

StandardBoard – Produktnorm für Lehmplatten

Die Anwendung von modernen Lehmbaumaterialien hat in den letzten Jahren überdurchschnittliche Wachstumsraten erreicht. Für Bauherren und Planer ausschlaggebend ist häufig ihr extrem niedriger CO₂-Äquivalentkennwert. Entsprechend wurden Lehmplatten in einem Projekt mit Pilotcharakter für den Umbau des alten Abgeordnetenhauses in Bonn zum Gebäude des Klimareferats der Vereinten Nationen verwendet. Bei der Entscheidung für die Bauweise mit Lehmplatten standen vor allem raumklimatische und schallschutztechnische, das heißt gesundheitliche Aspekte, aber auch der Wunsch nach erhöhter Nachhaltigkeit im Vordergrund.

Durch das Fehlen einer Norm entstehen im Vergleich zu geregelten Bauprodukten jedoch noch deutliche Wettbewerbsnachteile für Produzenten von Lehmplatten. Planer und Anwender sehen aufgrund fehlender Prüfsertifikate nicht selten von der Anwendung dieser Lehmbaumaterialien ab. Wie schon für Lehmsteine und Lehmmörtel sollen deshalb jetzt auch für Lehmplatten an der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in dem Projekt StandardBoard Grundlagen für eine Produktnorm geschaffen werden. Darin ist als Projektpartner der Hersteller Conluto beteiligt. Zweck des in Erarbeitung befindlichen Regelwerks ist es, über die Festlegung von Qualitätsanforderungen und Prüfvorschriften die Gebrauchstauglichkeit von Lehmplatten sicherzustellen und somit einerseits Sicherheit für Planer und Anwender und andererseits Vergleichbarkeit und damit Konkurrenzfähigkeit zu konventionellen Plattenprodukten für gleiche Einbaubereiche zu erreichen. Darüber hinaus stellt sie ein Instrument dar, um die besonderen ökologischen und bauphysikalischen Eigenschaften der Lehmbaumaterialien hervorzuheben. Die Erarbeitung des Regelwerks erfolgt in enger Abstimmung mit dem Dachverband Lehm e.V. (DVL).

Als Lehmbaumaterialien werden plattenförmige Lehmbaumaterialien bezeichnet, die oberflächennahe und/oder Kernbewehrungen aufweisen können und durch Kleben oder mechanische Verbindungsmittel zur Beplanung oder Bekleidung von Innenwänden verwendet werden. Ihre besonderen Eigenschaften gegenüber anderen Lehmbaumaterialien bestehen in einem hohen Vorfertigungsgrad und dem dadurch ermöglichten schnellen und trockenen Einbau, besonders auf großen Flächen. Ein weiterer Vorteil besteht beim Einbau in feuchteempfindliche Bauteile, wie z.B. Fachwerk, da die durch eine raumseitige Dünnlagenbeschichtung eingetragene Gesamtfeuchte im Vergleich zu Putzen nicht nur wesentlich geringer ist, sondern auch in keinen direkten Kontakt mit dem Bauteil kommt. Je nach Art der Anwendung und vorgesehener Einbaubereich müssen Lehmplatten deshalb unterschiedlichen Anforderungen genügen, die von der erforderlichen Maßhaltigkeit über zugesicherte physikalische Eigenschaften, wie Dichte und Verhalten unter Feuchteeinwirkung, bis hin zum Widerstand gegen mechanische Beanspruchungen reichen.

Die momentan in Deutschland erhältlichen Lehmplatten unterscheiden sich stark in Abmessungen, Aufbau, Bestandteilen und Verarbeitung (Tabelle 1 und Tabelle 2). So werden dem Grundmaterial teilweise Blähton oder Hanfhäcksel hinzugefügt, um die Dichte der Platten zu verringern. Damit werden größere Abmessungen möglich. Außerdem werden Bewehrungsgitter, Schilfrohre und Fasern verwendet, um die Zugfestigkeit der Platten zu erhöhen. In dem aktuellen Stand der Normvorlage werden folgende Zuschläge und Bewehrungen zugelassen:

- Mineralische Zuschläge (natürliche Gesteinskörnung nach DIN EN 13139 [1], mörtelfreies Ziegelmehl, leichte Gesteinskörnung nach DIN EN 130551 [2],

Produkt	Länge mm	Breite mm	Dicke mm	Gewicht kg/m ²
Lehmplatten	625 – 1500	250 – 625	12,5 – 35	11,2 – 38,5
Gipsplatten [6], [7]	1200 – 3040	400 – 1250	9,5 – 25	7,0 – 21,1
Holzfaserplatten [8]				
– porös	1700 – 2600	600 – 1700	6 – 80	1,4 – 32,0
– mittelhart	2440	1220	6 – 25	2,1 – 20
– hart	2500	1250	3 – 8	2,4 – 6,4

Tabelle 1 Vergleich der Abmessungen und Gewichte einiger zurzeit in Deutschland erhältlichen Lehmplatten mit anderen Plattenbaustoffen für den Innenbereich

- Organische Zuschläge (Pflanzenteile und –fasern, Tierhaar, zerkleinertes, chemisch unbehandeltes Holz),
- Bis zu 1 M.-% wasserlösliche Stabilisatoren (Polysaccharide),
- Anorganische Pigmente nach DIN EN 12878 [3] oder pflanzliche Farbstoffe,
- Gebundene Pflanzenteile,
- Gewebe und Gitter aus Pflanzen- Glas- oder Kunststofffasern.

Die Herstellung der Lehmplatten erfolgt zurzeit durch Streichen, Stampfen oder Pressen des Lehms in eine Form oder durch kontinuierliche Strangpressverfahren. Darüber hinaus können zu Kühl- und Heizzwecken Wasserrohre in die Lehmplatten eingelegt oder gekapselte Paraffine zugesetzt werden, um die Wärmespeicherkapazität zu verbessern. Diese Lehmplatten sind als Sonderprodukte zu kennzeichnen.

Nach der Montage werden die Platten verputzt, üblicherweise mit Dünnlagenbeschichtungen mit einer Dicke bis zu 3 mm nach TM 06 des DVL [4], um eine ebene Oberfläche zu erzielen. Dabei werden zuerst die Plattenstöße mit Lehmschlämme und Fugengittern versehen. Wahlweise kann auch die gesamte Fläche verspachtelt und armiert werden. Auf diesem Untergrund wird in der Regel eine Ausgleichslage mit 2-3 mm Feinputz aufgebracht, die erneut armiert wird und den Träger für den raumseitigen Deckputz mit 1 mm oder weniger Schichtdicke bildet. Diese Edelputze sind in der Regel stark kaolinhaltige Putze, die in möglichst dünnen und gleichmäßigen Lagen nicht nur besser zu verarbeiten sind, sondern auch eine einheitlichere Farbgebung erhalten. Daher müssen bereits die Oberflächen der beplankenden Platten sehr eben sein und eine gleichmäßige Dicke aufweisen, um die Herstellung hochwertiger Sichtflächen unter Berücksichtigung der Verarbeitungsrichtungen zu ermöglichen. Lehmplatte, Befestigungs-

Tabelle 2 Querschnitte einiger zurzeit in Deutschland erhältlicher Lehmplatten

Dicke	20	25	16	22	25	35	25	12,5
Breite	625	625	625	625	250	250	600	600
Länge	1500	1500	1250	1250	1250	1250	1200	1200
Aufbau	Baulehm Gitter Schilf einlagig	Baulehm Gitter Schilf zweilagig	Baulehm Gitter	Baulehm Gitter	Baulehm	Baulehm	Baulehm Gitter	Baulehm Gitter
Einsatz	Bekleidung und Beplankung							Bekleidung

mittel, Armierung und Putze bilden ein System. Die Komponenten dieses Systems werden vom Hersteller vorgeschrieben und sind aufeinander abgestimmt.

Im Projekt StandardBoard werden die zurzeit auf dem deutschen Markt erhältlichen Lehmplattenprodukte durch Material- und Bauteilversuche auf die für ihre sichere Verwendung relevanten Eigenschaften hin untersucht, um erstmalig eine umfassende Datenbasis zu schaffen. Dabei werden bereits bestehende normative Regelungen für vergleichbare Baustoffe herangezogen. Auf dieser Grundlage entstehen Empfehlungen für plausible und praxisnahe Anforderungen an die Lehmplatten sowie entsprechende Prüfvorschriften. Anwendungsbereich sind im Werk hergestellte, nichttragende Lehmplatten, die im Innen- und witterungsgeschützten Außenbereich insbesondere als Wand- und Deckenbekleidungen sowie für die Beplankung von Trennwänden und Vorsatzschalen eingesetzt werden können. Mit Lehmputzen oder Lehmdünnlagenbeschichtungen beschichtete Platten aus anderen Baustoffen fallen nicht in den Geltungsbereich der Norm.

Mit diesem Beitrag sollen einige Ergebnisse des laufenden Projekts vorgestellt werden, die Eingang in die Normungsarbeit des DVL finden werden.

Anforderungen und Prüfverfahren

Allgemeines

An Lehmplatten für die Verwendung als Bekleidung und/oder Beplankung sollten die folgenden Anforderungen gestellt werden:

1. Gute Handhabbarkeit und Verarbeitung,
2. Gebrauchstauglichkeit und Sicherheit im eingebauten Zustand,
3. Eignung als Putzgrund.

Mit den nachfolgend vorgeschlagenen Prüfverfahren sollen diejenigen Eigenschaften der Lehmplatte geprüft werden, die für die Erfüllung der oben allgemein formulierten Anforderungen maßgeblich sind. Die Prüfverfahren wurden nach Möglichkeit von anderen Regelwerken für Platten- und Lehmbaustoffe übernommen und bei Bedarf modifiziert. Dabei traten bestimmte kritische Punkte auf.

- Abmessungen der Lehmplatten:
Die Abmessungen der Lehmplatten sind im Vergleich zu anderen Platten für den Innenausbau, wie z.B. Gipsplatten [5], [6], [7] oder Holzfasersplatt-

ten [8], klein, da sie dicker sind und eine vergleichsweise hohe Rohdichte aufweisen. Oft lassen sich Vorgaben zu den Abmessungen der Probekörper nicht übernehmen, da die Breite mancher Lehmplatten geringer ist als die kleinste geforderte Probekörperabmessung

- Fehlende Referenzen für Anforderungen:
Teilweise existieren für die zu definierenden Anforderungen keinerlei geeignete Referenzwerte. Dazu zählt insbesondere die zulässige Verformung einer Lehmplatte bei Feuchteeinwirkung. So kann übermäßiges Quellen und Schwinden im Gebrauchszustand zu bleibenden Verformungen oder Rissen der Lehmplatte bzw. in der Beschichtung führen.

Lehmplatten, die als Beplankung von Ständerkonstruktionen verwendet werden sollen, müssen nach DIN 4103-1 [9] auch Anforderungen genügen, die bezüglich mechanischer Einwirkungen an nichttragende Trennwände gestellt werden. Dazu gehören Anforderungen an die Biegegrenztragfähigkeit und an den Widerstand gegen eine Stoßbelastung. Insbesondere bei der Stoßbelastung hat sich im Laufe der Untersuchungen gezeigt, dass das Bruchverhalten der Lehmplatten in der Regel stark von der armierten Dünnlagenputzbeschichtung abhängt. Durch die in der Lehmplattennorm bestimmten Anforderungen und Prüfungen soll die Eignung der Lehmplatten für die Verwendung innerhalb des vom Hersteller festgelegten Bausystems sichergestellt werden. Die Erfüllung der Bestimmungen der Lehmplattennorm gewährleistet jedoch nicht die Eignung des Bausystems.

Prüfverfahren

Maßhaltigkeit und Ebenheit

Wie jedes andere Baumaterial sind auch Lehmplatten Produktionsschwankungen unterworfen. Im Falle von Lehmplatten machen sich diese Schwankungen besonders in den Plattenabmessungen bemerkbar. Diese Schwankungen können den Aufwand in der Verarbeitung signifikant erhöhen. Während die Abweichungen in Länge, Breite, Rechtwinkligkeit und Dichte in der Praxis kein nennenswertes Hindernis darzustellen, ziehen andere einen stark erhöhten Aufwand nach sich. Die Überlänge einer Platte muss beispielsweise durch folgende Maßnahmen ausgeglichen werden:

- Versetzen der nachfolgenden Platten in der Reihe
- Kürzen der Platte mit Gitterrobot oder Säge
- Kürzen einer anschließenden Platte
- Kombination mit einer zu kurzen Platte

Maßhaltigkeitsklasse	Zulässige Abweichungen ± vom Nennmaß mm				
	Rechtwinkligkeit	Nennlänge l	Nennbreite w	Nenndicke t	Ebenheit
I	2,0	2,0	2,0	1,0	1,0
II	3,0	4,0	4,0	2,0	2,0
III	4,0	6,0	6,0	3,0	3,0

Tabelle 3 Vorgeschlagene Maßhaltigkeitsklassen von Lehmplatten

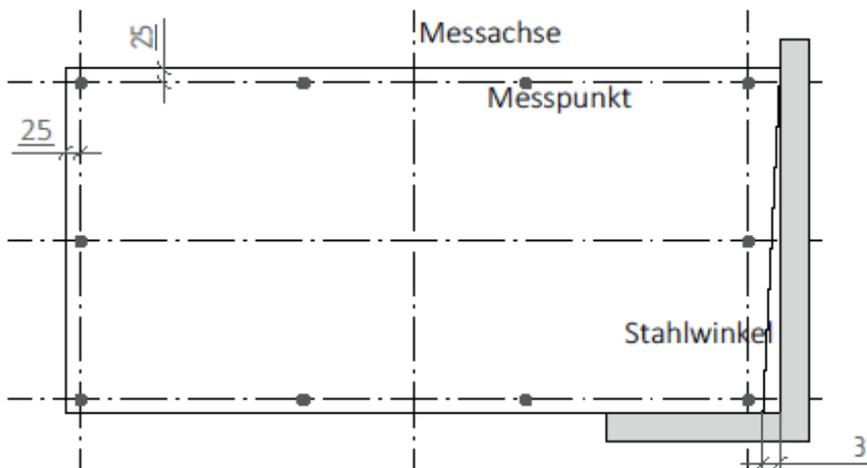


Abb. 1 Lage und Anzahl der Messpunkte und -achsen für die Bestimmung der Maßhaltigkeit

Ist eine Platte hingegen zu dick, muss diese Abweichung durch die Erhöhung der Putzdicke auf der gesamten Wandfläche ausgeglichen werden, um eine ebene Fläche zu erhalten. Auf einer Wandfläche von 10 m² werden dafür bereits etwa 14 kg Putz (Trockenmasse) benötigt, um eine lokale Abweichung von 1 mm auszugleichen. Da auf Lehmplatten in der Regel Dünnlagenbeschichtungen mit einer Dicke von 2 oder 3 mm aufgetragen werden, bedeutet das einen zusätzlichen Materialverbrauch von 30 – 50%. Hinzu kommt der zeitliche Aufwand. In der Normvorlage werden deshalb Maßhaltigkeitsklassen (MHK) vorgeschlagen, in die die Lehmplattenprodukte eingeordnet werden müssen (Tabelle 3). Die MHK ist vom Hersteller zu deklarieren.

Länge, Breite, Rechtwinkligkeit und Dicke der Platten werden mithilfe von Metallmaßen, Messschiebern und Stahlwinkeln ermittelt. Gemessen wird jeweils an fünf ganzen Platten. Länge und Breite werden auf 1 mm, Winkel und Dicke auf 0,1 mm genau dokumentiert. Die Lage und Anzahl der Messpunkte sind in Abbildung 1 dargestellt.

Eine Platte wird auf einen ebenen Untergrund gelegt. Ein Richtscheit wird nacheinander auf jede der Kanten und die beiden Diagonalen gelegt. Dann wird

jeweils mit einem Messkeil der größte Abstand zwischen Plattenoberfläche und Richtscheit gemessen.

Rohdichte

Die Kenntnis der Rohdichte der Lehmplatten ist nicht nur für die Qualitätskontrolle, das heißt die Kontrolle einer gleichmäßigen Produktion, ein wichtiges Kriterium sondern ist auch für die Lastannahmen im Rahmen statischer Berechnungen und für das Einschätzen von Schallschutzwerten notwendig. Analog zu [12]-[14] lassen sich Rohdichteklassen nach Tabelle 4 definieren.

Ermittelt wird die Rohdichte in Anlehnung an DIN EN 520 [5] an je zwei rechteckigen Ausschnitten aus drei Platten, die mindestens 10 cm x 10 cm messen und bis zum Erreichen der Massekonstanz bei (23 ± 2) °C/(50 ± 5) % relative Luftfeuchte klimatisiert wurden. Diese werden gewogen und entlang der Mittelachsen mit einem Messschieber vermessen. Die Dicke wird am Mittelpunkt der Probe ermittelt. Die Plattenrohichte ergibt sich aus dem Verhältnis von Masse zu Volumen.

Die Einstufung der Rohdichteklasse erfolgt nach Tabelle 4 über den Mittelwert, der aus den sechs Ein-

Rohdichteklasse	Mittelwert der Trockenrohddichte kg/dm ³
0,8	0,30 bis 0,80
1,0	0,81 bis 1,00
1,2	1,01 bis 1,20
1,4	1,21 bis 1,40
1,6	1,41 bis 1,60
1,8	1,61 bis 1,80
2,0	1,81 bis 2,00
2,2	2,01 bis 2,20

Tabelle 4 Vorgeschlagene Rohdichteklassen von Lehmplatten

zelwerten gebildet wird. Die Einzelwerte dürfen nicht mehr als ± 10% vom Mittelwert abweichen.

Biegefestigkeit

Die Biegefestigkeit von Lehmplatten ist in erster Linie beim Widerstand gegen statische Einwirkungen von Relevanz. Daneben ist sie auch für die sichere Handhabung der Platten, etwa bei schnellem Anheben vom Stapel oder für die Aufnahme von Konsollasten von Belang. Damit ist sie für die Anwendung als Bekleidung ebenso relevant wie für die Anwendung als Beplankung.

Prüfverfahren für und Anforderungen an Plattenwerkstoffe, die für leichte Trennwände verwendet werden hinsichtlich ihrer Biegefestigkeit bzw. ihrer Biegebruchlast sind in mehreren Regelwerken zu finden. Daher wurden vier verschiedene Verfahren angewendet. In allen Fällen wurden Dreipunktbiegeversuche durchgeführt, die Unterschiede liegen in der Wahl der Probengröße und den einzuhaltenden Anforderungen.

Zunächst wurden Prüfungen nach DIN EN 520 [5] durchgeführt. Da die vorgeschriebenen Probenabmessungen nicht aus allen vorliegenden Platten herzustellen waren, wurden die Versuche mit angepassten Probenabmessungen wiederholt. Dabei hat sich jedoch gezeigt, dass die an Gipsplatten gestellten Anforderungen von Lehmplatten im Regelfall nicht zu erreichen sind.

Die in DIN 4103-1 [9] und DIN EN 310 [15] vorgeschriebenen Verfahren erwiesen sich als wesentlich geeigneter. DIN 4103-1 [9] schreibt annähernd quadratische Proben vor, deren Breite und die Stützwei-

te beim Biegeversuch dem Rasterabstand der Unterkonstruktion entsprechen. Die Mindestbruchlast ist dabei abhängig vom Rastermaß der Unterkonstruktion und es werden Anforderungen für zwei Einbaubereiche nach Gleichung (1) gestellt.

$$F'/\gamma_{s,B} \geq 1,5 \times q_{1,2} \times b \tag{1}$$

Dabei ist F' der Mittelwert der ermittelten Bruchlasten, $\gamma_{s,B}$ ein Faktor zur Berücksichtigung der Streuung der Versuchsergebnisse und b die Plattenbreite. Die Bezugslast q ist abhängig vom Einbaubereich und beträgt bei vertikal angeordneten Ständern

- für den Einbaubereich 1: $q_1 = 0,25 \text{ kN/m}$,
- für den Einbaubereich 2: $q_2 = 0,50 \text{ kN/m}$.

DIN EN 310 [15] hingegen gibt Proben mit einer konstanten Breite von 50 mm vor, deren Länge das 20fache der Dicke beträgt. Für die Anforderungen wird auf die DIN 622-4 [16] verwiesen. Darin wird für den Bereich, in dem alle Dicken der geprüften Lehmplatten liegen, eine einheitliche Mindestbiegezugfestigkeit von $0,80 \text{ N/mm}^2$ gefordert. Grundsätzlich wurde ausschließlich in den von den Herstellern vorgegebenen Einbaurichtungen (quer oder längs) geprüft.

Oberflächenzugfestigkeit

Die Oberflächenzugfestigkeit der Lehmplatten spielt eine wichtige Rolle bei ihrem Haftverbund mit Beschichtungen, i. d. R. armierte Lehmputze. An die Oberflächenzugfestigkeit der Lehmplatten müssen deshalb mindestens so hohe Anforderungen gestellt werden wie an Lehmputze nach DIN 18947 [14]. Als Prüfverfahren bietet sich die Prüfung nach DIN 1015-12 [17] an, die auch bei Lehmputzen Anwendung findet. Dabei wird ein Stahlzylinder von 50 mm Durchmesser auf die Platte geklebt und mit einem Prüfgerät abgezogen. Die dabei festgestellte Maximallast wird als Bruchlast protokolliert. Abweichend von der Norm wird derzeit empfohlen, keine Ringnut um die Prüffläche zu bohren. Wie bei Lehmputzen nach [14] soll eine Haftfestigkeit von mindestens $0,10 \text{ N/mm}^2$ erreicht werden.

Konsollasten

Trennwände müssen so ausgebildet sein, dass sich leichte Konsollasten an jeder Stelle der Wand unmittelbar in geeigneter Befestigungsart anbringen lassen. DIN 4103-1 [9] schreibt zum Nachweis einen Bauteilversuch vor, in dem eine Konsollast von $0,4 \text{ kN/m}$ in eine Prüfwand eingetragen wird. Maßgeblich ist

Nutzungskategorie nach ETAG 003	Einbaubereich nach DIN 4103-1	Anprallkraft	Pendelfallhöhe
I	1	100 Nm	0,2 m
II	1	200 Nm	0,4 m
III	2	300 Nm	0,6 m

Tabelle 5 Verfahren zum Nachweis des Weichen Stoßes

für die Beplankung das dabei erzeugte Biegemoment von mindestens 0,12 kNm/m. Über die Befestigungsmittel werden eine horizontale Zugkraft und eine Vertikalkraft von jeweils mindestens 0,4 kN/m eingetragen, wofür ein Nachweis im Versuch auch an Lehmplattenausschnitten erfolgen könnte. Versuche zum Auszugs- und Scherverhalten von unterschiedlichen Dübelarten werden zurzeit durchgeführt.

Widerstand gegen weichen Stoß

Während viele andere Prüfungen auf die Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit abzielen, werden bei Stoßprüfungen Situationen simuliert, die für den Nutzer sicherheitsgefährdend sein können und den Grenzzustand der Tragfähigkeit abbilden. Nach DIN 4103-1 [9] muss ein ausreichender Widerstand gegen den Anprall eines menschlichen Körpers (weicher Stoß) nachgewiesen werden. Das heißt, bei „stoßar-

tigen Einwirkungen dürfen die Trennwände zwar beschädigt“, jedoch nicht „aus ihren Befestigungen herausgerissen“ oder „in ihrer gesamten Dicke durchstoßen werden“. Im Falle von Ständerkonstruktionen mit Lehmplattenbeplankung kann als Versagenskriterium deshalb das Ausreißen der Lehmplatten an ihren Befestigungen angesehen werden, wodurch ein Herabfallen der Platten oder von Plattenteilen möglich und die Standsicherheit nicht mehr gegeben wäre. Für den Nachweis des Widerstands gegen weichen Stoß wird ein Glaskugelsack mit 50 kg Gewicht an einem Pendel gegen die zu prüfende Wand geschwungen, wobei bei Ständerabständen $\leq 0,625$ m die Stoßstelle direkt über einem Ständer angenommen werden kann. Die Tabelle 5 gibt Aufschluss über die Prüfmodalitäten und überführt die Nutzungskategorien nach ETAG 003 [18] in die Einbaubereiche nach DIN 4103-1 [9].

Abb. 2 Prüfstand zur Durchführung eines Weichen Stoßes nach DIN 4103-1 [9].



Widerstand gegen harten Stoß

Die Prüfung des harten Stoßes nach DIN 4103-1 [9] ähnelt im Prinzip der des weichen Stoßes und wird an einer auf Holzständern befestigten Platte geprüft. Allerdings wird anstelle des verformbaren Prallsacks eine 1 kg schwere Stahlkugel eingesetzt, die wahlweise mithilfe eines Pendels an eine stehende Wand geschwungen oder aus einem Meter Höhe auf einen liegenden Aufbau fallen gelassen werden kann. Jede Platte wird an 15 Stellen geprüft, die in den vermutlich ungünstigsten Bereichen zu wählen sind. Die Stoßstellen können auf bis zu 15 Proben verteilt werden. Die ungünstigsten Bereiche liegen in der Regel nahe den Befestigungsmitteln und in der Mitte der Platte. Im Zweifelsfall sind sie für das spezifische Produkt experimentell zu ermitteln. Wie beim weichen Stoß, dürfen Trennwände durch einen harten Stoß nicht aus ihren Befestigungen herausgerissen oder in ihrer gesamten Dicke durchstoßen werden.

Oberflächenhärte

Wandoberflächen, besonders in Fluren und Bereichen mit erhöhtem Publikumsverkehr, sind häufig Belastungen durch anprallende Gegenstände ausgesetzt. Dazu gehören beispielsweise Gepäckstücke

und Kinderwägen. Daher gibt es für die Oberflächenhärte von Lehmplatten neben einer Mindestanforderung auch eine erhöhte Anforderung, etwa für Schulen und Wohnheime.

Die Prüfung erfolgt in Anlehnung an DIN EN 520 [5] mit einer 500 g schweren Stahlkugel. Nach ihrem Aufprall aus 0,5 m Höhe auf die Probe mit aufgelegtem Kohlepapier wird der Durchmesser des Kohlepapierabdrucks, den die Kugel auf der Probe hinterlassen hat, gemessen. Da Lehmplatten im Gegensatz zu Gipskartonplatten keinen Abdruck von einem Kohlepapier aufnehmen, wird das Papier gedreht und der Abdruck der Lehmplatte auf dem Papier vermessen.

Es werden drei Prüfungen an einem Probekörper von mind. 200 x 300 mm durchgeführt. Der mittlere Durchmesser der Abdrücke darf maximal 25 mm betragen. Wird ein Durchmesser von 15 mm unterschritten, kann die Platte als Produkt mit erhöhter Oberflächenhärte ausgewiesen werden.

Feuchteeinwirkung

Bisweilen sind auf Lehmputzen, die auf Lehmplatten aufgebracht wurden, direkt nach dem Verputzen oder wesentlich später Risse zu erkennen. Oft zeichnen solche Risse die Plattenstöße nach. Eine mögliche Ursache liegt in Spannungen, die während des Trocknens des Putzes entstehen. Analog zum Kon-

taktversuch bei Lehmsteinen nach DIN 18947 [14] wird daher untersucht, wie die Lehmplatten bei Kontakt mit einer Wassermenge reagieren, die durch Verputzen eingetragen würde.

Ein Plattenausschnitt von 200 x 250 mm wird unter Normklima mit vorgewässerten Vliesen belegt, die bei Kontakt ihre Feuchte teilweise an die Platte abgeben. Dadurch stellt sich in der Probe ein Feuchtegradient ein, der zu einer Verkrümmung der Probe und ggf. zu Zwangsspannungen führen kann. Das Maß der Verformung wird z.B. mit Wegaufnehmern festgehalten.

Vorläufige Ergebnisse und Diskussion

Maßhaltigkeit und Ebenheit

Die Beurteilung von Maßhaltigkeit und Ebenheit erfolgt in Anlehnung an DIN EN 520 [5] und DIN EN 722-20 [11] mit Hilfe eines Mittelwert- und eines Extremwertkriteriums. Der Mittelwert der sich aus den Einzelmessungen an einer Platte ergebenden Abweichungen zum Nominalwert muss die zulässigen Abweichungen der jeweiligen MHK nach Tabelle 3 einhalten. Zugleich darf die Differenz aus den Extremwerten der sich aus den Einzelmessungen ergebenden Abweichungen die Spannweite der zulässigen Abweichungen nach Tabelle 3 nicht überschreiten. Um in eine MHK eingeordnet werden zu können, müssen vier von fünf Platten die jeweiligen Anforderung

Tabelle 6 Auswertung der Dickenmessungen

Produkt	Probe	Mittelwert der Abweichungen	Höchster Einzelwert der Abweichungen	Niedrigster Einzelwert der Abweichungen	Differenz der Extremwerte der Abweichungen	Zu deklarierende MHK
F	Probe 1	0,5	2,3	-1,1	3,4	2
	Probe 2	0,3	1,9	-1,2	3,1	
	Probe 3	-0,9	0,3	-2,6	2,9	
	Probe 4	-1,0	0,2	-2,2	2,3	
	Probe 5	-0,8	0,6	-2,3	2,9	
G	Probe 1	0,0	1,4	-1,3	2,7	Außerhalb der MHK
	Probe 2	0,8	4,6	-1,0	5,6	
	Probe 3	1,3	5,4	-1,8	7,3 !	
	Probe 4	2,1	5,6	-0,7	6,3 !	
	Probe 5	1,5	3,5	0,1	3,4	
D ¹	Probe 1	0,2	0,7	-0,9	1,6	1
	Probe 2	0,2	0,9	-0,9	1,8	
	Probe 3	0,1	0,4	-1,0	1,4	

¹ Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung lagen für Produkt D nur Messungen an drei Platten vor.

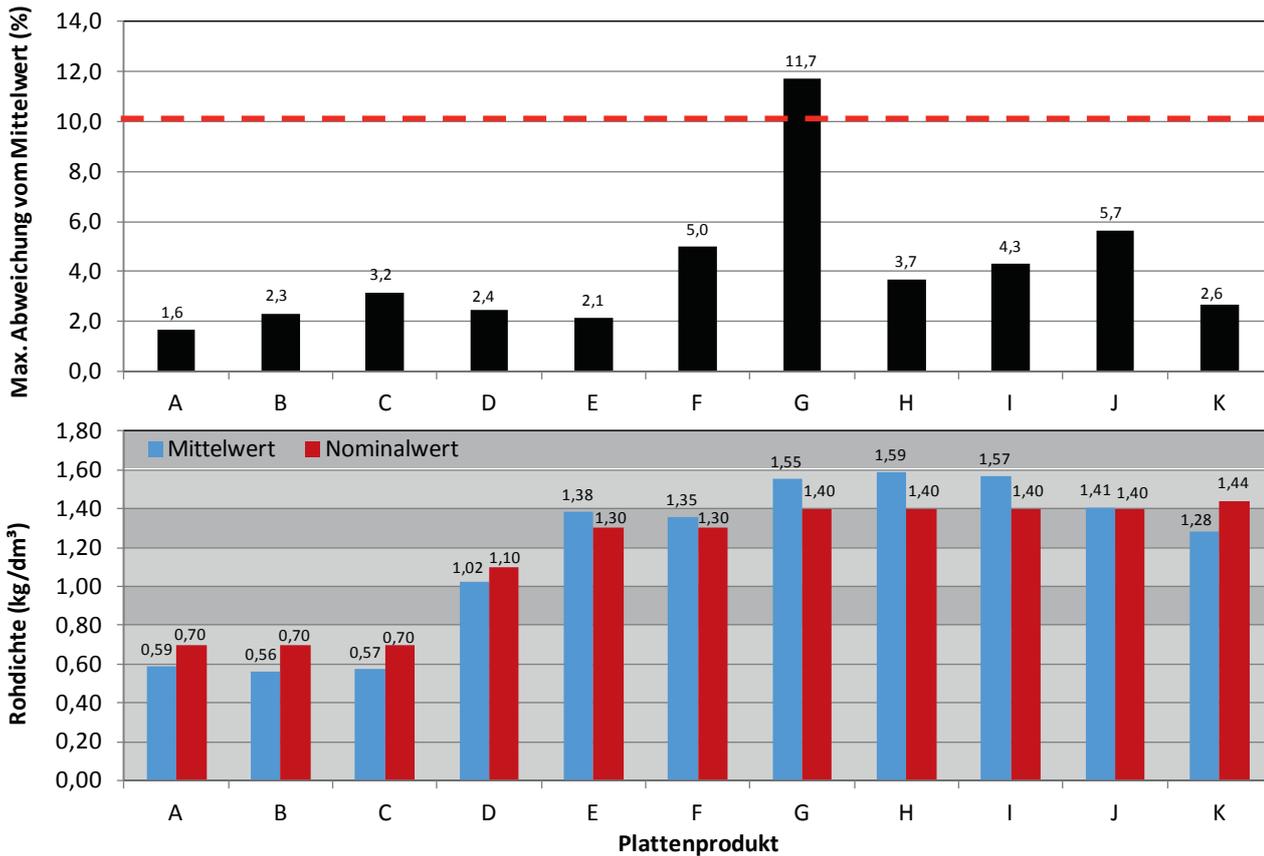


Abb. 3 Rohdichte von Lehmplatten. Maximale Abweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert (oben) und Vergleich der Messergebnisse mit den Nominalwerten der Hersteller (unten).

rungen erfüllen. Die Tabelle 6 verdeutlicht diese Auswertung anhand der Dickenmessungen an drei Plattenprodukten.

Die absoluten Mittelwerte der Abweichungen vom Nominalwert der Plattendicke betragen bei Produkt F maximal 1.0 mm (MHK I nach Tabelle 3). Die Differenzen der Extremwerte betragen jedoch 2,3 mm bis 3,4 mm, weshalb das Produkt nach Tabelle 3 in die MHK II einzuordnen ist. Bei Produkt D liegen die Mittelwerte der Abweichungen unter 1,0 mm und die Differenzen der Extremwerte liegen mit maximal 1,8 mm innerhalb der Spannweite der zulässigen Abweichungen der MHK I (2,0 mm). Bei Produkt G ließen die Mittelwerte der Abweichungen eine Zuordnung zur MHK II zu ($\leq 2,0$ mm bei vier von fünf Platten). Bei zwei der fünf Platten liegen jedoch die Differenzen der Extremwerte mit mehr als 6,0 mm außerhalb der Spannweite der zulässigen Abweichungen nach Tabelle 3. Dieses Produkt genügt deshalb nicht den Anforderungen.

Rohdichte

Abbildung 3 zeigt oben für elf Lehmplattenprodukte die maximalen Abweichungen der gemessenen Einzelwerte vom Mittelwert. Nur das Produkt G weist

eine unzulässige Abweichung von mehr als 10% auf. Darunter ist der Vergleich der ermittelten Rohdichten mit den von den Herstellern angegebenen Nominalwerten dargestellt. Bei den Produkten G, H und I ist zu erkennen, dass die ermittelten Rohdichten weit über den von den Herstellern angegebenen Werten liegen. Infolgedessen werden die Lehmplatten nach Tabelle 4 nicht in die Rohdichteklasse 1,4 (1,21 bis 1,40 kg/dm³) sondern in die Rohdichteklasse 1,6 (1,41 bis 1,60 kg/dm³) eingestuft. Bei dem Produkt K verhält es sich entgegengesetzt. Aufgrund des Mittelwerts der gemessenen Rohdichten müsste das Produkt der Rohdichteklasse 1,4 und nicht der Rohdichteklasse 1,6 zugeordnet werden.

Biegefestigkeit

In Tabelle 7 sind die nach DIN 4103-1 [9] ermittelten maßgebenden Bruchlasten der Lehmplattenprodukte den Anforderungen an die Einbaubereiche gegenübergestellt während in Abbildung 4 die nach DIN EN 310 [15] ermittelten Biegezugfestigkeiten im Vergleich zur Anforderung nach DIN 622-4 [16] wiedergegeben sind.

Grundsätzlich erwiesen sich beide Verfahren für die Prüfung von Lehmplatten als geeignet. Mit beiden

Produkt	Richtung	Maßgebende Bruchlast kN	Anforderung kN	
			Einbaubereich 1	Einbaubereich 2
A	T	0,22	0,12	0,23
B	T	0,46	0,23	0,47
	L	0,64	0,23	0,47
C	L	0,18	0,09	0,19
D	L	0,29	0,09	0,19
E	T	0,65	0,23	0,47
F	T	0,74	0,23	0,45
	L	0,72	0,23	0,45
G	T	0,23	0,12	0,24
	L	0,23	0,12	0,23
H	T	0,48	0,12	0,24
	L	0,50	0,12	0,23

Tabelle 7 Vergleich maßgebende Bruchlasten und Anforderungen nach DIN 4103-1 [9]

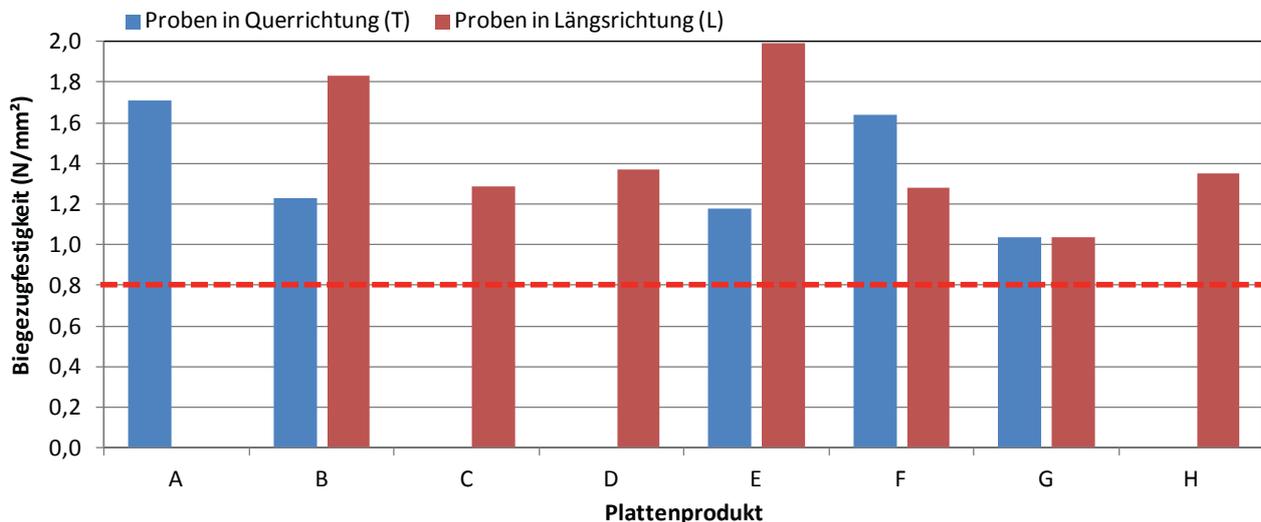
Prüfverfahren werden die in der jeweiligen Norm gestellten Mindestanforderungen an die Biegetragfähigkeit erfüllt. Grundlegend für die endgültige Entscheidung werden daher Fragen der Praxisnähe, des Aufwands und der Vergleichbarkeit der Ergebnisse sein.

Oberflächenzugfestigkeit

Zunächst wurden Versuche mit gebohrter Ringnut durchgeführt, allerdings erwies sich die Bohrung der Platten als sehr aufwändig, da dabei zum einen die Prüfflächen wiederholt beschädigt wurden und zum anderen der Verschleiß der benötigten Bohrkronen sehr hoch war. Im Versuch zeigte sich dann, dass die vorgebohrten Prüfflächen eine deutlich reduzierte Oberflächenzugfestigkeit aufwiesen. Das ist wahr-

scheinlich auf den Ausfall des Armierungsgewebes zurückzuführen, das bei der Bohrung der Ringnut durchtrennt wurde. Aus diesem Grund empfiehlt sich eine Prüfung ohne Vorbohrung. In allen anderen Aspekten kann der Versuchsaufbau der DIN 18947 [14] übernommen werden. Abbildung 5 zeigt die Ergebnisse der Prüfungen ohne Bohrung der Ringnut. Der Mittelwert der Oberflächenzugfestigkeit von Produkt A erreicht beinahe den vorgeschlagenen Mindestwert von 0,10 N/mm². Die Produkte C, D und F hingegen unterschreiten die Anforderung in hohem Maß. Bei diesen Produkten liegt der Mittelwert der Oberflächenzugfestigkeit aber noch über 0,05 N/mm², was der Mindesthaftzugfestigkeit eines Lehmputzes S I nach DIN 18947 [14] entspricht.

Abb. 4 Ergebnisse der Biegezugprüfungen nach DIN EN 310 [15].



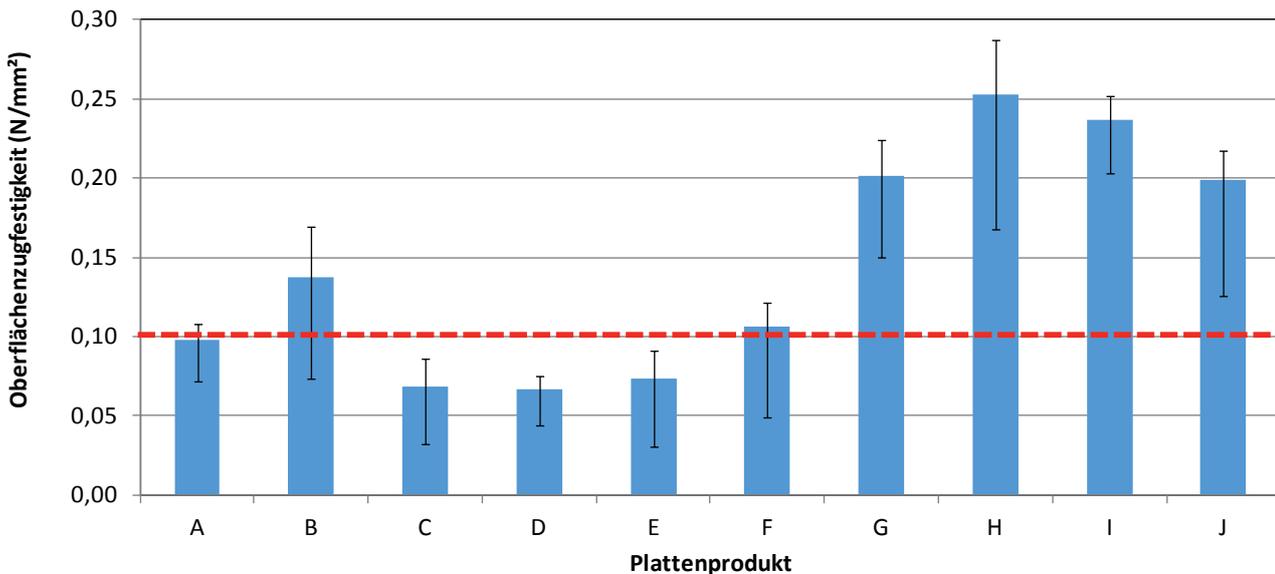


Abb. 5 Mittelwerte der Oberflächenzugfestigkeit ohne Ringnut. Die Fehlerbalken ergeben sich jeweils aus dem größten und kleinsten Einzelwert der Prüfung

Widerstand gegen weichen Stoß

Zunächst wurden die Lehmplatten ohne Putz geprüft. Der Anprall des Glaskugelsacks erfolgte ausnahmslos über dem Ständer. Bis auf ein Produkt versagte keine Platte bei Anprallkräften gemäß Nutzungskategorie I und II nach ETAG 003 [18] bzw. Einbaubereich 1 nach DIN 4103-1 [9]. Bei dem besagten Produkt trat das Versagen im Wesentlichen durch Bruch der Platte auf. Bei allen übrigen Produkten trat ein Versagen erst bei einer Anprallkraft gemäß Nutzungskategorie III auf, wobei im Wesentlichen ein Abreißen der Platten an den Befestigungspunkten beobachtet wurde.

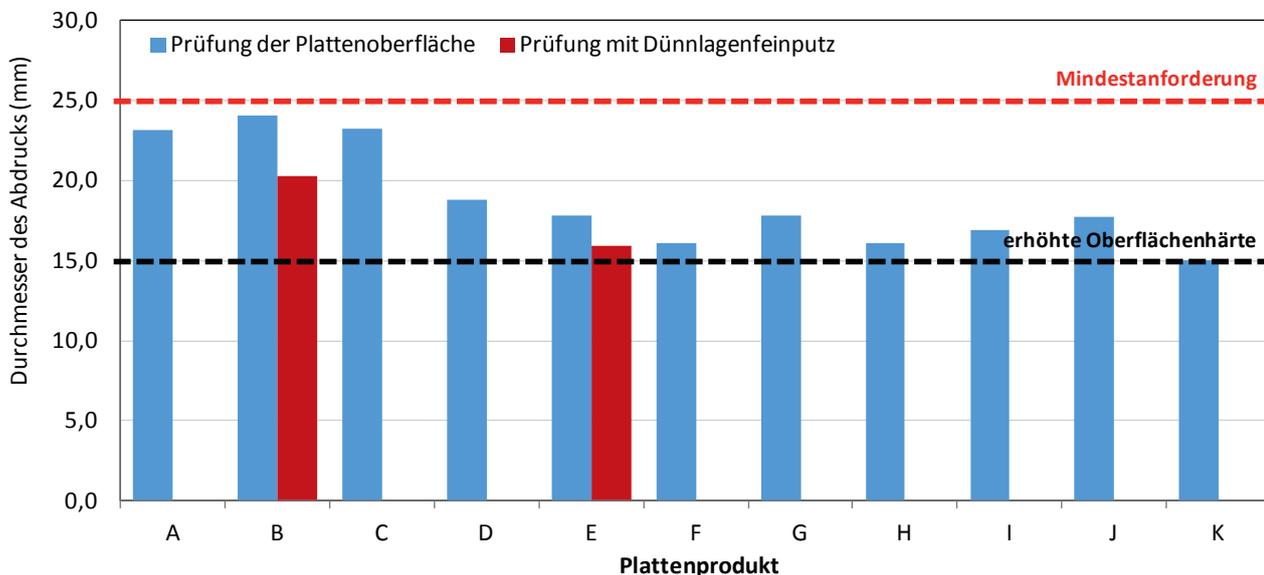
reits bei den niedrigen Anprallkräften versagt hatte, wurden weitere Stoßprüfungen nach dem Aufbringen eines Putzes durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass auch bei einer Anprallkraft gemäß Nutzungskategorie III nach ETAG 003 [18] (Einbaubereich 2 nach DIN 4103-1 [9]) weder ein Bruch der Platte noch eine Abreißen an den Befestigungen auftraten.

Das Aufbringen einer armierten Putzlage scheint jedoch die Widerstandsfähigkeit einer Platte maßgeblich positiv zu beeinflussen. Mit dem Produkt, das be-

Widerstand gegen harten Stoß

Der Widerstand der Lehmplattenprodukte gegen den harten Stoß, war ihrem Widerstand gegen den weichen Stoß ähnlich. Auch hier versagte lediglich ein Produkt in Form von Plattenbrüchen, was nach dem Aufbringen einer armierten Putzlage nicht mehr der Fall war.

Abb. 6 Ergebnisse der Prüfung der Oberflächenhärte



Oberflächenhärte

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass alle Plattenprodukte die Mindestanforderungen erfüllen, d.h. der Durchmesser des Abdrucks, den die Lehmplatte nach dem Aufprall der Stahlkugel auf dem Kohlepapier hinterlassen hat, beträgt weniger als 25 mm (Abbildung 6). Die Ergebnisse zeigen auch, dass die Oberflächenhärte zunimmt, wenn die Lehmplatte mit einem Putz beschichtet wird (Produkte B und E in Abbildung 6).

Zusammenfassung und Ausblick

Lehmplatten werden derzeit noch durch die Lehm-bau Regeln [20] erfasst. Wesentliche Anforderungen und Leistungsmerkmale sind dort jedoch nicht enthalten. Allerdings müssen Lehmplatten für die Beplankung von nichttragenden inneren Trennwänden bereits heute der DIN 4103-1 [9] entsprechen.

Um Lehmplatten weiter zu etablieren, ist es notwendig, die Produktqualität weiter zu steigern, Leistungsmerkmale festzulegen und diese angemessen zu kontrollieren. Die in diesem Beitrag vorgestellten Untersuchungen und die daraus erarbeitete Normvorlage liefern dazu erstmals eine umfassende Grundlage. Die Normvorlage soll im Laufe des Jahres 2017 vom DVL als Technisches Merkblatt herausgegeben werden, um die Anwendung in der Praxis zu testen. Anschließend ist die Überführung in eine DIN geplant.

Der Schwachpunkt der derzeit marktüblichen Lehmplatten liegt im Allgemeinen in ihrer geringen Zugfestigkeit. Diese kann zu Schäden bereits beim Einbau oder auch im Gebrauch führen. Die gegenwärtig genutzten Ansätze mit Faser-, Oberflächen- und Kernbewehrungen verbessern das Tragverhalten der Platten deutlich. Es kommt aber nach wie vor zu Schäden bei unvorsichtiger Handhabung. Teilweise sind die vorgeschriebenen Rastermaße sehr klein und bedingen einen hohen Material- und Zeitaufwand.

Außerdem ist der Wissensstand über den Mechanismus der Adsorption und Desorption von Lehm-baustoffen im Allgemeinen wie Lehm-bauplatten im Besonderen gegenwärtig zu gering, um Schadensfällen vorbeugen und das Potential der Klimaregulation voll ausnutzen zu können. Hier besteht hoher Forschungsbedarf.

Ähnliches gilt für Geruchsadsorption, Wärmespeicherkapazität und Schalldämmung. Diese Eigen-

schaften werden in der Diskussion um die Vorteile von Lehm gegenüber konventionellen Baustoffen zumeist an erster Stelle genannt. Es fehlt jedoch nach wie vor an Forschung, die solche Eigenschaften quantifiziert und vergleichend untersucht.

Nichtsdestotrotz haben die durchgeführten Versuche gezeigt, dass Lehmplatten in vielen Hinsichten die Qualität anderer marktüblicher Produkte erreichen können.

Danksagung

Das Projekt StandardBoard wird im Rahmen des Programms MNPQ-Transfer vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert.

Literatur

- [1] DIN EN 13139, Gesteinskörnungen für Mörtel.
- [2] DIN EN 13055-1, Leichte Gesteinskörnungen – Teil 1: Leichte Gesteinskörnungen für Beton, Mörtel und Einspressmörtel.
- [3] DIN EN 12878, Pigmente zum Einfärben von zement- und/oder kalkgebundenen Baustoffen – Anforderungen und Prüfverfahren.
- [4] Dachverband Lehm e.V. (Hrsg.): Technische Merkblätter Lehm-bau – Blatt 06 (06-2015): Lehm-dünnlagen-beschichtungen–Begriffe, Anforderungen, Prüfverfahren, Deklaration.
- [5] DIN EN 520, Gipsplatten – Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren.
- [6] SG Rigips (2016), Artikelstammdaten von Rigips, <http://www.rigips.de/downloads/artikelstammdaten>.
- [7] Knauf (2010), Gipsplatten für Wand und Decke, <http://www.knauf-bauprodukte.de/www/de/produkte/p-trockenausbau/gipsplatten-wand-decke/gipsplatten-wand-decke.php>
- [8] Holzforschung Austria (2016), Katalog bauphysikalisch ökologisch geprüfter Holzbauteile, http://www.dataholz.com/Public/Baustoffe/Datenblaetter/sb_de.pdf
- [9] DIN EN 4103-1, Nichttragende innere Trennwände – Teil 1: Anforderungen und Nachweise DIN EN 316, Holzfaserplatten – Definition, Klassifizierung und Kurzzeichen.
- [10] DIN 18202, Toleranzen im Hochbau – Bauwerke.
- [11] DIN EN 722-20, Prüfverfahren für Mauersteine – Teil 20: Bestimmung der Ebenheit von Mauersteinen.
- [12] DIN 18945, Lehmsteine – Begriffe, Anforderungen, Prüfverfahren.
- [13] DIN 18946, Lehm-mauermörtel – Begriffe, Anforderungen, Prüfverfahren.

- [14] DIN 18947, Lehmputzmörtel – Begriffe, Anforderungen, Prüfverfahren.
- [15] DIN EN 310, Holzwerkstoffe – Bestimmung des Biegeelastizitätsmoduls und der Biegefestigkeit.
- [16] DIN 622-4, Faserplatten – Anforderungen – Teil 4: Anforderungen an poröse Platten.
- [17] DIN 1015-12, Prüfverfahren für Mörtel für Mauerwerk
Teil 12: Bestimmung der Haftfestigkeit von erhärteten Putzmörteln.
- [18] ETAG 003, Bausätze für innere Trennwände zur Verwendung als nichttragende Wände.
- [19] DIN EN 12467, Faserzement-Tafeln – Produktspezifikation und Prüfverfahren.
- [20] Dachverband Lehm e.V. (Hrsg.): Lehmbau Regeln – Begriffe, Baustoffe, Bauteile. 3., überarbeitete Auflage. Vieweg + Teubner, Wiesbaden 2009.