

Keller

Dichtigkeit mit Garantie

Eine „coole“ Lösung: Weiße Wanne aus Doppelwandelementen, die im Werk vorgefertigt und auf der Baustelle nur noch ausbetoniert werden. Man spart Schalungsaufwand und gewinnt Bauqualität. Denn der junge Beton erfährt eine weitaus niedrigere Temperaturbelastung als bei einer konventionellen Ortbetonwand.

Von Herbert Kahmer

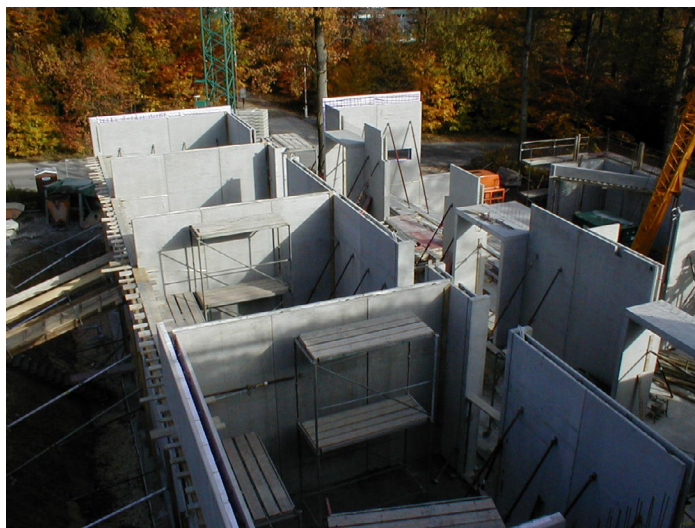
Die Produktqualität der von der Syspro-Qualitätsgemeinschaft hergestellten Betonfertigteile geht über das hinaus, was geltende Normen und allgemeine technische Regeln verlangen. Neu ist jetzt eine Zehn-Jahres-Garantie auf die Fugendichtigkeit der Syspro-Doppelwand mit dem Pentaflex-Dichtungssystem.

Bei der Doppelwand handelt es sich um ein Fertigbauteil mit nachträglicher Ortbetonerfüllung, das seit mehr als 20 Jahren eingesetzt wird. Die Bemessung der Wand erfolgt nach den bekannten Regeln der DIN 1045. Für die Gitterträger und die Montagezustände gelten – wie bei der Elementdecke auch – die bauaufsichtlichen Zulassungen des Deutschen Institutes für Bautechnik.

Die Herstellung der Doppelwand ist ein weitgehend automatisierter, computer-

gesteuerter Prozess; Produktionsfehler scheiden praktisch aus. Nach der Montage der Doppelwand auf der Baustelle wird der Kern zwischen den Fertigplatten betoniert. Aufgrund der rau ausgebildeten Fertigplatten liegt nach dem Erhärten des Ortbetonkerns eine monolithische Gesamtwand-Konstruktion vor.

Syspro-Doppelwände im Grundwasser haben ihre hohe Dichtfunktion in Weißen Wannen in zahlreichen Objekten erfolgreich unter Beweis gestellt. Die Mitgliedsfirmen der Gruppe haben seit 1990 über 1 Mio. m² Wandfläche mit Dicken von 24 bis 40 cm insbesondere für Keller, Tiefgaragen und Behälter im drückenden Grundwasser ausgeführt. In den letzten zwei Jahren haben einige Mitglieder der Gruppe in Sonderfällen bereits Keller mit 20 cm Wanddicke ausgeführt.



Nach der Montage der Doppelwände auf der Baustelle wird der Kern zwischen den Fertigplatten betoniert.

Foto: Syspro

Grundlagenarbeit geleistet

Die Schutzfunktion – auch von nur 24 cm dicken Wänden – ist vor allem deshalb sicher zu erzielen, weil Grundlagenarbeit geleistet wurde. Hierzu zählen insbesondere folgende Projekte:

> Musterkeller im Dauertest
Die Mitgliedsfirmen Katzenberger, Wien, und Müller-Altwater, Magdeburg, haben Musterbauwerke für die Erprobung der Dichtfunktion errichtet. Dabei handelt es sich einmal um einen Keller mit 24 cm dicken Doppelwänden, der nahe der Elbe im ständig drückenden Wasser je nach Pegelstand bis zu 2,0 m belastet ist. Der Keller blieb von Beginn an rissfrei und ist bis heute dicht.

Das zweite Musterbauwerk steht in Wien; es ist ein Wasserbehälter mit unterschiedlichen Fugendichtungen. Selbst die Fugenausbildung ohne zusätzliche Dichtungsmaßnahme blieb bis 2,0 m Wasserdruck dicht.

> Zertifizierte Mitarbeiter
Qualifizierte Mitarbeiter der Syspro-Gruppe stellen sicher, dass die Baustellen optimal betreut werden. Die Syspro-Gruppe hat ein spezielles Schulungsprogramm entwickelt, mit dem Vertriebsteams, technische Mitarbeiter und das



Weiße Wanne, ausgeführt mit Syspro-Doppelwänden – hier beim Neubau der Bodenseeklinik in Lindau, wo auf Grund der Seennähe stets mit drückendem Grundwasser zu rechnen ist.

Foto: Baustoffwerke Rudolph



Ein Reduzierstück von 120 mm auf 80 mm Außendurchmesser erleichtert den Verfüllvorgang.
Foto: Maxit

Baustellenpersonal für die Belange rund um das Bauen im Grundwasser sensibilisiert werden.

> Mehr Sicherheit für die Baustelle

Aufgrund der Erfahrung mit mehr als 1 Mio. m² jährlich bei Doppelwänden gehört das zielsichere Verfüllen von dünnen Querschnitten inzwischen zum gesicherten Praxiswissen. Bei Verwendung eines gut fließfähigen Kernbetons genügt eine normale Pumpe mit einem Reduzierstück von 120 mm auf 80 mm Außendurchmesser.

Optimal eignet sich ein spezieller Silobeton, mit dem der gesamte Betonierabschnitt bis Unterkante Kellerdecke in einem Zug verfüllt werden kann.

Syspro hat als einziger Lieferant eine Zulassung für Doppelwände mit extrem dünnen Kernbetondicken von nur 3,5 cm. Weiterhin ist die Gruppe einziger Lieferant mit Zulassung für Doppelwände aus Faserbeton, der gerade bei rissgefährdetem jungen Beton zusätzliche Sicherheit gibt.

Ferner sind die Doppelwände so bemessen, dass eine Fugengewehrung nicht erforderlich ist. Der Anschluss zur Bodenplatte genügt als einreihige Anordnung.

Sicherheit durch rissfreie Aushärtung

Die Weiße Wanne als Ortbetonkonstruktion zählt seit mehr als zwei Jahrzehnten zu den anerkannten Bauweisen. Ihr Prinzip basiert auf der Doppelrolle des Betons, der sowohl die dichtende als auch die tragende Funktion des Bauteils übernimmt. Allein die Verwendung eines wasserundurchlässigen Betons reicht nicht aus, um eine Weiße Wanne herzustellen. Für eine sichere Abdichtungswirkung

des Bauwerks sind weitere Bedingungen wie z.B. die Formänderungen aus Schwinden oder aus der Abkühlung des Betons im jungen Alter zu berücksichtigen.

Es gibt mehrere Maßnahmen, die in Bezug auf Formänderungen und die daraus möglichen Rissen zu treffen sind. 1998 wurden im Rahmen der Neuregelung der DIN 1045 die Rissbreitenbeschränkung und der Korrosionsschutz im gerissenen Beton zielsicher formuliert. Vermeiden lassen sich Risse durch diese Maßnahmen jedoch nicht. Daher gehört das nachträgliche Schließen unvermeidbarer Risse standardmäßig zur Bauweise der Weißen Wanne.

Unterschiede zum Ortbeton

Das Verhalten der Doppelwände unterscheidet sich wesentlich von Ortbetonwänden unter Zwangbeanspruchung. Die Fertigschalen zeichnen sich durch beeindruckende Qualität, Wasse-

rundurchlässigkeit und geringe Wassereindringtiefen aus.

Den deutlichsten Unterschied zeigen die Betonzugfestigkeiten beim Betonierbeginn auf der Baustelle: Die Ortbetonwand weist anfangs überhaupt keine Zugfestigkeit auf, also 0 MN/m², die Doppelwand wartet jedoch mit mindestens 1 MN/m² auf – d.h. bereits nach einem Tag 90% vom Normwert. Das Bauteil besitzt damit großflächig einen sehr hohen Feuchteschutz. Durch Faserbeton kann dieser Schutz weiter verstärkt werden – zudem besteht keine Trennrissgefahr wie beim Ortbeton.

In einer Studie der Syspro-Gruppe wurde die Rissbildung aus Zwangbeanspruchung in Abhängigkeit von Zementart, Zementgehalt, Betonzusammensetzung, Frischbetontemperatur, Bauteilgeometrie und Herstellungsbedingungen systematisch untersucht, und zwar für Wandlängen bis zu 12 m und Wanddicken bis zu 40 cm. Wesentliche Ergebnisse

1. Der Ortbetonkern kann wegen der Schutzfunktion der Schalen weitgehend zwangfrei und daher schonend, d.h. praktisch ohne Rissbildung erhärten.

2. Das Erhärten des Kerns führt zu keinerlei Rissbildungen in den Schalen; es entsteht vielmehr eine Selbstvorspannung derselben.

Die im Kern der Doppelwand entstehende Beanspruchung aus Hydratationszwang

ist Entsprechend der Temperatur wesentlich kleiner als in einer konventionellen Ortbetonwand. Für Ortbeton ist eine Temperaturlast von etwa 15 °C anzusetzen ist, was den in der Literatur angegebenen Erfahrungswerten entspricht; die Belastung der Doppelwand beträgt nur ein Drittel dessen.

Eine weitere Sicherheitsreserve des Doppelwandensystems ergibt sich aus der Selbstvorspannung der Fertigschalen, die aus dem Abkühlen des Kerns nach dem Abbinden infolge der Verbundwirkung entsteht. Nach Abschluss des Abbindevorganges ist immerhin eine Vorspannung von 30% der Mindest-Zugfestigkeit vorhanden.

Die geringe Temperaturbeanspruchung erlaubt größere Wandlängen als im Ortbeton, wo üblicherweise bei Kellern mit Betonierfugen im Abstand von 6 m gearbeitet wird.

Da die möglichen Zwangbeanspruchungen in Doppelwänden nur etwa ein Drittel von Ortbetonwänden betragen, könnte die Wandlänge verdreifacht werden. Praktisch bewährt haben sich Wände bis 12 m Länge bei Wanddicken von 24 cm. Bei 40 cm dicken Wänden ist eine Beschränkung auf 9 m Wandlänge erforderlich.

Ermittlung der optimalen Fugendichtung

Das Know-how für die Fugenausführung mit Doppelwänden hat sich aus den langjährigen Erfahrungen mit Weißen Wannen aus Ortbeton entwickelt. Aufgrund der einfachen und sicheren Handhabung bewährt sich die traditionelle Abdichtung mit Fugenablechen im Kern seit Jahrzehnten im Ortbeton wie auch bei der Doppelwand mit gleicher Dicht-Qualität. Dieser Dichtung wird die größte Wasserdrukbeanspruchung zugestanden. Jedoch bleibt die Fuge, wie Versuche zeigen, anfänglich nicht ganz dicht.

Weniger sicher oder sogar mangelhaft – aus baupraktischer Sicht – können sich im Hinblick auf die 24 cm-Doppelwand folgende Verfahren erweisen:



Der Druckversuch zeigt die drastischen Unterschiede im Verformungsverhalten: Links Normalbeton, rechts mit feinen Kunststofffasern modifizierter Beton, wie er für Syspro-Doppelwandelemente verwendet wird.

Bauwerksabdichtung

a) Schwindrohr:

Der benötigte große Kernbeton-Zwischenraum von mindestens 5 cm ist oft nicht vorhanden.

b) Injektionsschläuche:

Der Einbau kann oft nicht dicht genug auf der Betonfläche der Horizontalfuge erfolgen. Bei Vertikalfugen mit Hohlkammern ist die Breite der Fuge in Form einer Sollrissstelle zu klein.

c) Quellbänder:

Laut Merkblatt des Deutschen Beton-Vereins sind Quellbänder für Wasser-Wechselzonen nicht immer geeignet.

d) Außenliegendes Fugenband:

Hier fehlt oft die für eine zielsichere Aufnahme der möglichen Zwangrisse erforderliche Sollrisschiene.

Eine Weiterentwicklung des Standardbleches stellt die beschichtete, im Kern liegende Fugendichtung Pentaflex dar. Untersuchungen, die zu einem bauaufsichtlichen Prüfzeugnis führten, haben an Kleinkörpern bis 4 bar und Trennrissen unter 0,2 mm eine gute Dichtfunktion gezeigt. Das System hat sich seit 1995 im Ortbeton und Doppelwänden bewährt.

Bauteilversuche mit Dichtungssystemen

Weder für das Standardblech und auch nicht für Pentaflex lagen Aussagen über die Dichtfunktion im Bauteil, d.h. unter praktischen Herstellbedingungen und unter Zugbeanspruchung vor. Bauteilversuche sollten die Grenzen der Systeme für 24 cm dicke Doppelwände aufzeigen.

Wesentlich für die Funktion der Dichtung ist das "zielsichere Einstellen" der Risse im Fugenbereich.

Die Bauteilversuche der Syspro-Gruppe haben gezeigt, dass die Breite eines unbeschichteten Bleches mindestens 25 cm betragen sollte, wobei eine mindestens 30prozentige Schwächung der Fuge in Form einer Sollrissstelle erforderlich ist.

Das System Pentaflex ist bereits mit einer integrierten Sollrisschiene ausgerüstet. Aufgrund der Beschichtung des Pentaflex-Bleches bleibt sogar bei größeren Rissweiten ein Verbund mit dem umgebenden Beton bestehen. Es ist eine sehr hohe Dichtheit des Gesamtsystems, bestehend aus Doppelwand und Pentaflex, zu erwarten.

Im Einzelnen ergaben sich aus den Versuchen folgende Ergebnisse:

1. Kein Fugenblech:

Fertigplatten glatt bis rüttelrau, ohne zusätzliche Aufrauung. Bei einer Trennrissweite $w = 0,2$ mm war das System bis $h_w = 2,0$ m Wassersäule dicht.

2. Standardblech:

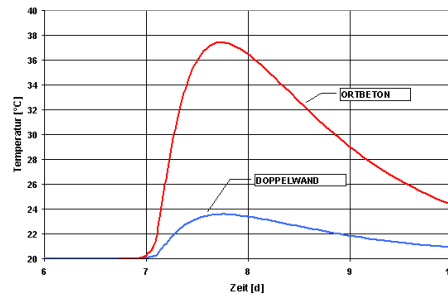
a) Fertigplatten mit zusätzlicher Aufrauung $w = 0,14$ mm: 0,5 l/h bei $h_w = 6,0$ m

$w = 0,30$ mm: 7 l/h bei $h_w = 6,0$ m

b) Fertigplatten im Fugenbereich sehr glatt (Schalöl). Als zusätzliche Schwächung der Fuge wurde dort ein Gitterträger eingebaut.

$w = 0,11$ mm: 2,4 l/h bei $h_w = 6,0$ m

$w = 0,30$ mm: 12 l/h bei $h_w = 4,0$ m



Die Ortbetonkurve zeigt den Temperaturverlauf in Wandmitte; bei der Doppelwand wurde die Temperatur hingegen in Fertigschalenmitte gemessen. Fazit: Bei Doppelwänden erfährt der junge Beton deutlich geringere Temperaturbeanspruchungen infolge der Hydratation.

Grafik: Syspro

3. Pentaflex, Fertigplatten glatt bis rüttelrau, ohne zusätzliche Aufrauung

a) Baustellenbedingungen für Betonieren des Kerns (Schwindrisse): Bei Trennrissweite $w = 0,80$ mm war das System bis $h_w = 10$ m dicht.

b) Fertigplatten ohne zusätzliche Aufrauung, Kernbeton kein WU, sondern Fließbeton: Bei Trennrissweite $w = 0,15$ mm war das System bis $h_w = 6$ m dicht.

Fazit

Bei 24 cm dicken Doppelwänden mit Standardfugenblechen entsprechen die Dichtigkeiten denen von 30 cm dicken Ortbetonwänden mit rissbreitenbeschränkender Bewehrung.

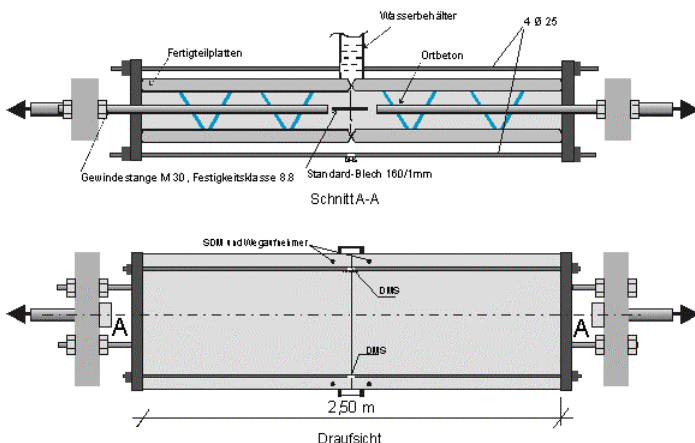
Mit der Fugendichtung Pentaflex ergab sich eine deutliche bessere Dichtfunktion.

Selbst bei 10 m Wassersäule und Trennrissen von 0,8 mm kann das Bauteil als dicht bezeichnet werden. Auf Grund der positiven Erfahrungen gewährt die Syspro-Qualitätsgemeinschaft 10 Jahre Garantie auf das System aus Syspro-Doppelwand und Pentaflex.

Zur Entwicklung dieses Sicherheitspaket wurden praktische und wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt, die das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert hat. Das umfangreiche Vorhaben mündete in die Anerkennung der Bauweise als eine allgemein anerkannte technische Regel.

Literatur

- Lohmeyer, G.: Schäden an Flachdächern und Wannen aus wasserundurchlässigem Beton. Schadenfreies Bauen. IRB-Verlag, 1996.
- Lohmeyer, G. und Ebeling, K.: Die Dreifachwand im Keller. Beton 11/1997.
- SysproPART – Die Technik zur Wand. Syspro-Handbuch, 11/1997.
- DAfStb Richtlinie "Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton", Entwurf 10/2001.
- Hegger, Kerkeni und Kahmer: Mindestbewehrung von Weißen Wannen aus Doppelwänden. Beton und Stahlbeton, 01/2002.
- Kahmer, H. und Stegink, H.: Zur Syspro-Richtlinie für Doppelwände in Weißen Wannen. 9/2001.
- Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-15.2-118 "Syspro Elementwand". Dt. Institut für Bautechnik, 11/97.
- Steiner, G. et al: Technisches Handbuch Doppelwand. Fa. Katzenberger, Wien, 1998.
- Weber, J.: Zusammenstellung wesentlicher Prinzipien der Weißen Wanne. Lexikon zur VOB. Rewi-Verlag, 1999.
- Kahmer, H.: Faserbeton für Betonfertigteile erfolgreich genutzt. Betonwerk + Fertigteilechnik 08/2001.
- Hegger, J.; Kerkeni, N.: Untersuchung zur die erforderliche Mindestbewehrung infolge Zwangsbeanspruchung aus Hydrationswärme sowie Kriechen und Schwinden bei Syspro-Doppelwänden. Hegger und Partner GbR, 2000.
- Hegger, J.; Kerkeni, N.: Gutachten und Versuchsbericht zur Experimentellen Untersuchung der Wasserundurchlässigkeit von Syspro-Doppelwänden. Hegger und Partner GbR, 2001
- DBV-Merkblatt: Quellfähige Fugeneinlagen. 2/1999.
- Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis P-OGI-III 33.9.6 "Abdichtungssystem für Arbeitsfugen mit dem beidseitig beschichteten Fugenblech, bezeichnet als Pentaflex KB". FMPA Stuttgart, 1999.
- Ing. Büro Küttler, Urban & Partner, GbR: Kostengünstiges Bauen bei Einsatz von Kunststoffbeton in Kellersohlen und -wänden. Köln. 2000.
- Schießl, P.: Risse in Stahlbetonbauteilen. Aachener Bausachverständigentage 1999, Bauverlag.



Bauteilversuche der Syspro-Gruppe zur Weißen Wanne mit Doppelwänden $d = 24$ cm

Grafik: Syspro



Syspro-Gruppe Betonbauteile e.V. • Geschäftsstelle: Hanauer Straße 31 • 63526 Erlensee
Telefon 0700 / 7000-2005 • Telefax 0700 / 7000-2007