

**Leistungsfähigkeit gipsgebundener Bauplatten im Ausbau,
Potential zur Substitution dieser Platten durch alternative Produkte
(Holzwerkstoffplatten, Lehmbauplatten)**

Wissenschaftliche Studie

Projektleitung

Prof. Dr.-Ing. Jochen Pfau
TH Rosenheim / VHT Darmstadt

Projektbeteiligte

VHT Institut für Leichtbau Trockenbau Holzbau
Prof. Dr.-Ing. Jochen Pfau
Annastraße 18, 64285 Darmstadt

Technische Hochschule Rosenheim
Fakultät Holztechnik und Bau, Studiengang Innenausbau
Prof. Dr.-Ing. Jochen Pfau
Hochschulstraße 1, 83024 Rosenheim

Inhalt

Inhalt	1
1 Einleitung	4
1.1 Kurzzinhalt und Abgrenzung	4
1.2 Motivation	4
1.3 Vorgehen und Methode	5
1.3.1 Rohstoff und Baustoff	5
1.3.2 Anforderungen an Wandsysteme im Ausbau	5
1.3.3 Trockenbau-Wandsysteme	5
1.3.4 Gegenüberstellung der Systeme und Bewertung	6
1.3.5 Zusammenfassung, Ausblick	6
2 Wandsysteme in Leichtbauweise	7
2.1 Vorteile der Leichtbauweise	7
2.2 Exkurs: Anmerkungen zu Wandsystemen in Massivholzbauweise	9
2.2.1 Bewertung der Massivholzbauweise unter Nachhaltigkeitsaspekten	9
2.2.2 Bekleidung von Holzmassivbau-Konstruktionen	10
3 Gipsbauplatten	12
3.1 Gips als Rohstoff	12
3.1.1 Naturgips und Naturanhydrit	12
3.1.2 Rauchgasentschwefelungsanlagen-Gips (REA-Gips) und andere synthetische Rohstoffe	13
3.1.3 Gips-Recycling	13
3.1.4 Rohstoffbedarf und -verfügbarkeit	14
3.2 Gips als Baustoff	16
3.2.1 Baustoffaufbereitung	16
3.3 Gipsbauplatten	17
3.3.1 Eigenschaften von Gipsbauplatten	17
3.3.2 Gipsplatten (Gipskartonplatten)	20
3.3.3 Gipsfaserplatten	21
3.3.4 Gipsplatten mit Vliesarmierung	22
4 Lehmbauplatten	23
4.1 Lehm als Rohstoff	23
4.1.1 Rohstoffgewinnung	23
4.1.2 Lehm-Recycling	23
4.2 Lehm als Baustoff	24
4.2.1 Aufbereitung	24
4.2.2 Formgebung	25
4.2.3 Trocknung	25
4.3 Lehmbauplatten	26
4.3.1 Allgemeine Beschreibung, Regelung, Produktionsvolumen	26
4.3.2 Eigenschaften von Lehmbauplatten	27

5	Holzwerkstoffplatten	31
5.1	Holz als Rohstoff	31
5.2	Holzwerkstoffe	32
5.2.1	Überblick	32
5.2.2	Marktanteile	33
5.2.3	Herstellung und Zusammensetzung von Holzwerkstoffen	33
5.2.4	Eigenschaften von Holzwerkstoffen	34
5.2.5	Spanplatten	37
5.2.6	OSB-Platten	38
5.2.7	Holzfasere-Ausbauplatten als Trägerplatte für Lehmputz	39
5.2.8	Brettsperholz	40
6	Anforderungen an Wandsysteme	41
6.1	Brandschutz	41
6.1.1	Baustoffklasse, Feuerwiderstandsklasse und Gebäudeklasse	41
6.1.2	Brandschutzanforderungen an Trennwände	42
6.2	Schallschutz	44
6.3	Statisch-konstruktive Anforderungen an nichttragende Trennwände	46
6.4	Baubetriebliche Rahmenbedingungen	47
7	Nichttragende Ständerwandsysteme (Trockenbauwände).....	48
7.1	Einleitung und Definition	48
7.2	Aufbau und Montage von Ständerwandsystemen	50
7.2.1	Unterkonstruktion	50
7.2.2	Bepankung	50
7.2.3	Oberfläche	51
7.3	Bauphysikalische Leistungsfähigkeit von Ständerwandsystemen	52
7.3.1	Schallschutz	52
7.3.2	Brandschutz	53
7.4	Herstellkosten	54
7.5	Ständerwandsysteme mit Bekleidung aus Gipsbauplatten	55
7.5.1	Regelung	56
7.5.2	Statisch-konstruktive Leistungsfähigkeit	56
7.5.3	Bauphysikalische Leistungsfähigkeit	57
7.5.4	Herstellkosten	59
7.6	Ständerwandsysteme mit Bekleidung aus Lehmbauplatten	60
7.6.1	Regelung	60
7.6.2	Statisch-konstruktive Leistungsfähigkeit	61
7.6.3	Bauphysikalische Leistungsfähigkeit	62
7.6.4	Herstellkosten	63
7.7	Ständerwandsysteme mit Bekleidung aus Holzwerkstoffplatten	64
7.7.1	Wandaufbau und Oberflächenausbildung	64
7.7.2	Regelung	65
7.7.3	Statisch-konstruktive Leistungsfähigkeit	65
7.7.4	Bauphysikalische Leistungsfähigkeit	67

7.7.5	Herstellkosten	68
8	Vergleich der verschiedenen Ständerwandsysteme.....	69
8.1	Mechanischen Leistungsfähigkeit der betrachteten Plattenwerkstoffe	69
8.2	Mechanischen Leistungsfähigkeit der Ständerwandsysteme	70
8.2.1	Wandsysteme mit Bekleidung aus Gipsbauplatten	70
8.2.2	Wandsysteme mit Bekleidung aus Lehmbauplatten	70
8.2.3	Wandsysteme mit hybrider Bekleidung aus Holzwerkstoff- und Gipsplatten	70
8.3	Qualitativer Vergleich der Wandsysteme	70
8.4	Erfüllung von Basisanforderungen im Brand- und Schallschutz.....	72
8.5	Erfüllung erhöhter Anforderungen im Brand- und Schallschutz	75
8.6	Erfüllung des Anforderungsprofils im Ausbau.....	77
9	Bewertung wesentlicher Aspekte	80
9.1	Verwendbarkeitsnachweise	80
9.2	Baubetriebliche Aspekte	81
9.3	Herstellkosten	82
9.4	Rohstoffbedarf und Verfügbarkeit	83
9.4.1	Gipsprodukte	84
9.4.2	Lehmprodukte.....	85
9.4.3	Holzbasierte Produkte	85
9.4.4	Auswirkung einer anteiligen Substitution von Gipsbauplatten	87
10	Zusammenfassung und Fazit.....	89
10.1	Inhalt und Motivation der Studie	89
10.2	Ergebnisse der Studie	90
10.2.1	Prinzipielle Möglichkeit einer Substitution durch alternative Systeme	90
10.2.2	Fazit Lehm-Bau-Systeme	90
10.2.3	Fazit Hybridsysteme mit Holzwerkstoffplatten	92
10.2.4	Optimierungspotential bei Konstruktionen mit Gipsbauplatten	94
10.3	Ausblick.....	95
10.4	Schlussbemerkung.....	96
11	Anhang.....	103
11.1	Herleitung und Erläuterung der Herstellkosten	103
11.1.1	Trockenbauprofile.....	103
11.1.2	Weitere Baustoffe.....	103
11.1.3	Gipsbauplatten.....	104
11.1.4	Lehmbauplatten.....	105
11.1.5	Hybridsystem aus Holzwerkstoff- und Gipsbauplatten	107
11.2	Montage von Ständerwänden mit Bekleidung aus Lehmbauplatten.....	109
11.3	Abschätzen der Mehrkosten für ein Mustergebäude (Neubau)	111

1 Einleitung

1.1 Kurzinhalt und Abgrenzung

Die vorliegende Studie ist thematisch im Bereich Leichtbau angeordnet.

Schwerpunkt der Betrachtungen sind leichte Wandsysteme mit Bekleidung aus gipsgebundenen Bauplatten („Gipsbauplatten“), denen alternative Plattenwerkstoffe wie Lehmbauplatten und Holzwerkstoffplatten gegenüber gestellt werden.

Die Vorteile des leichten Bauens allgemein sowie von leichten Trennwänden im Speziellen werden dargestellt. Innerhalb dieser Bauweise werden die Möglichkeiten und Grenzen (das „Potential“) der Substituierbarkeit von Trockenbausystemen mit gipsgebundenen Bauplatten aus technischer, ökonomischer und ressourcenspezifischer Sicht aufgezeigt und belegt.

Hierzu werden als Grundlage zunächst die betrachteten Roh- und Baustoffe beschrieben sowie die typischen Anforderungen an Trennwände im Ausbau zusammen gestellt. Danach werden die konstruktive Ausbildung sowie die Eigenschaften von leichten Trennwänden beschrieben, zunächst allgemeingültig sowie nachfolgend in Abhängigkeit der unterschiedlichen Beplankungsarten. Die bei der Anwendung in der Praxis üblicher Weise geforderte sowie die systemspezifisch vorhandene Leistungsfähigkeit der Wandsysteme sind dadurch bekannt. Auf Grundlage eines definierten Leistungsprofils ist bei gleicher Anwendung eine Gegenüberstellung und vergleichende Bewertung der mit den unterschiedlichen Plattenmaterialien bekleideten Systeme möglich. Ressourcenverbrauch und Rohstoffverfügbarkeiten werden betrachtet.

Es werden die aktuell marktüblichen Baustoffe, Produkte und Systeme bewertet. Es erfolgt keine Betrachtung der Nachhaltigkeitskennwerte der unterschiedlichen Baustoffe und Systeme.

1.2 Motivation

Durch den absehbaren Rückgang der verfügbaren Menge an REA-Gips als Ressource ist der zukünftige Rohstoffbedarf für Gipsprodukte zunehmend durch die Nutzung von Gipsvorkommen und Gipsrecycling zu befriedigen. Nachdem sich das Recycling von Gipsprodukten noch im Aufbau befindet und mengenmäßig begrenzt ist, wird der Gipsabbau mittelbar die wesentliche Gips-Rohstoffquelle darstellen.

Als vermeintlicher Ansatz zur Reduzierung der mit dem Gipsabbau verbundenen Eingriffe in die Natur (Berg- und Tagebau) und der damit verbundenen Prozesse (Herstellung, Transport, Entsorgung) wird häufig das Ausweichen auf alternative Produkte ins Spiel gebracht. Im Fokus sind dabei Holzwerkstoffprodukte aufgrund des nachwachsenden Rohstoffes sowie lehm-basierte Baustoffe aufgrund der vordergründig umfangreichen und lokalen Verfügbarkeit und des einfachen Abbaus („Lehmgrube“).

Der Sinnhaftigkeit und Umsetzbarkeit dieses Ansatzes werden in der vorliegenden Studie nachgegangen. Es liegen bisher keine neutralen Untersuchungen vor, in denen das Potential für eine Substitution gipsgebundener Plattenwerkstoffe durch alternative Produkte realistisch abgeschätzt wird, die Möglichkeiten und Grenzen hierfür aufgezeigt werden.

1.3 Vorgehen und Methode

1.3.1 Rohstoff und Baustoff

Zunächst werden Aussagen zum jeweiligen Ausgangsmaterial/Rohstoff (Calciumsulfat, Lehm, Holzprodukte) getroffen. Die Rohstoffverfügbarkeit, Gewinnung und Aufbereitung sowie die wichtigsten chemischen, physikalischen und baubiologischen Materialeigenschaften werden dargestellt. Die betrachteten Baustoffe (Gipsplatten und Gipsfaserplatten, Lehmbauplatten, Holzwerkstoffplatten), ihre Herstellung, Aufbau, Produkttypen, Regelung und Eigenschaften sowie die Marktbedeutung werden beschrieben.

1.3.2 Anforderungen an Wandsysteme im Ausbau

Es werden die typischen (baurechtlichen) Anforderungen an nichttragende Wandsysteme im Ausbau in Abhängigkeit des Bauvorhabens (Gebäudeklasse, Nutzung) beschrieben. Die betrifft zum einen technische Anforderungen wie z.B. den Brandschutz (Feuerwiderstand, Baustoffklasse, Fluchtwege), Schallschutzanforderungen und -empfehlungen, statisch-konstruktive Anforderungen (mechanische Beanspruchung), zum anderen baubetriebliche Abläufe (Einbauzeitpunkt, Gewerkeverzahnung, etc.). Dies bildet die Grundlage für das Verständnis, was moderne raumbildende Ausbausysteme, insbesondere Trennwände, heute leisten müssen und können.

1.3.3 Trockenbau-Wandsysteme

Die Anwendung der betrachteten Bauplatten im Leicht- und Trockenbau mit Schwerpunkt auf Trockenbau-Wandsysteme wird dargestellt. Die Standardsysteme und deren Schichtaufbau werden beschrieben. Im Detail werden dabei quantifizierbare Eigenschaften wie geometrische Daten (Lagigkeit, Bauteildicke, Bauteilhöhe, etc.), technisch-physikalische Kennwerte (z.B. mechanische Eigenschaften, bauphysikalische Eigenschaften wie Feuerwiderstand, Schalldämm-Maß, etc.) sowie baubetriebliche Abläufe (Verarbeitungsschritte, Wartezeiten, etc.) und ökonomische Kenngrößen (Herstellkosten, etc.) zusammen gestellt. Des Status Quo bei Wandsystemen mit Bekleidung aus gipsgebundener Bauplatten ist dadurch bekannt (Wofür, mit welchen Eigenschaften und zu welchen Kosten werden diese Systeme heute eingesetzt). Dies dient als Benchmark für die Rahmenbedingungen / Anforderungen an Systeme mit alternativen Bekleidungsplatten.

Um an dieser Stelle nicht eine Vielzahl, in Detailausführung und in herstellerspezifischem Baustoff nur geringfügig unterschiedliche Varianten, betrachten zu müssen, erfolgt eine Beschränkung auf einige typische Referenzsysteme, sowohl bei den alternativen Baustoffen wie auch den Systemen mit Gipsbauplatten.

1.3.4 Gegenüberstellung der Systeme und Bewertung

Die voran gegangenen Abschnitte bilden die Grundlage für die abschließende, vergleichende Bewertung der Untersuchungsergebnisse. Es werden die heutzutage baupraktisch üblichen Ausbaulösungen auf der Grundlage von Trockenbaukonstruktionen mit gipsgebundenen Bauplatten den entsprechenden Lösungen mit Systemen aus „alternativen“ Bekleidungsbaustoffen gegenüber gestellt.

Es wird bewertet, inwiefern die alternativen Trennwandsysteme geeignet sind, die im Ausbau üblichen Anforderungsprofile zu erfüllen. Wie ist der dafür erforderliche stoffliche und ökonomischen Aufwand, wo liegen ggf. Leistungsgrenzen dieser Systeme (keine Lösung mit der erforderlichen Leistung existent)? Neben dieser technisch-funktionalen Bewertung werden die begleitenden baurechtlichen und baubetrieblichen Rahmenbedingungen betrachtet, die zumindest mittelfristig von grundsätzlicher Bedeutung hinsichtlich der Substituierbarkeit von Gipssystemen sind. Nicht zuletzt werden Rohstoffbedarf und Verfügbarkeit thematisiert – können die betrachteten alternativen Systeme mit geringerem Rohstoffverbrauch oder langfristigerer Verfügbarkeit punkten?

1.3.5 Zusammenfassung, Ausblick

Die Ergebnisse werden in Kernaussagen zusammengefasst, rekapituliert und abschließend bewertet.

Ein Nebenaspekt der Studie werden Erkenntnisse sein, wie innerhalb der Gipssysteme Ressourcen eingespart werden können, d.h. wie auch ohne Substitution des Rohstoffs Gips Einsparpotentiale aktiviert werden können. Zudem wird aus der Studie ableitbar sein („benchmark“) wohin sich alternative Baustoffe / Systeme im Sinne einer Leistungsannäherung und höherer Ressourceneffizienz entwickeln müssten.

2 Wandsysteme in Leichtbauweise

In der vorliegenden Studie werden **Leichtbauweisen** betrachtet und gegenüber gestellt. Im Wesentlichen geht es dabei um nichttragende Wandsysteme mit Metallunterkonstruktion (Trockenbau-Metallständerwände). Leichtbausysteme, die tragende und aussteifende Funktionen für ein Gebäude übernehmen, sind prinzipiell ähnlich aufgebaut. Zu nennen sind die Stahl-Leichtbauweise als tragende Trockenbauweise mit Metallunterkonstruktion größerer Blechdicke (1,2 bis 2,0 mm) sowie der weit verbreitete Holzrahmenbau mit stabförmiger Holzunterkonstruktion.

Es sei an dieser Stelle nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass das Einsparungspotential von Energie und Rohstoffen im Baubereich am größten ist, wenn die Anwendung energie- und masseintensiver Bauweisen reduziert wird. Die in dieser Studie betrachtete Substitution der Gipsbauplatten durch alternative Plattenwerkstoffe spielt sich innerhalb der Leichtbauweise ab. Unabhängig von der Plattenbekleidung bleiben die unten aufgeführten Eigenschaften des Leichtbaus – unter anderem der vergleichsweise geringe Ressourcenverbrauch bei der Umsetzung einer Bauaufgabe – dabei prinzipiell erhalten, wenn auch mit systemspezifisch unterschiedlicher Ausprägung und Leistungsfähigkeit.

2.1 Vorteile der Leichtbauweise

Typische Vorteile des Leichtbaus sind nachfolgend zusammengestellt.

Das geringe Gewicht

Bei nur ca. 20% des Eigengewichts massiver Konstruktionen werden alle statisch-konstruktiven und bauphysikalischen Anforderungen erfüllt. Die hohe Tragfähigkeit ermöglicht große Spannweiten und schlanke Konstruktionsquerschnitte. Hohe Duktilität und geringes Gewicht ermöglichen erdbebensichere Konstruktionen. Damit ist die Leichtbauweise neben dem Neubau ideal für Baumaßnahmen im Bestand und Aufstockungsmaßnahmen (Nachverdichtung) geeignet, sie liefert Lösungen für bezahlbaren Wohnraum ohne Neuversiegelung und hohe Grundstückskosten.

Die Schonung von Ressourcen

Wie schon die geringe Masse aufzeigt, reduzieren Leichtbauweisen die notwendige Rohstoffmenge gegenüber Massivbauweisen deutlich. Die Herstellung der Baustoffe benötigt relativ wenig Energie im Vergleich zu tradierten Bauweisen (niedriges „Global-Warming-Potential“ bzw. niedriger CO₂-Fußabdruck).

Die Grundrissflexibilität

Nichttragende Leichtbauwände (Trockenbauwände) lassen sich grundrissunabhängig stellen. Sie sind mit vergleichsweise geringem Aufwand rückbaubar und können an anderer Stelle neu erstellt werden. Leichtbauweisen ermöglichen dadurch eine flexible Grundrissgestaltung, was Nutzungsänderungen und eine nachhaltige Nutzung von Bestandsbauten einfach ermöglicht.

Die bauphysikalische Leistungsfähigkeit

Durch die Integrative Dämmebene zwischen der Unterkonstruktion lassen sich hochgedämmte Außenbauteile mit schlanken Querschnitten erstellen. Bei gleichem U-Wert betragen die Bauteildicken in etwa 65 % des Holzmassivbaus mit zusätzlicher Außendämmung und 40 % von wärmetechnisch optimiertem Mauerwerk. Bei gleicher Kubatur werden dadurch 5 % – 10 % mehr Wohnfläche bei üblicher Wohnungsgröße generiert.

Der Schallschutz von zweischaligen Bauteilen in Leichtbauweise ist, trotz geringer Masse, dem von einschaligen Massivbauteilen gleicher Dicke überlegen.

Abhängig von der Bekleidung (Typ, Dicke) sind Feuerwiderstandsklassen bis F 240 erreichbar, im Trockenbau und Stahl-Leichtbau auch als nicht brennbare Konstruktion.

Die Vorfertigbarkeit

Tragende Leichtbauweisen eignen sich aufgrund des geringen Gewichts und der Zusammensetzung aus stabförmiger Unterkonstruktion mit daran befestigten, großformatigen Platten in besonderem Maße für die Vorfertigung von flächigen Elementen oder Raum-Modulen. Diese sind leicht zu handhaben, gut zur Baustelle zu transportieren und dort einfach zu bewegen und zu montieren.

Ein hoher Vorfertigungsgrad verlagert Bau- und Ausbauprozesse von der Baustelle in die Werkhalle, mit den bekannten Vorteilen für die Baugeschwindigkeit, die Ausführungs- und Arbeitsqualität und nicht zuletzt die Baukosten.

2.2 Exkurs: Anmerkungen zu Wandsystemen in Massivholzbauweise

Da Leichtbauweisen sowohl Konstruktionen mit Metallunterkonstruktion umfassen als auch Holzbauweisen wie die Holzrahmen- oder Holzskelettbauweise, ist an dieser Stelle die Abgrenzung des Leichtbaus zur Holzmassivbauweise wichtig.

Flächige Holzmassivbauelemente bestehen aus verleimten, verdübelten oder vernagelten Bretterlamellen, meist aus Nadelholz, oder aus mehrlagig verleimten Holzwerkstoffplatten. Die Produkte sind herstellerspezifisch. Am weitesten verbreitet ist Brettsperrholz, das in Abschnitt 5.2.8 beschrieben wird.

Die nachfolgenden Anmerkungen ergänzen die Kernthemen der vorliegenden Studie, in der es letztendlich um die Einsparung und Substitution von Ressourcen sowie um Bekleidungen geht. Nach Auffassung des Verfassers handelt es sich bei Holzmassivbauweisen nicht um besonders nachhaltige Bauweisen. Daran ändert sich auch nichts, wenn bei dieser Bauweise aus Gründen der Ressourceneinsparung auf die Plattenbekleidung, unabhängig vom Bekleidungswerkstoff, verzichtet wird. Dies geht auf Kosten der Funktionalität und muss in der Regel durch noch mehr Holzeinsatz kompensiert werden.

2.2.1 Bewertung der Massivholzbauweise unter Nachhaltigkeitsaspekten

Der Holzbedarf an relativ hochwertigem Vollholz (Bretterlamellen) ist bei der Brettsperrholzbauweise, wie auch bei anderen Massivholzbauweisen, in etwa um den Faktor 5 höher als bei Leichtbauweisen, wie der Holzrahmen- oder Holzskelettbauweise.

Die Vorteile von Leichtbauweisen, mit möglichst geringem Baustoffeinsatz eine gegebene Bauaufgabe zu lösen, sind bei Massivholzbauweisen nicht gegeben. Insofern ist aus dem Blickwinkel der Nachhaltigkeit der aktuelle Boom der Brettsperrholzbauweise unverständlich. Die begrüßenswerte CO₂-Speicherung in Vollholzbauteilen ist erst dann von Vorteil, wenn die Möglichkeiten des ressourcenschonenderen, leichten Bauens mit Holz weitestmöglich genutzt werden und ausgeschöpft sind und wenn das Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft in ausreichender Menge zur Verfügung steht. Davon ist man aktuell weit entfernt.

Die heute vorhandenen Holzressourcen sind zu knapp, um in Form von materialintensiven Holzmassivbauweisen genutzt zu werden, wenn hierfür keine statisch-konstruktive Notwendigkeit vorliegt, bei gleichzeitigen Nachteilen im Wärme- und Schallschutz. Es gibt ausreichend Beispiele für leistungsfähige, mehrgeschossige Bauwerke in Holz-Leichtbauweise. Auch in der Bauhistorie wurden, aufgrund der begrenzten Holzverfügbarkeit und des rückläufigen Waldbestandes, Block- und Stabbauweisen durch Fachwerkbauweisen ersetzt. Weiter entwickeltes Zimmererwissen ermöglichte eine deutlich ressourcensparende Bauweise. Auch heute sollte Ingenieurs-Knowhow genutzt werden, knappe Baustoffe möglichst sparsam einzusetzen.

Zusammenfassend: Nicht viel Holzeinsatz bei wenigen Holzbauten (Holzmassivbau), sondern wenig Holzeinsatz bei möglichst vielen Holzbauten (Holzleichtbau) wäre aus Nachhaltigkeitsaspekten sinnvoll. Dieses, im Sinne der Studie, Randthema wird nachfolgend nicht weiter vertieft.

2.2.2 Bekleidung von Holzmassivbau-Konstruktionen

Der übliche Einsatz im Baubereich ist die Verwendung als tragende und raumbildende Bauteile wie Wand-, Dach- und Deckentafeln. Die großformatigen Platten werden vorgefertigt und mit CNC-Maschinen Ausschnitte (Türen, Fenster) und Fräsungen (Leitungsführung, Dosen) eingebracht.

Die raumseitigen Bauteiloberflächen (Wandoberfläche, Deckenuntersicht) werden üblicherweise bekleidet, in der Regel mit Gipsbauplatten, sie können bei Vollholzprodukten aber auch in Sichtqualität ausgeführt werden.

Die Oberflächenbekleidung hat folgende Vorteile:

Oberflächenanmutung und Robustheit

Die raumseitige Oberfläche muss nicht in Sichtqualität sortiert werden, optisch niedrigere Holzqualitäten können zum Einsatz kommen. Die Holzausnutzung ist dadurch besser, die Elemente sind preisgünstiger.

Sofern keine Holzoptik gewünscht wird, ist die Oberflächengestaltung frei und veränderbar. Alle üblichen Oberflächenbeschichtungen sind möglich.

Nachinstallationen (Kabel, Leitungen, etc.) sind bei Sichtoberflächen nicht oder nur mit großem Aufwand integrierbar, wenn sie visuell nicht wahrnehmbar sein sollen.

Die Anmutung von zeitgemäßen Brettsperrholzoberflächen in Sichtqualität ist glatt, eben (gehobelt), unstrukturiert und nicht mit einer klassischen Holzvertäfelung oder strukturierten Vollholzoberfläche zu vergleichen. Die Gefahr einer deutlich wahrnehmbaren Beschädigung der Holzoberfläche – auch durch die planmäßige Verankerung von Lasten – ist vor allem bei Wandoberflächen im Nutzungszeitraum hoch. Beschädigungen wie Kratzer, Macken, tiefergehende Flecken etc. können kaum ausgebessert werden. Zudem unterliegt die Holzoberfläche einer natürlichen und nicht gleichmäßigen Verfärbung.

Schallschutz

Die bauakustischen Eigenschaften einschaliger Massivholzelemente sind, aufgrund des biegesteifen Aufbaus relativ geringer Masse, ohne zusätzliche Maßnahmen relativ niedrig und für Trennbauteile zwischen Nutzungseinheiten unzureichend. Über geeignete Vorsatzschalen und Unterdecken mit Faserdämmstoffeinlage und ein- oder mehrlagigen Plattenbekleidungen lässt sich das Schalldämm-Maß deutlich verbessern.

Massivholzelemente ohne Bekleidung müssen bei höheren Schallschutzanforderungen zweischalig ausgeführt werden, der Verzicht auf die bauakustisch sehr wirkungsvolle Bekleidung führt zu einer Verdopplung des Materialeinsatzes beim Massivholzbauteil.

Brandschutz

Vollholzelemente entsprechen der Baustoffklasse B2 normal entflammbar.

Die Verwendung brennbarer Baustoffe ist bei tragenden und raumabschließenden Bauteilen ohne weitere Maßnahmen in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und 5 nach der Musterbauordnung (MBO) und vielen Landesbauordnungen (LBO) nicht zulässig. Eine brennbare Oberfläche ist in Fluchtwegen (Notwendige Flure, Treppenträume) nicht zulässig. Durch geeignete Bekleidung mit nichtbrennbaren Plattenwerkstoffen wird die Anwendung in Fluchtwegen zum Teil ermöglicht. In der Gebäudeklasse 4 ist die Verwendung brennbarer Baustoffe bei tragenden und raumabschließenden Bauteilen nur in Kombination mit einer brandschutztechnisch wirksamen Bekleidung zulässig.

Auch wenn, je nach Landesbauordnung, Brandschutzkonzept und Kompensationsmaßnahme, brennbare und unbekleidete Holzbauteile bei tragenden und raumabschließenden Bauteilen im Einzelfall genehmigungsfähig sein mögen, so kann doch grundsätzlich ausgesagt werden, dass unbekleidete Vollholzelemente in ihrem Hauptanwendungsgebiet, dem mehrgeschossigen Holzmassivbau, in der Regel bauordnungsrechtlich problematisch und unzulässig sind.

Massivholzelemente ohne Bekleidung müssen bei Brandschutzanforderungen aufgrund des Abbrands in größerer Bauteildicke ausgeführt werden, der Verzicht auf die Brandschutzbekleidung führt zu einem erhöhten Materialeinsatz beim Massivholzbauteil.

Die Forderung der Musterbauordnung nach hochfeuerhemmenden, tragenden und raumabschließenden Bauteilen in der Gebäudeklasse 4 lässt sich nach Musterholzbaurichtlinie (MHolzBauRL) durch eine mehrlagige Bekleidung aus Gipsbauplatten erzielen. Übliche Bekleidungsstärken sind 2 x 18 mm Gipsplatten Typ GKF oder Gipsfaserplatten.

Erst die Symbiose zwischen dem brennbarem Holzbauteil in Leicht- oder Massivholzbauweise mit einer nichtbrennbaren Decklage ausreichender Dicke ermöglicht mehrgeschossige Gebäude mit einem Holztragwerk.

Andere nichtbrennbare Baustoffe für die Brandschutzbekleidung, wie z.B. bestimmte Lehm- oder Gipsbauplatten, müssen ihre Eignung nachweisen und den weiteren Anforderungen der Musterholzbaurichtlinie entsprechen. Baustoffe wie übliche Holzwerkstoffplatten oder alternative Produkte mit Stroh, Hanf oder Holzspänen sind aufgrund ihrer Brennbarkeit nicht einsetzbar.

3 Gipsbauplatten

3.1 Gips als Rohstoff

Bei Gips handelt es sich um Calciumsulfate mit in der Struktur gebundenem Kristallwasser (H_2O) in verschiedenen Hydratstufen ($\text{CaSO}_4 \times n \text{ H}_2\text{O}$ mit $n = 0, 1/2, 2$). Gipsmineralien besitzen charakteristische Kristallstrukturen und eine eindeutige chemische Zusammensetzung. Der Rohstoff stammt aus natürlichen Vorkommen (Naturgips), fällt als Nebenprodukt bei industriellen Prozessen an (REA-Gips) oder wird über Recycling gewonnen (RC-Gips).

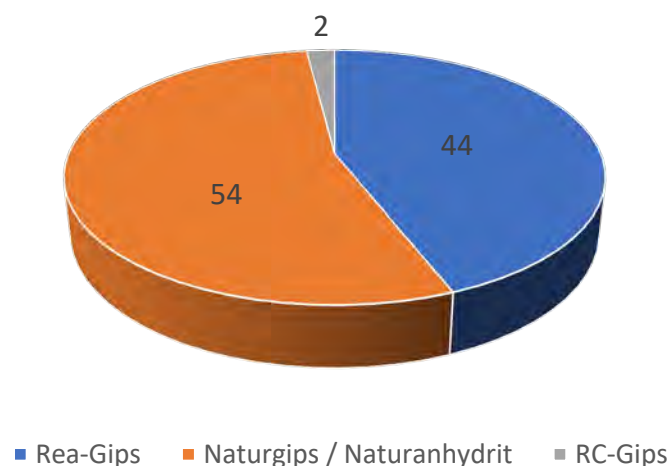


Abb. 3.1 Aufteilung der Gips-Rohstoffe der gipsverarbeitenden Industrie 2019 in % (Demmich 2021)

3.1.1 Naturgips und Naturanhydrit

Gips ist ein natürlich in der Erdkruste vorkommendes Mineral. Das natürlich anstehende Gipsgestein ist ein Calciumsulfat-Dihydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) mit zwei Wassermoleküle pro Molekül Calciumsulfat. Das ebenfalls in der Natur vorkommende kristallwasserfreie Calciumsulfat wird als Anhydrit bezeichnet (CaSO_4). Naturgips hat sich im Laufe geologischer Vorgänge in großer Menge gebildet. Er findet sich in ausgedehnten Ablagerungen oberflächennah in Deutschland als heimischer Rohstoff sowie in vielen Ländern der Erde, sodass der Rohstoff wirtschaftlich gewonnen werden kann. Gipsstein wird sowohl über als auch unter Tage abgebaut.

In Deutschland finden sich Gipsgesteine des Zechsteins vor allem im Norden, während Keupergipse weitgehend auf Süddeutschland beschränkt sind. Nach Aussage der Gipsindustrie gibt es in Deutschland „ausreichend noch nicht genutzte Lagerstätten für die nächsten Generationen, wenn sie denn schon jetzt vorausschauend gesichert und zu gegebener Zeit zugänglich gemacht würden.“ (Demmich 2021). Aussagen zu Gipsvorkommen (Lage, Volumen) sind nicht Bestandteil dieser Studie.

3.1.2 Rauchgasentschwefelungsanlagen-Gips (REA-Gips) und andere synthetische Rohstoffe

Calciumsulfat-Dihydrat und Anhydrit fallen in bestimmten technischen und chemischen Prozessen in großen Mengen als industrielles Nebenprodukt an.

Von Bedeutung für die Herstellung von Bauprodukten ist zurzeit ausschließlich Gips aus Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA-Gips). Dieser entsteht bei der Entschwefelung der Rauchgase von Kraftwerken, die mit Braun- oder Steinkohle befeuert werden. Das Ergebnis ist ein feinteiliges kristallines Calciumsulfat-Dihydrat mit hoher Reinheit, das sich sehr gut als Ausgangsstoff zur Herstellung der verschiedenen Gipsprodukte eignet. Unabhängige Untersuchungen zeigen, dass REA-Gips dem Naturgips gleichwertig ist, gesundheitliche Bedenken beim Einsatz von REA-Gips für die Herstellung von Gipsprodukten bestehen nicht, REA-Gips wird als Nebenprodukt und nicht als Abfall bewertet. (Bundesverband der Gipsindustrie e.V., Gips-Datenbuch, 2013)

Eine weitere potenzielle Gipsquelle stellt der „Phosphorgips“ dar, der allerdings in Deutschland seit langer Zeit schon nicht mehr produziert wird. Auch wenn Phosphorgips weltweit in großen Mengen auf Halde liegt, ist dessen Nutzbarkeit aufgrund der Transportproblematik, der ungünstigen Kristallstruktur, der Schadstoffbelastung und nicht zuletzt der Einstufung als „Abfall“ bzw. „Industrieller Rückstand“ aktuell nicht gegeben.

3.1.3 Gips-Recycling

Gipsprodukte gehören zu den wenigen Baumaterialien, die einen geschlossenen Recyclingkreislauf ermöglichen. Durch das erneute Brennen des Gipsfestkörpers, z.B. von rückgebauten Baustoffen und Bauteilen, lässt sich der Kreislauf vom Festkörper zum Pulver zum Festkörper theoretisch immer wieder erneut in Gang setzen. Es muss kein „Downcycling“ zu einfacheren Hilfs- und Füllmaterialien auf einem niedrigeren technologischen Niveau betrieben werden.

Dieser, rein stofflich betrachtet, „unendlichen“ Recyclbarkeit steht in der Praxis ein deutlich geringerer Recyclinganteil gegenüber.

Von den aktuell ca. 11 Mio. t/a Gipsbedarf werden aktuell ca. 5 Mio. t/a durch REA-Gips gedeckt und nur ca. 2% durch Recyclinggips. So wurden im Jahr 2019 ca. 170 Tt Recycling-Gips als sekundärer Rohstoff der Neuproduktion zugeführt, davon 45 Tt aus dem Rückbau (Demmich 2021).

Die geringe Menge ist dadurch begründet, dass

- nach dem Stand der Technik aktuell nur Gipsplatten und Gipsfaserplatten recycelbar sind,
- der hohe Aufwand für die sortenreine Erfassung sowie dieammel- und Transportsysteme bisher nur schwer wirtschaftlich zu gestalten waren,
- einheitliche Regelungen fehlen und rechtliche Rahmenbedingungen unzureichend sind,
- was letztendlich zu einem großen „Abfluss“ recycelbarer Gipsabfälle in Deponien und nach Tschechien führt.

Der Recyclinganteil in Gipsprodukten wird kontinuierlich wachsen. Aber auch bei zukünftiger Optimierung der regulativen, logistischen und technischen Prozesse wird dieser Anteil, aufgrund der nur begrenzt verfügbaren und verwendbaren (recyclefähigen) Bauabfälle auf Gipsbasis, in absehbarer Zukunft gering bleiben. Potenziell nutzbar sind ca. 0,3 bis 0,5 Mio. t/a Recycling-Gips aus dem Rückbau.

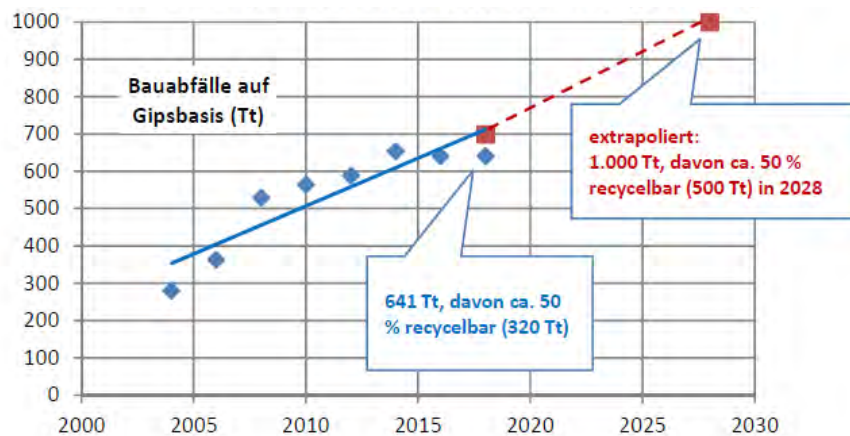


Abb. 3.2 Bauabfälle auf Gipsbasis
(Grundlage blaue Punkte: Kreislaufwirtschaft Bau, Mineralische Bauabfälle, Monitoring-Berichte bis 2018)

3.1.4 Rohstoffbedarf und -verfügbarkeit

Der Bedarf an Gipsbaustoffen, Gipsprodukten und damit an Gipsrohstoffen ist seit Jahren konstant. Bei unveränderten Rahmenbedingungen ist mit einem eher steigenden Bedarf zu rechnen.

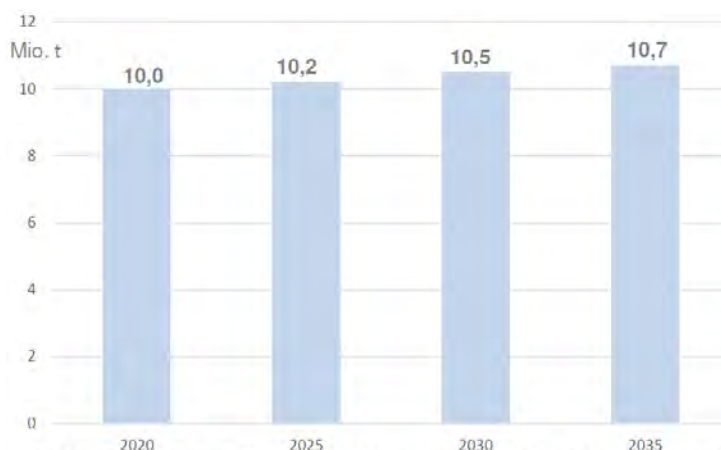


Abb. 3.3 Prognose Gipsbedarf
(Demmich 2021, zugrunde liegende Quelle: Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V.: Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-und-Erden-Industrie bis 2035 in Deutschland, Berlin, Juni 2019, Abb. 26 mit Abb. 38)

REA-Gips, der Aktuell knapp 50% der Gipsrohstoffversorgung ausmacht wird, wird als Rohstoffquelle aufgrund des Kohleausstiegs deutlich zurück gehen.

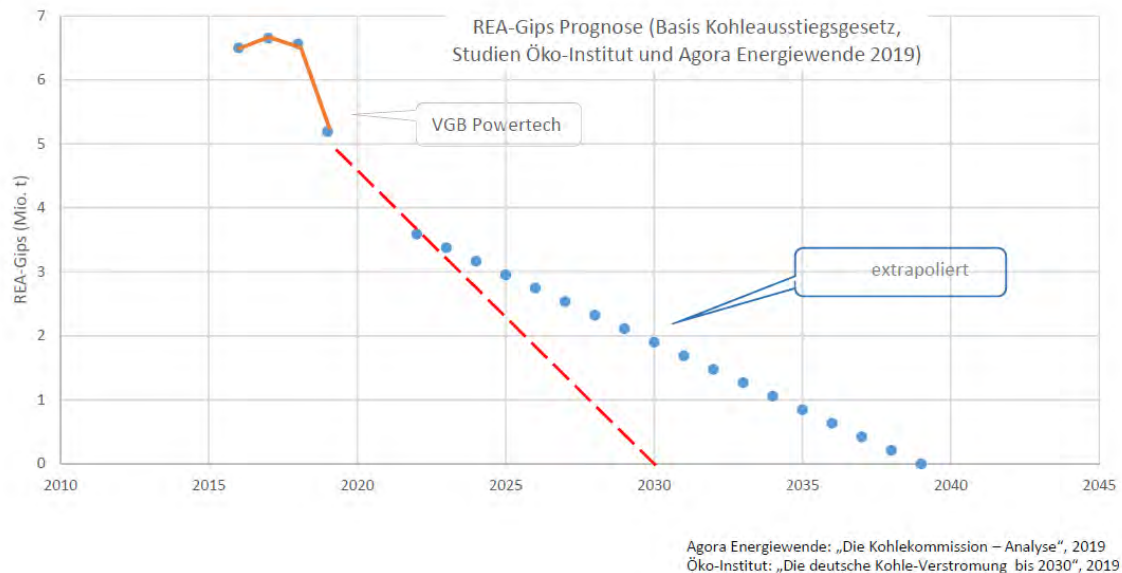


Abb. 3.4 Prognose zur Verfügbarkeit von REA-Gips aufgrund des Kohleausstiegs (Demmich 2021)

Recycling-Gips wird den zukünftigen Bedarf nur in begrenzten Maßen decken können. Ein Anteil von über 10% am Rohstoffbedarf ist, auch bei Ausschöpfung aller denkbaren Ansätze, nicht realistisch, allein schon aufgrund der begrenzten und stark von der Baukonjunktur abhängigen Bauabfallmengen.

Alternative Gips-Rohstoffquellen („Phosphorgips“, etc.) sind in der wissenschaftlichen Untersuchung, nach dem Stand der Technik aber noch auf längere Sicht nicht verfügbar, ggf. auch zukünftig ungeeignet.

Bei unveränderten Ausbausystemen mit Gipsprodukten, wie den hier betrachteten Gipsbauplatten, wird ein **erhöhter Naturgipseinsatz** und damit die Ausweisung neuer (heimischer) Abbauggebiete zwingend erforderlich sein. Die Gipsgewinnung in Deutschland erfolgt nach hohen Umweltstandards und in enger Kooperation mit den Naturschutzverbänden, Transportwege werden minimiert und die Wertschöpfung in den heimischen Gipsregionen erhalten. Dies ist zumindest deutlich sinnvoller, als den Rohstoffbedarf durch Importe mit langen Wegen und Abbaubedingungen unter niedrigen Umweltstandards außerhalb der Landesgrenzen hinzunehmen.

Ob eine Veränderung der Bauweise durch Einsatz alternativer Bauplatten und Systeme maßgeblich zur Reduzierung des Naturgipsbedarfs beitragen kann, ist Inhalt der vorliegenden Studie.

3.2 Gips als Baustoff

Seit Jahrtausenden wird Gips als einfach zu beherrschendes, wirtschaftliches und kreatives Baumaterial eingesetzt. Gips als Mineral weist einige für den Menschen günstige Eigenschaften auf, die ihn auch für den Einsatz als Baustoff prädestinieren (vgl. Abschnitt 3.3.1). Im modernen Innenausbau werden Gipsbaustoffe für den raumbildenden Ausbau (Wände, Unterdecken und Böden), Bekleidungen (z.B. Stützen) und gestalterische Anwendungen (z.B. Friese, Stuck) verwendet. Mit der heute üblichen „Trockenbauweise“, die eng mit Gips und Gipsprodukten verbunden ist, wird eine flexible Gebäudenutzung durch die Funktionstrennung von tragendem Rohbau und leichtem Ausbau ermöglicht.

Die wichtigsten Produkte sind Gipsputze, Gips-Wandbauplatten, Calciumsulfat-Estriche sowie die nachfolgend im Besonderen betrachteten **Gipsbauplatten** (Gipsplatten, Gipsfaserplatten und vliesarmierte Gipsplatten). Die Produkte sind jeweils in einer großen Bandbreite hinsichtlich ihrer Eigenschaften und Anwendungen verfügbar (Standardprodukte, Spezialprodukte).

Die jährliche Produktionsmenge von Gipsbauplatten beträgt in Deutschland in etwa 260 Mio. Quadratmeter, davon sind gut 10% Gipsfaserplatten (Statistisches Bundesamt, Statista 2021, Produktschlüssel GP19-2362 10 501 und 503).

3.2.1 Baustoffaufbereitung

Die Rohstoffbasis für abbindefähige, gebrannte Gipse sind natürlicher Gipsstein, der zunächst mechanisch zerkleinert und gemahlen wird, oder Rohgips aus technischen Prozessen.

Während des Brennens, dem so genannten Kalzinieren, wird das in der Kristallstruktur des Rohgipses enthaltene Wasser langsam ausgetrieben. Aus dem Dihydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) entstehen je nach Brenntemperatur verschiedene Formen der Halbhydrate ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) und Anhydrit (CaSO_4). Die Aufbereitung (Zerkleinerung, Kornaufbau) und das Brennverfahren sind aufeinander abgestimmt und neben dem Rohstoff auch abhängig von dem Zielprodukt. Gips wird bei relativ niedrigen Temperaturen bis etwa 180 °C gebrannt.

Nach dem Brennen liegt der Gips in seiner jeweiligen Hydratstufe in abbindefähiger Form als „mineralisches Bindemittel“ vor. Bei der Herstellung von Baustoffen aus Gips bzw. bei der unmittelbaren Anwendung von Gipsprodukten auf der Baustelle, bei denen Gips das Hauptbindemittel ist (z.B. in Gips-Trockenmörteln), wird dieser Brennprozess wieder umgekehrt: Ein Teil des Zugabewassers wird in den Kristallverband eingelagert und es entsteht wieder ein Dihydrat. Dies entspricht dem ursprünglichen Gipsgestein, allerdings jetzt mit der gewünschten, gebauten oder produzierten Formgebung, z.B. als ein Baustoff (Gipsplatte), als bauliches Ornament (Stuck), als künstlerische Skulptur oder Plastik. Calciumsulfat-Dihydrat ist also gleichzeitig das Ausgangs- und das Endprodukt von Gipsbaustoffen.

3.3 Gipsbauplatten

Unter dem Begriff „Gipsbauplatten“ werden die gipsgebundenen Bekleidungsplatten als Oberbegriff zusammengefasst. Gipsbauplatten sind die im Ausbau am weitesten verbreiteten Bauplatten. Dies liegt an den günstigen bauphysikalischen und baubiologischen Eigenschaften der Platten, der ausreichenden Festigkeit, ihrer einfachen Verarbeitung, den niedrigen Kosten und dem breiten Einsatzspektrum, unter anderem im Bereich Schall- und Brandschutz sowie zur Konstruktionsaussteifung. Die Materialeigenschaften sind durch Zuschläge und Füllstoffe beeinflussbar. Die leichte Formbarkeit und die kurze Erhärtungszeit von Gipsbaustoffen stellen zudem eine gute Voraussetzung für die industrielle Produktion der Platten dar.

Die wichtigsten Vertreter sind die Gipsplatten (früher „Gipskartonplatten“), Gipsfaserplatten und Gipsplatten mit Vliesarmierung. Die Platten werden als Bauteilbekleidung, als Beplankungen für Montagewände und Unterdecken auf Unterkonstruktionen aus Holz oder verzinktem Stahl, für die Herstellung vorgefertigter Bauteile, wie z. B. im Fertighausbau, und als Trockenunterbodenplatten verwendet.

Die allen Gipsbaustoffen gemeinsamen Eigenschaften sind nachfolgend aufgeführt, die unterschiedlichen Gipsbauplattentypen werden daran anschließend kurz vorgestellt,

3.3.1 Eigenschaften von Gipsbauplatten

Gipsbaustoffe und die hier vertieft betrachteten Gipsbauplatten weisen die nachfolgend dargestellten Eigenschaften auf.

Geometrie und Maße

Die **Plattendicken** im betrachteten Anwendungsbereich als Wandbeplankung reichen von 6 mm bis 25 mm, am meisten verbreitet ist die Plattendicke 12,5 mm.

Die **Plattenformate** sind auf das Handling bei der Verarbeitung sowie die Rastermaße und Raumhöhen im Ausbau angepasst. Manueller Transport und Montage sind möglich, bei gleichzeitiger Minimierung der Fugenanzahl. Die übliche Plattenbreite beträgt 125 cm, die Plattenlängen liegen je nach Anwendung meist zwischen 200 cm und 360 cm.

Verarbeitung und Oberfläche

Alle Plattentypen eignen sich für eine **fugenfreie Verspachtelung**, die Plattenkanten sind hierfür geeignet ausgebildet, Fugenspachtel, Kleber und weiteres Zubehör sind verfügbar.

Bei allen Plattentypen ist eine **einfache Be- und Verarbeitung** auf der Baustelle wie auch im Rahmen der Vorproduktion möglich.

Die **Befestigung der Platten** auf der Unterkonstruktion erfolgt ohne Vorbohren mit systemzugehörigen Verbindungsmitteln mit geringem Randabstand (≤ 15 mm). Für Metallunterkonstruktionen kommen Schnellbauschrauben, für Holzunterkonstruktionen auch Klammern zum Einsatz. Die Platten werden in der Regel ein- oder zweilagig auf der Unterkonstruktion aufgebracht.

Alle üblichen **Oberflächenbeschichtungen** (Farbe, Tapete, Putz, keramischer Belag, etc.) können aufgebracht werden.

Brandschutz

Gips und Gipsprodukte weisen brandschutztechnisch günstige Eigenschaften auf. Zum einen brennt Gips nicht, daraus hergestellte Baustoffe sind, bis auf Ausnahmen („Produkte aus der Weiterverarbeitung“ wie z.B. Lochplatten oder Verbundplatten) als „nicht brennbar“ (A1 oder A2) klassifiziert. Bei Beflammung von Gips treten keine Rauchgase sowie kein Abtropfen oder Abfallen brennender Bestandteile auf. Darüber hinaus wird Gips unter Einwirkung von Wärme entwässert, das Calciumsulfat-Dihydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), das zu rund 20 Masseprozent aus kristallin gebundenem Wasser besteht, wird zu Halbhydrat ($\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$) umgebildet. Durch das Austreiben des Kristallwassers im Brandfall wird den Flammen Wärmeenergie entzogen, Brandausbreitung und Temperaturerhöhung werden verzögert.

Durch diese Eigenschaften sind Gipsbauplatten besonders geeignet für Anwendungen im baulichen Brandschutz. Bauteile weisen bereits bei geringer Bekleidungsstärke einen hohen Feuerwiderstand auf. Die Bauteile tragen nicht zur Brandentstehung und Weiterleitung bei, sie behalten im Brandfall über eine lange Zeit ihre Funktion und Tragfähigkeit. Bauplatten aus Gips werden genutzt um Bauteile aus anderen Werkstoffen, z.B. Holz oder Stahl, brandschutztechnisch zu ertüchtigen.

Feuchteverhalten, Wärmeleitfähigkeit

Gips und Gipsprodukte reagieren auf Temperatur- und Feuchteschwankungen nur mit sehr geringen Formänderungen (geringes Schwinden/Quellen). Größere fugenfreie Flächen werden dadurch ermöglicht.

Durch das offenporige Gefüge mit relativ großen Kapillaren und das hohe Porenvolumen der Gipsfestkörper wird ein Beitrag zur Regulierung der Raumluftfeuchtigkeit geleistet. Luftfeuchtigkeit kann aufgenommen und wieder abgegeben werden.

Die mechanischen Eigenschaften (Festigkeit, Steifigkeit) werden durch Feuchtigkeit negativ beeinflusst, bei länger währendem Angriff von Wasser wird das Gipsgefüge zerstört. Deswegen dürfen Gipsbaustoffe keiner länger anhaltenden oder dauerhaften Durchfeuchtung ausgesetzt werden. Gipsbaustoffe werden im Wesentlichen im Innenausbau verwendet, beim Einsatz im Freien oder stark beanspruchten Feuchträumen müssen sie durch geeignete Maßnahmen (Abdichtung, Bekleidung, Witterungsschutz, etc.) gegen dauerhafte Wassereinwirkung geschützt werden. Die Feuchteempfindlichkeit ist, abhängig vom Plattentyp, deutlich unterschiedlich ausgeprägt, es existieren imprägnierte Platten sowie spezielle Gipsvliesplatten mit erhöhter Feuchteresistenz.

Die Wärmeleitfähigkeit spielt bei plattenförmigen Bekleidungswerkstoffen in der baupraktischen Anwendung keine relevante Rolle.

Baubiologie

Gipsbauplatten sind durch ihre baubiologisch wertvollen Eigenschaften als Werkstoff für den Innenausbau, auch in gesundheitlich sensiblen Bereichen (Krankenhäuser, Schlaf- und Wohnbereiche, Kindergärten und Schulen, etc.) prädestiniert.

Gips und Gipsprodukte enthalten keine für den Menschen besorgniserregenden Stoffe und führen nicht zu bedenklichen Emissionen in den Innenraum. Als Raumbooberflächen weisen Gipsbaustoffe für die Behaglichkeit günstige Eigenschaften auf. Gips hat eine niedrige Wärmeeindringzahl. Oberflächen aus Gips fühlen sich deswegen wärmer an als beispielsweise Metall oder Stein. Gips und Gipsprodukte können weder faulen noch verrotten, sie werden nicht von Mikroorganismen angegriffen oder zersetzt.

Mechanisches Verhalten

Gipsbauplatten sind über äußere Karton- oder Glasfaservlieslagen oder im Kern über Zellulosefasern bewehrt. Die Festigkeiten und Steifigkeiten sind stark abhängig vom Plattentyp und dessen Armierung und Rohdichte. Die mechanischen Eigenschaften sind ausreichend für die Aufnahme von Konsol-, Stoß- und Windlasten im Ausbau. In der Regel werden Gipsbauplatten für nichttragende Anwendungen eingesetzt, obwohl die meisten Plattentypen auch für tragende Konstruktionen und aussteifende Zwecke zugelassen sind.

Übersicht über die Eigenschaften von gipsgebundenen Bauplatten:

- nicht brennbar, verzögerte Temperaturerhöhung (Brandschutz)
- geringe hygrische und thermische Formänderungen (fugenlose Flächen)
- ausreichende mechanische Festigkeit (Stoßfestigkeit, Konsollasten, Aussteifung)
- feuchtigkeitsregulierende Eigenschaften, diffusionsoffen
- empfindlich gegenüber dauerhaft hoher Feuchtebeanspruchung, Gefügezerstörung bei dauerhafter Nässe
- oberflächenwarm (niedrige Wärmeeindringzahl)
- breites Einsatzspektrum (Gestaltung, Schall- und Brandschutz, Statik/Aussteifung)
- einfache Verarbeitung (Zuschnitt, Befestigung, Verspachtelung)
- Formbarkeit (Falt- und Biegetechnik)
- vielfältige Oberflächenbeschichtung (Anstriche, Tapeten, Strukturdünnpunkte, Folien und keramische Beläge)
- Beeinflussbarkeit der Eigenschaften durch Zuschläge, Füllstoffe, Kartontyp (Spezialplatten)
- wirtschaftliche industrielle Produktion (Gipsbauplatten und Gipsbauplatten-Systeme sind vergleichsweise kostengünstig)

3.3.2 Gipsplatten (Gipskartonplatten)

Beschreibung und Regelung

Gipsplatten sind im Wesentlichen aus Gips bestehende Platten, deren Flächen und Längskanten mit einem festhaftenden, dem Verwendungszweck entsprechenden Karton ummantelt sind. Der Gipskern kann Zusätze zur Erzielung bestimmter Eigenschaften enthalten.

Gipsplatten sind in der europäischen Produktnorm DIN EN 520 und ergänzend in der nationalen Anwendungsnorm DIN 18180 geregelt. Für die Verarbeitung der Platten gilt DIN 18181.

Für Metallständerwände ist DIN 18183, für Unterdecken und Deckenbekleidungen sind DIN 18168-1 und DIN 18168-2 zu beachten.

Plattentypen

Es gibt genormte Plattentypen für verschiedene Anwendungsbereiche sowie darüber hinaus herstellerspezifische Spezialplatten mit besonderen Eigenschaften für spezielle Nischenanwendungen.

Die wichtigsten Plattentypen sind

- Standard-Bauplatte (GKB DIN 18180, Typ A DIN EN 520),
- Feuerschutzplatte mit erhöhter Rohdichte und verbessertem Gefügezusammenhalt bei hohen Temperaturen (GKF DIN 18180, Typ DF DIN EN 520),
- imprägnierte „Feuchtraumplatten“ (GKBI bzw. GKFI DIN 18180, Typ H bzw. Typ DFH DIN EN 520).

Die oben aufgeführten Standardtypen können ergänzend eine erhöhte Oberflächenhärte (Typ I DIN EN 520) und mechanische Festigkeit (Typ R DIN EN 520) aufweisen.

Übliche Plattendicken für die Bekleidung von Trockenbauwänden sind 12,5 mm, 15 mm, 18 mm, 20 mm und 25 mm.

Verarbeitung

Gipsplatten sind durch Anritzen des Kartons und Brechen der Platte auf der Baustelle ohne weiteres Werkzeug sehr einfach zuzuschneiden. Sie sind leicht durch Sägen, Fräsen und Bohren zu bearbeiten, wobei es zu Staubentwicklung kommt.

Durch Einfräsen einer Kerbe bis auf den äußeren Karton können die Platten zu sauberen kartonummantelten Kanten geknickt werden. Die Platten lassen sich gut biegen, wobei mit den speziellen Biegeplatten und im feuchten Zustand geringe Radien (≤ 300 mm) realisiert werden können.

Eigenschaften

Die Rohdichte der Standardplatten (GKB und GKBI) muss mindestens 680 kg/m^2 betragen. Die Rohdichte der Feuerschutzplatten (GKF und GKFI) muss mindestens 800 kg/m^2 betragen. Platten mit erhöhter Festigkeit weisen Rohdichten zwischen 950 kg/m^3 und 1050 kg/m^3 auf, Spezialplatten, z.B. für extreme Schallschutzaufgaben, können eine noch höhere Rohdichte besitzen.

Die mechanischen Platteneigenschaften resultieren aus der Verbundwirkung von Gipskern und Kartonummantelung. Mindestwerte der Biegebruchlast und des Elastizitätsmoduls sind in DIN 18180 geregelt. Rechenwerte für die charakteristische Festigkeits-, Steifigkeits- und Rohdichtekennwerte von Gipsplatten für die Bemessung der Platten im Holztafelbau, z.B. als aussteifende Beplankung, sind in DIN EN 1995-1-1 NA, Tabelle NA10 geregelt.

Die Platten sind nicht brennbar (Baustoffklasse A2-s1, d0 nach DIN EN 13501-1), diffusionsoffen und weisen ein vergleichsweise niedriges Schwind- und Quellmaß bei Feuchtigkeits- und Temperaturänderungen auf.

3.3.3 Gipsfaserplatten

Beschreibung und Regelung

Gipsfaserplatten bestehen aus einem Gemisch aus Gips, Papierfasern und evtl. weiteren Zusätzen. Die Zellulosefasern werden überwiegend aus Altpapier gewonnen, sie dienen als Bewehrung der Platte. Die Platten können für die gleichen Verwendungszwecke wie Gipsplatten eingesetzt werden. Durch die im Vergleich dazu in der Regel höheren Rohdichten, Festigkeitswerte und Oberflächenhärten finden Gipsfaserplatten häufig Anwendung bei erhöhten mechanischen Anforderungen, z.B. als tragende Beplankung im Holztafelbau oder als Trockenunterboden. Gipsfaserplatten sind in der europäischen Produktnorm DIN EN 15283, Teil 2, geregelt.

Plattentypen

Unabhängig vom Anwendungsbereich (z.B. Brandschutz, Feuchtraum) kommt meist nur ein Plattentyp zum Einsatz. Übliche Plattendicken sind 10 mm, 12,5 mm, 15 mm und 18 mm. Größere Plattendicken sind verfügbar, werden aber meist nur als Trägerplatten bei Systemböden eingesetzt.

Verarbeitung

Gipsfaserplatten werden analog zu Holzwerkstoffplatten mit Schreinerwerkzeug (Handkreissägen) zugschnitten, wobei es zu Staubentwicklung kommt. Bei dünneren Platten ist auch ein Anritzen und Brechen der Platte möglich. Der homogene Plattenaufbau ermöglicht eine Kantenbearbeitung (Falz, Nut- und Feder) sowie eine Oberflächenprofilierung der Platten. Die Platten lassen sich biegen. Insgesamt ist die Verarbeitung der von Holzwerkstoffplatten ähnlich und damit aufwendiger als bei Gipsplatten.

Eigenschaften

Die am Markt verfügbaren Platten unterscheiden sich herstellereinspezifisch in Zusammensetzung und Produktionsverfahren und weisen dadurch unterschiedliche Eigenschaften auf. Die Eigenschaften der Platten (z.B. mechanische Kennwerte) sowie der daraus erstellten Konstruktionen (z.B. Schallschutz, Feuerwiderstand,) werden produktspezifisch über Prüfzeugnisse und Zulassungen nachgewiesen.

Die Rohdichte der Gipsfaserplatten liegt im Allgemeinen zwischen 950 und 1.250 kg/m³, für spezielle Anwendungen bis 1.600 kg/m³. Das dichte Gefüge mit der inneren Bewehrung durch Zellulosefasern verleiht dem Produkt weitgehend isotrope Festigkeitseigenschaften. Die Kennwerte der Festigkeit- und Steifigkeit sowie die Oberflächenhärten liegen in der Regel über den Werten der Gipsplatten. Die Platten sind nicht brennbar (Baustoffklasse A1 oder A2-s1, d0 nach DIN EN 13501-1), diffusionsoffen und weisen ein mittleres Schwind- und Quellmaß bei Feuchtigkeits- und Temperaturänderungen auf (in etwa doppelt so hoch wie das von Gipsplatten).

3.3.4 Gipsplatten mit Vliesarmierung

Vom prinzipiellen Aufbau, dem Herstellverfahren und der Verarbeitung (Zuschnitt, Falttechnik) sind sie Gipsplatten recht ähnlich. Statt durch einen Karton erfolgt die Bewehrung des Gipskerns durch Matten aus gewebten oder vliesförmig angeordneten, anorganischen und/oder organischen Fasern. Der Gipskern kann Zusätze zur Erzielung bestimmter Eigenschaften enthalten. Übliche Plattendicken sind 12,5 mm, 15 mm, 20 mm und 25 mm.

Gipsplatten mit Vliesarmierung sind in der europäischen Produktnorm DIN EN 15283, Teil 1, geregelt. Ihre Haupteinsatzbereiche sind der Brandschutz (Typ GM-F) und Anwendungen mit erhöhter Feuchtebeanspruchung (Typ GM-H). In diesen Anwendungsbereichen sind dafür konfigurierte Gipsplatten mit Vliesarmierung leistungsfähiger als herkömmliche Gipsplatten.

Die Eigenschaften der herstellerspezifischen Platten (z.B. mechanische Leistungsfähigkeit) sowie der daraus erstellten Konstruktionen (z.B. Feuerwiderstand,) werden produktspezifisch über Prüfzeugnisse und Zulassungen nachgewiesen.

In der Regel entsprechen die rein anorganisch aufgebauten Gipsplatten mit Vliesarmierung der Baustoffklasse A1 nach DIN EN 13501-1 (Typ GM-F). Die Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ sowie die Bemessungs-Wärmeleitfähigkeit λ entspricht der von Gipsplatten

4 Lehmbauplatten

4.1 Lehm als Rohstoff

Lehme sind Mineralgemenge als Teil des unter dem Einfluss von Witterung, Flora und Fauna umgebildeten obersten Bereiches der festen Erdkruste. (Schroeder)

Tone sind spezielle Lehme, die sich auf Grund der Einlagerung von Wasser in eine plättchenartige Gefügestruktur sehr gut plastisch verformen lassen. Ton gehört zu den „Feinkörnigen Böden“ für bautechnische Zwecke nach DIN 18196.

4.1.1 Rohstoffgewinnung

Lehm gehört zu den weit verbreiteten sowie nahezu überall - aber nicht unbegrenzt - verfügbaren Mineralien. Er findet sich in ausgedehnten Ablagerungen oberflächennah in vielen Ländern der Erde, sodass der Rohstoff wirtschaftlich gewonnen werden kann.

Baulehm ist für die Herstellung von Lehmbaustoffen geeigneter Lehm. Er wird als Naturlehm in den natürlichen Lagerstätten ausschließlich im Tagebau abgebaut. Vor dem Abbau ist die organische Deckschicht abzutragen und getrennt vom abzubauenen Lehm zu deponieren. Ebenso dürfen organische Einschlüsse, Baumwurzeln, Kies etc. nicht mit dem zur Weiterverarbeitung bestimmten Baulehm vermischt, sondern müssen ausgesondert werden. (Schroeder)

4.1.2 Lehm-Recycling

Eine Rückführung des zerkleinerten Lehms aus Abbruchbauteilen in den Baustoffkreislauf ist prinzipiell möglich.

Allerdings sind Lehmbauplatten meist mit organischen Materialien (Pflanzenfasern, Schilfrohr, etc.) innenliegend bewehrt, auch die Lehmputzoberfläche weist ein organisches (z.B. Jutefasern) oder anorganisches (z.B. Glasfasern) Armierungsgitter auf, so dass die Recyclierfähigkeit begrenzt oder eine entsprechende Abtrennung der Fremdbestandteile erforderlich ist.

Wegen der organischen Bestandteile und der Offenporigkeit der meisten Lehmbauplatten ist beim Lehmrecycling darauf zu achten, dass keine Verunreinigungen wie Pilzsporen, Salze oder gebundene Gerüche vorliegen. (Schroeder)

4.2 Lehm als Baustoff

Anders als bei Gips handelt es sich bei Lehm nicht um ein chemisch klar definiertes Mineral, sondern um ein Mineralgemisch aus Sand, Schluff und Ton. Die Mischungsverhältnisse können innerhalb definierter Grenzen schwanken. Tonreiche Lehme werden als fett bezeichnet, tonarme als mager.

Für die Bindung des Lehms sind die im Ton enthaltenen Tonminerale als nicht hydraulische Bindemittel verantwortlich. Diese erhärten physikalisch an der Luft und binden nicht, wie die meisten anderen Baustoffe, chemisch ab. Sie umhüllen die gröberen Körnungen als feinste Überzüge. Bei der Herstellung von Lehmstoffen verleihen die Tonanteile der Arbeitsmasse plastische Eigenschaften und Zusammenhalt sowie nach Austrocknung Stabilität und Festigkeit und erneut Plastizität bei Wiederbefeuchtung. Dieser Mechanismus ist beliebig oft wiederholbar (Schroeder 2019). In feuchtem Zustand ist Lehm formbar, in trockenem Zustand fest. Bei Wasserzugabe quillt Lehm, beim Trocknen schwindet oder schrumpft er, was im Lehmbau besonders zu beachten ist.

Die wichtigsten Baustoffe auf Lehmbasis in Mitteleuropa sind Lehmputze sowie die nachfolgend im Besonderen betrachteten Lehmplatten. Der moderne Lehm ist nur wirtschaftlich bei zentralisierter Fertigung mit entsprechenden Produktionsumfängen, so dass eine adäquate Vorratshaltung gewährleistet werden muss. Aus dieser Forderung ergeben sich auch bei Lehm-Roh- und Baustoffen zwangsläufig größere Transportwege. (Schroeder 2019)

4.2.1 Aufbereitung

An die Gewinnung des Baulehms aus der natürlichen Lagerstätte schließt sich die Herstellung der Lehmstoffe an. Dieser Prozess umfasst die Aufbereitung, Formgebung und Trocknung. Nach deren Abschluss wird aus dem Baulehm ein Lehmstoff. Lehmstoffe sind ungeformte oder geformte Baustoffe aus ungebranntem Baulehm mit oder ohne Zuschläge und Zusätze.

Die Aufbereitung des Baulehms ist Voraussetzung für das Erzielen einer homogenen, für die Formgebung verarbeitungsfähigen Masse. Bei der Aufbereitung müssen die abbaubedingten und geologisch gewachsenen Strukturen des Lehms mit ihren Schichtungen und lokalen Störungen aufgebrochen und gut vermischt werden. Dem Baulehm wird dabei Wasser zugesetzt.

Man kann zwischen Verfahren der natürlichen und mechanisierten Aufbereitung unterscheiden. Die **natürliche Aufbereitung** kann mehrere Jahre dauern und ist für eine industrielle Lehmstoff-Herstellung ungeeignet. Bei der **mechanischen Aufbereitung** wird der Baulehm maschinell nach verschiedenen mechanischen Wirkprinzipien (Brechen, Schneiden, Kneten, Sieben, Mahlen, Granulieren) in erforderliche Agglomeratgrößen sowohl nass als auch trocken zerkleinern. Da Baulehme häufig nicht die für die vorgesehene Anwendung erforderlichen Eigenschaften besitzen, werden diese üblicher Weise durch eine Vielzahl von Zusatzstoffen und Zusatzmitteln sowie durch weitere Aufbereitungsschritte zielorientiert verbessert. (Schroeder 2019)

4.2.2 Formgebung

Bei der Formgebung wird aus der aufbereiteten, formlosen Arbeitsmasse im plastischen Zustand der Lehmbaustoff oder das Lehmbauteil geformt. Dabei wird die Luft bzw. das in den Hohlräumen festgehaltene Porenwasser weitgehend ausgepresst, das Element oder das Bauteil erhält nach Austrocknung die notwendige Festigkeit.

4.2.3 Trocknung

Lehmbaustoffe bzw. Lehmbauteile sind unmittelbar nach der Formgebung noch nicht formstabil und weisen eine nur geringe Festigkeit auf. Erst im trockenen Zustand erreichen sie ihre vorgesehenen konstruktiven und bauphysikalischen Eigenschaften. Dazu muss das für die Verarbeitung zu Lehmbaustoffen und zur Formgebung notwendige Anmachwasser wieder austrocknen.

Die **natürliche Trocknung** nass verarbeiteter Lehmbaustoffe, d.h. die Trocknung an der Luft ohne künstliche Wärmezufuhr, ist zwar die energiesparendste, zugleich aber auch die flächen- und zeitintensivste Form und damit für eine industrielle Lehmbaustoff-Herstellung ungeeignet. Eine **künstliche Trocknung** von Lehmbaustoffen, z.B. in Kanal- oder Kammertrocknern, ist bei kontinuierlicher Fertigung mit großen Produktionsumfängen das übliche Verfahren.

4.3 Lehmbauplatten

4.3.1 Allgemeine Beschreibung, Regelung, Produktionsvolumen

Unter dem Begriff „Lehmbauplatten“ werden lehmbasierende Bekleidungsplatten als Oberbegriff zusammengefasst. Der Baustoff ist in den Normen DIN 18948 (Lehmplatten - Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung) und DIN 18942-1 (Lehmbaumaterialien und Lehmbauprodukte - Begriffe) geregelt.

Lehmbauplatten sind werkmäßig gefertigte, im Wesentlichen aus Lehm bestehende Platten mit Schilfeinlage oder pflanzlichen Fasern und außenliegender Jutegewebe- oder Glasfasergewebe-Armierung. Sie werden im kontinuierlichen Betrieb auf großen Bandanlagen hergestellt. Am weitesten verbreitet bei der Lehmbauplattenherstellung ist die Pressformgebung unter einachsiger wirkender, statischer Druckbelastung. Das kontinuierliche Formgebungsverfahren „Bandstreichen“ unter Einsatz einer Formatwalze kann ebenfalls zur Herstellung von Lehmbauplatten angewendet werden, ist jedoch nicht so weit verbreitet wie Pressformen. (Schroeder 2019)

Die mechanischen Platteneigenschaften resultieren aus der Verbundwirkung von Lehm, mit eingebrachter Schilfeinlage/ pflanzlichen Fasern und Jute-/Glasfasergewebe-Armierung, wobei das Jute-/Glasfasergewebe als Armierung der Zugzone wirkt und in Verbindung mit dem Lehmkern den Lehmplatten die erforderliche Festigkeit und Steifigkeit verleiht.



Abbildung 4.2: Mittelschwere Lehmplatte (Bild Claytec)

Lehmbauplatten stellen im Ausbau aktuell ein Nischenprodukt da. Dies liegt an dem im Vergleich zu Gipsbauplatten höheren Produkt- und Systempreis, der aufwändigeren Verarbeitung (Putzbeschichtung) und den nur sehr vereinzelt vorliegenden Verwendbarkeitsnachweisen. Zudem ist das aktuelle und auch mittelfristig verfügbare Produktionsvolumen bei Weitem nicht geeignet, den Bedarf an Bekleidungsplatten im Aus- und Trockenbau zu decken, es beträgt aktuell ca. ein Promille der Gipsplattenproduktion. 2020 wurden Deutschlandweit ca. 220.000 – 240.000 m² Lehmbauplatten verkauft.

4.3.2 Eigenschaften von Lehmbauplatten

Lehmbauplatten sind aus rein technischer Sicht als Bauplatten für Konstruktionen und Anwendungen geeignet, in denen auch Gipsbauplatten eingesetzt werden – natürlich mit den jeweiligen baustoff- und produktspezifischen Besonderheiten. Das Angebot an Systemen, Normlösungen und Nachweisen (z.B. Verwendbarkeitsnachweise) ist aber in der Praxis noch sehr eingeschränkt.

Lehm als Rohstoff, die daraus erstellte Lehmbaumaterialien und die hier vertieft betrachteten Lehmbauplatten weisen die nachfolgend dargestellten Eigenschaften auf.

Rohdichte

Die Rohdichte von Lehmbauplatten reicht nach DIN 18948 von 510 kg/m^3 bis 2.200 kg/m^3 . In der Praxis weit verbreitet sind mittelschwere Lehmbauplatten mit einer Rohdichte von 700 bis 800 kg/m^3 sowie „schwere“ Lehmbauplatten mit einer Rohdichte von 1.300 bis 1.600 kg/m^3 . Die mittelschweren Lehmbauplatten entsprechen damit vom Flächengewicht in etwa gleich dicken Gipsplatten, die schweren Lehmbauplatten sind annähernd doppelt so schwer.

Geometrie und Maße

Die Plattendicken im betrachteten Anwendungsbereich als Wandbeplankung reichen von 10 mm bis 22 mm. Lehmbauplatten für Beplankungen (Typ A nach DIN 18948) auf einer linienförmigen Unterkonstruktion (Ständerbauweise) sind i.d.R. zwischen 16 mm und 22 mm dick.

Die Plattenformate sind auf das Handling bei der Verarbeitung angepasst. Manueller Transport und Montage sind möglich. Die Plattenbreite beträgt 50 bis 100 cm, die Plattenlängen liegen zwischen 120 cm und 150 cm. Das meistverbreitete Format ist 62,5 cm x 125 cm.

Das Rastermaß der Unterkonstruktion (Ständerabstand) liegt bei vielen Produkten unterhalb des in Deutschland üblichen Baurastermaßes von 62,5 cm.

Verarbeitung und Oberfläche

Alle Plattentypen eignen sich für einen fugenfreien Putzauftrag mit flächig eingebrachtem Armierungsgewebe. Bei manchen Plattentypen sind die Plattenstöße zuvor zu verkleben / zu verspachteln, ggf. mit Armierungsbändern. Lehmklebe- und Armierungsmörtel und weiteres Zubehör sind verfügbar.

Lehmplatten sind mit Stich- und Handkreissäge oder Fuchsschwanz zu schneiden. Es kommt zu starker Staubentwicklung. Das Schneiden mit einem Cutter ist möglich, aber deutlich aufwändiger als bei Gipsplatten.

Die Platten können ohne Vorbohren mit systemzugehörigen Verbindungsmitteln mit einem Randabstand $> 15 \text{ mm}$ auf der Unterkonstruktion befestigt werden. Für Metallunterkonstruktionen kommen spezielle Lehmplattenschrauben, für Holzunterkonstruktionen auch Breit Rückenklammern

zum Einsatz. Die Platten werden in der Regel einlagig, seltener zweilagig, auf der Unterkonstruktion aufgebracht.

Als übliche Oberflächenbeschichtungen kommen Lehmputze zum Einsatz.

Brandschutz

Lehm brennt nicht, daraus hergestellte Baustoffe sind in der Regel als „nicht brennbar“, bei dickeren organischen Einlagen, z.B. Schilfmatten, als „schwer entflammbar“ klassifiziert. Für die Einstufung in die Baustoffklasse A1 (nicht brennbar) müssen die Lehmstoffe einen Gehalt an homogen verteilten organischen Zusatzstoffen $\leq 1\%$ der Masse aufweisen.

Lehmplatten besitzen bei üblichem Raumklima physikalisch gebundenes Wasser. Durch das Austreiben des Porenwassers im Brandfall wird den Flammen Wärmeenergie entzogen, Brandausbreitung und Temperaturerhöhung werden verzögert. Dieser „Plateau-Effekt“ war bei orientierenden Brandprüfungen erkennbar (Herz 2021), er ist durch die geringe Wassermenge allerdings deutlich schwächer ausgeprägt als bei Gipsplatten mit rund 20 Masseprozent Kristallwasser.

Durch diese Eigenschaften sind Lehmplatten an sich geeignet für Anwendungen im baulichen Brandschutz. Bauteile weisen bei geeignetem Aufbau einen ausreichenden Feuerwiderstand auf. Die Bauteile tragen nicht zur Brandentstehung und Weiterleitung bei, sie behalten im Brandfall über ausreichend lange Zeit ihre Funktion. Platten aus Lehm können genutzt werden, um Bauteile aus anderen Werkstoffen, z.B. Holz oder Stahl, brandschutztechnisch zu ertüchtigen. Die hierfür baurechtlich erforderlichen Verwendbarkeitsnachweise liegen zur Zeit allerdings nicht oder nur sehr eingeschränkt vor.

Feuchteverhalten

Lehmstoffe reagieren empfindlicher als andere mineralischen Baustoffe auf Einwirkungen durch Feuchtigkeit. Ein entsprechender Schutz der Baukonstruktionen während der gesamten Nutzungsphase gehört deshalb zu den wichtigsten Aufgaben im Lehmbau.

Feuchte kann auf Grund der hygroskopischen Eigenschaften und des offenen Porengefüges der Lehmstoffe aus zusammenhängenden Kapillaren in flüssiger und gasförmiger Phase in das Lehmteil gelangen. Entsprechend den Feuchte-, Temperatur- und Dampfdruckdifferenzen zwischen Bauteil und dem angrenzenden Medium kann die Feuchte durch das Lehmteil transportiert, in ihm gespeichert und wieder abgegeben werden. Die Transportprozesse werden durch die stoffliche Zusammensetzung und Porenstruktur der Lehmstoffe beeinflusst. (Schroeder 2019)

Bei zu ungleichmäßigen Austrocknungsbedingungen (z.B. bei starker Sonneneinstrahlung auf Teilflächen) sowie durch Inhomogenitäten des Lehmstoffes kann die Verdunstungs-

geschwindigkeit an der Bauteiloberfläche die Geschwindigkeit des Wassertransports aus dem Innern des Bauteils überschreiten. Die sichtbare Folge können Rissbildungen an der Bauteiloberfläche sein. Bei hoher Luftfeuchte und geringer Luftbewegung kann der umgekehrte Fall eintreten: Die Konvektion besonders an den inneren Bauteiloberflächen reicht nicht aus, damit durch Verdunstung ein Wassertransport aus dem Innern des Lehmbauteils an die Oberfläche in Gang gesetzt werden kann. Vor allem bei Lehmbaustoffen mit organischen Faserzuschlägen kann es dann zu Schimmelpilzbildungen kommen.

Bei langer Einwirkungszeit von flüssigem Wasser werden die Makroporen mit Wasser gefüllt, was zum Verlust der strukturellen Festigkeit des Lehmbauteils führen kann.

Lehm und Lehmbauprodukte reagieren auf Temperatur- und Feuchteschwankungen nur mit geringen Formänderungen. DIN 18948 definiert verschiedene Feuchtetoleranzklassen. Lehmbauplatten der Klasse FTK I liegen von ihrer hygrischen Längenänderung in etwa in der Größenordnung von Gipsplatten, die der FTK II in der Größenordnung von Gipsfaserplatten.

Lehmputze haben vergleichsweise niedrige μ -Werte und damit eine hohe Diffusionsfähigkeit, d. h. die jeweilige Gleichgewichtsfeuchte stellt sich schnell wieder ein. Die Möglichkeit der Aufnahme bzw. Abgabe von überschüssigem Wasserdampf der Raumluft durch die raumumschließenden Flächen während der Gebäudenutzung ist bei Lehmbaustoffen besonders hoch ausgeprägt.

In der Literatur wird für Lehmbaustoffe die Gleichgewichtsfeuchte in einer Größenordnung zwischen 2 – 4,5 Masse-% angegeben.

(Schroeder 2019)

Baubiologie

Natürlich vorkommende Baulehme und die daraus erstellten Lehmbaustoffe sind, wie alle mineralischen Stoffe, durch ihre geologische Genese geprägt sowie den Schadstoffen und Einflüssen ausgesetzt, die in ihre unmittelbare Umwelt eingetragen werden. Dies kann je nach Abbauggebiet zu unterschiedlichen Qualitäten führen. Unter idealen Umweltbedingungen sind sie schadstofffrei, wenn Vorkommen mit radioaktiven Bestandteilen per se ausgeschlossen werden und keine Zusatzstoffe und Zusatzmittel mit problematischen Inhaltsstoffe hinzugefügt werden oder als Querkontamination im Lehm Boden vorliegen.

Als Raumbooberflächen weisen Lehmbaustoffe für die Behaglichkeit günstige Eigenschaften auf. Lehm hat eine niedrige Wärmeeindringzahl. Oberflächen aus Lehm fühlen sich deswegen wärmer an als beispielsweise Metall oder Stein.

Wegen der Offenporigkeit und Kapillarität des Lehmputzes wird ggf. ausgefallenes Tauwasser sofort verteilt. Bei trocknen Bauteilen tritt kein Schimmel auf. Bei feuchtem Einbau von Lehmbaustoffen mit organischen Fasern besteht die Gefahr der Verrottung oder Schimmelpilzbildung auf den inneren Wandoberflächen, wenn keine zügige Austrocknung erfolgt.

(Schroeder 2019)

Mechanisches Verhalten

Die Festigkeiten und Steifigkeiten von Lehmbauplatten sind abhängig vom Plattentyp und dessen Armierung und Rohdichte. Lehmbauplatten sind über äußere Bewehrungsmatten oder im inneren über pflanzliche Fasern bewehrt. Die Festigkeitseigenschaften der Platten hängen im Wesentlichen von der Zugfestigkeit des Jutegewebes und dessen Verbund mit dem Lehmkern ab.

Lehmbauplatten werden aktuell ausschließlich für nichttragende Anwendungen eingesetzt.

Die mechanischen Eigenschaften sind ausreichend für die Aufnahme von Stoßlasten und leichten Konsollasten im Ausbau.

Übersicht über die Eigenschaften von Lehmbauplatten:

- nicht brennbar (Brandschutz)
- geringe hygrische und thermische Formänderungen (fugenlose Flächen)
- ausreichende mechanische Festigkeit für den Ausbau (Stoßfestigkeit, Konsollasten)
- feuchtigkeitsregulierende Eigenschaften, diffusionsoffen
- empfindlich gegenüber dauerhaft hoher Feuchtebeanspruchung, Gefügezerstörung bei dauerhafter Nässe
- oberflächenwarm (niedrige Wärmeeindringzahl)
- Gute Wärmespeicherfähigkeit bei schweren Lehmbauplatten ($d > 20$ mm)
- für Anwendungen mit Schall- und Brandschutzaufgaben prinzipiell geeignet, allerdings liegen aktuell kaum Verwendbarkeitsnachweise vor
- im Vergleich zu Gipsbauplatten höhere Materialkosten und aufwändigere Verarbeitung (Zuschnitt, Putzauftrag), Lehmbauplatten-Systeme sind vergleichsweise teuer

5 Holzwerkstoffplatten

5.1 Holz als Rohstoff

Holz und Holzwerkstoffe bestehen im Wesentlichen aus Zellulose und Lignin, die ihrerseits überwiegend aus den Bestandteilen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff aufgebaut sind.

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff, eines der meistgenutzten Pflanzenprodukte der Welt. Wald und Forstwirtschaft sind eng mit dem Klima und dem Klimawandel verbunden. Durch die Kohlenstoffspeicherung in den Wäldern, den Ersatz fossiler Energieträger und durch Einlagerung von Kohlenstoff in langlebigen Holzprodukten kann CO₂-Freisetzung vermieden bzw. reduziert werden. Klimaänderungen wirken sich negativ auf Waldbestände aus, der Waldrückgang durch Klimaveränderungen oder durch Waldrodung negativ auf das Klima. Die Entwaldungsrate sinkt zwar, ist in manchen Weltregionen aber immer noch hoch. Im Durchschnitt verschwinden pro Jahr etwa 5,2 Mio. Hektar Wald.

In Deutschland liegt der Gesamtvorrat bei 3,7 Mrd. Kubikmeter, der heimische Forst liefert derzeit jährlich etwas mehr als 70 Mio. Kubikmeter nutzbaren Holzes. Hauptabnehmer des Holzes sind die Sägeindustrie (Vollholzprodukte), die Holzwerkstoffindustrie und die Holz- und Zellstoffindustrie. Der Rohstoffbedarf der einheimischen Holzverarbeitenden Industrien lässt sich aus den nationalen Ressourcen nicht decken, Deutschland ist auf Holz-Importe angewiesen. Ökologisch nachhaltig sind diese Lieferbeziehungen nur, solange die Lieferkette nicht zu groß ist und die jeweiligen biologischen Kapazitäten nicht überbeansprucht werden. Die Transportentfernungen bei der Rohholzbeschaffung sind nicht zu unterschätzen, sie betragen je nach Quelle im Schnitt zwischen 80 km und 190 km, im Wesentlichen per Lkw-Transport. (Obkirchner et al. 2013)

Die hohe Durchforstung und Monokulturen in Kombination mit Trockenheit und Hitze führen zu einer zunehmenden Schädigung des heimischen Waldes, wovon die Holzartengruppe Fichte besonders betroffen ist. In den vergangenen Jahren kam es zu einem erhöhten Schadholzeinschlag, im Jahr 2020 waren es bereits $\frac{3}{4}$ der gesamten Waldrodung.

In Deutschland werden rund 7 bis 8 Millionen Tonnen Altholz pro Jahr durch die Sammlung erfasst. Davon werden circa 25 Prozent (ca. 2,2 Mio. t) stofflich, der Rest energetisch verwertet. Hauptabnehmer für das recycelte Altholz in Form von Hackschnitzeln ist die Spanplattenindustrie, für die Herstellung anderer Holzwerkstoffe wird dagegen kaum Altholz genutzt.

5.2 Holzwerkstoffe

5.2.1 Überblick

Holz wird zu einer Vielzahl von Produkten verarbeitet. Dabei wird zwischen Vollholzprodukten und Holzwerkstoffen unterschieden.

Der Begriff „Vollholz“ steht für Massiv- oder Schnittholz. Wuchstypische Holzeigenschaften wie Jahrringstruktur und Astansätze bleiben unverändert erhalten und prägen das typische Aussehen sowie die physikalischen Eigenschaften des Schnittholzes.

Bei Holzwerkstoffen wird das Holz zunächst zerkleinert und dann wieder zu neuen Werkstoffen zusammengesetzt. Diese weisen ein homogenes Eigenschaftsprofil auf und sind zumeist deutlich standfester und dimensionsstabiler als das natürliche Holz. (Informationsdienst Holz 2009) Die wichtigsten Holzwerkstoffe sind die Spanplatte, die Faserplatte, die Grobspanplatte (OSB, Oriented Strand Boards) sowie das Sperrholz.

Brettsperrholz und Brettschichtholz sind Bindeglieder zwischen dem Vollholz und den Holzwerkstoffen. Hier wird das Holz zunächst in kleine Bretter oder Stäbe zersägt, die dann wieder miteinander verleimt werden.

Holzwerkstoffe sind wichtige und unverzichtbare Materialien für das Handwerk und die verarbeitende Industrie, z.B. in der Möbelfertigung, im Baubereich, dem Verpackungswesen und dem Fahrzeugbau.

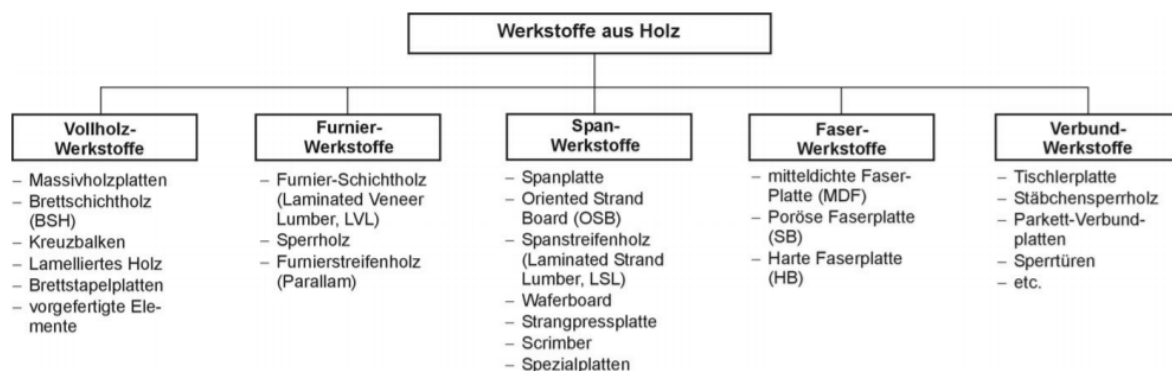


Abbildung 5.1: Einteilung der Holzwerkstoffe (nach Niemz 2002)

Im Weiteren werden nur **Spanplatten** und **OSB-Platten** aufgrund ihrer breiten Verfügbarkeit, ihrer Eignung für den betrachteten Anwendungsbereich und den im Vergleich zu anderen Holzwerkstoffen niedrigeren Materialkosten betrachtet. Des Weiteren sind poröse Faserplatten (**Holzfaserausbauplatten**) als Trägerplatte für Lehmputz sowie **Brettsperrholz** als Untergrund für Bekleidungen mit Gips- und Lehmputzplatten von Relevanz.

5.2.2 Marktanteile

OSB-, Span- und Faserplatten werden heute weltweit in einer Menge von zusammen etwa 300 Mio. Kubikmetern gefertigt. (Informationsdienst Holz 2009)

In Europa liegt der Anteil an Spanplatten bei etwas mehr als 50 %, OSB bei ca. 12 % und MDF bei ca. 20 %. In Deutschland erfolgt in etwa 20% der europäischen Gesamtproduktion, davon sind ca. zweidrittel Span- und OSB-Platten mit einer Gesamtmenge von ca. 8 Mio. m³ (StBA 2019).

5.2.3 Herstellung und Zusammensetzung von Holzwerkstoffen

Rohstoffe für Holzwerkstoffe

Als Rohmaterialien für Span- und Faserwerkstoffe lassen sich fast alle Holzarten verwenden, darüber hinaus auch viele andere pflanzliche Rohstoffe. Es dominieren zumeist die Nadelhölzer Fichte und Kiefer. Als Rohstoff werden, soweit verfügbar, Schwachhölzer von Durchforstungsmaßnahmen, aber auch Resthölzer der Sägeindustrie genutzt. Der große Rohstoffbedarf der Fertigungsanlagen lässt sich aus diesen Quellen aber nicht vollständig decken.

Klebstoffe für Holzwerkstoffe

Fast alle Holzwerkstoffe enthalten synthetische Klebstoffe. Darüber hinaus gibt es auch Span- und Faserwerkstoffe, die mit den mineralischen Bindemitteln Gips, Magnesit oder Zement gebunden sind. Auf den Verwendungszweck abgestimmt werden Bindemittel für nicht feuchtebeständige und für feuchtebeständige Verleimungen eingesetzt.

Für Platten mit nicht feuchtebeständiger Verleimung werden nahezu ausschließlich **Harnstoffharze (UF)** verwendet. Für feuchtebeständige Verleimungen werden vor allem **Phenol- und modifizierte Melaminleimharze (PF und MUF)** sowie **polymeres Diphenylmethandiisocyanat (PMDI)** eingesetzt.

Die Emissionen der Holzwerkstoffplatten sind abhängig vom verwendeten Bindemittel. Bei Harnstoffharzen UF ist die Formaldehydemission am höchsten. Die Phenolharze geben Formaldehyd nur noch in Spuren ab, PMDI ist emissionsfrei.

Fertigungsprinzip

Das Fertigungsprinzip der Holzwerkstoffe ist technisch ähnlich. Holz wird in Bretter, Furniere, Späne oder Fasern zerlegt, getrocknet und mit einem Bindemittel, meist ein organischer Klebstoff, versehen. Die beleimten Späne, Strands oder Fasern werden zu Vliesen gestreut, verdichtet und dann unter Einwirkung von Wärme und Druck zu großflächigen Platten verpresst. Nach dem Abkühlen der Platten werden diese besäumt, geschliffen und zugeschnitten. Danach können sie beschichtet oder anderweitig be- und verarbeitet werden. Die Herstellung der Holzwerkstoffe ist hochgradig mechanisiert. Moderne Produktionsanlagen haben Tagesleistungen von 3.000 Kubikmetern und mehr.

Die bei der Plattenherstellung anfallenden Reststoffe (Rinden, Sieb- und Schleifstäube, Sägespäne und Verschnittreste, Fehlschüttungen und Plattenausschuss) werden – häufig im Herstellbetrieb – energetisch genutzt oder in den Produktionskreislauf zurückgeführt. Die Holzwerkstoffherstellung zeichnet sich daher durch eine praktisch geschlossene und annähernd vollständige Rohstoffverwertung aus.

5.2.4 Eigenschaften von Holzwerkstoffen

Die hier vertieft betrachteten Holzwerkstoffplatten weisen üblicher Weise die nachfolgend dargestellten Eigenschaften auf. Spezielle Eigenschaften, wie z.B. erhöhte Feuchtebeständigkeit, Resistenz gegen biotische Schädlinge oder verbesserte brandschutztechnische Eigenschaften können durch Zugabe weiterer Stoffe erzielt werden.

Geometrie und Maße

Die Holzwerkstoffplatten sind in verschiedenen Dicken, Längen- und Breitenabmessungen lieferbar. Je nach Plattentyp sind breiten bis 3 m und Längen von bis zu 10 m möglich. Übliche Plattendicken für Wandbekleidungen liegen zwischen 9 mm und 18 mm, meist werden hierfür Platten der Dicken 12 mm bis 15 mm eingesetzt.

Für die Wandbekleidung auf der Baustelle werden meist kleinformatige Verlegeplatten (z.B. 600/625mm x 1200/2050mm) verwendet, sie haben in der Regel Nut- und - Feder Kantenprofile. Die Nut- und Federverbindung ermöglicht eine Endlosverlegung ohne dahinterliegendem Ständerprofil. Größere Plattenformate richten sich nach dem üblichen Rastermaß und der Raumhöhe im Holzrahmenbau (z.B. 1250 mm x 2600 mm).

Verarbeitung und Oberfläche

Holzwerkstoffplatten können im Allgemeinen wie Vollholz verarbeitet werden. Der Plattenzuschnitt erfolgt mit Stich- und Handkreissäge oder Fuchsschwanz. Auf geeignetem Untergrund können Sie ohne vorbohren verschraubt, genagelt und geklammert werden.

Alle Holzwerkstoffplatten weisen eine ebene Oberfläche auf. Je größer der Grad der Zerkleinerung des Holzes desto homogener, strukturloser wird die Oberfläche.

Üblicherweise werden Holzwerkstoffplatten für sichtbare Anwendungen im Innenausbau mit Beschichtungen / Furnieren versehen, OSB und Massivholzplatten sind auch ohne Beschichtung verwendbar. Dekorative Oberflächen sind in großer Vielfalt verfügbar, Akustikplatten sind gelocht oder geschlitzt.

Eine fugenfreie Wandoberfläche kann nicht geschaffen werden, die Rasterung / Stoßfugen sind immer erkennbar. Aus diesem Grund kommen Holzwerkstoffplatten im Ausbau als Decklage selten zur Anwendung, da üblicher Weise eine neutrale Anmutung gewünscht wird (Farbbeschichtung, Malervlies, Tapete, Dünnputzbeschichtungen, etc.) und die Möglichkeit zu Veränderung und Ausbesserung gegeben sein muss.

Brandschutz

Holzwerkstoffplatten bestehen im Wesentlichen aus organischen Verbindungen und sind deshalb brennbar. Nach DIN 4102 gelten Holz und Holzwerkstoffe als normalentflammbar (Baustoffklasse B2). Durch Feuerschutzmittel oder mineralische Bindemittel ist eine Klassifizierung als schwer entflammbar (Baustoffklasse B1) bis nichtbrennbar (Baustoffklasse A2) möglich. Die DIN EN 13501 klassifiziert die übliche Holzwerkstoffplatten ab einer Dicke von 9 mm in die Klasse D-s2, d0 (s2 = Rauchentwicklung, d0 = kein brennendes Abtropfen/Abfallen).

Je nach Holzart stellt sich im Brandfall eine annähernd lineare Abbrandgeschwindigkeit ein. Sie liegt bei Vollbrandbeanspruchung in der Größenordnung von 0,6 bis 1,0 mm/min. Die Verkohlungsschicht mit geringer Wärmeleitfähigkeit bildet eine Schutzschicht für das darunter liegende Holz. Infolge des kalkulierbaren Abbrands kann der Restquerschnitt in Abhängigkeit von der Branddauer abgeschätzt werden.

Nicht die geforderten Feuerwiderstandsdauern erweisen sich für Bauteile unter Verwendung von Holz und Holzwerkstoffen als problematisch, sondern die Gefahr der Brandweiterleitung, z.B. in unkontrollierbaren Hohlraumkonstruktionen mit Glutnestern und Schwelbränden – auch nach Löschvorgängen. (Pfau, Tichelmann, 2014)

Die Verwendung brennbarer Baustoffe ist bei der bauaufsichtlichen Forderung nach „feuerbeständigen“ Bauteilen (F 90-A oder F 90-AB) nicht zulässig (siehe Abschnitt 6.1)

Feuchteverhalten

Die Holzfeuchte beeinflusst alle mechanisch-physikalischen Eigenschaften. Holzwerkstoffe nehmen wie Vollholz Wasser aus der Luft und durch Kapillarkräfte auf. Dies führt einerseits zu einem angenehmen Raumklima, da durch die Auf- und Abnahme von Wasser (Sorptionsfähigkeit) die Raumluft reguliert werden kann. Andererseits führt dies zu einer Dimensionsveränderung und bei unkontrollierter Aufnahme zur Gefährdung der Gebrauchstauglichkeit der Platten. Mit erhöhter Holzfeuchtigkeit steigt die Gefahr des Angriffs von Pilzen.

In Folge der mit Feuchteänderung einhergehenden Veränderung der Materialfeuchte (Ausgleichsfeuchte) kommt es bei Holzwerkstoffen zu einem im Vergleich zu mineralischen Plattenwerkstoffen deutlich ausgeprägterem Schwind- und Quellverhalten. Die hygrische Längenänderung ist je nach Plattentyp in etwa 4- bis 6-mal höher als bei Gipsplatten und 2- bis 3-mal höher als bei Gipsfaserplatten und zementgebundenen mineralischen Platten. In einem Differenzklima (z.B. die Raumseite feucht, die Innenseite trocken) kommt es aufgrund der unterschiedlichen Feuchteverteilung über die Plattendicke zur Verformung (Plattenverzug, Beulen). Aufgrund dieser Eigenschaften ist die Ausbildung fugenfreier Oberflächen im Ausbau mit Holzwerkstoffplatten nicht möglich. Beschichtungen können durch die reduzierte Feuchteaufnahme eine Erhöhung der Formbeständigkeit bewirken.

Tabelle 5.1: Maßänderung (Schwinden und Quellen) für verschiedene Holzwerkstoffe (Scholz 2018)

Holzwerkstoff	Maßänderung je 1% Änderung des Feuchtegehalts		
	Länge [%]	Breite [%]	Dicke [%]
Spanplatten	0,015...0,05	0,015...0,05	0,45...0,7
OSB-2	0,03	0,04	0,7
OSB-3	0,02	0,03	0,05
MDF	0,015...0,05	0,015...0,05	0,7

Emissionen

Holzwerkstoffe enthalten geringe Mengen an natürlichen flüchtigen Holzinhaltstoffen (VOC) sowie Formaldehyd in Abhängigkeit des verwendeten Bindemittels. Diese Gase können die Umwelt sowie die menschliche Gesundheit schädigen. Formaldehyd entweicht kontinuierlich, vorwiegend an den Stellen, die nicht verklebt oder zusätzlich geschützt sind (z.B. an Sägeschnitten oder aus Bohrlöchern). Seit 1977 ist der Richtwert von 0,1 ml/m³(ppm) als Maximum für Formaldehyd in Innenräumen festgelegt (Klasse E1). Dieser gesetzliche Grenzwert wird von allen modernen Platten deutlich unterschritten. Von den Qualitätsgemeinschaften im Holzfertigbau werden Span- und OSB-Platten verwendet, deren Emissionswert maximal 0,03 ppm betragen darf. Spanplatten mit der Bezeichnung E0 sind formaldehydfrei. Zementgebundenen Spanplatten sind geruchsneutral und nahezu emissionsfrei.

Um das Auftreten überhöhter Emissionen zu vermeiden, ist im Ausbau ein besonderes Augenmerk auf die Materialauswahl und die Verbauungssituation zu richten. Bei sachgerechtem Einbau von Holz und Holzprodukten ist ein gesundheitliches Risiko nicht zu erwarten.

Bauphysikalische Kennwerte

Der Wasserdampfdiffusionswiderstand von OSB und Spanplatten liegt zwischen 50 (feucht) und 300 (trocken) (DIN 20000). Holzwerkstoffplatten sind damit, bedingt durch den Leimanteil, deutlich diffusionsdichter als die mineralischen Gips- und Lehmbauplatten.

Die Wärmeleitfähigkeit spielt bei plattenförmigen Bekleidungswerkstoffen in der baupraktischen Anwendung keine relevante Rolle, bei Vollholzbauteilen schon. Sie basiert im Wesentlichen auf der Wärmeleitfähigkeit des Holzes (0,13 W/mK) und ist von der jeweiligen Plattenrohddichte abhängig. Im üblichen Rohddichtebereich ist die Wärmeleitfähigkeit geringer als bei mineralischen Bauplatten (DIN EN 13986).

Mechanisches Verhalten und Rohdichte

Die Rohdichte der für Wandbekleidungen üblicher Weise eingesetzten Holzwerkstoffplatten (OSB, Spanplatte) liegt zwischen 600 kg/m^3 und 700 kg/m^3 und damit im Mittel etwas unter der Rohdichte von Gipsplatten. Zementgebundenen Spanplatten weisen Rohdichten über 1000 kg/m^3 auf.

Die mechanischen Eigenschaften von Holzwerkstoffplatten liegen in der Regel über denen von Gipsbauplatten. Die höheren Festigkeiten und Steifigkeiten werden allerdings im nicht tragenden Bereich, z.B. bei Ständerwänden, im Allgemeinen nicht benötigt. Die meisten Holzwerkstoffplatten können für tragende, mittragende und aussteifende Anwendungen im Holzbau angewendet werden. Die jeweiligen Kennwerte sind abhängig vom Plattentyp normativ oder in Zulassungen geregelt. Die Platten besitzen eine widerstandsfähige und robuste Oberfläche, sie sind unempfindlich gegen Anpralllasten, Stöße und Kratzer und damit für strapaziösen Gebrauch besonders geeignet.

Übersicht über die Eigenschaften von kunstharzgebundenen Holzwerkstoffplatten:

- organischer, nachwachsender Rohstoff
- brennbar (Brandschutz)
- hohe hygrische Formänderungen (keine fugenlosen Flächen)
- als Untergrund für Fliesenbeläge nur bedingt geeignet, als direkter Untergrund für Farbbeschichtungen, Tapeten, etc., ungefällig/unüblich
- diffusionsdichter als Gips- und Lehmbauplatten
- empfindlich gegenüber dauerhaft hoher Feuchtebeanspruchung, Gefügezerstörung bei dauerhafter Nässe, biotischer Befall
- oberflächenwarm (niedrige Wärmeeindringzahl)
- sehr gute mechanische Festigkeit für den Ausbau (Stoßfestigkeit, Konsollasten) und tragende Anwendungen, einfache Befestigung von Konsollasten
- für Anwendungen mit Schallschutzaufgaben und Feuerwiderstand bis F 30 geeignet
- Schadstoffemissionen (Formaldehyd) bei bestimmten Plattentypen
- im Vergleich zu Gipsbauplatten höhere Materialkosten und aufwändigere Verarbeitung

5.2.5 Spanplatten

Spanplatten haben einen meist dreischichtigen Aufbau und besitzen isotrope Festigkeitswerte in Längs- und Querrichtung. Sie bestehen aus höher verdichteten Deckschichten und einer Mittelschicht, von deren Art der Ausbildung die Platteneigenschaften beeinflusst werden. Die Mittelschicht besteht aus dickeren Spänen, die zwar zur Erhöhung der Querkzugfestigkeit beiträgt, jedoch die Dickenquellung der Platte negativ beeinflusst.

Der jährliche Holzbedarf der deutschen Spanplattenindustrie beträgt über 5 Millionen Tonnen, wobei der Recyclingholzanteil derzeit bei ca. 30 Prozent liegt. Zur stofflichen Nutzung sind nach der aktuellen deutschen Altholzverordnung nur bestimmte Althölzer zulässig. Da eine sortenreine Trennung bisher kaum möglich ist, werden derzeit auch höherwertige Restsortimente der

energetischen Nutzung zugeführt. (Abruf WKI Fraunhofer, Forschungsschwerpunkt Recycling von Altholz und WPC, 2022)

Nach DIN EN 312 werden sieben Plattentypen (P1 bis P7) für verschiedene Anwendungsbereiche unterschieden. Für den Innenausbau sind die Plattentypen P2 (nichttragend, trocken) und P3 (nichttragend, feucht) geeignet und ausreichend, es kommen aber auch die Typen P4 (tragend, trocken) und P5 (tragend, feucht) zum Einsatz.

Spanplatten gehören zu den preiswertesten Holzwerkstoffplatten. Das ist dadurch begründet, dass Harnstoff-Formaldehyd der preiswerteste Leim ist und die Späne für Spanplatten zum Teil aus Recyclingholz gewonnen werden.

Der Anwendungsbereich der Spanplatte ist sehr breit. Betrachtet man den Endverbrauch 2020 wird die Spanplatte überwiegend in der Möbelindustrie verwendet.

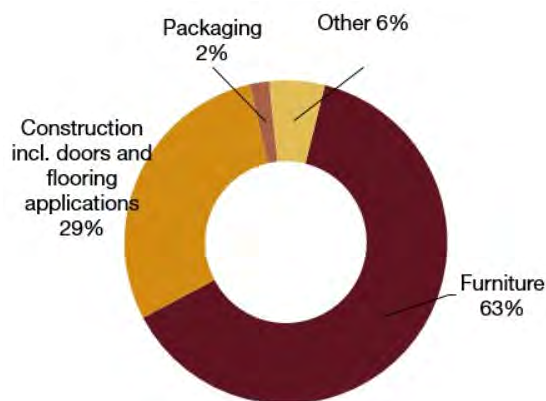


Abbildung 5.2: Anwendungsbereiche von Spanplatten (European Panel Federation, 2020)

Spanplatten können mit verschiedenen Oberflächenmaterialien, wie Melaminfilm, Laminat, Kunststofffilm, Papier, usw. beschichtet werden. Die gängigste Beschichtung ist der Melaminfilm. Die Beschichtung reduziert die Feuchtigkeitsaufnahme der Platten und mindert so deren Quellverhalten. Die rohe Oberfläche kann gestrichen, gespritzt, gerollert und mit Einschränkungen verputzt, tapeziert oder mit Fliesen und Linoleum belegt werden.

5.2.6 OSB-Platten

OSB-Platten (Oriented Strand Board) sind mehrschichtige Grobspanplatten, die aus Holzspänen mit einer Länge von 60 bis 150 mm und einer Breite 5 bis 30 mm und einer Dicke von 0,4 bis 1 mm bestehen, welche in drei Schichten Kreuzweise orientiert sind (Oriented Strand Board). Als Rohstoff wird hauptsächlich Nadel-Frischholz verwendet

Als Bindemittel werden Phenol-Formaldehydharz (PF), Melamin-Harnstoff-Formaldehydharz (MUF) oder Polyisocyanat-Klebstoffe (PMDI) eingesetzt. In Europa ist es gängig eine Kombination aus MUF und PMDI zu verwenden.

Nach DIN EN 300 werden zwischen vier Plattentypen (OSB/1 bis OSB/4) für verschiedene Anwendungsbereiche unterschieden. Für die Wandbekleidung im Innenausbau kommen üblicher Weise die Plattentypen OSB/1 (nichttragend, trocken), OSB/2 (tragend, trocken) und OSB/3 (tragend, feucht) zum Einsatz.

OSB-Platten werden typischer Weise eingesetzt für tragende Anwendungen im Holzrahmenbau, im Innenausbau und als Verpackungsmaterial.

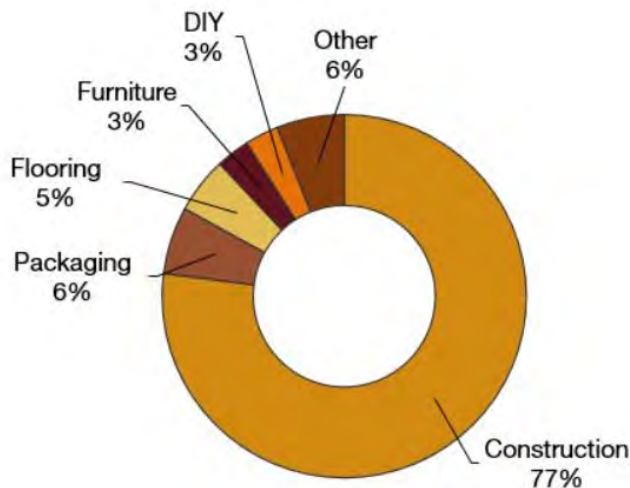


Abbildung 5.3: Anwendungsbereiche von OSB-Platten (European Panel Federation, 2020)

Die Plattenoberfläche wird meist roh belassen, sie kann aber auch geschliffen oder wasserabweisend behandelt sein. Die Oberfläche kann gestrichen, gespritzt, gerollert, gewachst und mit Einschränkungen verputzt, tapeziert oder mit Fliesen und Linoleum belegt werden.

5.2.7 Holzfaser-Ausbauplatten als Trägerplatte für Lehmputz

Holzfaser-Ausbauplatten (HFA) sind aus Holzfasern, gegebenenfalls unter Hinzufügung von Bindemitteln und/oder Zusatzmitteln, werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe mit einem Massenanteil von mindestens 80 % Holzfasern. Die Platten werden im kontinuierlichen Betrieb auf großen Bandanlagen im Trockenverfahren hergestellt. Holzfaser-Ausbauplatten sind in DIN EN 13171 (Produkte aus Holzfasern für die Wärmedämmung) geregelt.

Übliche Plattendicken für die Befestigung auf einer Ständer-Unterkonstruktion liegen zwischen 20 mm und 35 mm. Die Formate bewegen sich in einem Bereich von 60 bis 125 cm Breite und 120 bis 187,5 cm Länge

Holzfaser-Ausbauplatten sind mit Stich- und Handkreissäge oder Fuchsschwanz zu schneiden, es kommt zu starker Staubeentwicklung.

Die Festigkeitseigenschaften der Platten hängen im Wesentlichen von der Zugfestigkeit des Armierungsgewebes und dessen Verbund mit dem Lehmkern ab.

5.2.8 Brettsperrholz

Brettsperrholz (BSP), auch Cross Laminated Timber (CLT oder X-Lam) ist ein flächiges, massives Holzprodukt für tragende Anwendungen. Es besteht aus mindestens drei rechtwinklig zueinander verklebten Brettlagen aus Nadel schnittholz

Die Rohware des Brettsperrholzes besteht überwiegend aus Nadelholzlamellen mit einer Dicke zwischen 17 mm und 45 mm. Die Nadelholz bretter werden auf eine Holzfeuchte von 12% meist technisch getrocknet und danach vorgehobelt. Die Lamellen werden in einem Pressbett nebeneinandergelegt und vor der nächsten um 90° gedrehten Lage mit dem Klebstoff beschichtet. Die Verklebung der handelsüblichen Brettsperrholzelemente erfolgt zurzeit über die Klebstofftypen PUR und MUF. Diese Klebstoffsysteme ermöglichen schnelle Aushärtezeiten und transparente Klebefugen. Der Klebstoffanteil am fertigen Produkt beträgt weniger als 1%

Die Gesamtdicke der Elemente darf je nach Zulassung des Herstellers bis zu 500 mm betragen, üblich sind Dicken von bis zu 300 mm. Die Plattenabmessungen variieren je nach Herstellungsverfahren. Üblich sind Elementbreiten bis 2,95 m und Elementlängen bis 16,00 m.

Da Holz in Faserrichtung ein sehr geringes Quell- und Schwindverhalten von weniger als 1 % aufweist, quer zur Faserrichtung aber bis zu 10 % die Dimension ändern kann, wird durch die kreuzweise Verleimung das Quellen und Schwinden in Plattenebene stark eingeschränkt. In der Plattendicke liegt dagegen keine Absperrung vor, sodass in dieser die normale Quellung erfolgen kann.

Die Festigkeits- und Steifigkeitswerte sind produktabhängig, sie können je nach Aufbau des Querschnittes und Produktionsverfahren des jeweiligen Herstellers stark differieren. Die mechanischen Eigenschaften sind über Zulassungen geregelt.

Derzeit ist das wichtigste Einsatzgebiet das Bauwesen. Mehrschichtige Platten werden insbesondere als tragende und raumbildende Bauteile wie Wand-, Dach- und Deckentafeln eingesetzt. Die großformatigen Platten werden vorgefertigt und mit CNC-Maschinen bearbeitet. Sichtqualitäten sind möglich.

Die konstruktiven Vorteile der Brettsperrholzbauweise wie einfache Fügung und Detailausbildung, die Ableitung hoher Lasten und die Realisierung großer Spannweiten werden durch die, ohne weitere Maßnahmen, schlechten bauphysikalischen Eigenschaften (Schallschutz, Brandschutz, Wärmeschutz) relativiert.

6 Anforderungen an Wandsysteme

6.1 Brandschutz

Im Industrie- und Gewerbebau, im Wohnungsbau und bei der Sanierung von Gebäuden wird eine Vielzahl von Aufgabenbereichen des baulichen Brandschutzes durch Konstruktionen in Trockenbauweise, z.B. Trennwände, Unterdecken und Bekleidungen, übernommen. Die Brandentstehung, die Brandausbreitung und Brandfolgeschäden können durch deren fachgerechten Einsatz erheblich reduziert werden.

Trockenbau-Wandsysteme schaffen Flucht- und Rettungswegen (z.B. Flure, Treppenraumwände) zur Evakuierung von Personen aus brennenden Räumen. Als raumabschließende Bauteile verhindern sie die Ausbreitung von Feuer innerhalb eines Gebäudes.

Für die Bewertung der Leistungsfähigkeit von Systemen im Brandschutz gibt es zwei Beurteilungsebenen, auf die nachfolgend näher eingegangen wird:

1. die Baustoffeigenschaften („Baustoffklasse“),
2. die Bauteileigenschaften („Feuerwiderstandsklasse“).

6.1.1 Baustoffklasse, Feuerwiderstandsklasse und Gebäudeklasse

Baustoffklasse

Die Brandentstehung und die Brandausbreitung in einem Raum werden durch das Brandverhalten der umgebenden Baustoffe beeinflusst. Hinsichtlich des Brandverhaltens wird nach DIN 4102-1 zwischen nicht brennbaren Baustoffen der Klasse A und brennbaren Baustoffen der Klasse B und deren Entflammbarkeit unterschieden. Neben der Brennbarkeit eines Baustoffes sind vor allem Brandnebenerscheinungen wie die Entwicklung von Rauch sowie das Verflüssigen und (brennende) Abtropfen von Baustoffen, wie Kunststoffen, von Relevanz. Diese Erscheinungen werden nach der Klassifizierung nach europäischer Norm ergänzend mit angegeben (s bzw. d).

Feuerwiderstandsklasse

Oberstes Ziel im Brandschutz ist die Rettung von Leben. Bauteile mit Feuerwiderstandsfähigkeit ermöglichen über einen bestimmten Zeitraum die sichere Evakuierung und verhindern darüber hinaus die Brandweiterleitung im Gebäude. Die Feuerwiderstandsfähigkeit bezieht sich bei tragenden und aussteifenden Bauteilen auf deren Standsicherheit im Brandfall, bei raumabschließenden Bauteilen auf deren Widerstand gegen die Brandausbreitung. Eine Zuordnung der Bauteile in Feuerwiderstandsklassen erfolgt nach der Zeitdauer, während der das Bauteil bzw. die Baukonstruktion beim Norm-Brandversuch mit festgelegten Randbedingungen dem Feuer Widerstand bietet (z.B. 30 min bei der Feuerwiderstandsklasse F 30).

Bei den bauordnungsrechtlichen Anforderungen der Musterbauordnung und der Landesbauordnungen an das Brandverhalten von Bauteilen werden die nachfolgenden Feuerwiderstandsfähigkeiten unterschieden:

- feuerhemmend („F 30“ *),
- hochfeuerhemmend („F 60“ *) und
- feuerbeständig („F 90“ *).

* Den bauaufsichtlichen Benennungen sind über die Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) die genannten Feuerwiderstandsdauern zugeordnet.

Neben der Feuerwiderstandsdauer der Bauteile geht auch das Brandverhalten der für ein Bauteil verwendeten Baustoffe in die Einstufung ein (§26 MBO). Feuerbeständige Bauteile müssen im Wesentlichen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen, hochfeuerhemmende Bauteile aus brennbaren Baustoffen eine wirksame Brandschutzbekleidung besitzen.

Gebäudeklassen

Gebäude werden nach der §2 der Musterbauordnung in folgende Gebäudeklassen eingeteilt:

Gebäudeklasse 1: freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m²,

Gebäudeklasse 2: Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m²,

Gebäudeklasse 3: sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m,

Gebäudeklasse 4: Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m²,

Gebäudeklasse 5: sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude.

Daneben gibt es Regelungen für Sonderbauten wie Hochhäuser, größere Verkaufsstätten, Versammlungsstätten, Krankenhäuser, Schulen, etc.

6.1.2 Brandschutzanforderungen an Trennwände

Die Anforderungen an den baulichen Brandschutz sind in den Landesbauordnungen enthalten. Die brandschutztechnischen Anforderungen an Gebäude beziehen sich auf Bauteile (z. B. Wände, Decken, Treppen usw.), auf Gebäudebereiche (z. B. Fluchtwege, Treppenträume usw.) und auf Abstandsflächen. Anforderungen werden vor allem an die Eigenschaften der Baustoffe (Baustoffklasse) und der Bauteile (Feuerwiderstand) gestellt.

Die Höhe der Anforderungen hängt vor allem ab von

- den Abmessungen des Gebäudes, wie Höhe und Grundfläche („Gebäudeklasse“),
- der Nutzungsart, z.B. ob es sich um ein reines Wohngebäude, um einen Sonderbau, wie eine Verkaufs- oder eine Versammlungsstätte, oder um eine Mischnutzung handelt,
- der Nutzungsintensität, z. B. der Anzahl der Nutzungseinheiten oder der Anzahl der Personen in einem Gebäude.

Die Anforderungen an Bauteile sind in den Paragraphen 27 bis 32 der Musterbauordnung geregelt. Die entsprechenden Aussagen mit Relevanz für Wandsysteme werden nachfolgend verkürzt wieder gegeben (siehe auch Tabelle 6.1)

Raumabschließende Bauteile müssen ausreichend lang widerstandsfähig gegen die Brandausbreitung sein. Sie müssen

1. in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 feuerbeständig,
2. in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 hochfeuerhemmend,
3. in Gebäuden der Gebäudeklassen 2 und 3 feuerhemmend sein.

In Gebäuden der Gebäudeklasse 1 werden keine Anforderungen an den Feuerwiderstand der Bauteile gestellt.

Trennwände (§29 MBO) als raumabschließende Bauteile von Räumen innerhalb von Geschossen sind erforderlich zwischen Nutzungseinheiten sowie zwischen Nutzungseinheiten und anders genutzten Räumen. Zudem werden brandschutztechnisch klassifizierte Trennwände zu Räumen mit erhöhter Brandlast sowie zu besonders schutzbedürftigen Räumen angeordnet. Öffnungen in Trennwänden sind nur zulässig, wenn sie auf die für die Nutzung erforderliche Zahl und Größe beschränkt sind; sie müssen feuerhemmende, dicht- und selbstschließende Abschlüsse haben.

Nichttragende Außenwände (§28 MBO) und nichttragende Teile tragender Außenwände müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen; sie sind aus brennbaren Baustoffen zulässig, wenn sie als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sind.

Jede **notwendige Treppe** muss zur Sicherstellung der Rettungswege aus den Geschossen ins Freie in einem eigenen, durchgehenden Treppenraum liegen (**notwendiger Treppenraum**, §35 MBO).

Notwendige Treppen ohne eigenen Treppenraum sind zulässig in Gebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2. In notwendigen Treppenräumen müssen Bekleidungen, Putze, Dämmstoffe, Unterdecken und Einbauten aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Wände und Decken aus brennbaren Baustoffen müssen eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben.

Die **Wände notwendiger Treppenräume** müssen als raumabschließende Bauteile

1. in Gebäuden der Gebäudeklasse 5 die Bauart von Brandwänden haben,
2. in Gebäuden der Gebäudeklasse 4 auch unter zusätzlicher mechanischer Beanspruchung hochfeuerhemmend und
3. in Gebäuden der Gebäudeklasse 3 feuerhemmend sein.

Notwendige Flure (§36 MBO) sind Flure, über die Rettungswege aus Aufenthaltsräumen oder aus Nutzungseinheiten mit Aufenthaltsräumen zu Ausgängen in notwendige Treppenräume oder ins Freie führen. Diese müssen so angeordnet und ausgebildet sein, dass die Nutzung im Brandfall ausreichend lang möglich ist.

Notwendige Flure sind nicht erforderlich

1. in Wohngebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2,
2. innerhalb von Nutzungseinheiten mit nicht mehr als 200 m² und innerhalb von Wohnungen,
3. innerhalb von Nutzungseinheiten, die einer Büro- oder Verwaltungsnutzung dienen, mit nicht mehr als 400 m².

In notwendigen Fluren müssen Bekleidungen, Putze, Unterdecken und Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Wände und Decken aus brennbaren Baustoffen müssen eine Bekleidung aus nichtbrennbaren Baustoffen in ausreichender Dicke haben.

Die **Wände notwendiger Flure** müssen als raumabschließende Bauteile feuerhemmend sein.

Sie müssen so breit sein, dass sie für den größten zu erwartenden Verkehr ausreichen.

Die Wände sind bis an die Rohdecke zu führen, Türen müssen dicht schließen.

6.2 Schallschutz

Die Schallschutzanforderungen an Trennbauteile zwischen Nutzungseinheiten sind in DIN 4109-1 „Schallschutz im Hochbau, Teil 1: Mindestanforderungen“ verbindlich geregelt. Darüber hinaus sind in DIN 4109-5 „Erhöhte Anforderungen“ Schalldämm-Maße für einen erhöhten Schallschutz vorgeschlagen. Anhaltswerte für einen normalen und erhöhten Schallschutz im eigenen Nutzungsbereich für Wohn-, Büro- und Verwaltungsgebäude werden in dieser Studie der DIN 4109, Beiblatt 2 (zurückgezogen) entnommen.

Luftschall zwischen zwei aneinander grenzenden Räumen wird nicht nur über das trennende Bauteil übertragen, sondern es erfolgt auch eine Schallübertragung über Nebenwege, im Wesentlichen über die vier angrenzenden, flankierenden Bauteile. Durch diese zusätzliche Längsübertragung wird zusätzlich Schallenergie zwischen den benachbarten Räumen übertragen, die resultierende Schalldämmung reduziert sich entsprechend. Aus diesem Grund ist vor allem im Leichtbau die Schalldämmung der Trennbauteile R_w sowie die Schall-Längsdämmung der flankierenden Bauteile höher zu wählen, als die angestrebte resultierende Schalldämmung R'_w . Um die in Tabelle 6.1 aufgeführten resultierenden Schalldämm-Maße auch zu erreichen, müssen Trennwände eingesetzt werden, deren Schalldämm-Maße R_w um etwa 7 dB über den genannten Zielwerten liegen.

Tabelle 6.1: Wandsysteme (innere Trennwände) - Zusammenstellung der wichtigsten Brandschutzanforderungen nach MBO abhängig von der Gebäudeklasse (ohne Sonderbauten, Kellergeschoss, etc.) sowie der Schallschutzanforderungen bzw. -empfehlungen nach DIN 4109, bei üblicher Nutzung.

Wandsystem	Brandschutz Feuerwiderstand					Schallschutz Schalldämm-Maß ²⁾ R'_w	
	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	Mindestwert	Empfehlung
Tragende Wand	-	fh	fh	hfh	fb	-	-
Trennwand zwischen Nutzungseinheiten	-	fh	fh	hfh	fb	53 dB	56 dB
Treppenraumwand (notwendiger Treppenraum)	-	fh ¹⁾	fh	hfh + bw	fb + bw	53 dB	56 dB
Flurwand (notwendiger Flur)	-	-	fh	fh	fh	-	37 dB ³⁾ 42 dB ⁴⁾
Raumtrennwand (ohne Brandschutzanforderungen, sofern nichttragend)	Innerhalb einer Wohnung, z.B. zwischen Wohn- und Schlafzimmer					-	40 dB ³⁾ 47 dB ⁴⁾
	Bürotrennwand					-	37 dB ³⁾ 42 dB ⁴⁾
	Hotels und Beherbergungsstätten					47 dB	52 dB
	Krankenhäuser und Sanatorien					47 dB	52 dB
	Unterrichtsräume					47 dB	-

fh: feuerhemmend, hfh: hochfeuerhemmend, fb: feuerbeständig.

bw: Brandwand (Stoßbeanspruchung)

¹⁾ Falls Treppenraum vorhanden.

²⁾ Mindestwerte nach DIN 4109-1, Empfehlungen nach DIN 4109-5, wenn nicht anders aufgeführt.

³⁾ normaler Schallschutz DIN 4102:1989-11, Beiblatt 2 (zurückgezogen).

⁴⁾ erhöhter Schallschutz DIN 4102:1989-11, Beiblatt 2 (zurückgezogen).

6.3 Statisch-konstruktive Anforderungen an nichttragende Trennwände

Die Anforderungen an Ständerwandsysteme als nichttragende Trennwände sind in DIN 4103-1 „Nichttragende innere Trennwände; Anforderungen, Nachweise“ geregelt. Nichttragende innere Trennwände sind nach DIN 4103-1 definiert als Bauteile, die nicht zur Gebäudeaussteifung herangezogen werden dürfen und ihre Standsicherheit erst durch Anschlüsse an die tragenden Bauteile des Bauwerkes erhalten.

DIN 4103-1 ist eine Fachgrundnorm. In ihrer Anwendung ist sie daher unabhängig von der jeweiligen Ausführungsart der nicht tragenden inneren Trennwand. In DIN 4103-1 werden für die Anforderungen an Trennwände zwei Einbaubereiche unterschieden:

- Einbaubereich 1: Bereiche mit geringer Menschenansammlung (Wohnungen, Hotel-, Büro- und Krankenzimmer einschließlich der Flure),
- Einbaubereich 2: Bereiche mit großer Menschenansammlung (größere Versammlungsräume, Schulräume, Hörsäle, Ausstellungs- und Verkaufsräume).

Nichttragende Wandsysteme müssen außer ihrem Eigengewicht auch die auf ihre Fläche einwirkenden Lasten aufnehmen und zu den angrenzenden Bauteilen (Wänden, Decken) weiterleiten. Hierzu gehören

- Leichte Konsollasten nach DIN 4103-1 (Regale, Wandschränke, Sanitärerzeugnisse u. Ä.) und
- Stoßlasten; DIN 4103-1 unterscheidet zwischen weichem Stoß (z. B. Anprall eines menschlichen Körpers) und hartem Stoß (z. B. Aufprall harter Gegenstände).
- Windlasten (z.B. im Hallenbau),

Zur Befestigung schwerer Konsollasten (z.B. WCs) sind bei allen Metallständerwänden besondere Konstruktionsteile erforderlich, z.B. Traversen oder Tragständer, um die Lasten in die Unterkonstruktion bzw. direkt in den Rohbau einzuleiten.

Die einwirkenden horizontalen Belastungen in Kombination mit einer Durchbiegungsbegrenzung limitieren die Bauhöhe nichttragender Wandsysteme. Die zulässige Höhe der Wandsysteme ist in DIN 18183-1 oder durch Nachweis der Hersteller in Abhängigkeit des Wandaufbaus definiert. Ständerwandsysteme als Verbundkonstruktion aus vertikalen Ständern und aussteifender, knicklängen-reduzierender Beplankung mit einer nachgiebigen Verbindung über mechanische Verbindungsmittel erzielen eine vielfach höhere Tragfähigkeit als die Summe der Tragfähigkeiten der Einzelbauteile.

6.4 Baubetriebliche Rahmenbedingungen

Im Bauablauf erfolgt die Montage der Unterkonstruktion der Trockenbauwände, außer bei untergeordneten Raumtrennwänden mit niedrigen Schallschutzanforderungen, vor der Einbringung des Estrichs. In der Baupraxis werden die Wände üblicher Weise einseitig raumhoch beplankt und auf der gegenüberliegenden Wandseite im unteren Bereich mit Plattenstreifen abgestellt. Dies hat den Vorteil, dass der Estrich incl. Randdämmstreifen und Folienlagen, Dämmung etc. zeitnah eingebracht werden kann und gleichzeitig die Wand zwar fixiert, aber noch einseitig offen für Installationen (Haustechnik, Elektro) ist.

Bei mehrlagiger Beplankung werden die unteren Lagen systemgerecht verspachtelt / gestoßen. Dagegen dürfen die Decklagen erst nach dem Abschluss von feuchte- oder temperaturintensiven Arbeiten (Estrich, Putz) bei stabilen bauklimatischen Bedingungen verspachtelt oder beschichtet werden.

Bei der Verspachtelung und Oberflächenbeschichtung sind die bauklimatischen Randbedingungen der Systemgeber einzuhalten. Bei der Verarbeitung von Gipsbauplatten sollte eine relative Luftfeuchtigkeit von 80 % nicht überschritten, eine Temperatur von 10° C nicht unterschritten werden. (BV Gips, Merkblatt 1, 2011). Die Randbedingungen für Lehmbausysteme sind ähnlich, die relative Luftfeuchtigkeit sollte unter 70 % liegen.

7 Nichttragende Ständerwandsysteme (Trockenbauwände)

7.1 Einleitung und Definition

Die in den Abschnitten 3, 4 und 5 beschriebenen Plattenwerkstoffe eignen sich für die oberflächenbildende Bekleidung von Aus- und Trockenbaukonstruktionen wie Trennwandsystemen, Deckenbekleidungen und Unterdecken oder für Bauteilbekleidungen. Einige der betrachteten Plattenwerkstoffe (Lehmbauplatten und Holzfaser-Ausbauplatten) sind hierfür zusätzlich mit einem Lehmputzaufrag zu beschichten.

In der vorliegenden Studie werden Wandsysteme betrachtet, die keine tragende Funktion im Gebäude übernehmen, z.B. Trockenbauwände, sowie am Rande nichttragende Bekleidungen von Massivholzwänden. Die Ständerwandsysteme erfüllen die Funktion der Rauntrennung und gleichzeitig bauphysikalische Aufgaben. Außerdem dienen sie der Integration von Installationen sowie der architektonischen Gestaltung. Spezielle Wandsysteme können eine Vielzahl an Sonderfunktionen (z.B. Flächenheizung, Einbruchhemmung, etc.) übernehmen. Durch ihr geringes Gewicht können leichte Ständerwandsysteme grundrissunabhängig gestellt werden. Mit allen Systemen sind Wandabzweigungen und Wandecken zu realisieren. Öffnungen, Türen und andere Einbauten können integriert werden. Die konstruktive Ausbildung der Anschlüsse ist bei allen Systemen prinzipiell ähnlich. Im Gipstrockenbau existieren zudem Lösungen für Bewegungsfugen und gleitende Anschlüsse, auch bei Brand- und Schallschutzanforderungen.

Die verschiedenen Ständerwandsysteme zeichnen sich durch ganz bestimmte bauphysikalische, statisch-konstruktive und qualitative Merkmale aus. Trotz prinzipiell ähnlichen Aufbaus werden durch Variation der Unterkonstruktion (Anordnung, Steghöhe, usw.) und der Beplankung (Material, Dicke, Lagigkeit, usw.) unterschiedliche Eigenschaften generiert.

Kriterien für die Auswahl eines geeigneten Ständerwandsystems sind in Tabelle 7.1 aufgeführt. Bei Ausschreibungen sind die allgemeinen Anforderungen durch genaue Daten zu spezifizieren.

In den nachfolgenden Abschnitten werden nichttragende Ständerwandsysteme im Allgemeinen betrachtet, deren Aufbau und Konstruktion, Anforderungen und Wirkprinzipien. Die Aussagen gelten sinngemäß auch für Vorsatzschalen, diese sind im Gegensatz zu Ständerwänden nur auf einer Wandseite beplankt.

Die spezifischen Eigenschaften der Wandsysteme in Verbindung mit den jeweiligen Plattenwerkstoffen werden daran anschließend in den Abschnitten 7.5 bis 7.7 beschrieben, da die Leistungsfähigkeit der Konstruktionen wesentlich von den verwendeten Plattenwerkstoffen der Bekleidung abhängt.

Tabelle 7.1: Kriterien für die Auswahl eines geeigneten Ständerwandsystems oder einer geeigneten Vorsatzschale (Pfau, Tichelmann, 2014)

Auswahlkriterien für den Plattenwerkstoff	Auswahlkriterien für das Ständerwandsystem/die Vorsatzschale
mechanische Eigenschaften: • mechanische Festigkeit (Biegefestigkeit) • Stoßfestigkeit • Oberflächenhärte, Druckfestigkeit	Systemeigenschaften: • Wanddicke • Wandhöhe • Wandgewicht • Flexibilität, Umsetzbarkeit • Integration Technik, Installationen • Belastbarkeit: Konsollasten, Schocksicherheit usw. • Integration von Fenstern, Türen, Durchführungen usw. (bei Erhalt der bauphysikalischen Eigenschaften) • baubetriebliche Aspekte (Bauzeit, Wartezeiten, Bauablauf)
bauphysikalische Eigenschaften: • Brandschutz (Baustoffklasse) • Feuchteempfindlichkeit • Diffusionsoffenheit, Sorptionsfähigkeit • Maßhaltigkeit, Dehnungsverhalten	bauphysikalische Eigenschaften: • Feuerwiderstand • Luftschalldämmung • Schall-Längsdämmung • Wärmedämmung
	Erfüllung von Sonderanforderungen: • Strahlenschutz • Reinraumwand • schussfest usw.
Oberfläche: • Material • Reinigung • Beschichtung (streichen, verputzen, tapezieren usw.)	Gestaltung: • fugenfrei oder elementiert • geschwungene Formen • Oberfläche
	ökologische Gesichtspunkte
Handhabung: • Verarbeitung, Formbarkeit • Gewicht (Transport) • Abmessungen (Dicke, Länge, Breite) • Verbindungsmittel, Verfugung	Kosten: • Herstellkosten • Entsorgungskosten • Kosten für Umsetzen der Wände • Kosten für nachträgliche Einbauten

7.2 Aufbau und Montage von Ständerwandsystemen

Leichte Montagewände in Trockenbauweise sind nicht tragende Wände in Ständerbauart, die auf der Baustelle aus standardisierten Baustoffen montiert werden. Es werden Einfachständerwände, Doppelständerwände, Installationswände und Vorsatzschalen unterschieden. Diese sind je nach Anforderung einlagig, zweilagig oder mehrlagig beplankt. In den Hohlraum zwischen den Ständern werden je nach Anforderung aus Brand-, Schall- oder Wärmeschutzgründen Dämmmaterialien eingelegt.

7.2.1 Unterkonstruktion

Die gebräuchlichsten Profile für die Unterkonstruktion bestehen aus Metall oder Holz. Für Trockenbaukonstruktionen werden üblicherweise Metallprofile als Unterkonstruktion eingesetzt. Die unterschiedlichen Profiltypen sind in DIN EN 14195 „Metallprofile für Unterkonstruktionen von Gipsplattensystemen – Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren“ und in DIN 18182-1 „Zubehör für die Verarbeitung von Gipsplatten – Teil 1: Profile aus Stahlblech“ geregelt. Die gleichen Profile werden auch als Unterkonstruktion für andere Plattenwerkstoffe eingesetzt.

Holz-Unterkonstruktionen für nicht tragende innere Trennwände sind in DIN 4103-4 „Nichttragende innere Trennwände; Unterkonstruktion in Holzbauart“ geregelt. Der Montageaufwand ist, aufgrund des erforderlichen passgenauen Längenzuschnitts der Ständer und deren mechanischer Verbindung mit den Anschlussprofilen, grundsätzlich höher als bei Metallsystemen. Im Innenausbau haben Holzsysteme für leichte Trennwände hauptsächlich im Heimwerkerbereich Bedeutung.

Das übliche Bauraster, auf das auch die meisten Plattenwerkstoffe abgestimmt sind, beträgt in Deutschland 62,5 cm. Engere Ständerabstände sind bei überhohen Wänden und mechanisch schwächeren Plattenwerkstoffen erforderlich. Der Ständerabstand muss an den Plattenwerkstoff hinsichtlich des Rastermaßes und/oder der zulässigen Plattenspannweite angepasst werden. Da der Montageaufwand mit der Anzahl der Ständer steigt, ist bei Plattenwerkstoffen mit geringerem Ständerabstand ein gewisser Mehraufwand gegeben. Ansonsten ist der Einfluss der Unterkonstruktion auf die Montagekosten je Quadratmeter gering.

7.2.2 Beplankung

Zuschnitt der Beplankung

Die Beplankung muss an die Höhe und Breite (Raummaße) der Trockenbauwand angepasst werden. Weiterhin muss die Beplankung für alle Wandeinbauten wie Türen und Fenster passend zugeschnitten werden. In der Regel ist ein Ausklinkung der Platten im Eckbereich der Einbauten (z.B. im Sturzbereich der Türöffnungen) erforderlich.

Der Aufwand für den Plattenzuschnitt ist hinsichtlich der erforderlicher Bearbeitungsausstattung, des Zeitaufwands und der Staubentwicklung wesentlich vom Plattenmaterial abhängig.

Befestigung der Beplankung

Zur Befestigung von Bauplatten auf einer Metall-Unterkonstruktion werden in der Regel Schrauben eingesetzt. Für die Befestigung in Holz-Unterkonstruktionen können neben Schrauben oder Klammern bei den Holzwerkstoffplatten auch Nägel verwendet werden. Einige Plattenwerkstoffe, z.B. Gipsfaserplatten, lassen sich auch in darunter liegenden Plattenlagen mittels Klammern befestigen.

Die für einen Plattenwerkstoff geeigneten Verbindungsmittel und Verbindungsmittelabstände werden von den Systemgebern vorgegeben. Für Gipsplattensysteme existieren dafür auch normative Regelungen (DIN EN 14566, DIN 18182-2, DIN 18181).

Verbindungsmitteltyp (Materialkosten und Verarbeitungsaufwand) sowie die erforderliche Anzahl der Verbindungsmittel (abhängig vom Verbindungsmittel- und Ständerabstand) haben Einfluss auf den Aufwand und die Kosten für die Befestigung der Beplankung.

Bei den meisten Plattenwerkstoffen (z.B. Gipsbauplatten), die hochkant im Rastermaß 62,5 cm verlegt werden, sind die vertikalen Längsfugen auf den Ständern der Unterkonstruktion gestoßen. Bestimmte alternative Bekleidungsplatten lassen auch schwebende Stöße zu. Hierbei haben die Platten häufig eine Kantenausbildung mit Nut- und Feder und/oder es handelt sich um eine untere Bekleidungs- lage unter einer Deckschicht aus einer weiteren Plattenlage oder einem Putzauftrag. Diese Systeme sind nicht an das Bauraster von 62,5 cm gebunden, die Platten werden häufig quer verlegt, die waagrechten Fugen laufen durch, die senkrechten Fugen werden versetzt.

7.2.3 Oberfläche

Oberflächenausbildung und Ästhetik

Oberflächen von Trennwänden sollten so zurückhaltend wie möglich behandelt werden. Das Bestreben ist es die Neutralität der Wandelemente zugunsten der Raumausstattung zu gewährleisten. Die Oberfläche sollte einfach zu reinigen, erneuern oder auszubessern (Mieterwechsel) und ausreichend Widerstandfähig gegen mechanische Beanspruchungen sein.

Bei **Gipsplatten als Decklage** werden die Stoßfugen der oberen Bekleidungs- lagen verspachtelt, bei Gipsfaserplatten ggf. auch verleimt. Die unteren Plattenlagen, sofern vorhanden, werden ebenfalls verspachtelt oder verleimt, bei einigen Systemen ist auch ein stumpfer Stoß möglich.

Die im Stoßbereich fertig verspachtelte und ggf. geschliffene Oberfläche ist in der Regel bereit für die Endbeschichtung (Farbe, Tapete, etc.). Bei erhöhten Anforderungen an die Oberflächenqualität müssen weitere Spachtelmaßnahmen vor der Endbeschichtung erfolgen.

Bei **Lehmbau- oder Holzfaser-Ausbauplatten als Putzträger** werden die Platten gestoßen (stumpf oder mit Nut- und Feder) und ggf. verleimt. Auf der Oberfläche wird ein Armierungsgitter aufgebracht und dieses vollflächig eingeputzt. Durch die Aufbringung der Bewehrung und den Putzauftrag ist die Ausbildung einer fugenfreien Oberfläche bei Putzträgerplatten deutlich aufwendiger und zeitintensiver (Verarbeitungs- und Trocknungszeiten) als bei den nur in den Stoßfugen zu verspachtelnden Gipsbauplatten. Bei vorgefertigten Bauteilen (Holztafelbau) ist der Vorfertigungsgrad dadurch beschränkt.

7.3 Bauphysikalische Leistungsfähigkeit von Ständerwandsystemen

Trennwände innerhalb eines Gebäudes haben, neben der Funktion als Rauntrennung, im Wesentlichen Anforderungen an den Schall- und Brandschutz zu erfüllen. Für eine fachgerechte Ausführung, sowohl im Brandschutz als auch im Schallschutz, sind die folgenden Wirkprinzipien gleichermaßen zutreffend:

- Prinzip der Abschottung (→ Dichtheit von Anschlüssen, Stoß- und Montagefugen),
- Mehrlagigkeit der Beplankung für steigende Anforderungen.

Die Anforderungen des Brand- und Schallschutzes können Wände nur erfüllen, wenn auch alle Bauteilanschlüsse sowie die Anschlussbauteile in die Betrachtung mit einbezogen werden. Kombinationen von Bauteilen müssen als Einheit den geforderten Feuerwiderstand bzw. das Schalldämm-Maß erbringen. Der sorgfältigen Planung und Detailausbildung ist ein besonderer Stellenwert einzuräumen.

7.3.1 Schallschutz

Leichte Trennwände sind akustisch sehr leistungsfähige Bauteile, die eine hohe Schalldämmung bei geringem Eigengewicht und schlanker Bauteildicke erzielen. Im Wesentlichen wird die Schalldämmung von den Eigenschaften der beiden Einzelschalen (Plattenwerkstoff, Plattendicke und Anzahl der Plattenlagen), der Verbindung der beiden Schalen (Unterkonstruktion und Verbindungsmittel) und dem Dämmstoff im Hohlraum beeinflusst. Eine große Rolle spielen auch die Verarbeitungsqualität auf der Baustelle sowie die baulichen Randbedingungen.

Positive Einflussfaktoren können sich in ihrer akustischen Wirkung summieren. Je nach Variation des Aufbaus von Ständerwänden können mit Standardwandsystemen Schalldämm-Maße bis 60 dB erreicht werden. Mit Sondersystemen sind deutlich darüber liegende Schalldämm-Maße erzielbar.

Schalldämm-Maße von Metall- und Holzständerwänden mit Bekleidung auf Gipsplatten, Gipsfaserplatten, teilweise in Kombination mit Holzwerkstoffplatten, sind in DIN 4109-33 „Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau“ aufgeführt.

Zu beachten: Bei den normativen Anforderungswerten bzw. privatrechtlich vereinbarten Schallschutzanforderungen handelt es sich immer um Schallschutzangaben für das Bauteil **im eingebauten Zustand** unter Berücksichtigung aller Flanken- und Nebenwegsübertragungen. Das zugehörige Schalldämm-Maß wird als R_w (mit „Strich“) bezeichnet. Dieser Wert lässt sich im Objekt nachmessen.

Die Anforderungen bzw. Empfehlungen reichen dabei, je nach Einbaubereich (z.B. Trennwand zwischen Büroräumen oder Wohneinheiten) und Anforderungsniveau (Standard oder erhöht), von 37 dB bis 56 dB. Um diese geforderten Werte zu erreichen, müssen neben dem trennenden Bauteil auch die flankierenden Bauteile geeignet ausgebildet sein. Von wesentlicher Bedeutung im Leichtbau ist dabei die Anschlusausbildung zwischen dem Trennbauteil (z.B. Trockenbauwand) und den flankierenden Bauteilen (i.d.R. seitliche Wände, Boden, Decke). Eine Trennung der Flanken wirkt sich positiv aus. So wird z.B. eine Trennwand mit Schallschutzanforderungen im Ausbau generell vor dem Estrich erstellt, der Estrich wird durch die Trennwand unterbrochen.

Da das Erreichen bestimmte Schallschutzwerte immer von der Einbausituation abhängt, werden zum Vergleich der Konstruktionen in dieser Arbeit die Schalldämm-Maße der Bauteile allein ohne Flankenübertragung R_w (ohne „Strich“) aufgeführt.

7.3.2 Brandschutz

Nichttragende, raumabschließende Ständerwände mit Anforderungen an den Feuerwiderstand finden Anwendung als Wände zwischen Nutzungseinheiten (z.B. Wohnungen, Büroeinheiten), Wände von Fluchtwegen, Treppenraumwände, etc. Die erforderliche Feuerwiderstandsdauer und die zulässigen Baustoffe (Baustoffklassen) sind den baurechtlichen Regelungen (z. B. Landesbauordnungen) zu entnehmen.

Der Feuerwiderstand wird maßgeblich von der Art und der Dicke der Beplankung und des Dämmstoffs im Wandhohlraum bestimmt.

Die klassifizierten Wandkonstruktionen sind von den Systemgebern in der Regel über allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse oder allgemeine Bauartgenehmigungen nachgewiesen. Klassifizierte Wände mit Bekleidung aus Gipsplatten sind zudem in DIN 4102-4 enthalten. Die Wandhöhen sind bei Brandschutzfunktion begrenzt. DIN 4102-4

Werden Rohrleitungen oder Kabelkanäle durch brandschutztechnisch klassifizierte Trennwände geführt, so ist deren brandschutztechnische Abschottung in der Qualität (Feuerwiderstandsdauer) der Trennwand erforderlich. Die verwendeten Abschottungssysteme benötigen einen Verwendbarkeitsnachweis (AbP, ABg), der sich auf das betrachtete, leichte Trennwandsystem bezieht.

Neben den „normalen“ Ständerwänden mit Anforderungen an den Feuerwiderstand sind im Brandschutz viele weitere Konstruktionen in Trockenbauweise mit Bekleidung aus Gipsbauplatten wie **Installationsschächte** und **Brandwände** nachgewiesen und verbreitet.

7.4 Herstellkosten

Für den Vergleich der betrachteten Trockenbau-Wandsysteme mit Bekleidung aus unterschiedlichen Plattenwerkstoffen (Gipsbauplatten, Lehmbausysteme) sind, neben der Rohstoffverfügbarkeit und der technischen Leistungsfähigkeit, auch die Herstellkosten von Bedeutung. In die Herstellkosten je Quadratmeter Wand fließen neben den Baustoffkosten die Kosten für die Verarbeitung mit ein und damit auch der Zeitaufwand für die Erstellung eines Systems.

Die Kostenabschätzung (Baustoffkosten, Verarbeitungskosten) für die unterschiedlichen Systeme ist ausführlich in Anhang 11.1 hergeleitet und erläutert.

Baustoffkosten

Die zugrunde gelegten **Baustoffkosten** sind Mittelpreise aus Internetrecherchen bei verschiedenen Baustoffanbietern im Zeitraum September bis November 2021. Als Vergleich der hier betrachteten Baustoffe und Systeme sind die genannten Kosten, aufgrund der annähernd zeitgleichen Ermittlung, mit ausreichender Genauigkeit geeignet.

Verschnitt sowie Rabatte werden bei den Baustoffpreisen nicht berücksichtigt.

Das Wandsystem setzt sich neben Platten und Profilen noch aus Zubehör und weiteren Kleinteilen sowie einem Faserdämmstoff als Hohlraumdämmung zusammen. Die Kosten für Zubehör und Kleinteile werden systemabhängig als Pauschalwerte berücksichtigt.

Letztendlich werden die Baustoffkosten dominiert durch die Kosten für die Bekleidungsplatten.

Verarbeitungskosten

Die Verarbeitung setzt sich im Wesentlichen aus der Erstellung der Unterkonstruktion, dem Zuschnitt und der Befestigung der Bauplatten sowie der abschließenden Oberflächenausbildung (Verspachtelung, Putzauftrag) zusammen. Da der Aufwand und damit der Zeitbedarf für die Verarbeitung der verschiedenen Bauplatten hinsichtlich Zuschnitt und Oberflächenausbildung deutlich unterschiedlich ist, hat die Verarbeitung einen wesentlichen Einfluss auf die Herstellkosten. Als einheitlicher Stundenlohn werden pauschal für alle Systeme 45,- Euro je Stunde angesetzt.

Einordnung der Kosten

Die in den jeweiligen „bekleidungsplattenspezifischen“ Abschnitten (7.5 bis 7.7) angegebenen Herstellkosten je Quadratmeter Wand sind als Mittelwerte zu sehen, die aufgrund der gleichartigen Ermittlungsweise mit ausreichender Genauigkeit (+/- 5%) für einen Vergleich herangezogen werden können.

In der Baupraxis sind die angebotenen Einheitspreise, neben den Schwankungen der Materialpreise und der Stundenlöhne, wesentlich von den objektspezifischen Randbedingungen des Bauvorhabens (z.B. Gesamtvolumen, Kleinteiligkeit der Flächen, Logistik, etc.) sowie von dem anbietenden Unternehmen (z.B. individuelle Auftragssituation) abhängig. Abweichungen von den genannten Mittelwerten in beide Richtungen von bis zu 20% sind marktüblich.

7.5 Ständerwandsysteme mit Bekleidung aus Gipsbauplatten

Die weiteren Betrachtungen beschränken sich auf Ständerwandsysteme als Rauntrennwände mit üblicher Leistungsfähigkeit und ohne zusätzliche Sonderfunktionen.

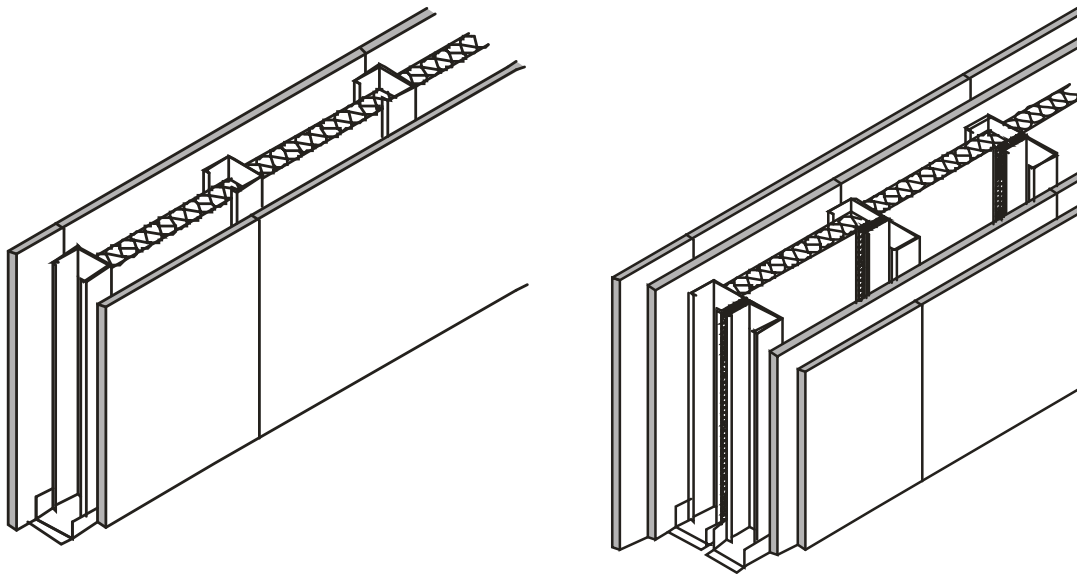


Abbildung 7.1: Beispiele für Metallständerwände mit Bekleidung aus Gipsbauplatten

links: Einfachständerwand, einlagig beplankt

rechts: Doppelständerwand, doppelt beplankt

Es sei an dieser Stelle aber darauf hingewiesen, dass für die Erfüllung besonderer Anforderungen eine Vielzahl spezieller Wandsysteme mit Bekleidung aus Gipsbauplatten existiert:

- Wände für hohe Anforderungen an den Schall- und Brandschutz wie Gebäudeabschlusswände, Brandwände, Kinotrennwände usw.,
- Installationswände und Vorwandinstallationssysteme,
- Wände mit integrierter Flächentemperierung (Heizung/Kühlung),
- Wände für Bereiche mit erhöhter Feuchtigkeitsbelastung,
- hoch gedämmte, nicht tragende Außenwände,
- Wände für erhöhte statische Anforderungen (z. B. bezüglich Wandhöhe, Oberflächenfestigkeit, Konsollasten), tragende und aussteifende Wände (Stahl-Leichtbau),
- Wände für Sonderanwendungsbereiche wie Strahlenschutzwände, durchschusssichere Wände, Wände für Reinräume, feldfreie Räume usw.,
- Wände als gestalterisches Element (frei formbare Systeme, Lichtintegration usw.).

7.5.1 Regelung

Ausführung als „geregelte Bauart“

Standardkonstruktionen mit Bekleidung aus Gipsplatten nach DIN 18180 können als „geregelte Bauart“ ausgeführt werden. Die zu verwendenden Baustoffe (Plattenwerkstoff, Metallprofile, Schnellbauschrauben, etc. – vgl. Abschnitt 7.2), deren Verarbeitung (DIN 18181 „Gipsplatten im Hochbau – Verarbeitung“) sowie der Wandaufbau (DIN 18183-1 „Trennwände und Vorsatzschalen aus Gipsplatten mit Metallunterkonstruktionen – Teil 1: Beplankung mit Gipsplatten“) sind normativ geregelt. Entsprechend aufgebaute Metallständerwände mit Bekleidung aus Gipsplatten sind in DIN 4102-4 brandschutztechnisch klassifiziert (Feuerwiderstand), die Schalldämm-Maße sind in DIN 4109-33 enthalten.

Ausführung als „geprüfte Bauart“

Außerhalb der genormten Regelungen, die ausschließlich Standardsysteme mit Bekleidung aus Gipsplatten betreffen, werden die konstruktiven Regeln sowie die neben den Platten zu verwendenden Baustoffe (z.B. Profile, Dämmstoffe, Befestigungsmittel) von den Systemgebern, in der Regel den Plattenherstellern, vorgegeben. Bauhöhen, der Feuerwiderstand, das Schalldämm-Maß und weitere Leistungen sind dann über allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP) oder allgemeine Bauartgenehmigungen (aBg) geregelt.

Betroffen sind hiervon nicht nur die Systeme mit Gipsfaserplatten oder Gipsvliesplatten, sondern auch Gipsplattensysteme mit Sonderplatten oder herstellerspezifischen Produkten/Zubehör, die eine höhere Produkt- und damit Systemleistungsfähigkeit aufweisen, als normativ geregelt.

7.5.2 Statisch-konstruktive Leistungsfähigkeit

Wandhöhen

Für Metallständerwände mit Bekleidung aus Gipsplatten und Standardaufbau (Ständerabstand: 62,5 cm, Blechdicke: 0,6 bzw. 0,7 mm, Plattendicke: 12,5 mm) sind die zulässigen Wandhöhen in DIN 18183-1 bis zu einer Bauhöhe von 6,5 m geregelt. Darüber hinausgehende Einbauhöhen sowie Wandkonstruktionen mit anderem Aufbau und/oder Bekleidungsmaterialien (Gipsfaserplatten, Sonderplatten) sind über Prüfzeugnisse der Systemgeber (Plattenhersteller) geregelt. Maximal sind Einbauhöhen von bis zu 12 m möglich.

Konsollasten

Konsollasten können mit geeigneten Befestigungsmitteln an jeder Stelle eine Trockenbauwand- oder Vorsatzschale eingeleitet werden. Neben den leichten Konsollasten von 0,4 kN/m Wandlänge bei einer Exzentrizität von 0,3 m nach DIN 4103-1 sind für Metallständerwände mit Bekleidung aus Gipsplatten nach DIN 18183-1 darüber hinausgehende Konsollasten (sonstige Konsollasten) von bis zu 0,7 kN/m Wandlänge, abhängig vom Wandaufbau, zulässig.

7.5.3 Bauphysikalische Leistungsfähigkeit

Brandschutz

Klassifizierte Wände mit Bekleidung aus Gipsplatten sind in DIN 4102-4 enthalten. Zahlreiche weitere Konstruktionen sind von den Systemgebern über allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse oder allgemeine Bauartgenehmigungen nachgewiesen. Die üblichen Brandschutzabforderungen feuerhemmend (F 30), hochfeuerhemmend (F 60) und feuerbeständig (F 90) sind mit Standard-Metallständerwänden mit Bekleidung aus Gipsbauplatten bereits mit Bauteildicken von 70 mm bis 150 mm problemlos zu erzielen. Feuerwiderstandsklassen bis F 240 lassen sich mit Metallständerkonstruktionen noch wirtschaftlich realisieren.

Schallschutz

Die Schalldämmung von Konstruktionen mit gipsgebundenen Bauplatten ist normativ oder durch Prüfung nachgewiesen. Je nach Bauart weisen Trockenbauwände mit Gipsbauplatten Schalldämm-Maße R_w von 41 bis 72 dB auf.

In Tabelle 7.2 sind die konstruktionsspezifischen Schalldämm-Maße R_w unabhängig von der Einbausituation aufgeführt.

Bei den nachfolgend im Text genannten Schalldämm-Maßen handelt es sich dagegen um Anforderungswerte bzw. Empfehlungen im eingebauten Zustand inklusive aller Flanken und Nebenwege (R'_w). Neben den Trennbauteilen sind dafür auch die jeweiligen flankierenden Bauteile geeignet auszubilden und anzuschließen.

Niedrige Anforderungen bis 40 dB, z.B. innerhalb von Wohneinheiten und Büros, können bereits durch einlagig mit Gipsplatten beplankte Einfachständerwände mit Metall-Unterkonstruktion eingehalten werden.

Für Schalldämm-Maße $R'_w \geq 42$ dB werden in der Regel doppelt beplankte Wände oder, bei einlagiger Beplankung, Platten mit höherer Rohdichte (z.B. Hartgipsplatten, Gipsfaserplatten) verwendet.

Wenn resultierende Schalldämm-Maße R'_w von 53 dB bis 55 dB gefordert sind (z. B. bei Nutzungstrennwänden), werden in der Regel Doppelständerwände eingesetzt.

Systeme mit Beplankung aus Gipsfaserplatten oder speziellen Schallschutzplatten und/oder mit optimierter Unterkonstruktion sind bauakustisch leistungsfähiger als die Standardsysteme mit Gipsplattenbeplankung. Mit solchen Systemen sind Schalldämm-Maße R'_w von 59 bis 62 dB zu erreichen, mit Spezialsystemen darüber hinaus.

Tabelle 7.2: Eigenschaften von Metallständerwänden mit Bekleidung aus Gipsbauplatten (Gipsplatten und Gipsfaserplatten) der Dicke 12,5 mm, abhängig vom Wandaufbau (Ständerabstand 62,5 cm)

Beplankung (beidseitig angeordnet)	Ständer (Metall- oder Holzständer)	Faser- dämmstoff ¹⁾ [mm]	Bauteil- dicke [mm]	Wand- höhe ²⁾ [cm]	Feuer- wider- stand	Schalldämm-Maß R_w [dB]	
						DIN 4109 -33	System- geber ⁴⁾
Einfachständerwände, einfach beplankt							
1 x 12,5 mm GP	CW 50-06	40	75	320 ³⁾	F 30-A	41	42-44
1 x 12,5 mm GF	CW 50-06	40	75	350	F 30-A	-	48
1 x 12,5 mm GP	CW 75-06	60	100	400	F 30-A	42	45-47
1 x 12,5 mm GF	CW 75-06	60	100	400	F 30-A	-	54
1 x 12,5 mm GP	CW 100-06	80	125	510	F 30-A	45	48-49
1 x 12,5 mm GF	CW 100-06	60	125	570	F 30-A	-	≥ 54
Einfachständerwände, doppelt beplankt							
2 x 12,5 mm GP	CW 50-06	40	100	400	F 90-A	48	52-54
2 x 12,5 mm GF	CW 50-06	40	100	400	F 90-A	-	59
2 x 12,5 mm GP	CW 75-06	60	125	505	F 90-A	51	53-55
2 x 12,5 mm GF	CW 75-06	60	125	645	F 90-A	-	62
2 x 12,5 mm GP	CW 100-06	80	150	715	F 90-A	52	56-58
2 x 12,5 mm GF	CW 100-06	60	150	895	F 90-A	-	62
Doppelständerwände mit getrennten Ständerwerken, doppelt beplankt							
2 x 12,5 mm GP	2 x CW 50-06	2 x 40	155	295 ³⁾	F 90-A	60	59-62
2 x 12,5 mm GF	2 x CW 50-06	2 x 40	155	315 ³⁾	F 90-A	-	69
2 x 12,5 mm GP	2 x CW 75-06	2 x 60	205	400	F 90-A	(61)	62-64
2 x 12,5 mm GF	2 x CW 75-06	2 x 60	205	400	F 90-A	-	71
2 x 12,5 mm GP	2 x CW 100-06	80 / 2 x 80	255	450	F 90-A	61	63-65
2 x 12,5 mm GF	2 x CW 100-06	80	255	475	F 90-A	-	72

GP: Gipsplatte nach Herstellerangaben, bei Brandschutz Typ GKF/DF GF: Gipsfaserplatte (Produkt „Fermacell“)

- 1) Üblicherweise Mineralwolle, an den Faserdämmstoff werden bei Konstruktionen mit dem genannten Feuerwiderstand ggf. zusätzliche Anforderungen an dessen Rohdichte, Baustoffklasse und Schmelzpunkt gestellt.
- 2) Einbaubereich 2 wenn nicht anders angegeben. Die genannten maximalen Bauhöhen gelten für Konstruktionen ohne Brandschutzanforderungen und bei Doppelständerwänden für getrennte Ständer. Abhängig vom Systemgeber und bei Konstruktionen mit dem genannten Feuerwiderstand sind ggf. geringere Bauhöhen einzuhalten.
- 3) Einbaubereich 1.
- 4) Abhängig vom Systemgeber. Bei Verwendung von Gipsplatten GKF/Typ DF sind etwas höhere Schalldämm-Maße R_w erzielbar.

7.5.4 Herstellkosten

Erläuterungen zu den Herstellkosten siehe Abschnitt 7.4 und Anhang 11.1.

Tabelle 7.3: Gesamtkosten je Quadratmeter Wand

Wandtyp (Profil / Wanddicke)	Beplankung (GKB: Gipsplatte, GF: Gipsfaserplatte)	Montage- zeit in Minuten	Kosten je m ² in Euro			
			Baustoffe	Herstellung (45,- Euro/h)	Gesamt (gerundet)	Schätzpreis (Fa. OKEL)
CW 75/100	GKB einfach beplankt	28	16,90	21,00	38,00	33,- bis 46,-
CW 75/125	GKB doppelt beplankt	39	23,30	30,00	53,00	45,- bis 60,-
CW 75/100	GF einfach beplankt	38	31,50	28,50	60,00	56,- bis 71,-
CW 75/125	GF doppelt beplankt	54	49,50	40,50	90,00	83,- bis 105,-

Die in Tabelle 7.3 genannten Gesamtkosten erhöhen sich bei Wandsystemen mit Feuerwiderstand durch die Verwendung von Gipskartonfeuerschutzplatten GKF um ca. 3,- bis 5,- Euro je Quadratmeter. Bei schlankeren Profilen CW 50 oder breiteren Profilen CW 100 erniedrigen bzw. erhöhen sich die genannten Gesamtkosten geringfügig.

Die errechneten Gesamtkosten liegen gut um den Mittelwert der Schätzpreise (in etwa +/- 5 %) eines überregional tätigen Trockenbauunternehmens (Fa. Okel, Diemelstadt).

Sie decken sich, unter Berücksichtigung der seit 2014 deutlich gestiegenen Baustoffpreise, auch gut mit den Angaben der Literatur (Pfau, Tichelmann, 2014). Die Schätzpreise am unteren Rand sind nur bei entsprechenden baulichen und betriebswirtschaftlichen Rahmenbedingungen erzielbar und spielen im Weiteren keine Rolle – auch weil derartige Rahmenbedingungen bei den betrachteten Systemen mit alternativen Plattenwerkstoffen in der aktuellen Praxis niemals gegeben sind.

7.6 Ständerwandsysteme mit Bekleidung aus Lehmbauplatten

In diesem Abschnitt werden Ständerwandsysteme mit Bekleidung aus Lehmbauplatten sowie mit Bekleidung aus Holzfaser-Ausbauplatten, beide Systeme mit Lehmputzbeschichtung, betrachtet. Die Systeme werden aktuell vorwiegend als Raumtrennwände im Wohnungsbau ohne besondere Anforderungen an den Schall- und Brandschutz sowie die Tragfähigkeit (Aussteifung, Wandbauhöhe) eingesetzt. Lehmbauplatten finden vor allem im „ökologischen“ Holzhausbau mit Anspruch an die Wohngesundheitsanwendung, üblicherweise auf einer Holzunterkonstruktion.

Auch im klassischen Trockenbau auf einer Metallunterkonstruktion können Lehmbauplatten eingesetzt werden. Entsprechende Anwendungen sind aber aufgrund der vergleichsweise hohen Systempreise, der baubetrieblichen Nachteile (Handling, Trocknungszeiten, etc.) und der fehlenden Verwendbarkeitsnachweise in der Baupraxis zurzeit unüblich.

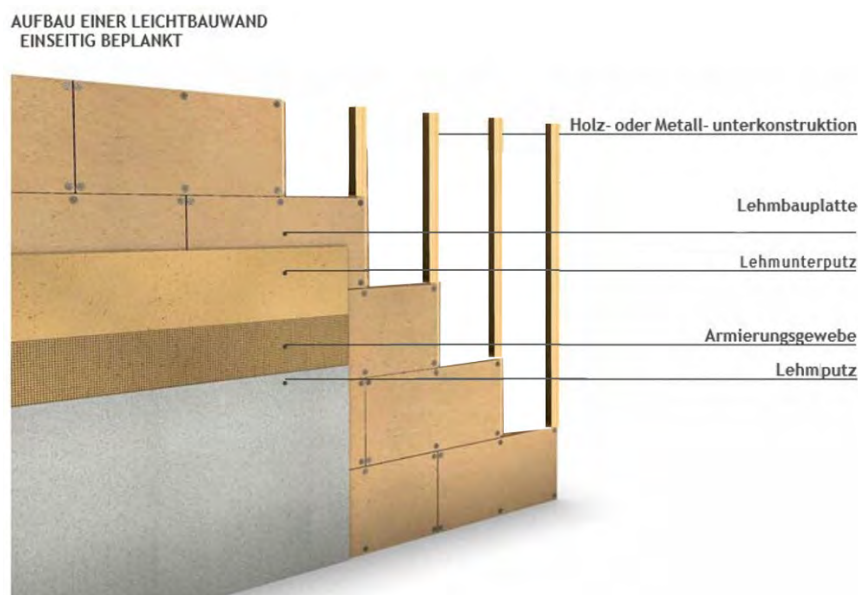


Abbildung 7.2: Prinzipieller Wandaufbau eines Ständerwandsystems mit Bekleidung aus Lehmbauplatten (Bild Claytec)

7.6.1 Regelung

Ständerwandsysteme mit Bekleidung aus Lehmbauplatten sind normativ nicht geregelt („ungeregelte Bauart“). Die konstruktiven Regeln sowie die neben den Platten zu verwendenden Baustoffe (z.B. Befestigungsmittel) werden von den Systemgebern, in der Regel den Platten- oder Putzherstellern, vorgegeben. Die Erfüllung der Anforderungen an nichttragende innere Trennwände (Konsollasten, Stoßlasten, Biegegrenztragfähigkeit, Bauhöhen, etc.) ist gemäß DIN 4103-1 nachzuweisen. Der Feuerwiderstand, das Schalldämm-Maß und weitere Leistungen sind über allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP) oder allgemeine Bauartgenehmigungen (aBg) zu regeln.

7.6.2 Statisch-konstruktive Leistungsfähigkeit

Durch die kleineren Plattenformate und die dadurch erhöhte Zahl an Querfugen (siehe Abb. 7.2) ist anzunehmen, dass Metallständer-Wandsysteme mit Bekleidung aus mit Lehmbauplatten weicher und stoßempfindlicher sind als vergleichbare Gipsbauplattensysteme mit großformatigen Platten.

Untersuchungen an Metallständer-Wandsystemen mit Bekleidung aus verschiedenen Lehmbauplatten durch die VHT Darmstadt im Jahr 2021 (VHT, 2021) zeigen allerdings, dass zumindest im Vergleich zwischen einlagig beplankten Wandsystemen und Vorsatzschalen, Systeme mit Lehmbauplatten ähnliche Widerstände wie Gipsplattensysteme aufweisen. Dies ist im Wesentlichen durch die für das Wandverhalten dominante Rolle der identischen Metallunterkonstruktion begründet, zudem durch die durchgängige Zugbewehrung der Lehmbauplatten über die im Putz eingearbeiteten Armierungsgewebe, die größere Plattendicke und Rohdichte sowie durch den meist geringeren Ständerabstand.

Die erforderlichen Nachweise nach DIN 4103-1 über nichttragende Metallständerwände mit Bekleidung aus Lehmbauplatten liegen nur in wenigen Fällen vor. Nach den Erkenntnissen der bisherigen Untersuchungen kann aber davon ausgegangen werden, dass einlagig beplankte Lehmbauplattensysteme ein ähnliches statisch-konstruktives Verhalten wie einlagig beplankte Gipsplattensysteme aufweisen. Abhängig vom Einbaubereich und Profiltyp ist mit ähnlichen Bauhöhen und Durchbiegungen der Trockenbauwände zu rechnen, allerdings meist bei geringerem Ständerabstand und größerer Bauteildicke (größere Plattendicke + Putz).

Aktuell sind **Wandhöhen** bis ca. 3 m für Metallständer-Wandsysteme mit Bekleidung aus Lehmbauplatten nachgewiesen, die im Wohnungsbau i.d.R. ausreichend sind.

Mit geeigneten Klappdübeln lassen sich leichte **Konsollasten** von 0,4 kN/m Wandlänge bei einer Exzentrizität von 0,3 m nach DIN 4103-1 direkt an den meisten Lehmbauplatten befestigen. Darüber hinausgehende Konsollasten (sonstige Konsollasten) von 0,7 kN/m Wandlänge können dagegen, trotz der Plattendicke über 18 mm, nicht von allen Lehmbauplattentypen getragen werden. Derartige Lasten sollten in der Unterkonstruktion oder eine Hilfskonstruktion verankert werden.

Der übliche **Ständerabstand** beträgt bei Lehmbauplatten ≤ 16 mm maximal 31,25 cm, bei mittelschweren Platten der Dicke 20 mm bis 25 mm zwischen 31,25 cm und 50 mm und bei schweren Lehmbauplatten ≥ 20 mm bis zu 62,5 cm (Claytec, Lemix, Conluto).

7.6.3 Bauphysikalische Leistungsfähigkeit

Brandschutz

Der Feuerwiderstand von Trockenbauwänden mit Bekleidung aus Lehmbauplatten ist normativ nicht in Bauteilkatalogen geregelt. Die erforderlichen Nachweise über allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse liegen nur sehr begrenzt vor.

Die wenigen, existierenden Nachweise belegen, dass Wandsysteme mit einlagiger Bekleidung aus schweren Lehmbauplatten 22 mm ($\geq 1.450 \text{ kg/m}^3$) incl. Putzbeschichtung einen Feuerwiderstand von F 90 erreichen. Doppelte beplankte Wandsysteme mit Bekleidung aus schwerer Lehmbauplatten 2 x 16 mm ($\geq 1.450 \text{ kg/m}^3$) incl. Putzbeschichtung erreichen einen Feuerwiderstand von F 120.

Aus den bisher vorliegenden Prüfergebnissen kann für die Betrachtungen dieser Studie abgeleitet werden, dass bei einlagiger Bekleidung aus mittelschweren Lehmbauplatten $\geq 20 \text{ mm}$ ($\geq 700 \text{ kg/m}^3$) incl. Putzbeschichtung sowie bei Holzfaser-Putzträgerplatten $\geq 20 \text{ mm}$ mit armierter Lehmputzbeschichtung ein Feuerwiderstand von F 30 erreicht werden kann. Die praktische Anwendung setzt allerdings die Existenz entsprechender bauaufsichtlich relevanter Nachweise voraus.

Schallschutz

Das Schalldämm-Maß von Trockenbauwänden mit Bekleidung aus Lehmbauplatten ist normativ nicht in Bauteilkatalogen geregelt. Prüftechnische Nachweise liegen nur sehr begrenzt vor.

In Produktunterlagen (Datenblatt der Lehmbauplatte Lemix) wird für Wandsysteme mit einlagiger Bekleidung aus schweren Lehmbauplatten 22 mm ($\geq 1.450 \text{ kg/m}^3$) incl. Putzbeschichtung auf einer Holzunterkonstruktion ein Schalldämm-Maß R_w von 52 dB angegeben. Für doppelte beplankte Wandsysteme mit Bekleidung aus schwerer Lehmbauplatten 2 x 16 mm ($\geq 1.450 \text{ kg/m}^3$) incl. Putzbeschichtung wird auf einer Holzunterkonstruktion ein Schalldämm-Maß R_w von 56 dB genannt. Diese Werte liegen über den im Bauteilkatalog der DIN 4109-33 (Tabelle 3, Innenwände in Holztafelbauweise) aufgeführten Werten mit doppelter Beplankung aus Gipsplatten 12,5 mm, Gipsfaserplatten 10 / 12,5 mm oder Mischkonstruktionen dieser Platten mit Holzwerkstoffplatten 13 / 15 mm von maximal 48 dB. Dies ist aufgrund der deutlich höheren Rohdichte der hier betrachteten schweren Lehmbauplatten auch nicht verwunderlich.

Es kann für die Betrachtungen dieser Studie abgeschätzt werden, dass bei einlagiger Bekleidung aus mittelschweren Lehmbauplatten $\geq 20 \text{ mm}$ ($\geq 700 \text{ kg/m}^3$) incl. Putzbeschichtung ein vergleichbares Schalldämm-Maß wie bei Metallständerwänden mit Bekleidung aus Gipsbauplatten erreicht wird. Bei einlagiger Bekleidung aus schweren Lehmbauplatten $\geq 22 \text{ mm}$ ($\geq 1.450 \text{ kg/m}^3$) incl. Putzbeschichtung wird ein vergleichbares Schalldämm-Maß wie bei Metallständerwänden mit doppelter Bekleidung (2 x 12,5 mm) aus Gipsbauplatten erzielt.

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die üblichen Schallschutz-Empfehlungen und Anforderungen an Trennwände mit Lehmbausystemen erfüllen lassen, erhöhte Anforderungen (z. B. bei Nutzungstrennwänden) analog zu Gipsbauplattensystemen mit Doppelständerwänden. Spezialsysteme und Lösungen für höchste Anforderungen (z.B. Kinotrennwände) existieren nicht.

7.6.4 Herstellkosten

Erläuterungen zu den Herstellkosten siehe Abschnitt 7.4 und Anhang 11.1.

Um die Kostenabschätzung zu verifizieren, ist der Quadratmeterpreis für das System „LBP 750 kg/m³, 20 mm“ dem Richtpreis aus dem Preiskatalog des Herstellers Claytec in Tabelle 7.4 gegenüber gestellt.

Tabelle 7.4: Gesamtkosten je Quadratmeter Wand, Profil CW 75

Beplankung	Montagezeit in Minuten	Kosten je m ² in Euro			
		Baustoffe	Herstellung (45,- Euro/h)	Gesamt (gerundet)	Richtpreis (Fa. Claytec)
LBP 1450 kg/m ³ , 22 mm	70	66,50	52,50	119,00	-
LBP 1450 kg/m ³ , 16 mm		67,50		120,00	-
LBP 1450 kg/m ³ , 2 x 16 mm	95	107,50	71,25	179,00	-
LBP 750 kg/m ³ , 20 mm	70	84,50	52,50	137,00	127,-
LBP 750 kg/m ³ , 25 mm		93,50		146,00	-
HFA 350 kg/m ³ , 20 mm		45,50		98,00	-
HFA 350 kg/m ³ , 25 mm		46,50		99,00	-

LBP: Lehmbauplatte, HFA: Holzfaser-Ausbauplatte

Bei schlankeren Profilen CW 50 oder breiteren Profilen CW 100 erniedrigen bzw. erhöhen sich die genannten Gesamtkosten geringfügig.

Die errechneten Gesamtkosten liegen für das betrachtete Referenzsystem ca. 9% höher als der Richtpreis aus dem Preiskatalog des Herstellers (Veröffentlichungsdatum unbekannt). Die Abweichung liegt im üblichen Rahmen und kann neben Abschätzungsfehlern beim Zeitaufwand auch auf Materialpreiserhöhungen zurückzuführen sein.

7.7 Ständerwandsysteme mit Bekleidung aus Holzwerkstoffplatten

Als Bekleidung von Ständerwänden in Trockenbauweise sind Holzwerkstoffplatten wenig verbreitet. Ursachen hierfür sind der im Vergleich zu Gipsbauplatten höhere Preis, die aufwendigere Bearbeitung mit Schreinerwerkzeug, die Brennbarkeit und das ungünstigere Verhalten bei Einwirkung von Feuchte. Die Anwendung der bei Gipsplatten verbreiteten „Falttechnik“ ist nicht möglich. Holzwerkstoffplatten neigen bei Feuchteänderungen stärker zum Quellen und Schwinden als gips- oder zementgebundene Bauplatten, was fugenfreie Flächen ausschließt, durchfeuchtete Platten können von Schädlingen befallen werden.

Die Anwendung im Trockenbau ist aktuell auf mechanisch stärker belastete Bereiche beschränkt, z.B. als Verstärkung im Wandquerschnitt für die Befestigung von Lasten. Die vergleichsweise höheren Festigkeiten von Holzwerkstoffplatten werden im nicht tragenden Bereich ansonsten nicht benötigt.

7.7.1 Wandaufbau und Oberflächenausbildung

Die Grundanforderung nach einer neutralen, fugenlosen Oberfläche von Trennwänden, ohne sichtbare Verbindungsmittel sowie Anschlusausbildungen ohne Fugen oder Abdeckprofile, kann mit Wandbekleidungen aus üblichen Holzwerkstoffplatten grundsätzlich nicht erfüllt werden. Insofern bedürfen Trennwände mit Bekleidung aus Holzwerkstoffplatten einer Decklage, die eine fugenfreie Oberfläche sowie verschiedenen Oberflächenbeschichtungen (Farbe, Tapete, Putz, keramische Beläge, etc.) ermöglicht. Hierfür kommen mineralische Plattenwerkstoffe mit Spachtelfugen zum Einsatz, üblich sind gipsgebundene Bauplatten. Als Holzwerkstoffplatten werden aufgrund der vertretbaren Quadratmeterpreise und der Platteneigenschaften hauptsächlich Span- und OSB-Platten der Dicken 10 mm bis 15 mm eingesetzt. Durch die Gipsbauplatten-Decklage auf einer darunter liegenden Holzwerkstoff-Bekleidungslage sind die Ständerwandsysteme doppelt beplankt.

Der Wandaufbau entspricht grundsätzlich dem im Trockenbau üblichem Aufbau mit Holz- oder Metallunterkonstruktion. Es ist analog zum Holzrahmenbau die Verwendung von großformatigen Platten im Rastermaß 62,5 cm / 125 cm möglich. Kleinformatige Platten werden quer im Verband verlegt oder bei raumhohen Platten auch hochkant auf entsprechend vom Abstand her angepasster Unterkonstruktion. Der Unterkonstruktionsabstand beträgt, je nach Plattenmaß, Plattendicke, Wandhöhe und Ausführung mit hinterlegten oder schwebenden Stößen in der Regel zwischen 420 mm und 625 mm.

Grundsätzlich sind Systeme denkbar – und vereinzelt auch auf dem Markt – die ähnlich einem Laminatboden beschichtete Holzwerkstoffpaneele auf einer Wandunterkonstruktion stoßen. Zubehör sorgt für eine unsichtbare Befestigung oder gestalterisch vertretbare Anschlusausbildung. Stoßfugen sind vorhanden, aber bei entsprechender Verarbeitung kaum sichtbar („Tapetenfuge“). Eine Oberflächenbeschichtung kann entfallen, durch die vorgegebenen Dekore ist eine freie Wandgestaltung allerdings nicht vorgesehen. Anschlussfugen sind unvermeidbar, Oberflächen-

schäden nicht oder nur aufwändig auszubessern. Durch die MDF-Trägerplatten, das hersteller-spezifische Zubehör sowie die erforderliche sorgfältige Verarbeitung sind die Systeme vergleichsweise teuer. Die Leistungsfähigkeit im Brand- und Schallschutz ist sehr eingeschränkt. Derartige Systeme sind als Massenprodukt für Trennwände ungeeignet und werden an dieser Stelle nicht weiter betrachtet.

7.7.2 Regelung

Ständerwandsysteme mit Bekleidung aus Holzwerkstoffplatten sind normativ nicht geregelt („ungeregelte Bauart“). Die konstruktiven Regeln sowie die neben den Platten zu verwendenden Baustoffe (z.B. Befestigungsmittel) werden von den Systemgebern, in der Regel den Plattenherstellern, vorgegeben. Bei Metallprofilen für die Unterkonstruktion wird auf die im Trockenbau üblichen Profile zurückgegriffen.

Die Erfüllung der Anforderungen an nichttragende innere Trennwände (Konsollasten, Stoßlasten, Biegegrenztragfähigkeit, Bauhöhen, etc.) ist gemäß DIN 4103-1 nachzuweisen. Der Feuerwiderstand, das Schalldämm-Maß und weitere Leistungen sind über allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse (abP) oder allgemeine Bauartgenehmigungen (aBg) zu regeln.

7.7.3 Statisch-konstruktive Leistungsfähigkeit

Die betrachteten OSB- und Spanplatten sind mechanisch leistungsfähiger als Gipsbauplatten, die Biegezugfestigkeit ist 2- bis 5-mal höher. Insofern ist bei der Verwendung großformatiger Holzwerkstoffplatten mit einer Mindestdicke von 10 mm mit einer Decklage aus 12,5 mm dicken Gipsbauplatten davon auszugehen, dass die daraus erstellten Trockenbauwände mindestens die gleichen statisch-konstruktiven Eigenschaften wie analog aufgebaute, doppelt beplankte Wände mit Gipsbauplatten aufweisen (Bauhöhe, Durchbiegung, Stoß- und Konsollasten, etc.). Dies gilt auch für die Kombination einer 12 mm dicken Holzwerkstoffplatte mit einer 9,5 mm / 10 mm dicken Gipsbauplatte.

Bei kleineren Holzwerkstoffplattenformaten und der dadurch erhöhten Zahl an Quertugen, insbesondere bei schwebenden Stößen (siehe Abb. 7.3), sind Steifigkeit und Verhalten der Gipssysteme nicht direkt übertragbar. Es ist anzunehmen, dass Metallständer-Wandsysteme mit derartiger Bekleidung weicher sind als vergleichbare, doppelt beplankte Gipsbauplattensysteme mit großformatigen Platten der Dicke $\geq 12,5$ mm. Die bei dieser Anwendung üblich Kantenausbildung der Holzwerkstoffplatten mit Nut- und Feder wirkt sich dabei stabilisierend aus.

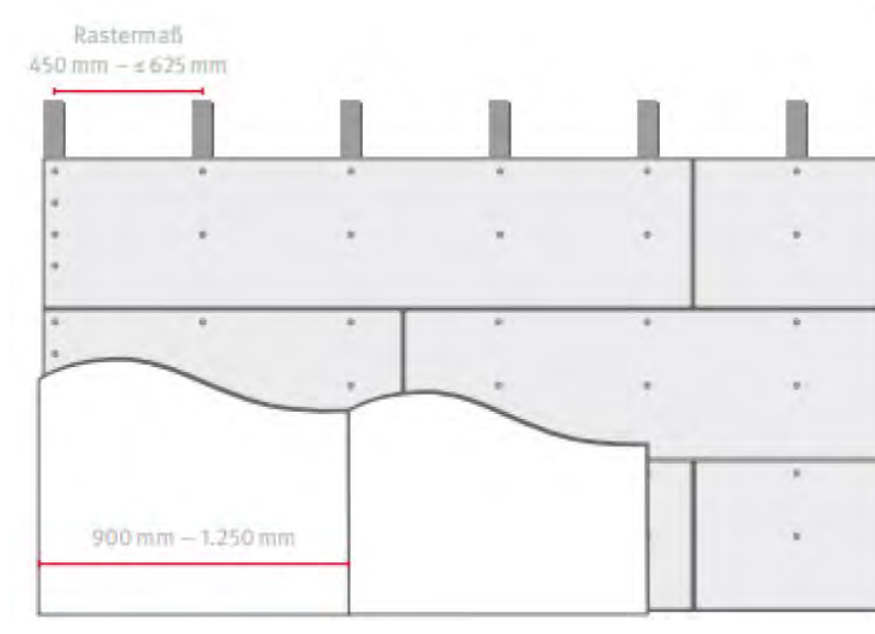


Abbildung 7.3: Kleinformatige Holzwerkstoffplatten mit schwebenden Stößen
(Bild: Egger Ergo Board)

Die sich überlagernden Effekte aus Querfugenanzahl, Stoß- und Kantenausbildung, Plattendicke und Plattenfestigkeit sind schwer abzuschätzen. Nach Auffassung des Verfassers kann aber davon ausgegangen werden, dass Wandsysteme mit Bekleidung aus Holzwerkstoffplatten einer Mindestbreite von 600 mm, Rohdichte über 600 kg/m^3 , Plattendicke von mindestens 12 mm, Kantenausbildung mit Nut- und Feder und Stoßausbildung der Plattenschmalseite auf dem Ständer in Kombination mit Decklagen aus großformatigen Gipsbauplatten der Mindestdicke 12,5 mm statisch-konstruktiv nicht weniger Leistungsfähig sind als Standard-Metallständerwände mit doppelter Beplankung aus $2 \times 12,5 \text{ mm}$ Gipsbauplatten. Bei schwebenden Plattenstößen und Decklagen aus Gipsbauplatten der Dicke 9,5 mm / 10 mm sind ggf. gewisse Abminderungen zu erwarten.

Letztendlich ist das tatsächliche statisch-konstruktive Verhalten gemäß DIN 4103-1 nachzuweisen. Aktuell sind **Wandhöhen** bis von 5 m im Einbaubereich 1 und 2 nach DIN 4103-1 für diese Kombination frei gegeben (Egger Ergo Board: OSB/3 12 mm, Gipsplatte $\geq 9,5 \text{ mm}$).

Durch die untere Holzwerkstoffplattenlage wird die Befestigung von Konsollasten vereinfacht. Mit geeigneten Holzschrauben lassen sich **Konsollasten** direkt in der Beplankung befestigen. Hohe Konsollasten werden wie üblich in der Unterkonstruktion oder einer Hilfskonstruktion / Traverse verankert.

7.7.4 Bauphysikalische Leistungsfähigkeit

Brandschutz

Im Holztafelbau findet man für Innenwandsystemen mit gemischter Bekleidung aus Holzwerkstoff- und Gipsbauplatten auf einer Holzunterkonstruktion Werte für den Feuerwiderstand in Norm-Bauteilkatalogen (DIN 4102-4) oder auf Grundlage von Prüfungen (z.B. Bauteilkatalog unter www.dataholz.eu). Als Anhaltswert: Kombinationen aus 15 mm OSB-Platte mit einer Decklage aus 12,5 mm Gipsbauplatte weisen einen Feuerwiderstand von F 60-B auf, bei doppelter Decklage aus 2 x 12,5 mm Gipsbauplatten F 90-B.

Nachweise für Metallständerwände mit gemischter Bekleidung aus Holzwerkstoff- und Gipsbauplatten liegen dagegen nur sehr begrenzt vor.

Eine Ausnahme ist das System Egger Ergo Board (OSB/3 12 mm, Gipsplatte $\geq 9,5$ mm), für das ein entsprechendes abP der MFPA Leipzig existiert (MFPA Leipzig, 2016). Die Trennwandkonstruktionen ohne schwebende Stöße der OSB-Platte und mit Mineralwollgedämmung mit Schmelzpunkt ≥ 1000 °C erreichen folgende Feuerwiderstände:

- F 30-AB (EI 30) mit Decklage aus 9,5 mm oder 12,5 mm GKB (Typ A DIN EN 520), CW 75,
- F 60-AB (EI 60) mit Decklage aus 15 mm GKF oder 2 x 12,5 mm GKF (Typ DF DIN EN 520), CW 100,
- F 90-AB (EI 90) mit Decklage aus 15 mm GKF + 12,5 mm GKF (Typ DF DIN EN 520), CW 100.

Während die F 30 Konstruktion mit 9,5 mm GKB sowie die F 60 Konstruktion mit 15 mm GKF nachvollziehbar ist, erscheinen dem Verfasser die F 60 Konstruktion mit 2 x 12,5 mm GKF und die F 90 Konstruktion mit 15 mm + 12,5 mm GKF „überbemessen“, da Gipsplatten-Konstruktionen mit Bekleidung aus 2 x 12,5 mm GKF bereits einen Feuerwiderstand von 90 Minuten aufweisen, unabhängig vom Dämmstoff und ab einem Profil CW 50.

Es kann für die Betrachtungen dieser Studie abgeschätzt werden, dass die brandschutztechnische Leistungsfähigkeit von gemischtbeplankten Trennwandsysteme zumindest der von Gipsplatten-systemen mit gleich dicker Gipsplattenschicht genügt. Die zusätzliche Holzwerkstoffplatte, mit Nut- und Feder Kantenausbildung und Stoßausbildung der Vertikalfuge auf dem Ständer, verschlechtert den Feuerwiderstand sicher nicht. Allerdings verändert sich die brandschutztechnische Klassifizierung von „-A“ zu „-AB“. Die praktische Anwendung setzt allerdings die Existenz entsprechender bauaufsichtlich relevanter Nachweise voraus.

Schallschutz

Das Schalldämm-Maß von Trockenbau-Metallständerwänden mit hybrider Bekleidung aus Holzwerkstoffplatten und Gipsbauplatten ist normativ nicht in Bauteilkatalogen geregelt. Dagegen liegen Nachweise im Bereich Holztafelbau für Innenwandsysteme mit Holzunterkonstruktion vor. Kombinationen aus 13/15 mm Holzwerkstoffplatten mit einer Decklage aus 9,5/12,5 mm Gipsbauplatte weisen Schalldämm-Maße von 43 dB bis 48 dB auf (DIN 4109-33, www.dataholz.eu). Von Systemen mit Unterkonstruktion aus Metallständern ist aufgrund der geringeren Kopplung der Schalen eine höhere Schalldämmung zu erwarten.

Schalldämm-Maße für Metallständerwände mit gemischtbeplankter Bekleidung aus Holzwerkstoff- und Gipsbauplatten auf Grundlage von Prüfungen liegen nur sehr begrenzt vor.

Für das System Egger Ergo Board (OSB/3 12 mm, Gipsplatte $\geq 9,5$ mm) werden für die Decklage aus 9,5 mm GKB, Ständer CW 75, Mineralwollgedämmung 60 mm, ein Schalldämm-Maß von 51 dB und für die Decklage aus 15 mm GKF, Ständer CW 100, Mineralwollgedämmung 60 mm, ein Schalldämm-Maß von 56 dB in den Unterlagen angegeben. Diese Werte werden als realistisch bewertet, sie liegen in der Größenordnung vergleichbarer Systeme mit doppelter Bekleidung aus Gipsplatten.

Es kann für die Betrachtungen dieser Studie abgeschätzt werden, dass die Schalldämmung von Metallständerwänden mit dicht verlegten Holzwerkstoffplatten der Dicke 12/13 mm und Decklage aus Gipsplatten der Dicke 12,5 mm, aufgrund der geringeren flächenbezogenen Masse der Holzwerkstoffplatten, ca. 2 bis 3 dB niedriger liegt, als das Schalldämm-Maß gleich aufgebauter Metallständerwände (Profile, Dämmstoff) mit doppelter Bekleidung aus Gipsplatten 2 x 12,5 mm.

7.7.5 Herstellkosten

Erläuterungen zu den Herstellkosten siehe Abschnitt 7.4 und Anhang 11.1.

Tabelle 7.5: Gesamtkosten je Quadratmeter Wand, Profil CW 75

Beplankung	Montagezeit in Minuten	Kosten je m ² in Euro		
		Baustoffe	Herstellung (45,- Euro/h)	Gesamt (gerundet)
12 mm OSB/3 + 9,5 mm GKB	45	40,00	34,00	74,00
12 mm OSB/3 + 15 mm GKF		45,00		79,00

Bei schlankeren Profilen CW 50 oder breiteren Profilen CW 100 erniedrigen bzw. erhöhen sich die genannten Gesamtkosten geringfügig.

8 Vergleich der verschiedenen Ständerwandsysteme

Alle betrachteten Bauplatten eignen sich für die fugenfreie Bekleidung nichttragender Trennwände in Trockenbauweise. Die Trennwände erfüllen die mechanischen Anforderungen der DIN 4103-1 an nichttragende innere Trennwände. Alle Trennwandsysteme sind in der Lage, bauphysikalische Anforderungen (Schalldämmung, Feuerwiderstand) zu erfüllen.

Allerdings sind die Leistungsfähigkeit und die Eigenschaften der verschiedenen Systeme in Abhängigkeit des Bekleidungsmaterials zum Teil deutlich unterschiedlich ausgeprägt.

8.1 Mechanischen Leistungsfähigkeit der betrachteten Plattenwerkstoffe

Die mechanischen Eigenschaften der betrachteten Plattenwerkstoffe, im Wesentlichen deren Biegezugfestigkeit und -steifigkeit, sind bei baugleicher Unterkonstruktion und gleichem Plattenformat ein Maß für die Leistungsfähigkeit der daraus erstellten Wandsysteme hinsichtlich deren Bauhöhe und Durchbiegung bei Beanspruchung. Der Dübelauszug / Durchzug ist relevant für die gebrauchstaugliche Befestigung von Konsollasten an den Plattenwerkstoffen.

Bei geregelten Platten (Gipsplatten, Gipsfaserplatten und Holzwerkstoffplatten) können die mechanischen Kennwerte den entsprechenden Normen und Zulassungen entnommen werden. Wie allgemein bekannt liegen die Festigkeits- und Steifigkeitswerte der Holzwerkstoffplatten (OSB, Spanplatte) über denen von üblichen Gipsfaserplatten, die wiederum mechanisch etwas leistungsfähiger sind als normale Gipsplatten.

Für Lehmbauplatten und Holzfaser-Ausbauplatten wurden die Biegefestigkeiten exemplarisch im Rahmen von Untersuchungen an der VHT Darmstadt im Jahre 2021 ermittelt (VHT 2021). Insgesamt lässt sich aus den Prüfergebnissen ableiten, dass die betrachteten Lehmbauplatten und Holzfaser-Ausbauplatten, jeweils mit Bewehrungsgitter und Lehmputzbeschichtung, von der Biegefestigkeit her in etwa gleichwertig zu Standard-Gipsplatten in der starken Richtung sind.

In allen betrachteten Plattenwerkstoffen können leichte Konsollasten verankert werden.

Die Aus- und Durchzugswerte der Verankerungsmittel sowie die jeweils geeigneten Verankerungsmittel unterscheiden sich in Abhängigkeit des Plattentyps.

Bei Lehmbauplatten und Holzfaser-Ausbauplatten müssen zur Lastbefestigung relativ großformatige Klappdübel eingesetzt werden. Die erzielbaren Durchzugswerte liegen unter den Werten von Gipsplatten. Bei Standard-Gipsplatten werden zur Lastbefestigung Grobgewindedübel oder verschiedene Hohlraumdübel eingesetzt. Bei Gipsfaserplatten werden zur Lastbefestigung Grobgewindedübel, geeignete Holzschrauben oder ebenfalls Hohlraumdübel eingesetzt. Die Aus- / Durchzugswerte liegen oberhalb der Werte von Standard-Gipsplatten. Bei Hybridkonstruktionen mit unterer Holzwerkstoffplattenlage werden zur Lastbefestigung meist Holzschrauben eingesetzt. Die Aus- / Durchzugswerte liegen oberhalb der Werte von Gipsbauplatten.

8.2 Mechanischen Leistungsfähigkeit der Ständerwandsysteme

8.2.1 Wandsysteme mit Bekleidung aus Gipsbauplatten

Die mechanische Leistungsfähigkeit sowie das mechanische Verhalten von Metallständerwänden mit Bekleidung aus Gipsbauplatten sind über umfangreiche Prüfprogramme und Bemessungsverfahren belegt, die zulässigen Bauhöhen (siehe Tabelle 8.1) sind über allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse sowie normativ über die DIN 18183 geregelt.

8.2.2 Wandsysteme mit Bekleidung aus Lehmbauplatten

Ergebnisse eines Versuchsprogrammes an der VHT Darmstadt im Jahr 2021 belegen, dass Wandsysteme mit Bekleidung aus Lehmbauplatten bzw. aus Holzfaser-Ausbauplatten, jeweils mit armierter Lehmputzbeschichtung, ähnliche Widerstände wie einlagig bekleidete Gipsplattensysteme aufweisen. Abhängig vom Einbaubereich und Profiltyp ist deswegen mit ähnlichen Bauhöhen und Durchbiegungen der Trockenbauwände zu rechnen, allerdings meist bei geringerem Ständerabstand und größerer Bauteildicke (größere Plattendicke + Putz). Aktuell sind **Wandhöhen** bis ca. 3 m für Metallständer-Wandsysteme mit Bekleidung aus Lehmbauplatten nachgewiesen, die im Wohnungsbau i.d.R. ausreichend sind.

8.2.3 Wandsysteme mit hybrider Bekleidung aus Holzwerkstoff- und Gipsplatten

Aufgrund der vergleichsweise höheren Festigkeit und Steifigkeit von Holzwerkstoffplatten kann davon ausgegangen werden, dass bei entsprechender Konstruktionsausführung Wandsysteme mit Bekleidung aus kleinformatischen Holzwerkstoffplatten mit Decklagen aus großformatigen Gipsbauplatten statisch-konstruktiv nicht weniger Leistungsfähig sind als Standard-Metallständerwände mit doppelter Beplankung aus Gipsbauplatten. Bei schwebenden Plattenstößen und Decklagen aus Gipsbauplatten der Dicke ≤ 10 mm sind ggf. gewisse Abminderungen zu erwarten. Aktuell sind **Wandhöhen** bis von 5 m im Einbaubereich 1 und 2 nach DIN 4103-1 für diese Kombination frei gegeben (Egger Ergo Board: OSB/3 12 mm, Gipsplatte $\geq 9,5$ mm).

8.3 Qualitativer Vergleich der Wandsysteme

Nachfolgend werden die wichtigsten Kenngrößen ausgewählter Wandsysteme gegenüber gestellt. Verglichen werden Wanddicke, flächenbezogene Masse, Rohstoffvolumen, Feuerwiderstand, Schalldämm-Maß, Bauhöhe und Herstellkosten.

Um nicht eine Vielzahl in Nuancen unterschiedlicher Wandaufbauten und herstellerspezifisch unterschiedlicher Lehmbauplattensysteme betrachten zu müssen, werden nachfolgend typische Referenzprodukte auf einer Metallunterkonstruktion der Stegbreite 75 mm (CW 75) gegenüber gestellt. Die Wände sind beidseitig einfach oder doppelt beplankt. Die Gipsbauplatten sind zu einer

fugenlosen Oberfläche verspachtelt, die Lehmbauplatten sowie die Holzfaser-Ausbauplatten sind mit einem Armierungsgitter und 6 mm Lehmputz (Rohdichte 1.400 kg/m³) auf der Oberfläche ausgeführt. Im Wandhohlraum ist 60 mm Glaswollgedämmstoff eingebracht.

Tabelle 8.1: Vergleich von Trockenbau-Wandsystemen (Profil CW 75, Glaswollgedämmstoff 60 mm) hinsichtlich konstruktiver Aspekte, bauphysikalischer Eigenschaften und Quadratmeterkosten.

Eigenschaft	Ständerabstand	Wanddicke	Flächengewicht Bekleidung incl. Putz	Rohstoff-Volumen Bekleidung incl. Putz	Feuerwiderstand	Schalldämm-Maß R_w	Bauhöhe ²⁾	Herstellkosten
Beplankungswerkstoff	[mm]	[mm]	[kg/m ²]	[dm ³ /m ²]		[dB]	[m]	[Euro/m]
GP 800 kg/m ³ , 12,5 mm ¹⁾	625	100	20	25	F 30-A	42 - 47	400	38,00 ⁵⁾
GP 800 kg/m ³ , 2 x 12,5 mm ¹⁾	625	125	40	50	F 90-A	51 - 55	505	53,00 ⁵⁾
GF 1150 kg/m ³ , 12,5 mm	625	100	29	25	F 30-A	54	400	60,00 ⁵⁾
GF 1150 kg/m ³ , 2 x 12,5 mm	625	125	58	50	F 90-A	62	645	90,00 ⁵⁾
LBP 1450 kg/m ³ , 22 mm ⁹⁾	625	131	81	56	F 90-A ^{3,9)}	56 ³⁾	300	119,00 ⁶⁾
LBP 1450 kg/m ³ , 2 x 16 mm ⁹⁾	625	151	110	76	F 120-A ³⁾	62 ³⁾	300	179,00 ⁶⁾
LBP 750 kg/m ³ , 20 mm ⁹⁾	375	127	47	52	F 30-A ⁴⁾	44 ³⁾	300	137,00 ⁶⁾
LBP 750 kg/m ³ , 25 mm ⁹⁾	500	137	55	62	F 30-A ³⁾	46 ³⁾	300	146,00 ⁶⁾
HFA 350 kg/m ³ , 20 mm ⁹⁾	500	127	31	52	F 30-B ⁴⁾	40 ³⁾	300	98,00 ⁶⁾
HFA 350 kg/m ³ , 25 mm ⁹⁾	625	137	35	62	F 30-B ⁴⁾	42 ⁴⁾	300	99,00 ⁶⁾
OSB 650 kg/m ³ , 12 mm + GK 750 kg/m ³ , 9,5 mm ⁸⁾	625	118	30	43	F 30-AB ³⁾	51	500	74,00 ⁷⁾
OSB 650 kg/m ³ , 12 mm + GK 800 kg/m ³ , 15 mm ^{1) 8)}	625	129	40	54	F 60-AB ³⁾	56	500	79,00 ⁷⁾

GP: Gipsplatte nach Herstellerangaben, GF: Gipsfaserplatte (Typ fermacell), LBP: Lehmbauplatte,

HFA: Holzfaser-Ausbauplatte

¹⁾ Bei Brandschutz Typ GKF

²⁾ Einbaubereich 2, sofern keine Nachweise vorliegen Beschränkung auf 3 m

³⁾ Werte aus Produktunterlagen übernommen oder aus vorliegenden Prüfzeugnissen (Holzunterkonstruktion) abgeleitet

⁴⁾ Werte abgeschätzt ⁵⁾ Werte aus Tabelle 7.3 ⁶⁾ Werte aus Tabelle 7.4 ⁷⁾ Werte aus Tabelle 7.5

⁸⁾ System Egger Ergo Board ⁹⁾ Je nach Ausführung F 60-A bis F 90-A

⁹⁾ Putzbeschichtung mit 6 mm Lehmputz der Rohdichte 1.400 kg/m³

Für die genannten Kennwerte der Wandsysteme mit Gipsbauplatten liegen Verwendbarkeitsnachweise vor. Die Eigenschaften der Systeme mit alternativer Beplankung aus Lehmbauplatten, Holzfaser-Ausbauplatten, jeweils mit Lehmputz, sowie Hybridbeplankungen aus Holzwerkstoffplatten mit Deckschicht aus Gipsplatten wurden auf Grundlage vereinzelter Prüfergebnisse als „Stützwerte“ sowie Analogiebetrachtungen (z.B. zu den Konstruktionen der DIN 4109-33 im Bereich Schallschutz) für die Betrachtungen dieser Studie abgeschätzt. Die praktische Anwendung setzt allerdings die Existenz entsprechender bauaufsichtlich relevanter Nachweise voraus.

Wie bereits in Abschnitt 7.4 ausgeführt, sind die angegebenen Herstellkosten je Quadratmeter Wand als Mittelwerte zu sehen, die aufgrund der gleichartigen Ermittlungsweise mit ausreichender Genauigkeit für einen Vergleich herangezogen werden können. In der Baupraxis sind Abweichungen von den genannten Mittelwerten in beide Richtungen von bis zu 20% nicht unüblich.

8.4 Erfüllung von Basisanforderungen im Brand- und Schallschutz

Brandschutzanforderungen an nichttragende, raumabschließende Trennwände werden im Ausbau im Wesentlichen nur an die Wände notwendiger Flure, Trennwände zwischen Nutzungseinheiten, Trennwände zu Räumen mit erhöhter Brandlast sowie zu besonders schutzbedürftigen Räumen sowie Treppenraumwände gestellt (vgl. Abschnitt 6.1). Es kann abgeschätzt werden, dass bei Bürogebäuden, Wohnungsbauten und wohnungsähnlichen Gebäuden an ca. 60% bis 80% der nichttragenden Wände keine Anforderungen an den Feuerwiderstand gestellt werden. Bei Wänden ohne Brandschutz sind zudem erhöhte Schallschutzanforderungen selten, da ein hoher Schallschutz in der Regel mit Brandschutzanforderungen einher geht (Nutzungstrennung).

Übliche Raumhöhen liegen in der Regel selten über 3,50 m. Hier kommen die einlagig beplankten Lehmbausysteme aktuell an ihre Grenze. Allerdings ist davon auszugehen, dass mit Ständerprofilen $\geq$ CW 75 und geeigneter Verbundausbildung, analog zu Gipsplattensystemen, Raumhöhen bis zu 4 m, auch im Einbaubereich 2, mit diesen Systemen zu erzielen sein werden.

Für die weiteren Betrachtungen der Studie wird abgeschätzt:

1. Bei Bürogebäuden und Wohnungsbauten werden an mindesten 70 % der nichttragenden Trennwände nicht gleichzeitig Brandschutzanforderungen oberhalb der Klasse F 30 (feuerhemmend), Schallschutzanforderungen R'_w größer 40 dB bei Bauhöhen größer 3,50 m gestellt.
2. Bei wohnungsähnlichen Gebäuden (Hotels, Altenheime, Krankenhäuser) werden an mindestens 60 % der nichttragenden Trennwände nicht gleichzeitig Brandschutzanforderungen oberhalb der Klasse F 30 (feuerhemmend), Schallschutzanforderungen R'_w größer 47 dB bei Bauhöhen größer 3,50 m gestellt.

Die **Anforderungen zu 1.** (F 30, $R'_w \leq 40$ dB, Bauhöhen $\leq 3,50$ m) können von allen hier betrachteten zweischaligen Leichtbausystemen (siehe Tabelle 8.1) mit Metallunterkonstruktion $\geq$ CW 75 und einer Faserdämmstoffeinlage, unabhängig vom Bekleidungswerkstoff, erfüllt werden, außer den Konstruktionen mit Bekleidungen aus Holzfaser-Ausbauplatten der Dicke 20 mm.

Die **Anforderungen zu 2.** (F_{30} , $R'_w \leq 47$ dB, Bauhöhen $\leq 3,50$ m) können nur von den hier betrachteten zweischaligen Leichtbausystemen (siehe Tabelle 8.1) mit doppelter Bekleidung aus Gipsplatten, einfacher oder doppelter Bekleidung aus Gipsfaserplatten, einfacher oder doppelter Bekleidung aus schweren Lehmbauplatten (1450 kg/m^3), hybrider Bekleidung aus Holzwerkstoff- und Gipsplatten (jeweils mit Metallunterkonstruktion $\geq \text{CW } 75$ und Faserdämmstoffeinlage) erfüllt werden. Die Konstruktionen mit Bekleidung aus den leichteren Lehmbauplatten sowie aus Holzfaser-Ausbauplatten sind hierfür bauakustisch nicht ausreichend.

Nachfolgend werden Wandsysteme gegenüber gestellt, die mit geeigneten Plattentypen und entsprechender Detail- und Anschlusausbildung einen Feuerwiderstand von bis zu 30 Minuten erfüllen können und eine Schalldämmung um die 40 dB im eingebauten Zustand aufweisen (**Anforderungen zu 1**). Wie oben abgeschätzt, werden bei Bürogebäuden und Wohnungsbauten an ca. zweidrittel der Wandsysteme keine höheren Anforderungen gestellt. Im Vergleich ist die Wandkonstruktion mit Bekleidung aus schweren Lehmbauplatten ($\text{LBP } 1.450 \text{ kg/m}^3$, 22 mm) mit aufgeführt, da diese in der Baupraxis meist ohne das Vorliegen expliziter bauphysikalischer Anforderung eingesetzt wird. Die vorhandene Leistung dieses Wandsystems liegt höher als die der anderen im Vergleich aufgeführten Systeme (vgl. Tab. 8.1). Dagegen liegen die Systeme mit der Holzfaser-Ausbauplatte 25 mm am unteren Rand der betrachteten Leistungsfähigkeit.

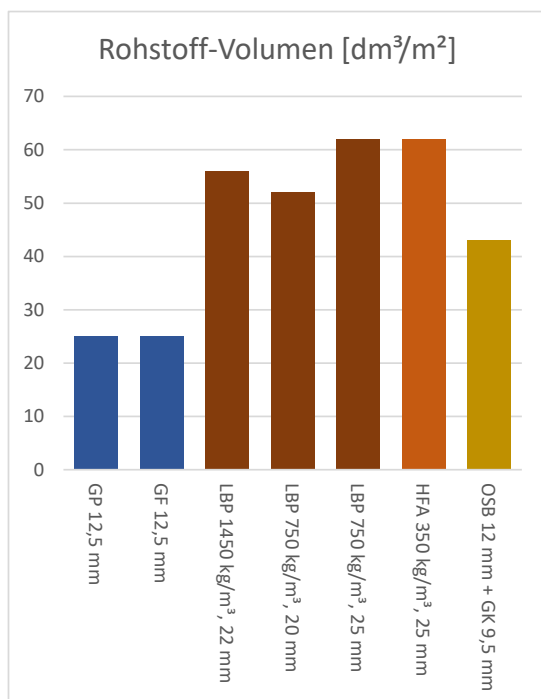


Abb. 8.1: Rohstoffvolumen der Plattenbekleidung

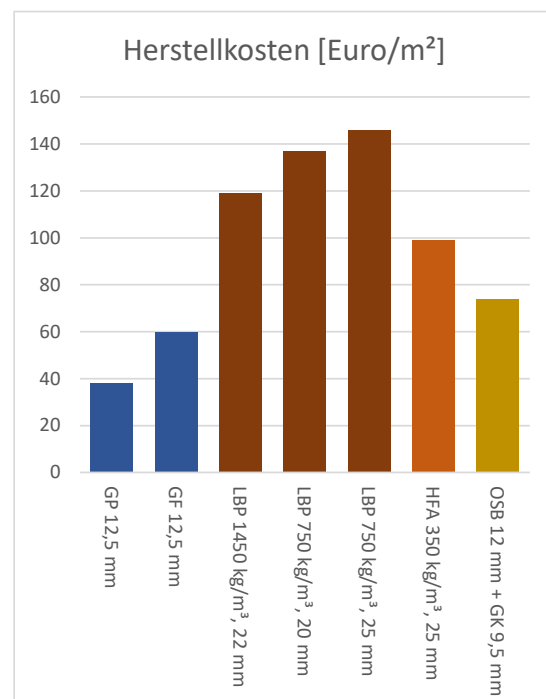


Abb. 8.2: Herstellkosten

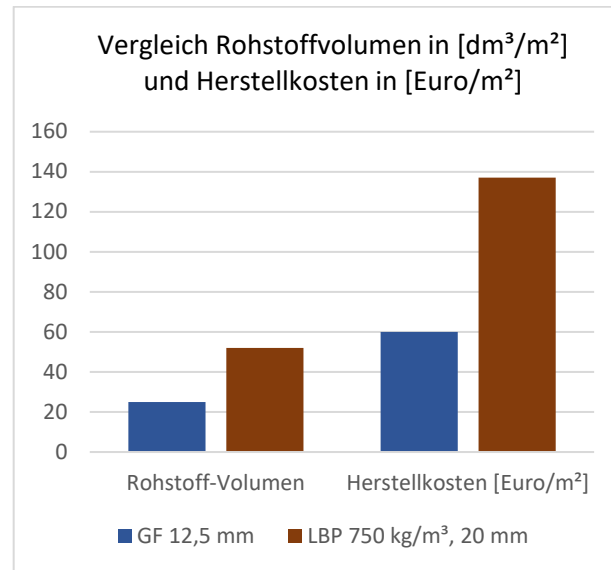


Abb. 8.3: Vergleich Rohstoffvolumen der Plattenbekleidung und Herstellkosten für zwei ausgewählte Systeme

	Gipsfaser 12,5 mm	LBP 20 mm + Lehmputz 6 mm
R_w	54 dB	44 dB
Bauhöhe	400 cm	300 cm
Wanddicke	100 mm	127 mm
Ständerabstand	625 mm	375 cm

Rohstoff-Volumen

Abbildungen 8.1 und 8.3 führen deutlich vor Augen, dass die im Vergleich als Basis zu Grunde gelegten, bauphysikalischen Mindesteigenschaften von den Gipssystemen mit knapp der Hälfte an Baustoffvolumen erfüllt wird. Für einen Kubikmeter Gipsbauplatte werden gut zwei Kubikmeter Lehmbauplatte + Lehmputz benötigt.

Wegen der unterschiedlichen Rohdichten der mineralischen Gips- und Lehmbauplatten und den Leichtzuschlägen, z.B. Schilfrohr, in den leichteren Lehmbauplatten entsprechend die Baustoffvolumina der Bauplatten nicht 1:1 dem Volumen der abzubauenen Rohstoffe. Gipsstein mit einer Rohdichte von 2.200 bis 2.400 kg/m³ wird zu Bauplatten mit Rohdichten von 700 bis 1.100 kg/m³ verarbeitet. Aus Lehm mit einer Rohdichte von 1.600 bis 1.800 kg/m³ werden Bauplatten mit Rohdichten von 700 bis 1.500 kg/m³ hergestellt. Es ist erkennbar, dass auch bei einer Rohdichtenormierung der Rohstoffinput bei den Lehmbausystemen deutlich über dem der Gipssysteme liegt. Bei den rein mineralischen Lehmbauplatten bedingt dies ein entsprechend höheres Abbauvolumen, je nach Plattentyp Faktor 2 bis 5.

Die Hybridkonstruktionen aus Holzwerkstoffplatten mit oberflächenbildender Gipsbauplatte ist das Baustoffvolumen aufgrund der hier erforderlichen Zweilagigkeit der Bekleidung nahezu verdoppelt. Der Holzverbrauch liegt dagegen grob in der gleichen Größenordnung wie bei den doppelt so dicken Holzfaserausbauplatten mit halber Rohdichte.

Auch wenn einlagig bekleidete Gipsbauplatten-Systeme von ihrer Leistungsfähigkeit für die Erfüllung der genannten Anforderungen ausreichend sind, wird in der Baupraxis doch meist eine zweilagige Bekleidung ausgeführt. Die (häufig nicht erforderliche) bauphysikalische Leistungsfähigkeit ist dadurch natürlich höher, das eingesetzte Rohstoff-Volumen liegt dann aber in gleicher Größenordnung wie bei den in der Regel nur einlagigen Lehmbausystemen. Hier wäre Einsparpotential zu aktivieren.

Herstellkosten

Die in Abbildung 8.2 und 8.3 dargestellten Unterschiede in den Herstellkosten sind deutlich, sie betragen bei den Lehmbausystemen gut das Doppelte (Gipsfasersysteme) bis Dreifache (Gipsplattensysteme) der Gipsbausysteme. Das ist, neben den höheren Baustoffkosten, im Wesentlichen durch die deutlich aufwändigere Verarbeitung bedingt.

In der Unterschrift zu Abbildung 8.3 ist exemplarisch nochmals dargestellt, dass neben den deutlichen Unterschieden in den Herstellkosten und dem Rohstoff-Volumen auch die anderen Kennwerte des betrachteten Gipsfaser-Trennwandsystems dem gegenüber gestellten Lehmbausystem überlegen sind.

8.5 Erfüllung erhöhter Anforderungen im Brand- und Schallschutz

Brandschutzanforderungen oberhalb der Klasse feuerhemmend sowie Schallschutzanforderungen über 50 dB (vgl. Abschnitt 6.1) werden nach Abschätzung des Verfassers bei Bürogebäuden, Wohnungsbauten und wohnungsähnlichen Gebäuden nur an maximal 20 % der nichttragenden, raumabschließende Trennwände gestellt. Ein hoher Schallschutz geht häufig mit Brandschutzanforderungen einher (Nutzungstrennung).

Nachfolgend werden Wandsysteme gegenüber gestellt, die mit geeigneten Plattentypen und entsprechender Detail- und Anschlussausbildung einen Feuerwiderstand von mindestens 60 Minuten erfüllen und eine Schalldämmung um die 50 dB im eingebauten Zustand aufweisen. Bei derartigen Anforderungen kommen viele Systeme mit Bekleidung aus alternativen Plattenwerkstoffen an ihre Leistungsgrenze, entsprechende Systeme sind, auch aufgrund der geringen Nachfrage, nur sehr vereinzelt nachgewiesen.

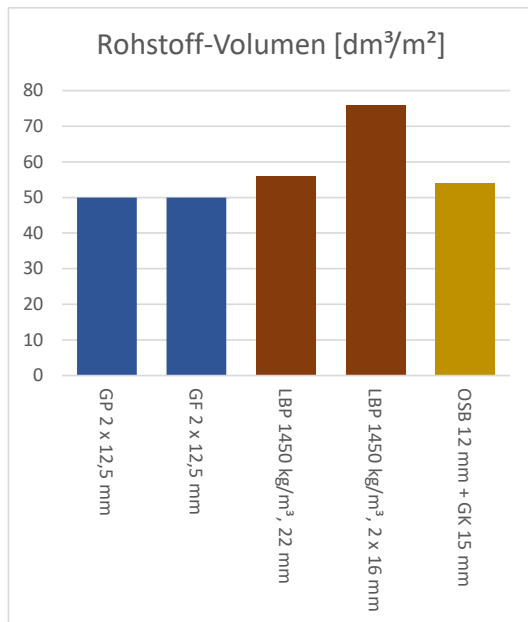


Abb. 8.4: Rohstoffvolumen der Plattenbekleidung

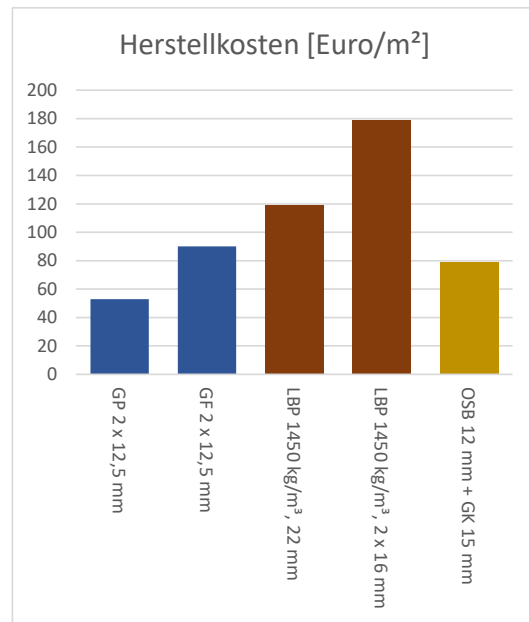


Abb. 8.5: Herstellkosten

Rohstoff-Volumen

Abbildung 8.4 zeigt, dass bei den zu Grunde gelegten, erhöhten bauphysikalischen Eigenschaften bei allen betrachteten Systemen das erforderliche Baustoffvolumen der Bekleidung in gleicher Größenordnung liegt.

Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Rohstoffverwertung bei der Gipsbauplattenproduktion (Gipsstein zu Gipsprodukt ca. 1 zu 2) besser ist als bei der Herstellung schwerer Lehm- bauplatten (Rohlehm zu schwerer Lehm- bauplatte ca. 1 zu 1). Dies bedingt ein entsprechend höheres Abbauvolumen, Faktor 2.

Bauphysikalische Leistungsfähigkeit, Feuerwiderstand

Die schweren Lehm- bausysteme sowie das zweilagig bekleidete Hybridsystem weisen die gleiche bauphysikalische Leistungsfähigkeit auf, wie die zweilagig bekleideten Gips- plattensysteme, wobei die Leistungsfähigkeit der Gips- faserplattensysteme von den anderen Systemen nicht ganz erreicht wird.

Technische Lösungen mit nichtbrennbaren Lehm- bauplattensystemen für Brandschutzanforderungen $\geq F 90$ (feuerbeständig) sind denkbar, Flächengewicht und Rohstoffvolumen unterscheiden sich nicht wesentlich von den eingeführten Gips- bauplattensystemen. Wesentliches Hindernis für deren Einsatz ist das Fehlen entsprechender Verwendbarkeitsnachweise, die sowohl für die Wandkonstruktionen als auch für die Feuerschutzabschlüsse (Türen), Einbauten, haustechnische Durchführungen, Anschlüsse, etc., erforderlich sind. Damit ist ein bei derartigen Anforderungen ein breiter Einsatz in der Baupraxis absehbar nicht gegeben.

Die im Vergleich aufgenommene Wandkonstruktion mit hybrider Bekleidung aus Holzwerkstoff- und Gipsbauplatten erfüllt, aufgrund der brennbaren Holzwerkstoffplatte (Baustoffklasse B2), die

bauaufsichtliche Anforderung feuerbeständig (F 90-A / F 90-AB) nicht, wobei 90 Minuten Feuerwiderstand, je nach Dicke der Gipsplattenbekleidung, erreichbar wären.

Herstellkosten

Die in Abbildung 8.5 dargestellten Unterschiede in den Herstellkosten sind geringer ausgeprägt wie bei den weniger leistungsfähigen Systemen. Die Herstellkosten der Gipsplattensysteme betragen knapp 50 %, die der Gipsfaserplattensysteme ca. 75 % der Lehmbausysteme. Die Hybridsysteme liegen in der Größenordnung der Gipsfaserplatten. Die Mehrkosten bei den Lehmbausystemen sind, neben den höheren Baustoffkosten, im Wesentlichen durch die aufwändigere Verarbeitung bedingt.

8.6 Erfüllung des Anforderungsprofils im Ausbau

In Tabelle 8.2 wird eine Nutzwertanalyse durchgeführt. Die Bewertung bezieht sich auf die typischen Anforderungen an Ausbausysteme, diese unterliegt zwangsläufig einer gewissen Subjektivität. Als besonders wichtig werden Rohstoffverbrauch, Verarbeitungsaufwand und Schadstoffemission gewertet, gefolgt von der bauphysikalischen und statisch-konstruktiven Leistungsfähigkeit sowie der Möglichkeit zur freien Oberflächengestaltung. Herstellkosten werden an dieser Stelle nicht betrachtet.

Bei der Gegenüberstellung der mit unterschiedlichen Bauplatten bekleideten Trockenbauwände werden „übliche/mittlere“ Anforderungen an die Trennwandsysteme zu Grunde gelegt, d.h. keine erhöhten Anforderungen an den Schall- und Brandschutz (z.B. nicht „feuerbeständig“) oder die Bauhöhe. Für derartige Anforderungen wären die meisten Systeme mit alternativer Bekleidung nicht geeignet.

Es werden Holzwerkstoffplatten ohne oder mit sehr geringer (Formaldehyd-) Emission zu Grunde gelegt (E0 - E0,3). Dies bedingt eine entsprechende Verleimung, z.B. mit Polyurethan-Klebstoffen (PMDI) und führt zu entsprechend höherpreisigen Platten.

Durch die Mittelwertbildung über die einzelnen Vertreter einer Plattentyp-Gruppe verwischen sich die besonderen Eigenschaften einzelner Gruppenmitglieder.

Auch wenn die in der Nutzwertanalyse in Summe erzielte Punktzahl der einzelnen Systeme einer gewissen Unschärfe und Subjektivität unterliegt, so ist doch nicht verwunderlich, dass die heute im Ausbau am weitesten verbreiteten Gipsbauplatten das üblichen Anforderungsprofil im Ausbau am besten erfüllen.

Tabelle 8.2: Nutzwertanalyse: Leistungsfähigkeit und die Eigenschaften der verschiedenen Trennwandsysteme

Eigenschaft	Brennbarkeit (Baustoffklasse A)	Feuerwiderstand	Verwendbarkeitsnachweise	Schalldämmung	Schlankheit (geringe Wanddicke)	Rohstoffverbrauch (gering)	Fugenfreiheit (Formänderung)	Verarbeitung (einfach)	Oberflächenbeschichtung (flexibel)	Stabilität (Bauhöhe, Robustheit)	Konsollast	Feuchteempfindlichkeit (gering)	Schadstoffe, Emissionen (keine)	Summe (aufgerundet)
Plattentyp-Gruppe	Punkte													
Gipsbauplatten	3	3	3	2-3	3	2-3	2-3	2-3	3	2-3	2-3	2-3	3	
Lehmbauplatten + Lehmputz	2	2	1	2	2	1-2	2	1	1	2	1-2	1	3	
HF-Ausbaubaupl. + Lehmputz	0	1	0	1	2	2-3	2	1	1	1	1	1	3	
Hybridkonstruktion HWPl. + Gipsbaupl.	0	2	1	1-2	3	3	2	2	3	3	3	1-2	2-3	
Wichtung	2	2	2	2	1	3	1	3	2	2	1	2	3	
Gipsbauplatten	6	6	6	5	3	7,5	2,5	7,5	6	5	2,5	5	9	71
Lehmbauplatten + Lehmputz	4	4	2	4	2	4,5	2	3	2	4	1,5	2	9	44
HF-Ausbaubaupl. + Lehmputz	0	2	0	2	2	7,5	2	3	2	2	1	2	9	35
Hybridkonstruktion HWPl. + Gipsbaupl.	0	4	2	3	3	9	2	6	6	6	3	3	7,5	55
Max. mögl. Punkte	6	6	6	6	3	9	3	9	6	6	3	6	9	78

Zahlenbereiche (z.B. 2-3) sind durch relevant unterschiedliche Eigenschaften der Vertreter einer Gruppe bedingt. Für die Bewertung wird der Mittelwert verwendet (z.B. 2,5)

Punkte: 3 leistungsstark (gut, hoch, erfüllt) 2 vorhanden 1 gering ausgeprägt (vergleichsweise niedrig)

Wichtung der Eigenschaften: 3 sehr wichtig, 2 von Relevanz 1 geringe Bedeutung 0 nicht vorhanden

Abbildung 8.6 gibt den „Erfüllungsgrad“ an (erreichte Punkte/max. mögl. Punkte) und dient als Visualisierung, wie gut die unterschiedlichen Trennwandsysteme das übliche Anforderungsprofil im Ausbau erfüllen. Je nach tatsächlichem Anforderungsprofil würden sich verständlicherweise Verschiebungen ergeben.

Baubetriebliche Anforderungen (Integration in den Bauablauf, Wartezeiten, etc.) sind an dieser Stelle nicht mit einbezogen, diese werden nachfolgend betrachtet.

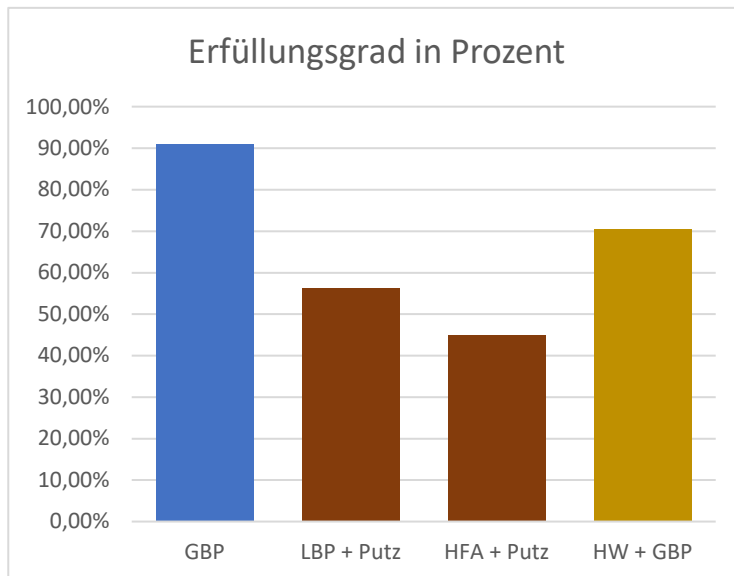


Abbildung 8.6: „Erfüllungsgrad“ (erreichte Punkte/max. mögl. Punkte nach Tab. 8.2) als Visualisierung, wie gut die unterschiedlichen Trennwandsysteme das übliche Anforderungsprofil im Ausbau erfüllen

GBP: Gipsbauplatten, LBP: Lehmbauplatten, HFA: Holzfaser-Ausbauplatten,
HW: Holzwerkstoffplatten

9 Bewertung wesentlicher Aspekte

Nachfolgend werden Erkenntnisse der vorangegangenen Abschnitte zusammengefasst und bewertet. Grundlage der Betrachtungen sind die aktuell am Markt verfügbaren Standard-Bauplatten, Produktionskapazitäten und üblichen Bauabläufe, bei einem mittleren Prognosezeitraum von 10 Jahren.

9.1 Verwendbarkeitsnachweise

Bis auf wenige Ausnahmen existieren für die betrachteten Trockenbau-Wandsysteme mit alternativen Bekleidungen aus Lehmbauplatten, Holzfaser-Ausbauplatten mit Lehmputz sowie Hybridbeplankungen aus Holzwerkstoffplatten mit Deckschicht aus Gipsplatten keine allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnisse oder allgemeine Bauartgenehmigungen zum Feuerwiderstand oder zur Schalldämmung der Wandkonstruktionen. Auch Aussagen zur mechanischen Widerstandsfähigkeit der Trockenbau-Wandsysteme mit Metallunterkonstruktion im Sinne der DIN 4103-1 (Stoßbeanspruchung, Biegebeanspruchung, Konsollasten, zulässige Bauhöhen) liegen nur vereinzelt vor.

Nach deutschem Baurecht ist der Einsatz von Systemen ohne relevante Verwendbarkeitsnachweise bei Anforderungen an den Brand- und Schallschutz nicht zulässig. Dies beschränkt die Anwendungen der meisten „alternativen“ Systeme aktuell auf Bereiche ohne bauaufsichtlich oder privatrechtlich definierte Anforderungen. Es verbleiben letztendlich nur Rauntrennwände innerhalb von Nutzungseinheiten. Wobei auch ohne bauphysikalische Anforderungen nichttragende Metallständer-Wandsysteme bei Anforderungen an die Absturzsicherheit ohne Nachweis nach DIN 4103-1 und entsprechenden Verwendbarkeitsnachweis nicht eingebaut werden dürfen.

Allerdings bedeutet das aktuelle Fehlen von Verwendbarkeitsnachweisen nicht, dass Trockenbau-Wandsysteme mit den betrachteten alternativen Bekleidungsplatten prinzipiell nicht in der Lage wären, zumindest einige der genannten Anforderungen zu erfüllen. Entsprechende Nachweise können nach und nach erbracht werden. Ergebnisse aus ersten Untersuchungsprogrammen liegen vor. Es ist von zunehmenden Prüfkaktivitäten, vor allem im Bereich der Lehmbausysteme, auszugehen.

Es muss dabei aber klar sein, dass ein Füllen der Nachweislücken in den wesentlichen Bereichen Wandstatik (DIN 4103-1), Brand- und Schallschutz (DIN EN 1364-2, DIN EN ISO 10140) für jeden herstellerepezifischen Plattenwerkstoff und den daraus errichteten Wandsystemen sich noch über Jahre hinziehen und je Produkt/System mit Kosten im höheren fünfstelligen Bereich verbunden sein wird – ohne damit auch nur annähernd die über Jahrzehnte gewachsene Nachweistiefe im Gipsbauplatten-Bereich zu erreichen.

Dem gegenüber steht die Welt der Gipsbauplatten, in denen die Plattenwerkstoffe sowie die damit erstellten Trockenbau-Wandsysteme seit Jahrzehnten normativ oder über entsprechende Verwendbarkeitsnachweise (Prüfzeugnisse, Bauartgenehmigungen, etc.) geregelt sind. Alle mechanischen, bauphysikalischen und baubiologischen Platteneigenschaften sowie die Leistungsfähigkeit der Systeme hinsichtlich Statik, Feuerwiderstand und Schalldämmung sind

belastbar nachgewiesen und dokumentiert. Eine Vielzahl von Sonderplatten und Spezialsystemen ermöglicht darüber hinaus gehende Anwendungen wie z.B. Brandwände, Strahlenschutz, einbruchhemmende Konstruktionen, tragende Systeme, etc.

9.2 Baubetriebliche Aspekte

Bei den hybriden Systemen aus Holzwerkstoffplatten mit Gipsbauplattenbekleidung ist der Bauablauf nicht wesentlich anders als im Trockenbau üblich.

Dagegen werden die ineinander verzahnten und von der zeitlichen Abfolge her optimierten Abläufe im Ausbau durch den bei Lehmbausystemen erforderlichen Putzauftrag und den damit verbundenen Trocknungs- und Wartezeiten erheblich gestört. Die kumulierten Trocknungs- und Wartezeiten (ohne Grundieren und Streichen) betragen bis zu 40 Stunden. Der Bauablauf unterscheidet sich dadurch von den im Ausbau üblichen und bekannten Ablauf. Betroffen davon ist nicht der raumbildende Ausbau allein, sondern auch die im Ausbau mit involvierten Nachbargewerke wie Elektro und Haustechnik, Estrich, Oberfläche, etc.

Die finale Putzbeschichtung zur Fertigstellung der Wandoberfläche ist bei Trockenbauwänden ein unüblicher Arbeitsschritt. Wie in Abschnitt 6.4 beschrieben ist die Schnittstelle Estrich – Trennwand, bei bauphysikalischen Anforderungen an die Trennwand und der damit erforderlichen Dichtheit, problematisch. Die Einbringung von Dosen und Schaltern für Elektroinstallationen, Türzargen, Installationsdurchführungen, etc. entspricht nicht dem Bauablauf im Trockenbau, sondern ähnelt eher dem von verputzten Massivbauwänden.

Die Lehmputzoberfläche ist sensibler als die Oberfläche von Gipsbauplatten was Austrocknung, Rissbildung, mechanische Beanspruchbarkeit sowie Ausbesserungsfähigkeit angeht. Es werden höhere Anforderungen an die bauklimatischen Rahmenbedingungen gestellt. Mit der Putzbeschichtung entsteht eine fertige und empfindliche Wandoberfläche, die zum Schutz vor Beschädigungen erst spät im Bauablauf aufgebracht werden sollte.

Neben den höheren Kosten werden vor allem die abweichenden baubetrieblichen Abläufe als Hemmnis für den Einsatz der aktuellen Lehmbausysteme mit Putzbeschichtung im gewerblichen Ausbau gesehen. Die Bauabläufe sind anders zu planen und zu gestalten, sie sind ungewohnt für die beteiligten Gewerke. Im kleinteiligeren Wohnungsbau ist dies von der Planung und Bauleitung in den Griff zu bekommen, bei größeren Bauvorhaben mit engen Terminvorgaben und komplexer Haustechnik ist dies aufwändig und fehleranfällig.

9.3 Herstellkosten

Die hier aufgeführten Herstellkosten erfassen nicht den zukünftigen Aufwand für Rückbau, Recycling, Entsorgung und Deponierung. Sie geben wieder, welche Kosten aktuell für die Bauherrenschaft im Rahmen der Erstellung des jeweiligen Trennwandsystems anfallen.

Die Herstellkosten je Quadratmeter der verschiedenen Systeme sind in Tabelle 8.1 gegenüber gestellt. Diese werden, bei ähnlicher Unterkonstruktion, im Wesentlichen von den Baustoffkosten der Plattenwerkstoffe sowie dem Aufwand für Plattenzuschnitt und die Ausbildung der fugenfreien Oberfläche bestimmt.

Die Kostenunterschiede sind, vor allem zwischen den Gipsplattensystemen und den Lehmbausystemen, deutlich ausgeprägt. In den Abschnitten 8.4 und 8.5 wird ersichtlich, dass bei den einfacheren Systemen die Unterschiede bei den Herstellkosten eklatant sind, bei den Systemen mit höheren Anforderungen immer noch deutlich.

Neben den reinen Herstellkosten ist die, im Vergleich zu den einfach bekleideten Gipsbausystemen um ca. 30 mm größere Wandbreite der Lehmbausysteme, in Kostenbetrachtungen mit einzubeziehen. Dem Gebäude geht Nutzfläche verloren, die aufgrund der Einhaltung von Fluchtwegbreiten vor allem bei den Räumen abzuziehen ist.

Bei größeren Bauvorhaben liegen die Mehrkosten schnell im sechsstelligen Bereich. Bei Neubauvorhaben liegen, bezogen auf das Gesamtgebäude, durch den Einsatz von nichttragenden Trennwänden mit Bekleidung aus Lehmbauplatten die Mehrkosten in Abhängigkeit des Verkaufspreises je Quadratmeter, ohne Berücksichtigung kostenrelevanter baubetrieblicher Aspekte, bei ca. 1 % bis 3 % im Vergleich zu Trockenbauwänden mit Bekleidung aus Gipsplatten (vgl. Anhang 11.3). Bei reinen Um- und Ausbauvorhaben fällt der prozentuale Unterschied noch deutlicher aus.

Letztendlich sind die Herstellkosten bei Ressourcenbetrachtungen von untergeordneter Bedeutung. Es stellt sich trotzdem die Frage, inwieweit ein Bauherr bereit und in der Lage ist, diese Mehrkosten zu tragen. Zudem ist abzuwägen, ob der finanzielle Mehraufwand unter Nachhaltigkeitsaspekten nicht sinnvoller in andere Kostengruppen (Haustechnik, Holzbauweise statt Massivbauweise, Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, etc.) investiert werden sollte.

9.4 Rohstoffbedarf und Verfügbarkeit

Im Vergleich zu nachwachsenden Rohstoffen werden mineralischen Rohstoffe meist mit höherem Energieeinsatz und mit größeren Beeinträchtigungen für Mensch und Natur gewonnen. Ihre Bildung dauert zehntausende bis Millionen von Jahren, ihre Verfügbarkeit als „geologisch gewachsener“ Naturstoff ist generell begrenzt.

verwertbare Produkte	Einheit	2017	2018	2019	Veränderung 2018/2019 (%)
grobkeramische Tone ²⁾	t	11.400.000	11.300.000	11.400.000	0,9
Gips- und Anhydritstein	t	4.450.000	4.550.000	4.850.000	6,6
REA-Gips	t	6.650.000	6.560.000	6.000.000	– 8,5

Abbildung 8.3: Gewinnung von grobkeramischen Tonen und Gipsrohstoffen in Deutschland
(Quelle BGR Deutschland – Rohstoffsituation 2019, Tabelle 38, Auszug grobkeramische Tone und Gips, Harald Andruleit, 2020)

Bei einer Gegenüberstellung der Gesamtrohstoffproduktion in Deutschland wird ersichtlich, wie vergleichsweise gering die Menge an Gipsrohstoffen (Gips- und Anhydritstein, REA-Gips) zu den Massen an mineralischen Baustoffen (Sand, Kies, Gestein, Tone) für den Massivbau, Fundamente, Verkehrswegebau, etc. ist, die ebenfalls über Bergbaumaßnahmen gewonnen werden. Das Verhältnis beträgt in etwa 1 : 50.

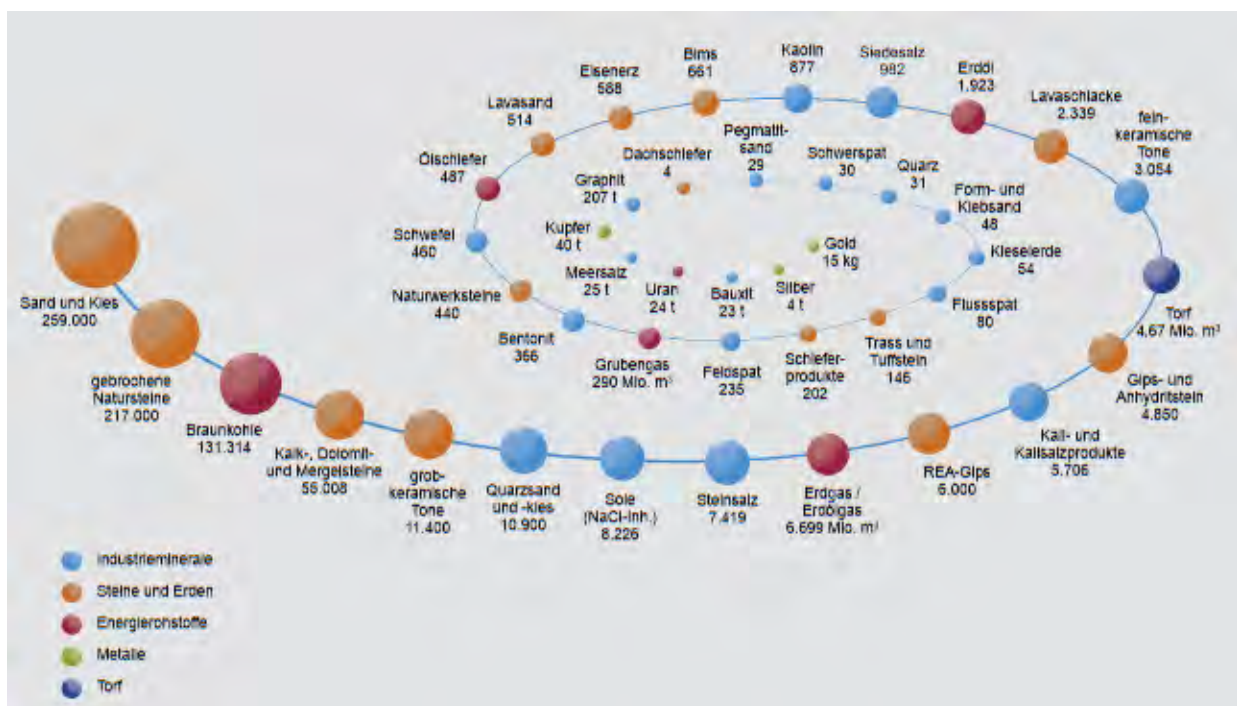


Abbildung 8.4: Rohstoffproduktion in Deutschland im Jahr 2019

Angaben in 1.000 t, sowie nicht anders gekennzeichnet

(Quelle BGR Deutschland – Rohstoffsituation 2019, Harald Andruleit, 2020)

Die Rohstoffgewinnung im Tagebau ist unzweifelhaft mit dem Eingriff in die lokale Flora und Fauna sowie die vorhandene geologische Struktur mit Spalten und Höhlen als Lebensraum für Tiere verbunden. Im Vorfeld ist unabhängig vom Rohstoff die organische Deckschicht abzutragen und zu deponieren. Durch den Abbau entstehen Gruben oder es werden Erhebungen abgetragen, die gewachsene Landschaft und das Oberflächenrelief werden verändert. Erst die nach Abbauende erfolgenden Renaturierungen bringen die Biotope zurück, ob in gleicher, niedriger oder sogar höherer Qualität hängt vom Einzelfall und von der Ausgangssituation ab.

Die Rohstoffgewinnung mineralischer Baustoffe erfolgt in Deutschland nach hohen Umweltstandards. Es herrschen schonenden Abbauverfahren vor, bei denen mit rollierendem Abbau, Naturauf-Zeit-Projekten sowie Rekultivierung bzw. Renaturierung gearbeitet wird. Transportwege werden durch den produktionsnahen Abbau minimiert. Dies ist definitiv sinnvoller, als den Rohstoffbedarf durch Importe mit langen Wegen und Abbaubedingungen unter niedrigen Umweltstandards außerhalb der Landesgrenzen hinzunehmen. Zudem verbleibt die Wertschöpfung in den rohstoffgewinnenden Gipsregionen und sichert so Arbeitsplätze und Gewerbesteuern vor Ort.

9.4.1 Gipsprodukte

Auch wenn **Gipsgestein** zu den weit verbreiteten sowie reichlich vorkommenden Mineralien gehört, ist dessen weltweite Verfügbarkeit im Vergleich zu Lehm und Tonen deutlich geringer. Die nationale Nutzung von Vorkommen oder Plattenproduktionen in größerer Entfernung von Deutschland ist aufgrund der langen Transportwege aktuell nicht vertretbar. **REA-Gips**, der Aktuell ca. 50% der Gipsrohstoffversorgung ausmacht, wird als Rohstoffquelle aufgrund des Kohleausstiegs deutlich zurück gehen. **Recycling-Gips** mit einem Anteil von über 10 % am Gesamtrohstoffbedarf der Gipsindustrie von 7,1 Mio. t (2020) ist, auch bei Ausschöpfung aller denkbaren Ansätze, in absehbarer Zeit nicht realistisch, da die Mengen aus dem Rückbau nicht zur Verfügung stehen.

Bei unveränderten Ausbausystemen mit Gipsprodukten, wie den hier betrachteten Gipsbauplatten, wird künftig ein **erhöhter Naturgipseinsatz** erforderlich sein. Die Gipsindustrie versucht in diesem Zusammenhang verstärkt untertägige Lagerstätten zu erschließen. Wo möglich wird bereits heute qualitätsgesicherter Recyclinggips (Tendenz steigend) eingesetzt. Zudem wird aktuell intensiv an der Erschließung alternativen Gipsquellen geforscht (z.B. an der HS Nordhausen).

Von den rund 10 Mio. Tonnen Gipsrohstoff (2020, Gipsstein und REA-Gips) in Deutschland wird in etwa ein Viertel zur Produktion von Gipsbauplatten verwendet. Bei ca. 260 Mio. Quadratmeter und einem mittleren Flächengewicht von 10 kg/m² entspricht dies ca. 2,6 Mio. Tonnen Gipsbauplatten mit einem Volumen von ca. 3,5 Mio. m³.

9.4.2 Lehmprodukte

Als Mineralgemenge, das als Teil des unter dem Einfluss von Witterung, Flora und Fauna umgebildeten obersten Bereiches der festen Erdkruste vorliegt, sind Lehme nahezu überall oberflächennah verfügbar. Für bautechnische Zwecke sind aber bei weitem nicht alle Lehme nutzbar.

Baulehm für die Herstellung von Lehmbaustoffen zeichnet sich durch eine bestimmte Zusammensetzung aus (Tonanteil, Mineraliengemenge, organische Anteile, etc.). Lehm wird zu annähernd 100 % durch Lehmabbau im Tagebau gewonnen. Das technisch prinzipiell mögliche Lehmrecycling spielt aktuell keine Rolle, Lehmprodukte fallen im Rückbau so gut wie nicht an.

Der Bedarf an grobkeramischen Tönen und damit an Lehmbaustoffen war über die letzten Jahre annähernd konstant und liegt bei etwa 11,4 Mio. Tonnen im Jahr (2019). Damit liegt der Bedarf in etwa in der Größenordnung der Gipsrohstoffe. Von dieser Rohstoffmenge wird weniger als ein Promille für die Herstellung von Lehmbauplatten incl. Lehmputzen verwendet. Die aktuelle Produktion von Lehmbauplatten beträgt ca. 220 000 – 240 000 m². Eine jährliche Steigerung von bis zu 30 % ist in den nächsten Jahren zu erwarten. Kurzfristig ist allenfalls eine zwei bis drei Mal höhere Produktionskapazität in Deutschland realisierbar.

Die Größenordnungen belegen, dass selbst die Substitution von nur 20 % der aktuellen Gipsplattenmenge (52 Mio. m²) durch Lehmbauplatten, d.h. eine mehr als 200-fach erhöhte Plattenmenge, innerhalb der nächsten 10 Jahre völlig illusorisch ist, mehr als 10 % davon erscheinen nicht realistisch (vgl. Abschnitt 9.4.4).

Hinsichtlich der Auswirkungen auf Lebensräume und Landschaftsbilder unterscheidet sich die Rohstoffgewinnung im Tagebau bei Gipsgestein und Baulehm nicht. Eine Verschiebung der Rohstoffmengen innerhalb dieser Baustoffe führt zu keiner Verringerung der Eingriffe in die gewachsene Landschaft, sondern tendenziell eher zu einer Erhöhung durch die geringere volumenbezogene Rohstoffausbeute bei den Lehmbauplatten.

9.4.3 Holzbasierte Produkte

Unter der Voraussetzung einer nachhaltigen Holzwirtschaft ist die Produktion von holzbasierten Baustoffen mit geringeren Eingriffen in die Natur verbunden als durch den Tagebau zur Gewinnung mineralischer Baustoffe. Allerdings handelt es sich bei den holzwirtschaftlich genutzten Wäldern nicht um naturnahe Biotop, sondern meist um künstlich angelegte Monokulturen, mit allen damit verbundenen Nachteilen für Biodiversität, Artenreichtum und Robustheit.

Aktuell wird nahezu der gesamte nutzbare Holzzuwachs in Deutschlands Wäldern genutzt, im Jahr 2018 wurde mit 104 % sogar mehr Holz genutzt als nachgewachsen ist. Aufgrund der bereits heute hohen Nutzungsrate und den wachsenden Belastungen des Waldes durch Extremwetterereignisse, Trockenheit und den dadurch begünstigten Insektenbefall ist mit einem eher rückläufigen Holzangebot zu rechnen. Der Wald ist von der Forstwirtschaft entsprechend den sich verändernden klimatischen Bedingungen umzubauen, Monokulturen sind abzubauen, was den Aufwand für

Bewirtschaftung und Ernte erhöhen wird und die verfügbaren Mengen zumindest mittelfristig reduzieren wird.

Die Auswirkungen der begrenzten Verfügbarkeiten war 2021 deutlich zu spüren. Der anhaltende Bauboom in Deutschland und die vermehrte Nachfrage aus dem Ausland (China und USA) führten zu Holzknappheiten, langen Lieferzeiten in der Holzwerkstoff- und Sägewerksindustrie und damit zu extremen Preisanstiegen.

Die Transportwege bei Holz sind vergleichsweise lang. Das Holz wird überwiegend mit kleinen Traktor-Anhängern zum Waldrand gebracht, von dort mit Sattelzügen zum Sägewerk und schließlich zur Baustelle transportiert. Unterschiedliche Studien geben die Transportentfernungen bei der Rohholzbeschaffung der Sägewerke, Holzwerkstoffindustrie, Zellstoff- und Papierindustrie, je nach Datenquelle, mit 82 km bis 196 km an. Dabei spielt der Transport per Lkw die dominante Rolle (Obkircher 2013). Demgegenüber sind die Transportwege bei der Steine- und Erdenindustrie deutlich geringer. Meistens finden Rohstoffgewinnung und Baustoffherstellung am selben Ort statt, der durchschnittliche Transportweg zur Baustelle beträgt 39 km. (ISTE 2020)

Auch wenn Holz zu den nachwachsenden Rohstoffen gehört, ist es nicht unbegrenzt verfügbar. Selbst bei schnellwachsenden Nadelhölzern dauert es bis zur Hiebreife viele Jahrzehnte bis über 100 Jahre. Der durchschnittliche Holzvorrat pro Hektar Wald beträgt ca. 358 m³ (FNR, Basisdaten Wald und Holz 2019). Auf derselben Fläche können je nach Rohstoffmächtigkeit zwischen 100.000 m³ und 1 Mio. m³ mineralische Rohstoffe gewonnen werden und somit auch bei schlechter Ausbeute mehr als das 200-fache Volumen. Nach dem Abbau kann die Fläche mit Wald renaturiert werden (ISTE 2020)

In Deutschland werden in etwa 6,6 Mio. m³ Holzwerkstoffplatten der Typen OSB und Spanplatte produziert (2015). Bei einer Substitution von nur 20 % der aktuellen Gipsplattenmenge (52 Mio. m²) durch Holzwerkstoffplatten ergibt sich bei nachhaltiger Waldbewirtschaftung ein Mehrbedarf an Waldflächen von ca. 1.280 km², in etwa die Hälfte der Fläche des Saarlands (vgl. Abschnitt 9.4.4). Dies ist in absehbarer Zeit weder seitens der Produktionskapazitäten noch der Rohstoffverfügbarkeit umsetzbar.

Nicht zuletzt sind die hier betrachteten OSB- und Spanplatten von ihrer mechanischen Leistungsfähigkeit an sich zu wertvoll für den nichttragenden Einsatz im Ausbau, durch ihre leimabhängigen Emissionen und ihre Brennbarkeit auf der anderen Seite aber weniger dafür qualifiziert als mineralische Gips- und Lehmbauplatten.

Solange die verfügbaren Holzressourcen begrenzt sind, sollten Holzwerkstoffplatten möglichst sparsam eingesetzt werden, nach Möglichkeit in Anwendungsbereichen, wo ihre speziellen Eigenschaften nachgefragt sind, z.B. für mittragende und aussteifende Aufgaben im Holzrahmenbau. Der Einsatz knapper Baustoffe, ohne deren produktspezifische Eigenschaften auszunutzen, stellt letztendlich ebenfalls eine Ressourcenverschwendung dar. In anderen Bereichen fehlen diese Baustoffe dann.

9.4.4 Auswirkung einer anteiligen Substitution von Gipsbauplatten

In Abbildung 9.1 ist die Verschiebung bei den Bauplatten bezogen auf deren Masse dargestellt. Durch die bei den Gips- und Lehmbauplatten erfolgte Umrechnung von Quadratmetern in Kubikmeter und nachfolgende Umrechnung in Tonnen ist die Auswertung mit Unschärfen behaftet.

Folgende Daten liegen zu Grunde:

Gipsplatte der Dicke 12,5 mm, mittlerer Rohdichte 800 kg/m³.

Gipsbauplatten 2,6 Mio. Tonnen (siehe 9.4.1), davon 20% = 0,52 Mio. Tonnen

2,6 Mio. t → 2,1 Mio. t, **Minus 0,5 Mio. t.**

Lehmbauplatte incl. Lehmputz, mittlere Dicke 25 mm, mittlere Rohdichte 900 kg/m³,

Lehmbauplatte incl. Lehmputz 10 Tonnen,

1 Tonne Gipsbauplatte wird durch 2,25 Tonnen Lehmbauplatte ersetzt (höhere Dicke und Rohdichte)

0,00001 Mio. t → 1,2 Mio. t, **Plus 1,2 Mio. t.**

OSB/Spanplatte, mittlere Dicke 12,5 mm, mittlere Rohdichte von 650 kg/m³

OSB/Spanplatte 6,6 Mio. m³ (2015, siehe Abschnitt 5.5.2), dies entspricht 4,3 Mio. Tonnen,

1 Tonne Gipsbauplatte wird durch 0,8 Tonnen OSB/Spanplatte ersetzt (geringere Rohdichte)

4,3 Mio. t → 4,7 Mio. t, **Plus 0,4 Mio. t.**

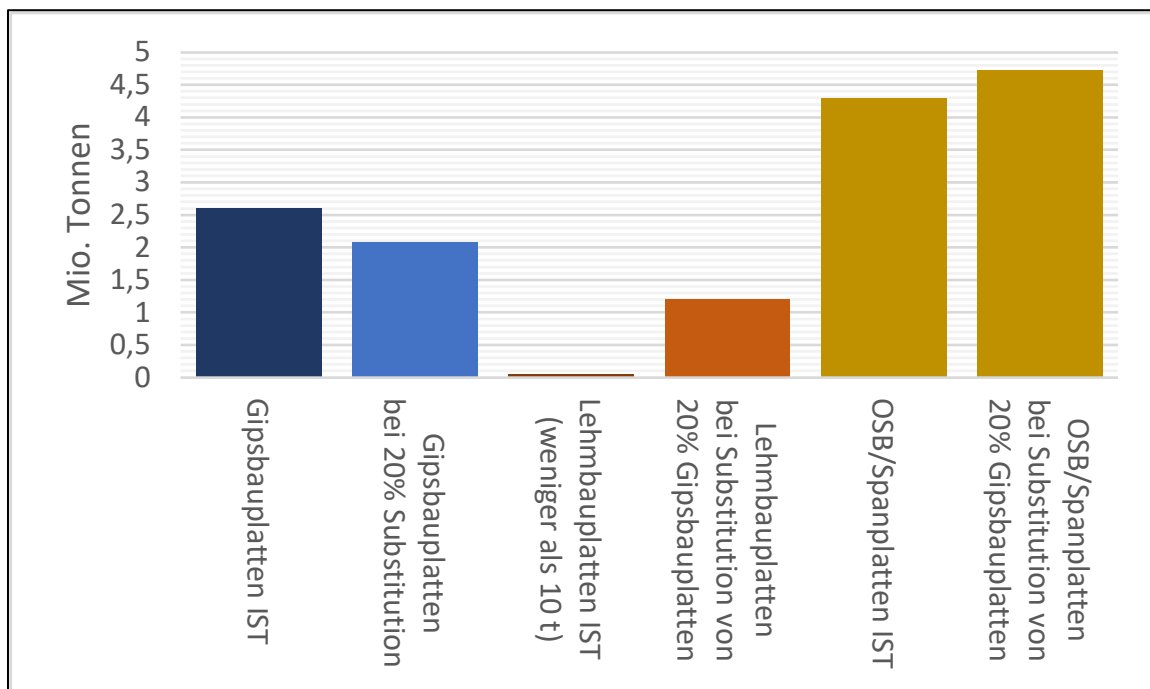


Abbildung 9.1 Verschiebung der Baustoffmassen bei Substitution von 20% Gipsbauplatten durch Lehmbauplatten oder Holzwerkstoffplatten (Zahlenbasis 2019/2020)

Da sich die Bauplatten von der mittleren Dicke und Rohdichte unterscheiden, schlägt sich die Substitution bei den Rohstoffmassen nicht 1:1 nieder.

Lehmbauplatten

Für den Vergleich heran gezogen wurde eine Lehmbauplatte der Dicke 20 mm mit einer Rohdichte von 700 kg/m^3 incl. 5 mm Lehmputz mit einer Rohdichte von 1400 kg/m^3 (damit Gesamtdicke 25 mm, mittlere Rohdichte 900 kg/m^3).

Wegen der vergleichsweise schweren und dicken Lehmbauplatte incl. Lehmputz ist durch die Substitution der Rohstoffbedarf bezogen auf die Masse höher als die Rohstoffeinsparung bei den Gipsrohstoffen. Bezogen auf das Volumen ist dieser Effekt nochmals deutlicher ausgeprägt, da der grobkeramische Ton als Rohstoff ca. 30 % leichter ist als das Gipsgestein. Letztendlich führt die Substitution von 1 m^2 Gipsbauplatte der Dicke 12,5 mm durch 1 m^2 der beschriebenen Lehmbauplatte incl. Putzbeschichtung der Dicke 25 mm in etwa zu einer Verdreifachung des Abbauvolumens je m^2 Bauplatte. Bei 52 Mio. Quadratmeter substituierte Gipsbauplatten mit einem Volumen von ca. 0,7 Mio. m^3 entspricht dies einem zusätzlichem Abbauvolumen von ca. 1,4 Mio. Kubikmetern grobkeramischer Tone gegenüber dem Abbauvolumen an Gipsgestein.

Bei den schweren und noch dickeren Lehmbauplattentypen ergäbe sich sogar eine Verfünffachung des Abbauvolumens. Allerdings würde hier hinsichtlich der Leistungsfähigkeit eher ein Vergleich mit einer doppelten Gipsbauplattenbekleidung passen (ca. 2,5-faches Abbauvolumen).

Letztendlich sind diese Betrachtungen akademischer Natur, da es völlig illusorisch ist innerhalb der nächsten 10 Jahre die Lehmbauplattenproduktion von 240 Tsd. m^2 auf 52 Mio. m^2 zu erhöhen, mehr als 10 % davon erscheinen nicht realistisch.

Holzwerkstoffplatten

In Deutschland werden in etwa 6,6 Mio. m^3 Holzwerkstoffplatten der Typen OSB und Spanplatte produziert (2015), das entspricht in etwa 4,3 Mio. Tonnen. Im Vergleich dazu stehen ca. 3,5 Mio. m^3 Gipsbauplatten. Bei einer 1 : 1 Substitution der Gipsbauplatten wäre eine um 53 % höhere Produktionsmenge dieser Holzwerkstoffplatten erforderlich. Der Umrechnungsfaktor zwischen der erforderlichen Anzahl an Festmetern zur Produktion von einem Kubikmeter OSB- oder Spanplatte beträgt 1,3 (nach UNECE/FAO 2010), erforderlich wären somit als konservativer Mittelwert zusätzliche 4,6 Mio. Festmeter Holz. Bei einem nachhaltigen Hiebsatz von 7,2 Festmeter je Hektar Waldfläche (Bayerische Staatsforsten 2022) wären hierfür 6.400 km^2 zusätzlicher Waldfläche erforderlich, dies entspricht der 2,5-fachen Fläche des Saarlands.

Auch bei der hier betrachteten Eingrenzung der Substitution auf die untere Plattenlage zweilagig beplankter Ständerwände und ohne Einbeziehung von Bauteilbekleidungen und Deckensystemen (52 Mio. m^2 / 20 % der Gesamtmenge), bliebe immer noch ein Mehrbedarf an Waldflächen von über 1.280 km^2 (ungefähr die Hälfte der Fläche des Saarlands). Dies ist in absehbarer Zeit weder seitens der Produktionskapazitäten noch der Rohstoffverfügbarkeit, eine nachhaltige Waldbewirtschaftung vorausgesetzt, umsetzbar.

10 Zusammenfassung und Fazit

10.1 Inhalt und Motivation der Studie

Leichtbauweisen wie der Trockenbau, der Holzrahmenbau oder der Stahl-Leichtbau weisen eine Vielzahl von Vorteilen auf. Der sparsame Baustoffeinsatz führt zu einem geringen Gewicht und der Schonung natürlicher Ressourcen. Das geringe Gewicht ermöglicht eine grundrissunabhängige Anordnung nichttragende Wände, die leichte Handhabung und den einfachen Transport vorgefertigter Bauelemente und macht damit den Leichtbau zur idealen Bauweise im Ausbau und Umbau des Bestandes, wie auch für Nachverdichtungen und Aufstockungen im urbanen Raum. Die bauphysikalische Leistungsfähigkeit hinsichtlich Wärme-, Schall- und Brandschutz sowie Tragfähigkeit und Spannweiten sind, trotz schlanker Bauteilaufbauten, sehr hoch.

Das Potential für die Einsparung von Energie und Rohstoffen ist im Leichtbau vergleichsweise hoch, da der Ressourcenverbrauch für die Umsetzung einer Bauaufgabe hier deutlich niedriger ausfällt als bei masseintensiven Bauweisen. Das Massen-Verhältnis bei der Rohstoffproduktion von Gipsrohstoffen zu anderen mineralischen Baustoffen beträgt in etwa 1 zu 50. Wenn im Baubereich Ressourcenverbrauch und Eingriffe in die Natur wirkungsvoll reduziert werden sollen, wäre eine höhere Verbreitung von Leichtbauweisen anzustreben.

Trotzdem taucht auch innerhalb der Leichtbauweise die Frage nach „alternativen“ Plattenwerkstoffen auf, die geeignet wären, die dort aktuell dominanten Gipsbauplatten zu ergänzen bzw. zu ersetzen.

Die Studie beschäftigt sich daher mit der Fragestellung, ob und inwieweit sich die betrachteten Gipssysteme durch alternative Systeme sinnvoll substituieren lassen und welche eventuellen Folgen daraus für das Baugeschehen und die Umwelt resultieren.

Als alternative Bekleidungsplatten werden Baustoffe gewählt, denen nachgesagt wird, dass sie in der Lage wären, den ohnehin schon geringen Ressourcenverbrauch im Leichtbau weiter zu verbessern. Den gipsgebundenen Plattenwerkstoffen werden Holzwerkstoffprodukte, aufgrund des nachwachsenden Rohstoffes, sowie lehm-basierte Baustoffe, aufgrund der vordergründig umfangreichen und lokalen Verfügbarkeit und des einfachen Abbaus, gegenüber gestellt.

In der Studie wird der Fokus auf nichttragende Wandsysteme in Trockenbauweise gelegt. Für den Vergleich heran gezogen wurden Metalleinfachständerwände mit ein- oder zweilagiger Bekleidung und einer ggf. zusätzlich erforderlichen Putzschicht. Die betrachteten Wände unterscheiden sich ausschließlich durch diese Bekleidung. Die Art der Bekleidung bestimmt dadurch im Wesentlichen die Eigenschaften und die Leistungsfähigkeit der betrachteten Trennwandsysteme. Für die betrachteten Bekleidungs-systeme werden ausschließlich die aktuell verfügbaren und marktgängigen Produkte heran gezogen.

10.2 Ergebnisse der Studie

10.2.1 Prinzipielle Möglichkeit einer Substitution durch alternative Systeme

Bei rein technisch-konstruktiver Betrachtung sind Trockenbauwände mit den betrachteten alternativen Plattenwerkstoffen geeignet, ein im Ausbau übliches, mittleres Anforderungsprofil (z.B. Wohnungsbau, Bürotrennwände) zu erfüllen.

Dies ist, je nach Plattenwerkstoff, mit höheren Kosten, Leistungsverchiebungen und verändertem Ressourcenverbrauch verbunden. Zudem stehen baurechtliche („Verwendbarkeitsnachweise“) sowie baubetriebliche Hemmnisse einem breiten Einsatz entgegen.

Diese „technische-konstruktive Eignung“ ist allerdings rein theoretischer Natur. In der Studie wurde gezeigt, dass eine mittelbare Substitution der heute bauüblichen Gipsbauplattensysteme, auch eine Teilsubstitution in relevanter Größenordnung, aufgrund der fehlenden Verfügbarkeit der Rohstoffe und Produktionskapazitäten für die Herstellung der alternativen Plattenwerkstoffe, weder sinnvoll noch realistisch möglich ist.

Die wesentlichen Aspekte werden nachfolgend für die betrachteten, alternativen Plattenwerkstoffe nochmals zusammengefasst.

10.2.2 Fazit Lehmbau-Systeme

Fehlende Verwendbarkeitsnachweise

Nach deutschem Baurecht ist der Einsatz von Systemen ohne relevante Verwendbarkeitsnachweise bezüglich der Standsicherheit und bei Anforderungen an den Brand- und Schallschutz nicht zulässig. Aufgrund der fehlenden Verwendbarkeitsnachweise ist eine breite Anwendung der alternativen Lehmbausysteme aktuell sehr stark eingeschränkt und auf untergeordnete Bereiche (z.B. Einfamilienhausbau) begrenzt.

Veränderter Bauablauf

Als deutliches Hemmnis für Lehmbausysteme im gewerblichen Ausbau wird der veränderte Bauablauf bewertet. Die ineinander verzahnten und von der zeitlichen Abfolge her optimierten Abläufe im Ausbau werden durch den bei Lehmbausystemen erforderlichen Putzauftrag und die damit verbundenen Trocknungs- und Wartezeiten erheblich gestört. Zudem ist die fertige Lehmputzoberfläche sensibler und in den möglichen Endbeschichtungen deutlich eingeschränkter als die Oberfläche von Gipsbauplatten.

Die Bauabläufe wären anders zu planen und zu gestalten, sie sind langwieriger, ungewohnt für die beteiligten Gewerke und fehleranfällig.

Hohe Baukosten

Die Baukosten (Material und Montage) je Quadratmeter der Lehmbausysteme, sind deutlich höher (Faktor 2 bis 3) als bei den heutigen Gipsbauplattensystemen.

Die prozentualen Mehrkosten, bezogen auf die Gesamtkosten eines Bauvorhabens, hängen stark von der individuellen Bauaufgabe ab. Im Neubau, mit üblichem Umfang an nichttragenden Trockenbauwänden, wird der Preisunterschied mit ca. 1% bis 3% abgeschätzt. Bei Aus- und Umbaumaßnahmen im Bestand fallen die prozentualen Mehrkosten höher aus und können bis zu 100% betragen.

Produkt- und Rohstoffverfügbarkeit

Die Produktionsmenge an Lehmbausystemen beträgt aktuell ca. ein Promille der Gipsplattenproduktion. Steigerungen auf mehr als 1 % innerhalb der nächsten 10 Jahre, das entspricht eine Verzehnfachung, werden als unrealistisch bewertet.

Die Rohstoffgewinnung bei Gipsstein und Baulehm unterscheidet sich hinsichtlich der Auswirkungen auf Lebensräume und Landschaftsbilder nicht. Eine Verschiebung der Rohstoffmengen innerhalb dieser Baustoffe führt zu keiner Verringerung der Eingriffe in die gewachsene Landschaft, sondern tendenziell zu einer Erhöhung. Betrachtet man die größere Beplankungsdicke (Platte incl. Putz) bei Lehmstrukturen und die geringere volumenbezogene Rohstoffausbeute beim Lehmabbau wird deutlich, dass durch eine Verschiebung von Gipsbauplatten hin zu Lehmbauplatten die erforderliche Abbaumenge und damit die Eingriffe in die Natur steigen würden.

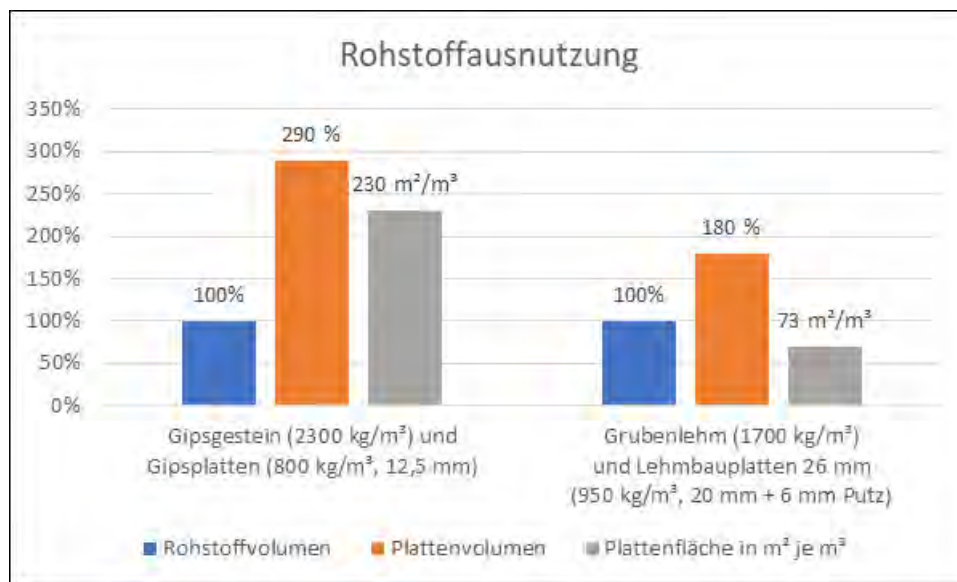


Abbildung 10.1: Vergleich der Rohstoffausnutzung von Gipsstein zu Grubenlehm bei der Herstellung marktüblicher Bekleidungsplatten (bei Lehmbauplatten incl. Putzbeschichtung)

Datenbasis: Gipsstein Rohdichte 2.200 bis 2.400 kg/m³, hier angesetzt 2.300 kg/m³ (Mittelwert Laborprüfungen der Gipsindustrie)
 Gipsplatte Typ GKF, Mindestrohichte 800 kg/m³, meistverbreitete Plattendicke 12,5 mm
 Grubenlehm Rohdichte 1.600 bis 1.800 kg/m³, hier angesetzt 1.700 kg/m³
 Lehmbauplatte 750 kg/m³, Dicke 20 mm, Lehmputz 1.400 kg/m³, Dicke 6 mm
 (mittlere Rohichte Platte + Putz ca. 950 kg/m³)

Recycling

Die zukünftige Rückbaubarkeit und Recyclingfähigkeit der aktuellen Lehmbausysteme wird, aufgrund der Fremdbestandteile wie innenliegender organischer Bewehrung sowie organischer / anorganischer Putzbewehrung als kritisch bewertet. Eine Abtrennung dieser Fremdbestandteile wäre erforderlich.

Schlussfazit

Lehmplatten werden in gewissen Marktsegmenten eine steigende Rolle spielen, sind jedoch weder bautechnisch noch ökologisch als Alternative zu Trockenbausystemen mit Gipsplatten anzusehen.

Relevante Hemmnisse für die breite Anwendung aktueller Lehmbausysteme im Aus- und Trockenbau

(Lehmbausysteme: Trockenbausysteme mit Bekleidung aus Lehmbauplatten und Lehmputzbeschichtung)

Baurechtlich:	<i>Fehlende Verwendbarkeitsnachweise</i> (Schall- und Brandschutz, Standsicherheit)
Baubetrieblich:	<i>Gestörter Bauablauf</i> durch Warte- und Trocknungszeiten (Lehmputz), empfindliche Fertigoberfläche
Rohstoffausbeute:	<i>Geringere volumenbezogene Rohstoffausbeute</i> führt im Vergleich zum Gipsrohstoff zu einer <i>erhöhten Abbaumenge</i>
Rohstoffgewinnung:	Beim Tagebau <i>kein Unterschied hinsichtlich der Auswirkungen auf Lebensräume und Landschaftsbilder</i> im Vergleich zum Gipsgestein

10.2.3 Fazit Hybridsysteme mit Holzwerkstoffplatten

Hybridsysteme aus Holzwerkstoffplatten und Gipsplatten sind, besonders im Holz- und im Fertighausbau, gängige, nachgewiesene und bautechnisch sinnvolle Konstruktionen. Eine Übertragung dieser hybriden Systeme auf den Trockenbau mit Metallständerunterkonstruktion, d.h. die Substitution der unteren Gipsplattenlage durch Holzwerkstoffplatten, ist denkbar, aus den nachfolgend genannten Gründen aber weder bautechnisch noch ökologisch sinnvoll.

Durch die **leimabhängigen Emissionen** und die **Brennbarkeit** sind Holzwerkstoffplatten für den nichttragenden, raumbildenden Ausbau weniger qualifiziert als mineralische Gips- und Lehmbauplatten.

Die Situation hinsichtlich der **Verwendbarkeitsnachweise** stellt sich nicht anders als bei den Lehmbau-Systemen dar (siehe oben).

Die Einflüsse auf den **Bauablauf** sind dagegen gering, da das Oberflächenfinish dem von reinen Gipssystemen entspricht.

Die **Baukosten** sind aufgrund des höheren Preises und der etwas aufwendigeren Verarbeitung der Holzwerkstoffplatten höher als bei Systemen mit Gipsplatten, entsprechen aber in etwa der bei Gipsfaserplatten bekannten Größenordnung.

Produkt- und Rohstoffverfügbarkeit

Die hier betrachteten OSB- und Spanplatten sind von ihrer mechanischen Leistungsfähigkeit zu wertvoll für den nichttragenden Einsatz im Ausbau. Solange die verfügbaren Holzressourcen begrenzt sind, sollten Holzwerkstoffplatten möglichst sparsam eingesetzt werden, nach Möglichkeit in Anwendungsbereichen, wo ihre speziellen Eigenschaften nachgefragt sind, z.B. für mittragende und aussteifende Aufgaben im Holzrahmenbau.

Nicht zuletzt wäre der erforderliche Mehrbedarf an Holzwerkstoffplatten bei nachhaltiger, lokaler Waldbewirtschaftung in absehbarer Zeit weder seitens der Produktionskapazitäten noch der Rohstoffverfügbarkeit zu decken.

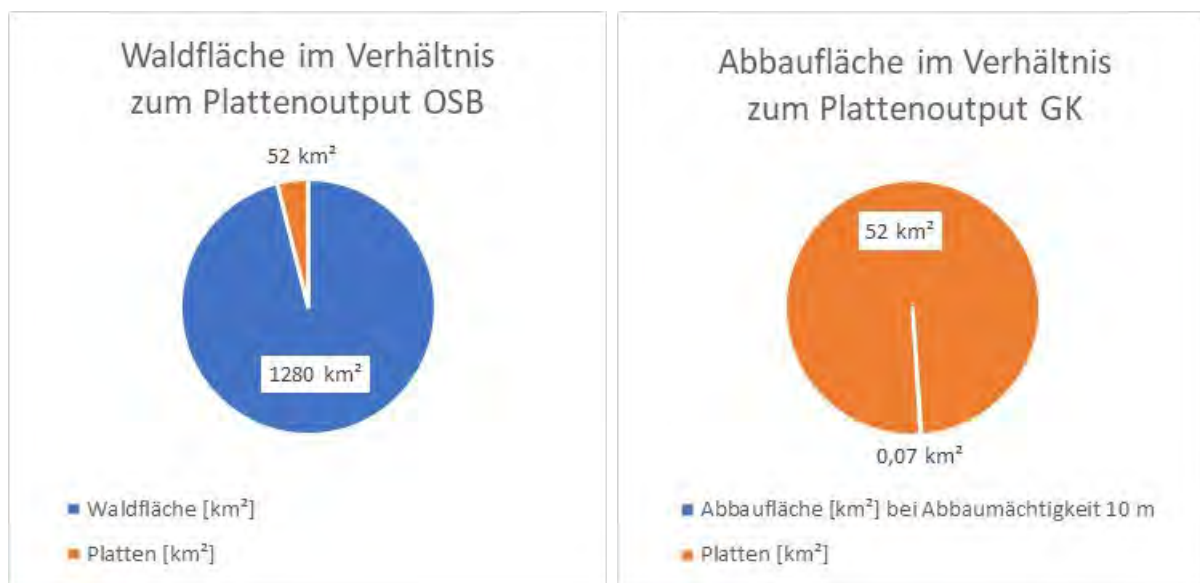


Abbildung 10.2:

Bei einer Substitution von 20 % der aktuellen Gipsplattenmenge (52 Mio. m²) durch Holzwerkstoffplatten ergibt sich bei nachhaltiger Waldbewirtschaftung ein Mehrbedarf an Waldflächen von ca. 1.280 km², ungefähr die Hälfte der Fläche des Saarlands. Dem gegenüber steht ein Flächenverbrauch von 0,07 km² (7 Hektar) beim Abbau des Gipsgesteins (Abbaumächtigkeit mit 10 m angesetzt nach BGR 2022, Tab. 2.3).

Recycling

Die zukünftige Rückbaubarkeit und Recyclingfähigkeit der Hybridsysteme aus Holzwerkstoffen mit einer Decklage für die fugenfreie Oberflächenausbildung wird im Hinblick auf die sortenreine Trennung der unterschiedlichen Schichten als problematisch bewertet. Bei Nicht-Trennbarkeit der Hybridsysteme würde die thermische Verwertung oder gar die Beseitigung eine im Abfallrecht höherrangige stoffliche Verwertung ablösen. Dabei ist es unerheblich, ob die Decklage, wie hier betrachtet, aus Gipsbauplatten oder aus anderen Beschichtungen, z.B. Vliesen, besteht.

Schlussfazit

Der Ersatz von Gipsbauplatten durch andere, begrenzt verfügbare und nur bedingt für die Bauaufgabe geeignete Plattenwerkstoffe, ohne Bedarf an den besonderen (mechanischen) Eigenschaften dieser Platten, erscheint nicht sinnvoll und stellt ebenfalls eine Ressourcenverschwendung dar.

10.2.4 Optimierungspotential bei Konstruktionen mit Gipsbauplatten

Ein bewusster, sparsamer Umgang mit Ressourcen im Bauwesen ist in allen Bereichen der Wirtschaft und besonders im Bauwesen unumgänglich. Nachdem in dieser Studie der Einsatz von alternativen Plattenwerkstoffen im gewerblichen Trockenbau nicht als zielführend bewertet wurde, werden ergänzend Einsparpotentiale durch sachgerechtere Planung innerhalb der Gipssysteme betrachtet.

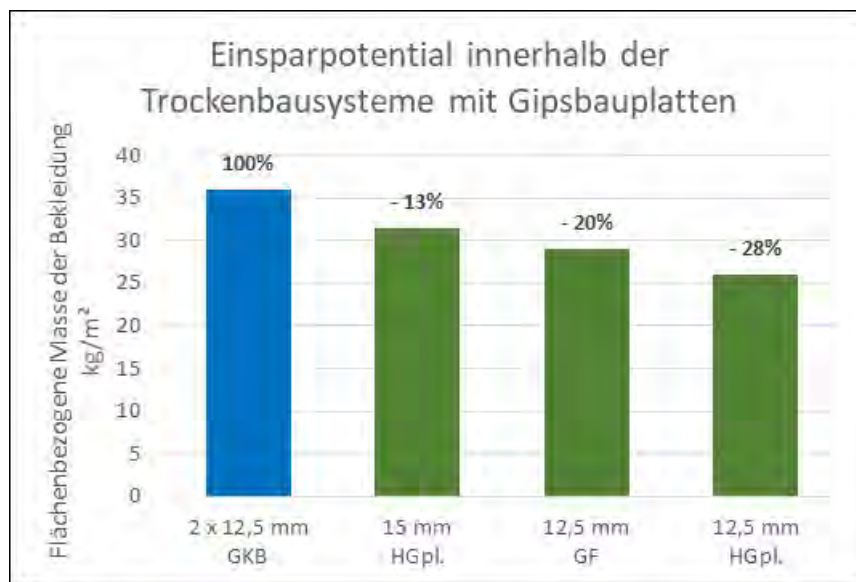


Abbildung 10.3: Vergleich von Trockenbau-Metallständerwänden (Feuerwiderstand F 30-A, Schalldämm-Maß $R_{w,R} \geq 49$ dB, Wanddicke 100 mm) mit Bekleidung aus unterschiedlichen Gipsbauplatten-Typen.

Einsparpotential Gipsrohstoff je nach Bekleidungstyp bis zu 28 %.

GKB: Gipskartonbauplatte DIN 18180, Typ A DIN EN 520 (720 kg/m³)

GF: Gipsfaserplatte DIN EN 15283-2 (1150 kg/m³)

HGpl.: Hartgipsplatte GKF DIN 18180, Typ DFIR DIN EN 520 (1050 kg/m³)

Ein großes Einsparpotential wird bei den Gipsbauplatten selbst ausgemacht. In der Baupraxis werden Trockenbauwände häufig zweilagig beplankt, obwohl nach Abschätzung des Verfassers bei etwa 70 % der Anwendungen hierfür keine technische Notwendigkeit oder Anforderung (Bauphysik, Bauhöhe, etc.) zu Grunde liegt. Die zweilagige Beplankung ist etabliert und im Ergebnis natürlich robuster. Eine ressourcenschonende und ausreichend leistungsfähige Alternative wären Wandsysteme mit einlagiger Bekleidung aus hochwertige Gipsbauplatten (z.B. Hartgipsplatten, Gipsfaserplatten), aus

dickeren Gipsbauplatten (15 mm statt 2 x 12,5 mm) oder beides. Trotz der höheren Rohdichte oder/und Dicke dieser Gipsbauplattentypen lassen sich je nach Plattentyp unmittelbar 10 % bis 30 % an Gipsrohstoff einsparen (vgl. Abb. 10.3). Die Verwendbarkeitsnachweise liegen vor. Um gewohnt robuste Konstruktionen zu erhalten könnten z.B. Bauhöhen oder Bewegungsfugenabstände gegenüber den technisch zulässigen Maximalwerten reduziert werden.

Einfacher, schneller und sicherer lassen sich Gipsressourcen nicht einsparen. Der Rohstoff wird geschont, anstatt ihn gegen einen anderen, begrenzt verfügbaren Rohstoff auszutauschen, dessen Verwendung die damit verbundenen Eingriffe in die Natur nicht reduziert, sondern diese, je nach Baustoff, an anderer Stelle erhöht. Auf die einzigartigen bauphysikalischen, baubiologischen, mechanischen und verarbeitungstechnischen Vorteile gipsgebundener Bauplatten muss nicht verzichtet werden.

10.3 Ausblick

In der Studie werden die aktuell marktüblichen Baustoffe, Produkte und Systeme bewertet. Mit den betrachteten alternativen Bauplatten für die Bekleidung von Trockenbauwänden ist eine umfangreiche Substitution von Gipsbauplattensystemen weder sinnvoll noch möglich. Systeme mit diesen Bauplatten besetzen allenfalls Nischen (z.B. „ökologischer“ Einfamilienhausbau).

Lehmbauplatten und die Holzfaser-Ausbauplatten werden heutzutage eher als Trägerplatten für Putze verstanden und vertrieben und nicht als eigenständige Ausbauplatte. Plattendicke und Plattenformat, die mechanische Leistungsfähigkeit und die Bearbeitung müssten sich für eine größere Verbreitung an Gipsbauplatten anlehnen, der erforderliche Lehmputzauftrag müsste entfallen. Denkbar sind „Lehmkartonplatten“ oder „Lehmfaserplatten“ – nach Information des Verfassers befinden sich solche Produkte bereits im Prototypenstadium.

Die hier betrachteten OSB- und Spanplatten sind für eine nichttragende Anwendung im Ausbau mechanisch „überqualifiziert“. Eine sinnvolle Alternative wären hier „abgespeckte“ Produkte mit geringem Frischholz- und Bindemittel-/Leimanteil, aber einem möglichst hohen Altholzanteil. Die Holzwerkstoffindustrie wäre in der Lage, entsprechende Platten bei ausreichender Nachfrage zu konzipieren und für den Ausbau zu optimieren (minimale Emissionen, reduziertes Schwind- und Quellmaß, schwer entflammbar, etc.).

Die zukünftige Rückbaubarkeit und Recyclingfähigkeit der verschiedenen Trennwandsysteme und Bauplatten wurde in der vorliegenden Studie nur am Rande betrachtet. Grundsätzlich werden hybride Mischsysteme, Systeme mit hohem Fremdbestandteilen (z.B. als Bewehrung) sowie eine große Vielfalt von herstellereinspezifischen Spezialsystemen kritisch im Hinblick auf die sortenreine Trennung und damit auf die zukünftige Recyclingfähigkeit der Bekleidungsmaterialien bewertet. In diesem Sinne steht eine große Vielfalt an Plattentypen und herstellereinspezifischen Sonderplatten für bestimmte Anwendungen einer zukünftigen Recyclingfähigkeit im Wege. Sinnvoll wäre eine Beschränkung auf wenige, hinsichtlich ihrer Recycelbarkeit optimierte Plattenvarianten.

Außerhalb des Untersuchungsumfangs der vorliegenden Studie werden wirkungsvolle Einsparpotentiale in den Bereichen Bauplanung, Baulogistik und Bauleitung gesehen. Die Abfall- und Mehrmengen durch Verschnitt, Rückbau und Neubau aufgrund von Falscheinbau, Fehlplanungen und Planungsänderungen bereits in der Bauphase kann im Trockenbau kumuliert durchaus 25% des am Ende verbauten Volumens betragen. Ähnlich gedankenlos würden die Baubeteiligten mit der starren Tragstruktur eines Gebäudes niemals umgehen.

Entscheidend im Hinblick für den zukünftigen Rückbau und das Recycling der eingesetzten Baustoffe wird eine verlässliche und mitgeführte Dokumentation der Bauteilaufbauten sein. Ohne genaue und zuverlässige Kenntnis der eingesetzten Baustoffe, Beschichtungen und Einbauten wird ein umfassendes Recycling nicht sinnvoll realisierbar sein.

10.4 Schlussbemerkung

Die Studie betrachtet mit dem Leichtbau jenen Baubereich, der mit vergleichsweise geringem Ressourcenverbrauch bauliche Lösungen offeriert. Wenn Einsparungspotentiale im Baubereich ernsthaft und wirkungsvoll aktiviert werden sollen, dann ist der Fokus auf energie- und masseintensive Bauweisen zu legen.

Es ist nicht Absicht der Studie, unterschiedliche Bekleidungsmaterialien oder Systeme gegeneinander auszuspielen.

Betrachtet werden die aktuell verfügbaren und marktgängigen Produkte und deren kurz- bis mittelfristige Eignung (technisch, baurechtlich und baubetrieblich) und Verfügbarkeit (Rohstoff- und Produktionsressourcen) für den betrachteten Anwendungsbereich. Es erfolgt keine Bewertung der Nachhaltigkeitskennwerte der unterschiedlichen Baustoffe und Systeme.

Im Ergebnis kommt die Studie zu dem Schluss, dass die leichten Trennwandsysteme mit den betrachteten, alternativen Bekleidungsplatten hinsichtlich der verfügbaren Ressourcen- und Produktionskapazitäten keine sinnvolle Alternative zu Trennwandsystemen mit Bekleidung aus Gipsbauplatten sind.

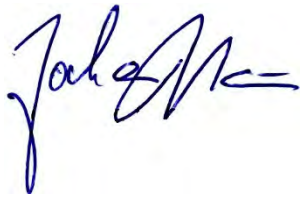
Der Ersatz eines Baustoffes durch einen anderen, begrenzt verfügbaren und weniger für die Bauaufgabe geeigneten erscheint nicht sinnvoll und stellt eine Ressourcenverschwendung dar!

Dies kann sich langfristig mit der Weiterentwicklung der alternativen Bekleidungen und Systeme relativieren.

Ein sofort aktivierbares und effektives Einsparpotential, ohne funktionale und wirtschaftliche Nachteile, wird innerhalb der Gipsbauplattensysteme ausgemacht.

Ein wirkungsvoller Hebel zur Einsparung von Ressourcen, außerhalb der Untersuchungsschwerpunkte der Studie, wird in den Bereichen Bauplanung, Baulogistik und Bauleitung sowie bei der Dokumentation gesehen.

Rosenheim / Darmstadt, 09. Februar 2023

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jochen Pfau', with a stylized flourish at the end.

Prof. Dr.-Ing. Jochen Pfau
Projektleitung

Technische Hochschule Rosenheim
Fakultät Holztechnik und Bau
Studiengang Innenausbau

VHT Institut für Leichtbau Trockenbau Holzbau
Darmstadt

Literatur

Ambrozy, & Giertlová. (2005). Holzwerkstoffe. Wien: Springer-Verlag

Andrulleit, Harald: BGR Deutschland Rohstoffsituation 2019, www.bgr.bund.de

Bauboo, von <https://www.baubook.at/oekoindex/> abgerufen im Sommer 2021

Bayerischen Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft: Marktstudie Rundholzlogistik, Abschlussbericht 04/2019

Bayerische Staatsforsten, <https://www.baysf.de/de/wald-verstehen/was-leisten-eigentlich-unsere-waelder.html>, 2022

BGR, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe: Deutschland, Rohstoffsituation 2021, Hannover 2022

Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V.: Die Nachfrage nach Primär- und Sekundärrohstoffen der Steine-und-Erden-Industrie bis 2035 in Deutschland, Berlin, Juni 2019

Bundesverband der Gipsindustrie e.V.: Gips-Datenbuch, 2013

Bundesverband der Gipsindustrie e.V.: IGB Handbuch Gipsputze, 2009

Bundesverband der Gipsindustrie e.V., Industriegruppe Gipsplatten: Baustellenbedingungen, Merkblatt 1, Neuauflage 2011

Bundesverband der Gipsindustrie e.V., Industriegruppe Gipsplatten: Verspachtelung von Gipsplatten Oberflächengüten, Merkblatt 2, November 2017

Bundesverband der Gipsindustrie e.V.: Webpage <https://www.gips.de>, Abrufe Juli bis November 2021

Claytec GmbH & Co. KG: Leitfaden Ökologische Trockenbauwände im System, 01/2022

Demmich, Jörg: Vortrag „Auswirkungen des Kohleausstiegs auf die Gipsversorgung Deutschlands“ als Redner für den Bundesverband der Gipsindustrie e.V., im Rahmen des REWIMET Symposium 2021 Ressourcenmanagement (25.-26.08.2021)

Deppe, H.-J., & Ernst, K.: Taschenbuch der Spanplattentechnik, DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen, 2000

DIN Taschenbuch: Holzwerkstoffe, Beuth, Berlin, 2011

Dunky, Manfred, Niemz, Peter: Holzwerkstoffe und Leime, Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg, 2002

EPF - European Penal Federation, von <https://europanel.org/> abgerufen im August 2021

European Panel Federation, Types of Wood-Based Panels and their Economic Impact, europanel.org, 2020

Fischer, N., & Tremel, S.: Abbrandgeschwindigkeit von Holz und Holzwerkstoffen, Springer Verlag, 2011

FNR-Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Herausgeber Kompetenz- und Informationszentrum Wald und Holz (KIWUH): Basisdaten Wald und Holz, Gülzow, 2019

FNR-Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.: Rohstoffmonitoring Holz: Erwartungen und Möglichkeiten, Druckerei Weidner, Rostock, 2018

FNR-Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.: Rohstoffmonitoring Band 38: Mengenmäßige Erfassung und Bilanzierung der Holzverwendung in Deutschland, 2018

Herz, Korbinian: Orientierende Untersuchung von Lehmbauplatten als brandschutztechnisch wirksame Bekleidung von Holzbauteilen, Bachelor-Arbeit, Technische Hochschule Rosenheim, Fakultät Holztechnik und Bau, 28. November 2021

Hoferichter, Andrea: Artikel Gips-Lücke, Süddeutsche Zeitung, 02.11.2021

Informationsdienst Holz: Bauen mit Brettspertholz, Wuppertal, 2010

Informationsdienst Holz: Spezial - Span- und Faserplatten, OSB, 2009

ISTE, Industrieverband Steine und Erden Baden-Württemberg e.V.: Betrachtungen zum Baustoff Holz, Jahresbericht 2020/2021

James Hardie Europe GmbH: Fermacell und James Hardie Konstruktionen, 08/2021

Knauf Gips KG: Systempreisliste Trockenbau- und Boden-Systeme, Broschüre Stand 2019

Knauf Gips KG: Detailblatt W11.de, Knauf Metallständerwände, 04/2020

Lohmann, U.: HOLZ Handbuch, Nikol-Verlag, Hamburg, 2016

Kreislaufwirtschaft Bau, Mineralische Bauabfälle, Monitoring-Bericht 2018, Herausgeber Bundesverband Baustoffe – Steine und Erden e.V., Berlin 2021

MFPA Leipzig, Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis Nr. P-SAC-02 /III-804 Ä vom 22.04.2016, System Egger Ergo Board (OSB/3 12 mm, Gipsplatte $\geq 9,5$ mm)

Schroeder, Horst: Lehmbau, Springer Vieweg, Wiesbaden, 2019

Natterer, Herzog, & Volz: Holzbau Atlas Zwei, Birkhäuser, Basel; Bosten; Berlin, 2001

Peter Niemz, Walter Ulrich Sonderegger: Holzphysik, Eigenschaften, Prüfung und Kennwerte. 2. Auflage, Carl Hanser Verlag, München 2017

Obkircher, Lengwenat, Ohnesorge: Treibhausgasbilanz von Lkw-Rohholztransporten in Deutschland unter Berücksichtigung einer Erhöhung des zulässigen Gesamtgewichts, dort Tabelle 2.2, basierend auf Untersuchungen von Borchering (2007), Bodelschwingh (2006), Korten (2009), Wegener et al. (2004) und Dettendorfer (2008). Arbeitsberichte des Lehrstuhls für Forstliche Wirtschaftslehre an der Technischen Universität München, Mai 2013

Paulitsch, M., & Barbu, M. C.: Holzwerkstoffe der Moderne, DRW-Verlag, Leinfelden-Echterdingen, 2015

Pfau, J., Tichelmann, K.: Trockenbau-Atlas, 4. Auflage, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln 2014

Polt Mathias: Alternative Baustoffe in Innenwandbauteilen bis Gebäudeklasse 3 - Im Vergleich mit konventionellen Innenwandlösungen in der Dimensionen Schallschutz, Ökologie und Ökonomie, Bachelorarbeit Fakultät HTB, Studiengang Holzbau u. Ausbau, 03.August.2021

Saint-Gobain Rigips GmbH: Planen und Bauen – Wände, 02/2021

Scholz, Frieder, Wagenführ, André: Taschenbuch der Holztechnik, Carl Hanser Verlag, München 2018

Umweltbundesamt: Von Altholzrecycling in der Holzverarbeitenden Industrie, 2014,
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/industrieverbuenen/holz-zellstoff-papierindustrie/holzindustrie> abgerufen im Sommer 2021

UNECE/FAO-United Nations Economic Commission for Europe / Food and Agriculture Organization of the United Nations: Forest product conversion factors for the UNECE region, ECE/TIM/DP/49, Genf 2010

VHT GmbH: Prüfbericht PB-644-21-Claytec-Trennwand-FR-211202, Prüfung nichttragender innerer Trennwände mit Beplankung aus Lehmbauplatten nach DIN 4103-1:2015-06, Darmstadt, 13. Dezember 2021

Wellhausen, K., & Sliwinski, R.: Grünes Signal für den Bahntransport, LWF akutell, München, 2008

DIN-Normen

DIN 4102-1:1998-05: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

DIN 4102-4:2016-05: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

DIN 4103-1:2015-06: Nichttragende innere Trennwände – Teil 1: Anforderungen und Nachweise

DIN 4103-4:1988-11: Nichttragende innere Trennwände; Unterkonstruktion in Holzbauart

DIN 4109-1:2018-01: Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen

DIN 4109-5:2020-08: Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen

DIN 4109-33:2016-07: Schallschutz im Hochbau – Teil 33: Daten für die rechnerischen Nachweise des Schallschutzes (Bauteilkatalog) – Holz-, Leicht- und Trockenbau

DIN 4109:1989-11, Beiblatt 2: Schallschutz im Hochbau, Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, Empfehlungen für den Schallschutz im eigenen Wohn- und Arbeitsbereich (zurückgezogen)

DIN 18168-1:2007-04: Gipsplatten-Deckenbekleidungen und Unterdecken – Teil 1: Anforderungen an die Ausführung

DIN 18168-2:2008-05: Gipsplatten-Deckenbekleidungen und Unterdecken – Teil 2: Nachweis der Tragfähigkeit von Unterkonstruktionen und Abhängern aus Metall

DIN 18180:2014-09: Gipsplatten – Arten und Anforderungen

DIN 18181:2019-04: Gipsplatten im Hochbau – Verarbeitung

DIN 18182-1:2015-11: Zubehör für die Verarbeitung von Gipsplatten – Teil 1: Profile aus Stahlblech

DIN 18182-2:2019-12: Zubehör für die Verarbeitung von Gipsplatten – Teil 2: Schnellbauschrauben, Klammern und Nägel

DIN 18183-1:2018-05: Trennwände und Vorsatzschalen aus Gipsplatten mit Metallunterkonstruktionen – Teil 1: Beplankung mit Gipsplatten

DIN 18196:2011-05: Erd- und Grundbau – Bodenklassifikationen für bautechnische Zwecke

DIN 18942-1:2018-12, Lehmbaumstoffe und Lehmbauprodukte – Teil 1: Begriffe

DIN 18948:2018-12, Lehmplatten – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung

DIN EN-Normen

DIN EN 300:2006-09: Platten aus langen, flachen, ausgerichteten Spänen (OSB) – Definition, Klassifizierung und Anforderungen

DIN EN 312:2010-12: Spanplatten - Anforderungen

DIN EN 520:2009-12: Gipsplatten – Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren

DIN EN 1364-2:2015-09: Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile – Teil 1: Wände

DIN EN 1364-2:2018-03: Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile – Teil 2: Unterdecken

DIN EN ISO 10140:2021-09: Akustik – Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand – Teil 1: Anwendungsregeln für bestimmte Produkte

DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08: National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau

DIN EN 13171:2015-04: Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Holzfasern (WF) - Spezifikation

DIN EN 13501-1:2019-05: Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus der Prüfung zum Brandverhalten von Bauprodukten

DIN EN 13986:2015-06: Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung

DIN EN 14195:2020-07: Metallprofile für Unterkonstruktionen von Gipsplattensystemen – Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren

DIN EN 14566:2009-10: Mechanische Befestigungsmittel für Gipsplattensystemen – Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren

DIN EN 15283-1:2009-12: Faserverstärkte Gipsplatten – Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren – Teil 1: Gipsplatten mit Vliesarmierung

DIN EN 15283-2:2009-12: Faserverstärkte Gipsplatten – Begriffe, Anforderungen und Prüfverfahren – Teil 2: Gipsfaserplatten

Internet-Abrufe zu Lehmbauplatten

bei Herstellern und Systemanbietern Lehmbauplatten / Lehmputz

Abrufe August bis Oktober 2021

Claytec: www.Claytec.de

Lehmorenge: www.lehmorenge.de

Klinkerwerke Muhr: www.klinkerwerke-muhr.de

Conluto: www.Conluto

Lemix: www.Lemix.de

Schleusner: www.lehmbaustoffe_schleusner.de

Internet-Abrufe zu Abschnitt 5 Holzwerkstoffplatten

<https://www.planet-wissen.de/natur/pflanzen/baeume/pwierohstoffholz100.html>

<https://biooekonomie.de/themen/dossiers/der-wald-als-ressource>

<https://www.wki.fraunhofer.de/de/fachbereiche/hnt/altholz-und-wpc-recycling.html>

<https://europanel.org/the-wood-based-panel-industry/types-of-wood-based-panels-economic-impact/particleboard/>

11 Anhang

11.1 Herleitung und Erläuterung der Herstellkosten

Alle nachfolgend genannten Baustoffpreise sind Mittelpreise aus Internetrecherchen bei verschiedenen Baustoffanbietern im Zeitraum September bis November 2021. Baustoffpreise sind Schwankungen unterworfen, zum Zeitpunkt der Recherche (2. HJ 2021) waren deutliche Preisbewegungen marktüblich. Insofern sind die genannten Preise als Richtwert zu sehen, Bandbreiten von +/- 20% sowie zukünftige Veränderungen sind möglich. Als Vergleich der hier betrachteten Baustoffe und Systeme sind die genannten Preise, aufgrund der annähernd zeitgleichen Ermittlung, für die betrachteten Baustoffe und System dennoch mit ausreichender Genauigkeit geeignet. Verschnitt sowie Rabatte werden bei den Baustoffpreisen nicht berücksichtigt.

11.1.1 Trockenbauprofile

Da bei allen im Vergleich betrachteten Wandsystemen die gleichen Trockenbauprofile zum Einsatz kommen, werden die Baustoffpreise hierfür nachfolgend zentral genannt. Die Preise der Profile sind auf einen Meter Lauflänge bezogen (Tabelle 11.1). Hieraus errechnet sich der Preis der Profile CW und UW je Quadratmeter Wandfläche bezogen auf eine Wandhöhe von 3 m, abhängig vom Ständerabstand (Tabelle 11.2).

Tabelle 11.1: Preise der Trockenbauprofile CW und UW je Laufmeter

Profiltyp	CW 50	CW 75	CW 100	UW 50	UW 75	UW 100
Preis je Laufmeter [Euro]	2,20	2,50	2,90	1,90	2,20	2,60

Tabelle 11.2: Preise der Trockenbauprofile CW und UW je Quadratmeter bei einer Wandhöhe von 3 m in Abhängigkeit des Ständerabstands

Profiltyp	Preis der Trockenbauprofile je m ² in Euro (Wandhöhe 3 m)		
	Ständerabstand		
	62,5 cm	50,0 cm	31,25 cm
CW 50 / UW 50	4,80	5,70	8,30
CW 75 / UW 75	5,50	6,50	9,50
CW 100 / UW 100	6,40	7,55	11,05

11.1.2 Weitere Baustoffe

Das Wandsystem setzt sich neben Platten und Profilen noch aus Zubehör wie Verbindungs- und Verankerungsmitteln, Spachtelmassen, Dichtbändern und weiteren Kleinteilen sowie einem

Faserdämmstoff als Hohlraumdämmung zusammen. Die Kosten für Zubehör und Kleinteile sind in den jeweiligen „bekleidungsplattenspezifischen“ Abschnitten (11.1.3 bis 11.1.5) als Pauschalwerte aufgeführt. Als Kosten für den Dämmstoff im Hohlraum wird einheitlich für alle Systeme pauschal 3 Euro/m² (Glaswollgedämmstoff) angesetzt.

11.1.3 Gipsbauplatten

Baustoffkosten

Die Preise der Gipsplatten sind auf einen Quadratmeter bezogen, hieraus errechnet sich der Preis der Beplankung für eine beidseitig einfach oder doppelt beplankte Wand.

Tabelle 11.3: Quadratmeterpreise gipsgebundener Bauplatten

Plattentyp	Preis der Platte je m ² in Euro	Preis der Wandbeplankung je m ² in Euro	
		Wand einfach beplankt	Wand doppelt beplankt
GKB	2,70	5,40	10,80
GKF	3,10	6,20	12,40
GF	9,00	18,00	36,00

Die Kosten für die Trockenbauprofile sind in Tabelle 11.2 aufgeführt. Für das Zubehör und Kleinteile wird pauschal ein Preis von 3,00 Euro (Gipsplatte) und 5,00 Euro (Gipsfaserplatte) je Quadratmeter angesetzt. Damit ergeben sich folgende Baustoffkosten je Quadratmeter Wand (Dämmstoff: 3 Euro/m²):

Tabelle 11.4: Baustoffkosten je Quadratmeter Wand

Wandtyp (Stegbreite Profil / Wanddicke)	Beplankung (GKB: Gipskartonbauplatte, GF: Gipsfaserplatte)	Baustoffkosten je m ² in Euro (Wandhöhe 3 m, Ständerabstand 62,5 cm)
CW 75/100	GKB einfach beplankt	16,90
CW 75/125	GKB doppelt beplankt	23,30
CW 75/100	GF einfach beplankt	31,50
CW 75/125	GF doppelt beplankt	49,50

Verarbeitungskosten

Im Weiteren wird von folgenden Montagezeiten für Wände mit GK-Beplankung ausgegangen:

28 Minuten/m² für einlagig beplankte Wände,

39 Minuten/m² für doppelt beplankte Wände.

Durch die aufwändigere Bearbeitung (Zuschnitt) ergeben sich bei Wandsystemen mit Beplankung aus Gipsfaserplatten um ca. 30 % bis 40 % höhere Bearbeitungszeiten.

Gesamtkosten

Um die Kostenabschätzung zu verifizieren wurden Quadratmeterpreise für verschiedene Wandsysteme von einem überregional tätigen, mittelständischen Trockenbauunternehmen (OKEL GmbH, Diemelstadt) abgefragt. Die genannten Preisspannen sind als Schätzpreis in Tabelle 11.5 genannt.

Tabelle 11.5: Gesamtkosten je Quadratmeter Wand

Wandtyp (Profil / Wanddicke)	Beplankung (GKB: Gipsplatte, GF: Gipsfaserplatte)	Montage- zeit in Minuten	Kosten je m ² in Euro			
			Baustoffe (Tab. 7.7)	Herstellung (45,- Euro/h)	Gesamt (gerundet)	Schätzpreis (Fa. OKEL)
CW 75/100	GKB einfach beplankt	28	16,90	21,00	38,00	33,- bis 46,-
CW 75/125	GKB doppelt beplankt	39	23,30	30,00	53,00	45,- bis 60,-
CW 75/100	GF einfach beplankt	38	31,50	28,50	60,00	56,- bis 71,-
CW 75/125	GF doppelt beplankt	54	49,50	40,50	90,00	83,- bis 105,-

Die in Tabelle 11.5 genannten Gesamtkosten erhöhen sich bei Wandsystemen mit Feuerwiderstand durch die Verwendung von Gipskartonfeuerschutzplatten GKF um ca. 3,- bis 5,- Euro je Quadratmeter. Bei schlankeren Profilen CW 50 oder breiteren Profilen CW 100 erniedrigen bzw. erhöhen sich die genannten Gesamtkosten geringfügig.

11.1.4 Lehmbauplatten

Baustoffkosten

Die Preise der Lehmbauplatten sind auf einen Quadratmeter bezogen, hieraus errechnet sich der Preis der Beplankung für eine beidseitig einfach oder doppelt beplankte Wand.

Tabelle 11.6: Quadratmeterpreise von Lehmbauplatten und Holzfaserplatten als Putzträgerplatten für Lehmputz

Plattentyp	Preis der Platte je m ² in Euro	Preis der Wandbeplankung je m ² in Euro	
		Wand einfach beplankt	Wand doppelt beplankt
LBP 1450 kg/m ³ , 22 mm	22,00	44,00	-
LBP 1450 kg/m ³ , 16 mm	20,50	41,00	82,00
LBP 750 kg/m ³ , 20 mm	29,00	58,00	-
LBP 750 kg/m ³ , 25 mm	35,00	70,00	-
HFA 350 kg/m ³ , 20 mm	11,00	22,00	-
HFA 350 kg/m ³ , 25 mm	11,50	23,00	-

LBP: Lehmbauplatte, HFA: Holzfaser-Ausbauplatte

Die Kosten für die Trockenbauprofile sind in Tabelle 11.2 aufgeführt.

Für das Zubehör und Kleinteile wird ein Preis von 4,00 Euro je Quadratmeter angesetzt, 7,00 Euro bei doppelter Beplankung.

Der Einsatz von Mineralwollgedämmstoff in Ständerwandsystemen mit Bekleidung aus Lehmbauplatten ist unüblich, es kommen hier konsequenter Weise eher Faserdämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zur Anwendung. Diese sind teurer als Mineralwollgedämmstoffe. Um den Vergleich an dieser Stelle nicht zu verzerren, werden im Weiteren auch für die Lehmbausysteme Mineralwollgedämmstoffe angesetzt (Glaswolle: 3 Euro/m²).

Für den Lehmputz (Ober- und Unterputz) incl. Glasfasergewebe werden Kosten von 5,00 Euro je Quadratmeter und Wandseite angesetzt.

Damit ergeben sich folgende Baustoffkosten je Quadratmeter Wand:

Tabelle 11.7: Baustoffkosten je Quadratmeter Wand, Profil CW 75

Beplankung	Ständerabstand [cm]	Baustoffkosten je m ² in Euro (Wandhöhe 3 m)
LBP 1450 kg/m ³ , 22 mm	62,5	66,50
LBP 1450 kg/m ³ , 16 mm	31,25	67,50
LBP 1450 kg/m ³ , 2 x 16 mm	62,5	107,50
LBP 750 kg/m ³ , 20 mm	37,5	84,50
LBP 750 kg/m ³ , 25 mm	50	93,50
HFA 350 kg/m ³ , 20 mm	50	45,50
HFA 350 kg/m ³ , 25 mm	50	46,50

LBP: Lehmbauplatte, HFA: Holzfaser-Ausbauplatte

Verarbeitungskosten

Verarbeitungszeiten je Quadratmeter sind im Anhang 11.2 abgeschätzt.

Die Verarbeitungszeit setzt sich zusammen aus der Erstellung der Unterkonstruktion, dem Handling und Plattenzuschnitt, der Plattenmontage, dem Aufbringen der Putzschicht (Unterputz, Armierung, Oberputz) sowie dem abschließenden Grundieren und Streichen.

Für einlagig mit Lehmbauplatten oder Putzträgerplatten beplankte Wände mit Lehmputzauftrag ohne Grundieren und Streichen werden im Weiteren als Mittelwert 70 Minuten/m² angesetzt, für doppelt beplankte Wände 90 Minuten/m². Diese Zeiten liegen mit knapp 40 Minuten Mehraufwand in einer sinnvollen Relation zum Zeitaufwand für die Verarbeitung von Gipsplattensystemen (erhöhter Aufwand beim Plattenzuschnitt, keine Verspachtelung erforderlich, doppelter Putzauftrag incl. Gewebe). Die Gesamttrocknungszeit (Wartezeiten) ohne Grundieren und Streichen beträgt knapp 40 Stunden.

Gesamtkosten

Um die Kostenabschätzung zu verifizieren, wurde der Quadratmeterpreis für das System „LBP 750 kg/m³, 20 mm“ dem Richtpreis aus dem Preiskatalog des Herstellers Claytec in Tabelle 11.8 gegenüber gestellt.

Tabelle 11.8: Gesamtkosten je Quadratmeter Wand, Profil CW 75

Beplankung	Montagezeit in Minuten	Kosten je m ² in Euro			
		Baustoffe (Tab. 7.10)	Herstellung (45,- Euro/h)	Gesamt (gerundet)	Richtpreis (Fa. Claytec)
LBP 1450 kg/m ³ , 22 mm	70	66,50	52,50	119,00	-
LBP 1450 kg/m ³ , 16 mm		67,50		120,00	-
LBP 1450 kg/m ³ , 2 x 16 mm	95	107,50	71,25	179,00	-
LBP 750 kg/m ³ , 20 mm	70	84,50	52,50	137,00	127,-
LBP 750 kg/m ³ , 25 mm		93,50		146,00	-
HFA 350 kg/m ³ , 20 mm		45,50		98,00	-
HFA 350 kg/m ³ , 25 mm		46,50		99,00	-

LBP: Lehmbauplatte, HFA: Holzfaser-Ausbauplatte

Bei schlankeren Profilen CW 50 oder breiteren Profilen CW 100 erniedrigen bzw. erhöhen sich die genannten Gesamtkosten geringfügig.

11.1.5 Hybridsystem aus Holzwerkstoff- und Gipsbauplatten

Baustoffkosten

Als aktuelle Mittelpreise wurden in Abschnitt 5 für Spanplatten in den Dicken von 10 mm bis 15 mm Durchschnittspreis zwischen 4,0 Euro/m² und 6,0 Euro/m² ermittelt, für OSB-Platten der gebräuchlichste Klasse OSB/3 zwischen 8,0 Euro/m² und 12,0 Euro/m².

Aufgrund der im Innenbereich erforderlichen, möglichst emissionsarmen bzw. emissionsfreien Verleimung der Platten sowie der umlaufenden Nut- und Feder Ausbildung liegen die hier betrachten Produkte im oberen Preissegment. Im Weiteren werden 12,00 Euro /m² für die OSB/3-Platte angesetzt, was auch im Rahmen von Internetrecherchen bei verschiedenen Baustoffanbietern im Zeitraum November 2021 bestätigt wurde.

Die Baustoffkosten je Quadratmeter Wand werden in Anlehnung an Tabelle 11.4 (Gipssysteme) wie folgt abgeschätzt (Tabelle 11.9).

Tabelle 11.9: Baustoffkosten je Quadratmeter Wand

Wandtyp (Stegbreite Profil / Wanddicke)	Beplankung	Baustoffkosten je m² in Euro (Wandhöhe 3 m, Ständerabstand 62,5 cm)
CW 75/118	12 mm OSB/3 + 9,5 mm GKB	40,00
CW 75/129	12 mm OSB/3 + 15 mm GKF	45,00

Gesamtkosten

Verarbeitungszeiten je Quadratmeter für Gipsplattensysteme wurden in Tabelle 11.5 abgeschätzt. Für die hier betrachteten Hybridkonstruktionen mit unterer Lage aus Holzwerkstoffplatten werden die Verarbeitungskosten, aufgrund der aufwändigeren Bearbeitung der Holzwerkstoffplatten, um 15 % angehoben. Der Zeitaufwand für die Errichtung einer doppelt beplankten Wand beträgt damit 45 Minuten je Quadratmeter. Es ergeben sich die in Tabelle 11.10 genannten Quadratmeterpreise.

Tabelle 11.10: Gesamtkosten je Quadratmeter Wand, Profil CW 75

Beplankung	Montage- zeit in Minuten	Kosten je m² in Euro		
		Baustoffe (Tab. 7.12)	Herstellung (45,- Euro/h)	Gesamt (gerundet)
12 mm OSB/3 + 9,5 mm GKB	45	40,00	34,00	74,00
12 mm OSB/3 + 15 mm GKF		45,00		79,00

Bei schlankeren Profilen CW 50 oder breiteren Profilen CW 100 erniedrigen bzw. erhöhen sich die genannten Gesamtkosten geringfügig.

11.2 Montage von Ständerwänden mit Bekleidung aus Lehmbauplatten

Die Unterkonstruktion wird unter Anwendung der bekannten Techniken für Trockenbauwände errichtet. Der Ständerabstand richtet sich nach den Herstellervorgaben für den jeweiligen Plattentyp.

Der Zeitaufwand für die Errichtung der Unterkonstruktion beträgt bei einer Holzunterkonstruktion 15 – 20 min/m², bei einer Metallunterkonstruktion 10 – 15 min/m².

Der Plattenzuschnitt erfolgt üblicher Weise mit Stich- und Handkreissäge oder Fuchsschwanz, es kommt zu Staubeentwicklung.



Lemix

Je nach Typ reagieren die Lehmbauplatten unterschiedlich sensibel auf grobes Handling auf der Baustelle. Ausreichende Stabilität wird erst in Kombination mit dem Lehmklebe- und Armierungsmörtel erreicht. Ein entsprechend vorsichtiger Umgang und Transport werden empfohlen (z.B. hochkant Transport).



Lemix

Die unterste Plattenreihe wird mit etwas Abstand zum Boden eingebaut. Die Platten werden auf der Unterkonstruktion gestoßen. Sie werden um 90° versetzt zur Unterkonstruktion angebracht und im Verbund verlegt. Kreuzfugen und die Fortführung von Wandöffnungsbegrenzungen durch horizontale oder vertikale Fugen sind unzulässig. Der Versatz soll wenigstens 25 cm betragen.



Conluto

Die Befestigung auf Holz erfolgt mit Lehmplatten-schrauben oder Breitrückenklammern. Für Metallunterkonstruktionen sind spezielle Schnellbauschrauben zu verwenden. Die Anzahl der Befestigungsmittel, die Abstände untereinander und die Randabstände sind den Herstellerangaben zu entnehmen.

Der Zeitaufwand für Zuschnitt und Beplanken beträgt 15 - 20 min/m².



Conluto

Untergründe können zur Staubbinding und Verlängerung der Mörtelbearbeitbarkeit angefeuchtet werden.

In der Regel werden Lehmbauplatten mit Dünnlagenbeschichtungen versehen. Die Flächen werden 3 mm dick mit Lehmklebe- und Armierungsmörtel überzogen. Er kann auch mit der Putzmaschine angespritzt werden, Ruhezeiten sind bei dieser Anwendung nicht notwendig.

Eine spezielle Bewehrung für den Lehmputz ist Flachsgewebe. Häufiger verbreitet und eingesetzt wird Glasgewebe. Das Gewebe wird in jedem Fall auf den noch nassen Unterputz aufgelegt und sofort eingearbeitet. Bei Jute werden dazu Holz- oder Reibebretter, bei Flachs- und Glasgewebe auch Glätter oder ähnliche Werkzeuge benutzt.

Der Zeitaufwand für den Putzuntergrund incl. Armierungsgewebe beträgt 21 - 27 min/m², die Trockenzeit beträgt 24 - 36 h.



Nach Trocknung wird der Lehmputz aufgetragen.

Der Zeitaufwand für das Aufbringen des Putzes beträgt 12 - 19 min/m², die Trockenzeit beträgt 8 h

Bei Lehmputzen ist i.d.R. mit einer Grundierung vorzustreichen. Lehm-Anstrich wird am besten mit einem ovalen Flächenpinsel oder der größeren rechteckigen Streichputzbürste (Quast) aufgetragen.

Der Zeitaufwand für das Grundieren und Streichen beträgt 12 - 16 min/m², die Trockenzeit beträgt jeweils bis zu 8 h.

Der Gesamtzeitaufwand für die Erstellung einer Ständerwand mit Bekleidung aus Lehmbauplatten beträgt damit 70 - 103 min/m², die Gesamttrocknungszeit 38 - 60 h.



Bilder 1 bis 4 Conluto



Claytec

11.3 Abschätzen der Mehrkosten für ein Mustergebäude (Neubau)

Die nachfolgende Abschätzung dient der groben Bestimmung der prozentualen Mehrkosten bei einem Neubauvorhaben, abhängig vom gewählten Metallständerwandsystem für die nichttragenden Trennwände (Gips- oder Lehmsystem)

Bei einem fünfgeschossigen Mauerwerksbau (Gebäudeklasse 5) mit Nutzfläche von 400 m² je Geschoss ist mit ca. 150 bis 200 Laufmeter Trennwand zu rechnen. Es kann konservativ abgeschätzt werden, dass davon ca. 100 Laufmeter nichttragende Wände (ohne Nutzungstrennwände) sind. Bei einer Raumhöhe von 2,6 m beträgt der Kostenunterschied zwischen einfach beplankten Gipsplatten-Wandsystemen und Lehmbauplatten-Wandsystemen bereits über 100.000 Euro.

Von geringerer Relevanz, aber unter Kostenaspekten trotzdem nicht zu vernachlässigen, ist die im Vergleich zu den einfach bekleideten Gipsbausystemen um ca. 30 mm größere Wandbreite der Lehmbausysteme, die in Kostenbetrachtungen mit einzubeziehen ist. Dem Gebäude geht Nutzfläche verloren, die aufgrund der Einhaltung von Fluchtwegbreiten vor allem bei den Räumen abzuziehen ist. Im Bei 0,03 m² je Laufmeter Wand ergeben sich bei den oben beschriebenen Beispielgebäude Flächenverluste von 15 m², die - je nach lokalem Quadratmeterpreis - mit weiteren 30 Tsd. bis 150 Tsd. Euro zu Buche schlagen können.

In Abbildung 11.11 sind die Gesamtkosten für die unterschiedlich bekleideten Trockenbau-Wandsysteme für das oben beschriebene Mustergebäude gegenüber gestellt. Für das Gipsplattensystem wurde eine einlagig sowie eine zweilagig bekleidete Wand als Referenz gewählt, die Leistungsfähigkeit der zweilagig bekleideten Wand liegt meist über den aufgeführten alternativen Systemen. Beim Vergleich zu dem einlagig bekleideten Gipsplattensystem trägt, neben den deutlich geringeren Quadratmeterkosten, auch noch der Flächengewinn nicht unwesentlich zu den Mehrkosten der alternativen Systeme bei. Die Mehrkosten betragen je nach System 10 Tsd. bis 230 Tsd. Euro, bei den Lehmbausystemen im Mittel 145 Tsd. Euro.

Zusammenfassen lässt sich ableiten: Bezogen auf ein Gesamtgebäude (Neubau) liegen durch den Einsatz von nichttragenden Trennwänden mit Bekleidung aus Lehmbauplatten die Mehrkosten in Abhängigkeit des Verkaufspreises je Quadratmeter, ohne Berücksichtigung kostenrelevanter baubetrieblicher Aspekte, bei ca. 1 % bis 3 % im Vergleich zu Trockenbauwänden mit Bekleidung aus Gipsplatten.

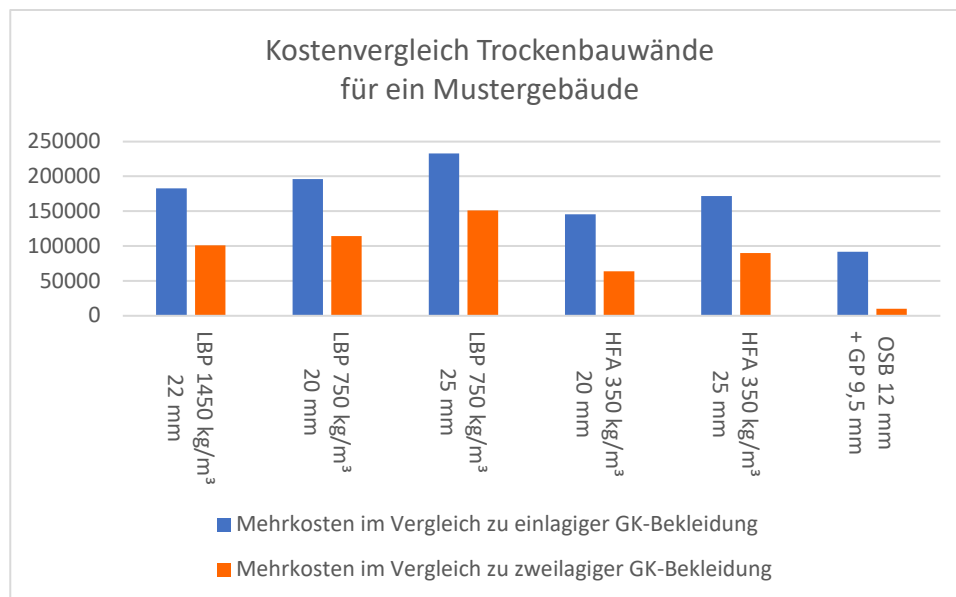


Abbildung 11.11: Kostenvergleich Trockenbauwände

Mustergebäude: 5 Geschosse

100 Laufmeter TB-Wände CW 75 je Geschoss, Raumhöhe 2,6 m

5.000,- Euro/m² Verkaufspreis