

FEUCHTEINFLUSS AUF DAS TRAGVERHALTEN VON LEHMSTEINMAUERWERK

Prof. Dr.-Ing. Valentin Förster & Dr.-Ing. Maximilian Brinkmann

BBF | Beck Brinkmann Förster Beratende Ingenieure & iu Internationale Hochschule

Bauzentrum München - Lehmbau Teil 3: Lehmsteinmauerwerk

10. Februar 2026



Beck Prof. Dr.-Ing.
Brinkmann Dr.-Ing.
Förster Prof. Dr.-Ing.
Beratende Ingenieure



Bild: GIMA



Bild: Conclay

GLIEDERUNG

FEUCHTEINFLUSS AUF LEHMMAUERWERK

GRUNDLAGEN

1

2

TRAGVERHALTEN

NORMATIVE BEMESSUNG

3

4

FEUCHTESCHUTZ

ZUSAMMENFASSUNG

5

Materialzusammensetzung

Lehm ist ein **Verwitterungsgestein** und entsteht durch **Sedimentation**

Grundbestandteile sind **Ton, Schluff und Sand**

Organische oder **kiesige Bestandteile** ebenfalls möglich

Es werden i. d. R. **keine Stabilisatoren** wie z. B. Zement zugesetzt

Tonminerale fungieren als **Bindemittel**

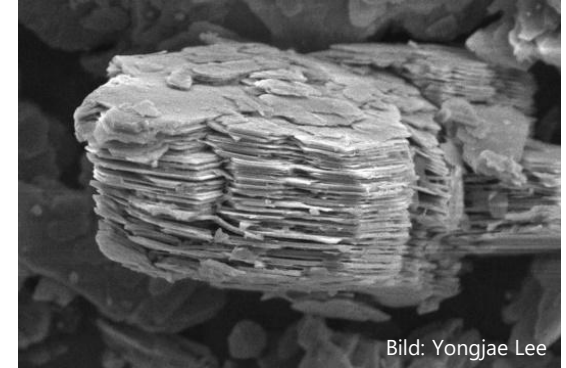


Bild: Dachverband Lehm e.V.

Einfluss der Materialfeuchte auf die Bindekräfte der Tonminerale

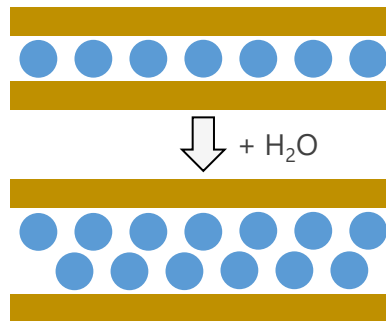
Bei Erhöhung der Umgebungfeuchte lagern sich **Wassermoleküle** zwischen den **Tonmineralen** ein



Abstände zwischen den Tonmineralen **vergrößern** sich




Hierdurch **verringern** sich die **Bindekräfte** der Tonminerale




Der Feuchteinfluss wird maßgeblich von der Materialzusammensetzung des Lehms sowie den enthaltenen Tonmineralen bestimmt


Einfluss der Materialfeuchte auf die Bindekräfte der Tonminerale


Nachteile

- Plastizierung von Lehmbaustoffen bei andauerndem Kontakt mit Flüssigwasser auch während der Nutzungsphase möglich 

- Erhöhte Anforderungen an den Witterungsschutz 

Vorteile

+ Verringerung der Bindekräfte durch Trocknung wieder vollständig reversibel 

+ Vollständige und energiearme Wiederverwendung von Lehmbaustoffen am Ende ihres Lebenszyklus möglich 

Übermäßiger Feuchteinfluss ist bei Lehmbaustoffen zu vermeiden und besondere Planungsanforderungen sind zu beachten

Wechselwirkung zwischen Feuchtigkeit und Lehmbaustoffen bei der Verarbeitung und Wiederverwendung enorm hilfreich

GLIEDERUNG

FEUCHTEINFLUSS AUF LEHMMAUERWERK

GRUNDLAGEN

1

2

TRAGVERHALTEN

NORMATIVE BEMESSUNG

3

4

FEUCHTESCHUTZ

ZUSAMMENFASSUNG

5

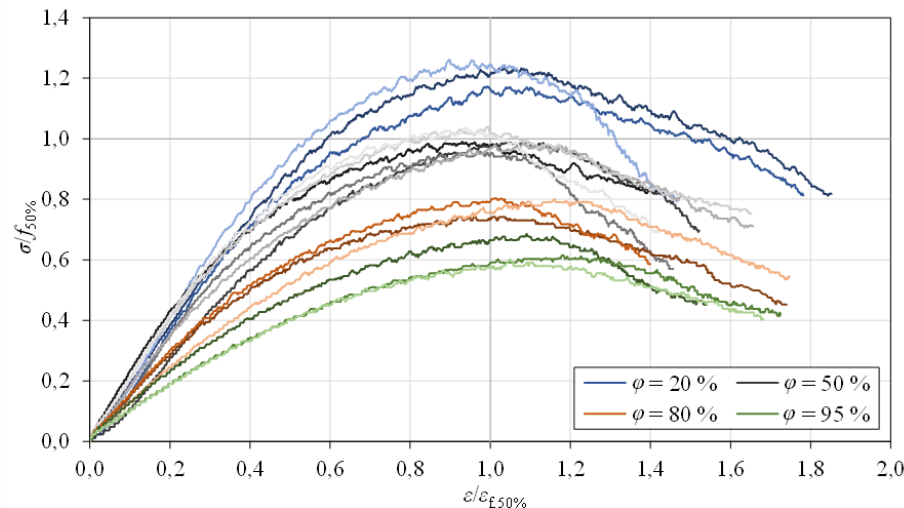
Forschungsgrundlage

Der **Feuchteinfluss auf die Materialeigenschaften und auf das Tragverhalten** von Lehm-mauerwerk ist mittlerweile **gut erforscht**

Umfangreiche **experimentelle, numerische und analytische Untersuchungen** bieten zuverlässige **Grundlage für Traglastermittlung und Bemessung**



Spannungs-Dehnungs-Linie von Lehm-mauerwerk bei unterschiedlicher Materialfeuchte



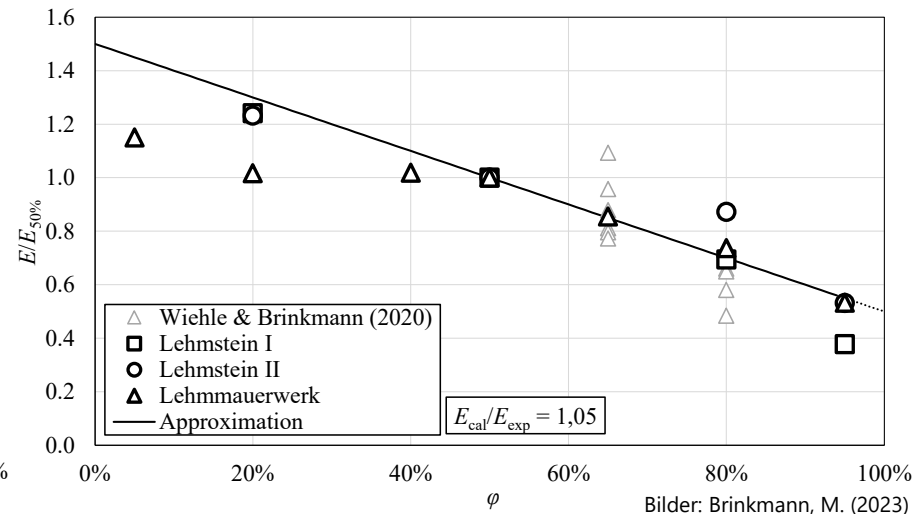
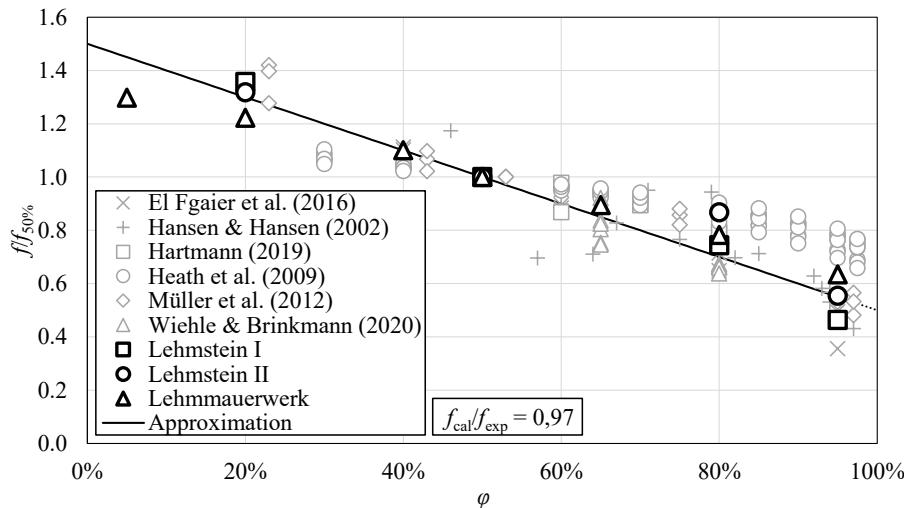
Bilder: Brinkmann, M. (2023)

Feuchteabhängigkeit der Festigkeits- und Verformungseigenschaften

Materialeigenschaften von Lehmbaustoffen werden vom Hersteller standardmäßig bei einer **Ausgleichsfeuchte von $\varphi = 50\%$ (relative Luftfeuchte)** ermittelt und angegeben



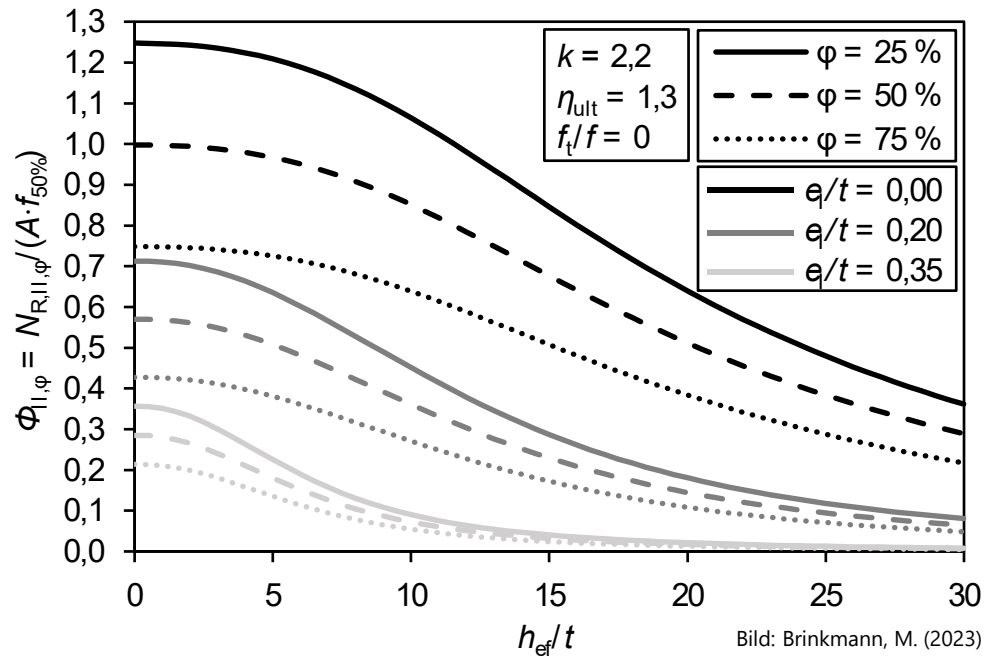
Bei abweichender Materialfeuchte ist eine **Umrechnung der Materialeigenschaften** erforderlich!



Bilder: Brinkmann, M. (2023)

Feuchteabhängiger Anpassungsfaktor:
$$\frac{f}{f_{50\%}} = \frac{E}{E_{50\%}} = 1,5 - \frac{\varphi [\%]}{100}$$

Systemtragfähigkeit von Lehmmauerwerk unter Feuchteinfluss



Deutlicher Feuchteinfluss auf die Tragfähigkeit von Lehmmauerwerkswänden



Berücksichtigung der Materialfeuchte im Rahmen der Bemessung zwingend erforderlich!

GLIEDERUNG

FEUCHTEINFLUSS AUF LEHMMAUERWERK

GRUNDLAGEN

1

2

TRAGVERHALTEN

NORMATIVE BEMESSUNG

3

4

FEUCHTESCHUTZ

ZUSAMMENFASSUNG

5

Bemessungsverfahren nach DIN 18940

$$N_{Rd} = \Phi_s \cdot f_d \cdot A$$

Mit:

- N_{Rd} Bemessungswert der maximal aufnehmbaren Normalkraft
 Φ_s Traglastfaktor zur Berücksichtigung der Schlankheit und Lastausmitte
 f_d Bemessungswert der Lehmmauerwerksdruckfestigkeit
 A Belastete Bruttoquerschnittsfläche der Wand

Bemessungswert der Lehmmauerwerksdruckfestigkeit

$$f_d = M \cdot \zeta \cdot \frac{f_k}{\gamma_M}$$

Mit:

- M Umgebungsfeuchtefaktor
 ζ Dauerstandsfaktor
 f_k Charakteristische Lehmmauerwerksdruckfestigkeit (**bei $\varphi = 50\%$**)
 γ_M Materialeitiger Teilsicherheitsbeiwert ($\gamma_M = 1,50$)

Umgebungsfeuchtefaktor M passt die Druckfestigkeit in Abhängigkeit der bemessungsrelevanten Materialfeuchte an!

Ermittlung des Traglastfaktors am Wandkopf bzw. Wandfuß sowie in Wandhöhenmitte

$$\Phi_s = \min \{ \Phi_1; \Phi_2 \}$$

Traglastfaktor am **Wandkopf bzw. Wandfuß**

$$\Phi_1 = \begin{cases} 1,6 - \frac{l_f}{6} \leq 0,9 & \text{für } M \cdot f_k \geq 1,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \\ 1,6 - \frac{l_f}{5} \leq 0,9 & \text{für } M \cdot f_k < 1,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \end{cases}$$

Bei Decken mit geringer Auflast z. B. im obersten Geschoss:

$$\Phi_1 = \begin{cases} 0,333 & \text{für einachsig gespannte Decken} \\ 0,4 & \text{für zweiachsig gespannte Decken} \end{cases}$$

Bei Innenwänden mit annähernd gleichen Stützweiten der angrenzenden Decken:

$$\Phi_1 = 0,9$$

Mit:

l_f Stützweite der angrenzenden Geschosdecke, bei zweiachsig gespannten Decken mit $0,5 \leq l_1/l_2 \leq 2,0$ darf für l_f das 0,85-Fache der kürzeren Stützweite angesetzt werden

M Umgebungsfeuchtefaktor

t Wanddicke

Berücksichtigung des Umgebungsfeuchtefaktors M

Traglastfaktor in **Wandhöhenmitte**

$$\Phi_2 = 0,9 - 0,03 \cdot \frac{h_{ef}}{t} \leq 0,8$$

h_{ef} Knicklänge

t Wanddicke

Knicklänge h_{ef} von Lehm-mauerwerk wird analog zu DIN EN 1996-3/NA ermittelt.

Umgebungsfeuchtefaktor *M*

Berücksichtigung verschiedener Materialfeuchten in unterschiedlichen Nutzungsklassen

Tabelle 3 — Definition der Nutzungsklassen

Nutzungs- klasse	Anwendungs- klasse nach DIN 18945	Bauteil ^a	Umgebungsbedingungen
NKL 1	AK II, AK Ia oder AK Ib	— Innenwände von beheizten Räumen — Außenwände von beheizten Räumen mit außenliegender Wärmedämmung	Gekennzeichnet durch eine Ausgleichsfeuchte im Lehmsteinmauerwerk, die einer relativen Luftfeuchte von $\leq 65\%$ entspricht. Es sind nur kurzzeitige Überschreitungen zulässig.
NKL 2	AK Ia oder AK Ib	— Innenwände und Außenwände von unbeheizten Räumen	Gekennzeichnet durch eine Ausgleichsfeuchte im Lehmsteinmauerwerk, die einer relativen Luftfeuchte von $\leq 90\%$ entspricht. Es sind nur kurzzeitige Überschreitungen zulässig.

^a Die in der Sanierung und in Ausnahmefällen auch im Neubau verwendete Innendämmung von Lehmsteinmauerwerk oder die Kombination aus Innen- und Außendämmung fällt in den Bereich der NKL 2.



Tabelle 7 — Umgebungsfeuchtefaktoren *M* für die Nutzungsklassen

Nutzungs- klasse	Umgebungsfeuchtefaktor <i>M</i>
NKL 1	0,80
NKL 2	0,55

Trockenere Anwendung
Ausgleichsfeuchte $\leq 65\%$ RLF

Feuchtere Anwendung
Ausgleichsfeuchte $\leq 90\%$ RLF

GLIEDERUNG

FEUCHTEINFLUSS AUF LEHMMAUERWERK

GRUNDLAGEN

1

2

TRAGVERHALTEN

NORMATIVE BEMESSUNG

3

4

FEUCHTESCHUTZ

ZUSAMMENFASSUNG

5

Konstruktiver Feuchteschutz



Havarieschutz



- Tragende Lehm-mauerwerkswände müssen auf einer mindestens **5 cm hohen Schicht aus hydraulisch gebunden oder gebrannten Materialien** (z. B. Ziegel) errichtet werden
- Wasserresistente Schicht ebenfalls auf **horizontalen Feuchtesperren** erforderlich



Bild: MFPA Weimar



Schutz vor Witterungseinflüssen



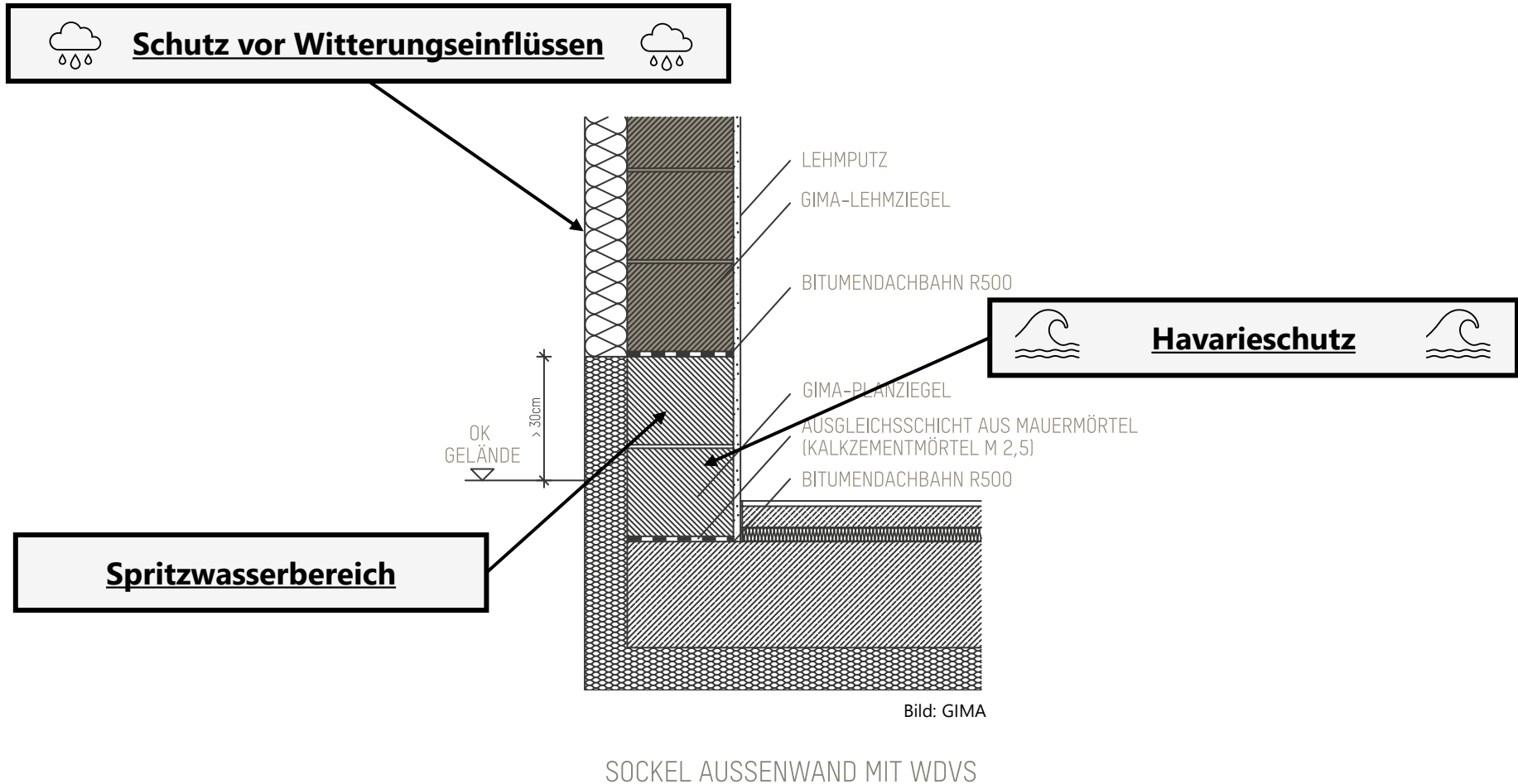
- In **witterungsbeanspruchten Bereichen** muss prinzipiell ein **wasserabweisender Putz** nach DIN 4108-3 verwendet werden
- Direkt **verputztes Mauerwerk** ist nur in Gebieten mit **geringer Schlagregenbeanspruchung** und mit **Lehmsteinen der AK Ia oder Ib** zulässig
- Tragendes Lehm-mauerwerk erst **oberhalb des Spritzwasserbereichs** zulässig

Feuchteschutz während der Bauzeit



- Lehm-baustoffe sind **während der Bauzeit abzudecken** wenn es zu regnen beginnt oder wenn die tägliche Arbeitszeit beendet ist

Konstruktiver Feuchteschutz

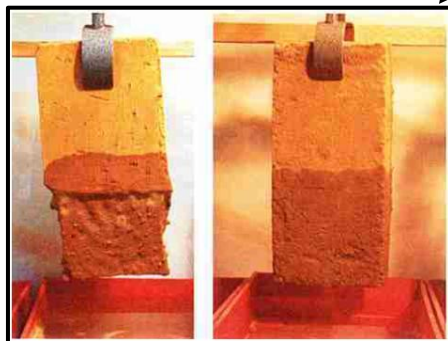


Anforderungen an die Feuchtebeständigkeit von Lehmsteinen gemäß DIN 18945

Größere Feuchtebeständigkeit ↑	1	2	
	Anwendungsbereich		AK
	1	verputztes, der Witterung ausgesetztes Außenmauerwerk von Sichtfachwerkwänden ^a	Ia
	2	durchgängig verputztes, der Witterung ausgesetztes Außenmauerwerk ^a	Ib
	3	verkleidetes oder anderweitig konstruktiv witterungsgeschütztes Außenmauerwerk, Innenmauerwerk	II
Geringere Feuchtebeständigkeit ↓	4	trockene Anwendungen (z. B. Deckenfüllungen, Stapelwände)	III
^a Beanspruchungsgruppe I nach DIN 4108-3 bzw. nach sorgfältiger Prüfung der örtlichen Schlagregenexposition.			

**Tragende
Lehmsteine**

Einordnung von Lehmsteinen in die verschiedenen **Anwendungsklassen in Abhängigkeit ihrer Feuchtebeständigkeit** (Tauch-, Kontakt-, Saug- und Frostprüfungen)



Bilder: Röhlen & Ziegert (2020)

GLIEDERUNG

FEUCHTEINFLUSS AUF LEHMMAUERWERK

GRUNDLAGEN

1

2

TRAGVERHALTEN

NORMATIVE BEMESSUNG

3

4

FEUCHTESCHUTZ

ZUSAMMENFASSUNG

5

Zusammenfassung

Lehmbaustoffe weisen eine ausgeprägte Wechselwirkung mit Feuchtigkeit auf



Hierdurch ergeben sich wichtige Vorteile bei ihrer Verarbeitbarkeit und hinsichtlich ihrer vollständigen Wiederverwendbarkeit!



Bild: Conluto

Der Feuchteinfluss wird bei der Bemessung sehr einfach durch den Umgebungsfeuchtefaktor M berücksichtigt

Der erforderliche Feuchteschutz ist bereits bei Einhaltung weniger konstruktiver Regeln sichergestellt



Bild: Conclay

Die Feuchtebeständigkeit tragender Lehmsteine wird zudem mittels umfangreicher Materialprüfungen von den Herstellern überwacht



Ökologische Lehmbaustoffe können in den allermeisten üblichen Hochbauten trotz ihrer Wechselwirkung mit Feuchtigkeit unkompliziert eingesetzt werden!



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT



Beck Prof. Dr.-Ing.
Brinkmann Dr.-Ing.
Förster Prof. Dr.-Ing.
Beratende Ingenieure



Prof. Dr.-Ing. Valentin Förster

BBF | Beck Brinkmann Förster
Beratende Ingenieure

✉ foerster@bbf-ing.de
☎ 0176 / 55556355
💻 www.bbf-ing.de



Dr.-Ing. Maximilian Brinkmann

BBF | Beck Brinkmann Förster
Beratende Ingenieure

✉ brinkmann@bbf-ing.de
☎ 0178 / 5725454
💻 www.bbf-ing.de