

Grundwasserabdichtungen = Etanchéité des ouvrages enterrés

Autor(en): **Vital, Jon-Duri**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri**

Band (Jahr): **61 (1983)**

Heft 1

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-875689>

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.

Grundwasserabdichtungen

Etanchéité des ouvrages enterrés

Jon-Duri VITAL, Bern

Zusammenfassung. Die wichtigsten und gebräuchlichsten Grundwasserabdichtungsarten werden zusammengefasst und deren Vor- und Nachteile miteinander verglichen. Sie sind wichtige Argumente zur richtigen Wahl eines Abdichtungskonzepts. Die Detailangaben der Konstruktion weisen neue Schichtaufbauten auf und sind aufgrund material-technologischer Überlegungen von den üblichen Konstruktionen zum Teil völlig anders konzipiert. Übersichtstabellen geben dem Architekten wie dem Bauingenieur die Möglichkeit, das Grundsatzkonzept festzulegen. Je nach Bau wird dieses um eine «schlechtere» oder «bessere» Konstruktionsstufe verschoben. Detailanschlüsse werden in diesem Artikel nicht behandelt.

Résumé. L'auteur récapitule les méthodes les plus importantes et les plus usuelles permettant d'assurer l'étanchéité des ouvrages enterrés et en compare les avantages et les inconvénients. Ces derniers sont des points de repère importants pour un choix judicieux du genre d'exécution. Les indications détaillées sur les constructions se rapportent à de nouvelles structures des couches et leur conception est en partie entièrement différente des modes de construction habituels, en raison de considérations relevant de la technologie des matériaux. En se fondant sur les tableaux synoptiques, les architectes et les ingénieurs spécialisés dans la construction pourront déterminer la conception de base. Suivant le genre d'ouvrage, on optera pour un degré de qualité «inférieur» ou «supérieur». Les détails des raccords ne sont pas abordés.

Impermeabilizzazioni contro infiltrazioni d'acqua dal sottosuolo

Riassunto. I più importanti e usuali sistemi d'impermeabilizzazione contro le infiltrazioni d'acqua dal sottosuolo vengono ricapitolati e i loro vantaggi e svantaggi confrontati tra di loro. Se ne deducono importanti elementi per la giusta scelta di un concetto d'impermeabilizzazione. Le indicazioni di dettaglio delle costruzioni presentano nuove stratificazioni impermeabilizzanti e, in base a considerazioni di tecnologia del materiale, si differenziano, in parte, completamente da quelle delle costruzioni usuali. Tavole sinottiche permettono all'architetto e all'ingegnere civile di fissare il concetto di principio. A seconda della costruzione, questo concetto viene portato ad un livello «migliore» o «peggiore». Nell'articolo non si trattano raccordi particolari.

1 Allgemeines

Grundwasserabdichtungen sind Architekten und Ingenieuren von jeher ein Dorn im Auge gewesen. Im allgemeinen sind die Grundwasserabdichtungen mit grossem Risiko verbunden. Die übliche, seit Jahren angewendete Konstruktion mit einer elastischen bituminösen Isolation (Abdichtung) hat sich, zumindest was der Autor im Bereich seiner Tätigkeit bei den PTT-Betrieben erfahren hat, schlecht bewährt. Unzählige Gebäude mussten und müssen kurz nach deren Fertigstellung unter grossem finanziellem Aufwand nochmals abgedichtet werden. Dabei sind die Sanierungsmöglichkeiten beschränkt, und Rückschläge müssen in Kauf genommen werden.

1980 brachte der Schweizerische Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA) die Empfehlung 272 «Grundwasserabdichtungen» heraus. Die in der vorliegenden Veröffentlichung erwähnten Konstruktionen und Empfehlungen weichen zum Teil erheblich von der Publikation SIA 272 ab.

Es werden mögliche Abdichtungsverfahren erläutert, verschiedene Konstruktionen mit Schichtaufbauten beschrieben und skizziert. Die Grundwasserabdichtungs-konstruktionen sind in Abdichtungs- und Konstruktions-systeme aufgeteilt. Die *Abdichtungssysteme* beinhalten, wie der Name sagt, nur die reinen Abdichtungsschichten und Zusätze, die *Konstruktionssysteme* dagegen die Grundkonstruktionsmöglichkeiten des Gebäudes *im Grundwasser* mit deren denkbaren Abdichtungsarten.

Im weiteren ist ein leicht verständlicher Leitfaden für Architekten und Ingenieure erarbeitet worden (S. 27).

2 Grundwasserabdichtungssysteme

Grundsätzlich unterscheidet man zwei Grundwasserabdichtungssysteme (GAS), nämlich die *starren* und die

1 Généralités

Empêcher la pénétration de l'eau dans les ouvrages enterrés a toujours représenté pour les architectes et les ingénieurs un problème épineux. En règle générale, assurer une telle étanchéité est lié à un risque élevé. La construction traditionnelle, utilisée depuis des années, c'est-à-dire l'isolation au moyen de matériaux bitumeux souples (étanchéité) n'a pas donné de bons résultats, à tout le moins selon les expériences faites par l'auteur au cours de son activité aux PTT. En effet, l'étanchéité d'innombrables ouvrages a dû être rétablie à grands frais peu après leur achèvement. En ce cas, les possibilités d'assainissement sont limitées et il faut parfois s'accommoder d'insuccès.

En 1980, la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes (SIA) a publié la Recommandation 272 «Etanchéité des ouvrages enterrés». Les constructions et recommandations énumérées dans le présent article s'écartent en partie notablement de celles qui figurent dans la publication SIA 272.

L'auteur explique diverses possibilités de réaliser l'étanchéité des ouvrages, décrit et esquisse plusieurs constructions pourvues d'étanchéités verticales. Les mesures préconisées sont réparties dans deux catégories, les systèmes d'étanchéité et les systèmes de construction. Comme leur nom l'indique, les systèmes d'étanchéité ne sont que l'énumération des couches d'étanchéité et des adjuvants. Les *systèmes de construction*, en revanche, décrivent les possibilités de réaliser la construction de base de l'ouvrage dans la nappe phréatique avec les genres d'étanchéités imaginables.

Par ailleurs, l'article contient un aide-mémoire facile à consulter pour les architectes et les ingénieurs (p. 27).

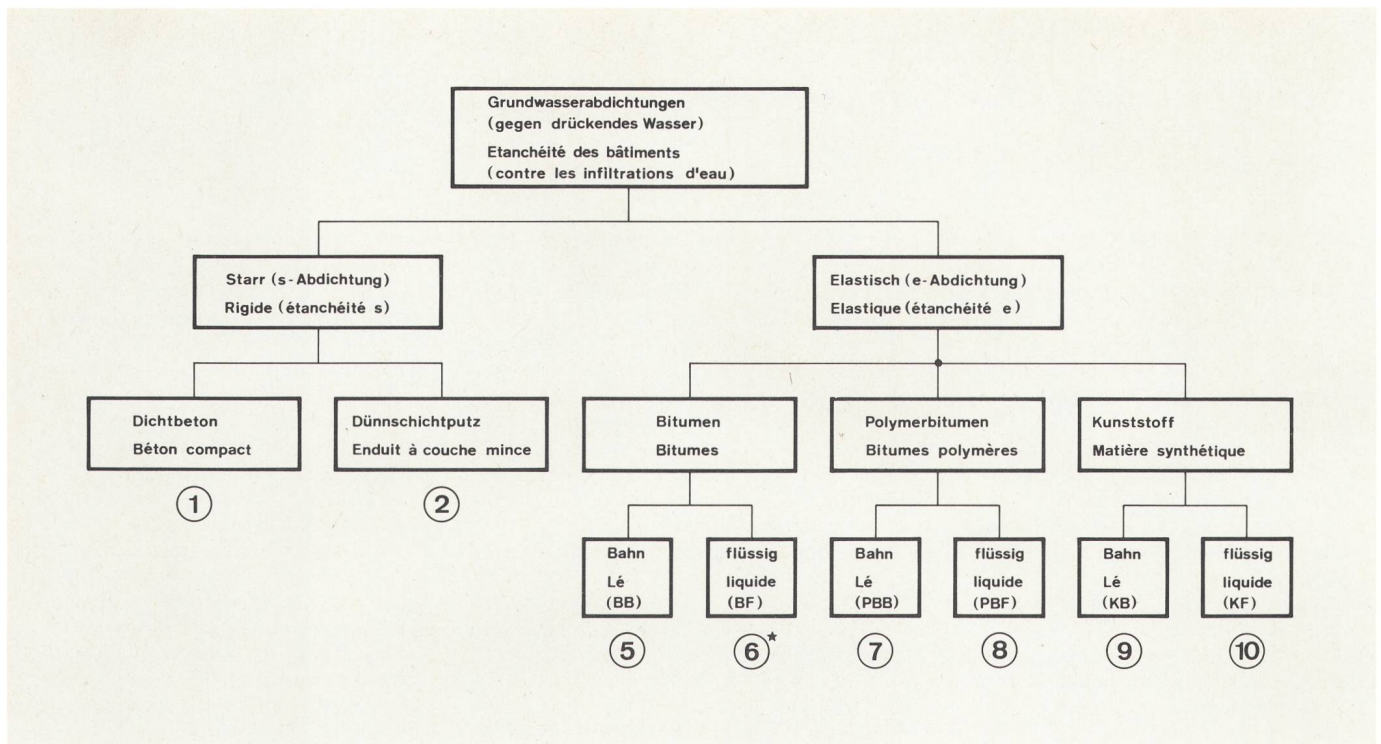


Fig. 1
 Übersicht über die verschiedenen Abdichtungssysteme — Aperçu des différents systèmes d'étanchéité
 * Flüssigbitumen gegen drückendes Wasser ist kaum zu empfehlen. d'eau est peu à recommander. C'est pourquoi on a renoncé à traiter
 Deshalb ist auf eine Weiterbehandlung dieses Abdichtungsystems verzichtet worden — L'utilisation de bitumes contre les infiltrations plus à fond ce système d'étanchéité

elastischen, die sich mehr oder weniger in Spezialausführungen aufsplintern (Fig. 1).

21 Die starre Abdichtung

Mit der starren Abdichtung ist in erster Linie das «undurchlässige» Ausführen der Aussenwand, Wanne usw. und des untersten Bodens (meist Beton) mit einem Zusatzmittel zu verstehen. Diese Dichtungsart nennen wir *Abdichtung 1*. Sie hat sich bewährt, ist billig, und im Fall einer Undichtigkeit ist die Sanierung einfach und schnell vorgenommen. Ein Nachteil — was immer wieder behauptet wird — ist der Feuchtigkeitstransport von aussen nach innen durch die Wand. Diese Behauptung wurde jedoch nie durch Messungen bestätigt, wobei die Streitfrage mit einem einfachen Messprogramm ein für allemal gelöst werden könnte. Weiter wäre auch das Problem aus dampfdiffusionstechnischer Sicht genauer zu betrachten und zu untersuchen, ob die Praxis (Messungen) mit der Theorie in Einklang gebracht werden kann.

Eine weitere starre Dichtungsart wird mit einem besonderen Dünnschichtputz für Abdichtungen verwirklicht, die als *Abdichtung 2* bezeichnet wird. Dieses System wird auch vielfach gemeinsam mit dem ersten verwendet. Der Dünnschichtputz weist jedoch Nachteile auf, da es nur fachlich ausgewiesene Arbeiter zur vollen Zufriedenheit anwenden können. Der Beton sollte nämlich eine gewisse Feuchtigkeit aufweisen, und die Mischung des Verputzes sowie der Zeitpunkt der Ausführung (Sonnenstand, Kälte usw.) sollten nach Vorschrift optimal gewählt werden. Schliesslich wäre die Baugrube *vorsichtig* zu hinterfüllen. Viele Faktoren spielen also eine nicht unbedeutende Rolle und können das Gelingen

2 Systemes assurant l'étanchéité des ouvrages enterrés

En principe, on distingue deux systèmes d'étanchéité, à savoir ceux qui sont réalisés au moyen de matériaux rigides ou au moyen de matériaux *souples*, catégories qui se subdivisent encore plus ou moins en réalisations spéciales (fig. 1).

21 Etanchéité réalisée au moyen de matériaux rigides

Cette méthode consiste en premier lieu dans la réalisation «impermeable» de la paroi extérieure, du cuvelage, etc. et encore de la dalle de fond (généralement en béton) au moyen d'un adjuvant. Cette méthode sera appelée *étanchéité 1*. Elle est éprouvée, peu coûteuse, et l'assainissement est simple et rapide dans le cas d'une inétanchéité. Un inconvénient — que certains prétendent toujours y voir — est le transport d'humidité de l'extérieur vers l'intérieur à travers la paroi. Or, cette affirmation n'a jamais été confirmée par des mesures, et cette controverse pourrait être éclaircie une fois pour toutes au moyen d'un simple programme de mesures. Il y aurait lieu, de plus, d'étudier le problème encore plus minutieusement dans l'optique de la diffusion de la vapeur et d'examiner si les résultats de la pratique (mesures) et de la théorie peuvent être amenés à un dénominateur commun.

Une autre méthode d'étanchéité réalisée au moyen de matériaux rigides consiste à appliquer une mince couche d'un enduit spécial, que nous appellerons *étanchéité 2*. Ce système est aussi souvent associé au premier cité; son inconvénient réside cependant dans le fait que seuls des ouvriers hautement qualifiés sont en me-

dieser Konstruktionsart beeinträchtigen. Demgegenüber ist eine Sanierung, ähnlich wie bei der Abdichtung 1, einfach und problemlos auszuführen.

22 Die elastische Abdichtung

Elastische Abdichtungen sind aufwendig, teuer und, wenn einmal eingebaut, nicht mehr reparierbar. Die Erfolgsquote mit den üblichen Konstruktionen ist nicht überwältigend. Zudem sind solche Konstruktionen vielfach mit späteren Enttäuschungen verbunden, um so mehr, als sie einen grossen finanziellen Aufwand verursachen.

Bis heute sind elastische Abdichtungen einerseits mit Kunststoff-Folien oder -Anstrichen, andererseits mit Bitumenbahnen oder -Anstrichen bekannt. Die bekannteste elastische Abdichtung ist jene mit bituminösen Bahnen (zwei oder drei J2-Schichten). Daneben sind auch die neueren Polymerbitumenbahnen zu erwähnen, die unter anderem bedeutend höhere Reissfestigkeiten aufweisen. Die Bitumenabdichtungen werden als *Abdichtung 5*, jene mit Polymerbitumenbahnen als *Abdichtung 7* bezeichnet (Flüssigbitumen = 6 und Flüssig-Polymerbitumen = 8).

Da sich Flüssigbitumen für Abdichtungen gegen drückendes Wasser nicht bewährt hat, wird im folgenden auf eine detaillierte Weiterbehandlung dieses Systems verzichtet.

Als weitere bekannte elastische Abdichtung ist jene mit Kunststoff-Folie, die entweder in Form einer vorgefertigten Bahn (*Abdichtung 9*) oder an Ort und Stelle flüssig aufgetragen wird (*Abdichtung 10*), zu nennen.

23 Vor- und Nachteile der einzelnen Abdichtungssysteme

Das Problem jeder Grundwasserabdichtung besteht darin, dass diese risikolos über die «aktive Baurunde» gebracht wird und im Fall einer Undichtigkeit kein Wasser hinterwandern kann. Dabei verteilt sich eindringendes Wasser durch die Systemschicht zwischen dieser und der Betonwand im ganzen Grundwasserbereich. Solche Schäden sind sehr schwer oder unmöglich zu lokalisieren. Ihnen misst der Autor grosse Bedeutung zu. Bei der Hinterwanderung sind meist die Bauherren die Leidtragenden.

Betrachtet man diese Tatsachen, ist es wohl angebracht, kritische Überlegungen bezüglich Risiko, Kosten und allfälliger Sanierungsmöglichkeiten anzustellen, die in *Tabelle I* aufgrund zahlreicher Schädfälle zusammengestellt sind. Selbstverständlich spielen Grösse und Form eines Gebäudes eine entscheidende Rolle. Die aufgeführten Bemerkungen gelten für mittlere und grössere Gebäude. Für Einfamilienhäuser usw. sind die Bemerkungen in Kolonne 4 und 5 um eine «Stufe» besser einzureihen. Also zum Beispiel bei der Abdichtung 9 ist für hochwertige Räume statt «bedingt» «empfehlenswert» zu verstehen; Vor- und Nachteile (Kolonnen 2 und 3) behalten jedoch ihre Gültigkeit.

Die in *Tabelle I* enthaltenen Angaben erlauben bereits, eine für den Bau kostengünstige und optimale Abdichtung vorzusehen. Die Wasserhöhe beziehungsweise der Wasserdruck bestimmen ebenfalls das Konstruktions-

sure de le réaliser à pleine satisfaction. Le béton devrait en effet avoir gardé une certaine humidité, et le mélange de l'enduit, ainsi que l'instant précis de son application (position du soleil, température, etc.), devraient être optimisés selon des règles précises. Il importe, enfin, de combler la fouille après coup *avec précaution*. De nombreux facteurs jouent donc un rôle non négligeable et peuvent compromettre la réussite de ce genre de construction. En contrepartie, un assainissement se révèle simple et sans problème, comme pour l'étanchéité 1.

22 Etanchéité réalisée au moyen de matériaux souples

Les étanchéités réalisées de cette manière sont compliquées, coûteuses, et, une fois mises en place, impossible à réparer. La proportion des réussites, pour ce qui concerne les constructions usuelles, n'a rien d'extraordinaire. De plus, de telles constructions engendrent souvent des déconvenues ultérieures, d'autant plus qu'elles sont liées à des frais élevés.

Actuellement, on connaît diverses méthodes d'étanchéité dites «souples», à savoir celles qui sont réalisées au moyen de feuilles ou d'enduits en matière synthétique, à l'aide de lés à base de bitume ou encore d'enduits bitumeux. L'étanchéité souple la plus connue est celle qui est réalisée avec des lés à base de bitume (deux ou trois couches J2). A côté de cela, il y a lieu de citer les lés plus récents, à base de bitume avec adjonction d'élastomères, qui présentent notamment une résistance nettement accrue à la déchirure. Les étanchéités réalisées avec des lés à base de bitume seront appelées *étanchéités 5*, celles qui le sont au moyen de lés à base de bitume avec adjonction d'élastomères *étanchéité 7*, les enduits bitumeux 6 et les enduits bitumés avec adjonction d'élastomères 8.

Etant donné que les enduits bitumeux n'ont pas donné de bons résultats pour les étanchéités à l'égard d'eaux exerçant une pression, il n'en sera pas question plus en détail dans ce qui suit.

Une autre étanchéité réalisée au moyen de matériaux souples est celle de l'application de lés de matière synthétique, qui sont soit préconfectionnés en fabrique (*étanchéité 9*), soit appliqués sur place à l'état liquide (*étanchéité 10*).

23 Avantages et inconvénients des divers systèmes d'étanchéité

Le problème majeur inhérent à toute réalisation d'étanchéité consiste dans la difficulté de mener à terme les opérations sans risques pendant la «phase active de la construction» et d'éviter toute infiltration intermédiaire d'eau en cas d'inétanchéité. Sous cette acception, il faut entendre l'eau qui pénètre à travers la couche du système et qui s'accumule entre celle-ci et la paroi de béton dans toute la zone de la nappe phréatique. De tels dégâts sont très difficiles, sinon impossibles à localiser. L'auteur leur accorde une grande importance, car c'est généralement le maître de l'ouvrage qui est dupe en cas d'infiltration intermédiaire.

Si l'on considère ces faits, il est bien clair que des réflexions critiques s'imposent avant toute construction,

Tabelle I. Vor- und Nachteile der einzelnen Abdichtungen

1	2	3	4	5
System	Vorteile	Nachteile	Zu empfehlen für ein-fache Räume ¹	hoch-wertige Räume ²
1	Erstellung billig Sanierung billig Meistens wirksam Risikoarm	Undichtigkeiten möglich Feuchtigkeitstransport möglich a)	●	⊙
2	Erstellung billig Sanierung erschwert	Erhöhtes Risiko Undichtigkeiten möglich Hinterwanderung möglich Feuchtigkeitstransport möglich	●	⊙
5	-	Sanierung nicht möglich Risikoreich Teure Lösung Undichtigkeit während Bau-phase möglich Hinterwanderung	⊙	⊙
6	Erstellung billig Sanierung erschwert	Zu hohes Risiko Undichtigkeit wahrscheinlich	○	○
7 b)	Sanierung möglich Risikoarm	Nicht SIA-konform	●	●
8	Erstellung billig Sanierung einfach	Erhöhtes Risiko	●	⊙
9	Dichtigkeit kontrollierbar c) Grosse Dehnbarkeit	Teure Lösung Sanierung nicht möglich Verletzungsgefahr gross	⊙	⊙
10	Sanierung möglich Grosse Dehnbarkeit	Risikoreich	●	⊙

¹ Lager usw. oder niedriger Grundwasserstand (bis maximal 1 m)

² Büro, Computer usw. oder hoher Grundwasserstand (über 1 m)

- Empfehlenswert
- ⊙ Bedingt empfehlenswert
- Nicht zu empfehlen, zu hohes Risiko
- a) Umstrittene Aussage verschiedener Fachleute
- b) In diesem Bericht speziell vorgestellte Konstruktion
- c) Spezialkonstruktion der Sarna-Kunststoff AG

system. Normalerweise wird zwischen Grundwasserabdichtkonstruktionen bis 2,00 m Grundwasserhöhe und solchen von 2,00 m bis 10,00 m unterschieden. Bei mehr als 10,00 m Grundwasser sind besondere Vorkehrungen zu treffen, die hier nicht näher erläutert werden.

Entgegen diesen üblichen Empfehlungen ist es ratsam, die System-Konstruktionen wie folgt einzustufen:

Maximale Grundwasserhöhe

- auf der Höhe des untersten Bodens = Stufe 0
- bis 1,00 m über dem untersten Boden = Stufe 1
- über 1,00 m über dem untersten Boden = Stufe 2
- bei grösseren Höhen = Stufe 3

Für 10 m und mehr sind besondere Vorkehren zu treffen (Stufe 3).

Die Abdichtungsschicht ist, wenn immer möglich, grundsätzlich 2 m höher als der höchste Grundwasserspiegel zu führen. Von Stufe 1 an ist bei einstöckigen Untergeschossen die Abdichtungsschicht bis über Terrain zu führen. *Abschlüsse unmittelbar unter Terrain (beispielsweise 40 cm unter Terrain oder ähnliches) sind*

Tableau I. Avantages et inconvénients des diverses étanchéités

1	2	3	4	5
Système	Avantages	Inconvénients	A recommander simple ¹ / supérieur ²	
1	Construction peu coûteuse Assainissement peu coûteux Généralement efficace Faibles risques	Inétanchéités possibles Transport d'humidité possible a)	●	⊙
2	Construction peu coûteuse Assainissement difficile	Risque élevé Inétanchéités possibles Infiltration intermédiaire possible Transport d'humidité possible	●	⊙
5	-	Assainissement impossible Risques élevés Solution coûteuse Inétanchéité pendant la construction possible Infiltration intermédiaire d'eau	⊙	⊙
6	Construction peu coûteuse Assainissement difficile	Risques trop élevés Inétanchéité probable	○	○
7 b)	Assainissement possible Faibles risques	Non conforme aux normes SIA	●	●
8	Construction peu coûteuse Assainissement simple	Risques élevés	●	⊙
9	Étanchéité contrôlable c) Grande extensibilité	Solution coûteuse Assainissement impossible Danger d'endommagement élevé	⊙	⊙
10	Assainissement possible Grande extensibilité	Risques élevés	●	⊙

¹ Magasins, etc. ou niveau bas de la nappe phréatique (jusqu'à 1 m maximum)

² Bureaux, ordinateurs, etc. ou niveau élevé de la nappe phréatique (supérieur à 1 m)

- Recommandable
- ⊙ Recommandable sous réserve
- Pas recommandable, risques trop élevés
- a) Les avis de divers spécialistes divergent
- b) Construction spécialement présentée dans ce rapport
- c) Construction spéciale de la maison Sarna Kunststoff SA

pour ce qui touche les risques, les coûts et d'éventuelles possibilités d'assainissement. Le *tableau I*, qui récapitule de nombreux dommages, fournit des critères d'évaluation. Il est bien évident que la grandeur et la forme d'un ouvrage jouent en l'occurrence un rôle décisif. Les remarques s'appliquent à des bâtiments de taille moyenne et grande. Pour les maisons à une famille, etc., on améliorera d'un «palier» les remarques des colonnes 4 et 5. Exemple: pour les locaux devant satisfaire à de hautes exigences, l'étanchéité 9 sera considérée comme «recommandable» au lieu de «sous réserve»; les avantages et les inconvénients (colonnes 2 et 3) gardent cependant leur validité.

Les indications du tableau I permettent déjà de prévoir une étanchéité optimale d'un coût favorable pour une construction. Le niveau de la nappe phréatique de même que la pression de l'eau déterminent également le système de construction. Habituellement, on distingue pour les étanchéités les constructions qui plongent jusqu'à 2 m sous le niveau de la nappe phréatique et celles qui s'enfoncent entre 2,00 m et 10,00 m au-dessous de celle-ci. Descendre au-dessous de 10 m exige

zu vermeiden. Eine entsprechende Kontrolle ist dann nicht möglich, und allfällige Untersuchungen sind teuer.

3 Grundwasser-Konstruktionssysteme

Nebst den Abdichtungssystemen, bei denen es sich «nur» um die eigentliche Abdichtungsschicht handelt, kennt man verschiedene Konstruktionen, die unter anderem auch diese Abdichtungsschicht aufzunehmen haben. Diese Konstruktionen werden (Grundwasser-)Konstruktionssysteme (GKS) genannt. Vielfach wird in der Fachsprache für die Konstruktionen gegen Grundwasser das Wort «Grundwasserabdichtungssystem» gebraucht, was nicht ganz richtig ist, denn es bezieht sich, wie bereits erläutert, mehr auf die Abdichtungen als auf die gesamte Konstruktion. Die Konstruktionssysteme (Fig. 2) sind mit den verschiedenen Abdichtungssystemen (Fig. 1) kombinierbar (Tab. II).

Der Einfachheit halber werden von nun an die

- Abdichtungssysteme kurz *Abdichtungen* und die
- Konstruktionssysteme kurz *Systeme*

genannt.

Die Abdichtungen sind mit einer Zahl, die Systeme mit einem Buchstaben definiert.

Die in Tabelle II aufgeführten Systeme A...H sind nach dem «Aufwandsgrad» aufgelistet. System A ist als günstig, H als teuer und aufwendig einzustufen.

Die *Einstufung nach Aufwand* und nicht nach Konstruktionsart wurde bewusst vorgenommen und eignet sich deshalb besonders für den praktischen Gebrauch.

- A, B und H sind Systeme für starre Abdichtungen
- D, E und G sind Systeme für elastische Abdichtungen
- F ist ein System für starre und elastische Abdichtungen

Grundsätzlich kann nicht jede Abdichtung mit jeder Konstruktion verknüpft werden. Auch sind Applizierbarkeit, Kosten und Aufwand jeder Abdichtung/System-Verbindung unterschiedlich.

In *Tabelle II* werden diese Überlegungen verglichen. Demnach ist eine Kombination von D-System mit Abdichtung 2 (Kurzschreibweise D-2) nicht sinnvoll. Es ist auffallend, dass sehr wenige Kombinationen optimal und ideal sind. Bereits hier ist die Problematik der richtigen Wahl des optimalsten Systems mit der idealsten Abdichtung erkennbar. Es ist aber auch ersichtlich, weshalb so viele Grundwasserabdichtungen versagen.

Die Anwendung der verschiedenen Systeme ist, wie erwähnt, stark abhängig von der Gebäudeart, Gebäudenutzung und schliesslich den Räumen, die im Grundwasser stehen. Dabei kann beispielsweise bei einem Einfamilienhaus für «normale» Anwendung nicht System H vorgesehen werden; die aufwendige Konstruktion würde in keinem Verhältnis zum Nutzen stehen. Andererseits wäre das Risiko für ein Telefongebäude mit hochwertigen unterirdischen Räumen zu hoch, um im System A ausgeführt zu werden, obwohl es zum Teil bessere Ergebnisse bringt als ein hochwertiges System E!

des Präcautions spéciales, qui ne seront pas expliquées plus en détail ici. Contrairement à ces recommandations habituelles, il est à conseiller de classifier les constructions systématisées ainsi qu'il suit:

Niveau maximal de la nappe phréatique

- au niveau de la dalle de fond = échelon 0
- jusqu'à 1,00 m au-dessus de la dalle de fond = échelon 1
- plus de 1,00 m au-dessus de la dalle de fond = échelon 2
- pour des grandeurs supérieures = échelon 3

A 10 m et plus, il convient de prendre des précautions particulières (*échelon 3*).

Par principe, chaque fois que cela est possible, on prolongera la couche d'étanchéité à 2 m au-dessus du niveau le plus élevé de la nappe phréatique. A partir de l'échelon 1, la couche d'étanchéité sera amenée jusqu'au-dessus du terrain pour les sous-sols à un étage. On évitera à tout prix les fermetures de bords placées directement sous le terrain (par exemple à 40 cm au-dessous du niveau du sol ou des solutions comparables). Un contrôle subséquent est alors impossible et des examens éventuels sont coûteux.

Tabelle II. Vergleich Einsatzbarkeit, Kosten, Aufwand der Abdichtungen und Systeme

Tableau II. Comparaison entre la faisabilité, les coûts et la complexité des conceptions et des étanchéités

Konstruktions-systeme – Systèmes de construction	Art des Systems – Genre de système	Aufwand, Kosten – Complexité, coûts	Abdichtungen – Etanchéités								
			1	2	5	6	7	8	9	10	
A	s	Klein – Faibles	●	● ¹							
B	s	Klein bis mittel – Faibles à moyens	● ¹	○							
C	e	Klein bis mittel – Faibles à moyens	● ¹	–	●	○	●	●	●	●	●
D	e	Klein bis mittel – Faibles à moyens	● ¹	–	●	–	●	●	●	● ²	● ²
E	e	Mittel – Moyens	● ¹	–	●	–	●	● ²	●	● ²	● ²
F	s-e	Mittel bis hoch – Moyens à élevés	–	● ¹	●	–	●	● ²	●	● ²	● ²
G	e	Mittel bis hoch – Moyens à élevés	–	● ¹	●	–	●	● ²	●	● ²	● ²
H	s	Hoch – Elevés	●	● ¹							

¹ Als Zusatzabdichtung aussen angebracht – Etanchéité supplémentaire posée à l'extérieur

² Verhältnismässig wenig Erfahrung in Zusammenhang mit diesen Systemen – Relativement peu d'expérience avec cette conception

s = Starr – Rigide

s-e = Starr und elastisch – Rigide et souple

e = Elastisch – Souple

– Nicht sinnvoll, nicht empfehlenswert – Irrationnel, pas recommandé

○ Schlecht, problematisch – Mauvais, problématique

● Mittelmässig, mögliche Lösung – Moyen, solution possible

● Sehr gut, ideal – Très bon, idéal

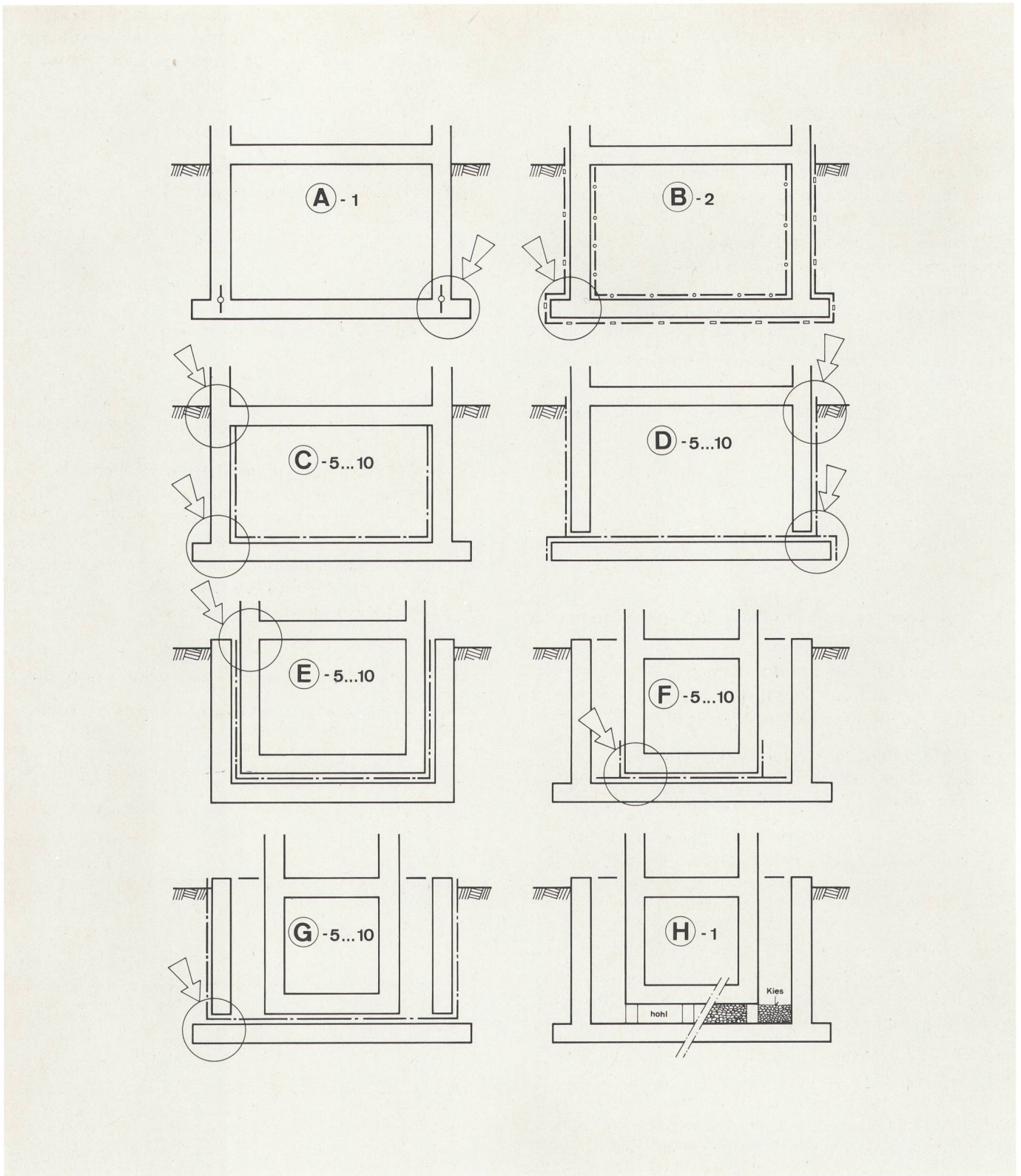


Fig. 2
Prinzipschema der Konstruktionssysteme — Schéma de principe des systèmes de construction

○ Kritische Stellen — Endroits critiques

Kies — Gravier
Hohl — Creux

Tabelle III kann die Wahl des richtigen und optimalen Systems nach Gebäudearten bedeutend erleichtern.

Die ähnliche *Tabelle IV*, nach Räumlichkeiten aufgelistet, kann Architekten und Ingenieuren ebenfalls wertvolle Hilfe erweisen.

Beide Tabellen lassen sich optimal einsetzen, da sie für unterschiedliche Grundwasserhöhen verschiedene Systeme empfehlen.

3 Système de construction pour nappes phréatiques

En plus des systèmes d'étanchéité consistant «seulement» en une couche d'étanchéité proprement dite, on distingue diverses constructions appelées notamment à supporter cette couche d'étanchéité. Ces constructions seront appelées systèmes de construction pour nappes phréatiques (GKS). Souvent, dans le jargon du métier,

Tabelle III. Nach Gebäuden
Tableau III. Selon les bâtiments

Aufwand, Kosten – Complexité, Coûts	Systeme – Systèmes								
	Günstig – Favorables			Mittel – Moyens			Hoch – Elevés		
Gebäude Bâtiments	A	B	C	D	E	F ¹	G ¹	H ¹	
Banken – Banques	□ ○ ■ ○ ■ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○+ ○ ○+ ○ ○+ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Verwaltungsgebäude – Bâtiments administratifs	□ ○ ■ ○ ■ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○+ ○ ○+ ○ ○+ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Bürogebäude – Bâtiments pour bureaux	□ ○ ■ ○ ■ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○+ ○ ○+ ○ ○+ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Telefongebäude (gross) – Bâti- ments des téléphones (grands)	□ ○ ■ ○ ■ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○+ ○ ○+ ○ ○+ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Telefonzentrale (klein) – Centraux téléphoniques (petits)	□ ● ■ ● ■ ●	○ ● ○ ● ○ ●	○+ ● ○+ ● ○+ ●	○ ● ○ ● ○ ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Post – Poste	□ ● ■ ● ■ ●	○ ● ○ ● ○ ●	○ ● ○ ● ○ ●	○ ● ○ ● ○ ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Gebäude mit «normalen» Keller- räumlichkeiten ohne besondere Anforderungen – Bâtiments avec caves «normales» sans exigences spéciales	□ ● ■ ● ■ ●	○ ● ○ ● ○ ●	○+ ● ○+ ● ○+ ●	○ ● ○ ● ○ ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●

¹ Bei engen Grenzverhältnissen, unmittelbaren Strassenanschlüssen am Gebäude, anderen Situationen, die ein System F, G oder H nicht zulassen, ist System E zu wählen – Si l'on a peu de marge de manœuvre, si des routes aboutissent directement aux bâtiments ou si d'autres situation n'admettent pas les systèmes F, G ou H, on choisira le système E

- Grundwasser bis maximal auf untersten Boden – Nappe phréatique atteignant au maximum la dalle de fond
- Grundwasser bis maximal 1,00 m über unterstem Boden – Nappe phréatique s'élevant à 1,00 m au maximum au-dessus de la dalle de fond
- Grundwasser über 1,00 m über unterstem Boden – Nappe phréatique s'élevant à plus de 1,00 m au-dessus de la dalle de fond
- Nicht zu empfehlen – Non recommandable
- + Bei verschiedenen Fabrikaten anwendbar, hohes Risiko – Utilisable pour divers produits fabriqués, risques élevés
- Bedingt empfehlenswert (Minimallösung) – Recommandable sous réserve (solution minimale)
- Zu empfehlen – Recommandable
- + Erhöhte Anforderungen – Exigences plus élevées

Beispiel:

Verwaltungsgebäude, Grundwasserhöhe höher als 1 m über Boden, Räume mit Telefonautomaten ausgerüstet.

Frage:

Welches System ist empfehlenswert?

Antwort:

	Hohes Risiko	Bedingt wert stellend)	Empfehlens- wert (gut)	Erhöht (sehr gut)
Aus Tabelle III	C	D	E, F	G
Aus Tabelle IV	—	D		G
Tabellen III + IV	—	D	E, F	G

Empfehlenswert: System E oder F

Minimallösung: System D

on parle de «sous-construction ou de précuvelage», ce qui n'est pas tout à fait exact, puisqu'il s'agit plutôt, comme nous l'avons expliqué, des étanchéités et non de l'ensemble de la construction. Les systèmes de construction (fig. 2) peuvent être combinés avec divers systèmes d'étanchéité (fig. 1, tab. II).

Pour plus de simplicité, nous avons appelé

- les systèmes d'étanchéité, en bref, *étanchéités*
- les systèmes de construction, en bref, *systèmes*

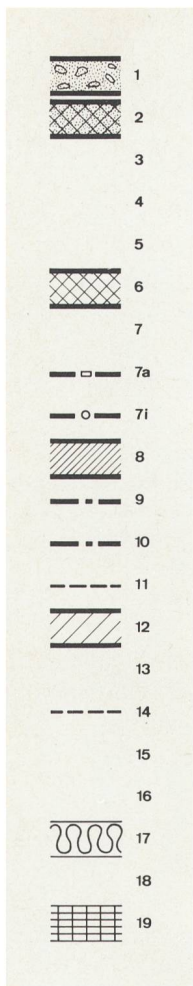
Les étanchéités sont symbolisées par un chiffre et les systèmes par une lettre.

Les systèmes A...H représentés au tableau II sont classés selon le «degré de complexité». Le système A est d'un coût favorable, cependant que le système H doit être considéré comme coûteux et complexe.

Le classement par degré de complexité a été entrepris sciemment, et non selon le genre de construction, car il convient particulièrement bien aux applications pratiques.

Tabelle IV. Nach Räumlichkeiten
Tableau IV. Selon les locaux

Aufwand, Kosten – Complexité, coûts	Systeme – Systèmes								
	Günstig – Favorables			Mittel – Moyens			Hoch – Elevés		
Gebäude Locaux	A	B	C	D	E	F	G	H	
Kellerräume – Caves	□ ● ■ ● ■ ●	○ ● ○ ● ○ ●	○+ ● ○+ ● ○+ ●	○ ● ○ ● ○ ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Telefonautomaten-, Computer- räume – Locaux pour équipements de téléphones automatiques ou pour ordinateurs	□ ○ ■ ○ ■ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Tresor – Trésors	□ ○ ■ ○ ■ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Archive, heikle Lager, Bibliotheken, Bastel-, Turnräume usw. – Archi- ves, stocks délicats, bibliothèques, locaux de bricolage, salles de gymnastique, etc.	□ ● ■ ● ■ ●	○ ● ○ ● ○ ●	○+ ● ○+ ● ○+ ●	○ ● ○ ● ○ ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Einstellhallen, Garagen – Halles de parcage, garages	□ ● ■ ● ■ ●	○ ● ○ ● ○ ●	○+ ● ○+ ● ○+ ●	○ ● ○ ● ○ ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Räume mit sehr hohen Anforderun- gen (keine Feuchtigkeit, sichere Konstruktion) – Locaux devant satis- faire à de très hautes exigences (aucune humidité, construction sûre)	□ ○ ■ ○ ■ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Räume mit mittleren Anforderun- gen (trocken bis feucht) – Locaux devant satisfaire à des exigences moyennes (secs à humides)	□ ● ■ ● ■ ●	○ ● ○ ● ○ ●	○+ ● ○+ ● ○+ ●	○ ● ○ ● ○ ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●
Räume mit geringen Anforderun- gen (eventuell feuchte Stellen) – Locaux devant satisfaire à des exigences modestes (éventuelle- ment zones humides)	□ ● ■ ● ■ ●	○ ● ○ ● ○ ●	○+ ● ○+ ● ○+ ●	○ ● ○ ● ○ ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	● ● ● ● ● ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●	●+ ● ●+ ● ●+ ●



- Fig. 3**
Erläuterungen zu den Detailzeichnungen —
Explications concernant les croquis de détail
- 1 Magerbeton — Béton maigre
 - 2 Dichtbeton armiert — Béton compact armé
 - 3 Fugenband aussen befestigt — Joint fixé à l'extérieur
 - 4 Fugenband in der Mitte — Joint au milieu
 - 5 Injektionsrohre (Spezialsystem) — Tubes d'injection (système spécial)
 - 6 Beton armiert — Béton armé
 - 7 Dünnenschichtputz für drückendes Wasser — Enduit mince contre l'eau d'infiltration
 - 7a Aussenapplizierung — Application extérieure
 - 7i Innenapplizierung — Application intérieure
 - 8 Zementüberzug 2 cm — Chape de ciment 2 cm
 - 9 Abdichtungsbahn — Lé d'étanchéité
 - 10 Abdichtungsanstrich — Vernis d'étanchéité
 - 11 Trennlage zweimal PE-Folie — Couche de séparation, 2 feuilles de polyéthylène
 - 12 Schutzschicht (Zementüberzug etwa 2 bis 4 cm) — Couche de protection (chape de ciment environ 2 à 4 cm)
 - 13 Vormauerung oder Schutzplatten — Mur ou plaque de protection
 - 14 Trennlage, Vlies 600 g/m² — Natte filtrante, 600 g/m²
 - 15 Dreieckleiste aus Polyurethan — Couver-joint triangulaire en polyuréthane
 - 16 Dreieckleiste aus Polymerbitumen — Couver-joint triangulaire en bitume à base de polymères
 - 17 Dreischichtenplatte 75 mm stark (zum Beispiel Schichtex usw.) — Plaque à trois couches de 75 mm d'épaisseur (par exemple Schichtex, etc.)
 - 18 Abschlussleiste — Liste de fermeture
 - 19 Zementschrittplatte — Dalle de béton

4 Konstruktionssysteme im Detail

4.1 Allgemeines

In diesem Kapitel werden die einzelnen Konstruktionssysteme in Verbindung mit den Abdichtungsarten im Detail vorgestellt. Die verschiedenen Materialien sind einheitlich numeriert (Fig. 3), so dass in den Zeichnungen lediglich die Nummern angegeben werden. Die Zeichnungen sind ebenfalls einheitlich mit Schraffierung versehen, deren Bedeutung auch aus Figur 3 hervorgeht.

Die Detailkonstruktionen von Dilatationsfugen, Abschlüssen, Übergängen, Durchstossungen von Leitungen usw. werden hier nicht behandelt.

Bei den elastischen Abdichtungen ist unter anderem die Rede von *Bitumen-* und *Polymerbitumenbahnen*. Dazu kurz einige Erläuterungen:

Bitumenbahnen:

- Bis 1,00 m Höhe 2 × J2
- Mehr als 1 m Höhe 3 × J2

vereinzelt wird auch J3 eingesetzt; andere Bahnen (V60 usw.) sind nicht üblich.

Polymerbitumenbahnen (PBB):

a) *1lagig* anzustrebende Dicke 5 mm. Die üblichsten Bahnen, von denen einige jedoch die anzustrebende Dicke nicht aufweisen, sind unter anderem

- Vaprolen BK-PR-50 Stärke 5,0 mm
- Bikuponte Stärke 5,0 mm
- Bikutop 900 Stärke 4,6 mm
- Sopralen EP 5.0 Stärke 4,0 mm

- A, B et H sont des systèmes pour des étanchéités réalisées au moyen de matériaux rigides
- D, E et G sont des systèmes pour des étanchéités réalisées au moyen de matériaux souples
- F est un système pour des étanchéités réalisées avec des matériaux rigides et souples

En principe, on ne peut pas combiner chaque étanchéité à chaque construction. De même, l'applicabilité, les coûts et la complexité de chaque association étanchéité/système sont différents.

Ces considérations sont comparées au *tableau II*. On s'aperçoit qu'une combinaison du système D et de l'étanchéité 2 (en abrégé D-2) est peu rationnelle. Il est manifeste que très peu de combinaisons se révèlent optimales et idéales. On constate, à ce stade déjà, à quel point il est difficile de choisir la combinaison judicieuse entre le système optimal et l'étanchéité idéale. En outre, il apparaît clairement pourquoi de si nombreuses étanchéités n'atteignent pas le but visé. Comme nous l'avons dit plus haut, l'application des divers systèmes dépend fortement du genre de la construction, de l'usage prévu et, enfin, des locaux situés au-dessous de la nappe phréatique. C'est pourquoi on ne peut pas, par exemple, prévoir le système H pour des applications «normales» dans le cas d'une maison à une famille; il y aurait en effet une disproportion entre la construction complexe et son utilité. En revanche, il serait trop dangereux de réaliser selon le système A un bâtiment des télécommunications, dont les locaux souterrains doivent satisfaire à de hautes exigences, bien que les résultats soient en partie supérieurs à ceux du système E, pourtant de haute qualité!

Le *tableau III* facilitera beaucoup le choix d'un système correct et optimal selon le genre de construction.

Le *tableau IV*, qui lui ressemble et qui est subdivisé selon les locaux, pourra également rendre de précieux services aux architectes et aux ingénieurs.

Divers systèmes étant recommandés pour des niveaux de nappe phréatique différents, l'emploi des deux tableaux pourra être optimalement combiné.

Exemple:

Bâtiments administratifs, nappe phréatique s'élevant à plus d'un mètre au-dessus de la dalle de fond, locaux abritant des équipements automatiques pour le téléphone.

Question:

Quel est le système recommandable?

Réponse:

	Risque élevé	Recommandé sous réserve (satisfaisant)	Recommandable (bon)	Protection élevée (très bon)
cf. tableau III	C	D	E, F	G
cf. tableau IV	—	D	E, F	G
cf. tableaux III + IV	—	D	E, F	G

Recommandable: Système E ou F

Solution minimale: Système D

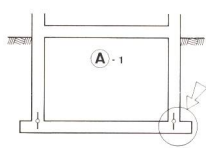
b) 2lagig anzustrebende Dicke 6 mm. Die üblichsten Systeme und deren Stärken sind unter anderem

- Bikutop 700 (3,0 mm) und Bikuplan V (2,5 mm)
- Sopralen EP 3,8 (3,0 mm) und Sopralen EV 3,2 (3,0 mm)
- Vaprolen PR35 (3,2 mm) und Vaprolen JM35 (3,2 mm)

Entgegen den allgemeinen Empfehlungen — und hier unterscheiden sich die in diesem Artikel vorgestellten elastischen Systeme wesentlich von den «altbewährten» — sollte *im Prinzip* die Abdichtung zu den üblichen Materialien, wie Zementüberzug usw., *immer* durch eine Gleitschicht getrennt sein. Als Gleitschicht sind beispielsweise PE-Folien (Bauplastik), PVC-Folien und Vliese aller Art zu verstehen.

411 Konstruktionssystem A

(Nur A-1, mit Dichtbeton möglich, Fig. 4)



Keine «Wanne» notwendig. Der Abdichtungszusatz wird im plastischen Beton eingemischt. Die einschlägigen Vorschriften der Lieferanten sind genauestens zu befolgen. Aussparungen sind nachträglich speziell zu dichten. Vor dem Hinterfüllen sollte die Grube mit Wasser gefüllt werden (Achtung: nicht zu früh, wegen Aufschwimmens des Gebäudes), um Undichtigkeiten in den Wänden rechtzeitig festzustellen. Abgedichtet wird meist mit gezielten Injektionen.

Aussparungen sind nachträglich speziell zu dichten. Vor dem Hinterfüllen sollte die Grube mit Wasser gefüllt werden (Achtung: nicht zu früh, wegen Aufschwimmens des Gebäudes), um Undichtigkeiten in den Wänden rechtzeitig festzustellen. Abgedichtet wird meist mit gezielten Injektionen.

Vorteil dieses Systems: Kein Hinterwandern des Wassers. Wo Feuchtigkeit festgestellt wird, befindet sich gleichzeitig auch die Leckstelle. Mit Feuchtigkeitflecken ist jedoch zu rechnen. Eine Zusatzsicherung bei den Arbeitsfugen oder beim Übergang Boden/Wände bilden verschiedene Fugenbänder sowie ein neuartiges Röhrensystem mit beweglichen durchlässigen Kunststoffröhren zum Injizieren.

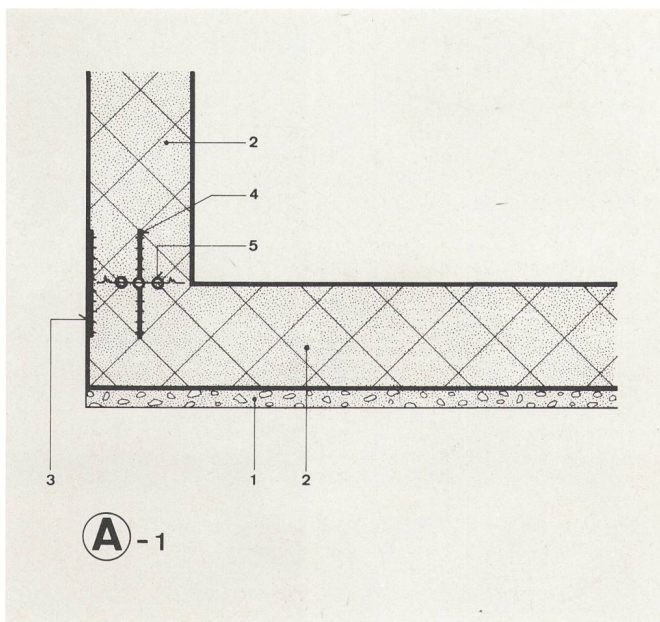


Fig. 4
System A-1 (Dichtbeton) — Système A-1 (béton compact)
Erläuterungen siehe Figur 3 — Explications, voir figure 3

4 Systèmes de construction en détail

41 Généralités

Dans ce chapitre, les divers systèmes de construction sont présentés de manière détaillée, en relation avec les genres d'étanchéité. Les divers matériaux sont numérotés de manière uniforme (fig. 3), de sorte que seuls les numéros figurent sur les dessins. Les zones hachurées qui figurent également sur tous les dessins ont une signification qui ressort de la figure 3.

Les détails de construction concernant les joints de dilatation, les fermetures des bords, les raccords, les traversées de conduites, etc., ne sont pas traités ici.

Pour ce qui concerne les étanchéités souples, on parle notamment de lés à base de bitume et de lés à base de bitume avec adjonction d'élastomères. Voici quelques explications à ce sujet:

Lés à base de bitume:

- | | |
|---------------------------|--------|
| jusqu'à 1,00 m de hauteur | 2 × J2 |
| plus de 1,00 m de hauteur | 3 × J2 |

On applique aussi isolément J3; d'autres lés (V 60, etc.) ne sont pas usuels.

Lés à base de bitume avec adjonction d'élastomères (PBB):

- a) *une couche*, épaisseur souhaitable 5 mm. Les lés les plus usuels, dont certains ne possèdent cependant pas l'épaisseur souhaitable, sont énumérés ci-après

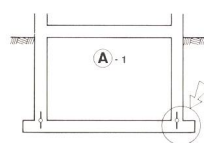
– Vaprolen BK-PR-50	épaisseur 5,0 mm
– Bikuponte	épaisseur 5,0 mm
– Bikutop 900	épaisseur 4,6 mm
– Sopralen EP 5.0	épaisseur 4,0 mm
- b) *deux couches*, épaisseur souhaitable 6 mm. Les systèmes les plus usuels et leur épaisseur sont les suivants

– Bikutop 700 (3,0 mm) et Bikuplan V (2,5 mm)
– Sopralen EP 3,8 (3,0 mm) et Sopralen EV 3,2 (3,0 mm)
– Vaprolen BK/PR35 (3,2 mm) et Vaprolen BM/JM35 (3,2 mm)

Contrairement aux recommandations générales — et c'est ici que les systèmes souples présentés dans cet article s'écartent sensiblement des méthodes «traditionnelles» — *on devrait* en principe toujours séparer par une couche glissante les étanchéités des autres matériaux, tels que les enduits de ciment, etc. Par couche glissante, on entend, par exemple, les feuilles de polyéthylène (PE, bâches de plastique préconfectionnées), les feuilles de PVC et les nattes filtrantes de tout genre.

411 Système de construction A

(Seulement A-1, réalisable avec du béton compact, fig. 4)



Pas de «cuvelage» nécessaire. Les adjuvants d'étanchéité sont mélangés au béton plastique. Il y a lieu d'observer scrupuleusement les prescriptions des fournisseurs.

Tout particulièrement les joints doivent être rendus étanches après coup. Avant de combler la fouille, il conviendrait de la remplir d'eau (attention: pas trop tôt, pour éviter le «flottement» du bâtiment), précaution qui

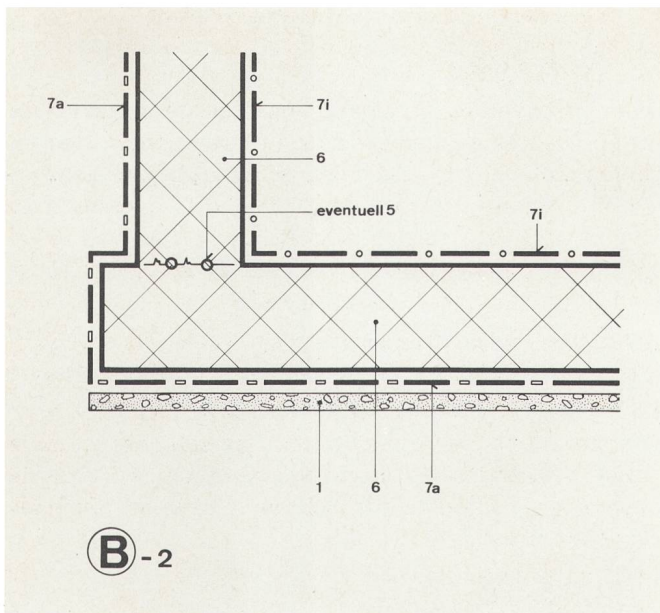
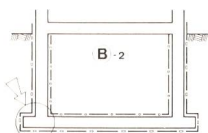


Fig. 5
System B-2 – Système B-2
 i Innenapplizierung – Application intérieure
 a Aussenapplizierung – Application extérieure
 7a Anwendung meist bei Grundwasserhöhen über 1,00 m über Boden – Utilisation la plupart du temps pour des hauteurs de la nappe phréatique supérieures à 1,00 m au-dessus de la dalle de fond
 7i Anwendung meist bei Grundwasserhöhen bis 1,00 m über Boden oder tiefer – Utilisation la plupart du temps pour des hauteurs de la nappe phréatique égales ou inférieures à 1,00 m au-dessus de la dalle de fond
 Die B-Konstruktion kann auch mit Dichtbeton kombiniert werden – La construction B peut également être combinée avec du béton compact
 Eventuell – Eventuel
 Weitere Erläuterungen siehe Figur 3 – Autres explications, voir figure 3

412 Konstruktionssystem B

(Nur B-2, allfällig in Verbindung mit 1, Fig. 5)



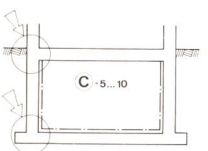
B-2a (Dünnschichtputz aussen), auch Schlemmputz genannt. Da der Verputz nur auf einer rauhen und griffigen sowie nicht öligen Oberfläche haftet und zudem besondere Kenntnisse beim Applizieren verlangt, ist das System für Grossbauten weniger üblich, obwohl eine Sanierung allfällig feuchter Stellen einfach und billig wäre.

B-2i (Dünnschichtputz innen). Diese Variante wird vielfach bei Sanierungen angewendet. Die Erfolgsaussichten sind recht gut. Der Untergrund muss rau und griffig sein. Die Bedingungen der Lieferfirmen sind genau einzuhalten.

Wie beim System A besteht auch hier die Möglichkeit, die Dichtigkeit bei den Arbeitsfugen mit Fugenbändern oder Injektionsröhren zu erhöhen.

413 Konstruktionssystem C

(möglich mit C-5, 7, 8, 9 und 10, allfällig in Verbindung mit 1, Fig. 6 und 7)



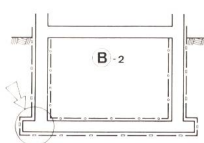
Diese Abdichtungsart, nämlich *innen* eine elastische Schicht, wird vielfach für Sanierungen angewendet. Für einen niedrigen Grundwasserspiegel ist dieses System wir-

permet de déceler à temps les inétanchéités dans les parois. En général, on réalise alors l'étanchéité au moyen d'injections systématiques.

Avantage de ce système: pas de pénétration intermédiaire d'eau. Les zones d'humidité constatées coïncident en effet avec une fuite. Il faut toutefois s'attendre à des taches d'humidité. Une mesure de sécurité supplémentaire, dans le cas de joints de travail, ainsi que dans celui du passage du radier au mur, est réalisée à l'aide de divers lés spéciaux pour joints, ainsi qu'au moyen d'un nouveau système de conduites constitué par des tubes en matière synthétique mobiles et perméables permettant les opérations d'injection.

412 Système de construction B

(Seulement B-2, le cas échéant combiné avec 1, fig. 5)



B-2a (enduit extérieur en couche mince), appelé aussi enduit au limon. Etant donné que l'enduit n'adhère que sur des surfaces rugueuses, présentant de petites as-

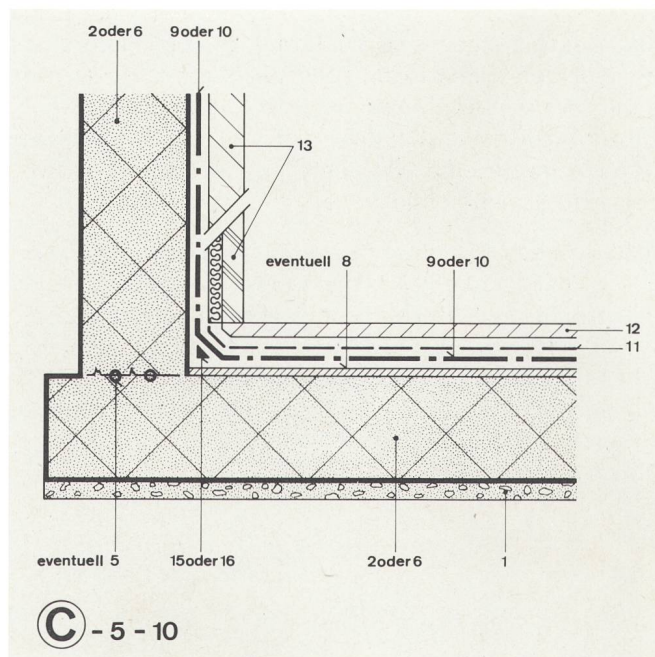


Fig. 6
System C-5, 7, 8, 10. Beton oder Dichtbeton mit Bitumenbahn 2- oder 3lagig oder Polymerbitumenbahn 1- oder 2lagig oder Polymerbitumenemulsion (flüssig) oder Kunststoff (flüssig) – Système C-5, 7, 8, 10. Béton ou béton compact avec lè de bitume à deux ou trois couches ou lè de bitume à base de polymères à une ou deux couches ou émulsion de bitume à base de polymères (liquide) ou matière plastique (liquide)
Bei System 5 – Pour le système 5
 2- oder 3lagige J2 oder J3, mit Heissbitumen an der Wand und am Boden verklebt – Protection J2 ou J3 à une ou deux couches avec bitume chaud, collée à la paroi et au sol
Bei System 7 – Pour le système 7
 – 1lagig, minimal 5 mm stark, auf mit Primer vorbereiteter Unterlage an der Wand und am Boden aufgeschweisst – A une couche, épaisseur minimale 5 mm, sur support préparé avec enduit préliminaire, soudé à la paroi et au sol
 – 2lagig, gleich wie System 5 oder zweimal eine 5-mm-Bahn, alles geschweisst – A deux couches, comme pour le système 5, ou deux lès de 5 mm, le tout entièrement soudé
Bei den Systemen 8 und 10 – Pour les systèmes 8 et 10
 Mehrfacher Anstrich nach Angabe des Herstellers – Enduit à plusieurs couches, selon les indications du fabricant
 Eventuell – Eventuel
 Weitere Erläuterungen siehe Figur 3 – Autres explications, voir figure 3

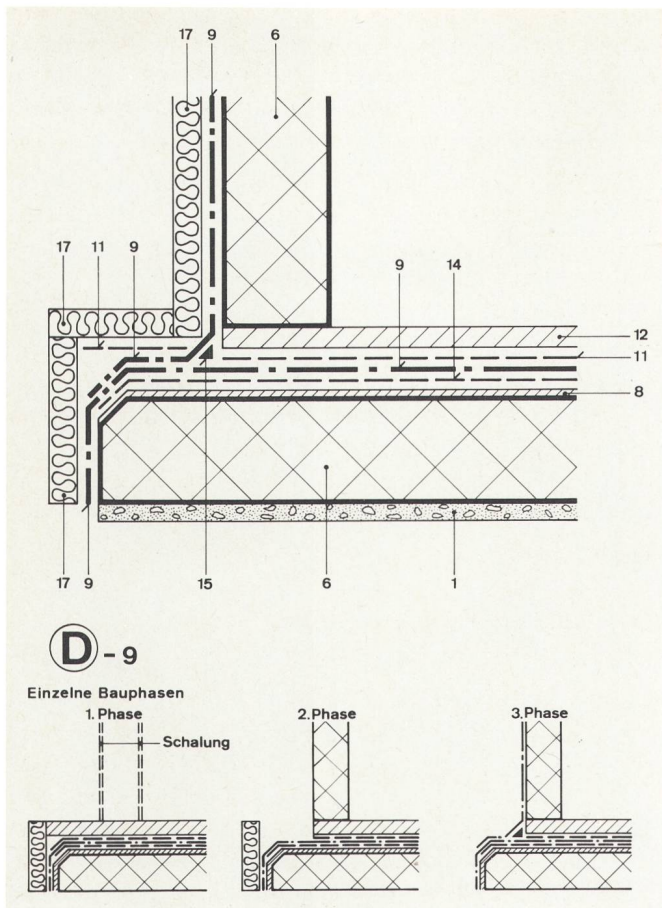
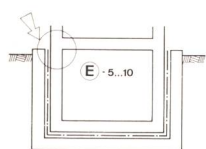


Fig. 9
System D-9 — System D-9
 Einzelne Bauphasen — Diverses phases de construction
 Schalung — Coffrage
 Weitere Erläuterungen siehe Figur 3 — Autres explications, voir figure 3

diese stark schwächt. Danach werden die übrigen Phasen, 2 und 3, ausgeführt.

415 Konstruktionssystem E
 (möglich mit E-5, 7, 8, 9 und 10,
 allfällig in Verbindung mit 1, Fig. 10 und 11)



Das System mit einer sogenannten «Wanne» ist wohl die für grössere Bauten klassische Ausführung, bei der die Untergeschosse später unbedingt trocken bleiben müssen. Es

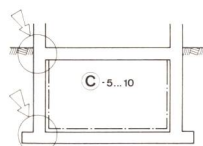
ist für die Tradition der Schweizer bezeichnend, dass, trotz zahlreicher Misserfolge an öffentlichen Gebäuden sowie an Verwaltungsgebäuden und Banken, immer wieder das System E mit 2- oder 3lagiger Bitumenbahn (Abdichtung 5, Fig. 10) und ohne Trennlagen geplant und ausgeführt wird. Leider gibt (fast) kein Bauingenieur und Architekt gerne zu, dass sich die von ihm empfohlene Konstruktion nicht geeignet hat. Die Ursachen werden allerdings meist bei der Ausführung gesucht.

Im folgenden wird, wie in den vorhergehenden Systemen, eine Konstruktion vorgeschlagen, die die Nachteile der herkömmlichen Lösung weitgehend eliminiert.

Grundsätzlich sind bei diesem System folgende Probleme zu lösen:

- maximaler Schutz der Bodenabdichtung vor mechanischen und statischen Beanspruchungen

413 System de construction C
 (Possible avec C-5, 7, 8, 9 et 10,
 éventuellement combiné avec 1, fig. 6 et 7)

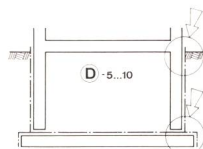


Ce mode d'étanchéité, à savoir l'application *intérieure* d'une couche élastique, est souvent utilisé pour les assainissements. Lorsque le niveau de la nappe phréatique est bas, ce système se révèle efficace. En revanche, lorsque la pression de l'eau d'accumulation est forte, les risques de déconvenues sont élevés.

Avec ce système, il n'est pas nécessaire de prévoir une protection particulière durant la phase de construction (à l'opposé du système D). Un autre avantage réside dans le fait qu'il ne faut pas s'attendre à de l'humidité de construction au sous-sol.

Le système C peut être réalisé conjointement avec du béton compact (étanchéité 1), ce qui augmente la sécurité (fig. 7).

414 System de construction D
 (Possible avec D-5, 7, 8, 9 et 10, fig. 8 et 9)



Le système d'étanchéité extérieur «classique», sans cuvelage, est la méthode la plus courante, bien qu'il y ait un risque de mise en danger mécanique élevé de l'étanchéité pendant la construction, particulièrement pour le système D.

La première phase devrait être réalisée avec un soin particulier dans la zone des bords, étant donné que l'application fructueuse de ce système dépend fortement des précautions prises dans cette région.

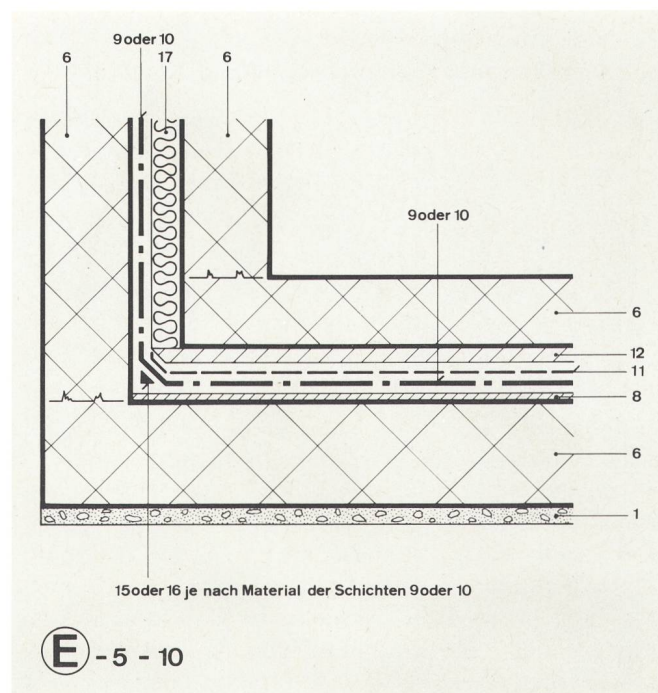


Fig. 10
System E-5, 7, 8, 10 — Systeme E-5, 7, 8, 10
 15 oder 16, je Material der Schichten 9 oder 10 — 15 ou 16, selon le matériau des couches 9 ou 10
 Weitere Erläuterungen siehe Figur 3 — Autres explications, voir figure 3

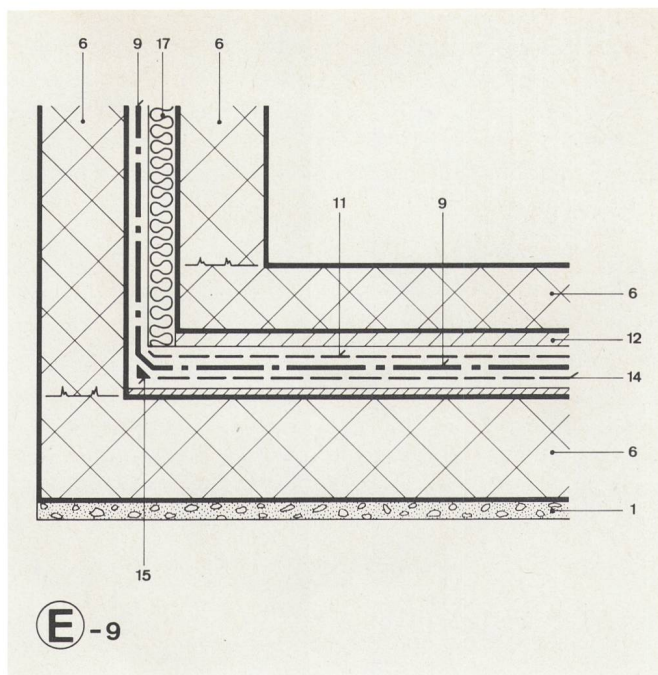


Fig. 11
System E-9 — Système E-9
Erläuterungen siehe Figur 3 — Explications, voir figure 3

- Wandabdichtung so schützen, dass keine mechanischen Verletzungen (etwa durch Nägel usw.) möglich sind und die Schutzschicht selbst keine Spannungen auf die Abdichtung überträgt
- es soll keine Hinterwanderung des Wassers mehr möglich sein

Mit der herkömmlichen Konstruktion sind einige dieser Probleme nicht gelöst.

Achtung: Bei Arbeitsunterbrüchen an der Wand ist das Hinterlaufen von Wasser zwischen Abdichtung und Schutzplatte unbedingt zu vermeiden. Dies kann man durch die Anwendung eines Z-Streifens aus Bitumen- bzw. Kunststoffbahn erreichen (Fig. 12).

416 Konstruktionssysteme F, G und H

Diese Systeme gehören zu den «narrensicheren» Konstruktionen. Der etwa 80 cm breite Graben um das Gebäude sammelt und entspannt allfällig einsickerndes Wasser; beim System H ist sogar der Boden hohl, der auch mit einer Sickerschicht, zum Beispiel Kies, aufgefüllt werden kann. Diese Methoden sind jedoch teuer und nur dann ausführungsberechtigt, wenn sich «hochwertige» Räume im Untergeschoss befinden, wie für Telefonzentralen, Computer, Tresors usw. In Städten und bei knappen Platzverhältnissen kann unter Umständen trotz Notwendigkeit ein ähnliches System nicht verwirklicht werden. In einem solchen Fall ist auf die nächstbessere Konstruktion auszuweichen.

Eine Wanne, bei der die Aussenwände des Gebäudes durch einen Graben vom übrigen Gebäude getrennt sind, kann als

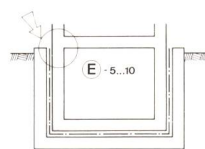
- problemlos
- risikolos
- sicher (auch während der Bauphase)

bezeichnet werden.

Le système D présente un certain nombre d'inconvénients non négligeables. Il faut citer en premier lieu la réalisation séparée de l'étanchéité, nécessaire en raison du déroulement de la construction. En effet, il faut réaliser tout d'abord la construction au niveau du sol (1^{re} phase). La surface horizontale, sur laquelle l'étanchéité de la paroi sera plus tard collée, doit être protégée au maximum par une couche de séparation et une dalle mince, contrairement aux recommandations actuelles disant que la chape ou l'enduit de ciment doivent être posés directement sur l'étanchéité (ce qui est totalement faux). En durcissant, la chape de ciment «soutire» en effet les substances huileuses du bitume, si bien que l'étanchéité devient cassante et qu'on ne peut plus la coller. En plus de cela, il est nécessaire de «réactiver» la surface des lés à base de bitume, ce qui les affaiblit considérablement. On exécute ensuite les phases habituelles 2 et 3.

415 Système de construction E

(Possible avec E-5, 7, 8, 9 et 10, éventuellement combiné avec 1, fig. 10 et 11)



Le système appelé «cuvelage» est sans doute l'exécution classique pour les grands bâtiments, dans lesquels il importe que les sous-sols demeurent ultérieurement secs à tout prix. Il est typique pour l'esprit traditionaliste suisse que l'on prévoit et réalise régulièrement le système E avec deux ou trois couches de lés à base de bitume (étanchéité 5, fig. 10), sans couches de séparation, pour les bâtiments officiels et les bâtiments administratifs et les banques, cela malgré une cote d'insuccès élevée. Malheureusement, (presque) aucun ingénieur du bâtiment ou architecte n'avoue volontiers que le mode de construction qu'il a préconisé était inapproprié. En ce cas, et en règle générale, les causes de l'insuccès sont recherchées au niveau de la réalisation.

Dans ce qui suit, on propose, comme pour les systèmes précédents, une construction éliminant largement les inconvénients de la solution traditionnelle. En principe, ce système exige que les problèmes suivants soient résolus:

- protection maximale de l'étanchéité de la dalle de fond à l'égard de contraintes mécaniques et statiques

En principe, ce système exige que les problèmes suivants soient résolus:

- protection maximale de l'étanchéité de la dalle de fond à l'égard de contraintes mécaniques et statiques

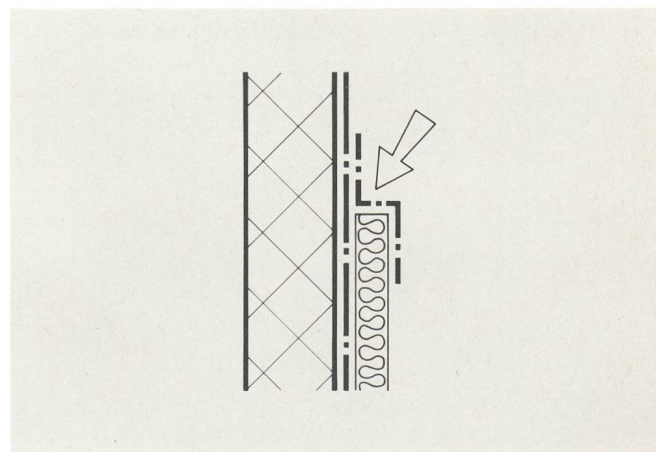


Fig. 12
Detail zum System D — Détail du système D

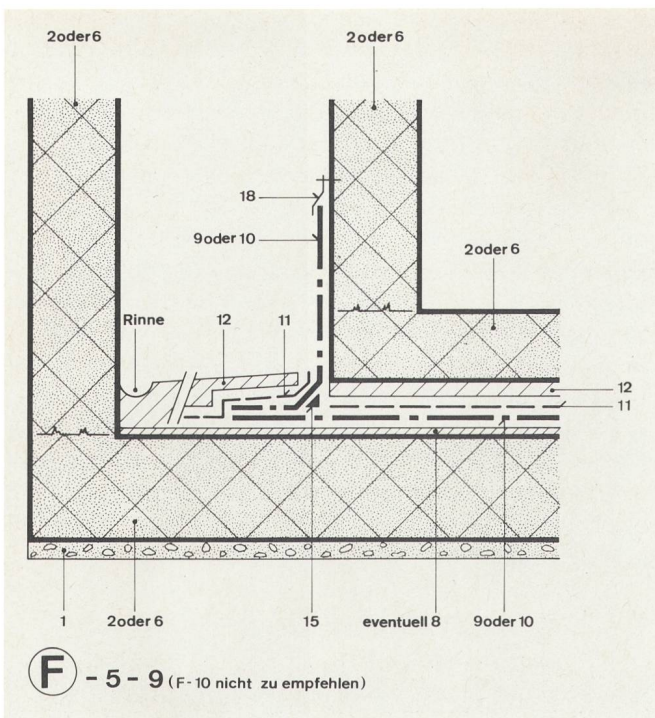
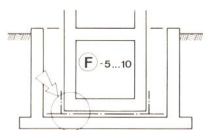


Fig. 13
System F-5, 7, 8, 9 (F-10 ist nicht zu empfehlen) — Système F-5, 7, 8, 9
(F-10 n'est pas à recommander)
Eventuell — Eventuel
Rinne — Canal
Weitere Erläuterungen siehe Figur 3 — Autres explications, voir figure 3

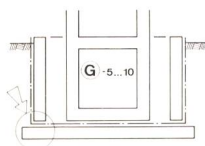
Bei den Systemen F und H ist jedoch empfehlenswert, den Beton der Wanne wasserdicht auszuführen (Abdichtung 1). Diese Massnahme ist billig und steht in keinem Verhältnis zum übrigen Aufwand.

417 Konstruktionssystem F (Fig. 13)



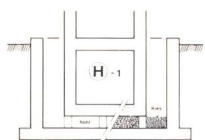
Das System F sieht im Bodenbereich eine elastische, im Wandbereich eine starre Abdichtung vor. Das allfällig durch die Wannenkanten eindringende Wasser wird im Graben (Kontrollgang) aufgefangen und in die Kanalisation (Pumpenschacht) geführt.

418 Konstruktionssystem G (Fig. 14 und 15)



Das G-System ist dem System F ähnlich, mit Ausnahme der Wandabdichtung. Hier wird ebenfalls die Wannenkante elastisch abgedichtet.

419 Konstruktionssystem H (nur mit H-1 möglich)



Wie bei den Systemen F und G sind auch bei H die Wände durch einen Gang getrennt, wobei der Boden vom Wannenkanten abgehoben ist (Hohlboden). Der Raum dazwischen kann hohl bleiben oder mit Grobkies ausgefüllt werden. Die Entwässerung dieses Hohlraumes ist sicherzustellen. Da dieses System mit der Abdichtung 1

- étanchéité des parois protégée de manière que des endommagements mécaniques soient impossibles (par exemple par des clous, etc.) et que la couche de protection elle-même ne transfère aucune tension sur l'étanchéité
- une accumulation intermédiaire d'eau doit être rendue impossible

Un certain nombre de ces problèmes ne peuvent pas trouver de solution par le mode de construction traditionnel.

Attention: Lors d'interruptions des travaux à la paroi, il y a lieu d'éviter à tout prix l'accumulation intermédiaire d'eau entre l'étanchéité et la dalle de protection. On peut y parvenir en utilisant un ruban Z confectionné avec un lé à base de bitume ou à base d'élastomères (fig. 12).

416 Systeme de construction F, G et H

Ces systèmes font partie des constructions dites «tout risque exclu». La fouille d'environ 80 cm de large autour du bâtiment recueille et décomprime d'éventuelles infiltrations d'eau; dans le système H, la dalle de fond est même creuse et peut accueillir une couche de drainage, par exemple du gravier. Toutefois, ces méthodes sont coûteuses et ne sont justifiées que si les locaux du sous-sol doivent répondre à de «hautes exigences», comme cela est le cas pour les centraux téléphoniques, les ordinateurs, les chambres fortes, etc. En ville, compte tenu de la place restreinte disponible, un tel système ne peut parfois pas être réalisé, bien qu'il réponde à une nécessité. Dans un tel cas, il y a lieu de remplacer cette solution par une construction qui s'en rapproche le plus. Un cuvelage, dans lequel les parois extérieures du bâtiment sont séparées du reste de la construction par une fouille peut être considéré comme

- exempt de difficultés
- exempt de risques

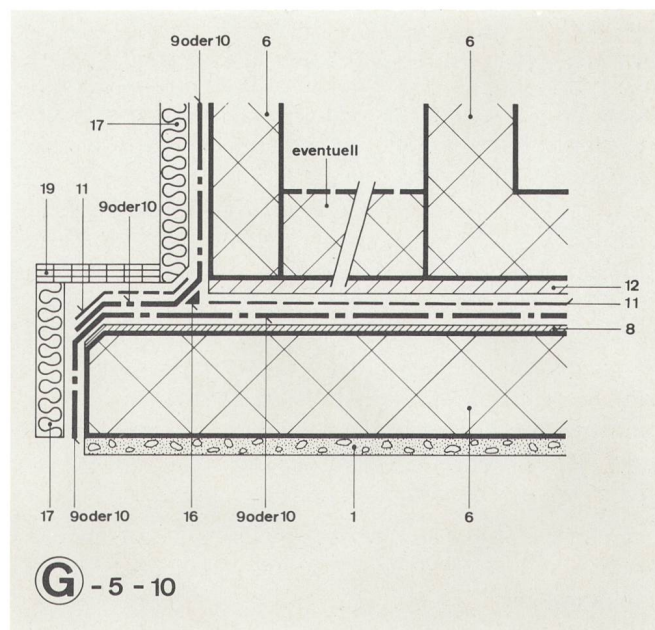


Fig. 14
System G-5, 7, 8, 10 — Système G-5, 7, 8, 10
Eventuell — Eventuel
Weitere Erläuterungen siehe Figur 3 — Autres explications, voir figure 3

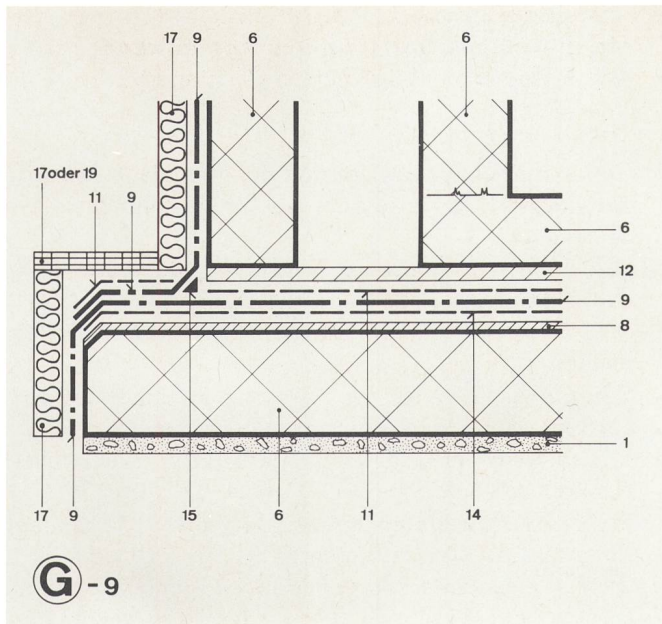


Fig. 15
System G-9 — Système G-9
Erläuterungen siehe Figur 3 — Explications voir figure 3

ausgeführt wird, braucht es also keine eigentliche elastische Abdichtung (Sicherheit!). Dass diese Methode noch sicherer ist als die F- und G-Systeme, sei nur am Rande vermerkt.

42 Leitfaden für die Wahl der Konstruktionssysteme

Die richtige Systemwahl für die Konstruktion und die Abdichtung ist angesichts der vielen Möglichkeiten nicht immer leicht, um so mehr, als man damit nicht häufig konfrontiert wird.

Mit den Figuren 2...6 und den Tabellen I...IV wird eine Starthilfe angeboten, die jedoch nicht stur gehandhabt werden sollte. Vielmehr sollten auch der Lage des Gebäudes, dem höchsten Grundwasserspiegel, der Struktur des Gebäudebodens usw. Rechnung getragen sowie das optimale Abdichtungs- und Konstruktionssystem gewählt werden.

Architekten sollten sich nicht durch neuartige Systeme oder solche, die auf «langjähriger Erfahrung» beruhen, verleiten lassen und bedenken, dass jeder Hersteller das verkaufen möchte, was er anzubieten hat. Dies ist aber nicht unbedingt das Idealste. Leider wird dies vielfach höher bewertet als die Interessen des Bauherrn.

5 Vorgehen bei der Wahl einer Grundwasserkonstruktion (Konstruktions- und Abdichtungssystem)

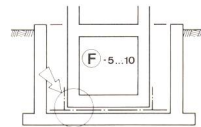
Zu empfehlen ist folgendes Vorgehen:

1. Abklären, ob das Gebäude im Grundwasser steht und sich den höchsten Grundwasserspiegel angeben lassen.
2. Abstand vom höchsten Grundwasserspiegel bis zum untersten Boden berechnen.
3. Anhand Tabelle IV die möglichen Systeme herauslesen.

– parfaitement sûr (même durant la phase de construction).

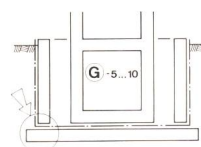
Pour les systèmes F et H, il est toutefois recommandable d'utiliser du béton étanche pour la réalisation du cuvelage (étanchéité 1). Le coût de cette mesure bon marché est sans aucun rapport avec celui des autres moyens à mettre en œuvre.

417 Système de construction F (fig. 13)



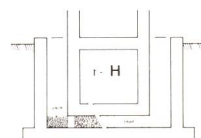
Au niveau du sol, le système F prévoit une étanchéité souple et une étanchéité rigide dans la région des parois. L'eau qui pourrait éventuellement pénétrer à travers les parois du cuvelage est recueillie dans la fouille (galerie de contrôle) puis évacuée dans la canalisation (puisard de pompe).

418 Système de construction G (fig. 14 et 15)



Le système G ressemble au système F, sauf en ce qui concerne l'étanchéité des parois. Dans ce cas, celles-ci sont également rendues étanches avec un matériau souple (fig. 14 et 15).

419 Système de construction H (Seulement possible avec H-1)



Comme les systèmes F et G, le système H consiste en parois séparées par une galerie, la dalle de fond étant distante de la dalle du cuvelage (vide). Cet espace peut rester vide ou être comblé avec du gros gravier. *Il importe que le drainage de ce vide soit assuré.* Etant donné que ce système est réalisé avec l'étanchéité 1, il n'est pas nécessaire d'appliquer une étanchéité souple proprement dite (sécurité!). Soit dit en passant, cette méthode est encore plus sûre que les systèmes F et G.

42 Fil conducteur permettant de choisir les systèmes de construction

Il n'est pas toujours facile de choisir le système le plus judicieux pour une construction et une étanchéité, compte tenu des nombreuses possibilités, d'autant moins que l'on n'est pas souvent confronté à de tels problèmes.

Les figures 2...6 et les tableaux I...IV sont en l'occurrence des auxiliaires permettant de prendre le bon départ, à condition qu'on ne les utilise pas de manière trop pédante. Il faut en effet considérer aussi la situation du bâtiment, le niveau le plus élevé de la nappe phréatique, la structure du sol, etc., ce qui permettra de choisir le système d'étanchéité et de construction optimal.

Les architectes ne devraient pas se laisser séduire par des systèmes nouveaux ou par des systèmes reposant sur «des expériences de nombreuses années» et ne pas oublier que chaque fabricant désire, en premier lieu, vendre ce qu'il a à offrir, ce qui ne représente cependant pas toujours la meilleure solution. Malheureusement, les arguments de vente l'emportent souvent sur les intérêts du maître de l'ouvrage.

4. Anhand Figur 3 die möglichen Systeme ermitteln.
5. Zwei oder drei gültige Systeme aus den Schritten 3 und 4 wählen.
6. Anhand Tabelle II und den gewählten Systemen einige mögliche Abdichtungen festlegen.
7. Das optimale, idealste oder auch kostengünstigste System aufgrund der in Tabelle I und Figur 3 erwähnten Vor- und Nachteile wählen.
8. Allenfalls anhand Figur 1 jenes System wählen, das am besten den spezifischen Wünschen der Bauherrschaft entspricht.

Beispiel:

Gegeben:

- projektiert ist ein Bürogebäude mit einem Untergeschoss
- höchster Grundwasserstand tiefer als 1,00 m über Boden
- Untergeschoss mit Computerräumen, Garage, Keller und Archiv
- Konstruktion sollte möglichst billig sein

Lösung:

Für die Bestimmung der optimalen Konstruktion sind die *Computerräume* ausschlaggebend.

Schritte 3, 4 und 5

	Hohes Risiko	Minimale Lösung	Empfehlenswert	Sehr gute Lösung
Aus Tabelle III	B	C und D	E	F
Aus Tabelle IV	—	C und D	E und F	G
Total	—	C und D	E	F

F fällt ausser Betracht, da zu teuer.

Schritt 6

Aus Tabelle II:

- System C: mit Abdichtung 5, 7, 8, 9, 10
- System D: mit Abdichtung 5, 7, 8, 9
- System E: fällt weg, da zu teuer

Weiterverfolgt werden die Systeme C und D mit den Abdichtungen 5, 7, 8, 9.

Schritt 7

Aus Tabelle I:

- Abdichtung 5 fällt weg, da zu hohes Risiko
- Abdichtung 9 fällt weg, da zu teuer
- Abdichtung 8 fällt weg, da erhöhtes Risiko

Es bleibt Abdichtung 7.

Aus Figur 2:

- System C: Innen abgedichtet
- System D: Wände aussen abgedichtet

Die Wahl fiel auf die für Wände unproblematischere Lösung D, da bei C die Aussenwände innen vorgemauert werden müssten. Weiter besteht die Möglichkeit bei D, nur Teilbereiche abzudichten.

Die Lösung heisst somit D-7 — also eine Grundwasserkonstruktion ohne Wanne, jedoch mit elastischer Aussenabdichtung. Diese besteht aus einer Polymerbitumenbahn (vgl. S. 20), einlagig und vollflächig auf den Untergrund aufgeschweisst und überall aussen appli-

5 Marche à suivre lors du choix de la construction d'un ouvrage enterré (système de construction et d'étanchéité)

Voici la marche à suivre recommandable:

1. Déterminer si le bâtiment doit pénétrer dans la nappe phréatique et se renseigner sur le niveau le plus élevé de celle-ci.
2. Calculer l'écart entre le niveau le plus élevé de la nappe phréatique et le sous-radier.
3. Choisir les systèmes possibles en se fondant sur le tableau IV.
4. Déterminer les systèmes possibles à l'appui de la figure 3.
5. Choisir deux ou trois systèmes valables en fonction des points 3 et 4.
6. Retenir quelques étanchéités possibles en se fondant sur le tableau II et les systèmes choisis.
7. Choisir le système optimal, idéal ou le moins coûteux en considérant les avantages et les inconvénients cités dans le tableau I et la figure 3.
8. Choisir, le cas échéant à l'aide de la figure 1, le système répondant le mieux aux désirs spécifiques du maître de l'ouvrage.

Exemple:

Sont donnés:

- le projet d'un bâtiment pour bureaux avec un sous-sol
- le niveau le plus élevé de la nappe phréatique (moins de 1 m au-dessus de la dalle de fond)
- l'étage inférieur comprenant des locaux pour ordinateurs, un garage, des caves et des archives
- la construction devrait être aussi peu coûteuse que possible

Solution:

Pour définir la construction optimale, les *locaux pour ordinateurs* sont déterminants.

Etapes 3, 4 et 5

	Risques élevés	Solution minimale	Recommandable	Très bonne solution
cf. tableau III	B	C et D	E	F
cf. tableau IV	—	C et D	E et F	G
Total	—	C et D	E	F

F n'entre pas en considération, parce que trop coûteux.

Etape 6

En se fondant sur le tableau II:

- Système C: avec étanchéité 5, 7, 8, 9, 10
- Système D: avec étanchéité 5, 7, 8, 9
- Système E: n'entre pas en ligne de compte, parce que trop coûteux

On poursuit l'étude des systèmes C et D avec les étanchéités 5, 7, 8, 9.

Etape 7

En se fondant sur le tableau I:

- Etanchéité 5 exclue, étant donné le risque trop élevé
- Etanchéité 9 exclue, parce que trop coûteuse
- Etanchéité 8 exclue, compte tenu du risque plus élevé

ziert. An den Wänden wird diese Bahn bis über das Terrain gezogen (Stufe 1, S. 16) und vor mechanischen Verletzungen geschützt. Auf die Besonderheiten dieser Konstruktion wird auf S. 20 und 23 verwiesen.

6 Schlussfolgerung

Die in diesem Artikel vorgestellten Konstruktionen zum Schutz gegen drückendes Wasser sind aufgrund langjähriger Erfahrung mit den althergebrachten Schichtaufbauten entwickelt worden.

Die Abdichtungsmaterialien, deren Herstellungs- und Applizierstechnologie sowie ihre Einsatzmöglichkeiten wurden in den letzten Jahren stark verbessert, so dass auch die Anwendung am Bau aufgrund dieser neuen Erkenntnisse und der vielen Schäden angepasst werden musste.

Die vorgestellten, zum Teil neuen Konstruktionen beziehungsweise Schichtfolgen sind bereits in mehreren Gebäuden der PTT-Betriebe mit gutem Erfolg ausgeführt worden. Dieser Artikel, der als «Anleitung» konzipiert ist, soll den Praktikern (Architekten, Ingenieuren) helfen, ohne theoretische Materialkenntnisse anhand des Leitfadens sofort die wichtigsten Grundsatzentscheidungen zu treffen. Eine schrittweise Näherung an die wirtschaftlich optimale Konstruktion ist anhand dieses Leitfadens und der Tabellen bedeutend einfacher als bisher: bei dessen Anwendung sind Fehlentscheidungen und ungeeignete Abdichtungs- und Schichtfolgen praktisch ausgeschlossen.

Bibliographie

- Poyda F. Mechanisches Verhalten lose verlegter PVC-Weichabdichtungen. Zürich, Schweizer Ingenieur und Architekt 99 (1981) 25, S. 577.
- Grundwasserabdichtungen. Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürich, Empfehlung SIA 272.
- Zürcher G. B. Grundwasserabdichtungen mit Kunststoffdichtungsbahnen. Zürich, Schweizer Ingenieur und Architekt 99 (1981) 15, S. 322.
- Weber P. Wasserdichte Verputze. Zürich, Schweizer Ingenieur und Architekt 99 (1981) 15, S. 325.

Il reste l'étanchéité 7.

En s'aidant de la figure 2:

- Système C: étanchéité intérieure (posée sur le pré-cuvelage)
- Système D: parois extérieures rendues étanches

Le choix est tombé sur la solution D, sans problème pour les parois, étant donné que, dans la solution C, les parois extérieures doivent être maçonnées au préalable à l'intérieur. Reste encore, pour le système D, la possibilité de ne rendre étanche que certaines zones.

La solution retenue est donc D-7, c'est-à-dire celle d'un ouvrage enterré sans cuvelage, pourvu toutefois d'une étanchéité extérieure souple. Celle-ci est réalisée au moyen d'un lé à base de bitume avec adjonction d'élastomères (cf. p. 20), à une couche, selon le procédé de collage en pleine surface, avec relèvement sur tous les bords; cette étanchéité doit se prolonger sur les parois, sans discontinuité, jusqu'au-dessus du terrain (étape 1, p. 16) et être protégée contre les endommagements mécaniques. En ce qui concerne les particularités de cette construction voir les pages 20 et 23.

6 Conclusions

Les constructions servant à protéger les bâtiments contre la pression des eaux d'accumulation, dont il est question dans cet article, ont été développées en fonction d'expériences recueillies pendant de nombreuses années avec les structures en couches traditionnelles.

Les matériaux d'étanchéité, leur fabrication, la technologie d'application et les possibilités d'emploi ont été notablement améliorés au cours de ces dernières années. Leur utilisation dans les constructions a dû être adaptée conformément aux connaissances acquises et aux dégâts constatés.

Les constructions ou successions de couches en partie nouvelles dont il est question ici ont été utilisées dans de nombreux bâtiments des PTT avec de bons résultats. L'intention de l'auteur a été de mettre entre les mains des praticiens (architectes, ingénieurs) un «guide» susceptible de les aider — même en l'absence de connaissances théoriques sur les matériaux — à prendre les décisions de principe importantes sans délai en se servant du «fil conducteur». La marche à suivre indiquée et les tableaux rendent nettement plus simple l'approche progressive du genre de construction économiquement optimal. En respectant ces règles, on exclura pratiquement toute décision erronée ou une succession de couches non appropriée.