Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 109 (1991)
Heft: 20

Artikel: Spezielle Ingenieurprobleme beim Depotneubau der VRB, Vitznau
Autor: Desserich, Marcel / Desserich, Georg / Burri, Max
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-85940

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

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

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

Download PDF: 08.08.2025

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

Spezielle Ingenieurprobleme beim Depotneubau der VRB, Vitznau

Das Konzept der Gleisanlage stellt die Grundlage des gesamten Depotneubaues 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 «beschickt» werden, sei es zu den Unterhaltsgruben, 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.

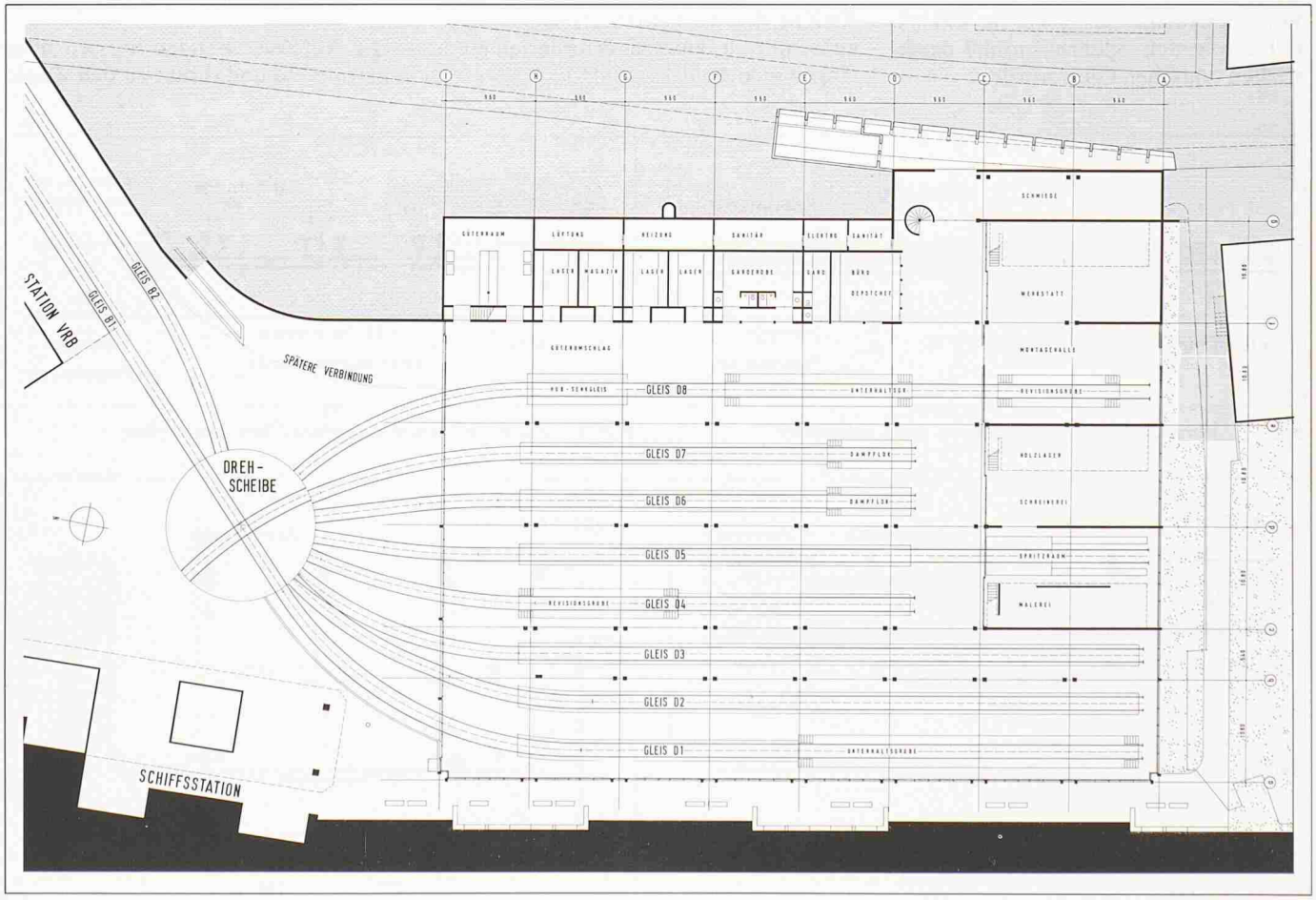

Bild 1. Gleiskonzept. Grundriss EG mit Gleis D1–D8, inkl. Gruben. Drehscheibe mit Kreuz. Proj. Verbindung D8–Berggleis B2

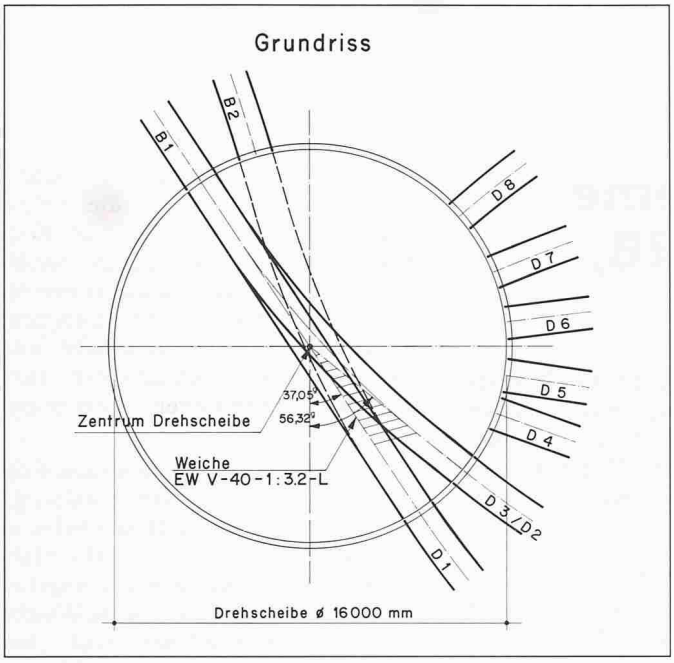

Bild 2. Drehscheibe Variante mit Weiche

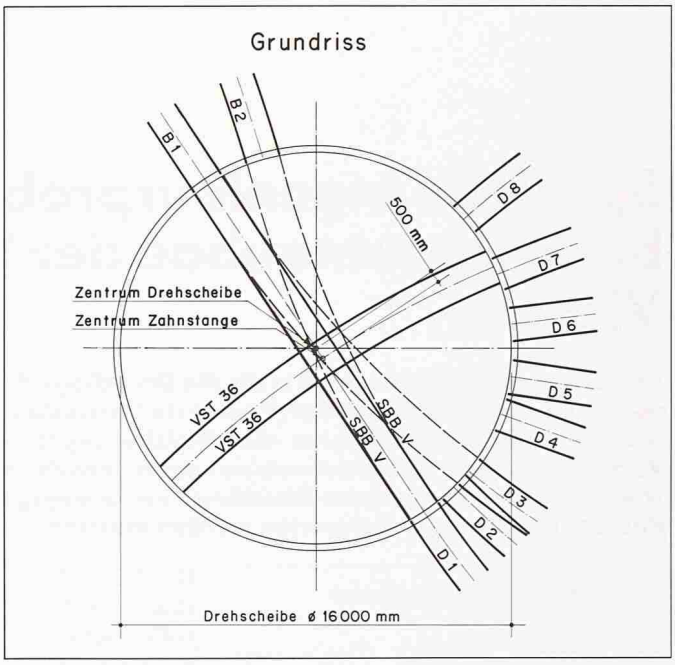

Bild 3. Drehscheibe Variante mit Kreuz (Ausführung)

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 Benützer der Bahn, der Schiffahrtsgesellschaft, der Reisecars, der Autobusse und der Privatwagen. Die Vielfalt der Verkehrsbeziehungen der aufgeführten Benützer erforderten eine eingehende Analyse (Bild 8):

- Die Schiffbenützer erreichen – wie ehedem – die Bahn direkt zu Fuss von der Schifflände 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

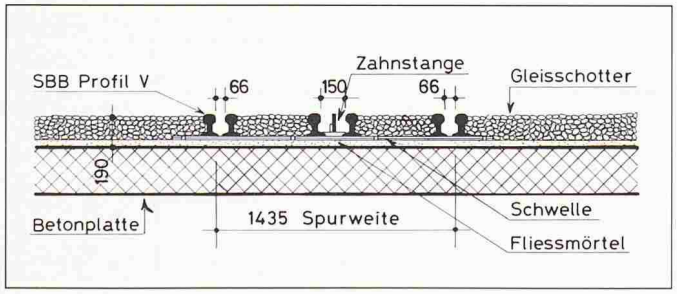

Bild 4. Vorplatz des Depots bekiest, nicht befahrbar

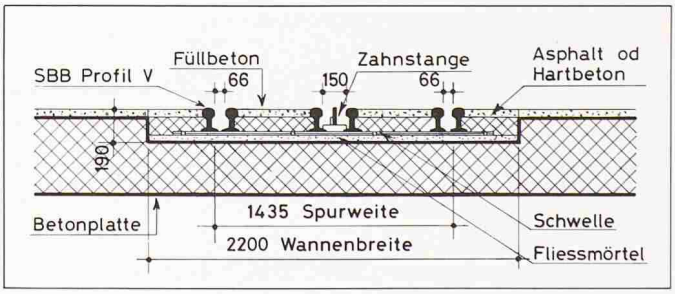

Bild 5. Zonen mit einbetoniertem Gleis, befahrbar

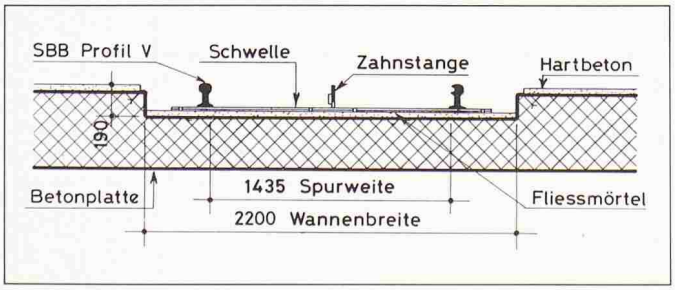

Bild 6. Zonen mit aufgeschraubtem Gleis, nicht befahrbar

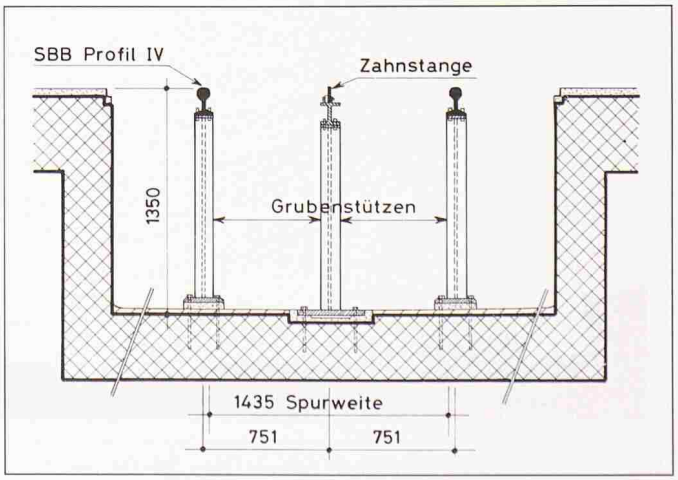

Bild 7. Gleisquerschnitt mit Tragschienen in den Revisionsgruben

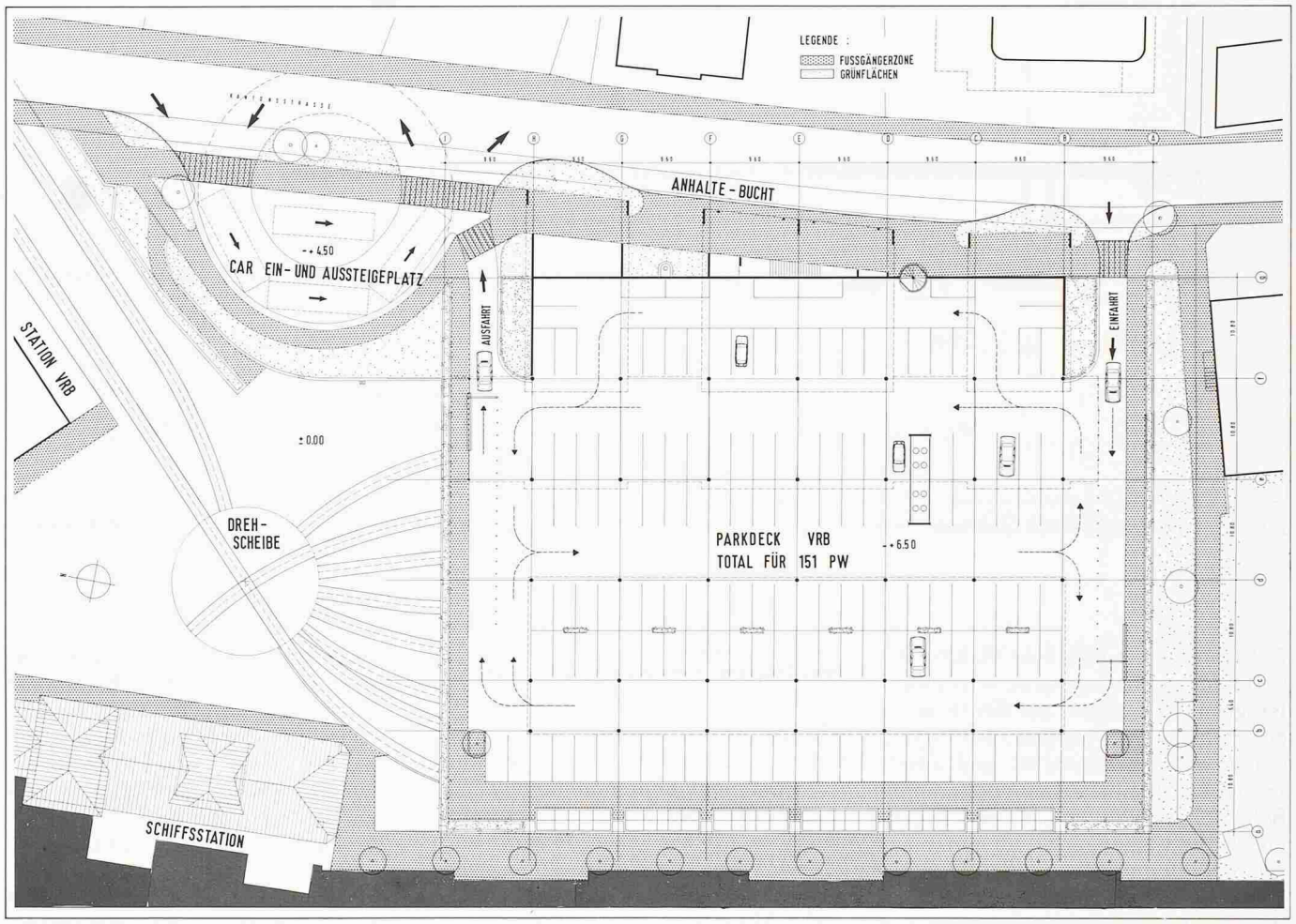

Bild 8. Verkehrskonzept. Grundriss 1. Oberdeck mit Carwendeplatz, Zufahrt zu Parkdeck, Fussgängerzonen

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 hiezu 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 Schifflände 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 Bahnhofperrons 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 Bodenzone eine Tiefe von etwa 4,5 m–7,5 m. Das darunter folgende kiesig-sandige Bachdeltamaterial 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 Neubaues reichen, verankert ist.

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

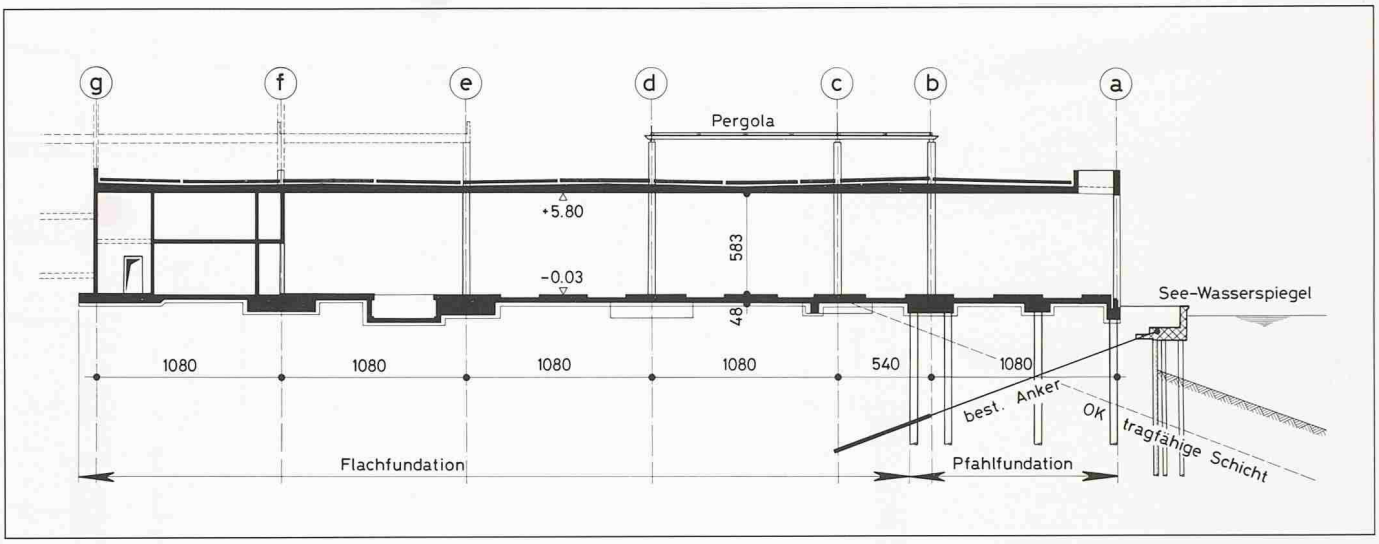

Bild 9. Querschnitt durch Gebäude (senkrecht zum See) mit Ufermauer inkl. Erdanker, Baugrund, Pfählung, Flachfundation usw.

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 ∅ 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/mm² 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 anderseits als Fundamentplatte der darüberrollenden Zugslasten. 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 × 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 × 77 m fugenfrei in 9 Betonierfolgen ausgeführt werden.
- Grosse Stützenfreiheit mit einem Stützenraster von 9,6 m × 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/mm² aufgebracht, und anschliessend wurden die Decken ausgeschalt. Diese kurzen Ausschalfristen 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 Ausnützung moderner Bautechnik.

Die Vorspannung der Hallendecke erfolgte nach dem StahlTon-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 dargelegt.

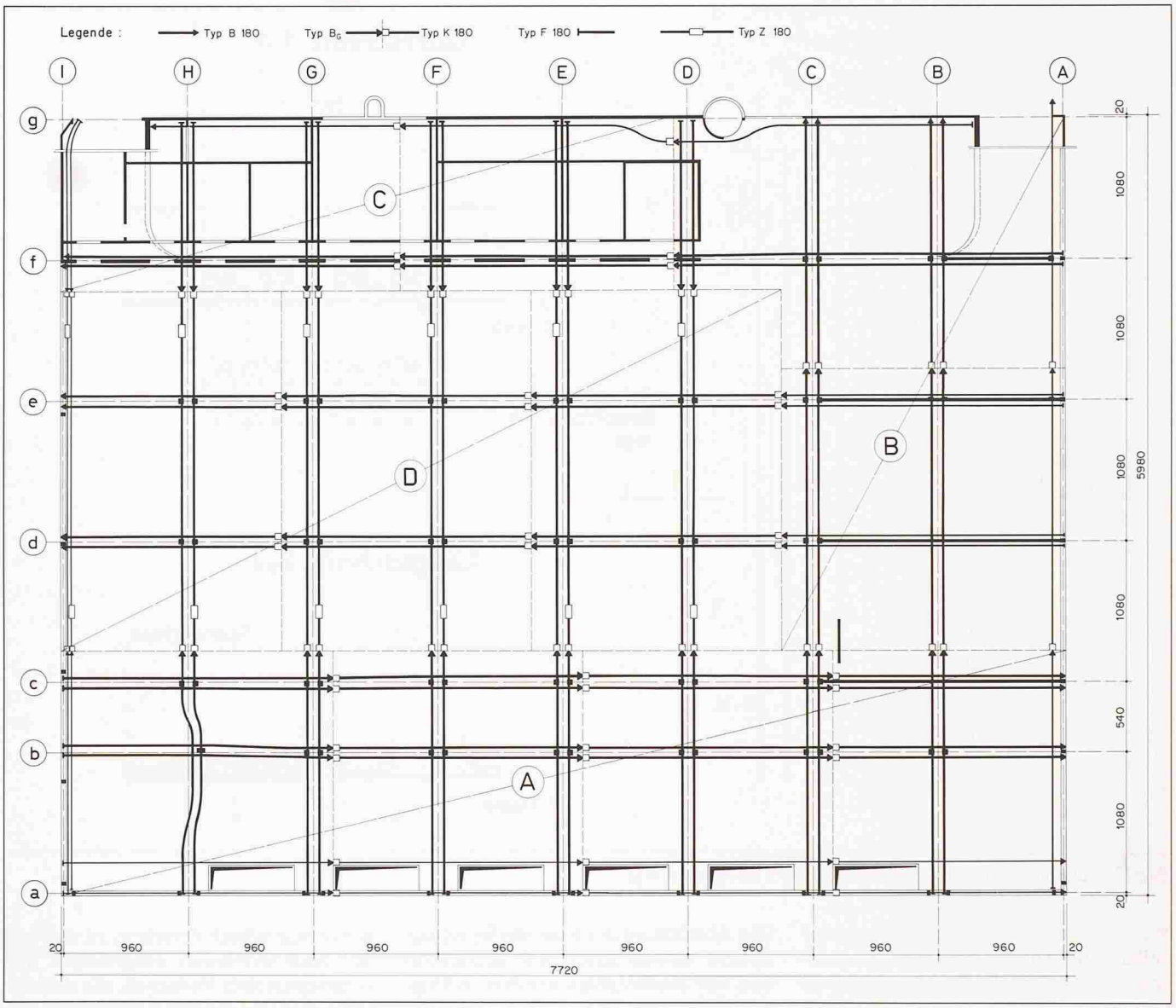

Bild 10. Schematischer Kabelplan Decke über EG mit Etappierung, Zwischenanker, Spezialverankerung usw.

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 kN/m²) und des Stützenrasters von 9,6 m × 10,8 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).

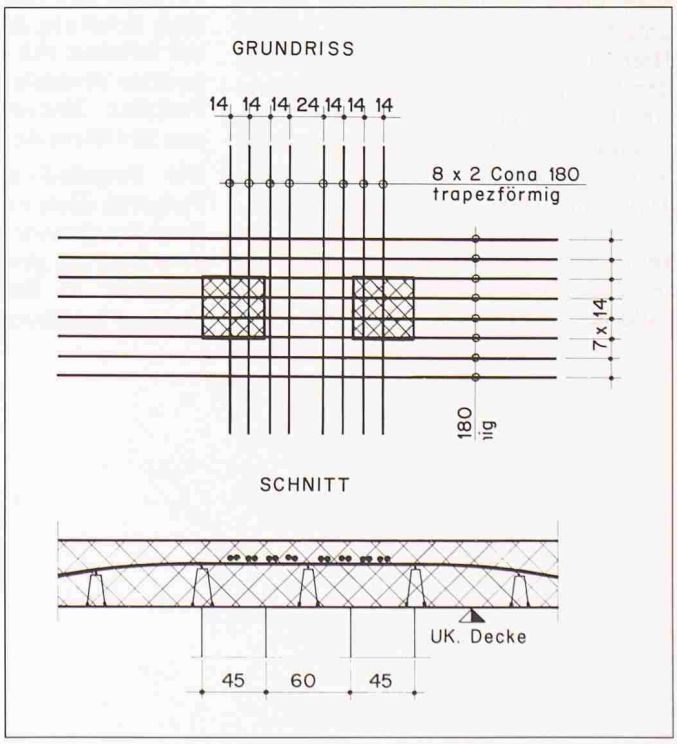

Bild 11. Detail Kabelführung über Innenstütze

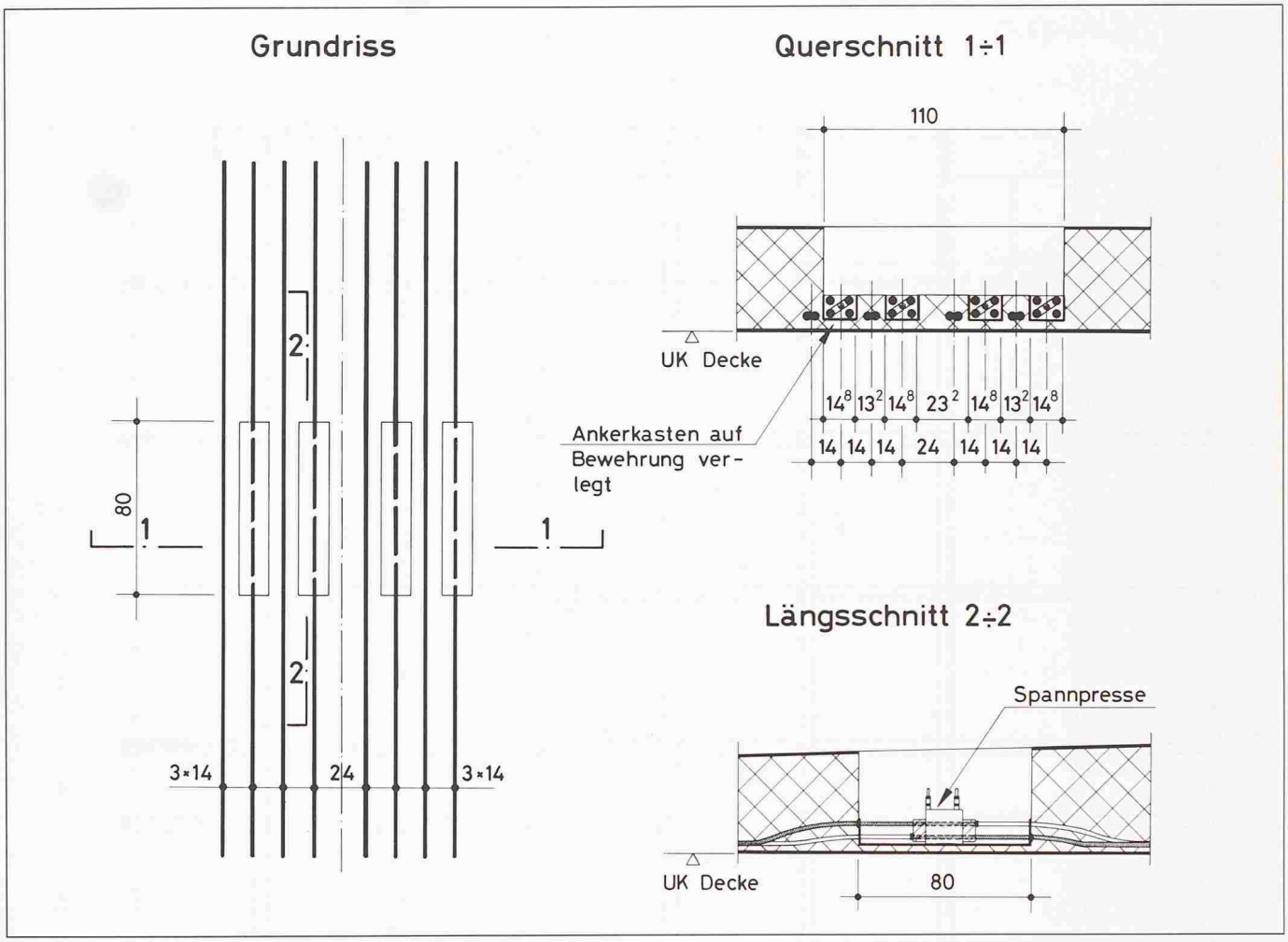

Bild 12. Detail der Spezialverankerung Typ Z im Abschnitt D

Bei den Betonieretappen wurden kuppelbare 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 anderseits 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.