

**Gutachtliche Stellungnahme  
zur Dichtheit und Beständigkeit  
des Injektionssystems Hilti HIT-RE 500 V3  
bei der Verwendung in Anlagen beim  
Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (WHG-Anlagen)**

**BETREFF:** Prüfung der Medienbeständigkeit, der Eindringtiefe  
und der Tragfähigkeit für das Mörtelsystem  
Hilti HIT-RE 500 V3 in einem beschichteten Beton  
für Mediengruppen des DIBt

**AUFTRAGGEBER:** Hilti Entwicklungsgesellschaft mbH  
Ansprechpartner: Herr Sascha Dierker  
Hiltistraße 6  
86916 Kaufering

**GUTACHTER:** Prof. Dr.-Ing. Jörg Reymendt

**PROJEKTNUMMER:** 121415-5

**DATUM** 20.12.2017

**INDEX** 0

**UMFANG DER STELLUNGNAHME:** 16 Seiten

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	3
2	Unterlagen .....	5
3	Allgemeines .....	6
4	Prüfgrundsätze.....	7
4.1	Allgemeines .....	7
4.2	Mediengruppen.....	9
4.3	Prüfkriterien .....	9
4.4	Auswertungskriterien .....	10
4.4.1	Eindringversuche und Dichtheit .....	10
4.4.2	Auszugversuche und Beständigkeit .....	10
5	Prüfprogramm .....	11
5.1	Probekörper .....	11
5.2	Prüfung der Eindringtiefen .....	12
5.3	Prüfung des Tragverhaltens nach Beaufschlagung.....	12
6	Auswertung der Versuchsergebnisse .....	13
7	Empfehlungen für die Bemessung und Ausführung .....	14

## 1 Einleitung

Hilti vertreibt das Injektionssystem „Hilti HIT-RE 500 V3“ für Verankerungen sowie die Herstellung nachträglicher Bewehrungsanschlüsse in Beton. Die Entwicklung und Herstellung dieses Injektionssystems liegt in den Händen von Hilti. Die Injektionssysteme bestehen aus einem Foliengebinde mit den beiden Komponenten des Injektionsmörtels und einem Stahlelement. Die Hilti HIT Injektionssysteme werden zur Verankerung von Stahlstützen, Stahlträgern, Treppen, Geländern, etc. sowie zur Verankerung sekundärer Stahlkonstruktionen, Sicherheitsbarrieren, Geländer und Feuerleitern verwendet. Für die unterschiedlichen Anwendungsgebiete verfügt „Hilti HIT-RE 500 V3“ über verschiedene Europäische Technische Bewertungen (European Technical Assessment – ETA) und Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) [U1].

Für die Montage von Verbundankern mit HIT-RE 500 V3 fordern [U1] geschulte Dübelmonteure. Welche Kompetenzen mitzubringen sind, ist in [U4] spezifiziert.

Regelungen zur Montage von nachträglichen Bewehrungsanschlüssen enthalten [U2] und [U3]. Grundlage für dieses Gutachten ist für HIT-RE 500 V3 die Europäische Technische Bewertung ETA-16/0143 vom 12. Juli 2017 [U1].

Das Injektionssystem HIT-RE 500 V3 kommt häufig bei Anlagen beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen gemäß dem Wasserhaushaltsgesetz WHG [U6] sowie der Anlagenverordnung beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen AwSV [U7] zum Einsatz. Diese Anlagen verfügen meist über eine sekundäre Barriere zur Rückhaltung von eventuell austretenden wassergefährdenden Stoffen zum Schutz von Boden und Gewässern. Zur Sicherstellung der Dichtheit der sekundären Barrieren kommen häufig auf Beton aufgebraute Beschichtungssysteme mit unterschiedlichen Zusammensetzungen zum Einsatz. Die Wahl des geeigneten Beschichtungssystems erfolgt dabei über eine Beurteilung der Robustheit gegenüber der mechanischen Einwirkungen sowie der Beständigkeit gegenüber den auftretenden wassergefährdenden Stoffen für den betrachteten Einwirkungszeitraum.

Die bei WHG-Anlagen zum Einsatz kommenden Beschichtungssysteme müssen dabei im Bereich von Lager-, Abfüll- und Umschlaganlagen (LAU-Anlagen) über eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung durch das Deutsche Institut für Bautechnik DIBt bzw. einer Europäisch Technische Bewertung ETA zur Verwendung in LAU-Anlagen verfügen. Durch die Zulassung bzw. ETA für LAU-Anlagen wird anhand von festgelegten Zulassungsgrundsätzen im Rahmen von umfangreichen Versuchsprogrammen die Dichtheit und Beständigkeit der eingesetzten Beschichtungssysteme im Sinne des Wasserhaushaltsgesetz WHG und der Anlagenverordnung AwSV sichergestellt und zertifiziert.

In der Praxis besteht häufig die Notwendigkeit der nachträglichen Herstellung von Verankerungen auf beschichteten Dichtflächen. Die aktuell verfügbaren Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen bzw. ETA für Beschichtungssysteme geben für das nachträgliche Setzen von Verankerungen keine Hinweise, da dabei das Beschichtungssystem beschädigt und somit hinsichtlich der Dichtheit und Beständigkeit unbrauchbar werden würde. Auch das in der Praxis häufig durchgeführte nachträgliche Anarbeiten der Beschichtung an den gesetzten Anker in einem zweiten Arbeitsgang wird weder in den Zulassungen beschrieben, noch zertifiziert und erweist sich aufgrund der Wartezeiten zwischen den Beschichtungsarbeiten am Anker und dem Fixieren des Bauteils als unpraktisch.

Da aktuell keine verbindlichen Prüfvorschriften für Verankerungen in beschichteten WHG Flächen vorliegen, hat die Fa. Hilti umfangreiche Prüfungen mit ihrem Injektionssystem HIT-RE 500 V3 in Kombination mit unterschiedlichen Beschichtungssystemen zur Verwendung in LAU-Anlagen durchgeführt. Das durchgeführte Versuchsprogramm wurde in Anlehnung an die im WHG Bereich typischen Zulassungsgrundsätzen und in Abstimmung mit dem Gutachter durchgeführt. Es handelt sich um die ergänzende WHG Qualifizierung von hinsichtlich der Standsicherheit bereits zugelassenen Verbundverankerungssystemen.

Als Grundlage für die Untersuchungen zum Nachweis der Dichtheit und Beständigkeit gegenüber typischen auftretenden wassergefährdenden Flüssigkeiten diente die veröffentlichte Medienliste des DIBt [U8], die eine einfache Beurteilung und Eingruppierung der Beaufschlagungssituation anhand von chemischen Stoffgruppen (Medienliste) ermöglicht. Damit entspricht die Untersuchung der Dichtheit und Beständigkeit der gleichen Vorgehensweise wie bei der Zertifizierung von Beschichtungssystemen.

Als Sachverständiger gemäß WHG/AwSV wurde ich durch die Fa. Hilti zur Festlegung des erforderlichen Prüfprogramms sowie zur Überwachung der durchgeführten Versuche und Erstellung der vorliegenden gutachtlichen Stellungnahme beauftragt.


## 2 Unterlagen

- [U1] Europäische Technische Bewertung ETA-16/0143 vom 12.07.2017 Injektionssystem Hilti HIT-RE 500 V3 - Verbunddübel mit Gewindestange, Betonstahl, Innengewindehülse und Hilti Zuganker HZA zur Verankerung in Beton, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Marne-la-Vallée Cedex
- [U2] Europäische Technische Bewertung ETA-16/0142 vom 07.11.2017 Injektionssystem Hilti HIT-RE 500 V3 für Bewehrungsanschlüsse – Nachträglich eingemörtelte Bewehrungsanschlüsse Durchmesser 8 bis 40 mit Injektionsmörtel Hilti HIT-RE 500 V3, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, Marne-la-Vallée Cedex
- [U3] Z-21.8-2064 vom 05. Juli 2016: Bewehrungsanschluss mit Injektionsmörtel Hilti HIT-RE 500 V3. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin
- [U4] Hinweise für die Montage von Dübelverankerungen. Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin, Oktober 2010
- [U5] Bedienungsanleitung HIT-RE 500 V3 (414576-V04-03.2017)
- [U6] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz WHG) vom 31. Juli 2009 mit Änderung vom 11. August 2010
- [U7] Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) vom 18. April 2017, Bonn, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017 Teil I Nr.22
- [U8] Medienlisten für Abdichtungsmittel und Dichtkonstruktionen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe, Stand: Januar 2016, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin 2016
- [U9] Arbeitsblatt DWA-A 786, Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS), Ausführung von Dichtflächen, Oktober 2005
- [U10] DAfStb-Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUmWS)“, Fassung März 2011, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. – DAfStb; Berlin 2011
- [U11] Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-59.12-392 vom 01. Februar 2014, „Sikafloor Gewässerschutz-System 390 N“ Beschichtungssystem für Auffangwannen, Auffangräume und Flächen aus Beton in Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Flüssigkeiten, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin 2014
- [U12] Leitlinie für die europäische technische Zulassung für „Metalldübel zur Verankerung in Beton – Teil 5: Verbunddübel“, ETAG 001-05, April 2013
- [U13] Montageprotokoll für HIT-HY-200-A Verankerungen in Beton / WHG Flächen, Hilti Deutschland AG, vom 31.08.2017

### 3 Allgemeines

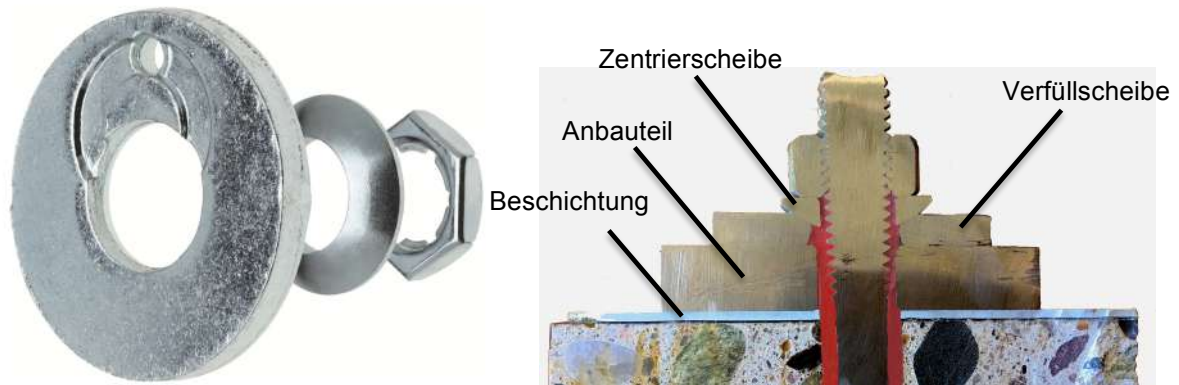
Das Injektionssystem Hilti HIT-RE 500 V3 ist ein Verbunddübel, bestehend aus einem Injektionsmörtel und einem Stahlankerkörper. Der Injektionsmörtel besteht aus einem 2-komponentigem Foliengebilde und setzt sich wie folgt zusammen:

**Tabelle 1** Zusammensetzung des Injektionssystems Hilti HIT-RE 500 V3

	Hilti HIT-RE 500 V3
Komponente A (Bindemittelkomponente)	Epoxidharz
Komponente B (Härterkomponente)	Aminhärter
Abbildung	

Weitere Informationen können der Bedienungsanleitung [U5] entnommen werden.

Die Planung der Verankerung erfolgt grundsätzlich nach der Festlegung der statischen Anforderungen sowie der Wahl des Verankerungssystems. Bei Verbundankersystemen wird entsprechend der Bedienungsanleitung [U5] ein mit Übermaß hergestelltes und gereinigtes Bohrloch zunächst mit dem Injektionsmörtel mittels Auspressgerät gefüllt und anschließend der Ankerkörper in den noch weichen Injektionsmörtel mit der vorgeschriebenen Setztiefe gesetzt. Eine manuelle Reinigung der Bohrlöcher mittels Handausblaspumpe ist dabei nicht zulässig. Vielmehr ist das Bohrloch entweder mit einem Hohlbohrer (TE-CD, TE-YD) zu erstellen oder, bei Verwendung eines Standardbohrers ohne direkte Absaugung, eine Druckluftreinigung im Anschluss durchzuführen [U5]. Beim Setzen des Ankers tritt überschüssiger Injektionsmörtel am Bohrloch seitlich des Ankerkörpers aus, der nach Aushärtung entfernt wird. Nach sorgfältiger Reinigung der beschichteten Oberfläche um den Anker (staubfrei und ölfrei), kann mit der Installation des Anbauteils begonnen werden. Auf den Anker wird nun das Anbauteil mit dem Hilti Verfüll-Set verschraubt. Das Set besteht aus einer Verfüllscheibe (Unterlegscheibe mit Auspressöffnung und Ringspalt), einer Zentrierschraube sowie der Sechskantmutter. Die Zentrierschraube stellt dabei sicher, dass auch geringfügig schräg gesetzte Anker dicht aufliegen. Auf die Auspressöffnung wird in einem zweiten Schritt das Auspressgerät aufgesetzt und der Zwischenraum zwischen Anker und Anbauteil bis in Höhe des Bohrlochs und der Beschichtung dicht verpresst (vgl. Bild 1).



**Bild 1** Verfüll-Set mit Ringspalt (links) und Verfüllte Ankerstange Längsschnitt (Schema rechts)

Die vorliegende Untersuchung wurde in Kombination einer auf Beton aufgetragenen Beschichtung vom Typ „Sikafloor Gewässerschutz-System 390 N“ Beschichtungssystem für Auffangwannen, Auffangräume und Flächen aus Beton in Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Flüssigkeiten, Zulassung Nr. Z-59.12-392 vom 01.Februar 2014 [U11] durchgeführt.

## 4 Prüfgrundsätze

### 4.1 Allgemeines

Aufgrund der fehlenden Zulassung zur Verwendung von Verbunddübel bei Anlagen beim Umgang mit wassergefährdenden Flüssigkeiten hat die Hilti Entwicklungsgesellschaft mbH eigene Prüfungen unter gemeinsamer Entwicklung geeigneter Prüfgrundsätze durchgeführt.

Bei Anlagen beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen wird zwischen

- Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender flüssiger und gasförmiger Stoffe (LAU – Anlagen) und
- Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefährdender flüssiger und gasförmiger Stoffe (HBV-Anlagen)

unterschieden.

In der DWA-A 786 „Ausführung von Dichtflächen“ [U9] werden die möglichen und zulässigen Beanspruchungen von Dichtflächen hinsichtlich möglicher Beaufschlagungen aufgeführt. Dabei wird zunächst zwischen einer einmaligen (**L**agern, **H**erstellen, **B**ehandeln, **V**erwenden) oder intermittierenden (**A**bfüllen und **U**mladen) Beaufschlagung unterschieden.

Eine genauere Einstufung der vorliegenden Anlage beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen kann der DWA-A 786 [U9] in Verbindung der Anforderungen der Anlagenverordnung AwSV [U7] entnommen werden.

Die vorliegenden Untersuchungen für die Dichtheit des Injektionsmörtels wurden in Anlehnung an die Prüfungen des Eindringverhaltens von Medien in Betondichtflächen nach [U10] für die in Tabelle 2 farbige unterlegten Beanspruchungsstufen durchgeführt.

**Tabelle 2** Beanspruchung von Dichtflächen bei einer einmaligen bzw. intermittierenden Beaufschlagung

	Kurzzeichen	Beanspruchungsstufe	Beaufschlagungsdauer	Äquivalente Beaufschlagung	Beispiel
Einmalige Beaufschlagung LHBV-Anlagen (Lagern, Herstellen, Behandeln, Verwenden)	<b>L1</b>	gering	8 h	-	Havariefall, z.B. Tanklager, Produktionsanlage
	<b>L2</b>	mittel	72 h		
	<b>L3</b>	hoch	2200 h		
Intermittierende Beaufschlagung A/U-Anlagen (Abfüllen und Umladen)	<b>AU1</b>	gering	-	8 h	<u>Abfüllen:</u> • bis zu 4mal im Jahr <sup>a)</sup> oder • Spritz- und Tropfmengen werden durch technische Maßnahmen ausgeschlossen <u>Umladen:</u> In Verpackungen, die den gefahrgutrechtlichen Anforderungen genügen oder gleichwertig sind
	<b>AU2</b>	mittel	28 Tage je 5 h	144 h	<u>Abfüllen:</u> • bis zu 200mal im Jahr <sup>a)</sup> oder • öffentliche Tankstelle <u>Umladen:</u> In Verpackungen, die den gefahrgutrechtlichen Anforderungen nicht genügen oder nicht gleichwertig sind
	<b>A3</b>	hoch	40 Tage je 5 h	200 h	Ohne Einschränkung der Abfüllhäufigkeit <sup>a)</sup>

<sup>a)</sup> unter Verwendung gesonderter Auffangeinrichtungen für Tropfmengen

Bei den durchgeführten Prüfungen wurde für die einmalige Beaufschlagung eine Beaufschlagungsdauer von 72 h (3 Tage) und für die intermittierende Beaufschlagung eine äquivalente Beaufschlagungsdauer von 200 h (9 Tage) zugrundgelegt. Dies entspricht bei einer einmaligen Beaufschlagung der Beanspruchungsstufe bis zu „L2“, bzw. bei einer intermittierenden Beaufschlagung bis zu „A3/U2“.



## 4.2 Mediengruppen

Grundlage für die Prüfungsdurchführungen ist die veröffentlichte Liste der Mediengruppen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt), siehe [U8]. Die Medienliste setzt sich aus insgesamt 30 Prüfgruppen sowie ergänzenden weiteren Einzelmedien zusammen und dient als Nachweis der Dichtheit und Beständigkeit gegenüber wassergefährdender Flüssigkeiten.

## 4.3 Prüfkriterien

Der Verbundmörtel muss gegenüber wassergefährdenden Medien flüssigkeitsdicht und beständig sein, als auch die zu erwartenden mechanischen Beanspruchungen aufnehmen und abtragen können.

Dazu hat die Hilti Entwicklungsgesellschaft mbH zahlreiche Prüfungen an eigens hergestellten Prüfkörpern in Anlehnung an die DAfStb-Richtlinie BUmWS [U10], Teil 2 und Anhang A mit allen Mediengruppen und den beschriebenen Prüfmedien durchgeführt. Im Folgenden werden die untersuchten Prüfungen aufgeführt.

**Tabelle 3** Übersicht der Prüfungen mit Nachweisziel

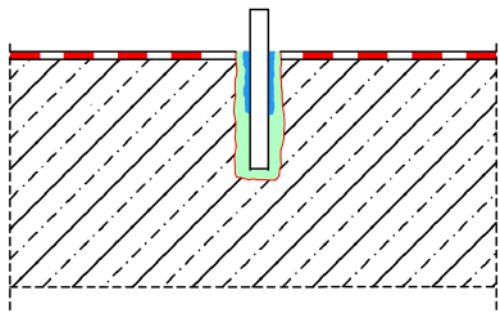
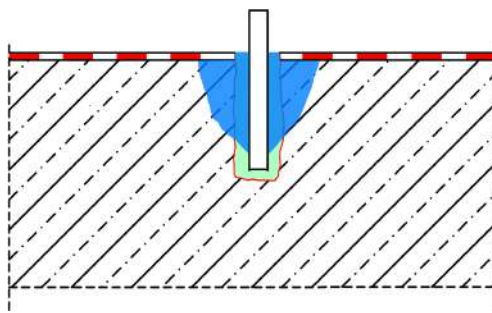
Nr.	Prüfverfahren	Nachweis
1	Eindringtiefe bei Raumtemperatur	Dichtheit
2	Tragverhalten bei Raumtemperatur	Beständigkeit

## 4.4 Auswertungskriterien

### 4.4.1 Eindringversuche und Dichtheit

Die Auswertung, ob eine **ausreichende Dichtheit** des Verbundmörtels gegenüber wassergefährdenden Medien nachgewiesen werden kann, erfolgt unter Analyse des Eindringens der Prüflüssigkeiten mittels Digitalfotos unter Tageslicht bzw. mittels Infrarotkamera unter den Vorgaben der Richtlinie BUmWS [U10]. Der Nachweis der Dichtheit erfolgt gemäß der nachstehenden Tabelle 4:

**Tabelle 4** Auswertungskriterien zum Nachweis der Dichtheit gegenüber dem Eindringen wassergefährdender Medien

Eindringverhalten		
Nachweis der Dichtheit	Bestanden	Nicht bestanden
Beschreibung	Es lässt sich kein Eindringen wassergefährdender Flüssigkeiten in den Beton feststellen. Ein Eindringen erfolgt ausschließlich entlang des Ankers.	Es lässt sich ein Eindringen wassergefährdender Medien in den Beton feststellen.

### 4.4.2 Auszugversuche und Beständigkeit

Der Nachweis der **ausreichenden Beständigkeit** erfolgt unter Durchführung des Auszugversuchs und Auswertung der Traglast des Ankers nach Beaufschlagung im Vergleich zu einem nicht chemisch beaufschlagten Anker als Referenzprüfung. Dabei wurde der nicht chemisch beaufschlagte Anker sowohl nach reiner Luftlagerung, als auch nach einer Wasserlagerung untersucht.

Eine ausreichende Beständigkeit des Ankerkörpers nach Beaufschlagung liegt dann vor, wenn die Traglast gegenüber der mit Wasser beaufschlagten Referenzproben nicht abnimmt. Ein durchfeuchteter Beton ist bei der Traglast des Verbundankers gemäß ETA zulässig. Treten Lastminderungen oberhalb 5 % (typischer Streubereich) gegenüber der Beaufschlagung mit Wasser auf, so hat die statische Traglast offensichtlich aufgrund der Beaufschlagung mit dem Medium abgenommen.

## 5 Prüfprogramm

### 5.1 Probekörper

Bei allen durchgeführten Untersuchungen wurde ein Beton der Festigkeitsklasse C20/25 verwendet. Zur Prüfung des Eindringverhaltens wurden Betonzylinder mit einem Durchmesser von 150 mm hergestellt, auf eine Höhe von 120 mm geschnitten und diese für den Prüfaufbau vorbereitet. Die Prüfung der Eindringtiefe wurde dabei in Anlehnung an die DAfStb-Richtlinie BUMWS, Anhang A, Abschnitt A2 durchgeführt.

Als Beschichtungssystem wurde das auf Epoxidharzbasis hergestellte „**Sikafloor Gewässerschutz-System 390 N**“ verwendet. Das System verfügt über eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung zur Verwendung in LAU-Anlagen [U11] und weist folgenden Beschichtungsaufbau auf:

- Grundierung: Sikafloor 156
- Deckschicht: Sikafloor-390 N

An allen Probekörpern wurde mittig eine **hochfeste Ankerstange der Festigkeitsklasse 12.9 M12 x 110** im Verbundmörtel **HIT-RE 500 V3** gemäß ETA gesetzt. Anschließend wurde ein **Anbauteil**  $\varnothing = 60$  mm,  $h = 10$  bzw. 20 mm und das **Hilti Verfüll-Set**, bestehend aus Dichtscheibe, Kalotte und Mutter auf dem Anker montiert und mit den Injektionssystemen **HIT-RE 500 V3** verfüllt.

Vor Setzen der Anker wurde bei Verwendung des Verbundmörtels **HIT-RE 500 V3** zur Vermeidung eines Verklebens des Verbundmörtels mit der Beschichtung ein 5 cm breiter Klebestreifen über der geplanten Bohrung aufgebracht und die Bohrstelle gekennzeichnet. Der Klebestreifen verhindert ein Anhaften des überschüssigen Verbundmörtels beim Setzen der Ankerstange mit der Beschichtung. Er ist vor dem Anbringen des Anbauteils mit dem überschüssigen Verbundmörtel zu entfernen.

Die Traglast der Ankerstange selbst liegt dabei oberhalb der Traglast der Verankerung. Ein Auszugversuch sollte also generell zum Verbundversagen der Verankerung im Beton führen.

Die Herstellung der Probekörper sowie die Durchführung der Prüfungen wurden unter ständiger Überwachung der KIWA GmbH, Bautest, Augsburg durchgeführt und dokumentiert.

## 5.2 Prüfung der Eindringtiefen

Zum **Nachweis der Dichtheit** der Verbundsysteme wurde das Eindringverhalten gegenüber wassergefährdender Medien durch eine zeitliche Beaufschlagung untersucht. Die Prüfung erfolgt gemäß nachstehender Tabelle 5 unter Berücksichtigung folgender Parameter.

**Tabelle 5** Prüfprogramm zur Untersuchung des Eindringverhaltens

Prüfflüssigkeit	Beaufschlagungs- temperatur	Beaufschlagungs- dauer	Anzahl Probekörper
DIBt-Liste, gem. [U8]	20°C (Raumtemperatur)	3 Tage	3 je Medium
		9 Tage	3 je Medium

## 5.3 Prüfung des Tragverhaltens nach Beaufschlagung

Zum **Nachweis der Beständigkeit** des Verbundankers wurde nur bei den Medien wo ein Eindringen entlang der Ankerstange feststellbar war nach durchgeführter Beaufschlagung das Tragverhalten des Verbundankers durch einen Auszugsversuch mit enger Abstützung geprüft. Dafür wurde zur Referenz wiederum die Prüfung an Luft und Wasser durchgeführt.

Die Traglast der Verankerung bis zum Verbundversagen wurde dabei zunächst unmittelbar nach drei Tagen Beaufschlagung ermittelt. Um eine Aussage über eine zeitlich verzögerte Veränderung des Verbundtragerhalten durch die eingedrungene Flüssigkeit zu erhalten, wurden nach der Beaufschlagung weitere Proben für 30 und 90 Tage trocken gelagert und danach ein Auszugsversuch mit Traglastermittlung auf Verbundversagen durchgeführt.

**Tabelle 6** Prüfprogramm zur Prüfung des Tragverhaltens

Prüfflüssigkeit	Beaufschlagungs- temperatur	Beaufschla- gungsdauer	Auszugsversuch erfolgt nach	Anzahl Probekörper
DIBt-Liste, gem. [U8]	20°C (Raumtempera- tur)	3 Tage	3 Tagen	5 je Medium
		9 Tage	9 Tagen	5 je Medium

## 6 Auswertung der Versuchsergebnisse

Die Versuche wurden nach den Vorgaben der DAfStb-Richtlinie BUmWS [U10] sowie den Prüfgrundlagen ETAG 001, Teil 5 der ETA [U12] geprüft und auf Dichtheit ausgewertet. Die Eindringtiefen der Medien wurden sowohl optisch, als auch mittels Thermographie-Aufnahme am gespaltenen Probekörper nach Beaufschlagung der einzelnen Prüfgruppen festgestellt und dokumentiert.

Die Auswertung der Versuchsergebnisse der Dichtheit ist in Anlage 1 durch die Aufführung der zulässigen Beanspruchungsstufen L/A/U zu den jeweiligen Prüfmedien bei Verwendung des Hilti Verfüll-Set dargestellt.

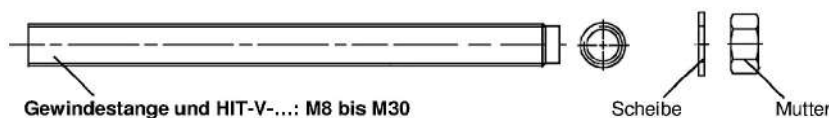
Die Versuchsauswertung zeigt zudem, dass kein Eindringen von Prüfflüssigkeiten entlang der Ankerstange feststellbar war und eine negative Beeinträchtigung in Form einer Traglastabminderung somit nicht vorliegt.

## 7 Empfehlungen für die Bemessung und Ausführung

Nach dem aktuellen Stand der Technik wird eine Abminderung der Tragfähigkeit der Verankerung nach Beaufschlagung mit wassergefährdenden Medien nicht weiter betrachtet, da **kein** Eindringen in den Untergrund festgestellt werden konnte und diese Medien dementsprechend nicht auf das Tragverhalten wirken können (die Beständigkeit der eingesetzten Stahlelemente wurde entsprechend berücksichtigt). Beim Setzen der Anker sind die Anforderungen gemäß der ETA des Ankers sowie des Verbundmörtels zu beachten (z.B. Mindestbauteildicke, Randabstände).

Auf der Basis der Ergebnisse können für die WHG Anwendung folgende Stahlelemente gemäß [U1] verwendet werden:

- Gewindestangen: Hilti HIT-V-5.8, -8.8, HIT-C-5.8, -8.8, HIT-AM M8 - M30 aus galvanisch verzinktem oder feuerverzinkten Stahl; HIT-V-R, HIT-V-HCR, HIT-CR, HIT-AM M8 - M30 aus nichtrostendem Stahl 1.4301, 1.4401, 1.4404, 1.4529



- Innengewindehülsen HIS-N M8-M20 aus galvanisch verzinktem Stahl; Innengewindehülsen HIS-RN M8-M20 aus nichtrostendem Stahl 1.4401, 1.4404



Innengewindehülse: HIS-(R)N M8 bis M20

- Zuganker HZA, HZA-R



Hilti Zuganker: HZA M12 bis M27 und HZA-R M12 bis M24

- Betonstahl B500 B nach DIN 488 (entfettet, ohne Beschichtung)



Betonstahl:  $\phi$  8 bis  $\phi$  32

Die Stahlelemente sind in der für den Einsatz geeigneten Korrosionswiderstandsklasse auszuwählen (HCR 1.4529; A4 1.4401, 1.4404; galvanisch oder feuerverzinkter Stahl).

Um eine ausreichende Montagequalität der Verankerung auch im Bereich von WHG-Anlagen sicherstellen zu können wird eine anwendungsbezogene WHG Schulung der Monteure mit schriftlicher Teilnahmebescheinigung durch den Dübelhersteller empfohlen. In dieser Schulung werden insbesondere WHG-spezifische Anforderungen erläutert, die in der vom DIBt geforderten allgemeinen Monteurschulung entsprechend [U4] nicht enthalten sind. Darüber hinaus ist die Montage auf den entsprechenden Montageprotokollen [U13] zu dokumentieren, die der WHG-Dokumentation des Bauwerks beigelegt werden.

Darmstadt, den 20.12.2017



Prof. Dr.-Ing. Jörg Reymendt  
AwSV-Sachverständiger  
DPÜ-Reg.-Nr. 103

Anlagen: Liste der Flüssigkeiten gegen die der Verbundmörtel HIT RE 500 V3 in einem beschichteten Beton bei Verwendung des Hilti Verfüll-Set flüssigkeitsundurchlässig ist.

**Anlage 1** Liste der Flüssigkeiten gegen die der Verbundmörtel HIT RE 500 V3 im beschichteten Beton bei Verwendung des Hilti Verfüll-Set flüssigkeitsundurchlässig ist

Medien- gruppe Nr.	zulässige Flüssigkeiten für die Anlagenbetriebsarten Lagern (L), Abfüllen (A) und Umladen (U) nach Beanspruchungsstufe gering (1), mittel (2) und hoch (3)	Betriebsart und Stufe
<b>Prüfungen HIT-RE 500 V3 bei Raumtemperatur mit der Beschichtung Sikafloor Gewässerschutz System 390 N (Z-59.12-392)</b>		
1	Ottokraftstoffe nach DIN EN 228 mit einem maximalen (Bio) Ethanolgehalt von 5 Vol.-% nach DIN EN 15376	L2/ A3/ U2
1a	Ottokraftstoffe nach DIN EN 228 mit Zusatz von Biokraftstoffkomponenten nach RL 2009/28/EG bis zu einem Gesamtgehalt von max. 20 Vol.-% (einschl. Gr. 1)	
2	Flugkraftstoffe	
3	Heizöl EL nach DIN 51603-1 ungebrauchte Verbrennungsmotorenöle ungebrauchte Kraftfahrzeug-Getriebeöle Gemische aus gesättigten und aromatischen Kohlenwasserstoffen mit einem Aromatengehalt von max. 20 Vol.-% und einem Flammpunkt > 60 °C	
3b	Dieselkraftstoffe nach DIN EN 590 mit Zusatz von Biodiesel nach DIN EN 14214 bis zu einem Gesamtgehalt von max. 20 Vol.-%	
4	Kohlenwasserstoffe sowie benzolhaltige Gemische mit max. 5 Vol.-% Benzol, außer Kraftstoffe (einschl. Gr. 2, 3, 4b und 4c, außer Gr. 1, 1a, 3b und 4a)	
4a	Benzol und benzolhaltige Gemische	
4b	Rohöle	
4c	gebrauchte Verbrennungsmotorenöle und gebrauchte Kraftfahrzeug-Getriebeöle mit einem Flammpunkt > 60 °C	
14	wässrige Lösungen organischer Tenside	