

9

105. Jahrgang  
September 2010, S. A16-A20  
ISSN 0005-9900  
A 1740

Sonderdruck

# Beton- und Stahlbetonbau



**Anwendungsgrenzen von  
WU-Bauwerken –  
Sind „Weiße Wannen“  
wirklich dauerhaft dicht?**

**adicon® Gesellschaft für Bauwerksabdichtungen mbH**

## Anwendungsgrenzen von WU-Bauwerken – Sind „Weiße Wannen“ wirklich dauerhaft dicht?

Der Begriff „Weiße Wanne“ steht als Synonym für eine dichte wasserbelastete Betonkonstruktion. Hierbei übernimmt der Beton gleichzeitig die statische und abdichtende Funktion. In den einschlägigen Normen und Richtlinien kommt die Bezeichnung „Weiße Wanne“ nicht vor, man spricht vielmehr von wasserundurchlässigen Betonbauwerken. Grundlage für Planung und Ausführung von WU-Bauwerken ist die WU-Richtlinie (Stand Nov. 2003) des deutschen Ausschusses für Stahlbeton (DAfStb) mit dem zugehörigem Heft 555 Erläuterung zur DAfStb-Richtlinie wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (Feb. 2006).

Planung und Ausführung einer WU-Konstruktion stellen eine sehr komplexe und anspruchsvolle Aufgabe dar. Bedauerlicherweise besteht die Auffassung, dass eine Weiße Wanne (die in Wirklichkeit eine WU-Konstruktion ist) ein wasserdichtes Bauwerk ist. Die Realität zeigt ein anderes Bild.

Die Ausführung einer WU-Konstruktion ist nichts Neues. Schon lange vor Erscheinen der WU-Richtlinie wurden wasserundurchlässige Betonbauwerke erstellt. Vorwiegend Behälter, Regenüberlaufbecken, Kläranlagen usw., also Bauwerke, in denen das Wasser innen, wie bei einer Wanne, ansteht. Im Bauzustand wurden diese durch Befüllung auf Dichtigkeit geprüft. Bei Auftreten von wasserführenden Rissen hatte man genug Zeit, die Selbstheilung der Risse abzuwarten. blieb die Selbstheilung aus, oder es musste mit den Nachfolgegewerken begonnen werden, wurden die Risse mit PU-Harz abgedichtet. Durch das ausfließende Wasser sind keine Folgeschäden eingetreten. Die Kosten der Rissverpressung waren gegenüber den Baukosten äußerst gering, so dass diese – wenn nicht anders vereinbart – durch den Rohbauer getragen bzw. in der Preisgestaltung bereits berücksichtigt waren. Aus heutiger Sicht würde man diese Bauwerke der Nutzungsklasse B (begrenzter Wasserdurchtritt zulässig,

temporäre bis zur Selbstheilung wasserführende Risse) zuordnen.

Die meisten WU-Konstruktionen, wenn nicht sogar alle anspruchsvollen WU-Betonbauwerke (Rechenzentren, Krankenhäuser, Technikräume, Wellnessbereiche, Bibliotheken), werden entsprechend ihrer hochwertigen Nutzung in die Nutzungsklassen A, A\* bis A\*\*\* eingeordnet, d. h. dass kein Wasser durch Fugen, Risse und die WU-Konstruktion kommen darf, eine trockene Betonoberfläche also vertraglich geschuldet ist. In der WU-Richtlinie sind unter Pkt. 7 die verschiedenen Entwurfsgrundsätze aufgezeigt, um die Anforderungen der Nutzungsklasse A zu erfüllen. Trotz größter Sorgfalt bei Planung und Ausführung lassen sich wasserführende Trennrisse nicht vermeiden. Sofern die Rissbereiche ohne Schwierigkeiten zugänglich sind, können diese auf einfache und wirtschaftliche Weise nachträglich abgedichtet werden.

### Wasserundurchlässig ist nicht wasserdicht

Entwurfsgrundsätze der WU-Richtlinie zur Erfüllung der Anforderungen der Nutzungsklasse A:

a) Vermeidung von Trennrissen durch die Festlegung von konstruktiven, betontechnischen und ausführungstechnischen Maßnahmen.

Diese Verfahrensweise wird von „System Anbietern für WU-Konstruktionen“ angewandt. Hierbei wird die Nutzungsklasse A über Betontechnologie, Fugenabdichtungssystem, Anordnung von Betoniertrakten sowie durch Verwendung von geeigneten druckwasserdichten Einbauteilen sichergestellt. Das Rissrisiko und somit das nachträgliche Verpressen von wasserführenden Rissen und Fugen sowie das Schadensrisiko der Folgeschäden trägt der Systemanbieter.

b) Festlegung von Trennrissbreiten, die abhängig von der Beanspruchungsklasse die Anforderungen erfüllen. Diese Verfahrensweise beschreibt das gängige Bemessungskonzept der Rissbreitenbeschränkung durch Selbstheilung der Risse. Dabei wird oft vergessen, dass die Selbstheilung von Rissen an

- verschiedene Parameter geknüpft ist:
  - Die Rissbreitenbeschränkung ist von Druckgefälle und Wasserdruck/Bauteildicke abhängig (s. Tabelle 2 WU-Richtlinie).
  - Bei angreifendem Wasser mit  $> 40 \text{ mg/l CO}_2$  kalklösende Kohlensäure, mit einem pH-Wert  $< 5,5$  findet keine Selbstheilung statt. Darum ist immer eine Wasseranalyse erforderlich.
  - Wasser muss permanent anstehen. Probleme können entstehen, da die WU-Konstruktionen für den max. Bemessungswasserstand ausgelegt sind. Dies kann auch das 100-jährige Hochwasser sein, bzw. der simple Lastfall zeitweise aufstauendes Sickerwasser.

Die Selbstheilung der Risse erfolgt erst bei einer langzeitigen bzw. dauerhaften Wasserbelastung. Dieser Sachverhalt ist von eklatanter Wichtigkeit, da



Bild 1. Geflutete Baugrube mit Grundwasserstand



**Bild 2.** adicon® AVS System auf Sauberkeitsschicht (Frankfurt/M.: Städel)

der Nachweis der vertraglich geschuldeten Leistung (Nutzungs-klasse A) erst zu einem späteren Zeitpunkt (Folgeschäden sind nicht abschätzbar) beurteilt werden kann. Bei der Realisierung dieses Entwurfsgrundsatzes ist es ratsam, den Bauherren in die Entscheidungsfindung einzubinden, um mögliche zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen unter Aufzeigen des wirtschaftlichen Risikos vorzusehen. Sollte zu einem späteren Zeitpunkt ein Wasserschaden auftreten, ist schon im Vorfeld die Verantwortlichkeit der beteiligten Planer, Fachplaner bzw. Rohbauer festgelegt.

Auch wenn der Tragwerksplaner alle seine Rissbreitennachweise durchgeführt hat, gilt, dass sich die zu erwartenden Risse in einem 95%-Fraktil bewegen. Die restlichen 5 % der zu erwartenden Risse dürfen größere Rissbreiten als in der Bemessung festgelegt aufweisen. Diese unterliegen nicht mehr dem Selbstheilungseffekt und sind planmäßig zu verpressen. Bei wechselnder Wasserbelastung führen diese zwangsläufig zu Undichtigkeit und Folgeschäden.

- Die vorhandenen zugesetzten Schwindrisse dürfen sich nach der Selbstheilung nicht wieder öffnen. Also dürfen sich auch keine weiteren Risse bilden.

Die Praxis zeigt, dass durch ungewollte Zwangsspannungen, Bauteilsetzungen, Temperatur, dynamische Belastung und Festhaltepunkte in der

Bodenplatte dennoch weitere Risse entstehen, die statisch auf Grund ihrer Komplexität nicht allumfassend nachgewiesen werden können. Dies betrifft vorrangig wirtschaftlich ausgenutzte Betonquerschnitte, die durch Pfahlgründung oder Zuganker zur Auftriebs-sicherung beitragen.

- Der Selbstheilungs-Effekt der wasserführenden Risse basiert u. a. auf der kontinuierlichen Verdunstung des Wassers an der Bauteiloberfläche. Ein permanenter Luftkontakt ist erforderlich. Fehlt dieser, wie z. B. bei Bodenplatten mit obenseitiger Dämmung, Estrich oder Schweißbahnen, stellt sich die Rissheilung nicht ein. Dies betrifft einen Großteil der WU-Konstruktionen mit hochwertiger Nutzung. Weiterhin ist darauf zu achten, dass im Zuge der Raumnutzung der technischen Gebäudeausstattung alle wasserberührten Bauteile ohne größeren Aufwand zugänglich sein müssen.

Dies ist aufgrund von Standflächen für Klimaanlage, Heizung, fest installierter Schaltanlagen, Bodenaufbauten mit Fußbodenheizung etc. oft nicht realisierbar.

Der übliche Bemessungsansatz der Rissbreitenbeschränkung dürfte in diesen Fällen (Nutzungs-klasse A bis A\*\*\*) nicht zur Anwendung kommen. In der Praxis ist diese Anwendungseinschränkung nicht durchgängig bekannt. Zur vertraglich geschuldeten Dichtigkeit sind ergänzende Leckwarnsysteme mit Leck-



**Bild 3.** Verlegung von adicon® AVS Abdichtungsverbundbahn auf Wärmedämmung unter der WU-Bodenplatte



**Bild 4.** Beton-Verdichtungs bild im Fensterbereich

ortung zur Schadensminimierung bzw. ergänzende Abdichtungsmaßnahmen erforderlich.

c) Festlegung von Trennrissen, die in Kombination mit im Entwurf vorgesehenen Dichtmaßnahmen gemäß Abschnitt 12, die Anforderung erfüllen

Diese Verfahrensweise ist zwingend mit den Fachplanern und dem Bauherrn abzustimmen und vorwiegend bei WU-Konstruktionen mit Nutzungsklasse B einzusetzen. Hierbei besteht die Möglichkeit, unter Vergrößerung der Rissbreite, Bewehrungsstahl einzusparen und die ersparten Kosten für eventuelle Rissverpressung zu verwenden, mit der Hoffnung, die Stahlersparnis ist größer als die Kosten der Rissverpressung. In Abhängigkeit der Nutzung werden Folgeschäden durch Wassereintritt ausgeschlossen bzw. toleriert.

Bewertet man den Entwurfsgrundsatz „Rissbreitenbeschränkung und Selbstheilung der Risse“ in Zusammenhang mit der vom Bauherrn gewünschten vertraglichen Leistung eines wasserdichten Gebäudes mit Nutzungsklasse A, A\* bis A\*\*\*, stellt diese Bauweise für das Bauunternehmen ein hohes Gewährleistungsrisiko dar, sofern keine ergänzenden Abdichtungsmaßnahmen getroffen werden bzw. kein Systemanbieter (Fachplaner) eingeschaltet wird.

*Welche ergänzenden Abdichtungsmaßnahmen eignen sich zur Aufwertung einer wasserundurchlässigen WU-Konstruktion zum wasserdichten Gebäude?*

Die Bodenplatten hochwertig genutzter Räume haben das größte Risiko- und Schadenspotenzial. Der Lastfall „zeitweise stauendes Sickerwasser“ bei Eintreten eines Hochwassers ist heimtückisch. Bevor der Schaden bemerkt wird, ist die Wasserbelastung nicht mehr vorhanden, die wasserführenden Risse haben sich nicht zugesetzt, sie sind nicht eindeutig auffindbar oder zeigen sich nicht allumfassend. Bei einer späteren Wasserbelastung ist die Undichtigkeit somit nicht ausgeschlossen.

Zum Ausschluss dieser Risiken besteht seit einigen Jahren die Möglichkeit, ein sogenanntes Abdichtungs-Verbund-System (AVS) unterhalb der Bodenplatte bzw. außenseitig auf die Außenwände als flächige Sekundärabdichtung vorzusehen. Hierbei handelt es sich um eine robuste, spezialbeschichtete Kunststoff-

bahn, die unmittelbar auf die Sauberkeitsschicht, auf den egalisierten Baugrubenverbau bzw. in die Wandschalung verlegt wird. Über die funktionelle Folieneigenschaft geht der Frischbeton einen flächigen, nicht hinterläufigen Verbund ein. Die AVS-Technik überbrückt Risse von bis zu 5 mm und ist mit ABP (allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis) auf 50 m Wasserdruck geprüft und bis zu einer Eintauchtiefe von 20 m einsetzbar. Zusätzlich weist die AVS-Folie einen sd-Wert von 520 m auf und ist in Verbindung mit der WU-Konstruktion praktisch diffusionsdicht.

Die AVS-Technik ist wegen ihrer Nicht-Hinterläufigkeit auch als partielle Flächenabdichtung für exponierte Abdichtungsbereiche einsetzbar. Die technische Notwendigkeit als Sekundärabdichtung zur WU-Konstruktion findet in vielen hochwertig genutzten

Gebäuden Anwendung, z. B. bei der Erweiterung des Städel Museums in Frankfurt/M. ca. 6000 m<sup>2</sup>, Meritus Hotel in Frankfurt/M. 4000 m<sup>2</sup>, Forschungs- und Entwicklungszentrum Fronius in Linz/Österreich 4000 m<sup>2</sup> sowie eine Vielzahl hochwertig genutzter Neubauten.

Bei WU-Bauteilen mit Wärmedämmmaßnahmen (Nutzungsklasse A\* bis A\*\*\*) erfolgt die Außenhautdämmung je nach statischer Belastung mit Foamglas® oder XPS-Perimeterdämmung, welche vollflächig mit Bitumenkleber bzw. Heißbitumen unter bzw. auf die Betonkonstruktion aufgebracht wird.

Unter Einbeziehung der AVS-Technik wird die Kunststoffbahn direkt auf die Dämmung verlegt. Somit entspricht die dauerhafte Dichtigkeit in Verbindung mit der Wärmedämmung der Sicherstellung der Nutzungsanforderung A\* bis A\*\*\*.

Im Zuge einer schnelleren und einfacheren WU-Bauweise werden immer häufiger Betonhalb fertigteile „Elementwände“ eingesetzt. In der WU-Richtlinie wird unter Abschnitt 11.2.2. deren Verwendung geregelt. So einfach diese Bauweise erscheint, birgt sie dennoch Risiken bezüglich ihrer Konstruktion. Dies wird u. a. durch eine Sachverständigenumfrage von 2007 belegt. Die darin getroffenen Aussagen und Erkenntnisse sind sicher nicht allgemeingültig, zeigen jedoch ein erhebliches Planungs- und Ausführungsdefizit auf. Es entstehen zwangsläufig Baumängel bei der Ausführung: Man könnte dies auch Unwissenheit nennen oder „das haben wir schon immer so gemacht“.

Auch wenn die WU-Konstruktionen zur Zeit *dicht* sind, mag dies vielmehr daran liegen, dass der Bemessungswasserstand noch nicht eingetreten ist. Diese Baumaßnahmen sind schlummernde potenzielle Risiko-Objekte. Im Schadensfalle sollte man alles tun, um einem Schadensgutachten bezüglich der WU-Konstruktion aus dem Wege zu gehen.

Die meisten, wenn nicht sogar fast alle WU-Konstruktionen werden i. d. R. als Ortbetonkonstruktion bemessen. Aus wirtschaftlichen Gründen begibt sich der Rohbauer in die Situation, Elementwände statt Ortbeton zu verwenden. Dies kann dazu führen, dass dieser die Planungsverantwortung übernimmt und somit auch die Planungshaftung. Inwieweit diese Planungshaftung auch versicherungstechnisch abgesichert ist, muss jeder Umplaner selbst wissen.

Das potenzielle Risiko der Elementwände ist der Kernbeton. Die WU-Richtlinie weist ausdrücklich darauf hin, dass zur Umsetzung dieser Bauweise ein flächiger Haftungsverbund zwischen den Innenseiten der Elementwandplatten und dem Kernbeton vorhanden sein muss. Hierfür ist eine bestimmte Rauigkeit der Innenseiten erforderlich. Diese Rauigkeit, die nach DIN EN 1766 zu ermitteln ist, muss mindestens eine Rautiefe von 0,9 mm betragen und ist vom Herstellungswerk der Elementwände nachzuweisen. Diese wesentliche Vorgabe ist bei Verarbeitern und Planern möglicherweise nicht bekannt. Fehlt die erforderliche Rauigkeit, kommt es vor, dass beim nachträglichen Herstellen einer Kernbohrung diese beim Herausnehmen in drei Teile zerfällt.

Meist werden die Elementwände technisch und wirtschaftlich ausgenutzt. Die minimale Wanddicke von 25 cm ist das begehrte Standardmaß. Das sich daraus ergebende Einbaumaß des Kernbetons beträgt somit max. 13 cm, vielerorts auch weniger als 10 cm. Bei einer Wandhöhe von 2,50 m bis 2,80 m ist der Betoneinbau schwierig. Da sich selten ein Schlauchsilo auf der Baustelle befindet, wird eine Betonfallhöhe von 2,50 m in Kauf genommen („das haben wir schon immer so gemacht“). Durch Entmischen des Betons und Verdichtungsfehler beim Frischbetoneinbau entstehen zwangsläufig Kiesnester.

Eine große Akzeptanz hat die bauseits eingebaute Fensterleibung bzw. das komplette Fensterelement. Je breiter eine Fensteröffnung mit Rahmenschalung ist, desto höher ist die Gefahr der Kiesnesterbildung im Brüstungsbereich. Wegen der stat. Fensterauswechslung ist eine ordentliche Betonverdichtung mit Flaschenrüttler nicht gegeben. Der homogene kiesnesterfreie Beton, der ein monolithisch wirkendes Bauteil bewirken soll, ist meistens nicht vorhanden. Das Gute ist, man sieht es nicht. Das Schlechte: Wenn doch ein Schadensgutachten erstellt wird, ist gleich ein 5-stelliger Betrag für Nachabdichtungsarbeiten fällig.

Bei einer innenliegenden Fugenabdichtung ist bei einem lichten Plattenabstand von  $b \geq 12$  cm (entspricht einer 25 cm dicken Wand) ein Größtkorn von 8 mm zu verwenden – über die gesamte Wandfläche. Meist wird die 0–8-mm-Körnung als Anschlussmischung verwendet und anschließend Beton mit 0–16 mm bzw. 0–32 mm Körnung eingebaut. Diese Vorgehensweise steht nicht im Einklang mit der WU-Richtlinie.

Zur Abdichtung der Lager- und Stoßfugen stehen die mit AbP geprüften einschlägig bekannten Produkte zur Verfügung. Entsprechend der WU-Richtlinie sind alle Stoßfugen als Sollrissfugen auszubilden. Eine besondere Schwierigkeit stellen hier die Eckfugen dar. Einerseits wird ein Sollrissfugenelement eingebaut, andererseits werden die Ecken rahmenartig bzw. konstruktiv bewehrt. Generell ist jede Stoßfuge mit einer verminderten horizontalen Bewehrung bzw. ohne Bewehrung einzubauen.

Wer eine Ortbetonkonstruktion in eine Elementwandbauweise umplant, sollte sich klar vor Augen führen, worauf er sich da einlässt. Im Schadensfall ist er verantwortlich. Der Elementwandlieferant kann nur über die Rauigkeitsanforderung in die Mitverantwortung genommen werden. In Abhängigkeit von der



**Bild 5.** Streifenabdichtung von Element-Fertigteilwänden mit Flüssigkunststoff adicon® lamin DS (Fotos: adicon)

Planungsverantwortung können auch Planer und Fachplaner in die Mitpflicht kommen.

Aus diesen Gründen sind bei der Abdichtung von Elementwandkonstruktionen Besonderheiten gegenüber der Ortbetonbauweise zu berücksichtigen. Man kann nicht von einer qualitativen Gleichwertigkeit beider Bauweisen ausgehen.

Wegen der Risikoproblematik innerhalb der Elementwände nutzen Systemabdichter eine außenseitige Streifenabdichtung über Stoß- und Lagerfugen. Hierbei stehen bauaufsichtlich geprüfte Produkte auf Bitumenbasis bzw. hochwertige Flüssigkunststoffe zur Verfügung. Die Produkte auf Bitumenbasis können bis max + 5 °C und einer Eintauchtiefe von 4 m eingesetzt werden, die Flüssigkunststoffe dagegen bis -10 °C und 20 m Wasserdruck. Die Unternehmen mit speziell ausgebildetem Fachpersonal erreichen diese Abdichtungsqualität durch intensive Untergrundvorbehandlung (z. B. Sandstrahlen) und durch Verwendung einer hoch belastbaren Gewebeeinlage. Die Gewährleistungsübernahme auf die Dichtigkeit beträgt 5–10 Jahre.

### Zusammenfassung

Eine WU-Konstruktion ist wesentlich komplexer als nur der Einbau von WU-Beton. Bei dauerhaft anstehender Wasserbelastung von nicht ausgebauten Räumen ist das Konstruktionskonzept mit Beschränkung der Rissbreiten umsetzbar. Es ist hierbei vertraglich zu vereinbaren, wer die Kosten einer Rissverpressung übernimmt. Besteht keine permanente Wasserbelastung und das Gebäude ist in Nutzungsklasse A\* bis A\*\*\* eingeordnet, sind zur Rissbreitenbeschränkung noch ergänzende Abdichtungsmaßnahmen (Sekundärabdichtung) erforderlich. WU-Konstruktionen sind, wie die Bezeichnung sagt, wasserundurchlässig. Der Bauherr versteht unter wasserundurchlässig = wasserdicht = trocken. Dies ist ohne zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen in den meisten Fällen nicht dauerhaft möglich.

*Dipl.-Ing. Karl-Heinz Schrod*

Weitere Informationen:

adicon® Gesellschaft für Bauwerksabdichtungen mbH,  
Odenwaldstr. 74, 63322 Rödermark, Tel. (06074) 89 51-0,  
Fax (06074) 89 51-51, info@adicon.de, www.adicon.de

adicon® Gesellschaft für Bauwerksabdichtungen mbH  
Odenwaldstraße 74 · 63322 Rödermark  
Telefon 06074 8951-0 · Telefax 06074 8951-51

## Planung · Beratung · Ausführung

- WU-Konstruktionen für Massiv- und Fertigteilbauweise
- Abdichtungskonzepte mit Abdichtungsverbund-System adicon® AVS für höchste Nutzungsansprüche
- Fugenabdichtung mit Injektionsschlauchtechnik
- Fugenband-Klemmkonstruktionen
- Nachträgliche Abdichtung mittels Injektionstechnik
- Betoninstandsetzung
- Tiefgaragen-Beschichtungen
- Mauerwerk-Trockenlegung



WU-Konstruktion  
Massivbau



Fugenband-  
Klemm-  
konstruktion



WU-Konstruktion  
Vollfertigteil-Elemente  
adicon® Lamin DS



Abdichtungs-  
verbund-System  
adicon® AVS