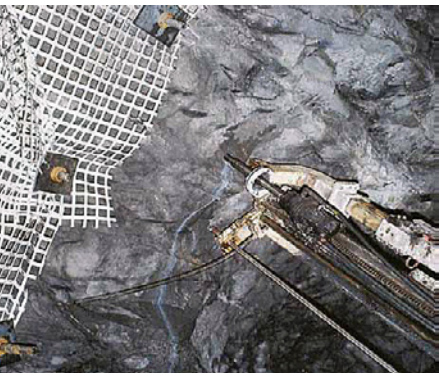

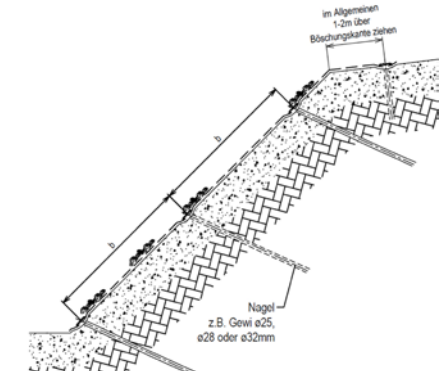

Heft 98, 2020

WSL Berichte

ISSN 2296-3456

Einsatz von Klebeankern im subventionierten Lawinen- und Steinschlagverbau

Praxismerkblatt

Stefan Margreth

WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF

Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
CH-8903 Birmensdorf

Verantwortlich für die Herausgabe der Schriftenreihe
Dr. Christoph Hegg, Acting Director WSL

Verantwortlich für dieses Heft
Prof. Dr. Jürg Schweizer, Leiter SLF

Schriftleitung: Sandra Gurzeler, Teamleiterin Publikationen, WSL

Layout: Sandra Gurzeler, WSL

Zitiervorschlag:
Margreth, S., 2020: Einsatz von Klebeankern im subventionierten Lawinen- und Steinschlagverbau. WSL Ber. 98. 8 S.

ISSN 2296-3448 (Print)
ISSN 2296-3456 (Online)

Kontakt:
WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF
Stefan Margreth
Flüelastrasse 11
CH-7260 Davos Dorf
E-Mail: margreth@slf.ch

Fotos Umschlag:
1. Klebepatronen Lokset
2. Anwendung von Klebeankern im Tunnelbau
3. Eindrehen Ankerstange
4. Eingebauter Klebeanker
5. Prinzipskizze Böschungssicherung
6. Fertiggestellte Netzabdeckung

Bildnachweis:
Fotos 1 und 2: Minova Global, Fotos 3 und 4: BFH Burgdorf,
Foto 5: Geobrugg und Foto 6: Stefan Margreth.

Begleitung:
Expertenkommission Lawinen und Steinschlag EKLS, S. Fehr und H.H. Utelli, Impuls AG, R. Degelo, Gasser Felstechnik AG, D. Schönbächler, Ing. büro, C. Pfammatter, Abteilung Naturgefahren des Kantons Bern und G.C. Feuerstein, Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Graubünden.

Forschung für Mensch und Umwelt: Die Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL überwacht und erforscht Wald, Landschaft, Biodiversität, Naturgefahren sowie Schnee und Eis. Sie ist ein Forschungsinstitut des Bundes und gehört zum ETH-Bereich. Das WSL-Institut für Schnee und Lawinenforschung SLF ist seit 1989 Teil der WSL.

© Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL
Birmensdorf, 2020

Inhalt

1 Einleitung 4

2 Aufbau und Anwendung von Klebeankern 4

3 Vor- und Nachteile von Klebeankern 5

4 Bemerkungen zum Einsatz von Klebeankern 6

5 Literatur 8

Zusammenfassung

Klebeanker sind Verbundanker, bei denen die Kraftübertragung zwischen Ankerstange und Bohrlochwand über einen Kunstharzmörtel erfolgt. Die Hauptvorteile von Klebeankern sind die kurze Abbindezeit, die Möglichkeit für Überkopfanwendungen und, dass keine Mörtelmischpumpe benötigt wird. Nachteile sind, dass der Bohrlochdurchmesser auf 25 mm sowie die Bohrlochlänge auf rund 160 cm beschränkt sind und ein Einsatz nur im gesunden und nicht zerklüfteten Fels möglich ist. Zudem gibt es keine Typenprüfung. Beim Einbau ist die Reinigung des Bohrloches entscheidend, um die gewünschte Tragfähigkeit zu erreichen. Klebeanker sind insbesondere für flächenhafte Anwendungen wie Netzabdeckungen, bei denen eine gewisse Redundanz besteht, anwendbar. Im subventionierten Lawinen- und Steinschlagverbau sollen Klebeanker nur ausnahmsweise in Spezialfällen verwendet werden.

Summary

Adhesive anchors are bonded anchors in which the transmission of force between the anchor rod and the borehole wall is effected via a synthetic resin mortar. The main advantages of adhesive anchors are the short hardening time, the possibility for overhead applications and that no mortar mixing pump is required. Disadvantages are that the diameter of the borehole is limited to 25 mm and the length of the borehole to about 160 cm. Furthermore, they can only be used in solid and not fissured rock, and there is no type approval. During installation, the cleaning of the borehole is crucial in order to achieve the desired bearing capacity. Adhesive anchors are particularly suitable for areal applications such as net covers of rockfaces, where a certain redundancy exists. In subsidized avalanche and rockfall defence, adhesive anchors should only be used in special cases as an exception.

1 Einleitung

Klebeanker sind Verbundanker, bei denen die Kraftübertragung zwischen Ankerstange und Bohrlochwand über einen Kunstharzmörtel erfolgt. Klebeanker wurden für den Einsatz im Berg- und Tunnelbau entwickelt. Kurze Klebeanker werden häufig für Befestigungen im Beton eingesetzt (z.B. Verankerung von Leitplanken). **Im subventionierten Lawinen- und Steinschlagverbau sollen dagegen Klebeanker nur ausnahmsweise in Spezialfällen verwendet werden.**

2 Aufbau und Anwendung von Klebeankern

Bei Klebeankern wird die Ankerstange im Bohrloch über die ganze Länge mit Klebepatronen, die auf Zwei-Komponenten Kunstharz- oder Zementbasis basieren, festgeklebt. In einer **Kunstharzpatrone** befinden sich in der Regel zwei abgeschlossene Behälter, in denen sich Härter und Harz befinden (Abb. 1). Nach dem Einführen der Patronen in das Bohrloch wird die schräg angeschnittene Ankerstange mit dem Bohrhammer eingedreht (Abb. 4). Dadurch wird das Kunstharz aktiviert, vermischt und verdichtet. Durch die kurze Aushärtezeit kann die Tragwirkung schnell erreicht werden. Rückhaltelemente an den Klebepatronen verhindern bei ansteigenden Bohrlöchern ein Herausrutschen.

Klebepatronen auf Zementbasis müssen vor der Einführung ins Bohrloch gewässert werden. Anschliessend wird ebenfalls die Ankerstange mit dem Bohrhammer eingedreht. Klebepatronen auf Zementbasis sind erfahrungsgemäss im Vergleich zu Kunstharzpatronen weniger verlässlich.

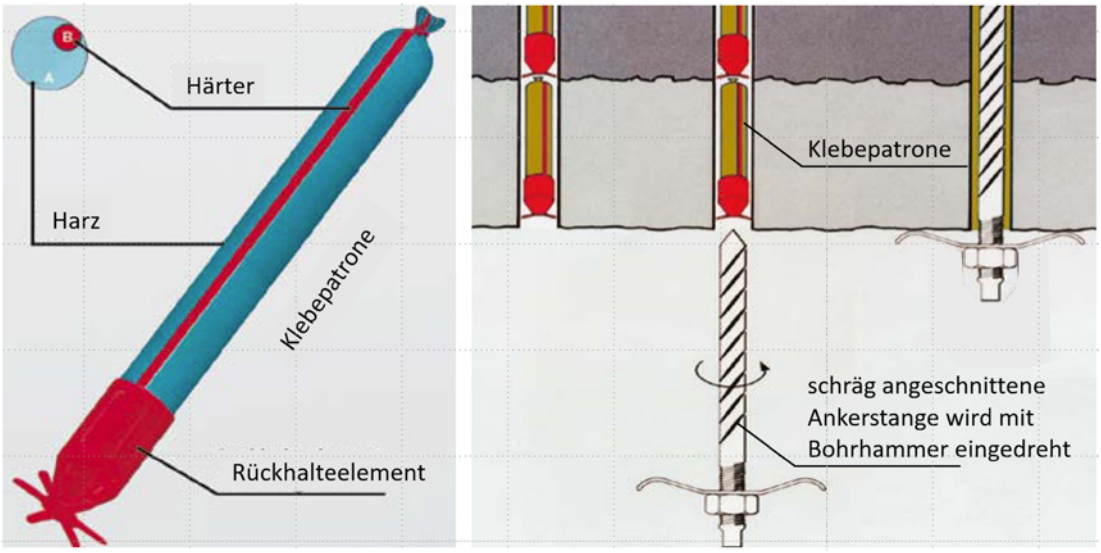

Abb. 1. Prinzipskizze Einbau von Klebeankern mit Kunstharzpatronen (nach Minova Global 2017).

3 Vor- und Nachteile von Klebeankern

Die **Vorteile** von Klebeankern gegenüber konventionell mit Trockenmörtel und Mörtelmischpumpen eingebauten Stabankern sind:

- Kunstharz hat eine kurze Abbindezeit (< 10 Min.). Dadurch ist ein schnelles Belasten der Anker möglich (z. B. Einsatz bei Sofortmassnahmen, kürzere Sperrzeiten einer Bahnlinie infolge der Baustelle).
- Es ist keine Mörtelmischpumpe erforderlich.
- Überkopfanwendungen sind möglich.
- Die Ankerlöcher können mit Handbohrmaschinen ohne Lafette gebohrt werden.
- Kunstharzmörtel erreichen sehr hohe Festigkeiten.
- Kunstharzmörtel ist frostbeständig, da es sich um einen porenarmen und wasserundurchlässigen Baustoff handelt (das Porengefüge ist nicht mit einem Mörtel auf Zementbasis vergleichbar).
- Bei komplexen Baustellen (z. B. schwieriger Zugang, beschränkte Platzverhältnisse, zu grosse Distanz zum Pumpen von konventionellem Mörtel) stellen Klebeanker oft die einzige Möglichkeit dar, um überhaupt Verankerungen ausführen zu können.

Die **Nachteile** von Klebeankern gegenüber dem Einsatz von konventionellen Mörtelinjektionen sind:

- Der Bohrlochdurchmesser ist nach oben eingeschränkt (Durchmesser Ankerstange in der Regel maximal 25 mm, d.h. die zulässige Zuglast ist auf rund 250 kN beschränkt) und muss auf den Durchmesser der Patronen abgestimmt sein.
- Die Bohrlochlänge ist auf ca. 160 cm beschränkt (theoretisch max. ca. 240 cm). Bei tiefen Bohrlöchern ist das Einbringen der Ankerstange sehr schwierig und eine genügende Durchmischung ist nicht mehr gewährleistet.
- Der Anker weist nur eine geringe Mörtelüberdeckung auf, die kleiner ist als 20 mm. Das heisst die Korrosionsschutzstufen 1 bis 3 gemäss der Norm SIA 267 (2013) Geotechnik sind nicht erfüllt. Weiter ist eine Zentrierung der Ankerstange mit Distanzhalter nicht möglich (entspricht nicht den üblicherweise verlangten Anforderungen beim Einbau von Ankern).
- Die Tragfähigkeit wird vom Einbauvorgang, von der Feuchtigkeit im Bohrloch und von der Temperatur beeinflusst (Abb. 3). Verarbeitungsfehler wie z. B. zu tiefe Bohrlöcher oder ungenügende Reinigung reduzieren die Tragfähigkeit stark (Abb. 2).
- Es bestehen nur beschränkte Erfahrungen mit dem Langzeitverhalten und der Alterungsbeständigkeit. Klebeanker haben schlechtere Dauerstandsfestigkeiten (z. B. Anker unter andauernder Zugbelastung) und Ermüdungsverhalten als konventionell vermörtelte Anker. Die Verbundfestigkeit eines Klebeankers kann bei einer Temperaturerhöhung abnehmen.
- Für die Anwendung von Klebeankern **im Fels** gibt es keine Typenprüfung, sowie keine Richtlinien oder Normen. Die Anwendung von Klebeankern **im Beton** ist jedoch umfassend geregelt z.B. in der DIN EN 1992-4 «Bemessung der Verankerung von Befestigungen im Beton» von 2019, SN EN1504-6 von 2007 oder im EOTA Technical Report TR029 «Design of bonded anchors» von 2010.

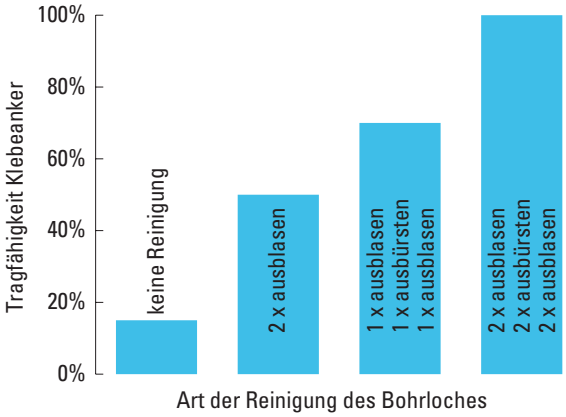

Abb. 2. Tragfähigkeit eines Klebeankers in Abhängigkeit der Reinigung des Bohrloches (nach Debrunner Acifer, 2015).

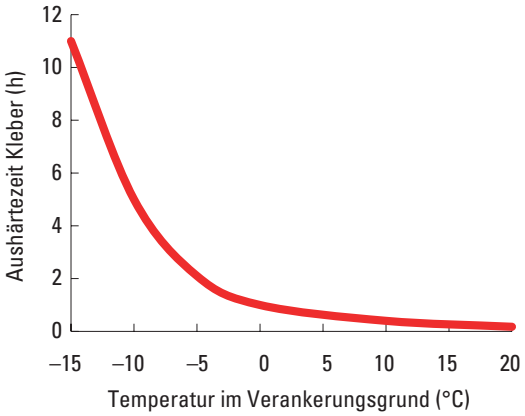

Abb. 3. Aushärtezeit eines Kunstharzklebers in Abhängigkeit der Temperatur des Verankerungsgrundes (nach Lang, 1979).

4 Bemerkungen zum Einsatz von Klebeankern

Für den Einsatz von Klebeankern im Lawinen- und Steinschlagverbau gibt es keine Typenprüfung. Generell sollen Klebeanker im vom Bund subventionierten Lawinen- und Steinschlagverbau **nur in Spezialfällen** eingesetzt werden: z. B. Sofortmassnahmen, schwer zugängliche Baustellen/Überhänge, sehr enge Platzverhältnisse, Ersatz eines einzelnen Ankers im Fels oder Verankerungen, bei denen ein schnelles Abbinden unabdingbar ist. Klebeanker sind insbesondere für **flächenhafte Anwendungen** wie Netzabdeckungen, bei denen eine gewisse **Redundanz** besteht, anwendbar (Abb. 5). **Klebeanker sind jedoch nicht als Ersatz für konventionelle Verankerungen von permanenten Lawinenverbauungen und Steinschlagschutznetzen geeignet.**

Beim Einsatz von Klebeankern sind die folgenden Punkte zu beachten:

- Bei Klebeankern muss die Verankerungszone aus **möglichst gesundem und nicht zerklüfteten Fels** bestehen. Im zerklüfteten Fels und im Lockergestein ist ein Einsatz nicht angezeigt.
- Der **Ankerdurchmesser** ist in der Regel auf 25 mm und die Bohrlochlänge theoretisch auf ca. 240 cm beschränkt. Idealerweise beträgt die Bohrlochlänge 80 bis 120 cm. Die Erfahrung zeigt, dass bei grösseren Längen der Einbau sehr mühsam resp. unmöglich wird.
- Die **Ankerstangen** müssen **profiliert und schräg angeschnitten** sein (Abb. 4), damit eine genügende Durchmischung und Verzahnung beim Eindrehen mit dem Kunstharz erreicht wird. Das Verkleben von Seilankern ist nicht möglich, da beim Eindrehen eine genügende Durchmischung nicht gewährleistet werden kann.
- Der Einbau hat gemäss **Anleitung der Hersteller** zu erfolgen. Wichtige zu beachtende Punkte sind: Bohrdurchmesser, Rotationszahl und Stärke Drehmotor, Ankerdurchmesser, Reinigung Bohrloch, Typ und Anzahl Patronen, Temperatur beim Einbau, Verarbeitungszeit, Lagerungszeit – die Haltbarkeit von Klebepatronen ist in der Regel kürzer als von konventionellem Ankermörtel.
- Klebeanker sollen nur von **Unternehmungen mit entsprechender Erfahrung** eingebaut werden. Wichtig ist insbesondere das fachgerechte Vorgehen beim Einbau und die entsprechenden Kontrollen durch die Bauleitung. Die **Reinigung des Bohrloches ist äusserst wichtig** (Abb. 2).

- Die **Klebermenge** muss der Bohrlochtiefe entsprechen.
- Bei **tiefen Bohrlöchern** (≥ 120 cm) sind Patronen mit längeren Abbindezeiten vorzusehen, um ein verfrühtes Abbinden der äussersten Patronen auszuschliessen. Als Richtwert gilt: bei einem 120 cm tiefen Bohrloch eine Abbindezeit von mindestens 10 Min. vorsehen.
- **Kalte Temperaturen** (< +5 °C, vom Klebertyp abhängig) beim Versetzen verursachen ein längeres Aushärten und allenfalls kein vollständiges Abbinden (siehe Abb. 3).
- **Keine diamantgebohrten Bohrlöcher** vorsehen, da die glatte Felsoberfläche einen zuverlässigen Verbund in der Regel verhindert und die Tragfähigkeit des Ankers reduziert.
- Klebeanker erfüllen die Korrosionsschutzstufen 1 bis 3 gemäss der Norm SIA 267 Geotechnik nicht. Deshalb ist die **vollständige Verfüllung** des Bohrloches sehr wichtig (Korrosionsschutz! Problematisch bei klüftigem Fels).
- Klebeanker sollen **nicht in korrosiver Umgebung** eingesetzt werden.
- Es wird empfohlen, die Eignung und Tragfähigkeit der Klebeanker mit **Ankerversuchen** zu prüfen. Zusätzlich sollen **separate Kontrollanker** für spätere Prüfungen vorgesehen werden. Die Anzahl Versuchs- und Kontrollanker hängt von der Projektgrösse und den Felsverhältnissen ab. In Anlehnung an die Technische Richtlinie für den Lawinenverbau im Anbruchgebiet (Margreth, 2007) wird empfohlen, pro Untergrundbereich mit vergleichbaren geotechnischen Eigenschaften in der Regel mindestens **drei Versuchs- und Kontrollanker** einzubauen.
- Idealerweise werden Klebeanker **im Verbund eingesetzt** (mindestens zwei Anker), um bei einem Ausfall ein Systemversagen ausschliessen zu können.

Abb. 4. Schräg angeschnittene Ankerstange eines Klebeankers (Foto IMPULS AG).

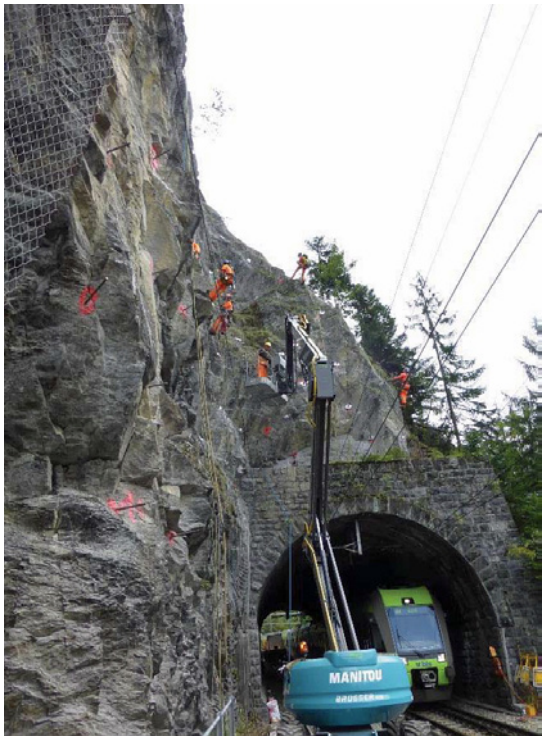

Abb. 5. Einbau einer Felsabdeckung mit Klebeankern. (Foto IMPULS AG).

5 Literatur

Debrunner Acifer AG, 2015: Technische Dokumentation Nr. 2 Chemische Verbundmörtel.

DIN EN 1992-4, 2019: Bemessung der Verankerung von Befestigungen im Beton.

EOTA TR 029, 2010: Design of Bonded Anchors. Technical Report 029.

Lang, G., 1979: Festigkeitseigenschaften von Verbundanker-Systemen. Bauingenieur 54: 41–46.

Margreth, S., 2007: Lawinenverbau im Anbruchgebiet. Technische Richtlinie als Vollzugshilfe. Umwelt-Vollzug: Vol. 0704. Bern; Davos: Bundesamt für Umwelt (BAFU); WSL Eidgenössisches Institut für Schnee- und Lawinenforschung SLF.

Minova Global, 2017: Harze Bergbau. Minova CarboTech GmbH, Essen.

SIA 267, 2013: Geotechnik.

SN EN1504-6, 2007: Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken – Definitionen, Anforderungen, Güteüberwachungen und Beurteilung der Konformität – Teil 6: Verankerung von Bewehrungsstäben.