

Überlegungen zum Bau und zur Konstruktion eines Regenwasser-Speicherbeckens

Autor(en): **Hubacher, Hans Jörg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **90 (1972)**

Heft 44: **Sondernummer der ASIC**

PDF erstellt am: **13.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85350>

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.

gungen eines Verwaltungsapparates und die Geschwindigkeit der Geschäftsabwicklungen den initiativen Mitarbeitern nicht immer abträglich. Durch die Grösse der Verwaltungen und die Spezialisierung fehlt manchmal aber auch die Identifikation mit dem Projekt. Es liegt an den Chefs der entsprechenden Abteilungen, diese erschwerenden Punkte möglichst positiv zu gestalten. Diese Führungsarbeit stellt grosse Anforder-

ungen und setzt voraus, dass sich die Stelleninhaber mit dem Problemkreis laufend intensiv auseinandersetzen. Nur so ist es möglich, die notwendige Dynamik und den erwünschten Schwungradeneffekt herbeizuführen, Voraussetzungen, die für die Lösung der heutigen Grossaufgaben notwendig sind.

Adresse des Verfassers: *Jürg Brandenberger*, dipl. Ing. ETH/ASIC, Ingenieurbüro Brandenberger & Ruosch, 8037 Zürich, Rotbuchstr. 34.

Überlegungen zum Bau und zur Konstruktion eines Regenwasser-Speicherbeckens

DK 628.25

Von *Hans Jörg Hubacher*, Bern

1. Allgemeines

Verschiedene Überlegungen und nicht zuletzt die hydraulische Nachrechnung des Kanalisationsnetzes der Stadt Bern haben dazu geführt, im Raum Inselspital ein Regenwasser-Speicherbecken zu erstellen. Im besonderen ging es darum, einen Speicherraum von rund 6000 m³ zu schaffen. Die gegebenen Lage- und Verkehrsverhältnisse (Bild 1) sowie der Baugrund haben eine Reihe von Randbedingungen geschaffen, die dem Bauwerk bezüglich Statik und Konstruktion eine besondere Note verliehen. Bemerkenswert sind folgende Randbedingungen:

- a) Das Becken musste bezüglich seiner Form derart in die kleine Parzelle eingepasst werden, dass eine Bauweise in offener Baugrube nicht möglich wurde.
- b) Die hydraulischen Gegebenheiten bestimmten die Höhenlage des Beckens, es war nicht zu vermeiden, dass der Bau grösstenteils ins Grundwasser zu liegen kam.
- c) Die Verkehrsverhältnisse waren für den Bauablauf ungünstig, weil die unmittelbar neben der Baustelle durchführenden Strassenzüge stark frequentiert und während des Baus nicht zu sperren waren.
- d) Die Spitalnähe bedingte grösste Rücksichtnahme bezüglich Baulärm.
- e) Infolge vorgesehener Spitalerweiterungsbauten auf diesem Areal bestand die Auflage, eine spätere teilweise Überbauung des Beckens mitzuberücksichtigen.

Alle diese Randbedingungen unter einen Hut zu bringen war nur möglich, wenn man eine Reihe herkömmlicher Bauverfahren ausschloss und einen schrittweisen Bauvorgang wählte, der genügend anpassungsfähig ist. Dieser Grundge-

danke hat sich in der Ausführung bestätigt und soll an Hand des gewählten Vorgehens nachfolgend begründet werden.

2. Die Bodenverhältnisse

Eine Baugrunduntersuchung hat ergeben, dass bis in eine Tiefe von mehr als 20 m mit Moränenablagerungen zu rechnen war. Die Bodenmaterialien sind sehr heterogen aufgebaut, und es bestand keine Möglichkeit, die Schichtgrenzen von Bohrung zu Bohrung zu verfolgen. Von sauberen Sanden und Kiesen bis zu tonigem Silt ohne Sand war alles anzutreffen. Diese Gegebenheiten haben sich namentlich für die Wasserhaltung, im besonderen für das zu wählende System und das zu bestimmende Dispositiv der Grundwasserabsenkung, als schwierig zu beurteilen erwiesen.

Der Grundwasserspiegel war überraschenderweise gleichmässig hoch festgestellt worden, so dass für die Statik ein einheitlich hoher Spiegel angenommen werden durfte.

Über die Bodenuntersuchung wurden auch die Zweckmässigkeit von Baugrubensicherungsverfahren sowie Fragen der Grundwasserhaltung aus dem Gesichtswinkel des Geotechnikers geprüft. Diese Vorsortierung hat sich bewährt, denn sie ermöglichte dem Statiker ein gezielteres Vorgehen.

3. Konstruktive Dispositionen

Die vielen Randbedingungen und die geotechnische Beurteilung liessen nur wenig Möglichkeit offen: Die Lösung mit Beton-Schlitzwänden drängte sich auf. Sie sollten als Beckenwände dienen und hatten während des Bauvorganges als Baugrubenumschliessung zu wirken. In dieser Funktion mussten sie zusätzlich gestützt werden.

Die Bodenplatte sollte als Stahlbetonplatte zwischen die Schlitzwände hinein betoniert werden. Sie war durch vertikale Alluvialanker gegen Auftrieb zu sichern.

Das Stützensystem war nach der möglichen Überbauung bezüglich Lasten zu bemessen und bezüglich Lage in den vorgesehenen Raster einzupassen. Die Beckendecke sollte als gewöhnliche Stahlbetonplatte ausgebildet werden, wobei auf die verschiedenen Belastungsfälle Rücksicht zu nehmen war.

Für die Bauarbeiten im Bereich des Grundwassers war eine Absenkung erforderlich. Nach der Zweckmässigkeitsbeurteilung konnte es sich praktisch nur um Filterbrunnen handeln; nötigenfalls war eine örtlich begrenzte Wellpantanlage für die Verbesserung der Absenkwirkung denkbar.

Der Verwendung von Alluvialankern stand nichts im Wege. Einzig diejenigen, welche ins Nachbarterrain reichten, mussten nach Erstellen des Beckens wieder entspannt werden.

4. Der Bauvorgang

Aufgrund der konstruktiven Dispositionen wurde folgender Bauvorgang gewählt (Bild 2):

1. Ein freier Baugrubenaushub unter Anordnung des nötigen Böschungsschutzes war so tief vorgesehen, dass die unmittelbar

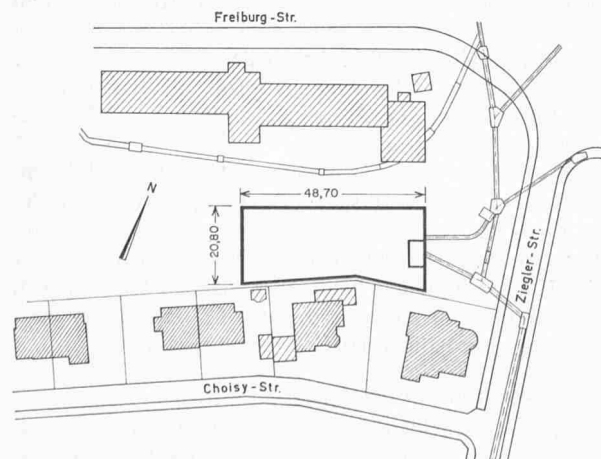


Bild 1. Lageplan 1:2000 des Regenwasser-Speicherbeckens der Stadt Bern in der Nähe des Inselspitals

folgenden Vorbereitungsarbeiten für die Schlitzwand ohne Rücksichtnahme auf das Grundwasser getätigt werden konnten.

2. Die angetroffenen Bodenverhältnisse machten es nötig, durch Einbau eines «Koffers» ein geeignetes Arbeitsplanum zu schaffen. Diese Massnahme konnte bereits aus der Bodenuntersuchung vorausgesehen werden.

3. Als Vorbereitung für die Schlitzwandarbeiten waren die Führungsmauern zu erstellen. Hier hat sich ein etappenweises Vorgehen gelohnt, um die freien Baugrubenböschungen nicht zu gefährden.

4. Das Erstellen der Schlitzwand war an und für sich problemlos. Der gewählte Bauvorgang hat einzig bedingt, dass die Abschnitte genau nach Plan einzuhalten waren.

5. Parallel zu den Schlitzwänden war das Vorbereiten der Filterbrunnen möglich.

6. Eine weitere Aushubphase diente dem Absenken der Baugrubensohle innerhalb der Schlitzwände bis auf ein neues Arbeitsplanum, welches zum Bohren, Versetzen und Spannen der Alluvialanker nötig war. Durch Umschichten des im 2. Schritt eingebauten Materials zur Schaffung eines geeigneten Arbeitsplanums konnte auch dieses zweite Planum standfest gehalten werden. Eine Beeinträchtigung durch das Grundwasser war nicht zu berücksichtigen, weil die Lage der Anker entsprechend gewählt wurde.

7. Das Bohren, Versetzen und Spannen der Anker ergab ebenfalls keine Probleme. Die aus der Bodenuntersuchung erwarteten maximalen Ankerkräfte von rund 40 t haben sich fast ausnahmslos bestätigt. Es war somit eine in Rechnung zu setzende Ankerbelastung von 25 t verantwortbar.

8. Erst für die folgenden Arbeiten war das Absenken des Grundwasserspiegels erforderlich. Diese Absenkung von theoretisch mindestens 6 m hatte so zu erfolgen, dass gleichzeitig eine Entlastung der Schlitzwand eintrat.

9. Die dritte Aushubphase war durch zwei Besonderheiten gekennzeichnet: Einmal war eine Stützböschung vor den Schlitzwänden zu belassen, und zum zweiten war das Material in dieser Phase besonders siltig. Die erdstatischen Berechnungen zeigten, dass Grösse und Bermenkote der Stützböschung keine noch so kleine Abweichungen gestatteten, weil sonst wesentliche Auswirkungen auf die Anker und die Einbindetiefe der Schlitzwand eingetreten wären.

10. Innerhalb der Stützböschung konnte nun das mittlere Bodenplattenstück erstellt werden. Die Grösse dieses mittleren Teils wurde so gewählt, dass alle Stützenanschlüsse auch gleichzeitig miteinbezogen werden konnten.

11. Zum Ausbauen der Stützböschungen wurden alternierend Schlitzte bis rund 30 cm UK Bodenplatte ausgehoben und auf deren Grund sogenannte «Stützriegel» betoniert. Ihre Aufgabe war es, die Schlitzwand gegen das mittlere Bodenplattenstück abzustützen. Durch diese Massnahme konnte der Stützpunkt der Schlitzwand als nach oben verlagert betrachtet werden. Die Stützriegel waren mit den Schlitzwand-Elementfugen zu koordinieren.

12. Nach erfolgtem Einbau aller Stützriegel konnten die restlichen Stützböschungspartien bis UK Bodenplatte gesamthaft ausgebaut werden, was ermöglichte, dass

13. die noch fehlenden Randpartien der Bodenplatte in einem ununterbrochenen Arbeitsgang zu betonieren waren. Namentlich für die Armierung zeigte sich dieses Vorgehen zweckmässig.

14. Die Bodenplatte musste gegen Auftrieb gesichert werden. Das bedingte permanente, korrosionsgesicherte Alluvialanker in vertikaler Richtung. Das Spannen der Anker durfte jedoch erst vorgenommen werden, nachdem die Bodenplatten-Randpartien erhärtet waren und Gewähr geboten war, dass die unterschiedlich betonierten Teile monolithisch wirkten.

15. Nach dem Spannen der Anker konnte die Grundwasserabsenkung aufgehoben werden.

16. Betonieren der Stützen.

17. Aufbetonieren der Schlitzwände bis UK Decke.

18. Schalen und Betonieren der Decke.

19. Aufbringen einer Aussenisolation auf der Decke und auf den aufbetonierten Schlitzwänden sowie Isolation und Oberflächenbehandlung der Wände der Beckeninnenseite.

20. Wiederherstellen des Terrains.

Diese 20 Schritte mögen im ersten Augenblick kompliziert wirken; sie haben sich jedoch als richtig erwiesen. Wenn die Planung für einen derartigen Bauvorgang einmal bis in alle Einzelheiten vorbereitet ist, lassen sich keine entscheidenden Veränderungen mehr vornehmen. Trotzdem hat es sich gezeigt, dass selbst ein derartig starres Vorgehen noch diejenige

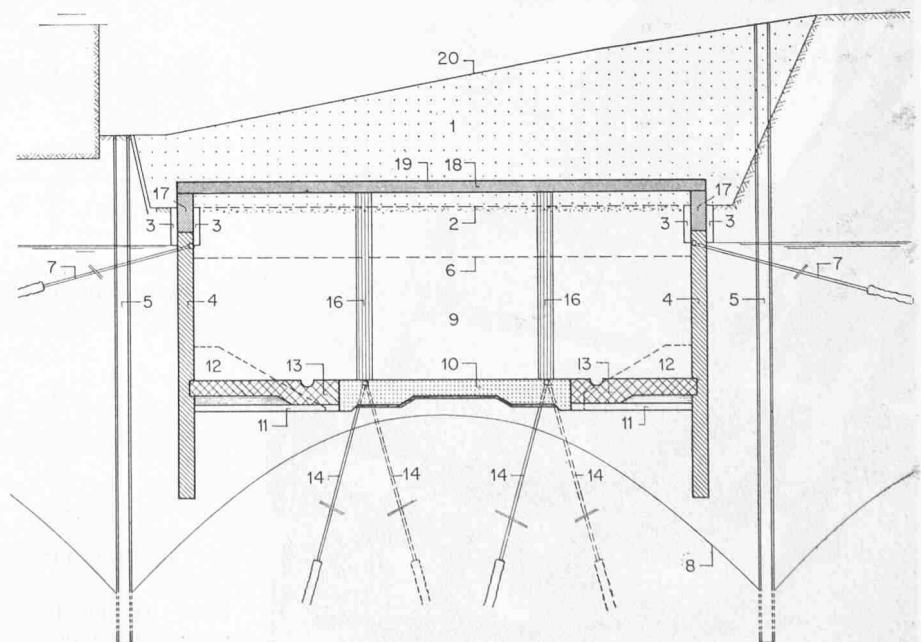


Bild 2. Schnitt durch das Bauwerk 1:300 mit Angabe des Bauvorganges. Die Nummern beziehen sich auf die verschiedenen notwendigen Einzelmassnahmen und sind im Text erklärt

Beweglichkeit mit sich bringt, um Friktionen – die es bei jedem grösseren Bau geben kann – zu parieren (Bild 3).

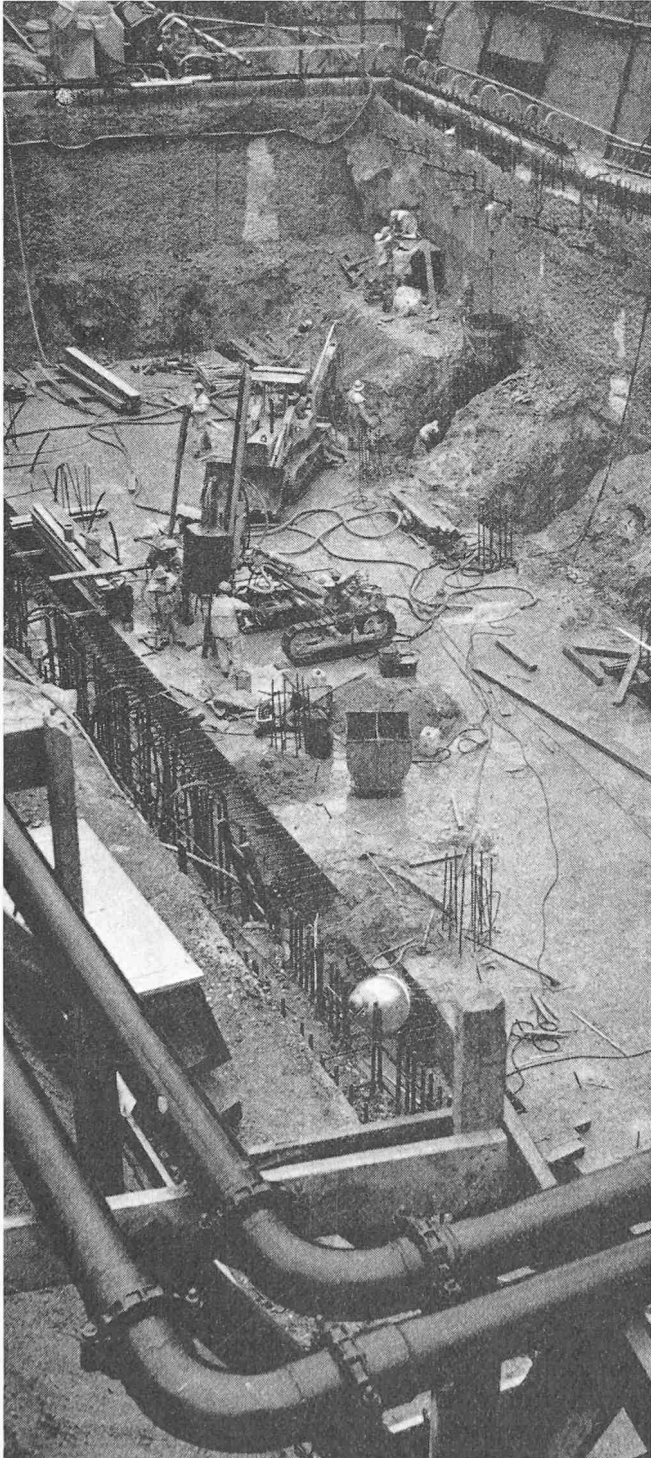
5. Kritische Betrachtungen zu einzelnen Arbeiten

5.1 Zur Bodenplatte

Massgebend für die Bestimmung der einzelnen Belastungsfälle war der Bauvorgang. Der erste Fall war demzufolge das Spannen der Anker. Sie erzeugten einen passiven Erddruck und dadurch Biegespannungen in der Platte.

Durch das nachfolgende Aufheben der Grundwasserabsenkung wurde eine Belastungsumlagerung hervorgerufen: Durch den Auftrieb wird sich die Platte vom Untergrund

Bild 3. Blick in die Baugrube im Zeitpunkt zwischen den Schritten 10 und 11 laut den Erläuterungen im Text



abheben, weil angenommen werden darf, dass die Verformung des Bodens durch das Spannen der Anker einer plastischen Deformation gleichkommt. Für die Platte ergibt sich somit ein neuer Belastungsfall, der unbeeinflusst vom ersten wirkt. – Für die Anker jedoch musste eine erhöhte Spannung in Rechnung gesetzt werden, weil der Auftrieb grössere Ankerkräfte erzeugte, als die anfänglich aufgebrauchten Vorspannkräfte waren. Somit waren für die Bemessung der Anker die durch den Auftrieb erzeugten Kräfte massgebend, und die Vorspannung wurde nur als Teilvorspannung angeordnet.

Nach Fertigstellung des Beckens wirkten die Stützenlasten den Ankerkräften entgegen. Wenn man annimmt, dass das fertigerstellte Becken ohne Deckenaufkast als statische Grundkonstruktion gilt, so stellt sich hier die Frage, ob die Anker nicht um den Betrag der zugehörigen Stützenlasten entspannt werden sollten. Diese Überlegung begründet sich namentlich mit der Beurteilung desjenigen Belastungsfalles, bei dem das Becken voll Wasser ist und eine maximale Auflast auf der Beckendecke wirksam wird. In diesem Fall kann erneut ein passiver Erddruck erzeugt werden, der unter Umständen grösser wird als bei der anfänglichen Ankervorspannung. Dieser kann sich zusätzlich noch verstärken, wenn der Grundwasserspiegel stark sinkt. Im vorliegenden Fall hat man sich zu einer Ankerentspannung entschlossen, weil es sich gezeigt hat, dass die Stützengewichte und das Gewicht der Beckendecke einer 50%igen Ankervorspannung entsprachen.

Grundlegende Annahme für all diese Überlegungen war die Tatsache, dass infolge der Wasserdichtigkeit des Beckens einerseits und des überaus grossen Reibungswiderstandes der Schlitzwände andererseits die innern und äussern Belastungen des Beckens getrennt zu betrachten waren.

Die Zusammenfassung aller Belastungsmöglichkeiten gestattete für die Beurteilung der Beanspruchungen der Bodenplatten nur die in Bild 4 dargestellten drei Fälle rechnerisch zu ermitteln.

Für die Berechnung hat sich das Verfahren von Orlov/Saxenhofer («Balken auf elastischer Unterlage») als zweckmässig erwiesen; auch lassen sich diese Fälle durch ein entsprechendes Computerprogramm sehr übersichtlich berechnen.

5.2 Zur Wandbehandlung

Von betrieblicher Seite her war von Anfang an die Forderung nach einer glatten, aber nicht unbedingt ebenen

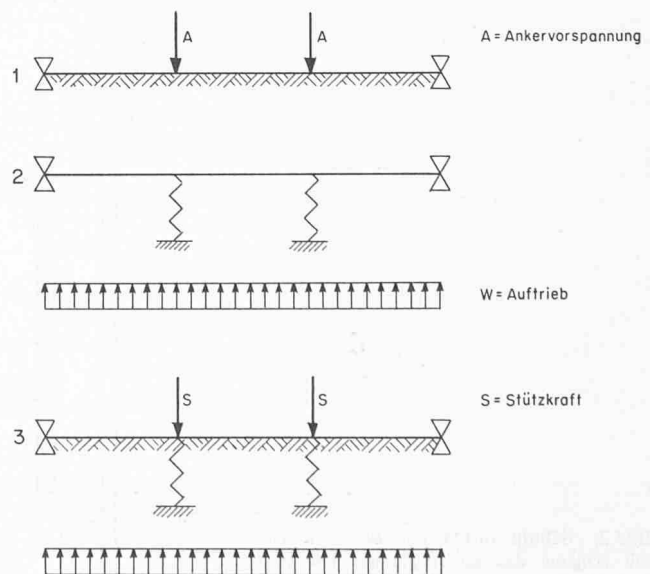


Bild 4. Die für die Bestimmung der Beanspruchungen der Bodenplatte durchgerechneten drei Belastungsfälle

Wand gestellt. Da die Oberfläche einer Schlitzwand von den Bodenverhältnissen abhängt und diese im vorliegenden Fall sehr heterogen waren, musste mit grossen Unterschieden gerechnet werden. Es wurden bereits in der Projektierungsphase verschiedene Möglichkeiten geprüft. Nachdem die Wand freigelegt und von den grössten Unebenheiten (Buckel) befreit war, hat man sich zu folgendem Vorgehen entschlossen (Bild 5):

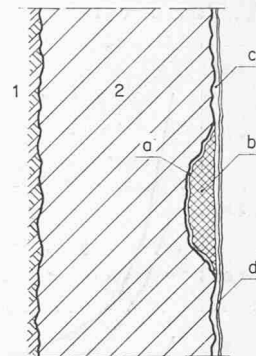
- a) Auftragen eines zementgebundenen Oberflächendichtungsmittels als gleichzeitige Isolation und Haftbrücke an nicht genügend ebenen Stellen oder dort, wo ein zusätzlicher Mörtelauftrag zur Schaffung der minimalen Armierungsüberdeckung nötig wurde.
- b) Auftrag einer Mörtelschicht als örtlich erforderliche Ausgleichsschicht.
- c) Erneuter Auftrag eines Oberflächendichtungsmittels in unregelmässiger Stärke, kontinuierlich über die ganze Wandfläche als Isolation (zusätzlicher Ausgleich der Unebenheiten).
- d) Auftrag einer Kunstharzmasse zur Schaffung der eigentlichen glatten Oberfläche.

Diese letzte Massnahme wurde nicht nur gewählt, um günstige Verhältnisse zur Reinigung des Beckens zu erhalten, sondern um die Ablagerung beziehungsweise das Eindringen von Bakterien in die Schlitzwand zu verunmöglichen. Diese Lösung hat sich nach Fertigstellung als sehr zufriedenstellend gezeigt und dürfte ein Beispiel dafür sein, dass für derartige Verwendungszwecke eine «Vormauerung» einer Schlitzwand nicht notwendig ist.

5.3 Das Betonieren der Decke auf die Schlitzwand

Aus statischen Gründen war die Beckendecke mit der Schlitzwand zu verbinden. Diese Massnahme rief unweigerlich nach der Frage des Beton-Schwindens. Das Schwinden in den Betonelementen der Wand war aus zeitlichen Gründen bereits

Bild 5. Behandlung der Schlitzwand zum Erreichen einer genügend glatten, dichten und gut zu reinigenden Oberfläche. 1 gewachsener Boden, 2 Schlitzwand. Arbeitsvorgang a bis d siehe Text



längst erfolgt. Demgegenüber musste mit einem Schwinden der Beckendecke noch gerechnet werden. Zwischen der Beckendecke und den Betonelementen der Wand wurde ebenfalls lange zuvor in Wandstärke aufbetoniert, so dass auch hier der Schwindprozess als abgeschlossen betrachtet werden konnte. Im Hinblick auf das Schwindproblem wurden drei Anordnungen getroffen: besondere Schwindarmierungen, entsprechende temporäre Betonierfugen sowie Massnahmen mit Betonverzögerer. Die Tatsache, dass die Aufbetonierung auf der Schlitzwand keine Risse aufweist, kann damit begründet werden, dass die Betonelemente dank ihren Fugen genügend nachgiebig waren. Demgegenüber sind einzelne Schwindrisse in der Beckendecke aufgetreten – die vorsorglichen Massnahmen haben nicht vollständig befriedigt. Im Sinne einer Folgerung kann deshalb festgehalten werden, dass in einer entsprechenden Lage die Aufbetonierung gleich wie die Schlitzwand-Elemente abzufügen sei, wenn allfällige Schwindrisse in der Beckendecke ausgeschlossen werden sollen.

Adresse des Verfassers: Hans Jörg Hubacher, dipl. Bauing. ETH/SIA/ASIC, Sulgeneckstrasse 8, 3007 Bern.

Zur Wirtschaftlichkeit der schlaffen Armierung

DK 693.554.003.1

Von H. R. Schalcher, Pfaffhausen

Dieser Beitrag versucht, unter Berücksichtigung der heutigen und der zukünftigen Lage im schweizerischen Eisenhandel verschiedene Möglichkeiten zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit der schlaffen Armierung aufzuzeigen. Einige der erwähnten Massnahmen sind zurzeit in Bearbeitung oder wurden von einzelnen Betrieben in der Praxis bereits eingeführt. Um aber einen merkbareren gesamtwirtschaftlichen Nutzen zu erzielen, bedarf es noch grosser Anstrengungen, denn nur durch eine gutkoordinierte Zusammenarbeit aller Beteiligten lassen sich die angestrebten Ziele verwirklichen.

1. Einleitung

Die Bauindustrie nimmt infolge der extremen Zunahme der Bauteuerung im Rahmen der schweizerischen Wirtschaft einen besonderen Platz ein. Die Bauaufwendungen haben im Jahre 1971 bereits einen Umfang von 19,7 Mrd Franken, d. h. 19,5% des Bruttosozialproduktes erreicht. Dies zeigt deutlich, welchen grossen Einfluss die Bauindustrie auf die inflationäre Entwicklung des schweizerischen Kapitalmarktes hat. Um der in Zukunft noch steigenden Nachfrage nach öffentlichen und privaten Bauten mit vernünftigem finanziellen Aufwand genügen zu können, ist es notwendig, diese Kostenexplosion einzudämmen. Dies verlangt aber von allen Beteiligten inten-

sive Anstrengungen zur Rationalisierung der verschiedenen Teilarbeitsprozesse in der Planung und Ausführung von Bauvorhaben. Im folgenden werden für einen Teilaspekt, nämlich die schlaffe Armierung im Stahlbetonbau, einige Vorschläge zur Steigerung der Wirtschaftlichkeit aufgezeigt.

2. Heutige Lage

Der weitaus grösste Teil der Tragkonstruktionen im Hoch- und Tiefbau wird heute in der Schweiz in Stahlbeton ausgeführt. Die vielseitige Anwendung dieser Bauweise beruht einerseits auf der Tatsache, dass die Herstellung der einzelnen Komponenten des Betons vom Ausland unabhängig ist und andererseits auf den praktisch unbeschränkten Möglichkeiten in der Formgebung. Dass es sich beim Stahlbetonbau um einen ausgesprochen lohnintensiven Produktionsprozess handelt, muss hingegen als Nachteil gewertet werden. Die Verknappung des Angebotes an qualifizierten Arbeitskräften und die sich daraus ergebende Zunahme der Lohnkosten während der letzten Jahre haben zur Folge gehabt, dass besonders auf der Baustelle schon verschiedene Rationalisierungsmassnahmen getroffen wurden. So sind im Schalungsbau Systeme entwickelt worden, die sich durch leichte, rasch zusammenfügbare Elemente und zeitsparende Spriessungen auszeichnen. Auch