



DIE MÖGLICHKEITEN UND GRENZEN DER VOR-ORT-BELASTUNGSVERSUCHE VON ANKERINSTALLATIONEN

Nicht mutmaßen, sondern prüfen. Und richtig interpretieren.

In diesem Dokument finden Sie Antworten auf die folgenden Fragen:

- Warum und unter welchen Bedingungen ist eine Vor-Ort-Prüfung von Ankern sinnvoll?
- Wir haben Vor-Ort-Belastungsversuche mit Produkten von Hilti und von anderen Anbietern durchgeführt. Die Ergebnisse sind identisch, warum also gerade Hilti?

ZUSAMMENFASSUNG

Vor-Ort-Prüfungen sind ein wichtiges Element der Inspektion von Verankerungen oder nachinstallierten Bewehrungseisen, falls:

- eine zusätzliche Sicherung der Installationsqualität für notwendig erachtet wird (zerstörungsfreier Belastungsversuch)

oder:

- Widerstandswerte zur Bemessung für einen ähnlichen, aber nicht identischen Untergrund, wie im entsprechenden Zulassungsdokument eines bestimmten Ankertyps angegeben (zerstörender Ausziehversuch oder zerstörungsfreier Belastungsversuch), fehlen.

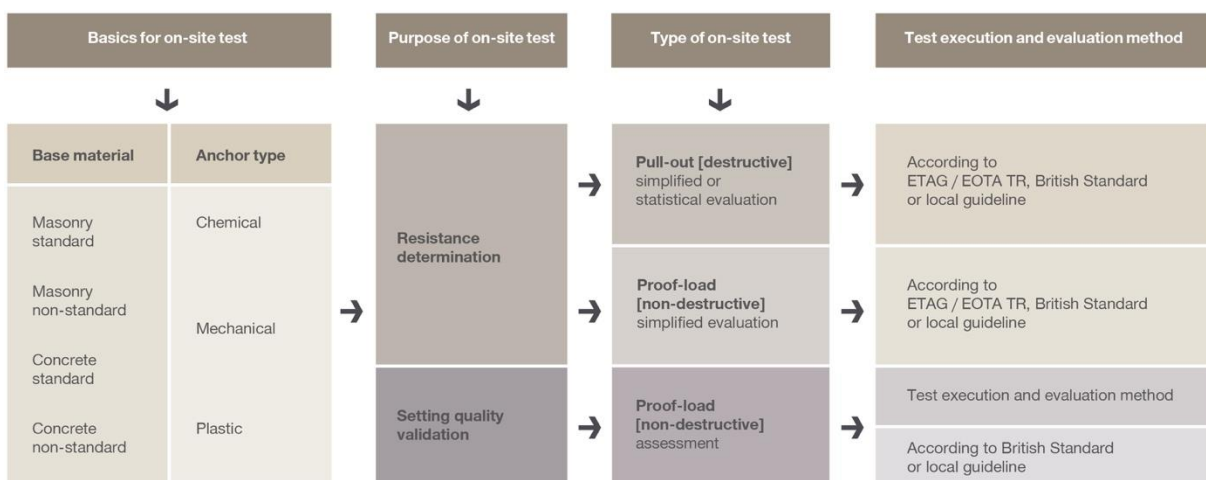




Abb.1 Hilti Rahmen für die Durchführung und Auswertung von Prüfungen basierend auf Untergrund und Ankertyp sowie Zweck und Art der Vor-Ort-Prüfung.

Wenn die Ergebnisse der Vor-Ort-Prüfungen jedoch nicht korrekt interpretiert werden, könnte diese Beurteilung die Stabilität des Bauwerks gefährden, Menschenleben in Gefahr bringen und/oder zu erheblichen wirtschaftlichen Folgen führen.

Die obigen Aussagen werden auf den folgenden Seiten erläutert und begründet.

ALLGEMEINER HINTERGRUND

Für zugelassene Anker und nachinstallierte Bewehrungssysteme von Hilti, die gemäß Montageanleitung des Herstellers und in zugelassenen Untergründen installiert worden sind, ist keine Vor-Ort-Prüfung zur Leistungsbestätigung erforderlich. Im Allgemeinen werden Sie nur drei Situationen begegnen, in denen Vor-Ort-Prüfungen durchgeführt werden sollten:

- (a) Zur **Bestimmung des Bemessungswiderstands** in einem ähnlichen, aber nicht identischen Material, wie in der zugehörigen Zulassung angegeben (zerstörende oder zerstörungsfreie Prüfungen)
- (b) Zur **Validierung der Installationsqualität** der auf der Baustelle verwendeten Anker (zerstörungsfreie Prüfungen)
- (c) Kombination von (a) mit zusätzlichen geometrischen Anforderungen wie Randabständen, Bewehrungsseisen-/Stangendurchmesser usw., die von den in der entsprechenden Zulassung angegebenen Werten abweichen

Ein zerstörungsfreier Belastungsversuch erfolgt durch Anwendung von Zuglasten. Das Lastniveau wird hoch genug gewählt, sodass eine korrekte Installation oder die angestrebten Werte für den Bemessungswiderstand ermittelt werden können, aber nicht so hoch, dass es bei einem korrekt installierten Anker zu Schäden (z. B. in Form von Nachgeben oder dauerhaftem Schlupf) käme. Die Prüflasten sollte lange genug angesetzt werden, um feststellen zu können, dass sich Anker oder Bewehrungsseisen nicht bewegen. Angesichts dieser Zielsetzung sollte klar sein, dass die Prüflast als Prozentsatz der Prüfzuglast des Ankers oder Bewehrungsseisen festgelegt wird, nicht der Bemessungszuglast.

Beachten Sie, dass je nach Verhältnis von Einbettung zu Durchmesser und Stahlsorte der Anker durch diese Belastung Streckgrenzspannungen ausgesetzt sein



kann. Wenn Stähle mit geringerer Streckgrenze verwendet werden, ist zu überprüfen, dass die Prüflast 80 % der nominalen Streckgrenzspannung der Stahl-Ankerkomponenten nicht überschreitet.

Wenn eine Prüflast zur Überprüfung der ordnungsgemäßen Installation verwendet wird, kann das Prüfgerät in der Nähe des Ankers Lastreaktionen aufweisen, jedoch mit ausreichend Spielraum, sodass jede Bewegung sichtbar wäre. Wenn zur Bestimmung der Bemessungswiderstandswerte eine Prüflast verwendet wird, können Prüfgeräte weit entfernt vom Anker zu Lastreaktionen führen, um die Stärke des Untergrunds zu bestimmen. Beachten Sie, dass Hilti einen kompletten Vor-Ort-Prüfservice mit der neuesten Ausrüstung anbietet, einschließlich eines detaillierten Prüfberichts und eines Evaluierungsberichts.

Zerstörende Belastungsversuche werden ebenfalls durch Anwendung von Zuglasten durchgeführt. Das Belastungsniveau wird so hoch gewählt, dass es zu Schäden (z. B. in Form von Nachgeben oder Versagen des Untergrunds) kommt.

Allerdings können Vor-Ort-Prüfungen mit einem oder mehreren Produkten unabhängig vom Grund **nicht durchgeführt werden:**

- (a) Als Ersatz der Zulassungsprüfung zur Beurteilung der Eignung eines Ankers
- (b) Zur Beurteilung des „besseren“ Produkts, indem die Belastungen aus Vor-Ort-Prüfungen von Produkt A mit denen von Produkt B verglichen werden

Obwohl es in Europa keine universelle Norm für die Durchführung von Vor-Ort-Prüfungen gibt, wird diese Art der Beurteilung seit vielen Jahrzehnten als Ergänzung zur Qualitätskontrolle von Ankerinstallationen und zur Bestimmung des Bemessungswiderstands verwendet. Daher hat Hilti die bestehenden nationalen und europäischen Normen eingehend geprüft, um einen konsistenten und globalen Vor-Ort-Prüfservice nach dem neuesten Stand der Technik anbieten zu können.

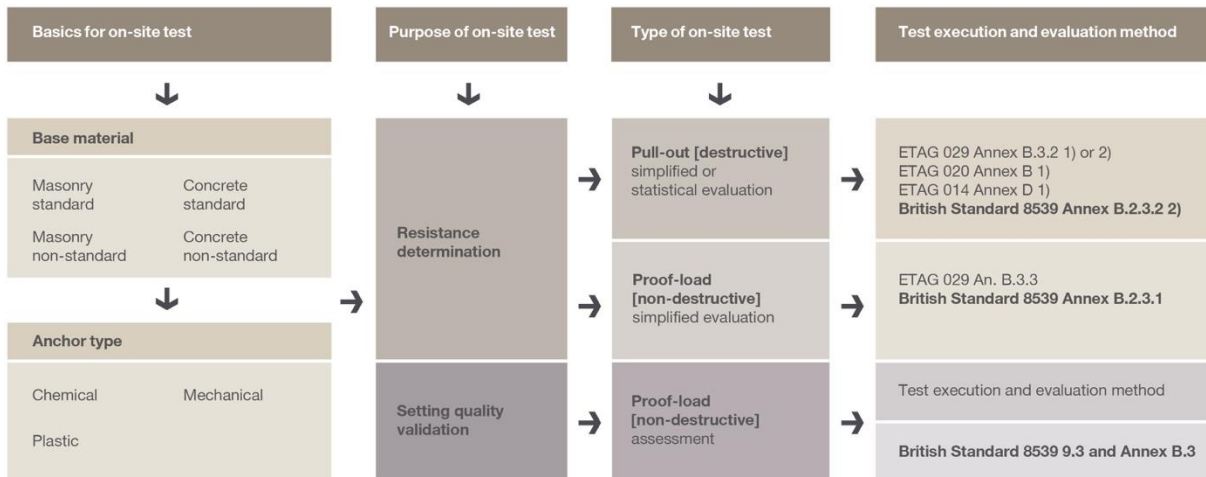


Abb. 2 Vorschlag von Hilti für die Prüfungsdurchführung und Auswertungsmethode basierend auf Untergrund und Ankertyp sowie Zweck und Art der Vor-Ort-Prüfung.

Wie in Abbildung 2 dargestellt, sind die relevanten Prüf- und Bewertungsmethoden:

- (a) **ETAG 029 Anhang B**, Metall-Injektionsdübel zur Verwendung in Mauerwerk, Empfehlungen für Prüfungen, die bei Bauarbeiten durchzuführen sind
- (b) **ETAG 020 Anhang B**, Kunststoffdübel für die Mehrfachverwendung in Beton und Mauerwerk für nichttragende Anwendungen, Empfehlungen für Prüfungen, die bei Bauarbeiten durchzuführen sind
- (c) **ETAG 014 Anhang D**, Kunststoffdübel für die Befestigung externer Wärmedämm-Verbundsysteme mit Putzschicht, Anleitung zu bei den Bauarbeiten durchzuführenden Prüfungen
- (d) **British Standard 8539 9.3 und Anhang B**, Verhaltenskodex für Auswahl und Installation nachträglich eingebauter Anker in Beton und Mauerwerk, Prüfungen zur Überprüfung der Installationsqualität und Prüfsysteme vor Ort

WIE VIELE ANKER / NACHTRÄGLICH INSTALLIERTE BEWEHRUNGSEISEN SOLLTEN GEPRÜFT WERDEN?

Es gibt keine allgemeingültige Regel für den Prozentsatz von Ankern oder Bewehrungseisen, die geprüft werden sollten, und es gibt auch keine statistische Grundlage für die üblicherweise angegebenen Prozentsätze. Daher hat Hilti die



bestehenden nationalen und europäischen Normen erneut geprüft, um eine Anzahl durchzuführender Prüfungen empfehlen zu können.

Die in Abbildung 3 angegebenen Zahlen sind jedoch nur als Anhaltspunkt zu sehen, da die Anforderungen an die Belastungsversuche von Fall zu Fall erheblich variieren können.

Es liegt auf der Hand, dass die Anzahl der Anker, für die Belastungsversuche durchzuführen sind, von Faktoren wie Tragsicherheit oder praktischen Erwägungen sowie dem Grund für die Prüfung abhängt. Bei einem Großauftrag müssen häufig für 2,5 bis 20 % der installierten Anker eines bestimmten Typs und einer bestimmten Größe geprüft werden. Diese Anforderung muss jedoch angepasst werden, wenn beispielsweise nur vier große Anker in einer Grundplatte geprüft werden sollen. In diesem Fall wäre es durchaus angemessen, einen Belastungsversuch für alle vier Anker durchzuführen, besonders wenn die Folgen eines Versagens erheblich wären.

Für besonders redundante und weniger kritische Anwendungen, wie z. B. Bewehrungsanschlüsse für Spritzbetonanwendungen oder Platten auf Gefälleanschlüssen, kann eine Mindeststichprobe von 5 % der Anker für den Belastungsversuch ausreichen. Letztlich sollte der zuständige Ingenieur die Stichprobengröße festlegen.

Während die Techniker von Hilti Ihnen beratend zur Seite stehen, verbleibt die Entscheidung bei Ihrem zuständigen Ingenieur

Purpose	Type	Method	Number of test anchors	Evaluation	Safety concept
Determine resistance	Destructive Pull-out tests to failure	ETAG 029 Annex B.3.2	nTest ≥ 15	Simplified analysis	Partial safety factor
			nTest = 5 to 14	Simplified analysis	
		ETAG 020 Annex B	nTest ≥ 15	Simplified analysis	
		ETAG 014 Annex D	nTest ≥ 15		
	British Standard 8539 Annex B.2.3.2	nTest = 5 to 15 (or more)	Simplified analysis	Global safety factor	
Non-destructive Tests to predefined load	ETAG 029 Annex B.3.3	nTest ≥ 15	Simplified analysis	Partial safety factor	
	British Standard 8539 Annex B.2.3.1	nTest = 5		Global safety factor	
	British Standard 8539 9.3 + Ann. B.3	nTest ≥ 2.5% OR nTest ≥ 5% Min. 3 fastenings	Assessment		
Validate quality					



Abb. 3 Anzahl der durchzuführenden Prüfungen nach Bewertungsmethode, Zweck und Grund (Art)



NUN EINIGE PRAKTISCHE ÜBERLEGUNGEN

Szenario A

(a₁) Für Mauerwerk zugelassene Anker, die in einem nicht genormten Mauerziegel installiert sind

(a₂) Für die Installation in Beton zugelassene Anker oder nachinstallierte Bewehrungseisen, wobei die Festigkeitsklasse des Betons nicht bekannt ist

Handelt es sich hierbei um das richtige Szenario für Vor-Ort-Prüfungen von Hilti?

Die Antwort lautet eindeutig „Ja“.

Warum?

Es sind keine technischen Daten zur Bemessung des Ankers verfügbar oder die technischen Daten für die spezifische Befestigungslösung sind unvollständig. Dies beruht auf der Tatsache, dass – wie oben erwähnt – der Untergrund zwar nicht ausreichend bekannt und nicht angemessen von einer Genehmigung gedeckt ist, aber innerhalb der Kategorie liegt (Ähnlichkeit) und daher mit dem Untergrund der Genehmigung vergleichbar ist.

Warum ist die „Ähnlichkeit“ des Untergrunds so wichtig?

Wir kennen die maßgeblichen Parameter für die Betonausbruchslast für Anker, die in normalgewichtigen Beton oder Mauerwerk installiert sind, sehr gut. Die wichtigsten Parameter für die Betonausbruchslast sind die Setztiefe (h_{ef}) und die Betondruckfestigkeit (f_c). Allerdings gibt es keinen Hinweis darauf, wie sich ein Anker in einem Untergrund wie Eis oder Butter verhält. Selbst wenn uns die Vor-Ort-Prüfungen „Ergebnisse“ liefern würden, könnten wir die Bemessung immer noch nicht durchführen, weil die entscheidenden Parameter für die Bruchlast nicht bekannt sind. Daher sollte der Untergrund dem der Zulassung ähnlich sein.

Notwendige Informationen oder Fragen, die für Szenario A genannt werden sollten:

Ist das Bauteil empfindlich gegenüber möglichen Schäden oder gibt es andere Probleme mit dem architektonischen Erscheinungsbild?

Wenn die Antwort „**Nein**“ lautet, können Schäden aus der Prüfung akzeptiert und zerstörende Vor-Ort-Prüfungen durchgeführt werden, um den Widerstand der Befestigungslösung zu bestimmen.



Es sollte beachtet werden, dass in diesem Fall eine vereinfachte oder statistische Auswertung durchgeführt werden kann. In diesem Fall sind möglicherweise weniger Prüfungen nötig.

Falls die Antwort „**Ja**“ **lautet**, können Schäden durch Prüfungen nicht hingenommen werden. Sie müssen sich auf zerstörungsfreie Vor-Ort-Prüfungen verlassen, um die Widerstandsfähigkeit der Befestigungslösung zu bestimmen. Mehr Prüfungen sind erforderlich, wenn nur eine vereinfachte Auswertung möglich ist.

Erfahrung auf der Baustelle:

Die mechanischen Eigenschaften eines Untergrunds entsprechen nicht immer den Erwartungen – das gilt besonders für Mauerwerk. Einige schwächer aussehende Ziegel liefern möglicherweise die erwarteten Zuglasten, während andere, von denen Sie erwarten würden, dass sie höheren Zuglasten standhalten, möglicherweise nicht den Ansprüchen genügen.

In einem konkreten Fall unterstützte Hilti ein Team auf der Baustelle, das die Kapazität eines Ankers in einer Ziegelwand auf mindestens das Minimum unserer zulässigen Last geschätzt hatte. Zwar war die Schätzung richtig, aber die Konstruktion musste dennoch geändert werden.

Der Injektionsmörtel stellte eine wirksame Verbindung mit dem Ziegel her – dazu keine Anmerkungen. Bei den Vor-Ort-Prüfungen mit der zulässigen Last als unbegrenzte Prüfung (breite Unterstützung) wurde der Ziegel aber direkt aus dem Mauerwerk gezogen. Schuld daran war der Mauermörtel, der wie feinkörniges Pulver aussah. Also entschied sich der Ingenieur, seine Konstruktion nach dieser ernüchternden Demonstration zu überarbeiten.



Szenario B

(b₁) Zugelassenes Anker- oder Bewehrungssystem ist in bekanntem und zugelassenem Untergrund zu installieren. Der Konstrukteur hat die Anforderungen an die Prüflast unter den allgemeinen Anmerkungen zu den Bauzeichnungen eingefügt.

Handelt es sich hierbei um das richtige Szenario für Vor-Ort-Prüfungen von Hilti?

Die Antwort lautet eindeutig „Ja“.

Warum?

Ein Szenario, bei dem Vor-Ort-Prüfungen (Prüflast) in die Bauzeichnung aufgenommen wurden, stellt einen Teil der gesamten Qualitätssicherung dar. Injektionsmörtel (wie z. B. Epoxidmörtel) haben spezielle Anforderungen, um sicherzustellen, dass der Mörtel korrekt gemischt und dosiert wird. Dazu gehört normalerweise die Abgabe einer kleinen Menge des Klebstoffs aus der Mischdüse vor der Injektion in das Loch. Durch die Injektion des Klebstoffs sollen Lufteinschlüsse vermieden werden. Für Langlöcher und horizontal oder über Kopf gebohrte Löcher können Sondergeräte wie Verlängerungsschläuche, Stauzapfen und Endkappen spezifiziert werden, um eine Injektion ohne Lufteinschlüsse zu erreichen. Daher sind geeignete Installationsmethoden erforderlich, damit Betonanker die erwartete Leistung erbringen können.

Dies kann im Allgemeinen auch erreicht werden, wenn:

- (a) Das Personal, das die Anker installiert, qualifiziert und erfahren in der Anwendung des eingesetzten Klebstoffs oder Ankersystems ist (eine solche Schulung kann bei Hilti angefragt werden). Beispielsweise müssen in den USA nachinstallierte Klebstoffe von zertifizierten Installateuren ausgeführt werden, während diese Zertifizierung in Deutschland auf nachinstallierte Bewehrungsanschlüsse beschränkt ist.
- (b) Die Erstinstallation kontinuierlich beobachtet wird, gefolgt von regelmäßigen Inspektionen während der weiteren Installation. Dies geschieht in Europa nur selten.

Daher kann eine zerstörungsfreie Vor-Ort-Prüfung (Prüflast) durchgeführt werden, um die Installationsqualität der eingebauten Befestigungselemente gemäß Abbildung 1 und Abbildung 2 zu validieren.

Notwendige Informationen oder Fragen, die genannt werden sollten:



Was sind die Konsequenzen für den Fall, dass ein Anker den Belastungsversuch nicht besteht? Diese Konsequenzen sollten im Voraus vom verantwortlichen Ingenieur berücksichtigt werden, um das Bauprojekt am Laufen zu halten.



Szenario C

Zunächst einmal gilt: Das folgende Szenario ist nicht für Vor-Ort-Prüfungen geeignet, auch wenn es recht häufig vorkommt.

(c₁) Die Leistung von Ankern oder nachinstallierten Bewehrungen wird für unterschiedliche Produkte auf der Baustelle durch Vor-Ort-Prüfungen verglichen, indem die gemessenen Belastungswerte der einzelnen Produkte miteinander verglichen werden.

Handelt es sich hierbei um das richtige Szenario für Vor-Ort-Prüfungen von Hilti?

Die Antwort ist ein klares „**Nein**“. Falsche Schlussfolgerungen aus den Vor-Ort-Prüfungen könnten die Stabilität des Bauwerks beeinträchtigen, Menschenleben gefährden und/oder erhebliche wirtschaftliche Folgen haben.

Warum?

Hierfür müssen wir ein etwas genauer hinschauen.

Grundsätzlich sollten alle Arten von sicherheitsrelevanten Ankern so ausgelegt sein, dass sie unter Betriebslasten widerstandsfähig und langlebig sind und einen ausreichenden Sicherheitspuffer gegen Versagen bieten. Daher gibt es in der Europäischen Union, den USA und anderen Ländern Zulassungsverfahren, die eine unabhängige Bewertung ermöglichen. Zulassungen basieren auf Prüfungen, welche die **Eignung eines Systems überprüfen** und die **zulässigen Betriebsbedingungen bestimmen sollen**.

Eignungsprüfungen dienen dazu, die Wirksamkeit des Ankers unter ungünstigen Anwendungsbedingungen nachzuweisen. Diese Prüfungen werden im Allgemeinen in Beton mit einer Festigkeit am unteren und oberen Ende des üblichen Anwendungsbereichs durchgeführt. Je nach Verwendungszweck des Ankers können Versuche an gerissenen und ungerissenen Betonproben durchgeführt werden. Die Auswirkungen von Installationsabweichungen werden geprüft, soweit sie relevant sind. Die untersuchten und in den Genehmigungsdokumenten behandelten Faktoren umfassen unter anderem:

- Extremtoleranzen für Bohrer
- Unterschiedliche Technik und Aufwand zur Reinigung des Bohrlochs
- Unterschiedliche Dübelspreizungen
- Nähe des Ankers zu Bewehrungseisen

- Schwankungen von Feuchtigkeitsgehalt und Temperatur im Beton
- Aggressive/reaktive Substanzen

Diese Versuche können den Einfluss von Dauer- und Wiederholungsbelastungen berücksichtigen, die sowohl auf die Verankerung selbst als auch auf das Bauteil einwirken, in das der Anker gesetzt wird. Eignungsprüfungen berücksichtigen auch Umstände, die bei der Installation des Ankers und während der Nutzungsdauer auftreten können. Zusammenfassend können wir sagen, dass ein für diese Umstände empfindliches Produkt bei einer Vor-Ort-Prüfung vergleichbare Prüflasten aufweisen kann wie ein nicht empfindliches Produkt. Wenn jedoch alle Umstände geprüft würden (mit Hunderten von Prüfungen, wie sie während des Zulassungsverfahrens durchgeführt werden), könnten die Unterschiede erheblich sein oder es könnte sogar passieren, dass ein solches Produkt niemals eine Zulassung erhält.

Ein weiteres Schlagwort für Szenario C ist das „Langzeitverhalten“. Es sollte bedacht werden, dass die erwartete Lebensdauer eines Ankers oder Bewehrungsstahls mindestens 50 Jahre beträgt.

Das Langzeitverhalten von Ankern oder nachträglich installierten Bewehrungen wird ebenfalls im Rahmen des Zulassungsverfahrens mit den folgenden relevantesten Prüfungen überprüft:

- Funktionieren unter Dauerbelastung (Dauerstandversuch)
- Riss-Bewegungsprüfung (mechanische Anker und Verbundanker)
- Funktionieren unter Frost-/Taubedingungen (nur Verbundanker)
- Prüfungen zur Überprüfung der Robustheit (nur Verbundanker)

Dieses Verhalten lässt sich ebenfalls **nicht durch eine „einfache“ Vor-Ort-Prüfung und einen Vergleich der Werte** überprüfen.

Daher kann die falsche Schlussfolgerung von Szenario C dazu führen, dass ein kritischer Verschiebungswert des Ankers oder des nachinstallierten Bewehrungsstahls während der Lebensdauer durch Auszugsversagen erreicht wird.

Sehen wir uns nun die oben erwähnte Riss-Bewegungsprüfung näher an. Es mag überraschend erscheinen, aber diese Prüfung ist für die meisten Verankerungsprodukte die entscheidende Prüfung. Produkte mit den höchsten

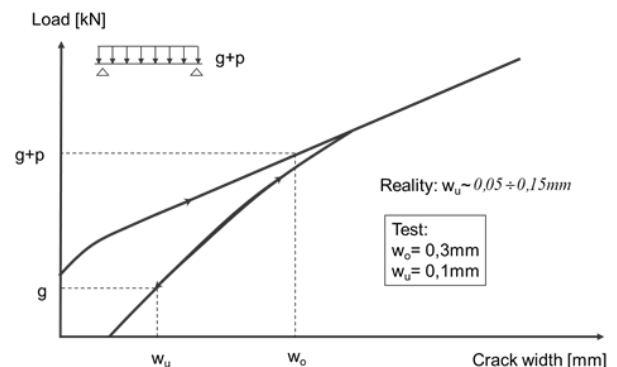
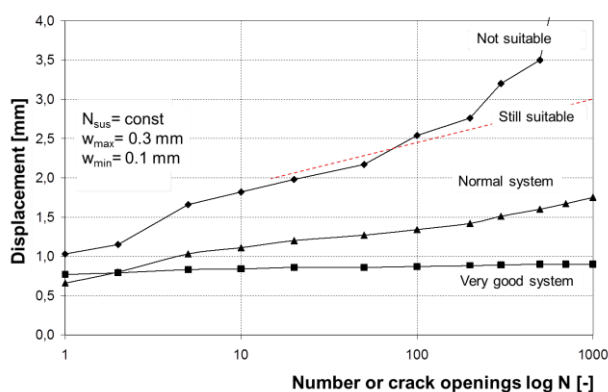
Belastungswerten für Ausziehversuche können bei der Riss-Bewegungsprüfung versagen.

Ohne auf das genaue Verfahren im Einzelnen einzugehen, werden die Prüfungen wie folgt durchgeführt:

Nach dem Einbau der Anker in gerissenem Beton stehen die Anker unter **Dauerlast**, basierend auf der charakteristischen Belastung, die mit einer Kurzzeit-/Ausziehprüfung bewertet wurde. Während die Anker unter Zug belastet werden, werden Risse zwischen 0,1 und 0,3 mm 1000-mal geöffnet und die Verschiebung des Ankers unter Zug gemessen. Bei diesen Versuchen sollte die gemessene Verschiebung unter dem konstanten Wert von 3 mm liegen.

Abbildung 4a zeigt die Ergebnisse von drei verschiedenen Produkten durch Anzeigen der gemessenen Verschiebung in Abhängigkeit von der Anzahl der Rissöffnungen. Während zwei Systeme die Anforderungen bezüglich der maximalen Verschiebung erfüllen, würde das andere System die Anforderungen nicht erfüllen, da die gemessene Verschiebung den Maximalwert von 3 mm überschreitet, was zu einem Auszugsversagen während seiner Lebensdauer führt.

Die nächste Frage könnte lauten: „**Warum führen wir solche Prüfungen durch?**“



a) Gemessene Verschiebung als Funktion der Riss-Öffnungen für die Riss-Öffnungsprüfung

b) Auf einen Träger wirkende Last in Abhängigkeit von der Rissbreite

Abb.4 Prüfergebnisse der Riss-Bewegungsprüfung (a) und angemessene Erklärung für die Riss-



Bewegungsprüfung (b)

Wenn eine Struktur auf Dauerbelastung reagiert, erfährt sie eine Verschiebung und folglich eine Verformung. Diese Verformung führt zur Bildung von Rissen.

Dieses Verhalten ist in Abbildung 4b schematisch dargestellt. In Abbildung 4b sind die dauerhafte Last „g“ und die veränderliche Last „p“ in Abhängigkeit der Rissbreite für einen Träger angegeben. Während der Lebensdauer des Trägers werden wahrscheinlich keine Risse auftreten, wenn die Dauerbelastung zum ersten Mal auf den Träger wirkt. Wenn jedoch die variable Last in Kombination mit der Dauerlast (g+p) betrachtet wird, nimmt die Verformung zu und führt zur Öffnung von Rissen im Träger. Wird der Träger wieder bis auf die Dauerlast entlastet, verringert sich die Verformung durch eine Verringerung der Rissbreite. Aufgrund der rauen Oberfläche der gerissenen Stelle wird sich der Riss schließen. Daher beträgt die untere Rissbreite etwa 0,1 mm. Während der Lebensdauer des Trägers wird sich diese Rissöffnung wiederholen. Die ETAG bewertet 1000 Öffnungen und Verschlüsse zur Darstellung der Lebensdauer des Klebe-/Verbundankers.

Dieses Verhalten der Anker kann niemals durch Vor-Ort-Prüfungen überprüft werden. Dies ist jedoch in den grundlegenden charakteristischen Verbundfestigkeitswerten enthalten, die im entsprechenden Zulassungsdokument angegeben sind.

Mit den Worten eines erfahrenen Ingenieurs:

„Prüfen ist einfach, wenn man weiß, was man tut. Es muss nicht lange dauern, wenn Sie den Vor-Ort-Prüfservice von Hilti in Anspruch nehmen. Und Sie können ruhig schlafen, weil Sie keine Mutmaßungen anstellen müssen. Woher wissen Sie, dass Sie im Dunkeln tappen? Vielleicht weil Sie über Ihre Konstruktion nachdenken, wenn Sie nach Hause kommen. Oder von einer bestimmten Verbindung träumen. Irgendetwas stimmt nicht ganz, aber Sie wissen nicht genau, was es ist.“

In diesem Sinne: Nicht mutmaßen, sondern prüfen. Und das Ergebnis richtig interpretieren.

Dann können Sie nachts auch wieder ruhig schlafen!