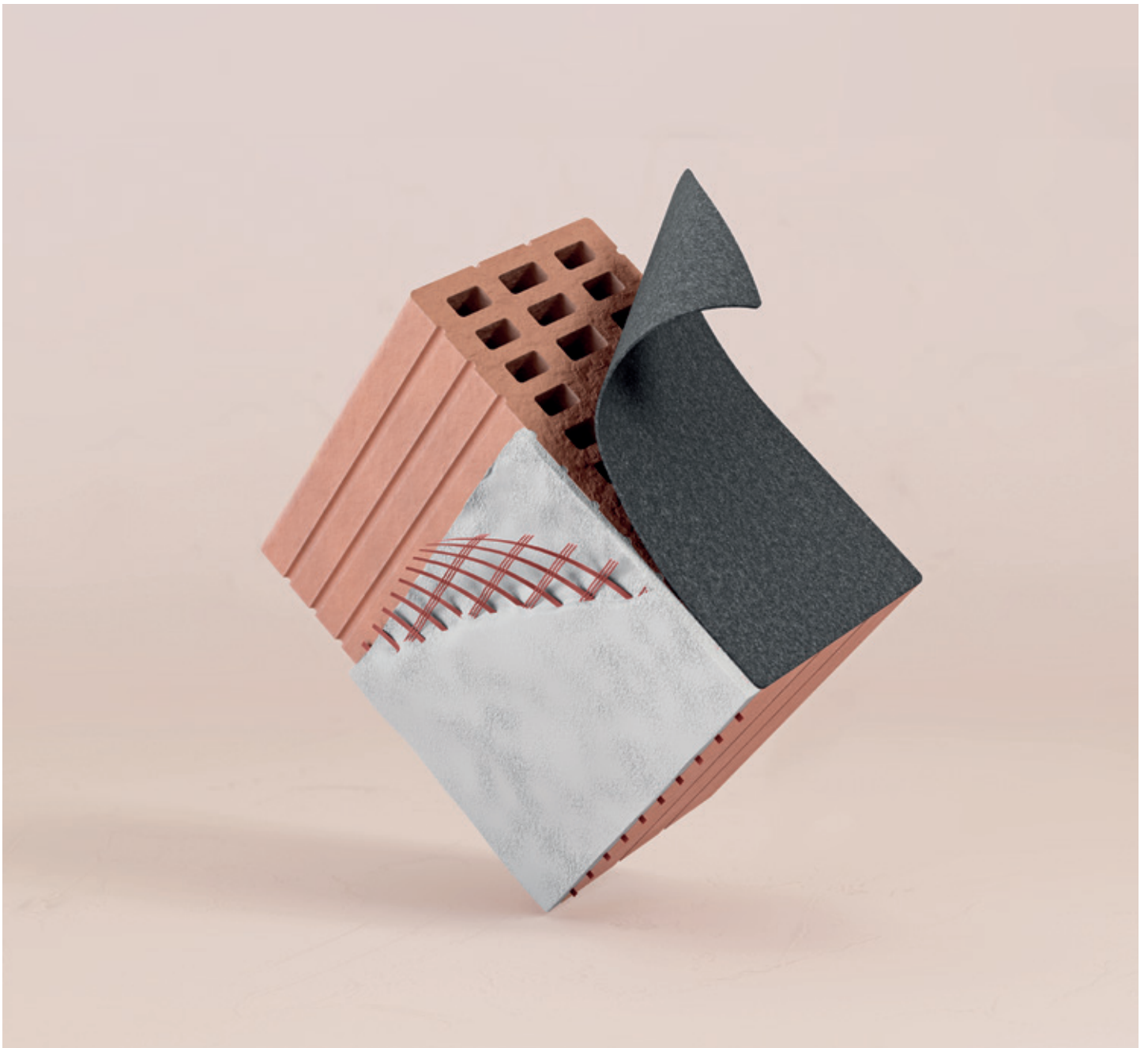
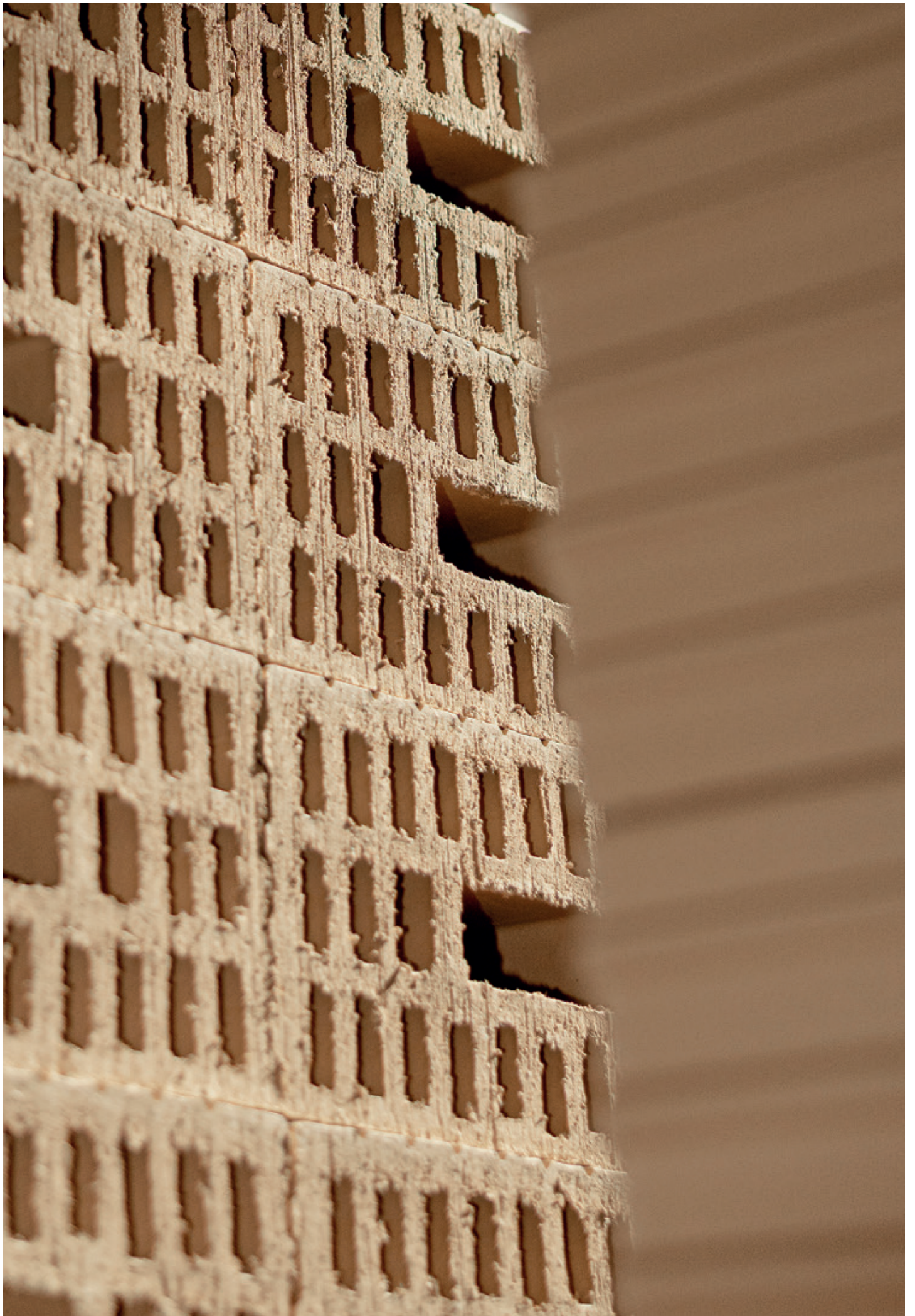


MuReso®

Mauerwerkssystem für Erdbebensichere Gebäude





Für ein Zuhause, das hält.

Schlank.

Stark.

MuReso®

MuReso® vereint die Vorteile traditioneller Backsteinbauten mit den Anforderungen moderner, erdbebensicherer Gebäude und bietet eine sichere, langlebige Lösung für den Wohnungsbau.

MuReso® ist ein innovatives und schlankes Mauerwerkssystem, das speziell für den Bau erdbebensicherer Gebäude entwickelt wurde. Durch die Kombination hochwertiger, aufeinander abgestimmter Komponenten erreicht dieses System eine bisher unerreichte Tragfähigkeit und Erdbebenresistenz. Die externe Bewehrung optimiert das Knick- und Querbiegeverhalten sowie das Out-Of-Plane-Verhalten im Wind- und Erdbebenfall. Das System basiert auf fünf leistungsfähigen Komponenten, die aufeinander abgestimmt sind. Der MuReso®-Modulstein mit hohen Druckwerten wird mit MuReso®-Dünnbett-Abstreifmörtel vermauert. Die externe Bewehrung mit dem MuReso®-Netz wird mit MuReso®-Einbettmörtel eingebettet. Das Ganze wird mit dem MuReso®-Deckenlager für die Kraftübertragung zwischen Decke und Wand abgerundet.

Bewährter Baustoff – aussergewöhnlich verpackt

Als natürlicher Baustoff hat sich Backstein seit Jahrhunderten bewährt. Behaglichkeit und Energieeffizienz runden die Vorzüge von Backstein ab. Immer strengere technische Anforderungen an die Erdbbensicherheit – zuletzt aufgrund der teilrevidierten Norm SIA 261:2020 – schränken die Anwendbarkeit von reinem Backsteinmauerwerk jedoch besonders in Gebieten mit hoher Erdbebeeinwirkung ein.

Veredeltes Mauerwerk

Das einzigartige Backstein-Mauerwerksystem MuReso® erreicht durch innovative Optimierung hohe Trag- und Erdbebenwiderstände. Die perfekte Abstimmung hochwertiger Systemkomponenten gewährleistet höchste Systemleistungen und bisher unerreichte Zuverlässigkeit. MuReso® erreicht besonders hohe Festigkeiten dank speziell für diese Anwendung entwickelten, hochfesten Backsteinen und einer im Einbettmörtel integrierten, externen Bewehrung. Für eine zuverlässige Verbindung der Komponenten benötigt es optimierte Mörtelsysteme für die Mauerwerksfugen und den Grundputz. Exakt auf die Systemanforderungen abgestimmte Deckenlager dienen als Fuse-Element und verleihen MuReso® besonders hohe Duktilität im Erdbebenfall.

Als Gesamtsystem ist MuReso® damit besonders zuverlässig im Erdbebenfall und bleibt bis in hohe Lastbereiche frei von Rissen. Mit nur 15 cm Wandstärke ist MuReso® das bisher schlankste Mauerwerksystem für erdbebensichere Gebäude. Dies bedeutet für den Bauherrn mehr Wohnfläche und für den Architekten mehr Gestaltungsmöglichkeiten. MuReso® weist deutlich höhere Tragwiderstände als übliche Wände gleicher Stärke auf. Die externe Bewehrung optimiert das Knick- und Querbiegeverhalten sowie das Out-Of-Plane-Verhalten im Wind- und Erdbebenfall. Mit erstklassigen Leistungen in allen Bereichen erfüllt und übertrifft MuReso® langjährige Wünsche vieler Bauherren, Architekten und Ingenieure.

Technische Kennwerte MuReso®-Modulstein

Länge	mm	290
Breite	mm	150
Höhe	mm	195

Statik nach SIA 266 deklarierter Wert

Mauerwerksdruckfestigkeit senkrecht zu den Lagerfugen f_{xk}	N/mm ²	11
Mauerwerksdruckfestigkeit senkrecht zu den Stossfugen f_{yk}	N/mm ²	6
Mauerwerksbiegezugfestigkeit ff_{xk}	N/mm ²	3.5



Projektgrundlage

1 Grundlagen

Normen: SIA 260 ff (2013), insbesondere

- Norm SIA 261:2020
- Norm SIA 266:2015
- Norm SIA 266/1:2015
- Norm SIA 269/8 (2017)

2 Abgrenzung

Das Mauerwerkssystem MuReso® ist auf Höchstleistungen unter Erdbebenwirkung optimiert. Dafür wurden die Festigkeitseigenschaften und das Last-Verformungsverhalten unter Vertikallasten und Horizontalkräften eingehend untersucht. Andere Aspekte, wie etwa Schall- oder Brandschutz sowie hygrische Eigenschaften wurden höchstens am Rande im Rahmen von Plausibilitätsbetrachtungen untersucht.

3 Ausgangslage, Ziel

Die Anforderungen an den Erdbebenwiderstand von Wänden sind in den vergangenen Jahrzehnten erheblich gestiegen. Bisher letzter Steigerungsschritt war die Einführung der teilrevidierten Norm SIA 261:2020, welche in grossen Teilen der Schweiz eine Zunahme der Anforderungen von bis zu rund einem Faktor 2 bewirkt. Die gesteigerten Anforderungen können mit traditionellem Mauerwerk nicht mehr vollständig erfüllt werden.

AGZ Ziegeleien AG bietet die Lösung für das Gebäude der Zukunft mit Wohnungstrennwänden in SuonOptimo-Mauerwerk und MuReso®-Systemwänden – ohne Betonwände. MuReso®-Systemwände sind Mauerwerkswände mit externer Bewehrung, welche hohe Trag- und Erdbebenwiderstände unabhängig von den bisherigen Tragwerksnormen (sondern basierend auf normenübergreifenden, international gültigen Zulassungen) bieten und mindestens so einfach wie Betonwände zu bemessen sind. MuReso®-Systemwände wurden zur Markteinführung in einer einzigen Variante entwickelt. In weiteren Schritten sollen MuReso®-Systemwände in weiteren Ausprägungen verfügbar sein.

4 Projektbeteiligte

Das Entwicklungsprojekt wurde geleitet, initiiert und begleitet durch Philippe Fischer, AGZ Ziegeleien AG, und geleitet durch Hendrik Bos, AGZ Ziegeleien AG. Die wissenschaftliche und operative Leitung oblag Dr. Roland Bärtschi, Baertschi Partner Bauingenieure AG.

Die Prüfungen nach Norm SIA 266/1 wurden durch das p+f Sursee unter der Leitung von Kay Blechschmidt, dipl. Bau-ing. FH durchgeführt.

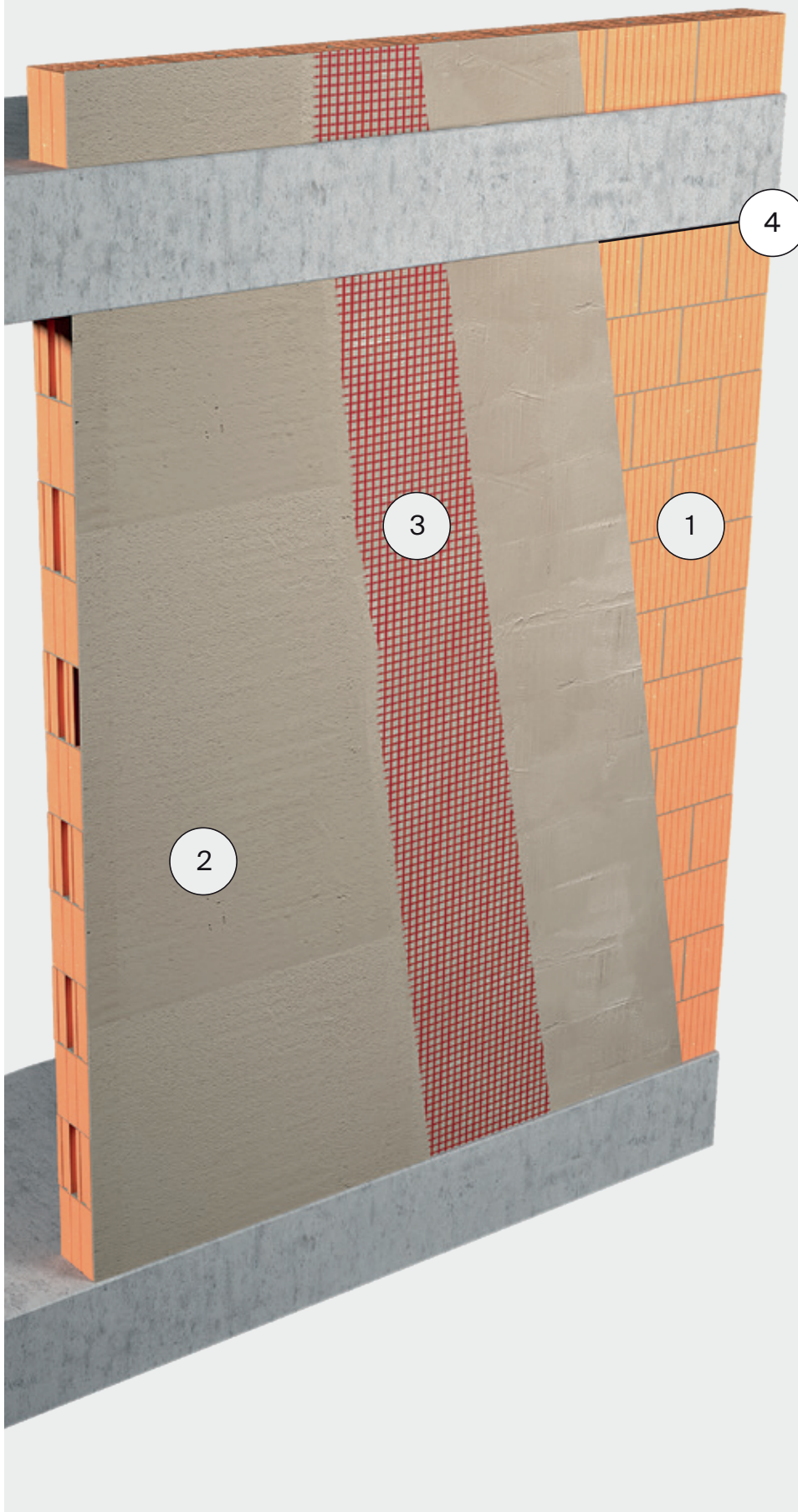
Die statisch-zyklischen Versuche zum Erdbebenverhalten der MuReso®-Systemwände wurden an der Hochschule Luzern, Technik und Architektur unter der Aufsicht von Prof. Dr. Albin Kenel und Betreuung durch Dr. Christian Spathelf durchgeführt.

Zudem waren zahlreiche Industriepartner in das Projekt mit eingebunden.

Systemkomponenten

Systemkomponenten von MuReso®

Stein	<p>MuReso®-Modulstein Hochfester Backstein mit 15 cm Wandstärke Steinformat (L × B × H): 290 × 150 × 195 mm Werte gem. Prüfbericht p+f nach Norm SIA 266 und Norm SN EN 771-1</p>
Mauerwerksmörtel	<p>MuReso®-Abstreifmörtel Mittelbettmörtel für Lager- und Stossfugen (3 – 5 mm). Der Mauerwerksmörtel ist hochfest und gut verarbeitbar. Werte gem. Untersuchungsbericht p+f nach Norm EN 1015-10 und Norm EN 1015-11</p>
Einbettmörtel	<p>MuReso®-Einbettmörtel Hochfester, speziell auf die Eigenschaften der übrigen Systemkomponenten abgestimmter Funktionen.</p> <p>Verarbeitung:</p> <ul style="list-style-type: none">– 3 mm Einbettmörtel auftragen– Netz einbauen– 5 – 7 mm Einbettmörtel gleichentags auftragen <p>Die Aufbaustärke beträgt insgesamt auf jeder Seite des Mauerwerks 8 – 10 mm. Mit 10 mm Aufbaustärke übernimmt der Einbettmörtel dabei die Funktion eines Grundputzes nach Norm SIA 242:2012. Der Einbettmörtel und das Gewebenetz sind beidseitig aufzubringen.</p>
Netz	<p>MuReso®-Gewebenetz Biaxiales AR-Glas-Netz Das MuReso®-Gewebenetz ist zu Qualitätssicherungswecken an seiner charakteristischen rotbraunen Farbe und dem aufgedruckten AGZ-Logo erkennbar. Die Gewebeüberlappung des Gewebenetzes beträgt mit dem MuReso®- Einbettmörtel 10 cm.</p>
Wandlager (unten)	<p>Unten ist kein Wandlager nötig. Auf Wunsch darf ein MuReso®-Deckenlager als Wandlager eingebaut werden.</p>
Deckenlager (oben)	<p>MuReso®-Deckenlager Format 3 × 147 mm ohne Randstreifen Materialzusammensetzung auf Elastomer-Basis Elastische Verformung: ca. +/- 2 mm Reibungsbeiwert bei überkritischem Gleiten: ca. $\mu = 0.33$ zulässige Gebrauchslast bis 600 kN/m'</p>



1 MuReso®-Modulstein

Neuartiger, speziell für das MuReso®-Mauerwerksystem entwickelter und optimierter, hochfester Backstein mit sehr hohen Druckwerten in vertikaler und horizontaler Richtung. Der innovative Modulstein wird aus natürlichem Ton aus Schweizer Gruben hergestellt.

MuReso®-Abstreifmörtel

Neuartiger, speziell für das MuReso®-Mauerwerksystem entwickelter und optimierter, hochfester Mittelbett-Mauerwerksmörtel mit hervorragender Verarbeitbarkeit. Die vollfugige Vermauerung der Lagerund Stossfugen ist für MuReso® elementar.

2 MuReso®-Einbettmörtel

Der für die Anwendung im MuReso®-Mauerwerksystem optimierte Einbettmörtel stellt sicher, dass das MuReso®-Gewebe optimal auf den Modulsteinen verankert wird und durch die zweilagige Anbringung seine volle Wirkung entfalten kann. Darüber hinaus ist der MuReso®-Einbettmörtel auf besonders leichte Verarbeitbarkeit getrimmt und ersetzt dabei den üblichen Grundputz.

3 MuReso®-Gewebe

Das MuReso®-Gewebe wird aus modernen, hochwertigen technischen Garnen mit hoher Kraftaufnahme bei niedriger Dehnung hergestellt und wirkt als beidseitige biaxiale Bewehrung der MuReso®-Systemwände.

4 MuReso®-Deckenlager

MuReso®-Deckenlager tragen entscheidend zum Systemverhalten von Gebäuden mit MuReso®-Systemwänden bei. Bei geringem Lastniveau verhalten sie sich elastisch, übernehmen Schalldämmaufgaben und stellen sicher, dass Horizontalkräfte zwängungsfrei auf alle Wände verteilt werden können. Im Extremfall nehmen sie die überkritische Verformung auf und dissipieren dabei viel Energie, während der Rest des MuReso®-Mauerwerksystems unbeschadet bleibt.

Mauerwerksprüfungen

5 Ausgeführte Arbeiten

5.1 Zulassungsprüfungen nach Norm SIA 266/1 für Mauerwerk mit Netz und Lager

Am Prüf- und Forschungsinstitut p+f Sursee wurden alle zum normkonformen Einsatz des Mauerwerks nötigen Prüfungen durchgeführt.

5.2 Definition Lager

Art und Bedarf für ein Wandlager wurden anhand von bauphysikalischen Anforderungen durch das Ingenieurbüro Trombik, Zürich (Herrn Pascal Fleischer) untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass *kein Wandlager* nötig ist. Das Deckenlager wurde anhand von theoretischen Überlegungen und von Ergebnissen aus den statischzyklischen Wandversuchen an der HSLU bestimmt.

5.3 Ermittlung des Systemduktilität und des Einflusses der horizontalen Netzbewehrung an statisch-zyklischen Wandversuchen

Im Labor der Hochschule Luzern, Technik und Architektur (HSLU) wurden statisch-zyklische Versuche an MuReso®-Systemwänden durchgeführt. Dazu wurden 3 lange und 3 kurze Wände als Versuchskörper hergestellt.

- Die langen Wände waren 3,53 m lang, 2,40 m hoch und 15 cm stark. Die Lagerungsbedingungen waren unten eingespannt und oben gelenkig gelagert
- Die kurzen Wände waren 1,17 m lang, 2,40 m hoch und 15 cm stark. Die Lagerungsbedingungen waren unten eingespannt, oben um die Längsachse gelenkig gelagert und um die Querachse eingespannt. Das Einspannmoment wurde dabei während dem gesamten Versuchsverlauf durch Messung der Vertikallast in der Pendelstütze überwacht.

Mit den Lagerungsbedingungen wurden die realen Verhältnisse in einem heutigen Neubau möglichst realitätsnah nachgebildet: Im Vergleich mit einer langen Wand ist eine heutige Geschossdecke im Wohnungsbau von ca. 28 – 30 cm eher biegeweich. Bei einer kurzen Wand stellt eine heutige Geschossdecke eine starke Einspannung dar.

Für jeden Versuchskörper wurde zuerst unter sehr geringer Vertikallast, dann in Stufen bis ca. 65% des Bemessungswerts des Tragwiderstands gegen zentrische Vertikalkraft eine horizontale Verformung von bis zu 25 mm mit einer Kolbengeschwindigkeit von 0,1 mm/s aufgebracht und dabei laufend die Horizontalkraft gemessen. Bei jeder Laststufe wurde der Versuch abgebrochen, sobald Lagergleiten oder Rocking ohne weitere Lastzunahme festgestellt wurde.

5.4 Rechnerische Ermittlung der Tragwiderstände des Mauerwerks

Auf Grundlage der durchgeführten Prüfungen und Versuche wurden Tragwiderstände für ausgewählte Einwirkungskombinationen ermittelt und daraus Bemessungsdiagramme entwickelt.

Versuchsablauf für statisch-zyklische Wandversuche

Bezeichnung	Vertikallast $f_{x,exp}$	[kN/m]	Horizontale Verschiebung [mm]
LS01	10	(1% f_{xd})	+/- 0, 5, 1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 45, 60 mm bis Lagergleiten oder Rocking ohne Lastzunahme auftritt
LS02	90	(11% f_{xd})	
LS03	180	(22% f_{xd})	
LS04	270	(33% f_{xd})	
LS05	360	(44% f_{xd})	
LS06	450	(55% f_{xd})	
LS07	540	(65% f_{xd})	

Resultate der Entwicklungsschritte

6 Resultate

6.1 Zulassungsprüfungen nach Norm SIA 266/1 für Mauerwerk mit Netz und Lager

Die Ergebnisse der Prüfungen am Prüf- und Forschungsinstitut p+f Sursee sind in Kapitel 5 und 8 zusammengefasst.

6.2 Definition Lager

Die Eigenschaften des Deckenlagers sind in Kapitel 5 zusammengefasst.

6.3 Ermittlung des Systemduktilität und des Einflusses der horizontalen Netzbewehrung an statisch-zyklischen Wandversuchen

Unter statisch-zyklischer Horizontalkraftbeanspruchung unter konstanter Vertikallast zeigen Versuche, dass die Wand selbst praktisch ausnahmslos unbeschädigt und sogar meist rissfrei bleibt. Die Horizontalkräfte werden zuerst durch elastische Schubverzerrungen in Wand und Lager aufgenommen, bis die Haftreibung zwischen Deckenlager und Decke erreicht wird. Ab dann nimmt die Verformung unter gleichbleibender Horizontalkraft zu. In den ersten Versuchen wurde bei Versagen durch Lagergleiten bei Verformungen von 20–25 mm gestoppt. Nach Versuchsende wurde das Lager ausgebaut und inspiziert. Demnach nimmt das Lager den Gleitmechanismus ohne Schäden auf, und Verformungen in quasi unbegrenztem Ausmass sind möglich.

Bei Versagensmodus Lagergleiten (massgebend ab einer Wandlänge von ca. 3,00 m) wird die Verformungsfähigkeit nicht durch das MuReso®-Mauerwerkssystem begrenzt, sondern durch Schadensbegrenzungsüberlegungen.

6.4 Rechnerische Ermittlung der Tragwiderstände des Mauerwerks

Auf Grundlage der durchgeführten Prüfungen und Versuche wurden Tragwiderstände für ausgewählte Einwirkungskombinationen ermittelt und daraus Bemessungsdiagramme entwickelt.

Bemessungen

7 Bemessungskonzept

7.1 Bemessungswerte

Für die Bemessung von MuReso®-Systemwänden anzusetzende Werte

Charakteristische Werte (inkl. beidseitigem Netz und Deckenlager)

Druckfestigkeit senkrecht zur Lagerfuge	$f_{xk} = 11.0 \text{ N/mm}^2$
Druckfestigkeit senkrecht zur Stossfuge	$f_{yk} = 6.0 \text{ N/mm}^2$
Biegezugfestigkeit	$f_{t,kk} = 3.5 \text{ N/mm}^2$
Elastizitätsmodul	$E_{xk} = 11.8 \text{ kN/mm}^2$
Verhaltensbeiwert	$q \geq 2.5$ (Falls $N_{acc} > = 450 \text{ kN/m}'$ und Wandlänge $l_w > = 4.0 \text{ m}$ gilt $q = 1.5$)
Reibungskoeffizient Deckenlager	$\mu = 0.33$
Zugfestigkeit MuReso®-Gewebe- netz in vertikaler Richtung	$Z_{Rk,v} \geq 90 \text{ kN/m}$
Zugfestigkeit MuReso®-Gewebe- netz in horizontaler Richtung	$Z_{Rk,h} \geq 75 \text{ kN/m}$

(Vorgaben AGZ, Werte teilweise reduziert gegenüber Prüfergebnissen von p+f Sursee)

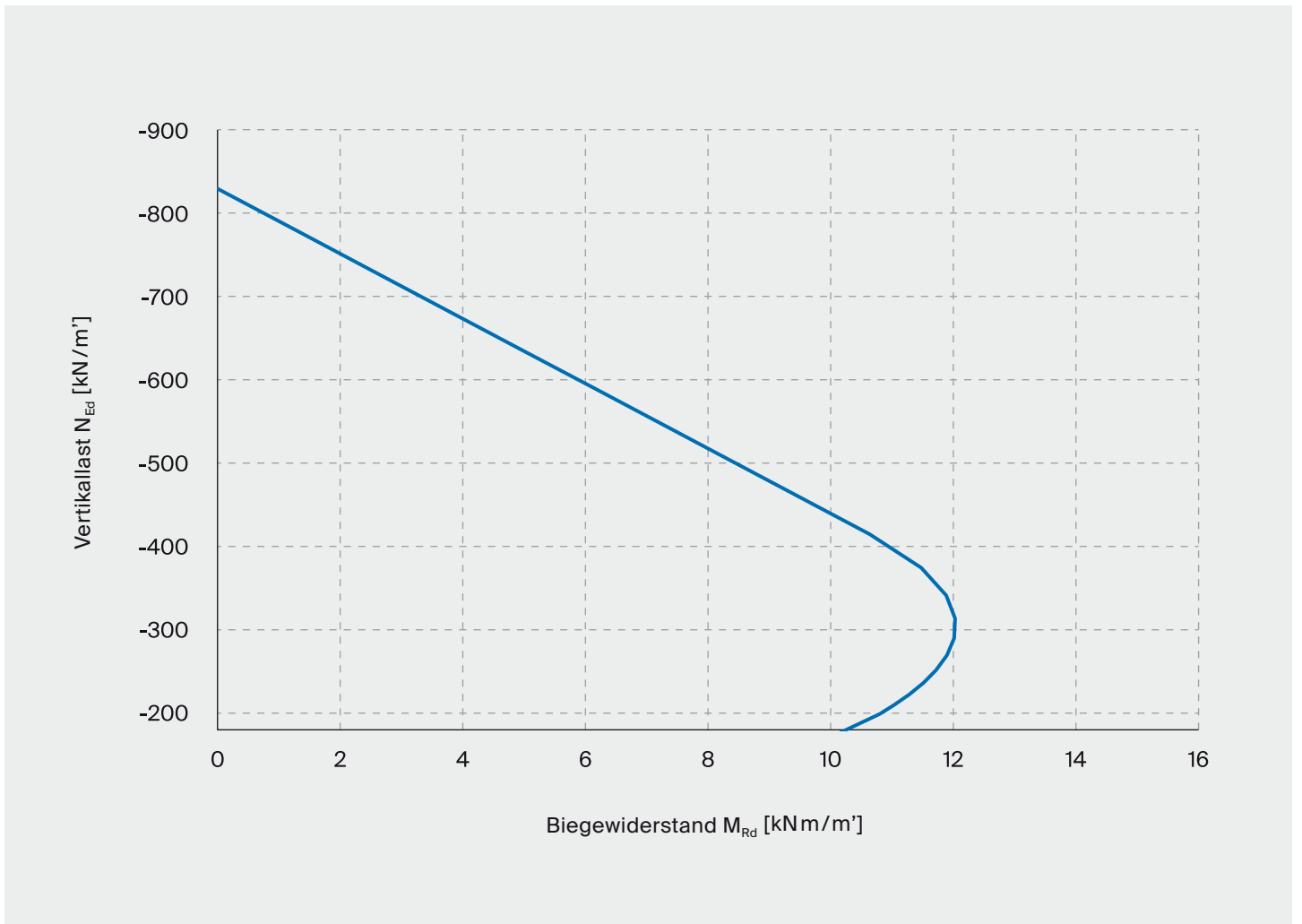
7.2 Allgemeines

7.2.1 Bemessung auf vertikale Einwirkungen

Die Bemessung von MuReso®-Systemwänden erfolgt mit Hilfe eines M-N-Interaktionsdiagramms. Abbildung 2: M-N-Interaktionsdiagramm zur Bemessung von MuReso®-Systemwänden auf vertikale Einwirkungen. Da die Festigkeitswerte für MuReso®-Systemwände generell sehr hoch sind, sind alternativ vereinfachende Kriterien auf der sicheren Seite ggf. sinnvoll als leicht zu merkende Bemessungsregeln:

- Bis 600 kN/m' sind Biegemomente bis 6 kNm/m' aufnehmbar.
- Zwischen 100 und 500 kN/m' sind Biegemomente bis 8 kNm/m' aufnehmbar.
- Zwischen 200 und 400 kN/m' sind Biegemomente bis 10 kNm/m' aufnehmbar.

Um eine MuReso®-Systemwand auf Vertikallasten nachzuweisen, ist zu zeigen, dass der Bemessungswert des Biegemoments in Querrichtung (z. B. aus Deckenverdrehung oder exzentrischer Belastung) kleiner ist als der Biege-widerstand MRd gem. Abbildung 2. Dabei sind die Lagerungsbedingungen für die MuReso®-Systemwand unten und oben eingespannt zu wählen.



M-N-Interaktionsdiagramm - Abbildung 2

7.2.2 Bemessung auf Horizontalkräfte in der Wandebene
Für MuReso®-Systemwände unter horizontalen Einwirkungen in der Ebene bestehen drei Bemessungskriterien.

Vereinfacht: **MuReso®-Systemwände tragen horizontal $\frac{1}{3}$ ihrer Vertikallast**, bei kurzen Wänden (kürzer als 1–4 m, je nach Vertikallast) etwas weniger.

7.2.2.1 Versagensmodus: Gleiten des Deckenlagers

Gleiten des Deckenlagers tritt vor allem bei langen Wänden (ab 1–4 m Wandlänge, je nach Vertikallast) auf. Dabei wird der Reibungskoeffizient μ gemäss Tabelle 3 angesetzt. Dieser Versagensmodus ist wünschenswert, da bei diesem Versagen sehr hohe Horizontalverschiebungen möglich sind, und die Wand selbst keinerlei Schaden nimmt. Bei sehr hohen Vertikallasten im Erdbebenfall von mehr als ca. 450 kN/m' tritt kein Gleiten des Deckenlagers mehr auf.

7.2.2.2 Versagensmodus: Kippen der Wand (Rocking)

Versagen durch Kippen der Wand (Rocking) ist ein Versagensmodus, bei dem die ganze Wand als Starrkörper rotiert und sich aufstellt, ohne aber selber kaputt zu gehen. Er tritt vor allem bei relativ kurzen Wänden (weniger als ca. 1–4 m Länge, je nach Vertikallast) auf. Bei kurzen Wänden ist dieser Versagensmodus wünschenswert, besonders wenn sie schwach belastet sind. Je höher die Vertikallasten und je länger die Wand, desto höher das Risiko, dass die Wand beschädigt wird, wenn sie mit hohen Verformungen konfrontiert wird.

Für den Versagensmodus Rocking wurde versucht, möglichst realitätsnahe Randbedingungen für heutige Wohn- und Gewerbebauten zu finden. Dabei wurde davon ausgegangen, dass

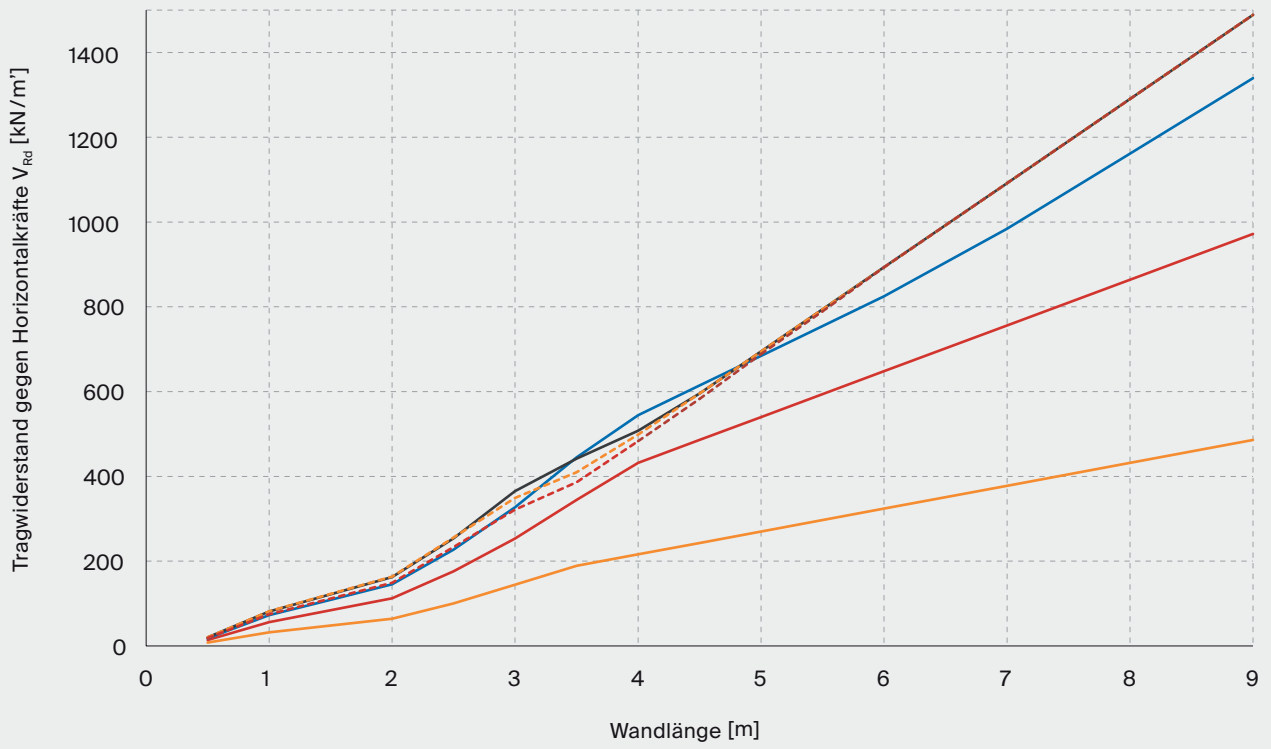
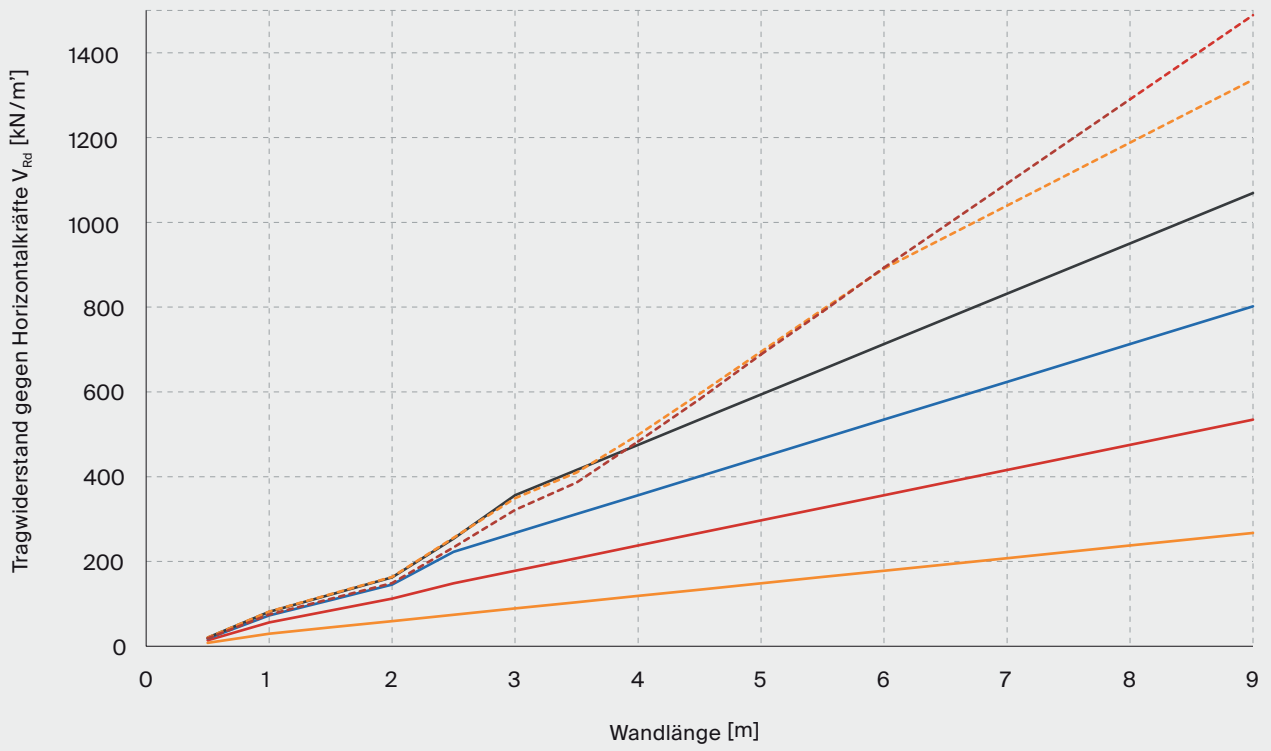
für kurze Wände bis 1,00 m Länge die Geschossdecken oben und unten als vollständige Einspannung wirken. Für lange Wände über 2,00 m Länge wurde die obere Decke konservativ als Biegeweich angesetzt. Zwischen 1,00 m und 2,00 m wurden die Ergebnisse linear interpoliert (Teileinspannung).

7.2.2.3 Versagensmodus: Mauerwerksversagen der Wand mit Berücksichtigung der externen Mauerwerksbewehrung

Für das innere Versagen der Wand wurden die Tragsicherheitsnachweise unter Berücksichtigung der externen Bewehrung nach Norm SIA 262 Formeln (43), (45) und (50) mit optimiertem Neigungswinkel α sowie unter Vernachlässigung der Bewehrung nach Norm SIA 266 geführt, wobei das grössere der beiden Resultate (in der Regel der Wert mit Bewehrung) als Tragwiderstand angesetzt wurde. Dieser Versagensmodus tritt nur bei sehr langen Wänden (länger als 4,00 m) unter sehr hohen Vertikallasten von mehr als 450 kN/m' auf. Er weist nur eine begrenzte Verformungskapazität auf.

Abbildung 3 Diagramme zur Bemessung von MuReso®-Systemwänden auf Horizontalkräfte (z. B. Wind, Erdbeben). Die Ergebnisse der statisch-zyklischen Wandversuche zeigen, dass MuReso®-Systemwände mit Versagensmodus Lagergleiten oder Rocking ein erhöhtes Verformungsvermögen im Sinne der Norm SIA 266 aufweisen.

Damit darf nach Norm SIA 266:2015, Artikel 4.7.1.5 ein Verhaltensbeiwert von $q = 2.5$ angesetzt werden. Falls in einem Gebäude MuReso®-Systemwände bestehen, welche gleichzeitig mit besonders hohen Vertikallasten beaufschlagt sind (höher als ca. 450 kN/m') und länger als ca. 4,0 m sind, muss die Erdbebeneinwirkung mit einem Verhaltensbeiwert von $q = 1.5$ ermittelt werden.



- 11% 90 [kN/m²]
- 22% 180 [kN/m²]
- 33% 270 [kN/m²]
- 44% 360 [kN/m²]
- 55% 450 [kN/m²]
- 65% 540 [kN/m²]

Abbildung 3

Auslastung vertikal	11%	22%	33%	44%	55%	66%
Vertikallast N [kN/m']	90 kN/m'	180 kN/m'	270 kN/m'	360 kN/m'	450 kN/m'	540 kN/m'
Wandlänge 0,5 m	8	14	18	20	20	19
Wandlänge 1,0 m	30	56	73	81	82	75
Wandlänge 1,5 m	45	84	109	122	123	112
Wandlänge 2,0 m	60	113	145	162	164	149
Wandlänge 2,5 m	75	150	225	254	256	233
Wandlänge 3,0 m	90	180	270	360	368	336
Wandlänge 3,5 m	105	210	315	420	501	457
Wandlänge 4,0 m	120	240	360	480	600	597
Wandlänge 4,5 m	135	270	405	540	675	721
Wandlänge 5,0 m	150	300	450	600	750	805
Wandlänge 5,5 m	165	330	495	660	825	889
Wandlänge 6,0 m	180	360	540	720	900	973
Wandlänge 7,0 m	210	420	630	840	1050	1140
Wandlänge 8,0 m	240	480	720	960	1200	1308
Wandlänge 9,0 m	270	540	810	1080	1350	1489

● Rocking ● Lagergleiten ● Mauerwerksversagen

Abbildung 4 – weist den horizontalen Tragwiderstand von MuReso®-Systemwänden mit Wandhöhe $h_w = 2.50$ m unter gegebenen Vertikallasten zwischen 90 und 540 kN/m' (11–65% NRd) aus und beschreibt für jeden Fall den massgebenden Versagensmechanismus. Abbildung 4 ist die Grundlage für Abbildung 3.

7.2.2.4 Besondere Bemessungsregeln

Exzentrische Belastung $e_z \neq 0$: Die Versagensmodi Gleiten und Rocking sind durch eine Exzentrizität nicht beeinflusst. Hingegen kann eine exzentrische Belastung Mauerwerksversagen nach Norm SIA 266 begünstigen. Dies tritt nur bei sehr langen Wänden ($l_w > \text{ca. } 8,0 \text{ m}$) unter sehr hohen Vertikallasten auf. In solchen Fällen ist bei exzentrischer Belastung der Tragwiderstand für Mauerwerksversagen nach Norm SIA 266 mit rechnerisch reduzierter Wandstärke nachzuweisen.

Im Falle von Biegemoment $M_{z1d} \neq 0$ auf MuReso®-Systemwänden ist die Wandlänge für alle Nachweise rechnerisch um das Mass

$$\Delta l_w = 2 \cdot \frac{M_{z1d}}{N_{xd}}$$

zu reduzieren, so dass die resultierende vertikale Last N_{xd} zentrisch auf der rechnerischen Wand zu liegen kommt.

Obwohl eine einzelne Dose in der Wand eine relativ kleine Schnittfläche von $\text{ca. } 60 \times 80 \text{ mm} = 4800 \text{ mm}^2$ hat, kann die Installation von Mehrfachdosen über die gesamte Wandhöhe (z. B. $2400 \times 50 \text{ mm} = 120.000 \text{ mm}^2$) die Stabilität der Wand erheblich beeinträchtigen. Die Verwendung von Mehrfachdosen sollte deshalb vermieden werden.

Schlitze für Einlagen (etwa für Sanitär- und Elektroleitungen) schwächen MuReso®-Systemwände erheblich und sind soweit möglich zu vermeiden.

Zulässig sind ausschliesslich mit einer Schlitzmaschine geschnittene, einseitig angeordnete vertikale Schlitze von maximal 50 mm Schlitztiefe. Jegliche Art von Schlitzten ist nach dem Einlegen der notwendigen Rohrleitungen mit einem schwindkompensierten Mörtel mit einer Druckfestigkeit von mindestens 80 N/mm^2 (z. B. SIKAgrout-212 N) vollständig zu verfüllen. Falls beim Schlitzten das MuReso®-Gewebe beschädigt wurde, ist der Schlitz zusätzlich mit einem mindestens 30 cm breiten Streifen MuReso®-Gewebe zu reparieren. Die Verarbeitung des MuReso®-Gewebes hat dabei exakt den Vorgaben der AGZ zu entsprechen. Insbesondere muss das MuReso®-Gewebe in der richtigen Richtung eingebaut werden, und bereits verbautes MuReso®-Gewebe muss durch sorgfältiges Entfernen des Einbettmörtels im Verankerungsbereich freigelegt werden, darf jedoch keinesfalls geschädigt werden. Alle Überlappungslängen müssen mindestens 10 cm breit sein. Jegliche Spitz- oder Schrotarbeiten, Schlitze mit mehr als 50 mm Tiefe, beidseitige Schlitze sowie jegliche horizontale und diagonale Schlitze sind überall, auch in unmittelbarer Boden- oder Deckennähe **strengstens verboten!** Für solche Beschädigungen ist eine geeignete Reparaturmassnahme durch den Bauingenieur zu definieren.

7.2.3 Verhalten bei Einwirkungen Out-Of-Plane

Aufgrund der hohen Biegezugfestigkeit des Mauerwerks (infolge der Zugfestigkeit des Gewebenetzes) ist Out-Of-Plane-Versagen von MuReso®-Systemwänden praktisch ausgeschlossen.

Nach Norm SIA 261 Formel (49) gilt für eine 3 m hohe Wand in einem Gebäude der Bauwerksklasse BWK III in Zone 3b mit Baugrund D (= oberer Grenzwert für die Schweiz mit Ausnahme noch extremerer Mikrozonierungen) mit $z_a = h$ und $T_a = T_1$ (d.h. ungünstigster möglicher Fall):

Und damit:

$$M_a = F_a \cdot \frac{h_w}{4} = 11,65 \text{ kN/m} \cdot \frac{3 \text{ m}}{4} = 8,73 \text{ kNm/m}$$

Mit den üblichen Lagerungsbedingungen (oben und unten eingespannt) wird diese Schnittgrösse halbiert. Mit

$$M_{a(\text{eingespannt})} = \frac{M_a}{2} = 4,4 \text{ kNm/m}$$

kann aus Abbildung 2 abgelesen werden, dass der Tragsicherheitsnachweis bei Vertikalkräften im Bereich von 0 bis 650 kN/m eingehalten ist. Die tatsächliche Vertikallast im Erdbebenfall wird stets in diesem Bereich liegen. Daher darf vereinfacht angesetzt werden: MuReso®-Systemwände erfüllen den Out-Of-Plane-Nachweis unter Einwirkungen im Rahmen der Norm SIA-Normen immer.

$$F_a = \frac{\gamma_f \cdot a_{ga} \cdot S \cdot G_a}{g \cdot q_a} \cdot \left[\frac{3 \cdot \left(1 + \frac{z_a}{h}\right)}{1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1}\right)^2} - 0,5 \right] = \frac{1,4 \cdot \frac{1,6 \text{ m}}{s^2} \cdot 1,7 \cdot \frac{45 \text{ kN}}{\text{m}}}{\frac{9,81 \text{ m}}{s^2} \cdot 1,5} \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + 1)}{1 + (1 - 1)^2} - 0,5 \right] = 11,65 \text{ kN/m}$$

Ausführung und Eigenschaften

8 Ausführungsbestimmungen

Für die Ausführung von MuReso®-Systemwänden sind ausführliche Verarbeitungshinweise und Ausführungsbestimmungen separat dokumentiert. Nachstehend sind einige Angaben gemacht, welche für IngenieurInnen und ArchitektInnen von Interesse sein könnten:

- Die Mörtelausgleichsschicht unter MuReso®-Systemwänden ist stets mit MuReso®-Abstreifmörtel auszuführen.
- Die Mörtelausgleichsschicht zwischen MuReso®-Systemwänden und dem MuReso®-Deckenlager ist stets mit MuReso®-Abstreifmörtel auszuführen.
- Der MuReso®-Einbettmörtel und das MuReso®-Gewebenetz dürfen ab ca. 1 Tag nach dem Aufmauern der Wand eingebaut werden.

9 Schallschutz

Eine Ermittlung der Schallschutz-Kennwerte für MuReso®-Systemwände hat bisher nicht stattgefunden. Aufgrund des Steingewichts darf angenommen werden, dass die Schalldämmwerte von MuReso®-Wänden mit 20 cm starken Swissmodul-Wänden oder 12.5-er Calmo-Wänden etwa vergleichbar sind.

Für den Einsatz als Wohnungstrennwände wird SuonOptimo®-Mauerwerk empfohlen. MuReso®-Systemwände sind als zweischalige Konstruktion mit nichttragender Vorsatzschale ebenfalls möglich.

10 Wärmeschutz

Für MuReso®-Systemwände liegen bisher keine Angaben zum Wärmeschutz vor.

11 Brandschutz

Für MuReso®-Systemwände liegen bisher keine Angaben zum Brandschutz vor.



Verarbeitung

- MuReso®-Modulstein
- MuReso®-Abstreifmörtel
- MuReso®-Deckenlager
- MuReso®-Einbettmörtel
- MuReso®-Gewebnetz

MuReso® darf nur als Gesamtsystem unter korrektem Einsatz aller oben genannten Systemkomponenten eingesetzt werden. Bei Abweichungen entfällt jegliche Gewähr für das Funktionieren und das Erreichen der spezifizierten Systemeigenschaften.

Folgendes Werkzeug wird für die fachgerechte Verarbeitung des Mauerwerksystems benötigt:

- Zahntraufel R16
- Giperspachtel 150 mm
- Fugenspachtel EDMA 150 mm
- Mörtelimer Collomix 301
- Gipserspännchen gross
- Gummihammer
- Durchlaufmischer m-tec D20 oder Rührwerk

MuReso®-Abstreifmörtel anmischen

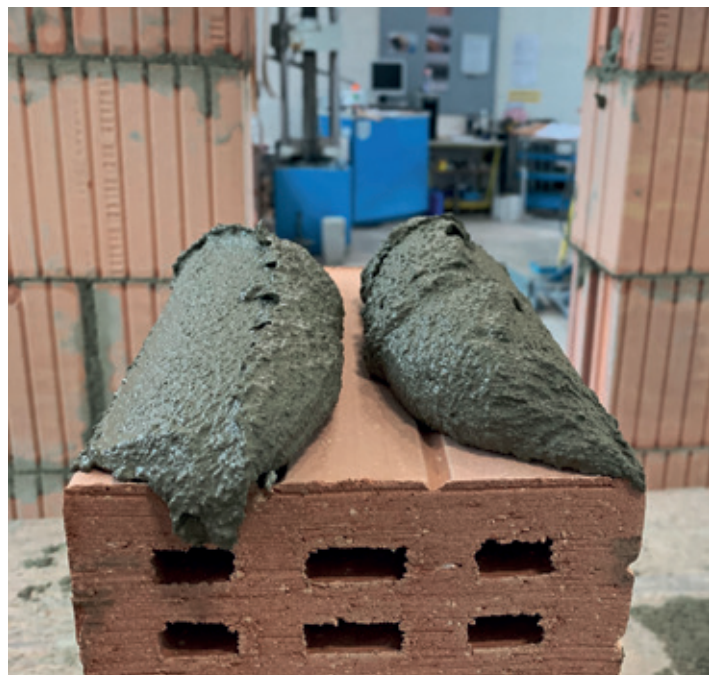
Den Trockenmörtel mit einem Doppelwellen- oder Durchlaufmischer zu einer klumpenfreien und feucht-klebrigen Konsistenz gut anmischen. Danach 5 bis 10 Minuten reifen lassen und nochmals kurz durchrühren. Dem in dieser Konsistenz eingestellten Mörtel darf danach kein Wasser mehr zugegeben werden. Er kann nach einer Stunde wieder aufgemischt und sollte innerhalb von maximal 3 Std. verarbeitet werden. Keine Verarbeitung unter + 5°C.

- Materialverbrauch: ca. 15–16 Liter/m²
- Wasserbedarf: ca. 5–7 Liter/Sack
- Ergiebigkeit: ca. 19 Liter/Sack

MuReso®-Modulstein vollfugig vermauern

Die erste Schicht MuReso®-Modulstein wird im Blei auf MuReso®-Abstreifmörtel angesetzt. Es ist zwingend vollfugig und im Läuferverband zu mauern. Auf den Lager- und Stossflächen sind mit dem Mauerspachtel jeweils doppelseitige Mörtelwalme im 45°-Winkel von zirka 3 bis 5 cm Dicke und 5 bis 6 cm Breite aufzutragen. Die systemgerechte Stoss- und Lagerfugendicke beträgt 3 bis 5 mm. Der MuReso® Modulstein darf nur geschritten und nicht geschrotet werden.

Systembedingt ist anschliessend auf der Mauerkrone ein horizontaler, sauber abgezogener Mörtelüberzug in 5 bis 10 mm Dicke mit MuReso®-Abstreifmörtel zu erstellen. Danach das MuReso®-Deckenlager mittig und lose, bündig Oberkante der Deckenschalung auf das Mörtelbett verlegen.





Spezielle Ausführungshinweise zum Auftragen des MuReso®-Einbettmörtels

- Die Bauleitung hat vor dem Verputzen die Wandinstallationen auf deren Vollständigkeit zu prüfen und freizugeben.
- Der Untergrund muss tragfähig, sauber, trocken, staub- und fettfrei sein.
- Beide Putzschichten sind in jedem Fall am gleichen Tag nass in nass aufzubringen.
- Die Gesamtschichtdicke beträgt 8–10 mm.
- Das Gewebenetz sollte möglichst nahe und haftschlüssig vermörtelt am Modulstein anliegen.
- Die Gewebeüberlappungen, welche mindestens 10 cm betragen, müssen vollständig mit Einbettmörtel umschlossen sein.
- Die Putzüberdeckung über dem Gewebenetz sollte mindestens 5 mm betragen.
- Keine Verarbeitung unter + 5°C



MuReso®-Einbettmörtel anmischen

5–7 Liter reines Leitungswasser in einen Mischeimer einfüllen, den Trockenmörtel langsam beimengen und mittels Handrührwerk zirka 2 Minuten zu einer homogenen Gipskonsistenz aufmischen. Nach einigen Minuten Reifezeit nochmal kurz aufrühren und innerhalb von 1 bis max. 3 Std. verarbeiten.

MuReso®-Gewebenetz in erste MuReso®-Einbettmörtelschicht einbetten

Als Erstes das MuReso®-Gewebenetz auf einem trockenen, staub- und fettfreien Boden abrollen und mit dem Cutter in raumhohe Bahnen zuschneiden. Danach die erste MuReso®-Einbettmörtelschicht mit einer Zahntraufel R16 im 45°-Winkel in 3 mm Mindestauftragsdicke vollflächig auf die MuReso® Mauerwerkswand aufziehen. Anschliessend das MuReso®-Gewebenetz in senkrechten Bahnen von oben nach unten nass in nass mit mindestens 10 cm Gewebeüberlappung einbetten und überglätten.



Zweite MuReso®-Einbettmörtelschicht auftragen

Nach einer kurzen Abbindezeit die zweite Putzschicht in einer Putzdicke von 5 bis 7 mm mit der Zahntraufel R16 im 45°-Winkel von unten nach oben aufziehen und danach planziehen. Die geglättete Putzoberfläche ist nach dem Ansteifen mit einem Besen aufzurauen.



- Materialverbrauch ca. 1.5 kg/m² pro 1 mm Auftragsdicke
- Wasserbedarf ca. 5–7 Liter/Sack



Traditionelle Naturprodukte.

Langlebig. Vielseitig. Natürlich.

Die AGZ Ziegeleien AG kombiniert Handwerkskunst mit Innovation – seit 1895. Die Ziegeleiunternehmung überzeugt die Schweizer Baubranche sowohl mit bewährten Eigenentwicklungen als auch mit zukunftsweisenden Tonprodukten.

Traditionelle Naturprodukte

Für die hochwertigen Backsteine und Tondachziegel wird Lehm aus heimischem Boden verwendet. Getreu ihrem Motto «Feuer und Flamme für Tonprodukte» setzt die AGZ Ziegeleien AG auf ressourcenschonende Ökologie, maximale Qualität und absolute Kundenzufriedenheit. Ziegel sind nicht nur Baustoffe, sondern auch Kulturgüter. Lassen Sie sich von der Schönheit und Langlebigkeit dieses Materials inspirieren.



Scannen und mehr zu
unserem Produkt
MuReso® entdecken.



Herkunft. Zukunft. Ton.

Gettnau

AGZ Ziegeleien AG
Ziegelei
6142 Gettnau

041 972 77 77
info@agz.ch

Horw

AGZ Ziegeleien AG
Sternenried 14
6048 Horw

041 972 77 77
info@agz.ch

Roggwil

Ziegelwerke Roggwil AG
Ziegeleiweg 10
4914 Roggwil

041 972 77 77
info@agz.ch

Düdingen

Ziegeleien Freiburg &
Lausanne AG
Hägliweg 2
3186 Düdingen

026 492 99 99
info@tfl.ch

Showroom

AGZ-Showroom
Sternenried 1
6048 Horw

041 972 77 77
info@agz.ch