

# Spezielle Ingenieurprobleme beim Depotneubau der VRB, Vitznau

Autor(en): **Desserich, Marcel / Desserich, Georg / Burri, Max**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **109 (1991)**

Heft 20

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85940>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Spezielle Ingenieurprobleme beim Depotneubau der VRB, Vitznau

**Das Konzept der Gleisanlage stellt die Grundlage des gesamten Depotneubaus dar. Zahlreiche durchgeführte Vorstudien zeigten sukzessive die optimalste Lösungsform des Gleiskonzeptes auf. Alle früheren Varianten sahen Weichenverbindungen innerhalb des Depots vor, wodurch sehr viel nutzbare Gleislänge verlorengegangen wäre und die deshalb als Lösungen verworfen werden mussten.**

## Gleisanlage/Gleiskonzept

Das definitiv gewählte Gleiskonzept (Bild 1) erlaubt eine ungehinderte Zufahrt eines ganzen Pendelzuges – ohne

VON MARCEL DESSERICH,  
GEORG DESSERICH,  
MAX BURRI,  
LUZERN UND ZÜRICH

Entkoppelung – von den zwei Bahnhofgleisen B1 und B2 über die Drehscheibe zu den seeseitigen drei Depotgleisen

D1, D2 und D3, welche der Garagierung und dem Unterhalt eines später vollausgebauten Wagenparks von insgesamt sechs neuen Pendelzügen vorbehalten sind.

Der planerische Kunstgriff zur Verwirklichung der obgenannten Zielvorgabe besteht darin, dass ausserhalb des Depots zwei Weichen vorgesehen wurden, eine auf der Drehscheibe, die andere anschliessend an Gleis D2/D3. Um die technisch komplizierte, unterhaltsreiche Weiche auf der Drehscheibe vermeiden zu können, wurde auf

Anregung insbesondere der technischen Direktion der VRB die mobile Weiche ersetzt durch eine fixe Konstruktion eines Gleiskreuzes mit derselben Funktion, bestehend aus einem geraden (ursprünglich vorhandenen) Gleisstück auf der Drehscheibe und einem neu eingebauten senkrecht dazu stehenden gekrümmten Gleisbogen (Bilder 2 und 3).

Auf diese Weise können sämtliche Pendelzüge entweder vom Bahnhofgleis B1 oder B2 direkt über die Drehscheibe in die Depotgleise D1, D2 oder D3 einfahren, wenn die aus Kostenersparnisgründen noch zurückgestellte zweite Weiche vor dem Depot erstellt sein wird. Über diese umgebaute Drehscheibe können alle anderen flächenförmig angeordneten Gleise D4 bis D8 «beschildet» werden, sei es zu den Unterhaltgruben, zum Mal- und Spritzraum, zu den Dampflokgruben oder zu den Revisionsgruben in der Güterumschlags- und Montagehalle. Langfristig ist vorgesehen, das Bahnhofgleis B2 – nach Bedarf – direkt mit Depotgleis D8 zu verbinden.

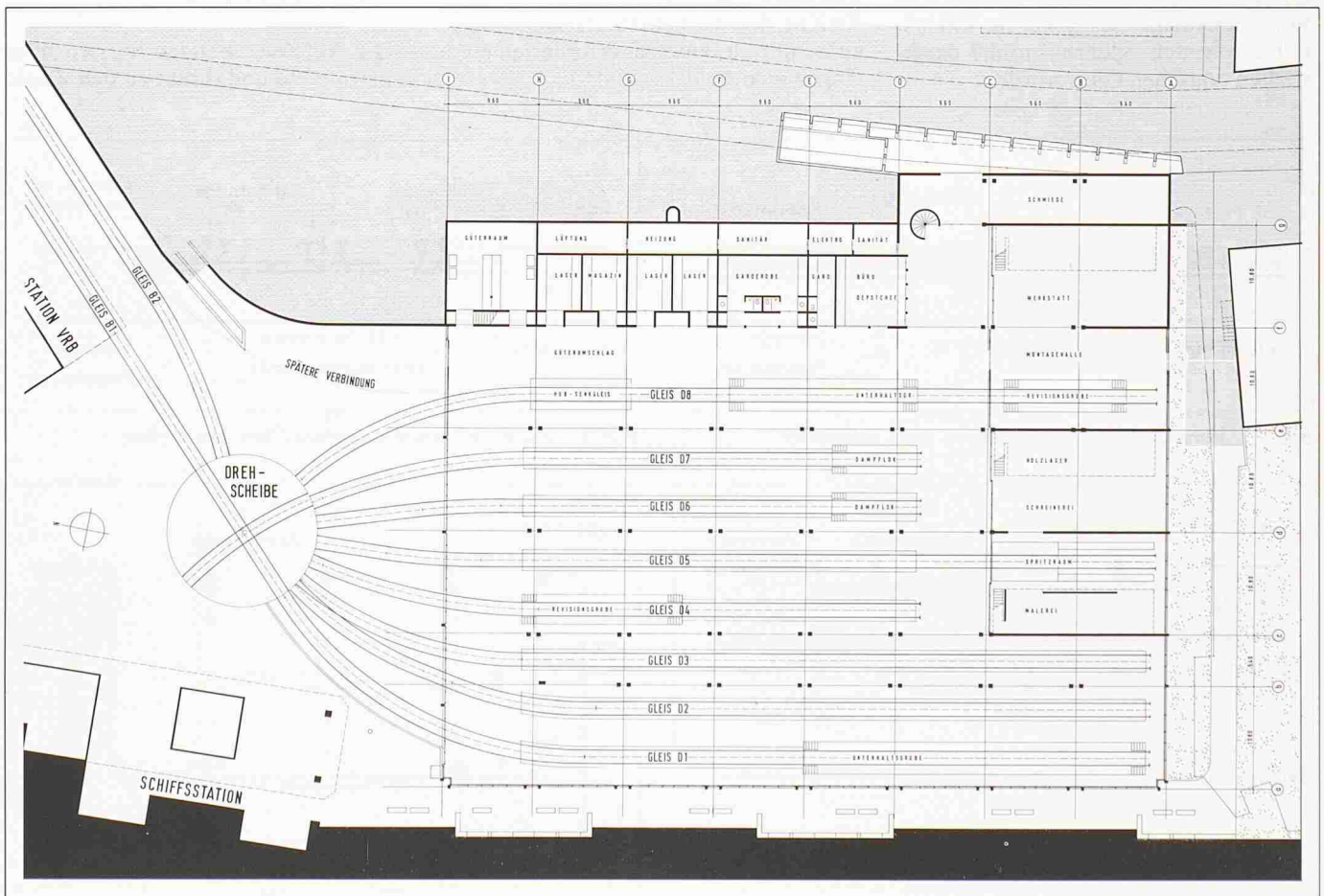


Bild 1. Gleiskonzept. Grundriss EG mit Gleis D1–D8, inkl. Gruben. Drehscheibe mit Kreuz. Proj. Verbindung D8–Berggleis B2



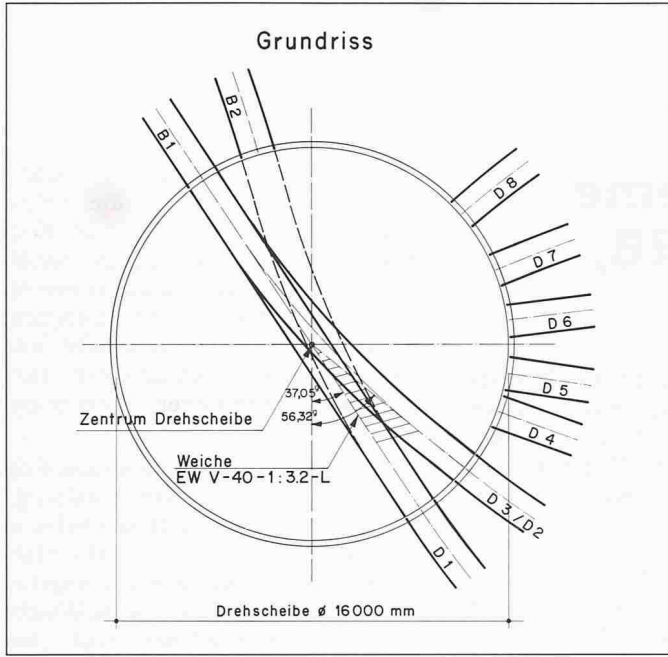


Bild 2. Drehscheibe Variante mit Weiche

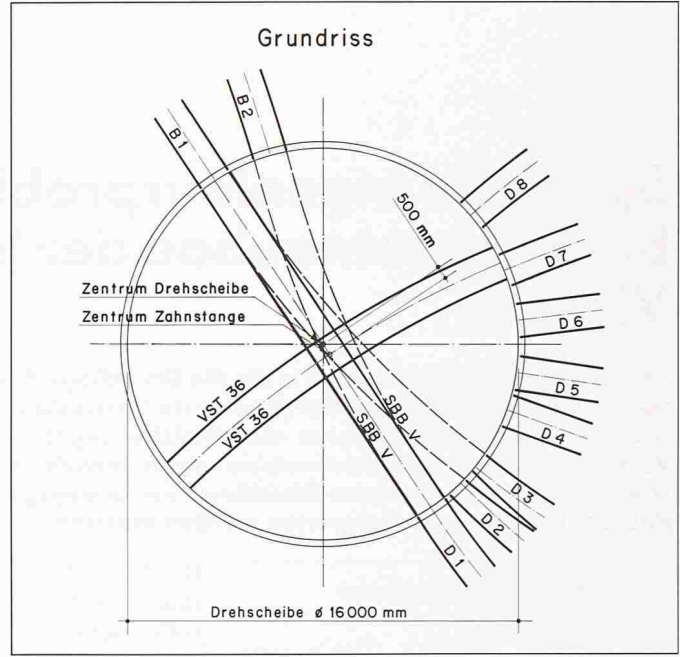


Bild 3. Drehscheibe Variante mit Kreuz (Ausführung)

Unter Einhaltung der minimal erforderlichen Kurvenradien, der Sicherheitsabstände zu den Stützen der Tragkonstruktion, der gewünschten Perron- bzw. Durchfahrtsbreiten, der Putzgruben-Abmessungen und schliesslich des logistischen Ablaufschemas des Depotbetriebes ergab sich das nun realisierte und unseres Erachtens optimalste Gleiskonzept der neuen Depot- und Vorzonenanlage der VRB in Vitznau mit den in den Bildern 4 und 7 dargestellten typischen Gleisprofilen.

**Verkehrskonzept**

Bei der Planung des Konzeptes für den Verkehr mussten alle daran Beteiligten berücksichtigt werden, so die Fussgänger, die Benutzer der Bahn, der Schiffahrtsgesellschaft, der Reiseautos, der Autobusse und der Privatwagen. Die Vielfalt der Verkehrsbeziehungen der aufgeführten Benutzer erforderten eine eingehende Analyse (Bild 8):

- Die Schiffbenutzer erreichen - wie ehedem - die Bahn direkt zu Fuss von der Schifflande zu den Perrons und umgekehrt. Schlussfolgerung: Dieser erste wichtige Verkehrsfluss darf durch PW, Car oder andere Fahrzeuge nicht gestört werden, ausser durch das gegebene attraktive Verkehrsmanöver der VRB-Wagen auf der Drehscheibe.
- Die Autobusreisenden müssen möglichst nahe und direkt zu den Zügen

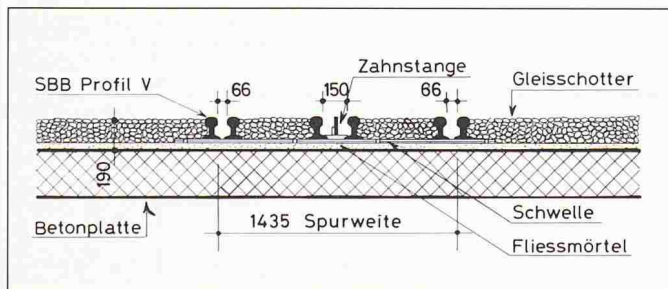


Bild 4. Vorplatz des Depots bekiest, nicht befahrbar

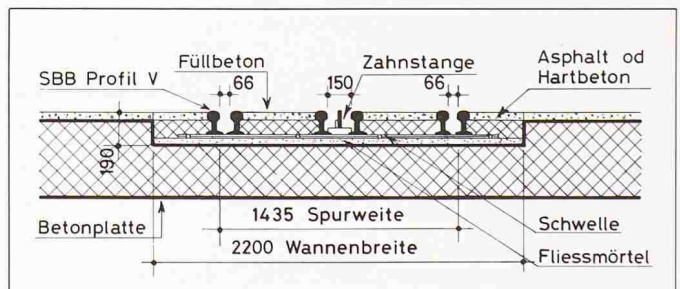


Bild 5. Zonen mit einbetoniertem Gleis, befahrbar

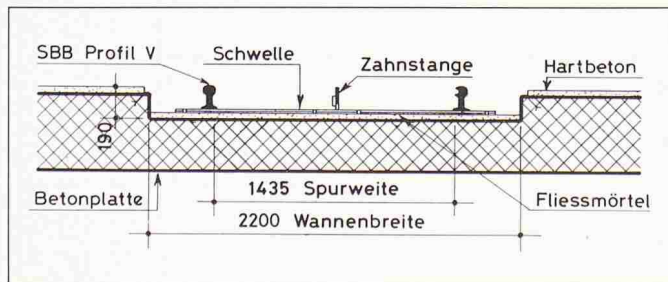


Bild 6. Zonen mit aufgeschraubtem Gleis, nicht befahrbar

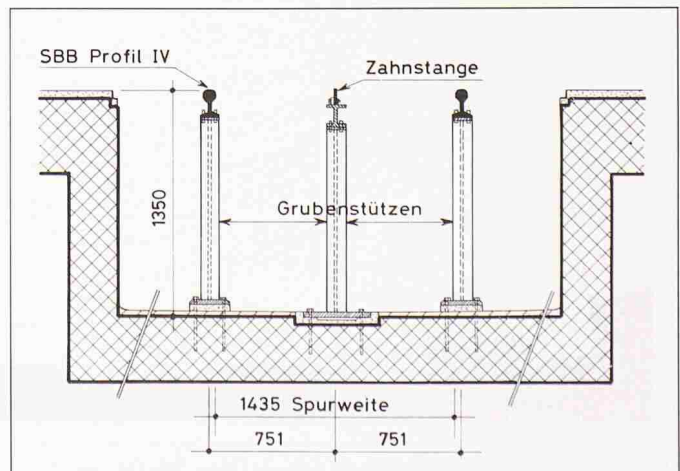


Bild 7. Gleisquerschnitt mit Tragschienen in den Revisionsgruben



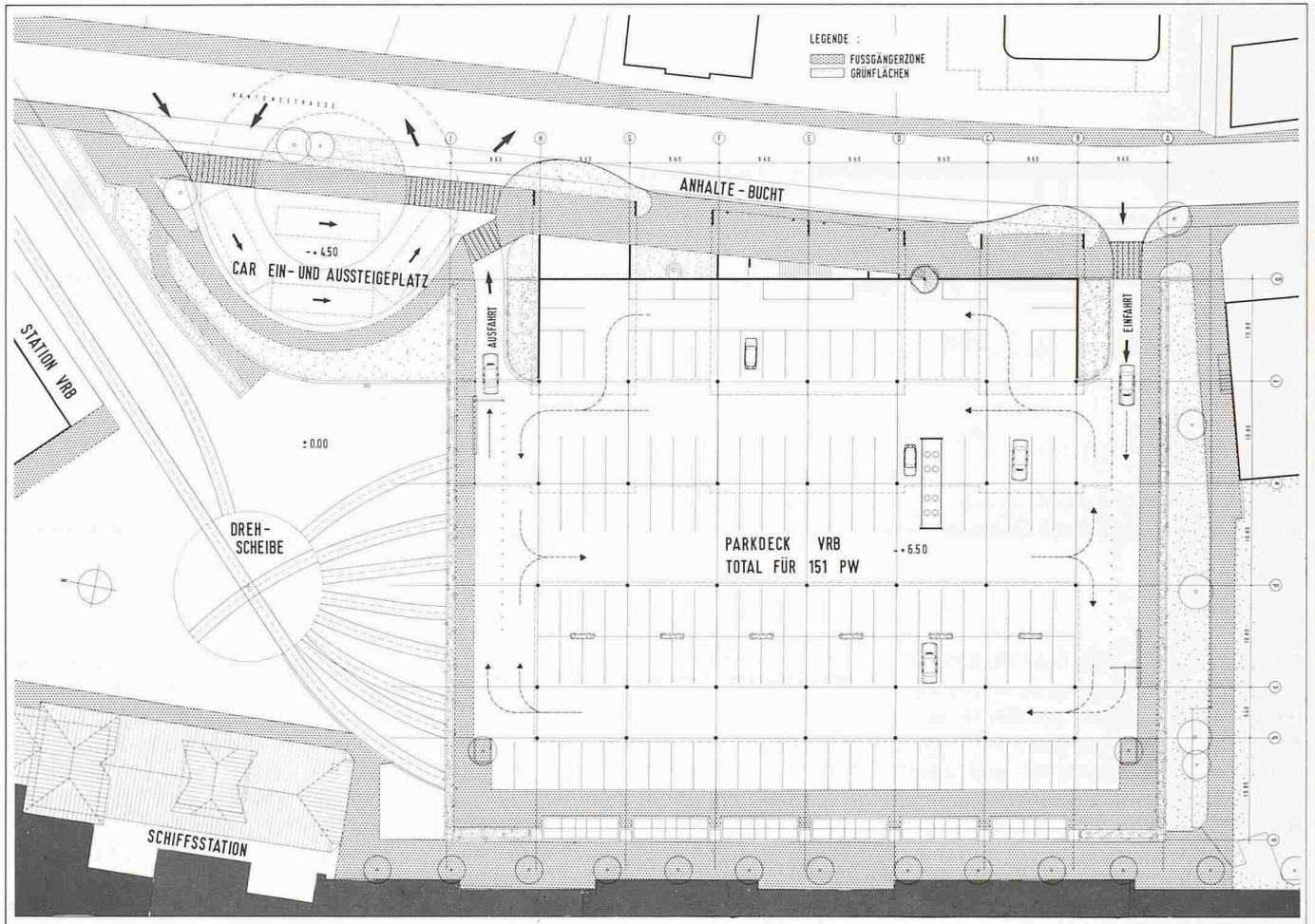


Bild 8. Verkehrskonzept. Grundriss 1. Oberdeck mit Carwendeplatz, Zufahrt zu Parkdeck, Fussgängerzonen

- gelangen können. Schlussfolgerung: Dies erfolgt nicht mehr im «empfindlichen» Drehscheibengebiet, sondern von dem neu geschaffenen «Carwendeplatz» aus, der zum kurzfristigen Ein- und Aussteigen dient und nicht zum Parkieren der Cars, da hierzu ein 150 m entfernter Carparkplatz der VRB vorgesehen ist.
- Die Pw-Benützer können vom Parkplatz auf dem Dach des Depots profitieren, welcher für 150 PWs ausgelegt ist. Schlussfolgerung: Ab Depotdach sind für die Fussgänger mehrere und gute Verkehrswege zum Dorf, zum VRB-Bahnhof und zur Schifflande vorzusehen.
  - Den Fussgängern soll ganz allgemein rund um das Depot entlang der Seepromenade, auf dem Depotdach als Rundpromenade und um das Stationsgebäude eine äusserst privilegierte «Trottoir»-Schutzzone vorbehalten sein. Schlussfolgerung: besonders gut gestaltetes Grünkonzept mit guter Beschilderung entlang der Verkehrswege.
  - Der Zulieferdienst zum Depot erfolgt «à niveau» zwischen den Bahnhöfen und der Drehscheibe. Schlussfolgerung: Dieser den Bahn- und Fussgängerverkehr kreuzende

Verkehrsfluss soll auf möglichst frequenzarme Zeiten beschränkt werden können.

### Fundation des Depotgebäudes

#### Baugrund-Untersuchungen

Zur Abklärung der Untergrundverhältnisse wurde folgendes Sondierprogramm durchgeführt:

##### In einer ersten Etappe:

11 Rammsondierungen und 2 verrohrte Rotationskernbohrungen auf 13 m bzw. 20 m Tiefe. In den Bohrlöchern wurden 8 Standard-Penetrationstests und 1 Durchlässigkeitsversuch durchgeführt.

##### In einer zweiten Etappe:

4 zusätzliche Rammsondierungen zur Abklärung der Baugrundverhältnisse in der Nähe des Seeufers.

#### Baugrundverhältnisse

Das Baugelände liegt im Bereich der Mündung des Altdorfbaches in den Vierwaldstättersee. Der Untergrund besteht bis zur erreichten Sondiertiefe vorwiegend aus siltigem, teils tonigem

Kies mit Sand, Steinen und Blöcken. Die oberste Bodenschicht bis etwa 1,5 m unter Terrain ist ziemlich locker gelagert, während die darunterliegenden Schichten eine mittelharte bis harte Lagerung aufweisen. Unregelmässig eingelagert sind siltig-sandige Zwischenschichten.

Im Bereich des Seeufers erreicht die obere, locker gelagerte Bodenschicht eine Tiefe von etwa 4,5 m–7,5 m. Das darunter folgende kiesig-sandige Bachdelta-material ist nur noch leicht siltig und mit wenig Steinen durchmischt. Der Grundwasserspiegel stellte sich während der Sondierbohrarbeiten auf gleicher Höhe wie der Seespiegel ein und unterliegt den gleichen Schwankungen wie dieser.

#### Gebäudefundation (Bild 9)

Der Depotneubau hat entlang des Sees einen Abstand von etwa 4 m zur 1980 erstellten Ufermauer, die mittels Fertigbetonpfählen fundiert und mit Alluvialankern, die bis zur Achse c des Neubaus reichen, verankert ist.

Um die bestehende Stützmauer und ihre Pfahlfundation nicht zusätzlich durch das neue Gebäude zu belasten, werden die Gebäudelasten auf den



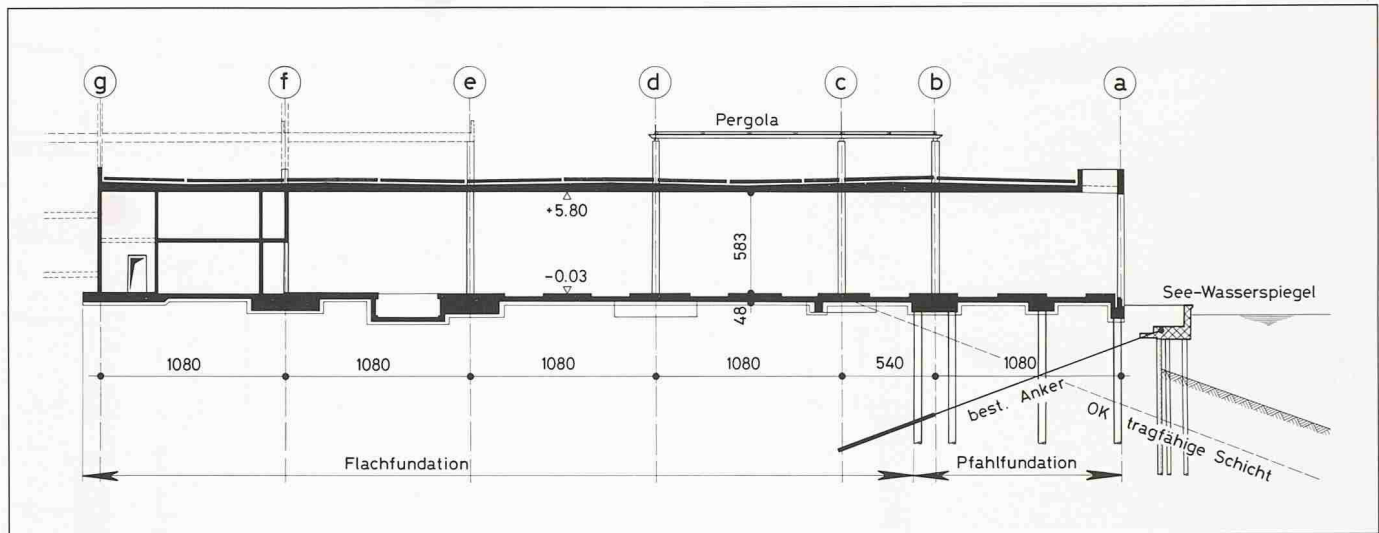


Bild 9. Querschnitt durch Gebäude (senkrecht zum See) mit Ufermauer inkl. Erdanker, Baugrund, Pfählung, Flachfundation usw.

Achsen a, a/b, b über eine Pfahlfundation in den tieferliegenden, tragfähigen Baugrund übertragen. Zur Bestimmung des Pfahlsystemes wurden zwei Varianten vollständig bearbeitet und ausgeschrieben, nämlich eine Variante mit Bohrpfählen von 56–125 cm Durchmesser und eine solche mit Ortbetonrammpfählen von 50 cm Durchmesser. Die Wahl fiel aus technischen und Kostengründen eindeutig zugunsten der Ortbetonrammpfähle aus.

Nach der Ortung und Markierung der bestehenden Erdanker wurden total 79 Pfähle  $\varnothing$  50 cm von etwa 20 m Länge und Gebrauchslasten bis 800 kN gerammt. Die nachträgliche Pfahlprüfung erfolgte mit der Reflexionsmethode nach TNO. Es wurden keine Fehlstellen im Bereich des Pfahlschaftes (Risse, Einschnürungen usw.) festgestellt.

Auf dem übrigen Gebäudegrundriss wurde aufgrund der Sondierungen eine Flachfundation mit zulässigen Bodenpressungen von max. 0,15 N/mm<sup>2</sup> ausgeführt. Dieser relativ kleine Wert wurde gewählt, um den Setzungsunterschied zwischen dem gepfählten und dem flachfundierten Gebäudeteil möglichst gering zu halten.

Sowohl Pfahl- als auch Flachfundationen sind mittels einer durchgehenden Bodenplatte verbunden, einerseits generell als Zugband und andererseits als Fundamentplatte der darüberrollenden Zuglasten. Da der kommunizierende Seewasserspiegel höher liegt als die Putz- und Revisionsgrubensohlen, wurde der Wasserdichtigkeit des Betons grosse Beachtung geschenkt. An exponierten Stellen wurden zusätzliche Isolationsbeschichtungen angebracht.

### Tragkonstruktionen des Depots

Als Hauptmerkmal fällt die durchgehende, unterzugslose Flachdeckenbauweise auf, mit zum Teil erheblichen Spannweiten bei einem Stützenraster von 9,6 m  $\times$  10,8 m. Diese elegante und wirtschaftliche Konstruktionsweise wurde ermöglicht durch eine gut durchdachte Vorspannung der 40 cm dicken Betonplatte als Dachdecke des Depots, die gleichzeitig als Parkplatz für PWs dient.

Bereits im Vorprojektstadium wurden verschiedene Varianten der Deckenkonstruktion untersucht. Für die Wahl einer Flachdecke aus Spannbeton waren folgende technische und wirtschaftliche Vorteile ausschlaggebend:

- 4teilige Etappierung ohne Dilatationsfugen (Bild 10). Dank der Vorspannung konnte die Decke mit den Abmessungen von 60 m  $\times$  77 m fugenfrei in 9 Betonierfolgen ausgeführt werden.
- Grosse Stützenfreiheit mit einem Stützenraster von 9,6 m  $\times$  10,8 m.
- Geringe durchgehende Deckenstärke von d = 40 cm, ohne Pilzausbildung, und somit Entlastung der Pfahlgründung infolge kleinerem Eigengewicht.
- Bedingt durch die Gleissituation waren schlanke Stützen zwingend erforderlich. Diese Forderungen nach schlanken Innen- und Aussenstützen konnte dank der entlastenden Wirkung der Vorspannung beim Durchstanzen ohne den Einbau von teuren Pilzkopf- oder Stahlkörperverstärkungen erfüllt werden.
- Kleine Durchbiegungen (etwa 50% verglichen mit einer schlaff bewehrten Decke).

- Der Lastfall Vorspannung wurde bei einer Druckfestigkeit des Betons von 20 N/mm<sup>2</sup> aufgebracht, und anschliessend wurden die Decken ausgeschalt. Diese kurzen Ausschaltfristen ermöglichten eine kürzere Bauzeit.
- Die Überlagerung des Lastfalles Volllast mit dem Lastfall Vorspannung ergibt ein «ruhiges» Momentenbild mit stark reduzierten Momentenspitzen im Stützenbereich.
- Wesentliche Reduktion der resultierenden Querkräfte im Stützenbereich und damit eine Reduktion der Durchstanzbeanspruchung des Betons.
- Weite Bereiche der Decke weisen keine Zugspannungen auf und sind damit im ungerissenen Stadium.
- Durch das frühzeitige Aufbringen der Vorspannkraft werden Risse infolge Schwindens des Betons eliminiert.
- Eine grosse Dichtigkeit der Decke (Parkdeck) musste angestrebt werden. Keine Risse bzw. nur sehr kleine Rissbreiten wurden akzeptiert.
- Die Ingenieure bemühten sich um eine wirtschaftliche Ausnutzung moderner Bautechnik.

Die Vorspannung der Hallendecke erfolgte nach dem Stahl-Ton-Stützstreifenverfahren. Untersuchungen, die in den frühen siebziger Jahren in der Schweiz durchgeführt wurden, zeigten, dass wesentliche Vorteile erreicht werden, wenn die Spannkabel in beiden Richtungen in schmalen, über den Stützen durchlaufenden Streifen angeordnet sind. Die Vorteile einer Konzentration der Spannkabel in beiden Richtungen einer Flachdecke wurden in verschiedenen Veröffentlichungen dargestellt.

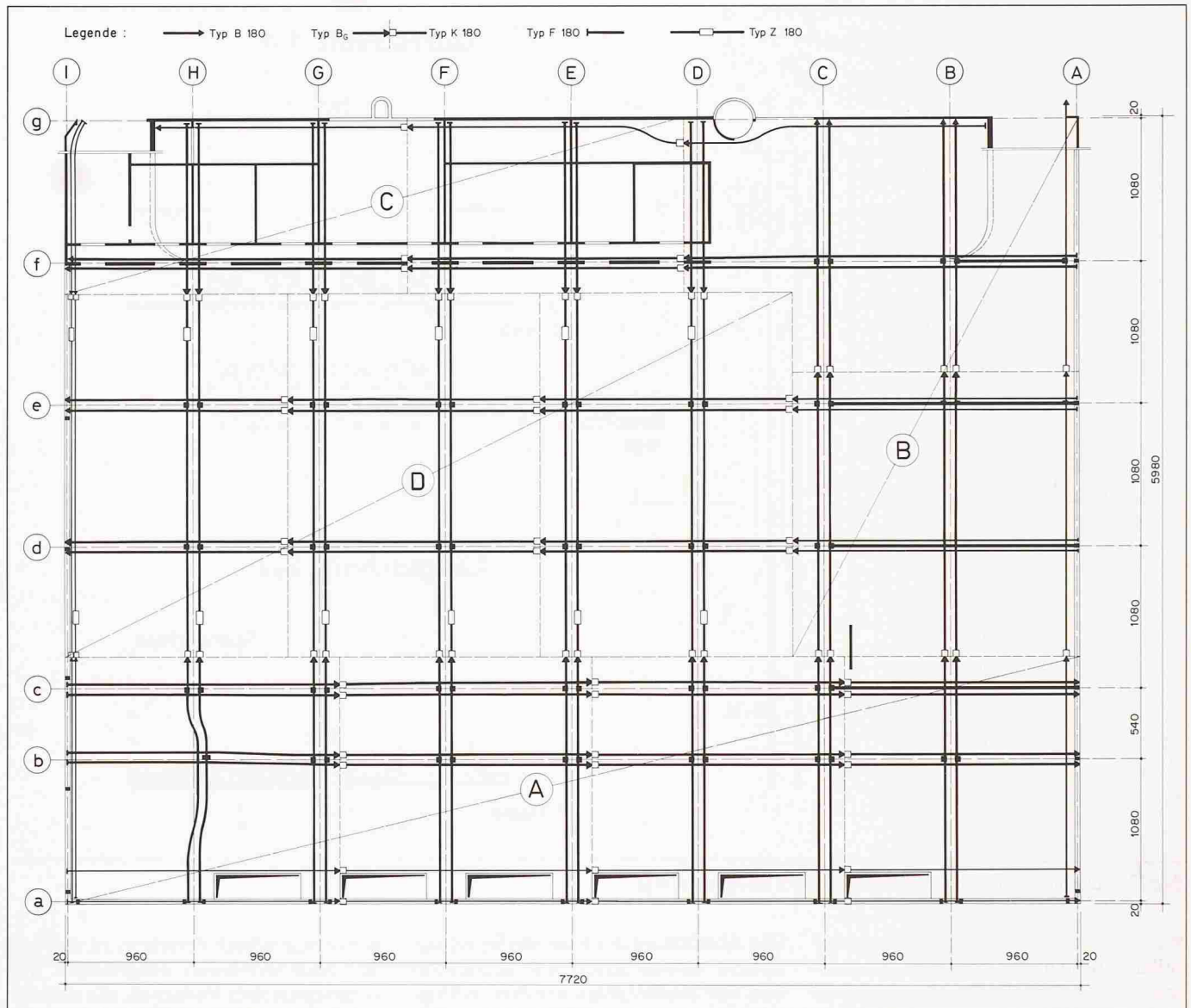


Bild 10. Schematischer Kabelplan Decke über EG mit Etappierung, Zwischenanker, Spezialverankerung usw.

Die Berechnung erfolgte mit einem speziellen Computerprogramm auf unserer eigenen Rechenanlage, wobei die durch die Etappierung bedingten Bauzustände wie auch der Endzustand untersucht werden mussten. Die Ermittlung der Schnittkräfte stützt sich dabei auf die statische Methode der Plastizitätstheorie, verwendet jedoch Grundlösungen, die sich weitgehend an die Ergebnisse der elastischen Plattentheorie anlehnen. Das Verfahren führt zu einer sicheren Lösung des Bemessungsproblems und zu einer Anordnung der schlaffen Bewehrung, die ein vorzügliches Verhalten der Decke im Gebrauch gewährleistet.

Aufgrund der vorgegebenen Belastung (Eigengewicht und Belag sowie einer Nutzlast von  $2 \text{ kN/m}^2$ ) und des Stützenrasters von  $9,6 \text{ m} \times 10,8 \text{ m}$  wurden pro Stützenachse in beiden Richtungen 16–18 Einzellitzenspannglieder Cona 180 verlegt. Die festen Anker Typ F180 wurden mehrheitlich an den Rändern der Decke angeordnet (Bilder 10+11).

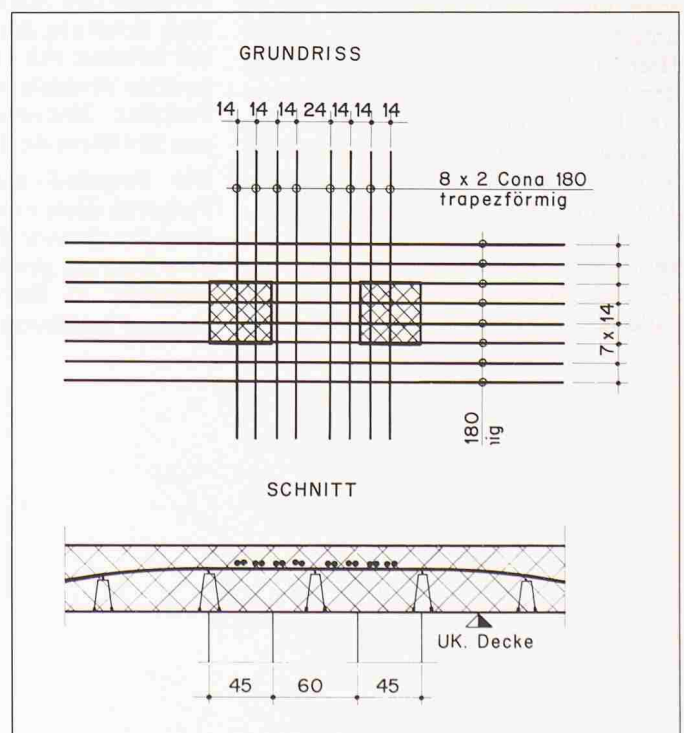


Bild 11. Detail Kabelführung über Innenstütze



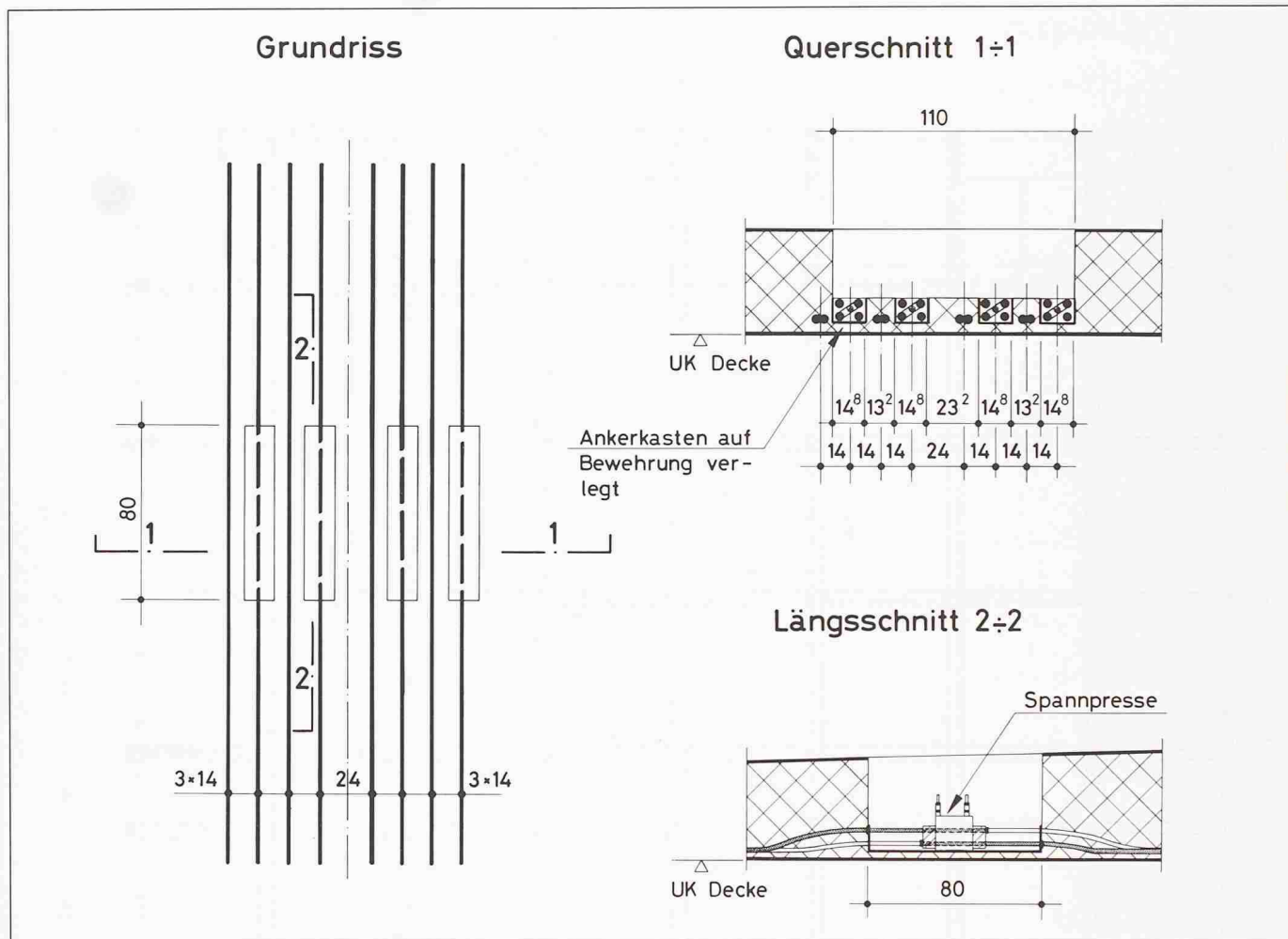


Bild 12. Detail der Spezialverankerung Typ Z im Abschnitt D

Bei den Betonieretappen wurden kupplbare Bk-Anker verwendet, an welchen die Spannglieder der nächsten Etappe wieder angeschlossen wurden.

Ein spezielles Problem stellte die Vorspannung des letzten, von drei Seiten umschlossenen Bauabschnittes D dar. Hier mussten die Cona-Kabel an beiden Enden bei den bereits betonierten Abschnitten gekuppelt werden. Für die Lösung dieses Problemes hat die Firma StahlTon AG eine Spezialverankerung Typ Z entwickelt, welche es ermöglicht, beidseitig gekuppelte oder festverankerte Spannkabel vom mittleren Bereich aus zu spannen und zu verankern (Bild 12).

Die Abstützung der Flachdecke erfolgt mittels Betonstützen und Betonwänden. Die Innenstützen wurden als Doppelstützen von je 45×45 cm ausgebildet, die eine vertikale Leitungsführung zwischen den Stützen ermöglichen. Je nach Belastung mussten die Betonstützen teilweise mit einbetonierten Stahlprofilen verstärkt werden. Entlang der Fassaden übernehmen Einzelstützen von 30×40 cm die Tragfunktion.

Die Pergola-Konstruktion auf dem Parkdeck dient einerseits zur Kaschierung der grossen Parkfläche, die sich vom Berg aus gesehen präsentiert, und andererseits als Besonnungsschirm. Die elegante Stahlkonstruktion, mit bestem

Korrosionsschutz versehen, ist die von der Baukommission ausgewählte der vorgelegten drei Varianten, die sich als einfachste und eindeutig wirtschaftlichste Lösung herausgestellt hat.

Adresse der Verfasser: M. Desserich, dipl. Ing. ETH/SIA/ASIC, G. Desserich, Dr. sc. techn., dipl. Ing. ETH/SIA/ASIC, M. Burri, Ing. HTL, Prok., c/o Desserich + Partner, Ingenieurbüro für Brücken-, Hoch-, Tief- und Wasserbau, Luzern und Zürich.