

KORROSION UND SPANNUNGRISSKORROSIONSVERSAGEN VON Bohrhaken IM KLETTERSPOORT

UIAA 123 Versionsupdate, 2020

Die UIAA-Sicherheitskommission setzt sich aus nationalen Verbandsdelegierten, Herstellern und akkreditierten Prüflaboren zusammen.

Die Sicherheitskommission setzt sich nun schon seit zehn Jahren mit diesem Thema auseinander. Im Dezember 2020 kann die Kommission nun ihre Ergebnisse veröffentlichen und die *UIAA 123 Rock Anchors V4_2020* aktualisieren. Dieses wichtige Update basiert auf wissenschaftlichen Untersuchungen der von der UIAA koordinierten und finanzierten Labors in Brest (Frankreich) und Prag (Tschechische Republik) und dient der Sicherheit aller Kletterer weltweit.

Diese Norm wurde auf der Grundlage der von der Sicherheitskommission erarbeiteten Erkenntnisse über atmosphärisch induzierte Spannungsrisskorrosion aktualisiert. Dieses Update bezieht sich hauptsächlich auf den Einfluss von Chloridbeständigkeit. An einigen Orten und in Umgebungen mit hohem Sulfatgehalt müssen weitere Tests durchgeführt werden, um passende Empfehlungen aussprechen zu können. Weitere Forschungen sind im Gange, um ein klareres Verständnis dieses Phänomens zu erlangen und um festzustellen, welche Standorte betroffen sind.

Überblick der aktuellen Lage

Jüngste Vorfälle deuten auf unerwartetes Versagen von Bohrhaken unter bereits geringen Lasten und nach nur wenigen Monaten/Jahren hin.. Dieses Versagen tritt hauptsächlich bei Edelstahlankern aufgrund von Umweltschäden durch Korrosion und insbesondere Spannungsrisskorrosion (SCC), auf.

- Im schlimmsten Fall kann es bereits bei einer Belastung von wenigen Kilogramm (weniger als das Körpergewicht eines Kletterers) zum Versagen der Bohrhaken kommen.
- Die meisten dokumentierten Fälle sind in unmittelbarer Küstennähe aufgetreten, aber es gibt auch einige in mehreren Kilometern Entfernung.
- Man muss davon ausgehen, dass alle Bohrhaken in wärmeren Küstenregionen davon betroffen sein könnten.
- Korrosion ist nicht immer visuell erkennbar. Risse im Material können für das bloße Auge unsichtbar sein.
- Spannungsrisskorrosion ist am weitesten verbreitet und **kann** innerhalb weniger Monate, **aber mit Sicherheit** innerhalb weniger Jahre nach dem Einbohren auftreten.

Alle Metallanker, inklusive jener aus Edelstahl und Aluminium sind betroffen. Die einzige Ausnahme sind Bohrhaken, die der UIAA 123-SCC entsprechen.

Seitenumbruch

Die kritischsten Faktoren sind:

- Orte mit moderater (Luft-)feuchtigkeit
 - Extrem nasse und sehr trockene Umgebungen sind weniger betroffen
- Umgebungen, die nicht von Regen “gewaschen” werden
 - Sogar von Meerwasser umspült kann auch OK sein
- Hohe Temperaturen (beginnend ab 20°C) sind problematisch

Was wird geändert?

- Die Liste akzeptabler Materialien für die höchste Kategorie von Korrosionsbeständigkeit wurde entfernt.
- Die aktualisierte Norm testet alle Komponenten des Hakensystems, um so realitätsnah wie möglich zu sein.
- Die höchste Kategorie von Korrosionsbeständigkeit beinhaltet nun die Beständigkeit gegen Spannungsrisskorrosion (SCC).
- Das UIAA Safety Label wird an Bohrhaken vergeben, die erfolgreich den “General corrosion and Stress Corrosion Cracking (SCC)” Test (siehe Tabelle 1) bestehen.

Warum alle Hakenkomponenten testen?

Wichtige Faktoren für die Anfälligkeit gegenüber SCC sind Spannungen im Material selbst

- Herstellungsmethoden: Biegen, Schweißen, Schneiden, Bohren und sogar durch Lasergravuren können Spannungen im Material entstehen.
- Installation: Beim Einrichten von Expansionsankern wird zusätzliche Belastung auf das Material ausgeübt. Auch das Einschlagen von Haken mit einem metallischen Hammer kann Schäden verursachen und sollte deshalb vermieden werden.

Aus diesem Grund werden die Einschlaganker während des Testens gemäß den Anweisungen des Herstellers für Verwendung und Installation in einen Granitblock gesetzt. Klebehaken (es wird davon ausgegangen, dass der Kleber keine nennenswerte Spannung hervorruft) werden vollständig in die Lösung eingetaucht.

Warum drei Kategorien?

Die neuesten Untersuchungen zeigen, dass die Definition von Klassen nur nach dem Materialtyp nicht zuverlässig ist, da einige Anker aus niedrig SCC-beständigen Legierungen (zBsp. 316L) den Test bestehen können, während andere Anker aus High-End-SCC-beständigem Material den gleichen Test nicht bestehen. Dies liegt hauptsächlich daran, dass die Spannungen im Hakenmaterial verschiedener Hersteller variieren können. Aus diesen Gründen wurden drei Kategorien beschlossen, von denen nur eine gegen SCC resistent ist.

Tabelle 1: UIAA 123 Rock Anchor V4_2020 Klassen und Umgebungsmerkmale

UIAA 123 Klasse	Bedeutung	SpRK beständigkeit	Allgemeine Korrosionsbeständigkeit	Umweltgegebenheiten	Wichtige Überlegungen
SCC	Hohe Spannungsrissskorrosionsbeständigkeit und hohe allgemeine Korrosionsbeständigkeit	Hoch	Hoch	<p>Anzeichen für SpRK, zum Beispiel (aber nicht beschränkt auf):</p> <p>hohe Chloridkonzentration, Temperatur über 30 °C, Luftfeuchtigkeit zwischen 20% bis 70%, Meersalz, und/oder andere Chloridsalze, und/oder saure Umgebung.</p>	Obwohl SpRK üblicherweise mit Felsen am Meer in Verbindung gebracht wird, kann sie auch im Landesinneren und an anderen Orten auftreten, z.B. Hallenbäder.
GC	Allgemeine Korrosionsbeständigkeit	Nein (d.h. nicht spezifiziert)	Hoch	<p>SpRK weder vermutet noch bewiesen</p> <p>einige Korrosionsmittel können vorhanden sein.</p>	
LC	Niedrige Korrosionsbeständigkeit	Nein (d.h. nicht spezifiziert)	Mittel	<p>SpRK weder vermutet noch bewiesen</p>	In Kletterhallen in der Nähe von Industriegebieten, Hallenbädern, oder dem Meer, könnten auch Bohrhaken der SpRK Klasse erforderlich sein.

Was ist Spannungsrisskorrosion?

Spannungsrisskorrosion (SCC) ist eine sehr tückische Art von Korrosion, die sehr schnell Risse hervorrufen kann. Im Gegensatz zur allgemeinen Korrosion, die in ausreichenden Mengen gut sichtbare Korrosionsprodukte wie Rost erzeugt, kann SCC bei der Sichtprüfung vor Ort normalerweise nicht erkannt werden. Viele rostfreie Stähle, Aluminiumlegierungen und andere metallische Werkstoffe sind davon betroffen.

SCC wird von vielen verschiedenen Faktoren beeinflusst, wie in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2 Bedingungen, die SpRK an Bohrhaken auslösen

FAKTOREN	Kritisch	Bemerkung
UMWELTGEGEBENHEITEN		
Chlorid Konzentration	Magnesiumchlorid Calciumchlorid Natriumchlorid	Chloridablagerungen mit einer hohen Salzlöslichkeit können sich bilden.
Temperatur	Es gibt keine feste Grenze, aber Temperaturen über 30°C sind problematisch.	SpRK kann bereits bei 20°C auftreten. Eine höhere Temperatur beschleunigt die Rissbildung. Die Temperatur eines Hakens in praller Sonne kann erheblich höher sein als die Lufttemperatur.
Feuchtigkeit	Niedrige relative Luftfeuchtigkeit, zwischen 20% und 70%	Eine relative Luftfeuchtigkeit in der Nähe der Deliquesenzfeuchte erhöht die Wahrscheinlichkeit der Entstehung von SpRK signifikant.
Lage - Meeresnähe / Meereswinde	Meeresküste bis ca. 30 km ins Landesinnere	Es gibt keine klare Grenze , salzhaltige Winde, die vom Meer her wehen, können bis zu einigen 100 km weit ins Landesinnere dringen.
Dem Regenwasser ausgesetzt oder nicht	Nicht dem Regenwasser ausgesetzt	Wenn der Felsen nicht dem Regenwasser ausgesetzt ist, kann sich eine Chloridablagerung auf den Haken bilden.
Gesteinsart	Nicht spezifiziert	Einige Gestein bergen mehr oder weniger Korrosionbeständigkeit, abhängig von der Lage.
EIGENSCHAFTEN DES KLETTERHAKEN		
Belastung	Hohe Zugspannung	Entsteht bei - der Herstellung (Walzen, Biegen, Schneiden, Bohren und Schweißen) - der Hakenbefestigung (Anziehdrehmoment) - plastische Verformungen verursacht durch schwere Stürze, Hammerschläge, etc.

Welche Orte sind betroffen?

Potenziell könnten alle Küstengebiete von atmosphärisch induzierter Spannungsrisskorrosion betroffen sein, auch bis zu mehreren Kilometern von der Küste entfernt. Bis heute ist es nicht möglich, betroffene von

„sicheren“ Orten klar zu unterscheiden. Die Variation vieler Parameter, wie in Tabelle 2 dargestellt, kann die Korrosionsbedingungen beeinflussen. Zum Beispiel kann der Wind Salz über Hunderte von Kilometern ins Landesinnere blasen, und außerhalb der Reichweite der Meeresbrise kann das Gestein selbst die Ionen enthalten, die SCC fördern.

Die UIAA hat eine Karte mit bekannten Korrosionsorten erstellt. Diese Karte dient nur als Referenz zur Identifizierung von Bereichen, in denen Korrosionsbeispiele dokumentiert wurden. Diese Karte ist nur ein informativer Leitfaden, der auf den erhaltenen und bewerteten Daten basiert. Sie erhebt keinen Anspruch auf vollständige Referenz. Die Karte unterliegt Änderungen, die außerhalb der Kontrolle der UIAA liegen.

Um die UIAA-Sicherheitskommission bei ihrer Analyse zu unterstützen, der Karte weitere Bereiche hinzuzufügen und damit die Informationen zu verbessern, die Kletterern über gefährliche oder potenziell gefährliche Bereiche zum Klettern zur Verfügung stehen, steht ein spezielles Formular zur Verfügung, um Informationen über Korrosion oder Versagen von Bohrhaken auszutauschen.

Was man wissen sollte, wenn man Bohrhaken installiert

- **Benutze nur UIAA 123 - SCC zertifizierte Anker für Orte mit SCC. Bei Zweifel / Unsicherheit stets die höchste Kategorie von Korrosionsbeständigkeit wählen.**
- **Kombiniere niemals Schrauben / Dübel mit Muttern, Unterlegscheiben, Ringen, Plättchen oder Schraubgliedern unterschiedlicher Materialien, um galvanische Korrosion zu vermeiden.**
- **Benutze wie in der Bedienungsanleitung angegeben Drehmomentschlüssel beim Anziehen der Muttern, um zu vermeiden, dass zu große Spannungen im Material auftreten**
- **Wenn möglich, überprüfe deine Bohrhaken regelmäßig**
- **Sollten korrodierte Haken gefunden werden, melde dies der UIAA und schicke die betroffenen Anker zu einem unserer Labore: <https://theuiaa.typeform.com/to/rlBZyc>**

Wie kann man beim Klettern die Bohrhaken überprüfen?

Die Norm UIAA123 V4_2020 besagt, dass die Anker mit den Buchstaben UIAA gefolgt von der Klasse SCC, GC oder LC gemäß Tabelle 1 gekennzeichnet sein müssen.

Die Bewertung des SCC-Risikos ist für einzelne Kletterer nahezu unmöglich, da eine Schwächung des Materials häufig nicht sichtbar ist. Nur zerstörende Tests können das Vorhandensein / Fehlen von SCC an installierten Bohrhaken bestätigen. Sogar Haken, die in den letzten Monaten installiert wurden und / oder brandneu aussehen, können durch SCC oder andere Formen von Korrosion beeinträchtigt sein.

SCC ist sehr schwer vorherzusagen, da es von einer komplizierten Reihe von Faktoren abhängt, insbesondere von erhöhter Temperatur, niedriger Luftfeuchtigkeit und der Bildung von Magnesium- oder Calcium-reichen Chloridablagerungen an ungewaschenen Stellen (Tabelle 2). Kleine Unterschiede im Mikroklima können bei einigen Anschlagpunkten zu einer signifikanten Schwächung führen, während andere Anschlagpunkte derselben Route nicht betroffen sind. SCC ist mit dem Klettern am Meer verbunden, kann aber auch in

Gebieten im Landesinneren auftreten, in denen ätzende Elemente vorhanden sind, die entweder im Gestein selbst natürlich vorkommen oder im Landesinneren durch Meeresbrisen abgelagert werden.

Empfehlungen für Kletterer

Beim Planen eines Klettertrips

- Behalte SCC im Kopf, wenn Du das Risiko einer Route oder eines Klettergebiets einschätzt.
- Sprich mit der lokalen Szene oder Organisationen vor Ort, ob es dort Probleme mit Korrosion von Bohrhaken gib.
- Sei vorbereitet für den Fall eines Bohrhakenversagens, insbesondere in warmen Regionen in Küstennähe.

Beim Klettern

- Sichere und Seile nur von redundanten Fixpunkten mit mehreren Anschlagpunkten ab.
- Im Zweifelsfall können Fixpunkte auch mit Klemmkeilen, Schlingen oder Ähnlichem hintersichert werden.
- Sei bereit Projekte aufzugeben, wenn kein sicheres Klettern möglich ist.

Im Falle eines Bohrhakenversagens

- Stelle zuerst sicher, dass alle Beteiligten sicher, bzw. etwaige Verletzungen versorgt sind.
- Sammle die Teile des betroffenen Bohrhakens ein. Versuche nicht die Komponenten des Hakens wieder zusammzusetzen oder die Teile zu reinigen.
- Informiere die lokale Kletterszene!
- **Kontaktiere die UIAA und sende die betroffenen Komponenten ein:**
<https://theuiaa.typeform.com/to/rlBZyc>

Was Kletter- und Alpenvereine wissen sollten

- SCC und / oder Korrosion und die Alterung vorhandener Haken stellt die Klettergemeinschaft vor Herausforderungen, die von einzelnen Kletterern nicht bewältigt werden können.
- Die Haupthindernisse für die Verwendung von SCC- und / oder korrosionsbeständigen Bohrhaken sind Kosten und Verfügbarkeit. Einzelne Personen können knapp bei Kasse sein und zögern, noch mehr von ihrem eigenen Geld auszugeben. Wenn ein Bolting Fond zur Verfügung steht, verwenden die Personen die Einbohren eher die widerstandsfähigeren (und teureren) Haken.
- Dies bedeutet, dass der Großteil der Kletterbevölkerung anfangen muss, mehr für Bohrhaken zu bezahlen, während in der Vergangenheit die meisten Kletterer eine „freie Fahrt“ hatten.
- Um den Risiken von allgemeiner Korrosion und SCC zu begegnen, erfordert das Einrichten neuer Routen und das Sanieren bestehender Gebiete, einen erheblichen Zeit- und Geldaufwand für die Installation neuer Bohrhaken, die angemessen korrosionsbeständig sind. Diese zunächst höheren Kosten werden durch die längere Lebensdauer und die verringerte Häufigkeit von Unfällen und Verletzungen ausgeglichen.
- Qualitätskontrollmaßnahmen (QC) sind für ein verantwortungsbewusstes langfristiges Management aller Klettergebiete erforderlich, insbesondere für die Dokumentation sowohl von Bohrhakenversagen als auch von Hakeninstallationsdaten und -typen.
- Ebenso wichtig ist die Überwachung der Bohrhakentintegrität (Zugprüfung von Off-Route-Haken). Die Aufzeichnungen für diese QC-Maßnahmen müssen über 50 Jahre bestehen.

Die UIAA-Sicherheitskommission fordert die nationalen Verbände und lokalen Kletterorganisationen nachdrücklich dazu auf, eine Zukunft zu planen, die ein verantwortungsbewusstes Management der Bohrhakenkorrosion umfasst und die nach UIAA 123 v4 zertifizierte Produkte fordert.

Referenzen:

Jiří Lieberzeit, Tomáš Prošek, Alan Jarvis, Lionel Kiener, Atmospheric Stress Corrosion Cracking of Stainless Steel Rock Climbing Anchors, Part 1, CORROSION. 2019;75(10):1255-1271.

Tomáš Prošek, Jiří Lieberzeit, Alan Jarvis, Lionel Kiener, Atmospheric Stress Corrosion Cracking of Stainless Steel Rock Climbing Anchors, Part 2: Laboratory Experiments, CORROSION. 2019;75(11):1371-1382.

<https://www.theuiaa.org/safety-standards/>

Klicke hier um für weitere Forschungsprojekte zu spenden: [Anchor Corrosion Project](#)