

Ersetzt SIA 166:2004

Armatures collées pour le renforcement de structures porteuses existantes
Armature collate per il rinforzo di strutture portanti esistente
Adhesively bonded reinforcement for strengthening existing structures

Klebebewehrungen für die Verstärkung bestehender Tragwerke

505
166

Referenznummer
SN 505166:2024 de

Gültig ab: 2024-11-01

Herausgeber
Schweizerischer Ingenieur-
und Architektenverein
Postfach, CH-8027 Zürich

Die vorliegende Publikation richtet sich nach einer inklusiven Sprachregelung. Verständlichkeit und eine neutrale Ausdrucksweise sind dabei massgebend. Falls aus Gründen besserer Lesbarkeit nur eine Geschlechtsform verwendet wird, obliegt die Wahl dem für die Publikation zuständigen Gremium.

Allfällige Korrekturen zur vorliegenden Publikation sind zu finden unter www.sia.ch/korrigenda.

Der SIA haftet nicht für Schäden, die durch die Anwendung der vorliegenden Publikation entstehen können.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite		Seite
Vorwort	4	5 Konstruktive Durchbildung	45
0 Geltungsbereich	5	5.1 Grundsätze	45
0.1 Abgrenzung	5	5.2 Bewehrungsführung Klebebewehrung ..	45
0.2 Normative Verweisungen	5	5.3 Konstruktive Schutzmassnahmen	46
0.3 Abweichungen	6	5.4 Brandschutzmassnahmen	46
1 Verständigung	7	6 Ausführung	47
1.1 Begriffe und Definitionen	7	6.1 Allgemeines	47
1.2 Symbole, Begriffe und Einheiten	9	6.2 Beurteilung, Prüfung des Untergrunds ..	47
1.3 Bauweisen	12	6.3 Untergrundvorbereitung	48
2 Grundsätze	13	6.4 Montage	49
2.1 Allgemeines	13	6.5 Qualitätskontrolle	50
2.2 Baustoffe	13	6.6 Schutz vor aggressiven Medien	51
2.3 Tragwerksanalyse und Bemessung	14	6.7 Überwachung und Unterhalt	51
2.4 Dauerhaftigkeit	15	Anhang	
2.5 Langzeitbeanspruchung	18	A (informativ) Publikationen	52
3 Baustoffe	19	B (informativ) Verzeichnis der Begriffe ..	53
3.1 Untergrund	19		
3.2 Verstärkungssystem	19		
3.3 Klebstoffe	20		
3.4 Lamellen aus Stahl	20		
3.5 Lamellen aus Faserverbundwerkstoffen	21		
3.6 Gewebe und Gelege aus Faserverbundwerkstoff	21		
3.7 Vorspannsysteme für Klebebewehrungen	22		
3.8 Hilfsmittel	22		
4 Tragwerksanalyse und Bemessung ..	24		
4.1 Tragwerksanalyse	24		
4.2 Bemessungswerte	26		
4.3 Nachweis der Tragsicherheit von Verstärkungen bestehender Betontragwerke	27		
4.4 Nachweis der Tragsicherheit von Verstärkungen bestehender Stahltragwerke	37		
4.5 Nachweis der Tragsicherheit von Verstärkungen bestehender Holztragwerke	39		
4.6 Nachweis der Tragsicherheit von Verstärkungen bestehender Mauerwerkstragwerke	41		
4.7 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit ..	43		

VORWORT

Im Laufe der Nutzungsdauer eines Bauwerks von 50 bis 100 Jahren ändern die Nutzung und/oder die Beanspruchungen des Tragwerks. Ebenso ist es erforderlich, Schäden zu beheben. Eine vorteilhafte Strategie zur Schonung wertvoller Ressourcen besteht oft darin, die Lebensdauer von Bauwerken durch gezielte Verstärkungen zu verlängern, anstatt sich für den Abriss und den anschliessenden Neubau zu entscheiden. Eine der möglichen Verstärkungsmassnahmen ist die Verwendung von Klebebewehrungen.

Seit der Erarbeitung der ersten Ausgabe der Vornorm SIA 166:2004 *Klebebewehrungen* Anfang der 2000er-Jahre hat sich die Technologie der Klebebewehrungen weiterentwickelt. Es gibt interessante neue Technologien zur Tragwerksverstärkung wie zum Beispiel die Einschlitzlamellen. Ausserdem hat die Praxis gezeigt, dass Klebebewehrungen in verschiedenen Fällen nicht systemgerecht angewendet werden. Mit der Revision wurde deshalb eine Verdeutlichung der technischen Grundlagen angestrebt, um Fehleinsätze möglichst zu vermeiden. Die vorhandene Vornorm wurde stark überarbeitet, dem Stand der Technik angepasst und in eine ordentliche SIA-Norm umgewandelt.

Die wichtigsten und grössten Änderungen der vorliegenden Norm SIA 166 im Vergleich zur Vorgängernorm sind

- Inhaltsstruktur (neu wie in Norm SIA 262),
- Thema Dauerhaftigkeit und Langzeitverhalten,
- Baustoffe nach aktuellen internationalen Prüfnormen,
- Einschlitzlamellen,
- Vorgespannte kohlefaserverstärkte Kunststoff-Lamellen,
- Bemessung auf Biegung, Umwicklung und Querkraft,
- Berechnung der Bruchenergien in Abhängigkeit der charakteristischen Haftfestigkeiten des oberflächennahen Betons (anstatt Mittelwerten).

Ziel der Anwendung von Klebebewehrungen ist nicht in jedem Fall eine Verstärkung. Gleichwertige Ziele sind beispielsweise Duktilitätsverbesserungen durch Umwicklung von Druckgliedern zur Aktivierung mehraxialer Druckspannungszustände oder die gezielte Verstärkung gegen spröde Bruchmechanismen, um das Versagen an Orte zu verschieben, an denen duktile Versagen auftreten. Mit vorgespannten Klebebewehrungen kann auch die Gebrauchstauglichkeit (Reduktion der Verformungen und Rissweiten) verbessert werden.

Die Wirkungsweise von Klebebewehrungen ist eng mit dem Zustand und Verhalten des bestehenden Tragwerks verknüpft, dessen Eigenschaften oft nicht umfassend bekannt sind und nicht beliebig verändert werden können. Es ist in der Regel bereits belastet, zumindest mit der Eigenlast; die gesamte Belastungsgeschichte ist jedoch kaum je bekannt. Klebebewehrungen übernehmen deshalb lediglich einen Anteil der nach ihrer Applikation auftretenden Einwirkungen, wenn nicht durch besondere Massnahmen (vorgängige Entlastung, Vorspannung) eine weitergehende Mitwirkung erzwungen wird. Die Verwendung von Baustoffen ohne Fließvermögen (Faserverbundwerkstoffe) und die Berücksichtigung von Untergründen mit ungünstigem Nachbruchverhalten auf Zug (Beton, Mauerwerk, Holz) führen dazu, dass Sprödrisse auftreten können. Versagenszustände haben somit ihre Ursache oft im bestehenden Tragwerk und können ohne grosse Verformungen auftreten. Mithilfe der Nachweise dieser Norm sollen diese Versagenszustände verhindert werden.

Die Klebetechnik ist nicht auf Beton beschränkt. Bereits in der Vornorm SIA 166:2004 wurden Hinweise zur Verstärkung von Stahl, Holz und Mauerwerk mit Klebebewehrungen gegeben. In der vorliegenden Norm SIA 166 wurden für die Verstärkung von Stahl, Holz und Mauerwerk eigene Kapitel erstellt und diese deutlich erweitert.

Das Thema der Verstärkung von Stahlbeton mit Klebebewehrung wird in EN 1992-1-1:2023; *Eurocode 2 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Regeln und Regeln für Hochbauten, Brücken und Ingenieurbauwerke*, Anhang J, behandelt. Die Arbeitsgruppe hat einige wenige – aus ihrer Sicht sinnvolle – Bemessungsverfahren daraus in der vorliegenden Norm leicht angepasst übernommen (Umwicklung, Querkraftverstärkung). Sie ist hingegen der Meinung, dass die dort vorgeschlagene Biegebemessung nicht praxistauglich ist, und hat in der nun vorliegenden Norm ein einfach anwendbares und praxistaugliches Bemessungsmodell vorgelegt.

Die Arbeitsgruppe Klebebewehrungen der Normenkommission SIA 262 Betonbau hat sich zum Ziel gesetzt, ein anwendungsfreundliches Dokument zu verfassen, das die neuesten Verstärkungsmethoden aufnimmt, die Möglichkeiten und Grenzen der Technologie aufzeigt und einheitliche Bemessungsverfahren vorschlägt, welche die weitere Entwicklung jedoch nicht behindern.

Arbeitsgruppe SIA 166

In der Kommission SIA 262 und in der Arbeitsgruppe SIA 166 vertretene Organisationen

ASTRA	Bundesamt für Strassen
Empa	Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt
EPFL	Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
ETH Zürich	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
SBV	Schweizerischer Baumeisterverband

Kommission SIA 262, Betonbau

Präsident	Walter Kaufmann, Prof. Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Zürich	Vertreter von ETH Zürich
Mitglieder	Martin Bimschas, Dr. ETH, dipl. Ing. TU/SIA, Uster Patrick Bischof, Dr., MSc. Bau-Ing. ETH/SIA, Maseltrangen Daniel Buschor, dipl. Bau-Ing. EPF/SIA, Burgdorf Stéphane Cuennet, dipl. ing HES, Bern Christoph Czaderski, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Dübendorf Bernd Arnd Eberhard, Dr., dipl. Ing. TU, Würenlingen Stephan Etter, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Zürich Hans-Rudolf Ganz, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Bösinggen Aurelio Muttoni, Prof. Dr., ing. civil dipl. EPF/SIA, Lausanne Sylvain Plumey, Dr., ing. dipl. EPF/SIA, Pruntrut Miguel Fernández Ruiz, Prof. Dr., ing. civil dipl. EPF, Écublens Yves Schiegg, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Wildegg Andreas Schmidt-Ginzkey, ing. civil dipl. EPF, Lausanne Hans Seelhofer, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Zürich Kerstin Wassmann, Dipl. Ing. TU, Würenlingen Volker Wetzig, Dipl. Ing. TU/SIA, Bern	Projektierung Projektierung Projektierung ASTRA Empa Industrie Projektierung Beratung EPFL Projektierung Projektierung Materialprüfung SBV Projektierung Industrie Industrie

Arbeitsgruppe SIA 166

Vorsitz	Christoph Czaderski, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Dübendorf	Empa
Mitglieder	Matteo Breveglieri, Dr., dipl. Bau-Ing. UNIFE, Dübendorf Yunus Harmanci, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH, Ehrendingen Martin Hüppi, dipl. Bau-Ing. HTL, Seewen Nebojša Mojsilović, Dr. ETH, dipl. Bau-Ing. TU/SIA, Zürich Robin Schaub, dipl. Bau-Ing. ETH, Bern Markus Tellenbach, dipl. Bau-Ing. ZFH/SIA, Hinwil Tomaž Ulaga, Dr., dipl. Bau-Ing. ETH/SIA, Basel	Empa Projektierung Industrie ETH Zürich Industrie Industrie Projektierung

Verantwortliche SIA Geschäftsstelle Heike Mini, dipl. Bau-Ing. TU/SIA, Zürich

Genehmigung und Gültigkeit

Die Zentralkommission für Normen des SIA hat die vorliegende Norm SIA 166 am 3. September 2024 genehmigt.

Sie ist gültig ab 1. November 2024.

Sie ersetzt die Vornorm SIA 166 *Klebebewehrungen*, Ausgabe 2004.

Copyright © 2024 by SIA Zurich

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe und Speicherung sowie der Übersetzung, sind vorbehalten.