

Befestigungen in Flächen beim Umgang mit wassergefährdenden Substanzen, sog. WHG-Flächen – Voraussetzungen und Herausforderungen

Befestigungen auf Anlagen beim Umgang mit wassergefährdenden Substanzen gemäß Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und der Anlagenverordnung (AwSV) rücken immer stärker in den Fokus der Anlagenbetreiber, Anlagenplaner und Sachverständigen. Entsprechend DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMwS)“ sind für diese Anlagen Verbunddübel zu verwenden, deren Eignung gegenüber dem beaufschlagten Medium, z. B. durch Übereinstimmungserklärung des Herstellers, bestätigt wird. Daraus ergeben sich folgende Fragen: Unter welchen Voraussetzungen ist ein Verbunddübel für diesen Einsatz geeignet? Wie kann die Eignung für die Verwendung an Verbunddübeln geprüft werden? Daraus resultierend wurden von Hilti umfangreiche Untersuchungen auf beschichtetem und nicht beschichtetem Beton mit unterschiedlichen Verbunddübeln unter Aufsicht eines akkreditierten Prüfinstituts durchgeführt und durch einen unabhängigen Gutachter bewertet.

1 Allgemeines

Anlagenbetreiber, die mit wassergefährdenden Substanzen umgehen, unterliegen gem. § 5 Abs. 1 WHG [1] der sogenannten Sorgfaltspflicht, um z. B. „...eine nachteilige Veränderung der Gewässerigenschaften zu vermeiden.“ Anlagen für diesen Zweck sind in der Anlagenverordnung zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV [2]) seit 18. April 2017 länderübergreifend geregelt. Derartige Anlagen (im Weiteren „WHG-Anlagen“ genannt) verfügen über ein Zwei-Barrierensystem, um Verunreinigungen der Gewässer durch eventuell auslaufende, wassergefährdende Substanzen zu verhindern. Neben dem Primärschutz, also der sicheren Umschließung solcher Substanzen in der Anlage, werden sekundäre Barrieren in vielen Fällen mittels flüssigkeitsundurchlässigem Beton (FD-Beton) oder durch Verwendung einer entsprechenden Beschichtung auf nicht flüssigkeitsundurchlässigem Beton hergestellt.

Anlagen nach dem Wasserhaushaltsgesetz sind so zu konzipieren, dass sie die Grundsatzanforderungen der Dichtheit, Standfestigkeit und hinreichenden Widerstandsfestigkeit gegen zu erwartende mechanische, thermische und chemische Einflüsse gem. § 17 Abs. 2 und § 18 Abs. 2 AwSV [2] erfüllen und die Dicht- und Tragfunktion während der Dauer der Beanspruchung erhalten bleibt. Die Beanspruchung wird in der technischen Richtlinie BUMwS des DAfStb [3] unter Berücksichtigung der Anforderungen der DWA-A 786 „Ausführung von Dichtflächen“ [4] für derartige Dichtflächen aufgeführt. Die Richtlinien unterscheiden zwischen einmaliger Beaufschlagung (Lagern, Herstellen, Behandeln, Verwenden) und intermittierender Beaufschlagung (Abfüllen, Umladen). Bei einmaliger Beaufschlagung (z. B. im Falle einer Havarie) wird davon ausgegangen, dass eine WHG-Anlage durch eine wassergefährdende Substanz oder ein Gemisch für eine begrenzte Zeit beansprucht wird. Hingegen wird bei intermittierender Beaufschlagung eine gewisse Häufigkeit einer Tropfbelastung angenommen (z. B. durch eine bestimmte Anzahl Abfüllvorgänge pro Jahr), die sich dann in einer äquivalenten Beaufschlagungsdauer für das Testen von Produkten für den Einsatz in WHG-Flächen niederschlägt.

Den vorgenannten Anforderungen entsprechend können Verbunddübel beim Einsatz auf WHG-Anlagen neben mechanischen und thermischen, auch chemischen Einflüssen unterliegen. Dabei dürfen sie ihre Funktion (Tragfähigkeit und Dichtheit) nicht verlieren. Der Einsatz von Verbunddübeln in Beton, Stahlbeton und Spannbeton ist in der DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen – BUMwS“, Ausgabe März 2011 im Teil 1 unter Abschnitt 7.3.2 festgelegt (Auszug aus [3]):

(1) Für die Befestigungen von Anbauteilen bzw. Verankerungen dürfen Verbunddübel, Ankerschienen bzw. Kopfbolzen mit allgemeiner bauaufsichtlicher bzw. europäischer technischer Zulassung verwendet werden.

Die Befestigungen sind bezogen auf das jeweilige Objekt zu planen. Bei der Verwendung von Verbunddübeln ist die Eignung des Bindemittels gegenüber dem beaufschlagenden Medium sicherzustellen (z. B. über eine Übereinstimmungserklärung des Herstellers). Der Einbau der Befestigungsmittel hat so zu erfolgen, dass die Bohrlochtiefe kleiner der um 50 mm reduzierten Bauteildicke ist.

(2) Einbauteile sind so auszubilden, dass auch in diesen Bereichen die Dichtheitsanforderungen erfüllt werden.

Aus diesen Vorgaben ergeben sich vier Hauptanforderungen:

- Einsatz von Verbunddübeln mit einer allgemein bauaufsichtlichen oder Europäischen Technischen Bewertung (ETA)
- Eignung des Dübels gegenüber dem beaufschlagten Medium, d.h. Beständigkeit
- Eignung des Verbunddübelnsystems im Hinblick auf Dichtheit
- Einbautiefe des Verbunddübels \leq Bauteildicke – 50 mm

Gleichzeitig gibt der DAfStb den Weg vor, wie dieser Nachweis bei dem aktuellen Stand der Vorschriften geführt werden kann. Der Nachweis der Eignung sollte z. B. durch eine Übereinstimmungserklärung des Herstellers auf Basis spezifischer Prüfungen des Verbunddübels für den beabsichtigten Einsatzzweck nachgewiesen werden. Dabei sind die Anforderungen an den Einbau und die Verwendung des Dübels aus der entsprechenden ETA ebenfalls einzuhalten.

Während die bei WHG-Anlagen zum Einsatz kommenden Bauprodukte (z. B. Beschichtungen, Dichtungen) im Bereich von Lager-, Abfüll-, Umschlagsanlagen (LAU-Anlagen) über eine allgemeine bauaufsichtliche oder Europäische Technische Zulassung/Bewertung verfügen müssen, bestehen aktuell keine verbindlichen Prüfvorschriften für Verankerungen im Bereich von WHG-Flächen, um die Anforderung an Dichtheit und Beständigkeit im Sinne des Wasserhaushaltsgesetzes [1] und der Anlagenverordnung AwSV [2] sicherzustellen. Deshalb wurden von Hilti umfangreiche Prüfungen der Verbunddübelnsysteme Hilti HIT-HY 200-A und Hilti HIT-RE 500 V3 für die Verwendung in LAU-Anlagen in Anlehnung an die im WHG-Bereich typischen Zulassungsgrundsätze (DIBt Medienliste, etc.) und relevanten Richtlinien (DAfStb) in Abstimmung mit einem externen Gutachter durchgeführt. Die Testergebnisse, erzielt unter Beaufsichtigung eines akkreditierten Prüfinstituts, wurden dem DIBt, Referat II 7, vorgelegt und diskutiert.

Bei nachgewiesener Eignung, d.h. gegebener Dichtigkeit und Beständigkeit gegenüber den einwirkenden Chemikalien während der relevanten Einwirkungsdauer der Anlage, können nun Anlagenbetreiber, Anlagenplaner und Sachverständige das ent-



Bild 1 Regalbefestigung in einem Lager für wassergefährdende Substanzen



Bild 3 Befestigung von Befüllvorrichtungen auf Umschlagsflächen

standene Gutachten [8] als Übereinstimmungserklärung im Sinne der DAfSTB-Richtlinie verwenden, um die wasserrechtliche Eignungsfeststellung zu erlangen.

2 Typische Anwendungen

Der Gesetzgeber unterscheidet nach Gefährdungssituation und der Art der geforderten Nachweisführung prinzipiell unterschiedliche Anlagentypen, die die typischen Anwendungsfälle abbilden:

LAU-Anlagen: Lagern – Abfüllen – Umschlagen

- „Lagern“ („L“) ist das Vorhalten von wassergefährdenden Stoffen zur weiteren Nutzung, Abgabe oder Entsorgung. (Bild 1)
- „Abfüllen“ ist das Befüllen von Behältern oder Verpackungen mit wassergefährdenden Stoffen. (Bild 2)
- „Umschlagen“ ist das Umladen von wassergefährdenden Stoffen in Behältern oder Verpackungen von einem Transportmittel auf ein anderes. (Bild 3 u. 4)

HBV-Anlagen: Herstellen – Behandeln – Verwenden

- „Herstellen“ ist das Erzeugen und Gewinnen von wassergefährdenden Stoffen. (Bild 5)
- „Behandeln“ ist das Einwirken auf wassergefährdende Stoffe, um deren Eigenschaften zu verändern.



Bild 4 Befestigung von Anprallschutz und Absperrvorrichtungen auf Verkehrswegen zur Beförderung von wassergefährdenden Substanzen

- „Verwenden“ ist das Anwenden, Gebrauchen und Verbrauchen von wassergefährdenden Stoffen unter Ausnutzung ihrer Eigenschaften im Bereich der gewerblichen Wirtschaft und im Bereich öffentlicher Einrichtungen. (Bild 6)



Bild 2 Befestigungen von Trenngittern an Abfüllanlagen



Bild 5 Befestigung von Dosier- und Fördereinheiten an Reaktoren

3 Herausforderungen

Grundsätzlich stellt sich für die Befestigungstechnik die Frage, ob die Eignung des eingesetzten Bindemittels gegen das angrei-



Bild 6 Befestigungen auf Flächen, die regelmäßig mit wassergefährdenden Stoffen gereinigt werden

fende Medium gegeben ist. Der Widerstand eines Verbunddübels wird durch alle Bestandteile, die den kompletten Befestigungspunkt ausmachen, bestimmt:

1. die Eigenschaften des Untergrundes, in dem die Befestigung installiert wird,
2. das Anschlusselement (z. B. Gewindestange), das in den Untergrund eingebunden wird und
3. der eingesetzte Verbundmörtel.

Aus der Literatur ist beispielsweise bekannt, dass durchfeuchter Beton gegenüber trockenem Beton eine geringere Druckfestigkeit aufweist [5], [6], [7]. Die Betondruckfestigkeit beeinflusst die Betonausbruchlast des Dübels (Betonversagen). Weiter steigt bei den meisten Verbunddübelssystemen der Widerstand für die Versagensart „Kombinierter Betonausbruch und Herausziehen“ mit der Betonfestigkeit an. Wird das falsche Material für das Befestigungselement ausgewählt, hat dies eklatante Folgen auf das Tragverhalten, wenn z. B. eine ungenügende Beständigkeit des gewählten Stahlzugelementes gegenüber Säureangriff vorliegt (z. B. verzinkter anstatt resistenter, rostfreier Stahl bei Schwefelsäureeinwirkung). Zentral ist im Kontext WHG jedoch die Interaktion von Untergrund, Verbundmörtel und Stahlzugelement, d. h. das Verhalten an den jeweiligen Grenzflächen. Deshalb muss für die Untersuchung der Dichtigkeit und Beständigkeit der komplette Befestigungspunkt als Kombination aus Befestigungselement, Verbundmörtel und Untergrund herangezogen werden. Die im Gutachten beschriebenen Ergebnisse basieren auf Systemprüfungen aus der Hilti Produktfamilie. Zugelemente wie z. B. Ankerstangen Dritter können zwar dieselben Materialkennwerte haben, die Testergebnisse sind jedoch aufgrund der nicht getesteten Oberflächenbeschaffenheit (Beschichtung mit Korrosionsschutzwachsen o. ä.) nicht übertragbar.

Eine weitere offene Frage ist die Nachwirkung der im Falle einer Havarie im Untergrund verbleibenden, wassergefährdenden Substanz bis zur Instandsetzung des Befestigungspunktes. Wirkt eine derartige Substanz negativ auf die Beständigkeit und damit auf das Tragverhalten des Befestigungspunktes, so können Zusatzmaßnahmen im Falle einer Havarie notwendig werden, um ein mechanisches Versagen bis zur Renovierung zu verhindern.

Sekundärbarrieren auf WHG-Flächen werden mit flüssigkeitsundurchlässigen Materialien wie FD-Beton oder WHG-Kunstharz-

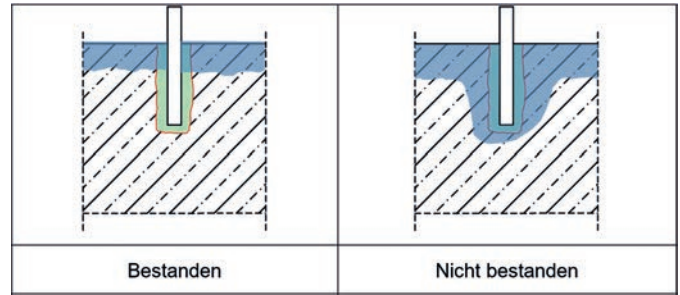


Bild 7 Auszug aus Gutachten von Prof. Dr. J. Reymendt [8]: Auswertungskriterien zum Nachweis der Dichtheit gegenüber dem Eindringen wassergefährdender Medien

beschichtung ausgeführt (s. Abschnitt 1). Auf diesen Flächen werden Befestigungen üblicherweise dann notwendig, wenn die Genauigkeitsanforderungen aus dem Anlagenbau durch den Betonbau nicht abgebildet werden können, die Lage von Anlagenteilen beim Betonieren noch nicht bekannt ist oder Umnutzungen notwendig werden. Speziell für beschichtete Flächen ergibt sich hierdurch ein erheblicher Aufwand, da eine Beschädigung solcher Dichtflächen grundsätzlich zum Erlöschen der Betriebserlaubnis führt, falls keine Zusatzmaßnahmen getroffen werden. Eine nachträgliche Versiegelung solcher Beschädigungen ist oft nur begrenzt möglich und in der Regel mit erheblichem Aufwand (Verguss, Ausbilden von Hohlkehlen, Beschichtung inkl. Fugen) verbunden und erfordert im Betrieb erhöhte Kosten für Inspektion und Instandhaltung. Aus diesem Grund wurde die nachträgliche Abdichtung mittels eines Verbunddübels ebenfalls in diesem Versuchsprogramm überprüft.

4 Ergebnisse

Zur Erfüllung der Anforderungen der anerkannten technischen Richtlinien muss sowohl die Dichtheit, als auch Beständigkeit gegenüber dem einwirkenden Medium nachgewiesen werden.

Im Rahmen der Tests zur Dichtheit wird geprüft, ob der Dübel in der Betondichtfläche eine Schwachstelle darstellt (Bild 7). Die Prüfzeiträume richten sich nach der DWA Richtlinie [4] für AU- und LHBV-Anlagen. Eine einmalige Beaufschlagung umfasst im Rahmen dieser Prüfungen einen Zeitraum bis zu 72 h (mittlere Beanspruchungsstufe) und eine intermittierende Beaufschlagung bis zu 200 h (hohe Beanspruchungsstufe). Die Nachwirkung der in den Beton eingedrungenen Medien wurde nach einer Beaufschlagungsdauer von 200 h über 30 d und 90 d geprüft. Da wassergefährdende Substanzen auch mit höheren Temperaturen gehandhabt werden, wurden auch diese Bedingungen ergänzend überprüft. Die einzelnen Beaufschlagungen erfolgten mit sämtlichen Medien aus der DIBt Medienliste [9] und weiteren Substanzen, wie sie aus den nun verfügbaren Kurzugutachten [8, 10] ersichtlich sind.

Für nicht beschichtete Flächen stellt sich das Versuchsprogramm wie folgt dar:

- Dichtheit: Eindringprüfung bei Raumtemperatur (RT)
- Beständigkeit: Tragverhalten bei RT
- Dichtheit: Eindringprüfung bei Beaufschlagung 72 °C
- Beständigkeit: Tragverhalten Nachwirkung von 30 d + 90 d

Darüber hinaus wurden für die Bewertung der abdichtenden Wirkung des eingesetzten Verbundmörtels im identischen Beton

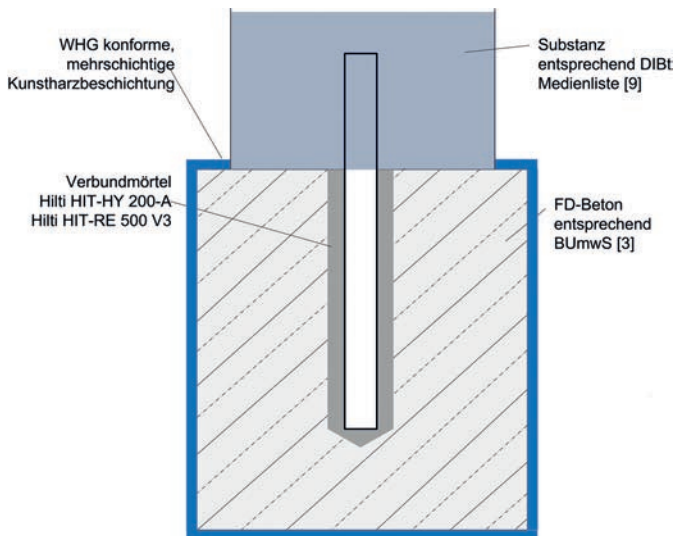


Bild 8 Prüfaufbau nicht beschichteter Beton

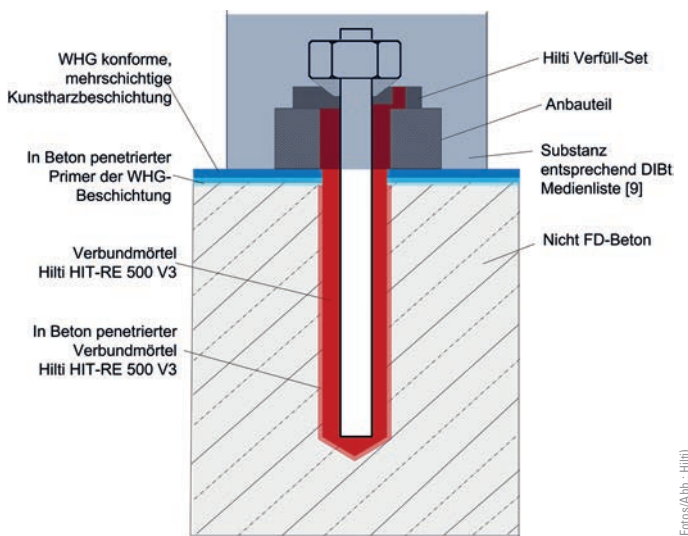


Bild 9 Prüfaufbau beschichteter Beton

(Fotos/Abb.: Hilti)

eingegossene Hilti Gewindestangen als Referenz gegengeprüft (Systemprüfung).

Die Prüfung sowohl der Dichtheit als auch der Beständigkeit der Befestigungen erfolgte in kunstharzummantelten Betonzylindern gemäß BUMWS [3]. Auf der Oberseite der Betonzylinder wurde der Verbunddübel installiert und mit dem zu prüfenden Medium beaufschlagt (siehe Bild 8).

Der Nachweis der Beständigkeit gegen das einwirkende Medium erfolgte im Vergleich zu Referenzprüfungen an Luft und unter Wasserlagerung.

Für beschichtete Flächen wurde die Dichtheit zur WHG-konformen Beschichtung (siehe Bild 9) hin geprüft. Die Dichtheitsanforderungen gelten als bestanden, solange die Barriere vom einwirkenden Medium an keiner Stelle überwunden wird. Die Prüfung der Beständigkeit gegen das einwirkende Medium ist dann nicht notwendig, da eine erfüllte Dichtheitsanforderung ein Eindringen und damit ein Einwirken auf den Verbunddübel im lastrelevanten Bereich ausschließt.

5 Fazit

Die erlaubte Beanspruchungsart und -stufe der geprüften Medien für die Verwendung von Hilti HIT Verbunddübeln auf beschichteten und nicht beschichteten WHG-Flächen sind in [10] bzw. [8] zusammengestellt. Diese Gutachten können als Übereinstimmungserklärung für den Nachweis der Beständigkeit verwendet werden und ermöglichen damit eine zuverlässige Nutzung von Hilti HIT Verbunddübeln auf WHG-Flächen unter den entsprechenden Bedingungen.

Literatur:

- [1] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz WHG) vom 31. Juli 2009 mit Änderung vom 11. August 2010.
- [2] Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AWSV) vom 18. April 2017, Bonn, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I NR.22.

- [3] DAFSTB-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMWS)“, Fassung März 2011, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. – DAFSTB; Berlin 2011.
- [4] Arbeitsblatt DWA-A 786, Technische Regel Wassergefährdender Stoffe (TRWS), Ausführung von Dichtflächen, Oktober 2005.
- [5] Graf. 0.: Die Eigenschaften des Betons. 2. Auflage, neu bearbeitet von W. Albrecht und H. Schäffler; Springer-Verlag, Berlin/Göllingen/Heidelberg 1960.
- [6] Graf. 0., und K. Walz: Vergleichende Prüfungen von Straßenbauzementen in der Versuchsanstalt und in der Straße. Zement 28 (1939) H. 29 BIS H. 33.
- [7] Dahms, J.: Einfluss der Eigenfeuchtigkeit auf die Druckfestigkeit des Betons; 6. FIP-Kongress, Prag 1970. in: BETON 20 (1970) 7, S. 309 – 310.
- [8] Reymendt, J.: Gutachterliche Stellungnahme zur Dichtheit und Beständigkeit des Injektionssystems HILTI HIT-HY 200-A bei der Verwendung in Anlagen beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (WHG-Anlagen); ISG – Gesellschaft für Ingenieurbau und Systementwicklung MBH, Darmstadt 20.12.2017.
- [9] Medienlisten für Abdichtungsmittel und Dichtkonstruktionen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe, Stand: Januar 2016, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin 2016.
- [10] Reymendt, J.: Gutachterliche Stellungnahme zur Dichtheit und Beständigkeit des Injektionssystems HILTI HIT-RE 500 V3 bei der Verwendung in Anlagen beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (WHG-Anlagen); ISG – Gesellschaft für Ingenieurbau und Systementwicklung MBH, Darmstadt 20.12.2017.

*Dr.-Ing. Oliver Geibig (Hilti Deutschland AG),
Sascha Dierker (Hilti Entwicklungsgesellschaft mbH),
Dipl.-Ing. Lutz Fenrich (Hilti Deutschland AG)*

www.hilti.de