anchorX® – neue Möglichkeiten der Schutzstufe 2b

Beitrag zur Geotechnik-Fachtagung
Debrunner Bewehrungstechnik AG | Referat: Riccardo Trevisani

Leitgedanke: Werkstoff statt Umhüllung. Bewährte Werkstoff- und Verbindungskompetenz aus dem Stahlbetonbau eröffnet neue Möglichkeiten für ungespannte Anker der Schutzstufe 2b.

1 Ausgangslage: Schutzstufe 2a und 2b in der Praxis

Permanente ungespannte Boden- und Felsanker müssen Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit über ihre vorgesehene Nutzungsdauer gewährleisten. Für den Korrosionsschutz des Zugglieds sind die Schutzstufen 2a und 2b etablierte Lösungen. Bei Schutzstufe 2a wird ein Zugglied aus üblichem Stahl durch Zementmörtel und ein gerippes Kunststoffhüllrohr geschützt. Schutzstufe 2b verwendet dagegen ein nichtrostendes Zugglied mit definierter Zementmörtelüberdeckung. Beide Konzepte sind technisch etabliert, unterscheiden sich jedoch deutlich in Herstellung, Transport, Kupplung, Einbau und Kontrolle.

Beim 2a-System erfordern Vorinjektion und Hüllrohr zusätzliche Herstellungs- und Kontrollschritte. Die Umhüllung muss bei Transport, Kopplung und Einbau unversehrt bleiben. Fehlstellen können die elektrische Isolation beeinträchtigen und bei der Widerstandsprüfung zu Beanstandungen sowie objektspezifisch zu Nachbesserungen oder Ersatzankern mit verbundenen Zusatzkosten führen. Beim 2b-System wird der Korrosionswiderstand des eingebetteten Zugglieds wesentlich über den Werkstoff und die vorgeschriebene Zementmörtelüberdeckung sichergestellt. Für die Systemwahl sind deshalb nicht nur Materialkosten, sondern auch Montage, Prüfung, Abnahme und Ausführungsrisiken relevant.

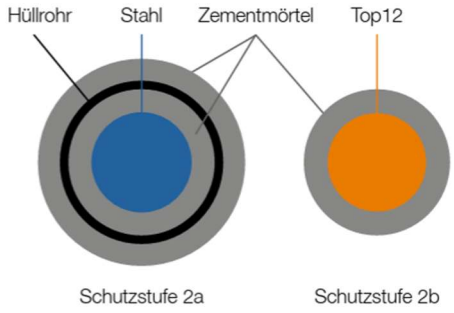

Abb. 1: Schutzprinzipien 2a und 2b im schematischen Vergleich (Quelle: Steeltec AG)

Eine zweite Dauerhaftigkeitsfrage betrifft den Ankerkopf. Dieser liegt an der Schnittstelle zwischen Verankerung, Tragwerk und Umgebung und kann je nach Einbausituation gegenüber Feuchtigkeit, Frost sowie Spritz- und Tausalzeinwirkungen ausgesetzt sein. Übliche Kopfeindeckungen oder Betonkappen schützen die metallischen Komponenten robust, erfordern aber zusätzliche Schalungs-, Bewehrungs- und Betonierarbeiten und schränken Zugänglichkeit und Inspektion ein. Ein Verzicht auf die Ankerkopfeindeckung, beispielsweise für schlanke Rückverankerungen von Sicherungs- und Fangnetzen, ist sowohl bei 2a-Systemen als auch bei konventionellen 2b-Systemen nur eingeschränkt möglich bzw. mit sichtbaren Korrosionsspuren verbunden.

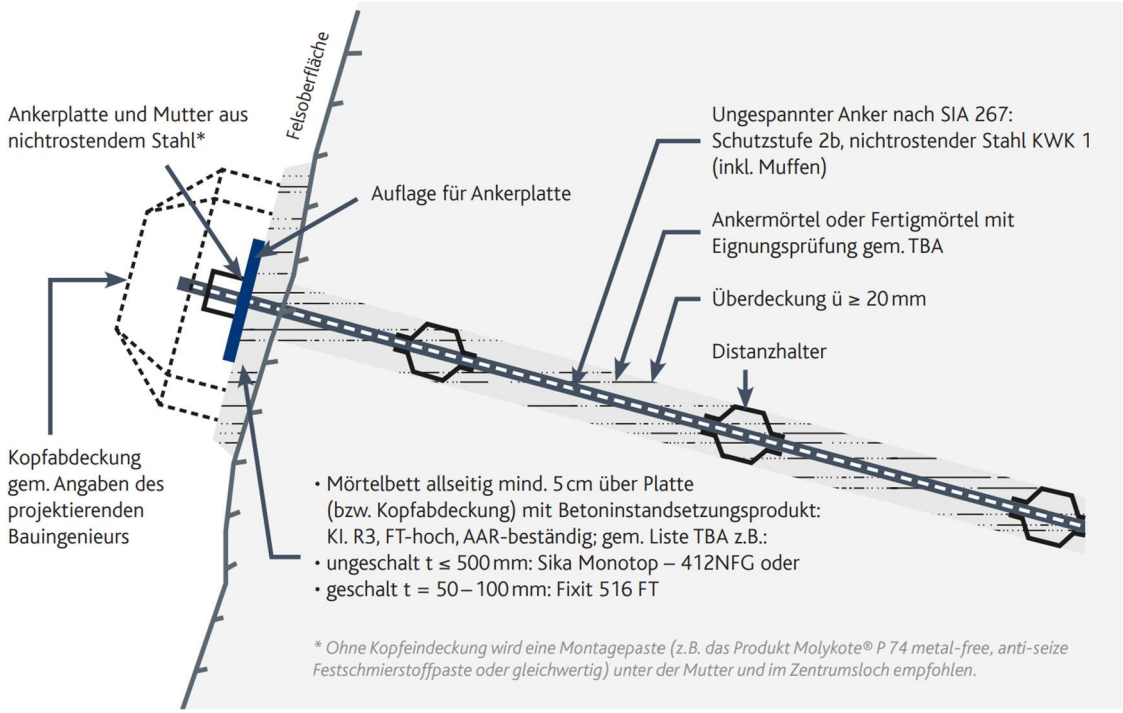

Abb. 2: exemplarische Projektskizze eines Ankers der Schutzstufe 2b analog der Projektierungsgrundlagen Kunstbauten des Tiefbauamts Graubünden (Quelle: Debrunner Bewehrungstechnik AG)

2 Werkstoff statt Umhüllung: Erfahrungstransfer aus dem Stahlbetonbau

Die SIA 267 bildet die Grundlage für die Dauerhaftigkeit und den Korrosionsschutz geotechnischer Verankerungen. Ergänzend lässt sich ein aus dem Stahlbetonbau nach SIA 262 bekanntes Prinzip übertragen: Schutzmassnahmen und Werkstoffe werden auf die Exposition des Bauteils abgestimmt. Das SIA-Merkblatt 2029 ergänzt diese Grundlagen um Regeln zur expositionsgerechten Wahl und Anwendung nichtrostender Betonstähle.

Dieser Erfahrungstransfer ist für Debrunner Bewehrungstechnik naheliegend: Die Bearbeitung von Bewehrungen gehört zum angestammten Tätigkeitsgebiet und ist mit entsprechenden Einträgen im SIA-Register dokumentiert, unter anderem für die Weiterverarbeitung von nichtrostendem Top12. Die langjährige Erfahrung in der Betonstahlverarbeitung sowie in der Produktentwicklung und Ingenieurberatung für den Stahlbetonbau fliesst bei anchorX® in die Wahl und Verarbeitung der Werkstoffe ein.

Als Zugglied wird der im SIA-Register geführte nichtrostende Betonstahl Top12-670 aus Werkstoff 1.4003, KWK 1, eingesetzt. Bei einer Zementmörtelüberdeckung von mindestens 20 mm wird das System nach SIA 267:2013, Art. 11.6.3.2.1, als ungespannter Anker der Schutzstufe 2b eingeordnet. Hüllrohr, werkseitige Vorinjektion und die reguläre elektrische Widerstandsmessung des 2a-Systems entfallen; die mineralische Einbettung bleibt Bestandteil des Schutzkonzepts.

Am Ankerkopf wird das aus dem Stahlbetonbau bekannte Prinzip der expositionsgerechten Werkstoffwahl weitergeführt. Die rund 30 cm lange Gewindestange und die Muttern bestehen aus Duplexstahl 1.4462, KWK 4; standardmässig wird eine Ankerplatte aus 1.4301, KWK 2, eingesetzt. Bei höherer Beanspruchung kann eine höherwertige Stahlplatte vorgesehen werden. Auch objektspezifische Platten aus UHFB oder mit angepasstem Neigungswinkel sind denkbar. Unter geeigneten Expositions- und Nachweisbedingungen kann damit die klassische Betonkappe reduziert werden oder entfallen. Dies ermöglicht schlanke Kopflösungen und erleichtert beispielsweise die direkte Befestigung von Fels- und Hangsicherungsnetzen. Bemessung, Auflagerung, Lastabtragung und Instandhaltung bleiben objektspezifisch durch den projektierenden Bauingenieur festzulegen.

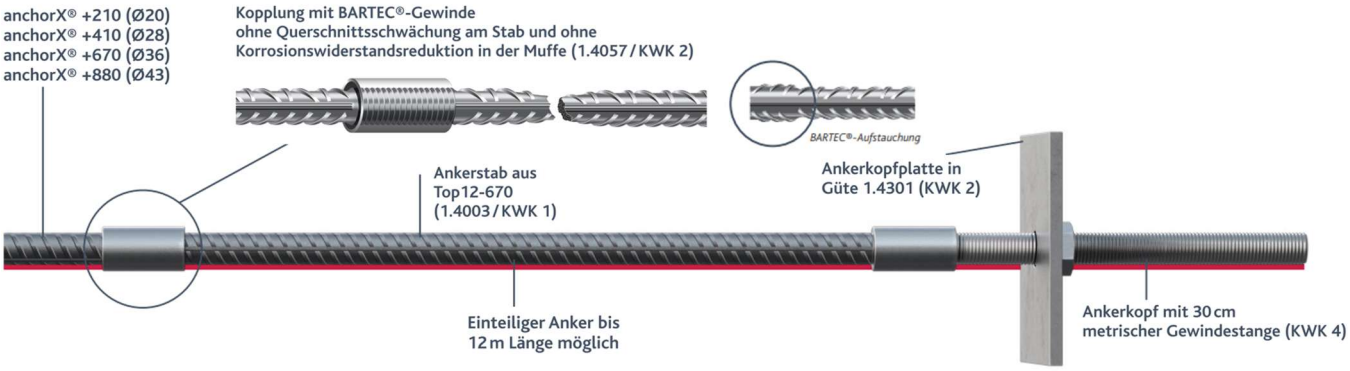

Abb. 3: Systemaufbau anchorX® mit Zugglied, Kupplung und Ankerkopf (Quelle: Debrunner Bewehrungstechnik AG)

3 Neue Möglichkeiten innerhalb der Schutzstufe 2b: anchorX®

anchorX® unterscheidet sich von konventionellen 2b-Systemen nicht im Grundprinzip des nichtrostenden Zugglieds, sondern vor allem in der Ausbildung der Kupplung und des Ankerkopfs. Für die Kupplung wird das im Hoch- und Infrastrukturbau bewährte BARTEC®-System eingesetzt. Dabei wird der Stab vor dem Gewindeschneiden lokal aufgestaucht. So lässt sich ein zylindrisches Gewinde herstellen, ohne den ursprünglichen Nennquerschnitt des Stabs zu reduzieren.

Bei bestehenden Ankerlösungen der Schutzstufe 2b kann der reduzierte Gewindequerschnitt den massgebenden Widerstand des Ankers bestimmen. Die BARTEC®-Aufstauchung schafft dagegen die konstruktive Grundlage, die hohen Widerstandswerte des Top12-670-Zugglieds auch über die Verbindung weiterzuführen. Durch diese Systemeigenschaft wird sichergestellt, dass der Bruch im Zugversuch ausserhalb der Verbindung erfolgt und anchorX® als statisch gleichwertige Unternehmervariante zu 2a-Systemen angeboten werden kann, sofern Systemnachweise und projektspezifische Bemessung erfüllt sind.

Die zweite neue Möglichkeit liegt im Kopfbereich. Während bei 2b-Systemen der nichtrostende Stab die Anforderungen im Verpresskörper erfüllt, bleibt der frei exponierte Kopf häufig durch eine Betonkappe geschützt. anchorX® erhöht den Korrosionswiderstand gezielt am exponierten Zugelement. Das eröffnet objektspezifisch schlankere, zugängliche und schneller ausführbare Ankerköpfe. Die Kombination aus hoher Kraftübertragung an der Kupplung und höherwertigem Kopfbereich erweitert damit den konstruktiven Spielraum innerhalb der Schutzstufe 2b.

Kriterium	Schutzstufe 2a	Konventionelles 2b-System	anchorX®
Korrosionsschutz Zugglied	Mörtel + Hüllrohr	Nichtrostender Stahl + Mörtel	Top12-670 + Mörtel
Kupplungsbereich	Schutzbarriere weiterzuführen	Gewinde kann Widerstand bestimmen	BARTEC®-Aufstauchung ohne Reduktion des Nennquerschnitts
Prüfung	Elektrische Isolationsprüfung	Regulär keine Isolationsprüfung	Regulär keine Isolationsprüfung
Ankerkopf	Häufig Kopfeindeckung	Häufig Kopfeindeckung	KWK 4 am Zugelement; Reduktion objektspezifisch möglich

4 Einordnung am Beispiel des Tiefbauamts Graubünden und der SBB

Die Schutzstufe 2b ist in den Vorgaben bedeutender Infrastrukturbetreiber etabliert. Die SBB behandeln Kupplungen bei Systemen mit Kunststoffhüllrohr als kritischen Bereich und empfehlen bei unvermeidbaren Kupplungen nichtrostende Systeme, sofern keine Streustrombelastung zu erwarten ist. Auch die Projektierungsgrundlagen des Tiefbauamts Graubünden sehen Schutzstufe 2b grundsätzlich als bevorzugte Lösung vor und grenzen die Anwendung bei kritischer Streustromgefährdung entsprechend ab.

Bei der Anwendung ist die mögliche Streustromgefährdung planerisch zu beurteilen. Diese Einschränkung betrifft insbesondere Gleichstromanlagen; die technischen Unterlagen zu Top12 verlangen dort den Nachweis, dass keine kritische Streustromgefährdung vorliegt. Das Schweizer SBB-Bahnstromsystem wird dagegen mit einphasigem Wechselstrom von 15 kV und 16,7 Hz betrieben. Damit ist eine Lage im SBB-Umfeld nicht mit einer Gleichstromanlage gleichzusetzen. Die projektspezifischen Erdungs- und Rückleitungsverhältnisse sowie weitere elektrische Anlagen im Umfeld bleiben dennoch zu berücksichtigen.

Für die Anwendung bedeutet dies: Schutzstufe 2b ist eine etablierte Option, deren Eignung wie bei anderen Korrosionsschutzkonzepten anhand der objektspezifischen Randbedingungen zu beurteilen ist. anchorX® greift dieses bekannte Schutzprinzip auf und ergänzt es um eine querschnittsschonende Kupplung sowie einen expositionsgerecht ausgebildeten Kopfbereich.

5 Fazit

Die Betrachtung von anchorX® zeigt, dass innerhalb der etablierten Schutzstufe 2b noch konstruktiver Spielraum besteht, um die Anker effizienter auszulasten und die Wirtschaftlichkeit objektspezifischer Lösungen zu verbessern. Entscheidend ist dabei das Zusammenspiel von Werkstoffwahl, Kraftübertragung und Ausbildung des exponierten Ankerkopfs. Erfahrungen aus dem Stahlbetonbau lassen sich hierfür sinnvoll auf geotechnische Verankerungen übertragen. Durch die objektspezifische Beurteilung des projektierenden Ingenieurs können Lösungen entstehen, die Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit mit einer einfacheren Ausführung verbinden.

Quellen und Grundlagen

- SIA 267:2013 – Geotechnik, insbesondere Art. 11.6.3.2.1.
- SIA 262:2025 – Betonbau; SIA-Merkblatt 2029 – Nichtrostender Betonstahl.
- SBB: Ausführungs- und Qualitätsvorschriften für permanente Boden- und Felsanker, Ausgabe 2018.
- Tiefbauamt Graubünden: Projektierungsgrundlagen Kunstbauten, Kapitel 8300 «Verankerungen», Ausgabe 2018.
- Debrunner Bewehrungstechnik AG: Technische Dokumentation anchorX®; ETA-25/0988 BARTEC®-Schraubverbindung.
- Steeltec AG: Technische Unterlagen Top12, Werkstoff 1.4003.