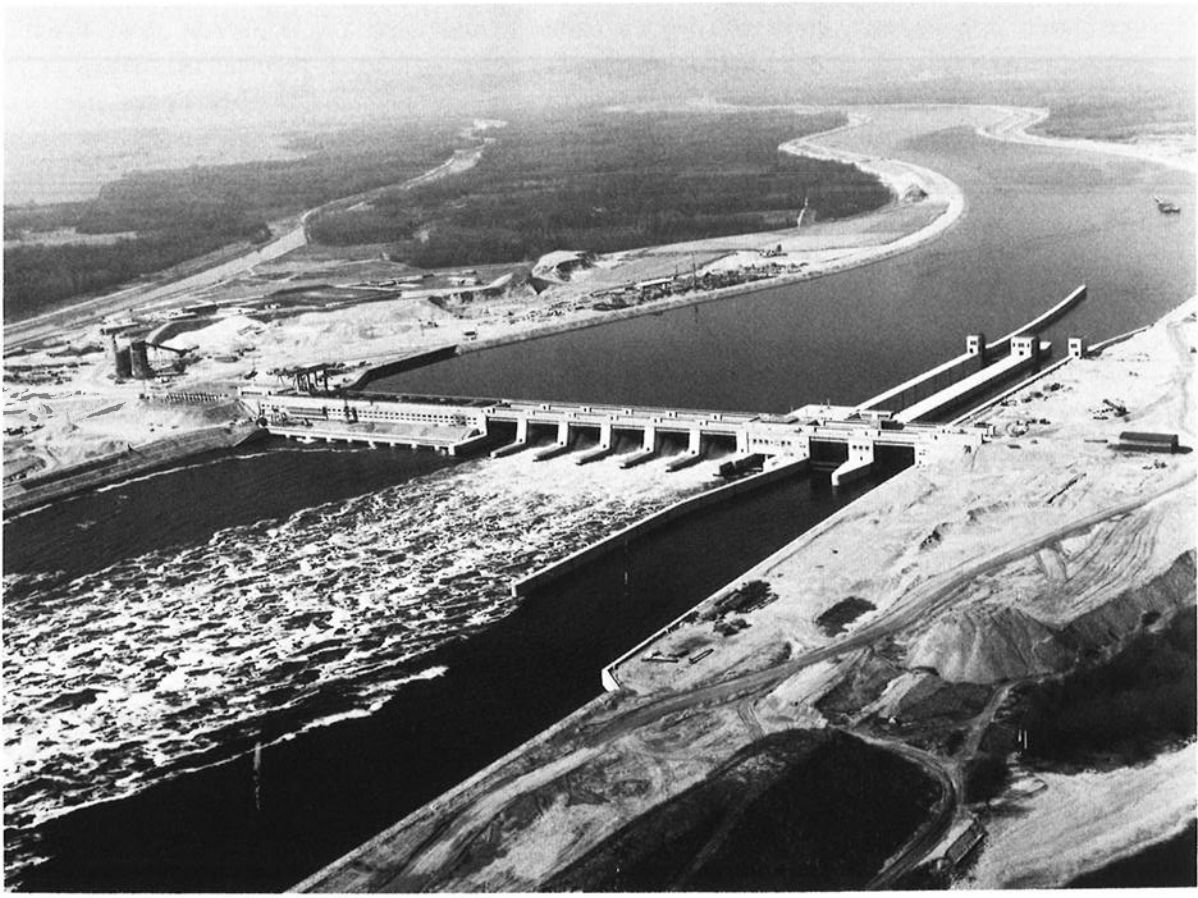
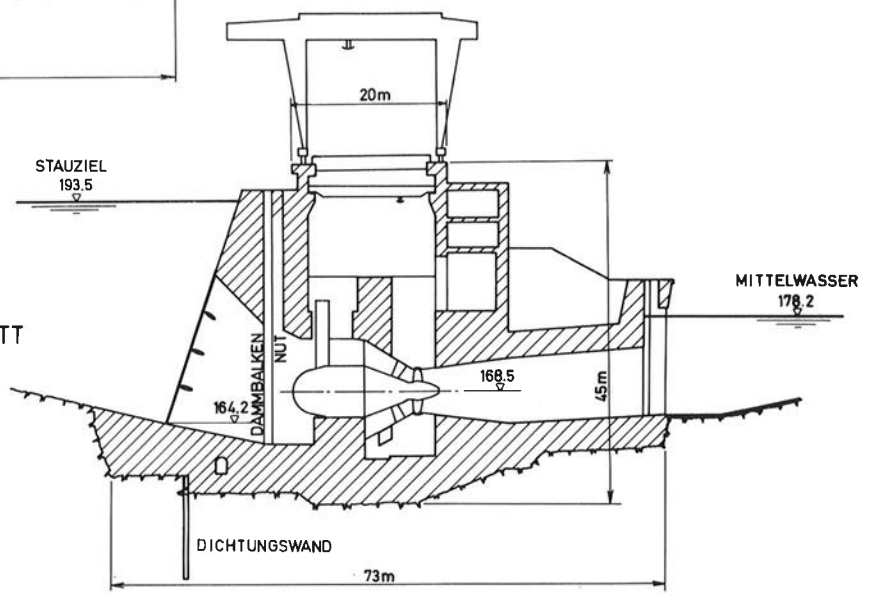
0 50



WEHR - SCHNITT



KRAFTHAUS - SCHNITT



c) Stauraum, Durchstich und UW-Eintiefung:

Stauraum - Aushub	10 200 000 m ³
Naßbaggerung	770 000 m ³
Asphaltdichthaut	350 000 m ²
Dichtwände	325 000 m ²
Steinwürfe	650 000 m ³
Durchstich - Aushub	9 800 000 m ³
Steinwürfe	250 000 m ³
UW-Eintiefung, Naßbaggerung	1 200 000 m ³

13) Besondere Merkmale: Weiterentwicklung der Bauweise mit horizontalen Rohrturbinen auf 15 m Fallhöhe, erstmals an der Donau Segmente als Wehrverschlüsse.

14) Einzelheiten: Baustellenanschluß mit 3 km langer Zufahrtsstraße, ab Schleusen-Inbetriebnahme wie bei allen Donaustufen auch Schiffszutransport für Schwerlasten möglich.

Die 135 ha große Baugrube war von Kiesdämmen mit einer Plastikfoliendichtung umschlossen, die sich im Schotteruntergrund in einer Schlitzwand fortsetzte.

Gestaltung der Bauwerke aufgrund von Modellversuchen am Vollmodell 1 : 100 im Versuchsgelände des Bauherrn in Ybbs und am Wehrmodell 1 : 50 in der Bundesanstalt für Wasserbauversuche in Wien. Die ohne Auftriebsentlastung berechnete größte Bodenpressung betrug 11 kp/cm².

Die Betonzuschlagstoffe wurden aus der Baugrube gewonnen und in 6 Fraktionen bis 128 mm Größtkorn aufbereitet. Der Beton hat im wesentlichen 180 - 200 kg Portlandzement PZ 275 je m³ und 0,15 % Frioplastzugabe, Wasserzementfaktor 0,51 - 0,53 mit Berücksichtigung der nuklear gemessenen Eigenfeuchte der ersten 4 Fraktionen (bis 32 mm). Erzielte Betondruckfestigkeiten nach 28 Tagen 240 - 270 kp/cm². Herstellung in einem Wingetturm 140 m³/h mit drei Freifallmischern 2300 l und einem Cifatum 240 m³/h mit vier Freifallmischern 3000 l. Betontransport mit 6 m³-Muldenkippern, Einbau des Betons teils mit Flachkübeln über Turmdrehkräne, teils mit Förderbändern auf den teleskopartigen Auslegern von 3 Autokränen für je 100 m³/h. Betonierhöhen 2,50 m.

Die aus Kies geschütteten Rückstaudämme haben 4,5 m Kronenbreite, ihre wasserseitige Böschung ist 1 : 2 geneigt, die luftseitige Böschung 1 : 3 und flacher. Im Bereich größerer Dammhöhen ist die Wasserseite mit einer 8 cm starken Asphaltbetonhaut geschützt, niedrige Dämme haben Kerndichtung aus sortiertem Sand-Kies-Gemisch. Die Überströmstrecke ist durch eine zentrale Spundwand und durch Steinwurf an der Krone und an beiden Böschungen gesichert.

15) Dichtungsmaßnahmen: Um den Sickerweg in den durchlässigen Bodenschichten zu verlängern, wurde unter der ganzen Länge des Stauwerks von 530 m eine bis zu 17 m tiefe Beton-Schlitzwand mit 6000 m² Fläche angeordnet; sie ist am Kopf mit einem Dichtungsstab aus Asphalt und einer UW-seitigen Drainage versehen.

Die Untergrunddichtung unter den Rückstaudämmen wird durch eine Schmalwand von insgesamt 325 000 m² Fläche bewirkt.

- 16) Meßeinrichtungen: Überwachung der Setzungen und Horizontalverschiebungen durch ein Nivellement im Kontrollgang und durch 17 Setzpegel, die bis 25 m in den Schlier reichen.

Die größten Setzungen wurden zu 50 mm, die größte Horizontalverschiebung zu 3 mm gemessen. Der Sohlwasserdruck wird an 142 Meßstellen beobachtet, von denen 10 auch zur Messung der Sickerwassermenge eingerichtet sind.

- 17) Entlastungsanlagen:

- a) Wehr in Durchstichmitte mit 6 Öffnungen zu 24 m, durch 15,5 m hohe, ölhydraulisch gesteuerte Drucksegmente mit aufgesetzter Klappe verschlossen (VO), Wehrschwelle auf Höhe 178,5 m, Verschußfläche 2160 m².
- b) Schiffsschleusen am linken Ufer, Oberhäupter zur Hochwasserfreigabe mit 15,7 m hohen Haken-Doppelschützen ausgestattet (VO), Verschußfläche 720 m².
- c) Überströmdamm am linken Ufer, 3,2 km lang, führt ab 5600 m³/s einen Teil des Hochwassers in den Retentionsraum des Dammhinterlandes und von dort am Stauwerk vorbei ins Unterwasser ab (LB).
- d) Nach dem Hochwassermodell 1 : 200/50 des Bauherrn in Ybbs wird vom Hochwasser 11 200 m³/s etwa 1900 m³/s seitlich abgeführt, während 9300 m³/s vom Wehr und einer Schleusenammer mit einer spezifischen Belastung von 55 m³/s je Laufmeter bewältigt wird. Der Verschußaufwand errechnet sich daraus zu 0,27 m² je m³/s. Bei noch größeren Hochwässern wird auch die zweite Schleuse zur Mitwirkung herangezogen.

- 18) Krafthaus am rechten Ufer in halbhoher Bauweise errichtet, mit 25 t-Innenkran und 140 t-Außenkran. Enthält 9 horizontale Kaplan turbinen (Rohrturbinen) für je 300 m³/s Nenndurchfluß und 39 MW Leistung, direkt gekuppelt mit Drehstromgeneratoren 45 MVA. Turbineneinlauf mit Schwellenhöhe 164,2 m hat 254 m² Rechenfläche und dahinter liegenden Dammtafel-Notverschuß. Das Turbinenlauf rad Ø 6,0 m liegt mit der Achse auf Höhe 168,5 m = 9,7 m unter dem mittleren Unterwasserspiegel.

- 19) Baukosten auf Preisbasis 1972 mit Gleitungen bis September 1976:

	5 560 Mio S
davon Hauptbauwerk	2 240 Mio S = 40 %
Stauraum	1 140 Mio S = 21 %
Masch.-elektr.Ausrüstung	1 390 Mio S = 25 %
Sonstige Kosten	790 Mio S = 14 %

In Anerkennung der Mehrzweckfunktionen hat die öffentliche Hand einen Baukostenzuschuß von 1000 Mio S geleistet.

- 20) Schrifttum:

- Neiger F.: "Das Donaukraftwerk Altenwörth". Österr.Wasserwirtschaft 1974, Heft 5/6.
- Rozinski F.: "Das Donaukraftwerk Altenwörth". Zement und Beton 1975, Heft 80/81.
- Rozinski F.: "Dichtungswand in sandfreiem Schüttmaterial". Österr. Wasserwirtschaft 1975, Heft 11/12.

TALSPERREN			
1	Wienerbruck	13m	PG
2	Erlaufklause	35m	PG
3	Gosau	17m	TEC
4	Wiestal	28m	PG
5	Strubklamm	37m	PG
6	Spullersee Nord-Süd	28m PG-39m	PG
7	Langmann	26m	PG
8	Alte Tauernmoos (ersetzt durch Nr. 46)		
9	Vermunt	53m	PG
10	Pack	33m	PG
11	Enzingerboden	29m	PG
12	Gerlos	39m	VAC+PG
13	Silvretta-Biel	80m PG-25m	TEC
14	Bürg	19m	PG
15	Salza	53m	VAC
16	Hollersbach	17m	TES
17	Hierzmann	58m	VAC
18	Ranna	45m	VAC
19	Limberg	120m	VAC
20	Bächental	34m	VA
21	Möll-Margaritze	93m VAC-39m	PG
22	Dobra	52m	VRC
23	Thurnberg	26m	PG+TES
24	Weisse	39m	PG
25	Wiederschwing	30m	VRC
26	Mooser-Drossen	107m PG-112m	VAC
27	Ottenstein	69m	VAC
28	Rotguldensee	18m	ERC
29	Grosser Mühlendorfersee	46m	PG
30	Kleiner Mühlendorfersee	41m	PG
31	Hochalmsee	24m	PG
32	Radlsee	17m	ERC
33	Lünersee	30m	PG
34	Salzplatten	17m	PG
35	Amer	30m	PG
36	Lutz	19m	PG
37	Freibach	41m	TEC
38	Kops	122m	VAC+PG
39	Gepatsch	153m	ERC
40	Diessbach	36m	ERS
41	Raggal	48m	PG
42	Durlassboden	83m	TEC
43	Schlegeis	131m	VA
44	Stillup (Eberlaste)	28m	TEC
45	Wurten	42m	TES
46	Tauernmoos	53m	PG
47	Feldsee	13m	TES
48	Galgenbichl	50m	TES
49	Oscheniksee	78m	ERS
50	Klaus	55m	VAC
51	Grossee	41m	ERS
52	Hochwurten	48m	TES
53	Gösskar	55m	TES
54	Kölnbrein	198m	VAC
55	Sölk	39m	VAC
56	Längental	37m	TES
57	Finstertal	149m	ERC
58	Bolgenach	92m	TEC
59	Bockhartsee	33m	ERC
60	Zillergründl	180m	VA

FLUSSTAUWERKE			
201	Braunau-Simbach		
204	Schärding-Neuhaus		
205	Passau-Ingling		
206	Jochenstein		
207	Aschach		
208	Ottensheim		
209	Abwinden-Asten		
210	Wallsee		
211	Ybbs-Persenbeug		
214	Altenwörth		
221	Gstatterboden (Hiefiau)		
222	Wandau (Landl)		
223	Grossreifling (Krippau)		
224	Essling (Altenmarkt)		
225	Schönau		
226	Weyer		
227	Grossraming		
228	Losenstein		
229	Ternberg		
230	Rosenau		
231	Garsten		
232	Staning		
233	Mühlradig		
234	Thurnsdorf (St.Pantaleon)		
241	St. Martin (Rosegg)		
242	Feistritz		
243	Ferlach		
244	Annabürcke		
245	Edling		
246	Schwabeck		
247	Lavamünd		

