



**RÖFIX**<sup>®</sup>

Bauen mit System

[www.roefix.com](http://www.roefix.com)

## System RÖFIX SismaCalce<sup>®</sup>

Thermisch Modernisieren mit Moral  
Sicheres Wohnen in bestehender und neuer Bausubstanz

## Impressum

**Herausgeber:** RÖFIX AG, Vinschgauerstr. 70, 39020 Partschins (BZ)

**Grafische Gestaltung:** Martin Schaffler

Copyright by RÖFIX AG: © 2013

Unsere Angaben sind sorgfältig nach Maßgaben der vorliegenden Untersuchungen und praktischen Erfahrungen erstellt, aber ohne Anspruch an Richtigkeit und Vollständigkeit und ohne Haftung für weitere Entschlüsseungen.

## Inhaltsverzeichnis

---

04	RÖFIX System SismaCalce
14	Versuche und Labortests
22	RÖFIX SismaCalce Anwendungsrichtlinie

---

# RÖFIX System SismaCalce®

Erdbebenschutz und Energieeffizienz. Sicheres und nachhaltiges Wohnen in Alt- und Neubauten.



### Die Zukunft des Bauens: Thermische Sanierung kombinieren mit Erdbebenschutz

Aus dem Know-how und der Kompetenz von RÖFIX ist nun eine Lösung für erdbebensichere Gebäude hervorgegangen: Ein rationelles und integriertes System für sichere, energieeffiziente und komfortable Gebäude. Die Wärmedämmung eines Gebäudes ist entscheidend für dessen Energieeffizienz, einen geringen Energieverbrauch von Heizung und Klimaanlage sowie für hohen Wohnkomfort.

Gerade in Italien ist das Thema Erdbebensicherheit nach den Ereignissen in der jüngsten Vergangenheit sehr aktuell. Nicht nur Neubauten müssen gemäß entsprechenden Standards gebaut werden, sondern auch die Sicherheit der zahlreichen Altbauten muss dringend verbessert werden. Ein Großteil der bestehenden Gebäude weist nicht nur einen hohen Energieverbrauch sondern auch ein hohes Einsturzrisiko im Fall eines Erdbebens auf. Jetzt hat RÖFIX das innovative System RÖFIX SismaCalce LIGHT entwickelt: Ein System, das eine armierte Verstärkung des Mauerwerks mit einer kompletten Wärmedämmung verbindet. Der entscheidende Vorteil von RÖFIX SismaCalce LIGHT: In nur einem einzigen Eingriff werden zwei wesentliche Leistungen eines Gebäudes erheblich verbessert: Erdbe-

benschutz und Energieeffizienz.

### RÖFIX – Bausysteme

Heutzutage muss das Bauwesen sehr hohen Anforderungen gerecht werden. Die große Herausforderung für modernes Bauen ist der Spagat zwischen den ökologischen, wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Bedürfnissen unserer Zeit. Seit mehr als 100 Jahren entwickelt RÖFIX hochwertige Bautechnologie und bietet seinen Kunden innovative Produkte und Systeme, die selbst höchste Ansprüche an Technik, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit erfüllen.

Damit geben wir einen entscheidenden Impuls für eine zukunftsweisende Politik im Bauwesen. RÖFIX ist Ihr solider und verlässlicher Partner für die sichere Zukunft Ihrer Bauprojekte.

### Produktqualität, Innovation und Erfahrung

Mit dem Bau oder der Sanierung eines Hauses schafft man Beständigkeit und langfristigen Wert. Oft ist es Lebenswerk und Zuhause für ganze Generationen. Wir sind uns der großen Verantwortung gegenüber unseren Kunden, die auf die Qualität unserer Produkte und deren korrekter Anwendung an der Baustelle setzen, bewusst. Seit jeher ist es unser Ziel, qualitativ hochwertige Produkte für nachhaltiges und

ökonomisch sinnvolles Bauen anzubieten.

Über die Jahre konnten wir die Qualität unserer Produkte und Dienstleistungen ständig verbessern. Eine Erfolgsgeschichte, die auf der Kombination von Innovation, Qualität und langjähriger Erfahrung basiert.

Wir stehen unseren Kunden sowohl bei der Auswahl als auch bei der Anwendung des für ihr individuelles Bauvorhaben geeigneten Produktes zur Seite. Sowohl das Bewusstsein der Kunden als auch die Nachfrage an nachhaltigen Bauprodukten und –Systemen nehmen ständig zu. Die Qualitätssiegel der angesehensten nationalen und internationalen Zertifizierungsinstitute belegen die Qualität und Nachhaltigkeit unserer Produkte und machen RÖFIX zum idealen Partner für innovative Bauprojekte im Einklang mit der Natur.



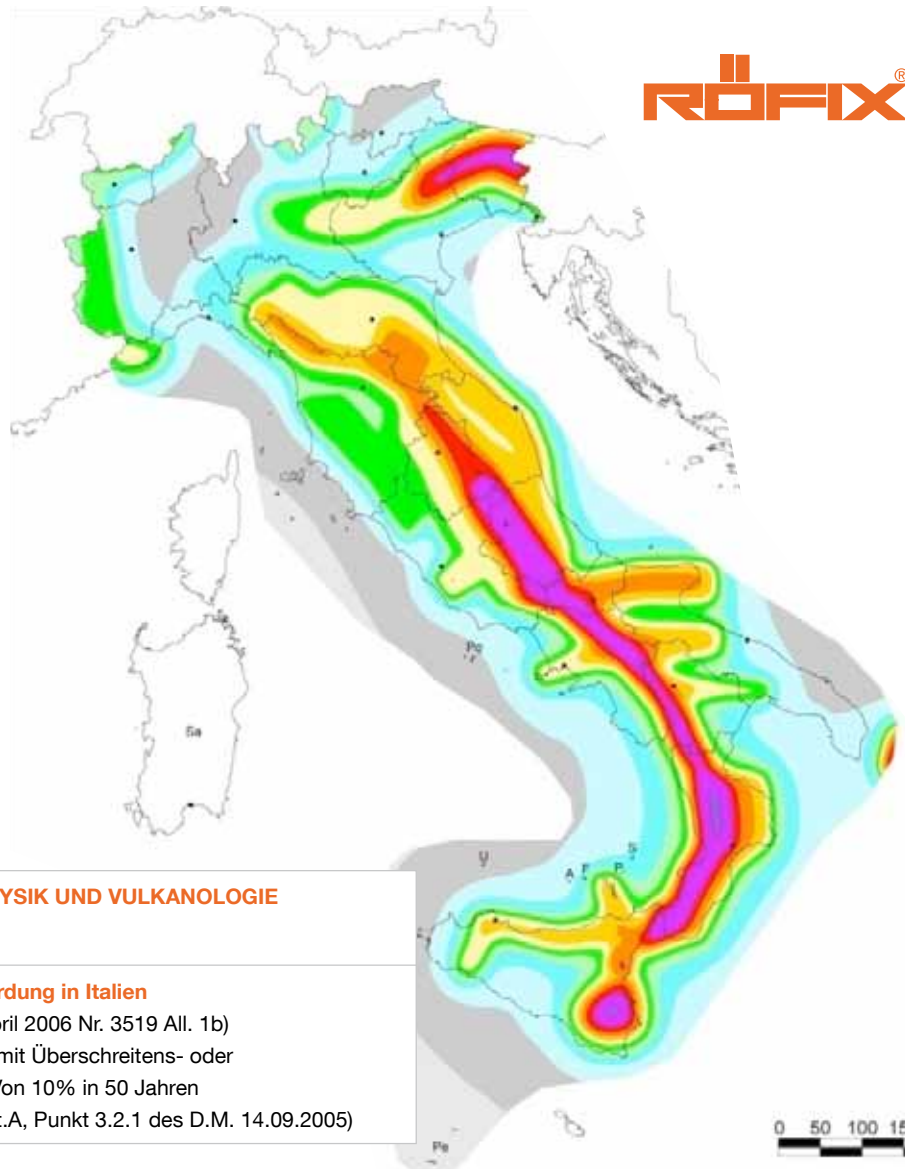
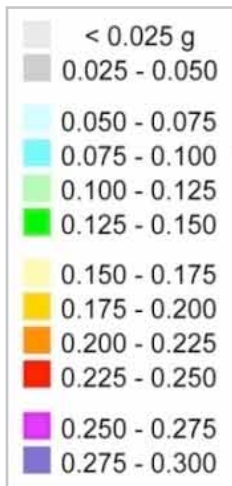
Erbeben sind geologisch bedingte Erschütterungen des Erdkörpers, die zum Teil verheerende Folgen haben können. Gemessen an der Erdbebenanzahl und der Stärke einzelner Beben, zählt Italien zu den am stärksten erdbebengefährdeten Regionen. Die Schäden und Zerstörungen, die dabei angerichtet werden können, sind umso höher, da Italien über einen einzigartigen Reichtum an historischen Gebäuden, Kunstschätzen und Denkmälern verfügt.

## Erdbeben: Einsturzgefahr von Altbauten

Gemessen an der Erdbebenanzahl und der Stärke einzelner Beben, zählt Italien seit jeher zu den am stärksten erdbebengefährdeten Ländern des Mittelmeerraums. Grund für die erhöhte Seismizität (Erdbebengefährdung) Italiens ist seine besondere geografische Lage: Die afrikanische Platte kollidiert dort mit der eurasischen Platte. Dadurch entstehen enorme tektonische Spannungen, die sich dann in heftigen Erdstößen und Beben entladen. Im Zuge dieser Plattenbewegung schiebt sich die adriatische Mikroplatte von Ost nach West unter den Apennin, während gleichzeitig die afrikanische Platte mit der eurasischen Platte kollidiert. Der heftige Erdstoß eines Bebens kommt plötzlich und überraschend und meistens leider

ohne Vorwarnung. Die dadurch verursachten Schäden und Zerstörungen sind dramatisch. Ganz zu schweigen von der leider oft sehr hohen Zahl an Toten und Verletzten. Direkte Erdbebenbelastungen lassen hohe, kurzfristige Beschleunigungen in horizontaler wie auch in vertikaler Richtung entstehen. Insbesondere die dabei auftretenden, hohen horizontalen Bodenbeschleunigungen können strukturelles Versagen hervorrufen. Nach dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik ist es nicht möglich Zeitpunkt und Stärke eines Erdbebens mit Sicherheit vorherzusagen und somit weitere Opfer durch einstürzende Gebäude zu verhindern. Um einen ausreichenden Schutz vor Erdbeben in

seismisch aktiven Zonen zu gewährleisten, müssen bei Planung und Bau von Gebäuden entsprechende erdbebensichere Standards eingehalten werden. Diese exakte Planung gilt allerdings nicht nur für Neubauten. Besonders an Altbauten müssen entsprechende Maßnahmen vorgenommen werden, um ein ausreichendes Maß an Sicherheit garantieren zu können.



**NATIONALES INSTITUT FÜR GEOPHYSIK UND VULKANOLOGIE**

#### Karte zur Erdbebengefährdung in Italien

(gemäß Ordinanza PCM vom 28. April 2006 Nr. 3519 All. 1b)

Maximale Bodenbeschleunigungen mit Überschreitens- oder

Eintretenswahrscheinlichkeiten Von 10% in 50 Jahren

Bezogen auf festes Erdreich (Vs30 >800 m/s; Kat.A, Punkt 3.2.1 des D.M. 14.09.2005)

Seismische Klassifizierung Italien

## Thermische Sanierung und Erdbebenschutz in Einem – Eine Investition, die sich lohnt

In Italien gibt es mehr als 58 Mio. Gebäude, von denen über 70% vor in Kraft treten der ersten Norm für Energieeffizienz von Neubauten errichtet worden sind. Die italienischen Altbauten haben einen besonders hohen Energieverbrauch, d.h. die wirkliche Herausforderung liegt in der thermischen Sanierung dieser Gebäude. An erster Stelle der durchzuführenden Maßnahmen zur Verringerung des Energieverbrauchs eines Wohnhauses steht die Reduzierung des Wärmeverlustes durch eine entsprechende Wärmedämmung der Gebäudehülle. Ein Wärmedämm-Verbundsystem sorgt für eine einfache und effiziente Wärmedämmung der Außenmauern und damit für ein Plus an Leistung, Wirtschaftlichkeit und Umweltschutz.

Natürlich ist die Verbesserung der Energiebilanz und des Wohnkomforts eines Hauses ein wesentlicher Aspekt. Noch wichtiger ist allerdings ein hoher Schutz- und Sicherheitsstandard für dessen Bewohner. Die offensichtliche Einsturzgefahr von Altbauten bei Erdbeben und die viel beachtete Norm zur Erdbebenanpassung bestehender Gebäude machen die dringende Notwendigkeit von sicheren Gebäuden deutlich.

Aus diesem Grund verbindet RÖFIX SismaCalce thermische Sanierung mit Erdbebenschutz und ist damit eine effektive Lösung für zwei elementare Aspekte, die jedes Gebäude erfüllen sollte.



Die Verbesserung der Erdbebensicherheit und Energieeffizienz von Altbauten sorgt nicht nur für eine Reduzierung der Sanierungskosten sondern auch für eine thermische Modernisierung alter Immobilien.

# Erdbebensichere Anpassung und technische Normen

Die erdbebensichere Anpassung von Altbauten in erdbebengefährdeten Regionen erfordert vor allem eine gezielte Ausbesserung der Konstruktions- und Planungsmängel aus früheren Jahren. Dies gilt nicht nur für strukturelle Schwächen (wie z.B. von Stahlbetonrahmen) sondern insbesondere für nicht tragendes Mauerwerk und Mauerabschnitte in Leichtziegel, welche das Auslösen von Einsturzmechanismen fördern.

Es ist bekannt, dass die Mechanismen bei maximalem Verformungsvermögen das größte Risiko betragen, da durch das Verformen unterhalb des Grenzwertes entstandenen Schäden beinahe augenblicklich sensible Risse entstehen können. Genau diese Risse führen häufig zum Einsturz ganzer Mauern oder zumindest eines Großteils davon. Eine Kettenreaktion wird ausgelöst, an deren Ende das komplette oder partielle Einstürzen des Gebäudes steht. Es ist außerdem bekannt, dass eine mangelhafte oder unzureichende Verbindung zwischen nicht tragenden Mauern und der tragenden Struktur bzw. zwischen den verschiedenen Schichten der nicht

tragenden Mauer selbst solche Mechanismen fördert bzw. entscheidend beeinflusst. Dies ist häufig bei Altbauten der Fall. Diese Konstruktionsschwäche ist typisch für nicht tragende Rahmenkonstruktionen mit leichten Trennwänden. Häufig betroffen sind ebenfalls historische Altstadtgebäude, die häufig mehrfach vergrößert, renoviert und umgebaut worden sind.

Die Sicherheit des nicht tragenden Mauerwerks wird auch in den nationalen Normen zur Erdbebensicherheit immer mehr berücksichtigt. Wie die letzten Erdbeben in L'Aquila und der Emilia gezeigt haben, können solche Folgeschäden nur durch eine adäquate Prävention verhindert werden. Die traurigen Ereignisse dort bestätigten aufs Neue die Erfahrungen aus früheren Beben und machten deutlich, zu welcher gravierenden Verletzungen von Personen, materiellen Schäden und Behinderungen von Fluchtwegen das maximale Verformungsvermögen von nicht tragenden Wänden führen kann.

Laut der italienischen Norm - NTC 2008 "Neue technische Baunormen, D.M. 14. Januar 2008, Ministerium für Infrastruktur, veröffentlicht im Amtsblatt Nr. 29 vom 4. Februar 2008, ordentliches Beiblatt Nr. 30, ist die Überprüfung des maximalen Verformungsvermögens zum Zeitpunkt der Grenzbelastung (§ 7.2.3), verpflichtend vorgeschrieben. Die Norm sieht außerdem das Ergreifen von Maßnahmen vor, die vorzeitiges und schnelles Einstürzen sowie das maximale Verformungsvermögen zum Zeitpunkt der Grenzbelastung verhindern können (§ 7.3.6.3).

Neben den Maßnahmen an tragenden Strukturen dürfen auf keinen Fall die Arbeiten an nicht tragenden Konstruktionselemente vernachlässigt werden. Diese sind für die Unversehrtheit von Personen nicht weniger gefährlich, selbst dann, wenn die Konstruktion als Ganzes keine großen Schäden davonzieht.

Gerade bei den letzten schweren Beben wurde dieses Problem sehr deutlich, als Gebäude ohne strukturelle Schäden erhebliche und breit gestreute Zerstörungen der nicht tragenden Konstruktionselemente aufwiesen. Diese führten zu teilweisen oder kompletten Einstürzen, welche die Wohnbarkeit des Gebäudes ohne die Ausführung teurer Reparaturarbeiten am Mauerwerk unmöglich machten.

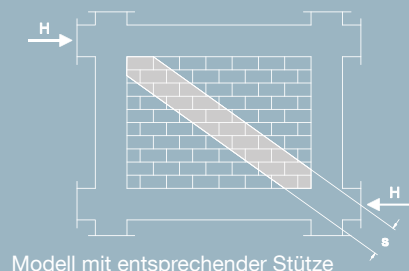
Eine eingehende Qualitätsanalyse der potentiell gefährdeten tragenden und nicht tragenden Strukturen ist für die Auswahl der notwendigen Verstärkungsmaßnahmen unumgänglich. Nur eine vorhergehende umfas-

sende Analyse ermöglicht ein Reparatur- und Verstärkungsprojekt zur Eliminierung bzw. drastischen Reduzierung der Schwachstellen und Mängel, die eine korrekte Funktionsweise der Struktur im Ernstfall beeinträchtigen könnten.

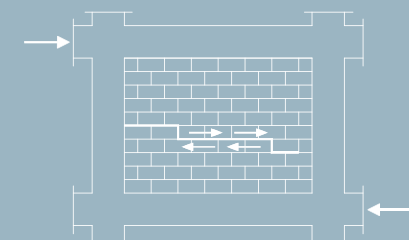
## Beschädigungsmechanismen in Richtung der Wandebene

### Beschädigungsmechanismen bei Belastungen unterhalb des maximalen Verformungsvermögens von nicht tragenden Mauern

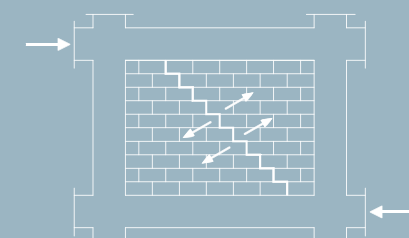
Fest mit dem Rahmen verbundene nicht tragende Mauer



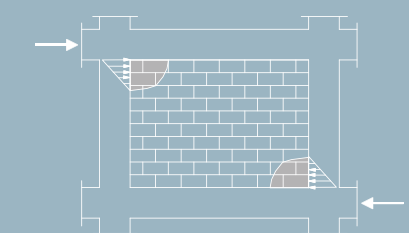
Modell mit entsprechender Stütze



Schaden durch laterale Verschiebung



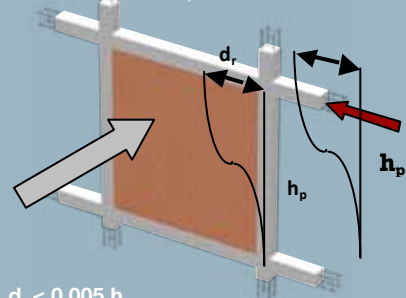
Schaden durch diagonale Risse



Quetschung der Ecken unter Druckbelastung

### Untersuchungen an nicht tragendem Mauerwerk (NTC 2008)

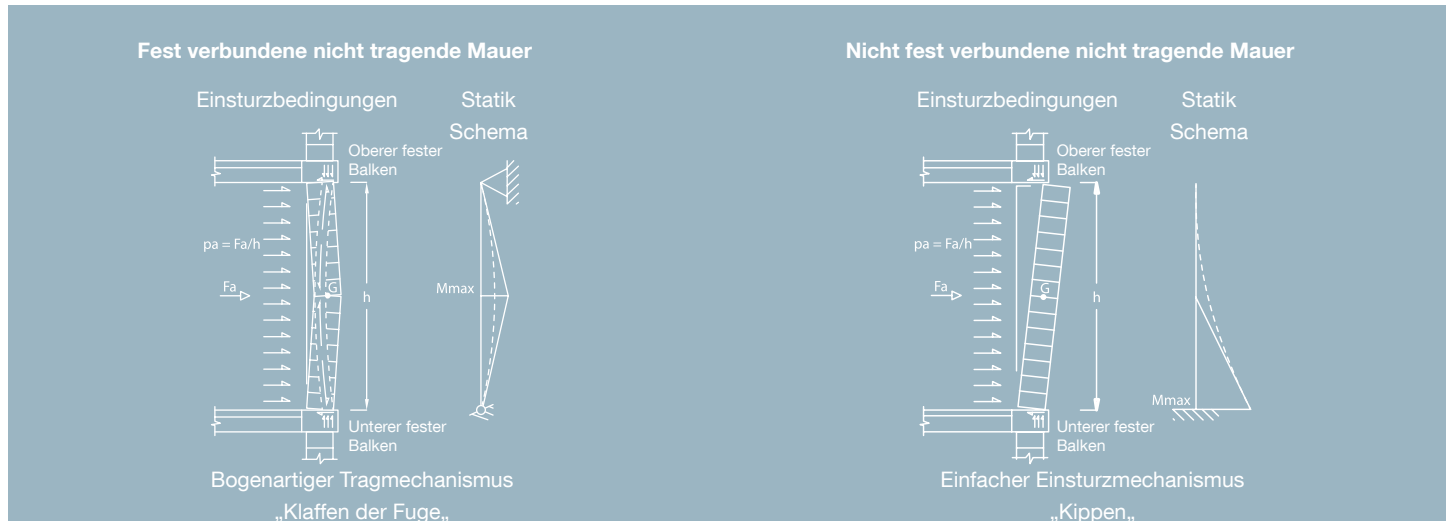
- Reduzierung der lateralen (seitlichen) Verschiebung (drift) der tragenden Strukturen auf  $< 0,5\%$  der Grenzbelastung, um die Schäden an nicht tragenden Elementen möglichst gering zu halten (§ 7.2.3). (§ 7.3.7.2)
- Überprüfung des maximalen Verformungsvermögens zum Zeitpunkt der Grenzbelastung (§ 7.2.3)
- Notwendigkeit von Maßnahmen, die vorzeitiges und schnelles Einstürzen und das maximale Verformungsvermögen zum Zeitpunkt der Grenzbelastung verhindern können (§ 7.3.6.3).



$d_r < 0,005 h_p$   
 $d_r$ : laterale (seitliche) Verschiebung  
 $h_p$ : Höhe des Stockwerks

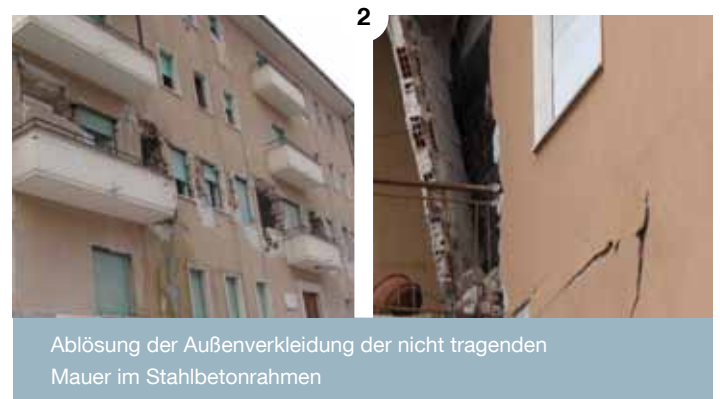


### Einsturzmechanismen zum Zeitpunkt des maximalen Verformungsvermögens in Plattenrichtung der Wand



### „Kombinierter“ Effekt

Funktionsweise der nicht tragenden Mauern, „kombinierter“ Effekt: 1) Beschädigung durch Belastungen unterhalb des max. Verformungsvermögens 2) daraus resultierende Verringerung der Grenzbelastung.



Doppelmauern sind kritischer zu betrachten als einschichtige Mauern: Im Allgemeinen sind sie aus sehr dünnen Elementen gebaut und damit weniger stabil. Außerdem können sich Probleme an den Verbindungsstellen mit der Hauptstruktur oder an der Verbindung von zwei Verkleidungen ergeben.





## RÖFIX SismaCalce®

Die seismische Verstärkung von RÖFIX SismaCalce besteht aus dem Spezialgewebe RÖFIX SismaProtect, das zusammen mit dem mineralischen Mörtel RÖFIX SismaCalce auf Weisszement-Hydraulkalk Basis verwendet wird.

Das RÖFIX SismaProtect Erdbebenschutzgewebe ist ein Multiaxiales Hybrid Gewebe aus speziellen alkalibeständigen Synthetik- und Glasfasern mit einer Beschichtung für einen optimalen Faser-Mörtelverbund. Die erdbebenbedingten Bewegungen und Energien im Mauerwerk können durch die multiaxiale Gewebekonstruktion aus allen Richtungen aufgenommen werden. Kräfte wie auch Kraftspitzen werden in diesem speziellen Gewebe verteilt und durch die Spezialfasern zusätzlich reduziert. Das Gewebe ist alkalibeständig, korrosionsfest, praktisch in der Handhabung und kann auf allen Mauerwerksbildner formunabhängig eingebettet werden. Das

Erdbebenschutzgewebe SismaProtect wird in Verbindung mit dem RÖFIX SismaCalce Einbettungsmörtel auf WZ-NHL-Basis verarbeitet. Dieser zeichnet sich durch hohe Duktilität und niedriges Elastizitätsmodul aus und passt sich perfekt den verschiedenen Anforderungen von Neubauten, aber auch besonders von bereits bestehenden Gebäuden an. Die Verstärkungsschicht des System RÖFIX SismaCalce weist eine sehr gute Haftung und Dampfdiffusionsoffenheit auf und eignet sich ideal als Untergrund für die verschiedenen RÖFIX Wärmedämm-Verbundsysteme.

Das System RÖFIX SismaCalce wurde für ein Mauerwerk konzipiert, das im Fall einer Erdbebenkatastrophe dazu beitragen soll menschliches Leben zu schützen. Dank dem Zusammenwirken der armierten Verstärkung und der verbesserten Duktilität kann eine beachtliche Verformung des Hauses erzielt werden. Dabei

entstehen zwar Risse und Teilschäden der Struktur, der komplette Einsturz kann jedoch verhindert werden. Die Unversehrtheit der Bewohner des Gebäudes sowie von Passanten wird somit geschützt.

Nicht zuletzt sorgt das System RÖFIX SismaCalce bei einem Erdbeben auch für wesentlich geringere Schäden an einem Haus im Vergleich zu den Folgeschäden an nicht erdbebensicheren Gebäuden. Das reduziert natürlich die Kosten eines eventuellen Wiederaufbaus.

Ein innovatives System, das Wärmedämmung mit armierter Strukturverstärkung kombiniert. Mit einem im Vergleich zu herkömmlichen Wärmedämm-Verbundsystemen geringen Mehrkostenaufwand sorgt RÖFIX SismaCalce für ein absolutes Plus an Sicherheit, Energieeinsparung, Wohnqualität und Wertsteigerung der Immobilie.



### Vorteile von RÖFIX SismaCalce®

- Die Verstärkung erhöht die Zug-Tragfähigkeit des Mauerwerks.
- Die Verstärkung schützt vor Schäden an nicht tragenden Mauern, die zu deren Einsturz führen und das Leben von Menschen gefährden können.
- Das System sorgt für eine gleichmäßige Verteilung der Spannungen und verbessert somit die Haftfestigkeit der nicht tragenden Mauern.
- Das System garantiert eine hohe Duktilität der verstärkten Struktur sowie eine gute Zerstreungsfähigkeit der seismischen Energie.
- Das System verhindert die Einsturzmechanismen von nicht tragenden Mauern zum Zeitpunkt der Grenzbelastung.
- Trotz der Verstärkung bleibt die Dampfdiffusionsoffenheit des Untergrundes erhalten und dessen hygrothermische Eigenschaften werden nicht beeinträchtigt. Die Verstärkung bietet eine ideale Grundlage für ein Wärmedämm-Verbundsystem.
- Das Verstärkungssystem besticht durch seine einfache Anwendbarkeit.



# RÖFIX SismaCalce®

Das integrierte System zur thermischen Sanierung und erdbebensicheren Anpassung von Gebäuden



Armierter Verstärkung



Wärmedämm-Verbundsystem

## WÄRMEDÄMMUNG, KOMFORT UND SICHERHEIT FÜR IHR ZUHAUSE

**Thermische und erdbebensichere Sanierung eines Gebäudes mit RÖFIX SismaCalce LIGHT bringt viele Vorteile und Nutzen:**

- Erdbebensicherer Schutz
- Verbesserte Standfestigkeit der Mauern
- Verbesserte Duktilität der Mauern
- Höhere Standfestigkeit und damit geringeres Einsturzrisiko der nicht tragenden Mauern bei Grenzbelastung
- Reduzierung des Energieverbrauchs des Gebäudes
- Eliminierung von Wärmebrücken
- Nutzung der Wärmespeicherung (Wärmeträgheit) der Mauern
- Gleichmäßige Wärmedämmung und Fassadenschutz
- Gesundes und behagliches Raumklima, keine Entstehung von Kondenswasser oder Schimmel
- Verbesserter Wohnkomfort
- Kostengünstige Sanierungsmaßnahme und Wertsteigerung der Immobilie
- Einfache Anwendbarkeit

### System RÖFIX SismaCalce® LIGHT

Dämmen mit Styropor (EPS) vereint ausgezeichnete Dämmwirkung mit preiswerter Anschaffung und einfacher Verarbeitung. Der leichte Polystyrol-Schaumstoff ist unverrottbar, schwer entflammbar und garantiert FCKW-frei. Mineralische, hoch schlagfeste Armierschicht (Kat. I) mit 5 mm Nennputzdicke. Geeignet für Alt- und Neubauten.

### System RÖFIX SismaCalce® FIRESTOP

Dämmen mit Mineralwolle verbindet Sicherheit mit optimalem Wärme- und Umweltschutz. Mineralwolle ist wärmedämmend, sehr diffusionsoffen, nicht brennbar und daher besonders für hohe Gebäude geeignet. Mineralische, schlagfeste Armierschicht (Kat. II bzw. I) mit 5 mm Nennputzdicke. Geeignet für Alt- und Neubauten.

### System RÖFIX SismaCalce® CORKTHERM

Dämmen mit Kork heißt „Dämmen mit der Natur“. Denn Kork ist nachhaltig, nachwachsend und frei von Fremdzusätzen. Die Dämm-Variante für Menschen, die umweltbewusst Energie sparen und dennoch nicht auf behagliches Wohnklima verzichten wollen. Mineralische, schlagfeste Armierschicht (Kat. II) mit 5 mm Nennputzdicke. Geeignet für Alt- und Neubauten.

#### Systemkomponenten

##### RÖFIX SismaCalce LIGHT:

- RÖFIX SismaCalce Einbettungsmörtel auf NHL- Weiszement Basis
- RÖFIX SismaProtect Erdbebenschutzgewirke
- RÖFIX Unistar LIGHT Klebe-/Armiermörtel
- RÖFIX EPS-F EPS -Fassadendämmplatte
- RÖFIX ROCKET Teleskop- Schraubdübel
- RÖFIX Unistar LIGHT +
- RÖFIX P50 Armierungsgewebe
- RÖFIX Putzgrund PREMIUM
- RÖFIX SiSi-Putz PREMIUM

#### Systemkomponenten

##### RÖFIX SismaCalce FIRESTOP:

- RÖFIX SismaCalce Einbettungsmörtel auf NHL- Weiszement Basis
- RÖFIX SismaProtect Erdbebenschutzgewirke
- RÖFIX Unistar LIGHT Klebe-/Armiermörtel
- RÖFIX FIRESTOP Mineralwolle -Fassadendämmplatte
- RÖFIX ROCKET Teleskop- Schraubdübel
- RÖFIX Unistar LIGHT +
- RÖFIX P50 Armierungsgewebe
- RÖFIX Putzgrund PREMIUM
- RÖFIX SiSi-Putz PREMIUM

#### Systemkomponenten

##### RÖFIX SismaCalce CORKTHERM:

- RÖFIX SismaCalce Einbettungsmörtel auf NHL- Weiszement Basis
- RÖFIX SismaProtect Erdbebenschutzgewirke
- RÖFIX Unistar BASIC Klebe-/Armiermörtel
- RÖFIX CORKTHERM Kork -Fassadendämmplatte
- RÖFIX ROCKET Teleskop- Schraubdübel
- RÖFIX Unistar BASIC +
- RÖFIX P50 Armierungsgewebe
- RÖFIX Putzgrund PREMIUM
- RÖFIX SiSi-Putz PREMIUM

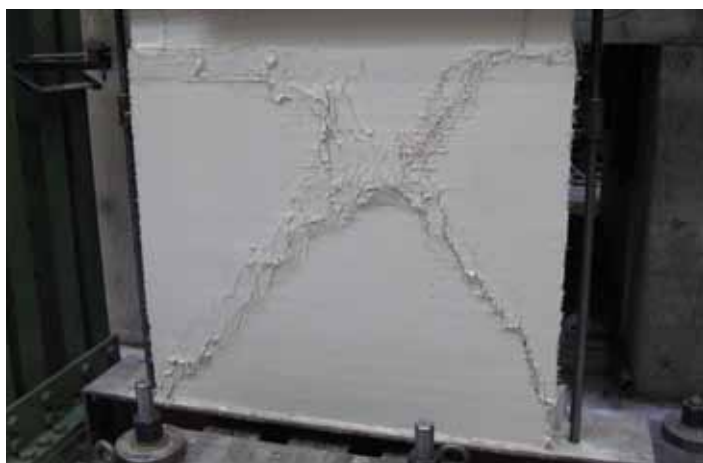


# Versuche und Labortests

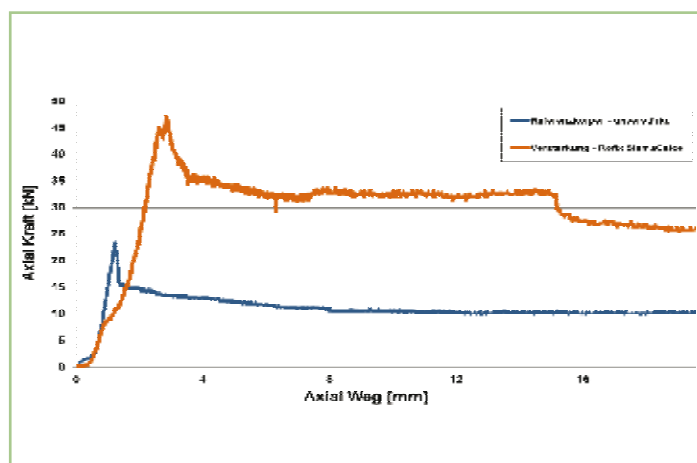


Die Labortests, die im Karlsruher Institut für Technologie (KIT) durchgeführt wurden, zeigten nachweislich die hohe Kraftverteilung der seismischen Energie, die verbesserte Verformbarkeit und die Reduktion der Zugbelastung auf dem Mauerwerk. Dank der enorm gesteigerten Duktilität des verstärkten Probemauerstücks entstand eine Vielzahl an Rissen, jedoch keine größeren Schäden. In Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickelte

RÖFIX ein System zur antiseismischen Verstärkung bestehend aus einem Multiaxialem-Hybrid Hightec Gewebe und einem mineralischen Mörtel auf NHL- Weiszement Basis. Es wurde speziell entwickelt um die seismische Stabilität von Mauerwerk sowie nicht tragenden Mauern zu verbessern und garantiert somit ein hohes Maß an Sicherheit im Fall eines Erdbebens. Die Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen der Universität Padua führte zur Bewertung



Die Labortests, die im Karlsruher Institut für Technologie (KIT) auf Mauerproben durchgeführt wurden



Labortests, vom KIT in drei Stein-Schichten durchgeführt, bestätigen eine hohe Kraftverteilung, verbesserte Verformbarkeit und eine Erhöhung der Schubbelastbarkeit im Vergleich zum unverstärkten Prüfkörper

der Leistungsfähigkeit des Systems, insbesondere hinsichtlich der Problematik nicht tragender Mauern, eine Versuchsreihe durch. Geprüft wurde dabei Festigkeit, Duktilität und Kraftverteilung, sowie die Standsicherheit bei maximalem Verformungsvermögen nach vorhergehender Beschädigung durch Belastungen unterhalb des

maximalen Verformungsvermögens (kombinierte Belastung). Die ausgeführten Tests bestätigten die hohe Zerstreuung der seismischen Energie, die verbesserte Verformbarkeit und die Reduktion der Zugbelastung des Mauerwerks. Dank der enorm gesteigerten Duktilität entstand eine Vielzahl

an Rissen, jedoch keine größeren Schäden. Nicht zuletzt zeigten die Tests die verbesserte Standfestigkeit bei maximalem Verformungsvermögen.

## Die Tests

Zur Bewertung der verbesserten seismischen Stabilität von nicht tragendem und mit RÖFIX SismaCalce verstärktem Mauerwerk führte die Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen der Universität Padua eine Versuchsreihe mit Probemauerstücken sowie maßstabsgetreuen nicht tragenden Ziegelrahmen durch. Es wurden Probemauern aus 12 cm dicken Lochziegeln hergestellt, die sowohl längs als auch quer mit Mörtel verlegt wurden. Für die Testreihe wurde ganz bewusst eine Leichtmauer gewählt, da diese im italienischen Bauwesen weit verbreitet ist.

Um die Widerstandsfähigkeit und Flexibilität zu testen, wurde eine der Mauern verstärkt während eine andere unverstärkt blieb.

- 6 Mauern mit je 2 horizontalen Reihen aus nicht tragendem Mauerwerk (3 verstärkt und 3 nicht verstärkt)
- 3 verstärkte Mauern, die einen vertikalen Mauerstreifen simulieren
- 6 aufeinanderliegende Blockpaare ohne Verstärkung

Zwei maßstabsgetreue, an einer Seite verputzte und von einer nicht tragenden Mauer aus Leichtziegel abgeschlossene Rahmen aus Stahlbeton wurden ebenfalls Tests unterzogen. Der Versuch stellt die Bedingungen eines wirklich existierenden Gebäudes nach. Einer der beiden Rahmen wurde in seinem Originalzustand getestet, der andere Rahmen mit dem RÖFIX System SismaCalce verstärkt. Die Ergebnisse wurden mit Stahlbetonrahmen ohne Ausfachung verglichen.

Der Stahlbetonrahmen entspricht dem einer dreistöckigen oberirdischen Rahmenkonstruktion: Stockwerkshöhe 3,00 m, Grundriss der regelmäßigen Stützstruktur 4,50 m x 4,50 m, hohe Duktilität. Das Projekt ist gemäß der italienischen Norm - NTC 2008 "Neue technische Baunormen". Einige spezifische Aspekte entsprechen der Normenreihe für Mauerwerksbauten (Eurocode 6).

Die Versuchsreihe wurde unterteilt in eine erste Phase unterhalb des maximalen Verformungsvermögens und eine zweite Phase bei maximalem Verformungsvermögen. In der ersten Phase wurde der Rahmen einer Serie von zyklischen Verschiebungen ausgesetzt. Jede

Verschiebung (Step) wurde drei Mal für jedes drift Niveau wiederholt und mit jedem Zyklus erhöhte sich auch der drift. Der Begriff „drift“ wird definiert für die Kopfbalkenverschiebung der Wand im Verhältnis zur Wandhöhe (d/H). Dadurch erhält man eine bezogene Verschieblichkeit oder „drift“,  $\frac{d}{H}$ . Definiertes Testziel war ein drift bei Belastung unterhalb des maximalen Verformungsvermögens von 1,2%. Dieser Wert entsprach den Ergebnissen aus vergleichbaren Untersuchungen und Tests bei denen die nicht tragenden Mauern schwer beschädigt wurden. Die Untersuchungen wurden unter konstanter vertikaler Belastung der Pfeiler ausgeführt, welche den Einfluss der Schwerkraft auf das Erdgeschoss des dreistöckigen Gebäudes simuliert.

Der Test bei maximalem Verformungsvermögen wurde unter konstanten Bedingungen und kontrollierter Belastung nach dem Test unterhalb des Grenzwerts des maximalen Verformungsvermögens und somit an bereits beschädigtem nicht tragendem Mauerwerk durchgeführt.



Frontalansicht des Testsystems unterhalb des Grenzwerts des max. Verformungsvermögens ohne RÖFIX SismaCalce



Seitenansicht des Testsystems bei max. Verformungsvermögen

Dieser Testablauf ermöglichte den direkten Vergleich zwischen dem Verhalten der unverstärkten nicht tragenden Mauer und der verstärkten nicht tragenden Mauer:

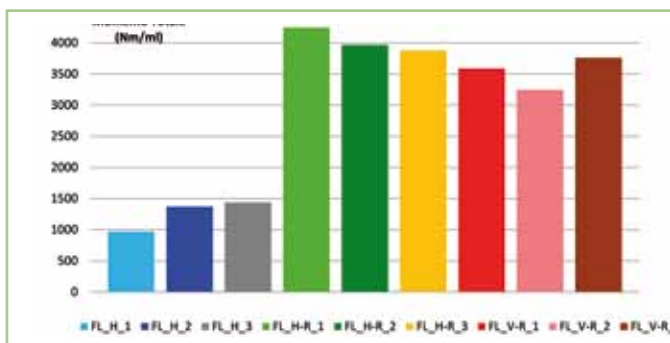
- Erhöhte Tragfähigkeit durch verbesserte Biege- und Schubfestigkeit
- Verbesserte Duktilität
- Weniger große Schäden bei unterschiedlichen Verschiebungsgraden unterhalb des maximalen Verformungsvermögens
- Standsicherheit des nicht tragenden Mauerwerks auch bei maximalem Verformungsvermögen in Folge von hohen drifts (1,2%) unterhalb des maximalen Verformungsvermögens



## Testergebnisse

Wie die Graphiken der maximalen Biegemomente, die auf einen Meter-Streifen bezogen sind, deutlich zeigen, war der mit RÖFIX SismaCalce verstärkte Rahmen unter Biegedruck um das Dreifache widerstandsfähiger als der nicht verstärkte Rahmen.

### Bezogenes Maximalmoment pro Meter Länge



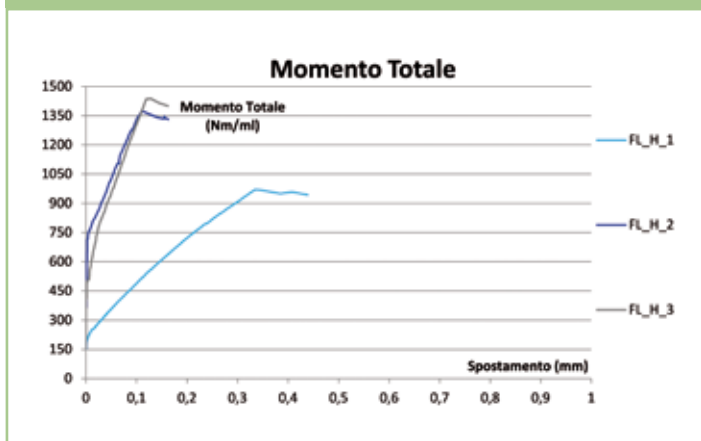
Vergleich der Ergebnisse aus den Biegetests der Mauerproben in Bezug auf den Moment der höchsten Belastung.  
 FL-H = nicht verstärktes Mauerstück  
 FL-HR und FL-VR = mit RÖFIX SismaCalce verstärktes Mauerstück



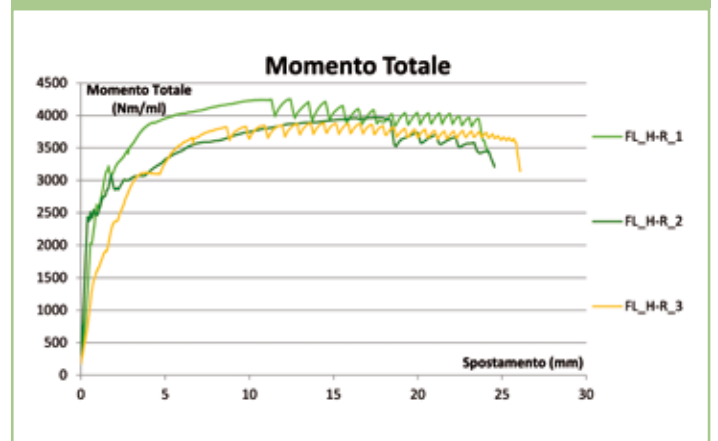
Nicht verstärkte Mauerprobe unter Biegedruck



Verstärkte Mauerprobe unter Biegedruck



Spannungsmoment totale adimensionalizzato in Abhängigkeit des Pfeils an nicht verstärkten Mauerstücken



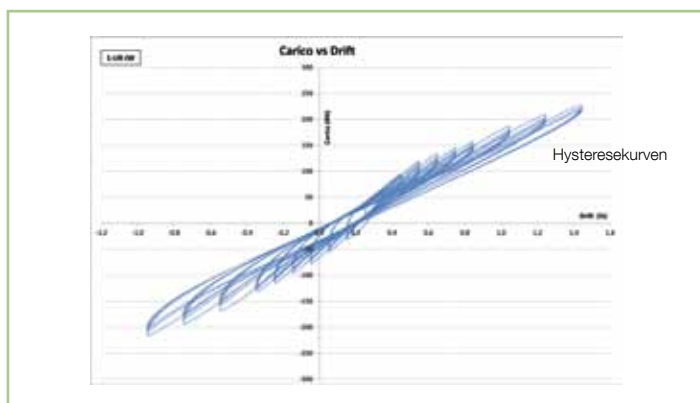
Spannungsmoment totale adimensionalizzato in Abhängigkeit des Pfeils an verstärkten Mauerstücken

Anhand der Analysen der maßstabsgetreuen Mauerproben konnte das allgemeine Verhalten der beiden nicht tragenden, verstärkten bzw. nicht verstärkten Ziegelrahmen (12 cm dicken Hohlziegeln) beurteilt werden. Der direkte Vergleich der beiden Lösungen zeigte die deutliche Überlegenheit des mit RÖFIX SismaCalce

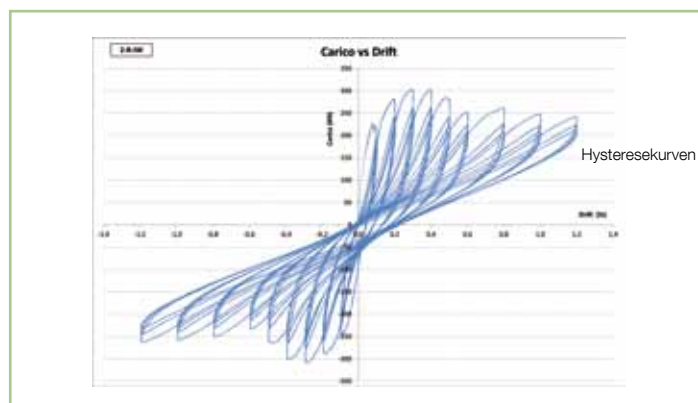
verstärkten Systems.

Die Graphiken in Bild (der großen Wandaufbauten) veranschaulichen die Belastungs-Verschiebungszyklen der unterhalb des maximalen Verformungsvermögens durchgeführten Tests (mit ansteigenden drifts von 0,1% bis 1,2%). Sie verdeutlichen das unterschiedliche allgemeine

Verhalten der beiden Rahmen und bestätigen die verbesserte Standfestigkeit der verstärkten Mauerprobe und die daraus resultierende erhöhte Kraftverteilung der seismischen Energie.



Graphik Belastung – Traglast über den Drift des nicht verstärkten Rahmens



Graphik Belastung – Traglast über den Drift des verstärkten Rahmens

### Die erzielten Ergebnisse beweisen:

- Am Ende seiner elastischen Phase erreichte der verstärkte Rahmen unterhalb des maximalen Verformungsvermögens eine 175% höhere Belastung (237 kN) als der nicht verstärkte Rahmen (86 kN). Die maximale Belastung des verstärkten Rahmens war 45% (306 kN) höher als die des nicht verstärkten Rahmens (211 kN).
- Dank der gleichmäßigeren Verteilung der

punktuellen Belastungen weist der verstärkte Rahmen kleinere und verstreute Schäden auf.

- Das maximale Verformungsvermögen zum Zeitpunkt der Grenzbelastung des verstärkten Mauerstücks zeigte eine 54% höhere seismische Stabilität (20 kN) im Vergleich zu den nicht verstärkten Mauerstücken (13 kN). Die Verschiebung wurde durch

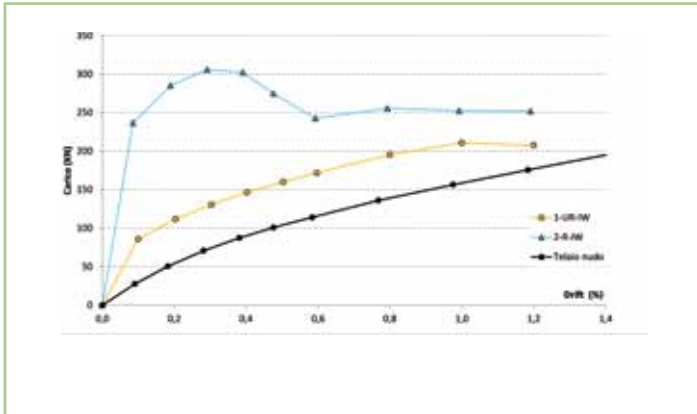
die Verstärkung verbessert: 99,6 mm im Vergleich zu 73,5 mm (+35%) bei 80% Maximalbelastung. Nachdem die Rahmen an die Grenzen der für das Versuchsausrüstung zugelassene Verformungsvermögen gebracht wurden, stürzte die Mauerprobe ohne Verstärkung ein. Beim verstärkten System hingegen trat dieser Fall nicht ein.

### Zusammenfassung der Versuche unterhalb des maximalen Verformungsvermögens

IN PLANE									
	PHASE OHNE RISSE			MAX. BELASTUNG			VERSCHIEBUNG		
	$\Psi$ [%]	Fy [kN]	dy [mm]	$\Psi$ [%]	Fmax [kN]	dmax [mm]	$\Psi$ [%]	Fu [kN]	du [mm]
Nicht verstärkter Rahmen	0,1	86	2,8	1,0	211	27,7	1,2	208	33,1
Rahmen verstärkt mit RÖFIX SismaCalce	0,1	237	2,4	0,3	306	8,1	1,2	252	33,1

Legende:  $\psi$ = drift, F= Kraft, d= Verschiebung

Umhüllende der Hysteresekurven bis zum Bruchzustand



Vergleich der Kurven der mittleren Hülle (+/-) der nicht tragenden Mauerproben und unverstärktem Rahmen



Photo der nicht verstärkten Mauerprobe beim drift von +/- 1,2%

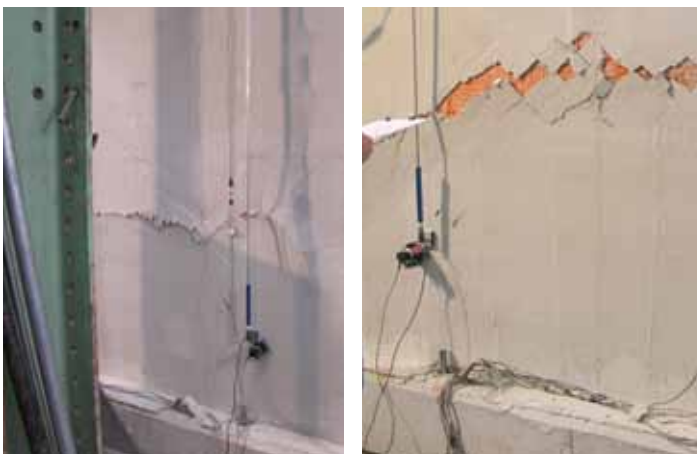
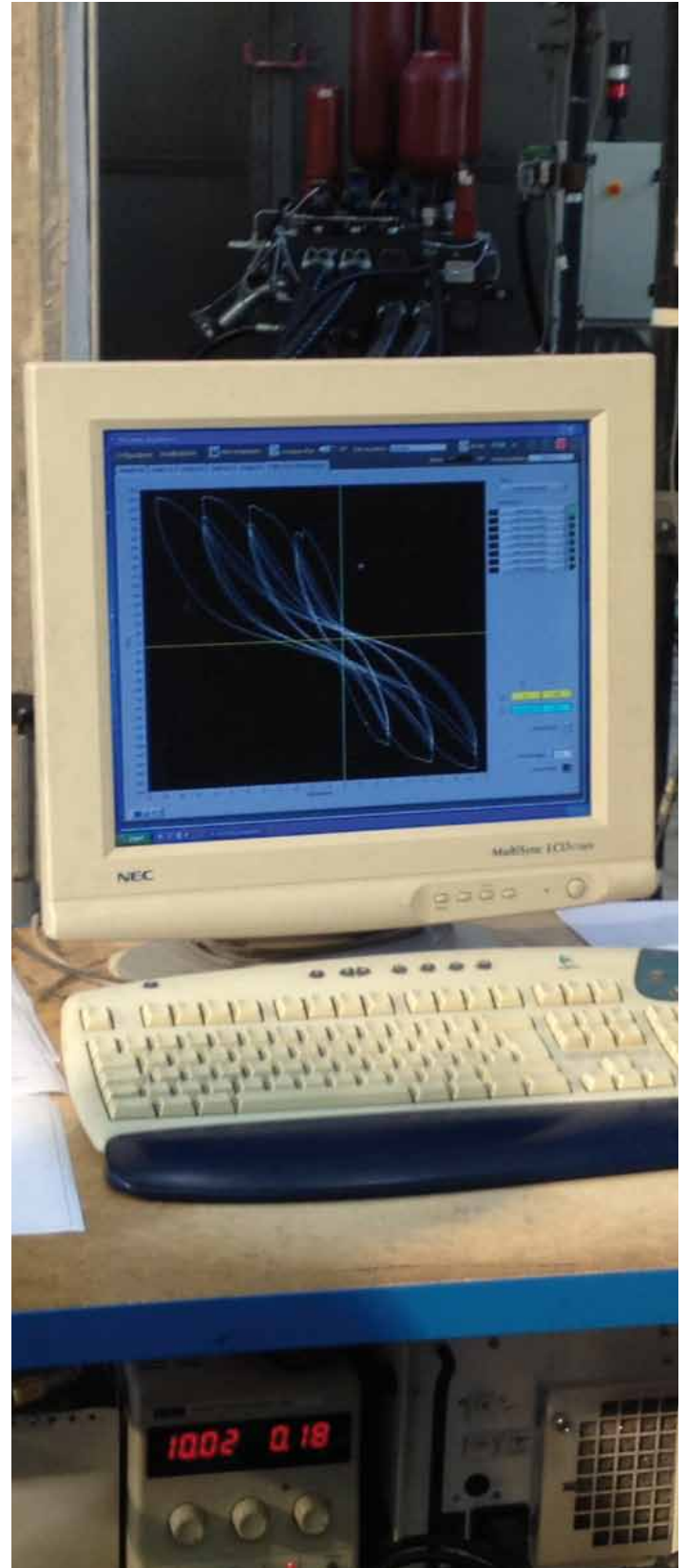


Photo der verstärkten Mauerprobe beim drift von +/- 1,2%, Außenseite verputzt



## Zusammenfassung der Versuche bei maximalem Verformungsvermögen

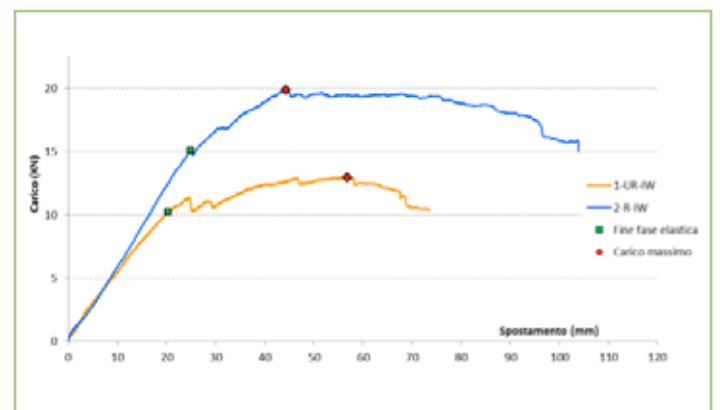
OUT PLANE						
	ENDE ELASTISCHE PHASE		MAX. BELASTUNG		VERSCHIEBUNG	
	Fy [kN]	dy [mm]	Fmax [kN]	dmax [mm]	Fu [kN]	du [mm]
Nicht verstärkter Rahmen	10	20,3	13	56,8	10	73,5
Rahmen verstärkt mit RÖFIX SismaCalce	15	24,9	20	44,3	16	99,6

Legende:  $\psi$ = drift, F= Kraft, d= Verschiebung



Photo des Tests bei maximalem Verformungsvermögen verstärkt mit RÖFIX SismaCalce

## Belastung vs Verschiebung bei maximalem Verformungsvermögen

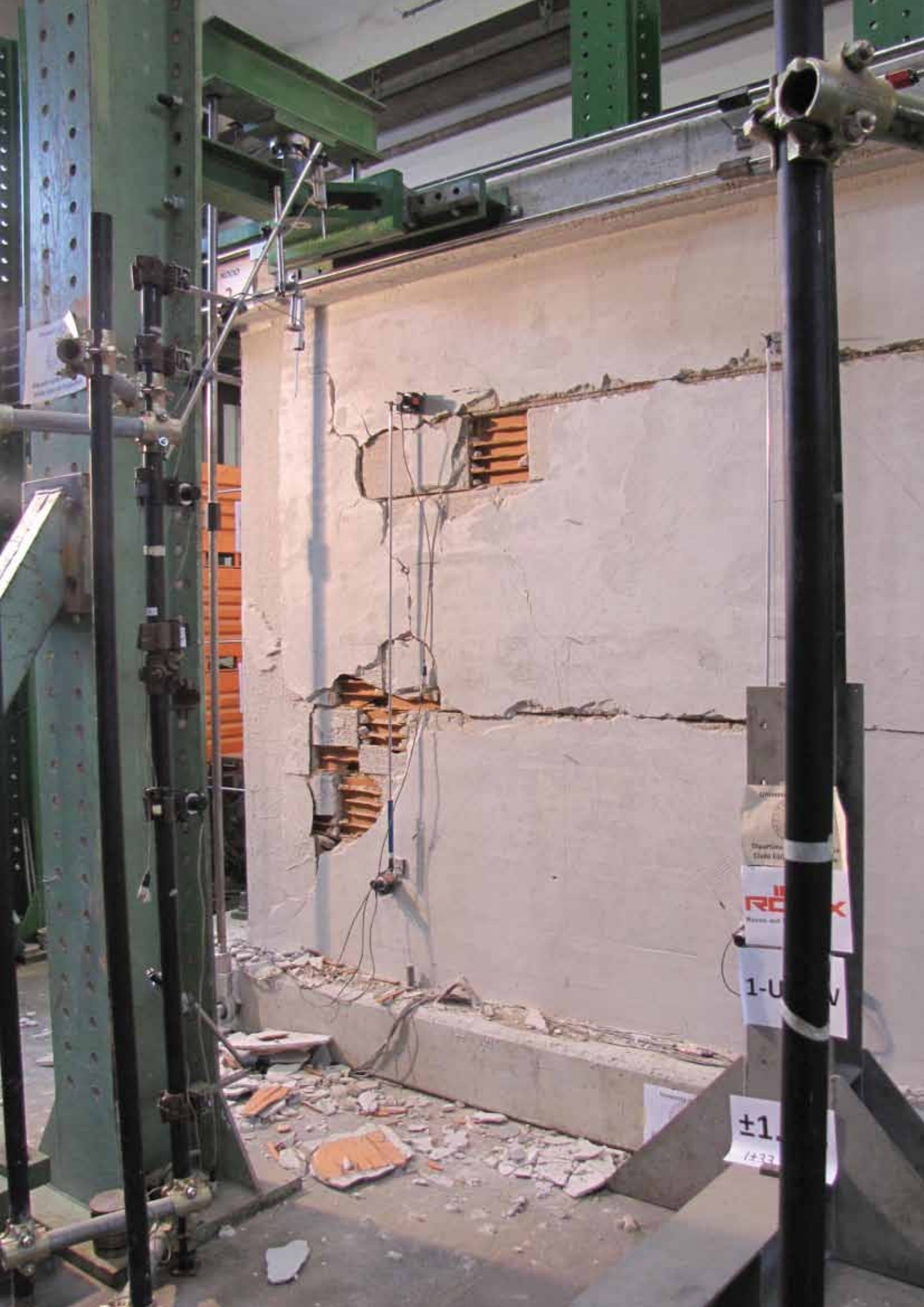


Graphik Belastung – Drift des nicht verstärkten Rahmens



Photo der unverstärkten Mauerprobe während des Tests bei maximalem Verformungsvermögen

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Mauerproben mit dem RÖFIX SismaCalce System mit armerter Verstärkung signifikant besser abgeschnitten haben, als die Proben aus einfachem Mauerwerk. Sowohl im Fall von kleineren Beben als auch bei schweren Beben konnte die Sicherheit stark verbessert werden.



0000

REX

1-U

±1  
1432

# RÖFIX SismaCalce®

Anwendungsrichtlinie, Verarbeitungsrichtlinie und Planungshilfe für sicheres Wohnen in bestehender und neuer Bausubstanz.





Hohlstellen im Putz müssen abgeschlagen und mit Grundputz ausgeglichen werden.

## Untergrundvorbehandlung

Bestehende verputzte und gestrichene Untergründe sind auf ihre Tragfähigkeit zu überprüfen (Augenschein, Wischprobe, Kratzprobe, Ermittlung von Hohlstellen z.B.: mit Kleiderbügelhalter oder umfunktionierter Lammfellrolle (nur Kunststoffrohr ohne Lammfelle auf der Fassade rollen, dann hört man wo im Untergrund Putzhohlstellen liegen)

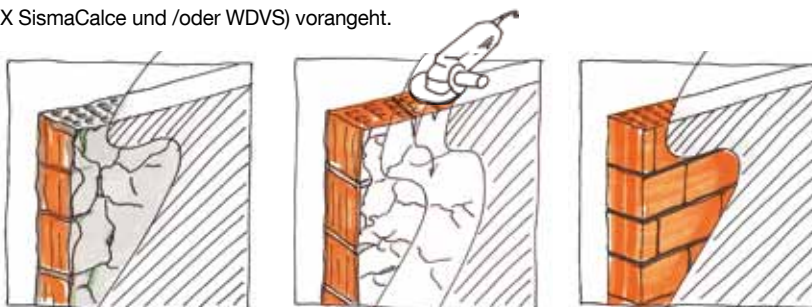
Hohlstellen im Putz sind abzuschlagen und mit Grundputz (R660, R520 o. Ä.) auszugleichen. Um verputzte und gestrichene Untergründe tragfähig herzustellen sind diese abzuschleifen/anzuschleifen (Maltafina, Oberputze und Anstriche müssen restlos entfernt werden bis man auf den tragfähigen Grundputz gelangt. Dann ist die Fassade mit Druckluft oder mit einem Besen von Staub zu reinigen und mit verdünntem RÖFIX PP 211 Mineralischer Verfestiger zu grundieren. Als tragfähiger Untergrund muss der Putz mindestens 2,5 N/mm Druckfestigkeit oder mindestens 0,25 N/mm<sup>2</sup> Haftzugfestig-

keit aufweisen.

Bei aufsteigender Feuchtigkeit im Sockelbereich müssen Absperrungsarbeiten vorgenommen werden. Um festzustellen ob die Feuchtigkeit im Mauerwerk oder nur im Putz aufsteigt ist eine Kernbohrung und eine Untersuchung des entnommenen Materials vorzunehmen. Falls der gesamte Durchmesser des Mauerwerks betroffen ist, muß eine horizontalsperre eingebracht werden. Nach der Ausführung der Horizontalsperre muß das Mauerwerk mindestens 2 Jahre austrocknen, bevor man mit den weiteren Arbeiten (RÖFIX SismaCalce und /oder WDVS) vorangeht.

### Anmachen von Putz und maschinelle Verarbeitung

Putz mindestens 3 mm aufspritzen, das RÖFIX SismaProtect Erdbebenschutzgewirke in den frischen Mörtel einbetten. Gleich nach dem Ansteifen der ersten Mörtellage kann RÖFIX SismaCalce erneut aufgespritzt werden, um eine Schicht herzustellen, die die erste Putzschicht mit Gewebeeinlage mit mindestens 5mm überdeckt (Gesamtstärke mindestens 8mm).





MADE IN ITALY  
RÖFIX  
1982-85

®

**RÖFIX**

**30 lfm/EH**  
**Art.Nr. 141683**



# SISMAPROTECT

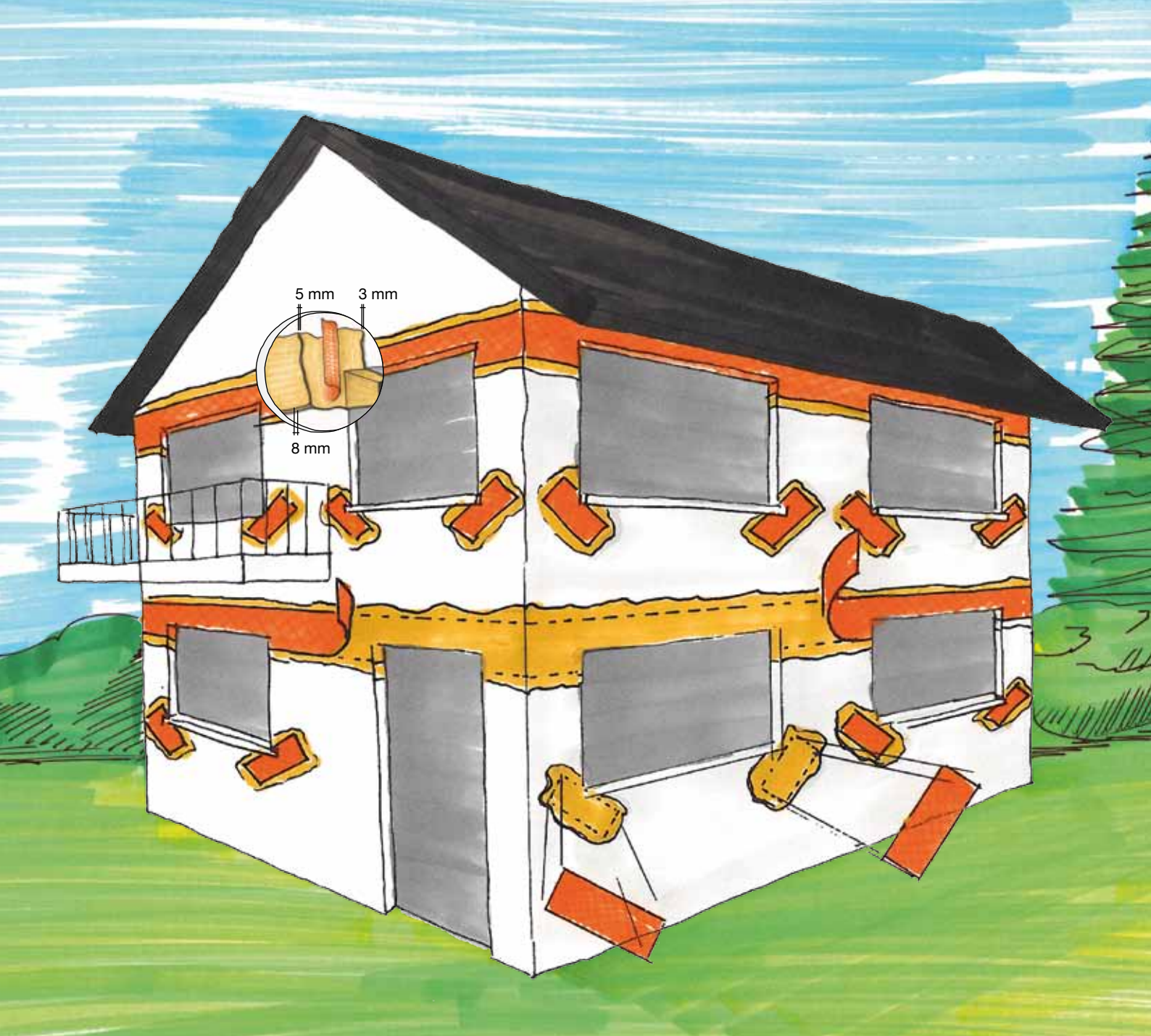
## ERDBEBENGEWEBE

4- Axiales Hybrid-Gewebe aus einem speziellen Faser-  
gemisch für den Einsatz mit dem RÖFIX SISMA-Erdbeben-  
sicherheits-System mit den Unterputzen RÖFIX Sisma-  
Calce

## RETE ANTISISMICA

Rete ibrida quadriassiale costituita da uno speciale mix  
di fibre per impiego nel sistema di sicurezza antisismica  
RÖFIX Sisma con RÖFIX SismaCalce



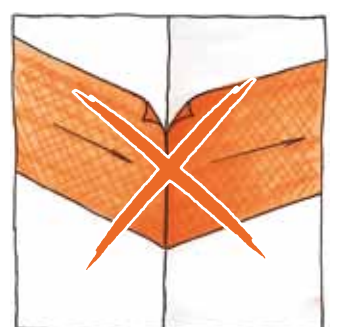
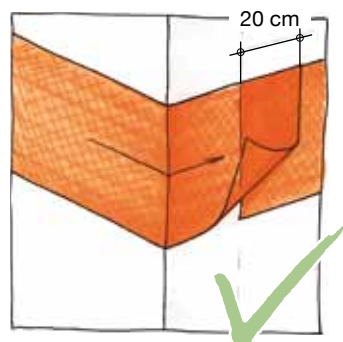
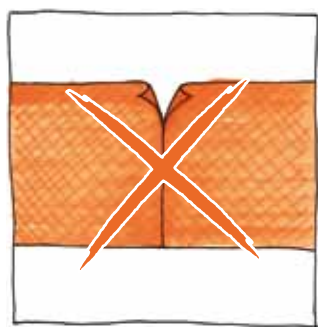
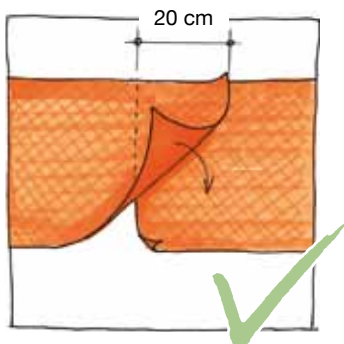


## Sturzbänderole

Die Sturzbänderole wird im Decken- und im Bodenplattenbereich wie ein Gurt um das ganze Haus geführt. Stückerlungen sollen möglichst vermieden werden. Verlängerungen

dieser Bänderole sollen möglichst vermieden werden. Wo die Bänderole zusammenführt oder wo sie verlängert wird, soll sie mit mindestens 20 cm überlappt werden. Verlänge-

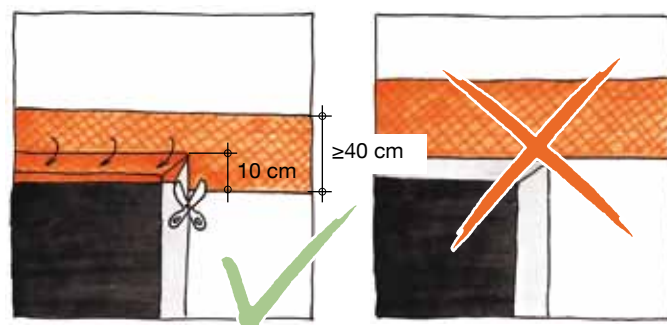
rungen sollen nicht an Gebäudeaussenkanten vorgenommen werden.



## Fenster- und Türsturz

**Richtig:** Die Sturzbanderole soll den Fenstersturz überdecken und in diesem Bereich eingeschnitten bis zum Fensterprofil in die Leibung reichen.

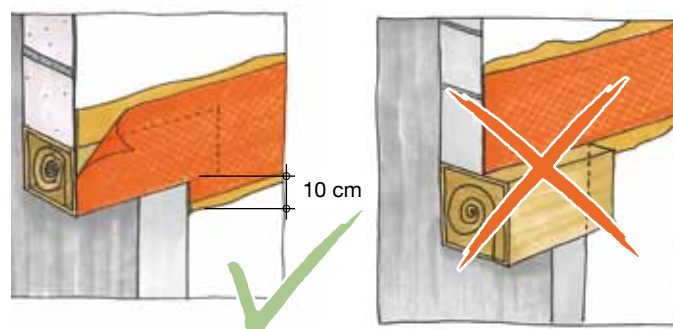
**Falsch:** Die Banderole soll nicht bündig an die Sturzkante verlegt werden.



## Rollladenkasten

**Richtig:** Die Sturzbanderole soll so eingeschnitten werden, dass sie den Fenstersturz überdecken kann und mindestens 10 cm vertikal nach unten das Mauerwerk verstärkt.

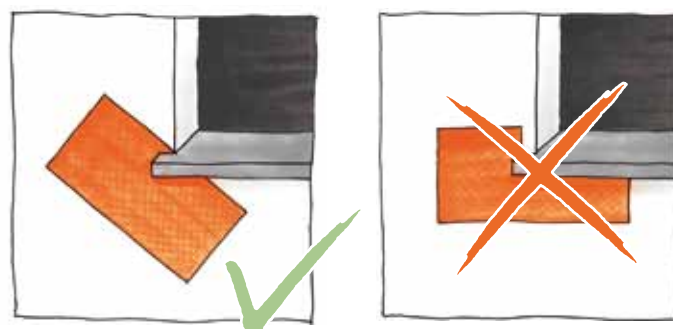
**Falsch:** Nicht die kleinere Rollenbreite verwenden und nicht die Banderole so ausführen, dass sie an den Rollladenkasten bündig abschließt.

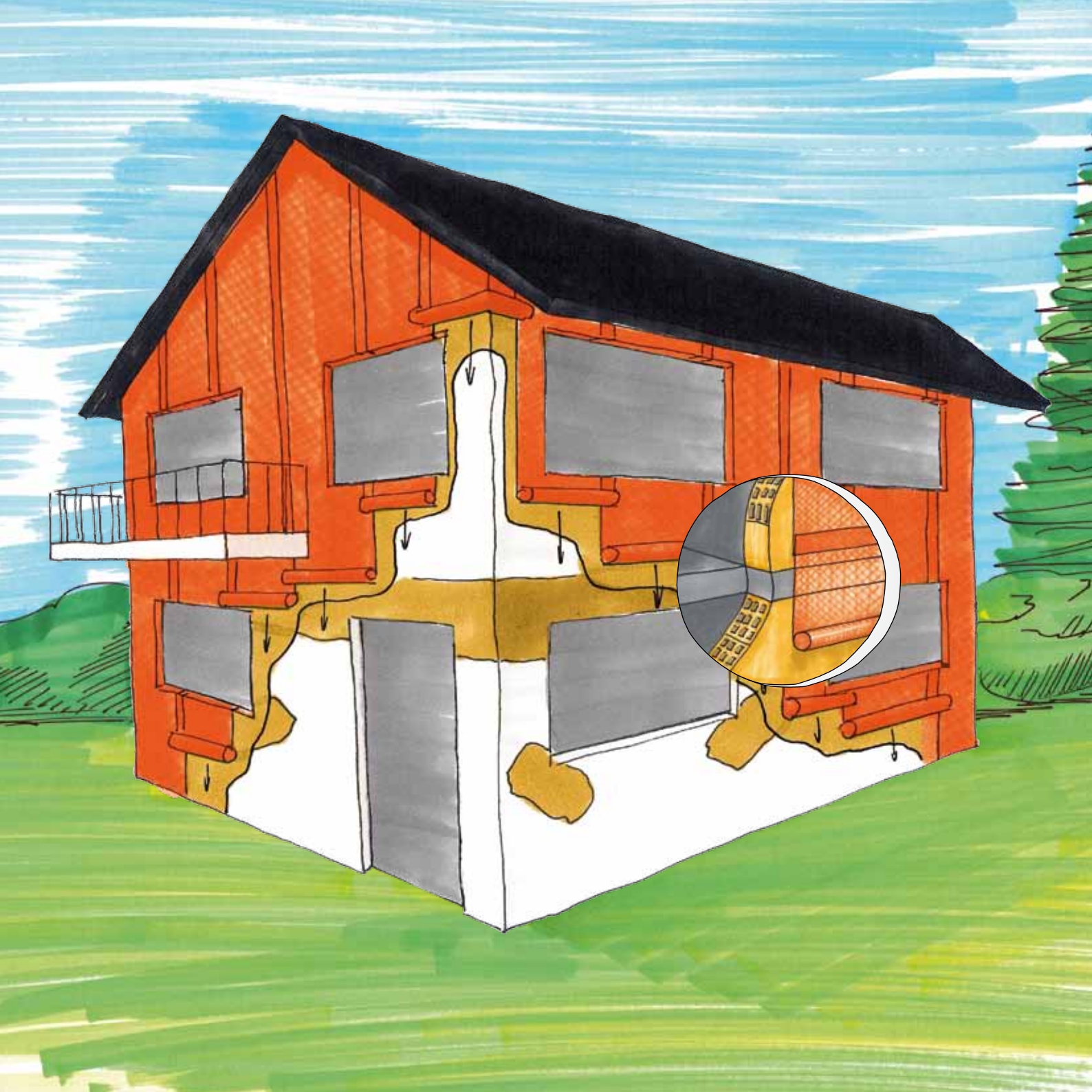


## Diagonalarmierung

**Richtig:** Für die Diagonalarmierung werden RÖFIX SismaProtect Gewebestreifen von mindestens 20 cm x 40 cm verwendet. Diese werden diagonal und scharf an die unteren Kanten der Mauerwerksöffnungen (Fenster) gesetzt.

**Falsch:** Die Diagonalarmierung nicht horizontal oder vertikal, sondern diagonal verlegen. Die Diagonalarmierung nicht von der Leibungsecke entfernt verlegen.

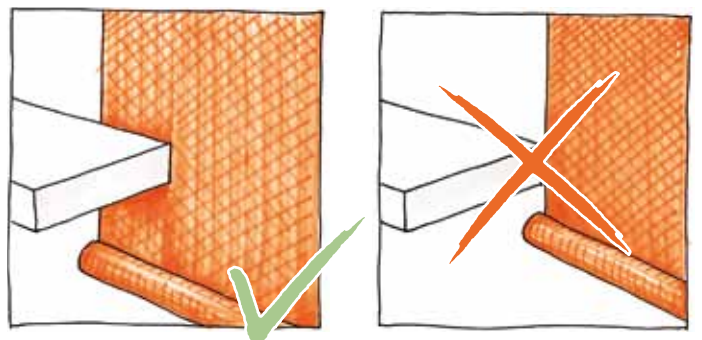




## Balkonplatteneinbindung

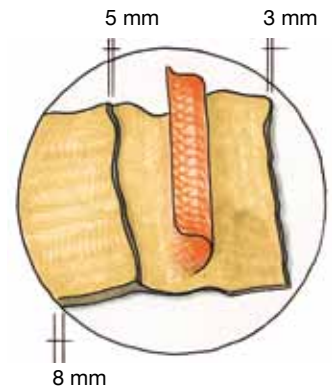
**Richtig:** Die gesamte Gewebebahn wird ausgeschnitten und verlegt, sodass die Balkonplatte eingebunden ist.

**Falsch:** Die Gewebebahn nicht nur bis bündig zur Balkonplatte verlegen.



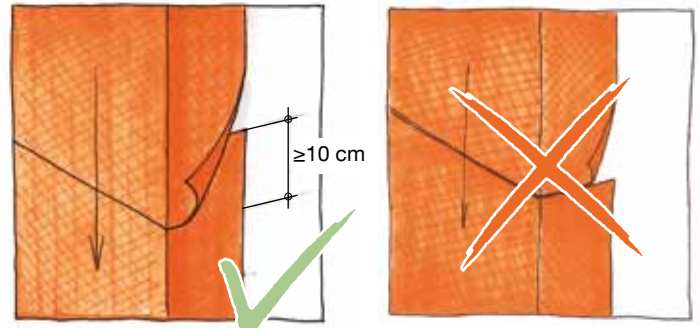
## Flächenarmierung

Mindestens 2-3 mm RÖFIX SismaCalce mit der Putzmaschine auf den bereits mit Bänderolen und Diagonalarmierungen vorbereiteten Untergrund auftragen. In den frischen Mörtel wird die Flächenarmierung vertikal mit jeweils 10 cm Überlappung eingespachtelt. Stückelungen des Gewebes sind zu vermeiden. Bei Verlängerungen ist das Gewebe mindestens 10cm zu überlappen. Falls trotzdem Stückelungen erfolgen, sind diese mindestens 10 cm über oder unter der Deckenkante und mit einer Überlappung von mindestens 20 cm auszuführen. Nachdem alle Gewebekbahnen am Gebäude verlegt sind, wird das armierte Putzsystem mit mindestens 5mm RÖFIX SismaCalce überputzt. Somit wird eine Gesamtschichtstärke des armierten Unterputzes von mindestens 8mm erzielt, das RÖFIX SismaProtect liegt dabei in der ersten unteren Putzlage mit einer Schichtstärke von mindestens 2-3mm. Um einen griffigen Untergrund für folgende Aufbauten wie WDVS, Unterputze usw. zu schaffen, sollte die gesamte Fläche mit der feinen RÖFIX S6 Traufel horizontal, oder kreuz und quer durchgekämmt werden, solange der Putz noch frisch ist. Hiermit bleiben feine griffig gezahnte Rillen stehen, in denen sich nachfolgende Putzschichten gut verkrallen können.



## Gewebeüberlappung

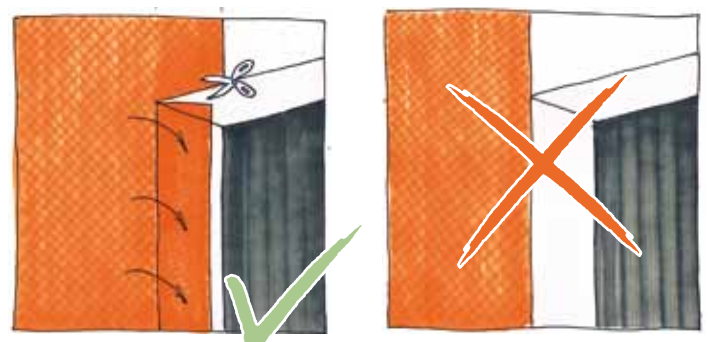
Die Gewebeüberlappung der vertikalen und der horizontalen Bahnen wird immer mit mindestens 10 cm ausgeführt.

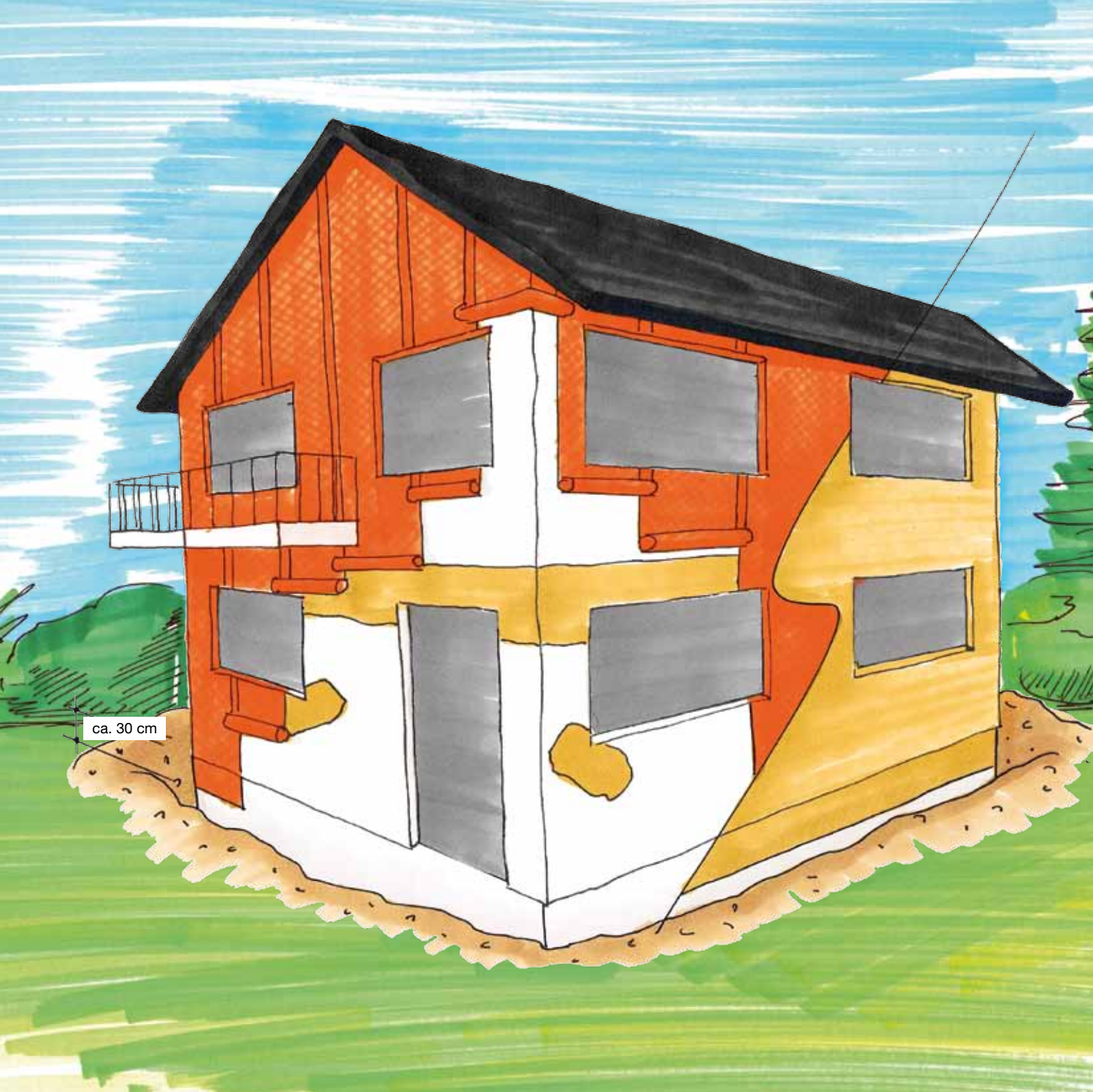


## Seitliche Leibung

**Richtig:** Die vertikale Gewebekbahn wird so verlegt, dass das Gewebe eingeschnitten in die Leibung bis zum Anschluss vom Fensterstock reicht.

**Falsch:** Die Bahn soll nicht an der Leibungsausenecke abgeschlossen werden.





## Unterterrainabschluss

Die vertikalen Gewebeklebebahnen sollten immer bis mindestens 10cm unter die Deckenplatte reichen.

Nachdem die Putzschichten des armierten Unterputzes RÖFIX SismaCalce ausgetrocknet sind (mindestens 1 Tag/mm), ist eine Unterterrainabdichtung mit RÖFIX OPTIFLEX

auszuführen, die bis mindestens 30 cm über Geländeoberkante im Außenbereich reicht. Falls ein WDVS ausgeführt wird, wird die Sockel/Perimeterdämmplatte bis mindestens 40 cm über Terrain verlegt, dass der Dübel 5cm vom oberen Dämmplattenrand gesetzt werden kann (der Dübel darf nicht die Unterterrainab-

dichtung durchdringen).

Die zusätzliche Dichtspachtelung mit Gewebeeinlage auf der Sockeldämmplatte wird nur bis zur Geländeoberkante des fertigen Fussbodens ausgeführt.



### Italien

RÖFIX AG  
I-39020 Partschins - BZ  
Tel. +39 0473 966100  
Fax +39 0473 966150  
office.partschins@roefix.com

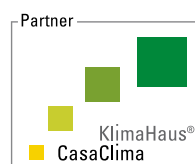
RÖFIX AG  
I-33074 Fontanafredda - PN  
Tel. +39 0434 599100  
Fax +39 0434 599150  
office.fontanafredda@roefix.com

RÖFIX AG  
I-25080 Prevalle - BS  
Tel. +39 030 68041  
Fax +39 030 6801052  
office.prevalle@roefix.com

RÖFIX AG  
I-21020 Comabbio - VA  
Tel. +39 0332 962000  
Fax +39 0332 961056  
office.comabbio@roefix.com

RÖFIX AG  
I-12089 Villanova Mondovì - CN  
Tel. +39 0174 599200  
Fax +39 0174 698031  
office.villanovamondovi@roefix.com

[www.roefix.com](http://www.roefix.com)



**RÖFIX**<sup>®</sup>  
Bauen mit System