



WAS KANN DIE WEISSE WANNE?

Die Weisse Wanne ist der im Bauwesen gebräuchliche Begriff für eine wasserdichte Betonkonstruktion (WDB). Sie ist das einzige Abdichtungssystem, bei dem keine äussere oder innere Abdichtungshaut appliziert wird, sondern der Stahlbeton neben der statischen auch die abdichtende Funktion übernimmt. Geplante Schwächungen im Beton wie Fugen oder Durchdringungen werden durch spezielle Produkte abgedichtet.

 Axel Köpfer, Mitglieder der Fachgruppe Ingenieur- und Tiefbauabdichtungen des Ressorts Technik PAVIDENSA, vistona experts ag, Winterthur
 vistona experts ag, Winterthur

In der Norm SIA 272, Ziffer 3.1.1 wird die WDB wie folgt beschrieben: «Das Abdichtungssystem besteht aus einem wasserdichtem Betonbauwerk und den nachfolgend beschriebenen zugehörigen Massnahmen, z. B. Abdichtung von Fugen und Durchdringungen, Injektionen in Risse, Arbeitsfugen und Sollrisse.» Aus diesem Text wird bereits die Schwachstelle der WDB ersichtlich: eventuell entstehende Trennrisse, durch welche Wasser durch die Betonhülle eindringen kann. Auch bei bester Planung und Ausführung ist es bei einer Weissen Wanne nicht möglich, Risse vollständig zu verhindern. Für die planmässigen Belastungen bei einer WDB – wie z. B. Biegung – sind Risse in der Regel unvermeidbar. Auch für Zwängungen (behinderte Verformungen) ist es nur mit unverhältnismässig hohem Aufwand theoretisch möglich, Risse zu vermeiden. Da die hierfür erforderlichen Massnahmen (u. a. sehr hoher Bewehrungsgrad) nicht wirtschaftlich sind, versucht man stattdessen bei den meisten WDB, eventuell auftretende Risse auf ein unschädliches Mass zu begrenzen. Dabei gilt, dass bei entsprechendem Wasserdruck bereits Risse ab 0,1 mm wasserführend sein können.

DICHTIGKEITSKLASSE WÄHLEN

Gemäss SIA 272, Ziffer 3.1.1 sind Injektionen in Risse eine zur WDB zugehörige Massnahme. Der Bauherr bzw. sein Pla-

nungsteam haben je nach Nutzung oder Ausbaugrad der Untergeschosse entsprechende Dichtigkeitsklassen nach SIA 272, Ziffer 2.2.2 zu wählen:

Mögliche Probleme mit Kondenswasser werden in dieser Formulierung nicht berücksichtigt und sind unabhängig vom Abdichtungssystem von einem Bauphysiker zu beurteilen.



Doch was bedeutet nun der Beschrieb «vollständig trocken», wenn man bauphysikalische Einflüsse ausser Acht lässt? Sehr häufig widerspricht sich bei der Bauherrschaft der Gedanke, dass man in Räumen, in denen z. B. die Dichtigkeitsklasse 1 gewählt wurde, wasserführende Risse auftreten können. Die Dichtigkeitsklasse beschreibt jedoch lediglich den Zustand, der mit den Massnahmen der Weissen Wanne herzustellen ist. Auch bei Dichtigkeitsklasse 1 kann es zu Wassereintritten durch Trennrisse oder Betonfehlstellen kommen. Diese sind zu sanieren, bis der gewählte Zustand hergestellt ist. Somit kann nur bedingt prognostiziert werden, wann die gewählte Dichtigkeitsklasse erreicht ist. Unter gewöhnlichen Bedingungen entstehen Trennrisse durch Abkühlen des Betons bereits in den ersten Stunden und Tagen nach dem Betonieren. Eine spätere Rissbildung kann durch planmässige Lasten oder Zwangsspannungen

Dichtigkeitsklasse	Beschrieb
1	vollständig trocken Keine Feuchtstellen an den trockenseitigen Bauwerksoberflächen zugelassen.
2	trocken bis leicht feucht Einzelne Feuchtstellen zugelassen. Kein tropfendes Wasser an den trockenseitigen Bauwerksoberflächen zugelassen.
3	feucht Örtlich begrenzte Feuchtstellen und einzelne Tropfstellen an den trockenseitigen Bauwerksoberflächen zugelassen
4	feucht bis nass Feucht- und Tropfstellen zugelassen.

Quelle SIA 272: 2009 «Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagebau», 2.2.2

DE QUOI LA CUVE BLANCHE EST-ELLE CAPABLE ?

Le terme de cuve blanche dans le bâtiment désigne habituellement une construction en béton étanche à l'eau (WDB). Il s'agit du seul système d'étanchéité sans application d'une couche d'étanchéité extérieure ou intérieure, où le béton armé assure, outre la fonction statique, aussi la fonction d'étanchement. Des fragilisations prévues du béton comme les joints et traversées seront étanchées à l'aide de produits spécifiques.

 Axel Köpfer, membre du groupe spécialisé étanchéité d'ouvrages génie civil du ressort technique de PAVIDENSA, vistona experts ag, Winterthur
 vistona experts ag, Winterthur

Dans la norme SIA 272, chiffre 3.1.1, la WDB est décrite comme suit : « Le système d'étanchéité se compose d'un ouvrage en béton étanche à l'eau et des mesures y afférentes décrites ci-après, p.ex. étanchement des joints et traversées, injections dans les fissures, joints de construction et fissures contrôlées. » Ce texte permet déjà de se rendre compte du point faible de la WDB : les éventuelles fissures traversantes permettant à l'eau de pénétrer à travers l'enveloppe en béton. Même avec la meilleure conception et réalisation, il est impossible, pour une cuve blanche, d'empêcher toute fissure. Pour les sollicitations prévues selon le plan pour une WDB – comme p. ex. les flexions – les fissures sont généralement inévitables. Dans les cas des compressions (déformations entravées) aussi, seul un effort disproportionné permettrait en théorie d'éviter des fissures. Comme les mesures nécessaires pour y parvenir (entre autres un degré de ferrailage très élevé) ne sont pas rentables, au lieu de cela, on essaye pour la plupart des WDB de limiter à une envergure non dommeable les fissures qui pourraient survenir. S'applique alors le principe que, en présence d'une pression d'eau conséquente, même des fissures à partir de 0,1 mm peuvent être aquifères.

CHOISIR LA CLASSE D'ÉTANCHÉITÉ
Selon SIA 272, chiffre 3.1.1, les injections dans des fissures relèvent des mesures afférentes à la WDB. Le maître d'ouvrage



Das Fehlen zusätzlicher Abdichtungsschichten hat Vorteile in der Terminplanung, da die WDB und die zugehörigen Abdichtungsmassnahmen bereits während oder kurz nach dem Betoniervorgang ausgeführt werden.

L'absence des couches d'étanchéité supplémentaires présente des avantages au niveau du planning car la WDB et les mesures d'étanchéité qui vont avec sont réalisées déjà pendant ou peu après la procédure de bétonnage.



ou bien son équipe de planification sont tenus de choisir des classes d'étanchéité en fonction de l'utilisation ou du degré d'aménagement des sous-sols selon SIA 272, chiffre 2.2.2 :

Cette formulation ne tient pas compte des problèmes de condensation possibles qui sont à évaluer indépendamment du système d'étanchéité par un physicien du bâtiment.

Mais que signifie donc le descriptif « entièrement sec » si l'on fait abstraction des

influences relevant de la physique du bâtiment ? Il arrive très souvent au niveau de la maîtrise d'ouvrage que l'idée se contredit que, dans des pièces, où l'on a choisi p. ex. la classe d'étanchéité 1, des fissures aquifères peuvent apparaître. Mais la classe d'étanchéité ne fait que décrire l'état à créer à l'aide des mesures de la cuve blanche. Même pour la classe d'étanchéité 1, il peut arriver que l'eau pénètre au niveau des fissures traversantes ou aux endroits où le béton présente un défaut. Ceux-ci sont à réparer jusqu'à ce que l'état choisi soit établi. Tout pronostic quant au

moment où la classe d'étanchéité choisie sera atteinte ne pourra donc se faire qu'au conditionnel. Dans des conditions normales, les fissures traversantes se forment lorsque le béton refroidit, donc au cours des premières heures et des premiers jours après bétonnage. Une formation ultérieure de fissures peut encore survenir après des mois, voire des années, en raison de charges ou de contraintes (retrait du béton, refroidissement de l'élément de construction par rapport à la température de fabrication). L'effet des contraintes est nettement renforcé dans des zones où le retrait du béton est freiné. Ces points de contrainte peuvent être :

- Fondations isolées / traverses de fondation
- Pieux de traction / micropieux
- Fosses d'ascenseur / cages de pompage
- Renforts pour éléments de construction
- Tranchées
- Forces de frottement augmentées en bétonnant contre des éléments de construction existants / sur un support rocheux
- Décalages de hauteur
- etc.

Classe d'étanchéité	Descriptif
1	Entièrement sec Aucun endroit humide n'est autorisé aux surfaces du côté sec de l'ouvrage.
2	Sec à légèrement humide Endroits humides isolés autorisés. L'eau qui goutte sur les surfaces du côté sec de l'ouvrage n'est pas autorisée.
3	Humide Des endroits humides localement limités et des endroits isolés avec de l'eau qui goutte sont autorisés sur les surfaces du côté sec de l'ouvrage.
4	Humide à mouillé Endroits humides et endroits avec de l'eau qui goutte autorisés.

Source SIA 272 : 2009 « Étanchéité et drainage des ouvrages enterrés et souterrains », 2.2.2

(Schwinden des Betons, Abkühlung des Bauteils gegenüber der Herstellungstemperatur) auch noch nach Monaten oder Jahren auftreten. Der Einfluss von Zwangsspannungen verstärkt sich deutlich in Bereichen, in denen das Schwinden des Betons behindert wird. Solche Zwangspunkte können sein:

- Einzelfundamente / Fundamentriegel
- Zugpfähle / Micropfähle
- Liftungerfahrten / Pumpschächte
- Bauteilverstärkungen
- Leitungsgräben
- Erhöhte Reibungskräfte durch Betonieren an bestehende Bauteile / auf felsigem Untergrund
- Höhenversätze
- etc.

DURCHDACHTES ABDICHTUNGSKONZEPT ENTWICKELN

Es ist Aufgabe der planenden und ausführenden Unternehmen, den Einfluss der Zwangsspannungen durch geeignete Konzeptlösungen und konstruktive Massnahmen auf der Baustelle zu mindern. Die SIA 272 liefert diverse Vorgaben zur Konzeptentwicklung wie z. B.:

- Systemwechsel vermeiden (SIA 272, 2.7.5)

- Bauteilstärke > 25 cm (SIA 272, 3.1.3.3)
- Etappengrösse < 600 m² (SIA 272, 3.1.3.3)
- Etappenlänge < 1:3 (SIA 272, 3.1.3.3)
- Max. 25 % Querschnittsschwächung bei Mindestbetondeckung 25 cm (SIA 272, 3.1.3.3)
- Abstand von Durchdringungen mind. 25 cm (SIA 272, 3.1.3.7)

Bei einer komplizierten Geometrie oder erhöhten Zwängungsspannungen durch konstruktiv bedingte Zwangspunkte (Beispiele siehe oben) obliegt es dem Abdichtungsplaner, die Vorgaben der SIA zu verschärfen. Ein besonderes Augenmerk müssen die Ingenieure und Planer neben der statischen Lasten auch auf Zwangsspannungen durch Temperaturdifferenzen legen. Ein Betonbauteil, das im Sommer betoniert wurde und im Winter herunterkühlt, erfährt erhebliche Spannungen, die durch zusätzliche Bewehrung oder weitere Bewegungs- oder Sollrissfugen abgebaut werden können. Oftmals wird der Temperatureinfluss unterschätzt oder einfach nicht geklärt, ob hier der Statiker oder der Abdichtungsplaner die Verantwortung für diesen Lastfall trägt. Die Folgen können dauerhaften Schaden anrichten.

Es genügt nicht, wenn die Bauherrschaft formuliert, dass die Untergeschosse « trocken » sein sollen. Sie muss mit ihrem Planerteam die Anforderungen an die Dichtigkeit in Bezug auf die spätere Nutzung festlegen. Daraus ergeben sich dann die erforderlichen Massnahmen. Zunächst muss ermittelt werden, bis zu welcher Kote das Konzept der WDB angewandt werden soll. Das machen viele Planer vom Grundwasserspiegel abhängig. Bauteile im Erdreich werden jedoch nicht nur durch Grundwasser belastet. Auch temporär auftretendes Stauwasser durch langsame oder ungenügende Versickerung bei Starkregenereignissen müssen in der Planung der WDB berücksichtigt werden. In der Gestaltung einer wasserdichten Gebäudehülle treffen meist mehrere Abdichtungsarten aufeinander. Beim Übergang einer Weissen Wanne auf eine Hautabdichtung wie z. B. eine PBD (Polymer-Bitumen-Dichtungsbahn) müssen die Details der Übergänge gelöst werden, an denen ein Abdichtungssystem endet und ein anderes beginnt. Die Bauherren und Planer nehmen bei der Wahl einer WDB in Kauf, dass wasserführende Trennrissen auftreten können, die gemäss der gewählten Dichtigkeitsklasse saniert werden müssen. Dieser Umstand ist für eine ge-

DÉVELOPPER UN CONCEPT D'ÉTANCHÉITÉ BIEN RÉFLÉCHI

Il incombe aux entreprises chargées de la conception et de la réalisation de réduire l'influence des contraintes à l'aide de solutions conceptuelles appropriées et de mesures constructives sur le chantier. La norme SIA 272 fournit diverses consignes quant au développement du concept, p. ex. :

- Éviter les changements de système (SIA 272, 2.7.5)
- Épaisseur des éléments de construction > 25 cm (SIA 272, 3.1.3.3)
- Procéder par étapes < 600 m² (SIA 272, 3.1.3.3)
- Longueur d'étape < 1:3 (SIA 272, 3.1.3.3)
- Fragilisation de la section maxi. 25 % pour une couverture de béton minimum de 25 cm (SIA 272, 3.1.3.3)
- Distance entre des traversées d'eau moins 25 cm (SIA 272, 3.1.3.7)

En présence d'une géométrie compliquée ou de contraintes accrues dues aux points de contrainte liés à la construction (voir exemples ci-dessus), il incombe au concepteur de l'étanchéité de durcir les consignes de la norme SIA. Outre les

charges statiques, les ingénieurs et concepteurs doivent être particulièrement attentifs aux contraintes dues aux différences de température. Un élément de construction bétonné en été et qui refroidit durant l'hiver subit des tensions considérables qu'il est possible de réduire par un ferrailage supplémentaire ou d'autres joints de construction et joints de fissure contrôlée. L'effet de la température est souvent sous-estimé ou encore on n'a tout simplement pas défini si c'est l'ingénieur structure ou le planificateur de l'étanchéité qui est responsable de ce cas de charge. Les conséquences peuvent entraîner des dommages permanents.

Il ne suffit pas que la maîtrise d'ouvrage exprime que les sous-sols doivent être « secs ». Elle doit définir, avec son équipe de planificateurs, les exigences en termes d'étanchéité par rapport à l'utilisation future. Les mesures nécessaires découlent de cette définition. Il faut d'abord déterminer la cote jusqu'à laquelle le concept WDB doit s'appliquer. Beaucoup de concepteurs s'appuient sur le niveau de la nappe phréatique pour cela. Mais les éléments de construction enterrés ne su-

bissent pas que des charges dues à la nappe phréatique. Lors de la planification de la WDB, il faut aussi tenir compte de l'eau qui s'accumule temporairement à cause d'une infiltration dans le sol trop lente ou insuffisante en cas de fortes pluies. Dans la conception d'une enveloppe du bâtiment étanche, il y a le plus souvent plusieurs types d'étanchéité qui se rencontrent. Au niveau de la transition d'une cuve blanche vers une membrane d'étanchéité comme une membrane PBD (lé d'étanchéité de bitume-polymère), il faut résoudre les détails des endroits où un système d'étanchéité s'arrête et un autre commence. En choisissant une WDB, les maîtres d'ouvrage et planificateurs acceptent le risque de voir apparaître des fissures traversantes qu'il faut colmater en fonction de la classe d'étanchéité choisie. En règle générale, cet état de fait ne pose aucun problème pour une utilisation normale des sous-sols. Les petits problèmes d'étanchéité dans un parking souterrain ne causent pas de dégâts importants ou restrictions considérables de l'aptitude au service et se réparent rapidement car ils sont facilement accessibles. Mais de nos jours, on planifie aussi

des pièces à l'aménagement haut de gamme dans des sous-sols se trouvant parfois plusieurs mètres en dessous de la nappe phréatique. Il s'agit d'espaces où une réparation ne sera plus possible durant la phase d'utilisation du bâtiment, à moins d'entraîner des coûts élevés. Ici, l'accès aux éléments de construction de la WDB est empêché p. ex. par l'isolation intérieure, des blocs machines, des conduites de ventilation, des chapes, etc.

MINIMISER LES RISQUES

Selon SIA 272, 3.1.1, les injections dans les fissures font partie du concept de la cuve blanche. L'accessibilité des éléments de construction de la cuve blanche doit être garantie. Si ce n'est pas le cas, c'est la maîtrise d'ouvrage qui est responsable de la création de l'accessibilité. Cela peut signifier qu'il faut retirer à grands frais p. ex. une structure de plancher avec isolation, plancher chauffant et parquet pour la remettre en place après la réparation. Diverses entreprises d'étanchéité proposent la possibilité de prendre en charge ce risque à la place de la maîtrise d'ouvrage. À cet effet, des mesures supplémentaires figurent dans l'offre relative à la WDB, qui réduisent au minimum le risque de pénétration d'eau par des fissures traversantes ou aux endroits où le béton présente un défaut. Depuis quelques années, on utilise des films composites de liaison au béton frais. Ce film d'étanchéité utilisable sur des surfaces partielles n'est pas un système d'étanchéité normé et à utiliser en complément à la WDB. Grâce à son effet traversant les fissures, le film composite de liaison au

Durch Undichtigkeiten eintretendes Wasser, das durch tiefe Temperaturen im Gebäudeinneren gefriert.



De l'eau qui pénètre à travers des endroits non étanches et qui gèle à l'intérieur du bâtiment suite aux températures basses.



Viele Zwangsspannungen erfordern ein durchdachtes Abdichtungskonzept.

Beaucoup de contraintes nécessitent un concept d'étanchéité bien réfléchi.

béton frais est qualifiée comme complément idéal de la WDB, dont le point le plus faible est la formation de fissures.

Lors du développement de la convention d'utilisation et en formulant les textes de soumission, il faut tenir compte du fait que le classement de certaines parties de l'ouvrage en classe d'étanchéité 1 ne signifie pas l'utilisation automatique des films composites de liaison au béton frais. Il est également possible d'obtenir l'état « entièrement sec » à l'aide des mesures de la WDB (p. ex. injections dans les fissures). La maîtrise d'ouvrage doit décider des endroits où le risque de dommages consécutifs aux problèmes d'étanchéité est trop élevé ou bien où une injection ultérieure ne sera plus possible à cause du manque d'accessibilité et elle doit formuler, pour ces zones, le recours à des mesures supplémentaires telles un film composite de liaison au béton frais. Pour toutes les mesures et possibilités, l'un des points les plus importants pour la maîtrise d'ouvrage est de formuler et de déterminer qui est responsable de la planification et réalisation des mesures liées à l'étanchéité. Il vaut mieux ne pas attribuer la responsabilité de ces deux tâches à différentes entreprises. Cela crée des inter-

faces inutiles et des litiges quand il s'agit de déterminer un fautif en cas de dommages causés par des problèmes d'étanchéité. Dans l'idéal, on engage ici, dès la phase préliminaire de planification, une entreprise capable de planifier des concepts d'étanchéité, de réaliser elle-même les mesures prévues et de formuler des consignes de qualité qu'elle communiquera aux autres parties impliquées dans le projet.

CONCLUSIONS

Rédiger des textes d'appel d'offres disant que l'entrepreneur doit réaliser 1 pièce cuve blanche qualifiée d'« étanche » est insuffisant. En raison des nombreux risques et points noirs latents, il est très important de s'occuper très tôt de la planification de l'étanchéité surtout pour les bâtiments situés dans les zones des nappes phréatiques et de l'eau accumulée et d'impliquer un spécialiste de ce domaine disposant de l'expérience et du savoir-faire requis. Cela permet d'établir un concept d'étanchéité adapté aux souhaits de la maîtrise d'ouvrage qui sera même plus économique au bout du compte car on détermine les dépenses nécessaires sur la base des exigences réelles envers le bâtiment.

wöhnliche Nutzung der Untergeschosse in der Regel unproblematisch. Undichtigkeiten in einer Tiefgarage verursachen keine nennenswerten Schäden oder Einschränkungen in der Gebrauchstauglichkeit und können durch die leichte Zugänglichkeit schnell saniert werden. Mittlerweile werden jedoch hochwertig ausgebaute Räume in Untergeschossen geplant, die teils mehrere Meter im Grundwasser stehen. Es handelt sich um Bereiche, in denen eine Sanierung in der Nutzungsphase des Gebäudes nicht mehr möglich oder mit hohen Folgekosten verbunden ist. Die Zugänglichkeit zu den Bauteilen der WDB ist dabei durch z.B. Innendämmung, Maschinenblöcke, Lüftungsleitungen, Überbeton usw. verhindert.

RISIKEN MINIMIEREN

Gemäss SIA 272, 3.1.1 gehören Rissinjektionen zum Konzept der Weissen Wanne. Die Zugänglichkeit zu Bauteilen der Weissen Wanne muss gewährleistet sein. Ist dies nicht der Fall, ist die Bauherrschaft für die Herstellung der Zugänglichkeit verantwortlich. Das kann bedeuten, dass man mit hohem Kostenaufwand z. B. einen Bodenaufbau mit Isolation, Fussbodenheizung und Parkettboden entfernen und nach der Sanierung wieder einbauen muss. Diverse Abdichtungsunternehmen bieten die Möglichkeit an, dieses Risiko von der Bauherrschaft zu übernehmen. Hierzu werden zur WDB Zusatzmassnahmen offeriert, die das Risiko von eintretendem Wasser durch Trennrisse oder Betonfehlstellen auf ein Mindestmass re-

duzieren. Hierfür werden seit einigen Jahren Frischbetonverbundfolien eingesetzt. Diese in Teilflächen einsetzbare Abdichtungsfolie ist kein genormtes Abdichtungssystem und als Zusatz zur WDB einzusetzen. Durch die risseüberbrückende Wirkung qualifiziert sich eine Frischbetonverbundfolie zu einer idealen Ergänzung der WDB, die Ihre grösste Schwachstelle in der Rissbildung hat.

In der Entwicklung der Nutzungsvereinbarung und der Formulierung der Submissionstexte gilt es zu beachten, dass die Einordnung einzelner Gebäudeteile in eine Dichtigkeitsklasse 1 nicht bedeutet, dass automatisch Frischbetonverbundfolien eingesetzt werden. Der Zustand «vollständig trocken» kann auch mit den Massnahmen der WDB (z. B. Injektionen in Risse) erreicht werden. Die Bauherrschaft muss entscheiden, wo das Risiko für Folgeschäden durch Undichtigkeiten zu gross oder eine Nachinjektion durch fehlende Zugänglichkeit nicht mehr möglich ist und für diese Bereiche zusätzlich den Einsatz von Zusatzmassnahmen wie z. B. einer Frischbetonverbundfolie formulieren. Bei allen Massnahmen und Möglichkeiten ist einer der wichtigsten Punkte für die Bauherrschaft zu formulieren und zu bestimmen, wer für die Planung und Ausführung der Abdichtungsmassnahmen verantwortlich ist. Es empfiehlt sich, die Verantwortlichkeit für diese beiden Aufgaben nicht an unterschiedliche Unternehmen zu vergeben. Dadurch entstehen unnötige Schnittstellen und Streitigkeiten über die Schuldfrage bei Schäden durch

Undichtigkeiten. Hier wird im Idealfall schon in der Vorplanungsphase ein Unternehmen engagiert, das in der Lage ist, Abdichtungskonzepte zu planen, die geplanten Massnahmen selbst auszuführen und Qualitätsvorgaben zu formulieren, die es mit den am Projekt beteiligten kommuniziert.

FAZIT

In Ausschreibungstexten zu verfassen, dass der Bauunternehmer 1 Stück Weisse Wanne ausführen soll mit dem Prädikat «dicht», ist zu kurz gegriffen. Wegen der zahlreichen Risiken und latenten Gefahrenstellen und ist es gerade bei Gebäuden im Grund- oder Stauwasserbereich sehr wichtig, sich frühzeitig um die Abdichtungsplanung zu kümmern, und sich hierfür einen Spezialisten mit entsprechender Erfahrung und Knowhow ins Boot zu holen. So kann ein auf die Wünsche der Bauherrschaft zugeschnittenes Abdichtungskonzept erstellt werden, das unter dem Strich sogar wirtschaftlicher ist, da man erforderlichen Aufwand anhand der tatsächlichen Anforderungen an das Gebäude festlegt.