

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>5.</b>	<b>Bauphysik .....</b>	<b>1-10</b>
5.1.1.	Rundumschutz .....	1-2
5.2.1.	Schlagregenschutz .....	3-4
5.2.2.	Feuchteschutz im Detail .....	5-6
5.3.1.	Schallschutz .....	7-8
5.4.1.	Brandschutz .....	9-10

## 5. BAUPHYSIK

### 5.1.1. RUNDUMSCHUTZ

#### Rundumschutz

Alle Außenwände haben bestimmte Schutzfunktionen zu erfüllen: Brand- und Schallschutz sowie Wärme- und Feuchteschutz. All diesen Einflüssen trotzt die zweischalige Wand in höchstem Maße und schützt so langfristig Gebäude und Lebensraum.

Wärmeschutz und Feuchteschutz als Tauwasserschutz gehen miteinander einher – ein hoher Wärmedämmstandard und eine luftdichte Gebäudehülle sind der beste Garant gegen Kondensat im Mauerwerk. Winterlicher Wärmeschutz heißt auch sommerlicher Wärmeschutz – wirkungsvoller Schutz vor Kälte und Überhitzung (siehe Kapitel 3 und 4).

Eine besondere Eigenschaft ist der hohe Schlagregenschutz des zweischaligen Prinzips. Die Vormauerschale aus witterungsbeständigem Backsteinmauerwerk schützt die Wärmedämmung und die Hintermauerschale dauerhaft vor Feuchtigkeit.

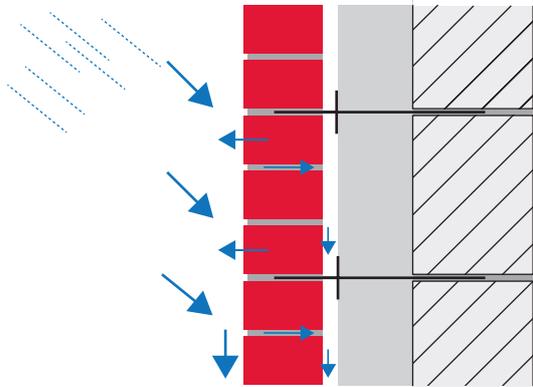
Kapillarität und Diffusionseigenschaften des Verblendmauerwerks in Kombination mit konstruktiven Maßnahmen erfüllen höchste Anforderungen.

Und: Das tragende Mauerwerk bleibt das ganze Jahr über trocken – Voraussetzung für ein gesundes Wohnklima und hohe Wohnqualität.

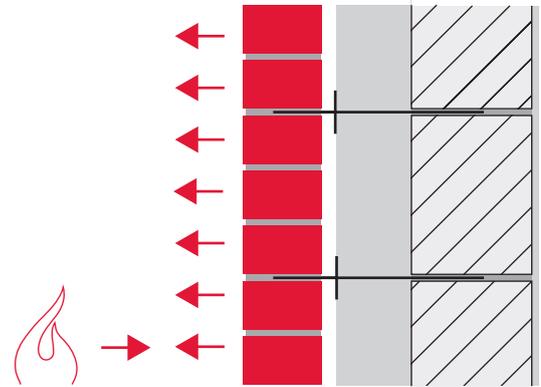
# 5. BAUPHYSIK

## 5.1.1. RUNDUMSCHUTZ

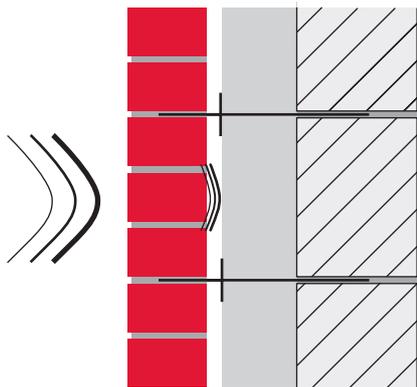
### SCHUTZFUNKTIONEN ÜBERBLICK



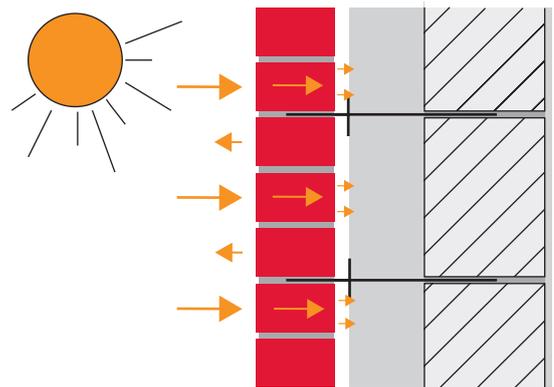
▲ Schlagregenschutz



▲ Brandschutz



▲ Schallschutz



▲ Sommerlicher Wärmeschutz

## 5. BAUPHYSIK

### 5.2.1. SCHLAGREGENSCHUTZ

#### Das Prinzip der Zweischaligkeit wirkt zuverlässig

Die Teilung der Außenwandfunktionen in zwei Schalen bietet einen optimalen Witterungsschutz. Die Außenschale schützt vor Regen, die Innenschale dient zur Winddichtung. Die Trennung der beiden Schalen verhindert den Wassertransport von außen nach innen.

Die Wirksamkeit des Schlagregenschutzes ist sehr wohl gegeben, obwohl die Vormauerschale nicht schlagregendicht ist. Wirksamer Schlagregenschutz beruht auf den Qualitäten des Materials (Stein und Mörtel) und der materialgerechten Ausführung des Vormauerwerks: Feuchteschutz beginnt im Detail. Für die Außenschale dürfen Steine mit und ohne Lochung verwendet werden. Die Lochung hat keinen Einfluss auf die Schlagregensicherheit. Zugelassen sind ebenfalls glasierte Steine oder Steine mit Oberflächenbeschichtungen, deren Frostbeständigkeit nachgewiesen ist.

#### Kapillarität

Klinker und Vormauerziegel sowie Mörtelfugen sind kapillarporös. Das heißt: Es kann prinzipiell Feuchtigkeit transportiert werden. Ein durch Kapillare verbundenes offenes Porensystem ermöglicht die freie Wasserbewegung im Scherben. Folge sind die schnelle Wasseraufnahme und -abgabe. Auch die Wasserdampfdurchlässigkeit der Vormauerziegel ist hoch.

Aufgrund der bauphysikalischen Vorteile ist die zweischalige Außenwand mit Verblendmauerwerk gemäß DIN 4108-3 in die höchste Beanspruchungsgruppe III bei Niederschlagsmengen von über 800 mm/Jahr eingestuft.

#### BEISPIEL



▲ Fritz-Höger-Preis 2017,  
Wohnbebauung mit Kinderhaus,  
Palais Mai  
© Simon Jüttner/ Sebastian Schels/  
PK Odessa Co.



▲ Fritz-Höger-Preis 2017,  
Wohnbebauung mit Kinderhaus,  
Palais Mai  
© Simon Jüttner/ Sebastian Schels/  
PK Odessa Co.

## 5. BAUPHYSIK

### 5.2.1. SCHLAGREGENSCHUTZ

Schlagregenschutz bedeutet, dass nur geringste, keinen Schaden anrichtende Mengen Regenwasser in das Vormauerwerk eindringen dürfen.

Bei Regen kommt es zunächst zu einer Selbstdichtung: Ziegel und Mörtel füllen sich mit Wasser, es bildet sich ein Wasserfilm an der Oberfläche, die Hauptmenge des Regens fließt auf der Außenseite ab. Da die Regenbeanspruchung der Außenwand mit der Gebäudehöhe zunimmt, tritt die Sättigung der Verblendschale zunächst oben ein. Wie viel Wasser in das Mauerwerk eindringt, ist abhängig von der Kapillarität sowie von der Windlast, mit der der Regen vor die Fassade gedrückt wird. Daher verzögern saug- und wasserspeicherfähige Vormauerziegel den Feuchtedurchtritt. Eingedrungenes Wasser wird über die Kapillarwirkung von Stein und Mörtel zur Oberfläche transportiert und an die Außenluft abgegeben. Bei abnehmendem Feuchtegehalt erfolgt die weitere Trocknung über die Dampfdiffusion.

Erst wenn die gesamte Verblendschale gesättigt ist, fließt das eingedrungene Wasser in der Wand nach unten oder bei einem Durchtritt an der Rückseite der Vormauerschale nach unten ab.

Austretendes Regenwasser über die Entwässerungsöffnungen am Fußpunkt der Ziegelverblendschale kommt äußerst selten vor. Das spricht für eine optimale Schlagregenabwehr der Außenwand, bedingt durch die Wirkungsweise der Ziegelverblendschale und deren bauphysikalischen Eigenschaften. Zur Sicherheit sollten Entwässerungsöffnungen vorgesehen werden.

## 5. BAUPHYSIK

### 5.2.2. FEUCHTESCHUTZ IM DETAIL

#### Fußpunkt, Sockel, Bauteilübergänge

An den Fußpunkten der Innenschalen und Geschossdecken der Zwischenräume der Wandschalen muss ein Eindringen von Feuchtigkeit verhindert werden, damit das Wasser nicht auf die Dämmung bzw. Hintermauerschale übertritt. Die Abdichtung muss mit Gefälle nach außen im Bereich des Zwischenraumes und im Bereich der Außenschale horizontal verlegt werden.

Dieses gilt ebenso für Bauteilübergänge bei Fenster- und Türstürzen sowie im Bereich von Sohlbänken. Hier sind Sperrschichten vorzusehen. Auch oberhalb von Öffnungen müssen diese vorgesehen werden, um die Fensterscheiben vor kalkhaltigem Wasser zu schützen.

Auf die Ausbildung des Fußpunktes ist besondere Sorgfalt zu verwenden, insbesondere im Falle einer erdberührenden Vormauerschale. Am Fußpunkt muss eine Sockelabdichtung vorgenommen werden. Die Dichtungsbahn für die untere Sperrschicht muss der DIN 18533 entsprechen. Falls doch Feuchtigkeit durch Schlagregen oder Tauwasser auftritt, muss die Sperrschicht den Wassereintritt in die Innenschale verhindern.

Die Aufstandsfläche muss so beschaffen sein, dass ein Abrutschen der Außenschale auf ihr nicht eintritt. Zudem ist eine Abdichtung des Schalenzwischenraumes, die Querschnittsabdichtung, gegen rückstauende Sickerfeuchtigkeit notwendig. Sie ist an dem Punkt der Aufstandsflächen zu verlegen und wird an der Außenseite der Innenschale mindestens 30 cm hochgeführt und befestigt. Die Dichtungsbahn muss unterstützt werden, sei es durch einen Dämmkeil oder durch eine Untermörtelung. Die Öffnungen zur Hinterlüftung und Entwässerung sind in der ersten Steinschicht vorzusehen. Die Öffnungen zur Hinterlüftung und Entwässerung sind technisch empfohlen. Sie müssen mindestens 15 cm über der Geländeoberfläche liegen. Bei Maßnahmen zur Entwässerung durch Drainschichten oder andere Weisen, z.B. Sickerschichten, sind Entwässerungsöffnungen auch unterhalb der Geländeoberfläche zulässig. Durch eine Schüttung aus Grobkies als Drainageschicht kann das Aufsteigen von Kapillarfeuchtigkeit wirkungsvoll verhindert werden.

Bei der Sockelabdichtung gilt es zudem Folgendes zu beachten: Sie wird vor der Erstellung der Verblendmauerschale aufgebracht. Bei Ausführung der Verblendschale aus dem Erdreich heraus (aus optischen Gründen häufig ausgeführt) sollten die Verblender im Erdreich und die der ersten Schichten über dem Erdreich wasserabweisende Eigenschaften haben (z.B. Klinker oder durch flexible mineralische Dichtschlämme, die auf den Steinen unter Gebäudeoberkante aufgebracht wird). Auch der Mörtel muss darauf abgestimmt sein. Eine Drainschicht aus Kies, die immer bei Sockelabdichtungen angelegt werden sollte, ist insbesondere bei der Verwendung von nicht wasserabweisenden Ziegeln wichtig. So kann die Feuchtigkeit nicht aufsteigen. Die Stöße der Abdichtung müssen dauerhaft versiegelt sein. Zudem muss die Hohlschicht komplett mit druckfestem Dämmstoff, der Perimeterdämmung, versehen werden.

#### BEISPIEL



▲ Sockelanschluss Fensterbereich  
© Alexander Osthues

## 5. BAUPHYSIK

### 5.2.2. FEUCHTESCHUTZ IM DETAIL

#### Sturz, Laibung, Sohlbank

Bei der Überdeckung von Öffnungen sind stets Abdichtungsebenen vorzusehen. Die Abdichtungsbahnen sind seitlich ca. 20 cm über die Fensterlaibungen hinwegzuführen. Die Anordnung von Entwässerungsöffnungen ist sinnvoll. Auch im Bereich der Laibungen soll mittels Dichtungsbahnen eine Überleitung von Feuchtigkeit verhindert werden. Ebenfalls bei Sohlbänken muss in erster Linie die Oberfläche wasserdicht sein, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Dies kann beispielsweise durch eine Imprägnierung an diesen stark feuchtebelasteten Fassadenteilen erreicht werden.

#### Planung

Aufgabe ist es, durch planerische und konstruktive Maßnahmen den Übergang von Feuchtigkeit auf die innere Wandschale zu verhindern und eindringendes Wasser sicher abzuführen. Die Maßnahmen umfassen den Einbau von Dichtungen, Sperrschichten und Entwässerungsöffnungen sowie wasserabweisender Dämmstoffe und zugelassener Verankerungen.

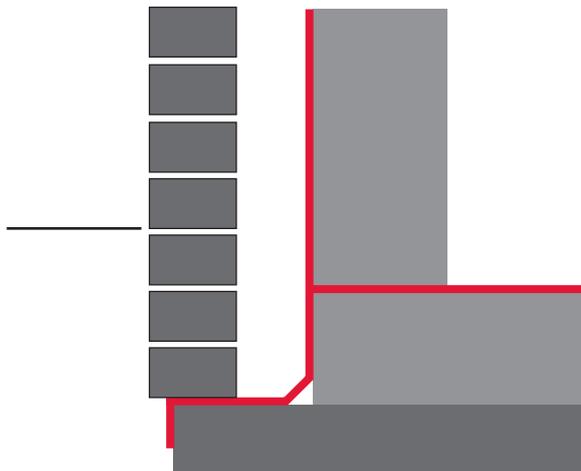
Auflager und Berührungspunkte der beiden Mauerschalen müssen so ausgebildet sein, dass kein Wasser übergeleitet werden kann. Wichtig ist die richtige Ausführung: Vormauerziegel sollten vollfugig vermauert werden und die entsprechenden Bearbeitungsempfehlungen und Schutzvorkehrungen müssen beachtet werden.

#### BEISPIEL



▲ Z-Abdichtung im Fensteranschlussbereich  
© Alexander Osthues

#### SOCKELABDICHTUNG PRINZIPIKIZZE



## 5. BAUPHYSIK

### 5.3.1. SCHALLSCHUTZ

#### Schallschutz erfüllt

Schall- und Lärmschutz nehmen in unserer heutigen Welt eine wichtige Rolle ein. Gesundheit und Wohlbefinden können davon abhängen, dass man in den eigenen vier Wänden Ruhe hat. Zweischalige Außenwände erzielen wegen ihres mehrschichtigen Aufbaus deutlich bessere Schalldämm-Maße als gleichschwere einschalige Wände.

DIN 4109 „Schallschutz im Hochbau“ regelt die Anforderungen an den Mindestschallschutz (DIN 4109-1:2018) und den erhöhten Schallschutz (DIN 4109-5:2020) sowie das rechnerische Prognoseverfahren (DIN 4109-2:2018). Die Kenngröße zur Beschreibung des Luftschallschutzes lautet bewertetes Schalldämm-Maß  $R'_w$  (dB). Bei zweischaligen Außenwänden werden bewertete Schalldämm-Maße  $R'_{w,R}$  von 57 bis 64 dB und mehr erreicht.

Die Schalldämmung eines Außen-Bauteils aus zwei massiven Ziegelschalen hängt wesentlich von den flächenbezogenen Massen beider Schalen ab, welche aus den jeweiligen Wandrohddichten in Abhängigkeit des verwendeten Fugenmörtels und den Wanddicken berechnet werden. Etwaige Putzschichten können addiert werden. Aus der Summe der Flächengewichte wird das bewertete Schalldämm-Maß berechnet. Wenn eine Luft- und Dämmschicht aus mineralischem Faserdämmstoff vorhanden ist, kann das Schalldämm-Maß um bis zu 8 dB erhöht werden.

Massive Schalen in unterschiedlichen Dicken und somit unterschiedlichem Gewicht brechen die Schallwellen und unterbinden Resonanzen, was sich positiv auf die Schalldämmung auswirkt. Voraussetzung dafür ist eine effektive Trennung mittels einer Luft- und/oder oben beschriebener Dämmschicht. Drahtanker und Abfangungssysteme beeinflussen die Schalldämmung nicht signifikant, wodurch insgesamt die Vorteile des zweischaligen Schalldämmsystems überwiegen.

## 5. BAUPHYSIK

### 5.3.1. SCHALLSCHUTZ

Bewertete Schalldämm-Maße<sup>1)</sup> zweischaligen Ziegelverblendmauerwerks bestehend aus Vormauerziegel (VMz) und Hintermauerziegel (HMz) mit Schalenabstand\* > 4,0 cm nach DIN 4109

Wanddicke (cm)		Rohdichteklasse Innenschale	Normalmauermörtel		Dünnbettmörtel	
VMz <sup>2)</sup>	HMz	(kg/dm <sup>3</sup> )	Masse m <sup>3)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>w,R</sub> <sup>1)</sup> (dB)	Masse m <sup>3)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	R' <sub>w,R</sub> <sup>1)</sup> (dB)
11,5	17,5	0,7	329	55	321	55
		0,8	346	56	337	56
		0,9	361	56	353	56
		1,2	409	58	391	57
		1,4	415	58	400	58
11,5	24	0,7	377	57	365	56
		0,8	399	58	387	57
		0,9	421	58	409	58
		1,2	485	60	461	59
		1,4	503	60	482	60
11,5	30	0,7	—	—	—	—
		0,8	—	—	—	—
		0,9	475	60	460	59

\* ggf. zwischen den Schalen eingebrachter Dämmstoff wird in Bezug auf die flächenbezogene Masse nicht angerechnet

<sup>1)</sup> Schalldämm-Maß R'<sub>w,R</sub> ermittelt aus der Summe der flächenbezogenen Massen beider Schalen plus Zuschlag von 5 dB

<sup>2)</sup> Ziegelrohddichte der Verblender 1,6 kg/dm<sup>3</sup>, Rechenwert der Wandrohddichte 1540 kg/m<sup>3</sup>

<sup>3)</sup> Zuschlag für Innenputz 25 kg/m<sup>2</sup>

## 5. BAUPHYSIK

### 5.4.1. BRANDSCHUTZ

#### Brandschutz erfüllt

Die Verblendschale wirkt in einem von außen wirkenden Brandfall als effektiver Schutz für die innere Schale. Für die Anforderungen an den Brandschutz sind die Gebäudeklassen (GK 2–5) entscheidend. Die Anforderungen stehen in den Landesbauordnungen. Bemessungsangaben können dabei je nach Bundesland leicht unterschiedlich ausfallen. Einteilungskategorien sind Art, Fläche und Höhe des Gebäudes. Klare Richtschnur: je höher die Gebäudeklasse, desto höher die Brandschutzanforderungen. An Gebäude (GK 2–3) mit zweischaligen Außenwänden werden keine besonderen bauaufsichtlichen Anforderungen gestellt.

Brandschutz-Vorschriften dienen dazu, die Entstehung von Bränden zu verhindern, die Ausdehnung von Bränden einzugrenzen, Flucht- und Rettungswege vor Feuer zu schützen und Löscharbeiten zu ermöglichen. Verblendmauerwerk gilt als ideal, um Wohnungen, Brandabschnitte sowie Räume mit hoher Brandlast zu trennen sowie Flure und Treppenträume zu sichern – alles unter der Voraussetzung, die richtigen Produkte eingesetzt und fachgerecht verbaut zu haben.

Wichtig ist zudem, eine innenseitig aufgebrachte Putzschicht beim tragenden Mauerwerk vorzusehen. Damit können bei der Berechnung Werte für verputztes Ziegelmauerwerk angesetzt werden. Ziegelbauteile bestehen hauptsächlich aus nicht brennbarem Material (Baustoffklasse A). Ziegel gelten nach DIN 4102-4 als nicht brennbare Baustoffe. Mörtel nach DIN EN 998-2 (Normal-, Leicht- und Dünnbettmörtel) sowie mineralische Putze und Leichtputze nach DIN EN 998-1 oder DIN 18550 gelten ebenfalls als nicht brennbare Baustoffe der Klasse A1.

Die geltenden Normen für die Feuerwiderstandsklassen von Bauteilen sind national in der DIN 4102 und europäisch in der DIN EN 13501 geregelt. Die Anforderungen an das Brandverhalten der einzelnen Baustoffe werden mit einbezogen. Wenn innenliegende organische Dämmmaterialien verwendet werden, werden sie als AB (in wesentlichen Teilen aus nichtbrennbaren Baustoffen) klassifiziert. Baustoffe, die nach harmonisierten europäischen Produktnormen produziert und mit dem CE-Zeichen gekennzeichnet worden sind, fallen in das Klassifizierungssystem DIN EN 13501 (11, 12), das mit der Ergänzung der Bauregelliste 2002 Gültigkeit erlangte.

#### BEISPIEL



▲ Fritz-Höger-Preis 2017,  
The Wedge, A-lab © Ivan Brodey

## 5. BAUPHYSIK

### 5.4.1. BRANDSCHUTZ

#### Gebäudeklassen nach Musterbauordnung

Gebäude werden gemäß der Musterbauordnung (MBO) in folgende Gebäudeklassen eingeteilt:

Gebäudeklasse 1	Gebäudeklasse 2	Gebäudeklasse 3	Gebäudeklasse 4	Gebäudeklasse 5
a) freistehende Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m <sup>2</sup>	Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m und nicht mehr als zwei Nutzungseinheiten von insgesamt nicht mehr als 400 m <sup>2</sup>	Sonstige Gebäude mit einer Höhe bis zu 7 m	Gebäude mit einer Höhe bis zu 13 m und Nutzungseinheiten mit jeweils nicht mehr als 400 m <sup>2</sup>	Sonstige Gebäude einschließlich unterirdischer Gebäude
b) freistehende land- oder forstwirtschaftlich genutzte Gebäude				

Die genannten Gebäudehöhen in der Tabelle beziehen sich auf die Fußbodenoberkante des höchstgelegenen Geschosses, in dem ein Aufenthaltsraum möglich ist, über der Geländeoberfläche.

Gebäudeklasse 1: Keine Anforderungen  
 Gebäudeklasse 2 und 3: Feuerhemmend (30 min)  
 Gebäudeklasse 4: Hochfeuerhemmend (60 min)  
 Gebäudeklasse 5: Feuerbeständig (90 min)

#### Brandschutzanforderungen an die Wärmedämmung

Zweischalige Außenwand	Gebäudeklassen 4 und 5 – Wärmedämmung		
	Nicht brennbar A	Schwer entflammbar B1	
		≤ 10 <sup>1)</sup>	> 10 <sup>1)</sup> und ≤ 20 <sup>1)</sup>
Mit Volldämmung und Fingerspalt	Keine Anforderung	Keine Anforderung	Brandsperren <sup>2)</sup>
Mit Luftschicht und Dämmung	Brandsperren <sup>2)</sup>	Brandsperren <sup>2)</sup>	Brandsperren <sup>2)</sup>
Mit Luftschicht ohne Dämmung	Brandsperren <sup>2)</sup>	Brandsperren <sup>2)</sup>	Brandsperren <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Schalenabstand in cm, für den Einbau von Brandsperren gelten die Regelungen der DIN 4102-4

<sup>2)</sup> Als geeignete Brandsperren benennt DIN 4102-4

- im Brandfall formstabile nicht brennbare Dämmstoffe, Schmelzpunkt  $\geq 1.000$  °C nach DIN 4102-17, mindestens 200 mm breit oder
- Stahlblechwinkel, Dicke  $d \geq 1$  mm, Überlappung in Stößen mind. 30 mm, Abstand der Befestigung in der Außenwand  $\leq 0,6$  m, die den Schalenzwischenraum abdecken. Diese Brandsperren sind entweder horizontal zwischen jedem zweiten Geschoss oder umlaufend um Öffnungen (Fenster, Türen) erforderlich.