



Ingenieurbüro für:

- Akustik
- Schallschutz
- Bauphysik

Kees Rijk BV  
Watertorenweg 24  
6571 CB Berg en Dal  
Niederlande  
info@keesrijk.nl

## Trennwände aus Legioblock-Betonblocks

### Prüfbericht Feuerwiderstand

Verfasser: Kees Rijk, Ingenieur  
Bericht: 171404a  
Datum: 17. April 2017



#### **Auftraggeber**

Jansen Legioblock BV  
Kanaaldijk Zuid 24  
Postfach 60  
5690 AB Son, Niederlande

#### **Ansprechspartner**

Telefon: +31 (0)88 8778778  
Sales@legioblock.com



## Inhalt

1. Einführung .....	3
2. Produktbeschreibung .....	3
2.1 Allgemeines .....	3
2.2 Produktbeschreibung und -ausführung .....	3
2.2.1 Betonqualität.....	3
2.2.2 Aufbau der Trennwand .....	4
2.2.3 Anschlüsse (Nähte/Spalte) .....	4
2.2.4 Wandbelastung .....	4
3. Ausgangssituation .....	5
4. Beurteilungsrahmen.....	5
4.1 Beurteilungsverfahren und -normen.....	5
4.1.1 Konfigurationsnormen .....	5
4.1.2 Klassifizierungsnormen .....	5
4.1.3 Thermische Belastungen .....	6
4.2 Beurteilungskriterien.....	7
4.2.1 Tragfähigkeit (R) .....	7
4.2.2 Raumabschluss (E).....	7
4.2.3 Wärmedämmung (I) und Strahlungsdurchtritt (W) .....	7
5. Prüfung und Beurteilung .....	8
5.1 Tragfähigkeit (R) .....	8
5.1.1 Beurteilung der Druckfestigkeit .....	8
5.1.2 Beurteilung bei Abplatzen und reduzierter Auflagefläche .....	8
5.2 Raumabschluss (E) .....	10
5.3 Wärmedämmung (I) und Strahlungsdurchtritt (W) .....	11
6. Anwendungsbereich.....	12
7. Schlussfolgerung und Klassifizierung .....	12

### Anlage 1: Legioblock-Wände mit Überdachung



## 1. Einführung

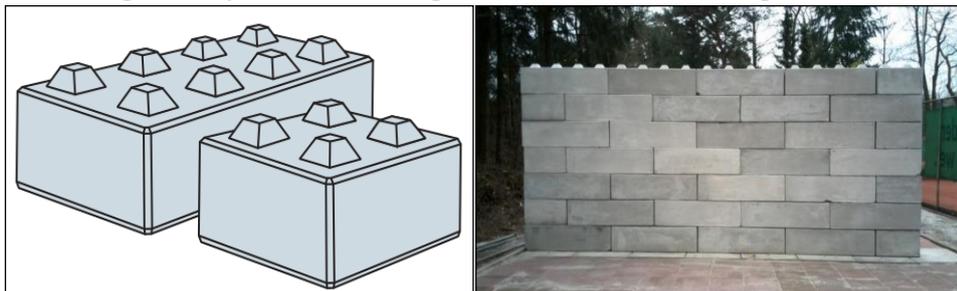
Mit den stapelbaren Betonblöcken des Legioblock-Bausystems können Wände aufgebaut werden. Die Wände werden bis zu 8,80 m hoch aufeinandergestapelt und bleiben transportabel und wiederverwendbar. Sie werden in unterschiedlichen Situationen eingesetzt, in manchen Fällen als Trennwand für Lager von brennbaren Materialien wie Holz und Autoreifen im Freien. Da diese Wände feuersicher sein müssen und außerdem die gesetzlichen Vorschriften auf dem Gebiet des Feuerwiderstands erfüllen müssen, wurde eine Prüfung durchgeführt. Im vorliegenden Bericht wird diese Prüfung beschrieben.

## 2. Produktbeschreibung

### 2.1 Allgemeines

Legioblocks sind Betonblocks in Standardformaten, die in verschiedenen Verbänden gestapelt werden können. Das gängige Basisformat der Betonblocks beträgt 160 cm x 80 cm x 80 cm oder 160 cm x 80 cm x 40 cm (Länge x Breite x Höhe). Daraus kann eine feuersichere, 80 cm starke Trennwand aufgebaut werden. Abbildung 1 zeigt eine Impression von Legioblocks, die im Halbverband gestapelt sind.

Abbildung 1: Impression von Legioblocks und Anwendung als Trennwand



### 2.2 Produktbeschreibung und -ausführung

#### 2.2.1 Betonqualität

Legioblocks sind stapelbare Betonblöcke mit Noppen. Sie bestehen aus unbewehrtem Beton der Güteklasse C20/25 bis C30/35. In Tabelle 1 sind die relevanten Eigenschaften des Betons aufgeführt.

Tabelle 1: Spezifikationen der Betonqualität

Betonqualität	Druckfestigkeit		Spezifisches Gewicht	Zuschlagmaterial	Dampfdiffusion (Dampfsperwert)
	Zylinderdruckfestigkeit	Würfeldruckfestigkeit		Korngruppe	
C20/25	25 N/mm <sup>2</sup>	20 N/mm <sup>2</sup>	2000 kg/m <sup>3</sup>	16–32 mm (grob)	8–14
C30/35	35 N/mm <sup>2</sup>	30 N/mm <sup>2</sup>	2000 kg/m <sup>3</sup>	16–32 mm (grob)	8–14



Die Produktqualität wird durch Qualitätszertifikate (KIWA) und Produktionskontrollen gewährleistet. Die Betonqualität wird nach Zubereitung unter idealen Bedingungen und nach 28 Tagen Aushärtung erreicht (Fertigteile). Die anzusetzende durchschnittliche Würfeldruckfestigkeit beträgt in der Praxis  $33 \text{ N/mm}^2$ . Die anzusetzende durchschnittliche Längszugfestigkeit beträgt  $2,2 \text{ N/mm}^2$ .

### 2.2.2 Aufbau der Trennwand

Legioblocks können dank der Noppen und Löcher trocken im Verband bis zur gewünschten Höhe aufeinandergestapelt werden. Bei rechtwinkligen Wandanschlüssen werden sie verzahnt miteinander verbunden. Die Eckkanten der Elemente sind abgefast (10 mm). Ansonsten schließen die Elemente sowohl vertikal als auch horizontal flach aneinander an.

### 2.2.3 Anschlüsse (Nähte/Spalte)

Legioblocks werden über die ineinanderpassenden Noppen und Löcher miteinander verzahnt. Trotz sorgfältiger Stapelung sind Spalte zwischen den gestapelten Blöcken unvermeidlich, sowohl horizontal als auch vertikal.

Die horizontalen Spalte zwischen den Stapelblöcken können einige Millimeter breit sein. Die hier angegebenen Spaltbreiten beziehen sich auf die (aerodynamische) Nettodurchlassöffnung des Spalts. Anhand der Höhe und Tiefe der Spalte kann festgestellt werden, dass kein Flammendurchschlag auftritt.

Die Größe der vertikalen Spalte zwischen benachbarten Blöcken hängt von der Ebenheit des Untergrunds ab und ist in der Regel auf wenige Millimeter begrenzt. Vereinzelt kann ein außergewöhnlich breiter Spalt von bis zu 30 mm auftreten.

Abbildung 2: Anschlüsse einer Trennwand aus Legioblocks mit Nähten und abgefasten Kanten



### 2.2.4 Wandbelastung

Die Wand kann durch Lagergut belastet werden. Es wurde angegeben, dass die seitliche Belastung rechtwinklig zur Mauer maximal  $8 \text{ kNm}$  pro Meter Wandlänge beträgt. Diese Belastung liegt weit unter dem stabilisierenden Eigengewicht (Normalkraft und Drehmoment), das vertikal auf die Wand einwirkt.



### 3. Ausgangssituation

Die Prüfung wurde anhand theoretischer brandphysikalischer Erwägungen durchgeführt. Bei der Prüfung wurde von den in Kapitel 4 genannten Normen und den folgenden Daten ausgegangen:

- Norm DIN EN 1992-1-2 (Eurocode 2) Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Tragwerksbemessung für den Brandfall
- Temperaturzeitkurven gemäß Norm EN 1991-1-2
- Veröffentlichung „spatgedrag van beton bij brand“ (Abplatzverhalten von Beton im Brandfall), Verband der niederländischen Betonmörtelhersteller (Vereniging van Ondernemingen van Betonmortelfabrikanten in Nederland), 2006
- Bericht Peutz über Feuerwiderstand von Legioblocks vom 10. Januar 2005
- Tabellarium Fire Safety Engineering, Stiftung Wissensdatenbank Bauphysik (Stichting Kennisbank Bouwfysica)
- Brand Recyclinghof Essen, 26. Januar 2011
- Brand Entsorgungsfirma Kost Bochum, 16. Juli 2007

### 4. Beurteilungsrahmen

#### 4.1 Beurteilungsverfahren und -normen

##### 4.1.1 Konfigurationsnormen

Für die Beurteilung und Anwendung als Wand mit Trennwandfunktion wurden die folgenden Normen herangezogen:

- Norm DIN EN 1363-1:2012 Feuerwiderstandsprüfungen – Allgemeine Anforderungen
- Norm DIN EN 1363-2:1999 Feuerwiderstandsprüfungen – Alternative und ergänzende Verfahren
- Norm DIN EN 1364-1:2015 Feuerwiderstandsprüfungen für nichttragende Bauteile – Wände
- Norm DIN EN 1365-1:2012/C1:2013 Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Wände

##### 4.1.2 Klassifizierungsnormen

Die Klassifizierung erfolgte auf der Grundlage der Norm DIN EN 13501-2:2016. Mit Blick auf die niederländischen Rechtsvorschriften wurde außerdem die niederländische Norm NEN 6069:2011 „Prüfungen zur Klassifizierung des Feuerwiderstands von Bauteilen und Bauprodukten“ herangezogen. Die europäische Norm ist strenger als die niederländische Norm NEN 6069:2011. Darum kann bei Anwendung der europäischen Norm auch unmittelbar die Klassifizierung gemäß der niederländischen Norm angewendet werden.

Für die deutsche Klassifizierung wurde von der Norm DIN EN 13501-2:2016-12 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 2: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Feuerwiderstandsprüfungen Gebrauch gemacht.



### 4.1.3 Thermische Belastungen

Zur Ermittlung der thermischen Belastung wurde die Trennwand anhand der folgenden thermischen Normbelastungen (Brandkurven) beurteilt:

- Einheitsbrandkurve (Raumbrand)
- Außenbrandkurve (Außenbrand)
- Kohlenwasserstoffbrandkurve (Brand mit gefährlichen Stoffen)

In Abbildung 4 ist der Verlauf der thermischen Normbelastungen dargestellt. Die Beurteilung wurde unter Berücksichtigung der normierten Testkonfiguration (Messanordnung im Testofen) vorgenommen. Die Testkonfiguration umfasst die Prüfung einer unbelasteten Trennwand mit der Abmessung 3 m x 3 m (B x H).

Bei positiven Beurteilungsergebnissen (Branddauer 240 Minuten) anhand der Einheitsbrandkurve (Raumbrand) kann festgestellt werden, dass diese auch bei Anwendung der Außenbrandkurve (Außenbrand) ausreichend sind. Darüber hinaus ist bei positivem Endergebnis auch von einer unmittelbaren und begrenzten Anwendbarkeit auf Wände mit größeren Abmessungen auszugehen.

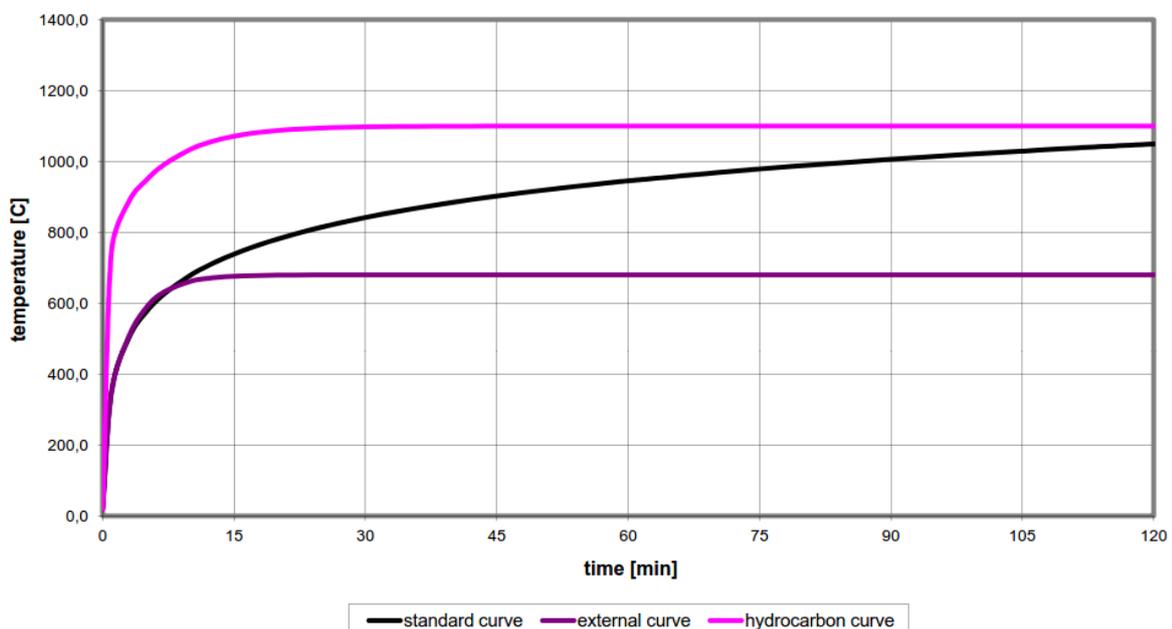
Bei der Außenbrandkurve steigt die Temperatur im Ofen zwischen 0 und 30 Minuten an; anschließend bleibt sie bis 240 Minuten konstant bei 680 °C.

Die Einheitsbrandkurve hat einen nahezu gleichmäßigen Temperaturverlauf. Nach 30 Minuten steigt die Temperatur allmählich weiter an, um nach 240 Minuten 1153 °C zu erreichen.

Die Kohlenwasserstoffbrandkurve kennzeichnet sich durch einen sehr schnellen Temperaturanstieg zwischen 0 und 10 Minuten bis auf eine Ofentemperatur von 1034 °C. Dies ist typisch für die Situation bei einem Brand mit gefährlichen Stoffen (Kohlenwasserstoffbrand), wodurch innere Spannungen und das charakteristische Materialverhalten in dieser Situation zuverlässiger geprüft werden können. Nach 10 Minuten steigt die Temperatur bis 1100 °C an, um dann bis 240 Minuten auf dieser Höhe zu bleiben.

Abbildung 3: thermische Normbelastungen (Brandkurven)

**Nominal temperature-time curves**





## 4.2 Beurteilungskriterien

Die Beurteilung für die Klassifizierung erfolgt anhand der folgenden Kriterien:

- R: Tragfähigkeit (Standicherheit / Fähigkeit, das Eigengewicht zu tragen)
- E: Raumabschluss (Verhindern des Durchtritts von Flammen)
- I: Wärmedämmung (Oberflächentemperatur)
- W: Wärmestrahlung (Begrenzung der Wärmestrahlung von der Wand)

### 4.2.1 Tragfähigkeit (R)

Die Kriterien gelten für beide Richtungen (i  $\Leftrightarrow$  o), also von innen (inside) nach außen (outside) und von außen nach innen. Die Belastung wirkt nur in vertikaler Richtung in Form von Druck durch das Eigengewicht der Trennwand ein, die ihre Festigkeit und Stabilität behalten muss. Der Feuerwiderstand in Bezug auf dieses Kriterium wird in dem Moment bestimmt, in dem die Konstruktion thermisch belastet wird, sowie in dem Moment, in dem die Konstruktion nicht mehr in der Lage ist, die Belastung durch das Eigengewicht (Normalkraft) vertikal in den Untergrund abzuleiten. Der Verlust der Tragfähigkeit kann bei der Prüfung auch bei einer starken oder zu schnellen Verformung der Wand angenommen werden. Hierfür sind die Geschwindigkeit und das Ausmaß der Verformung (Durchbiegung und axiale Verformung) maßgeblich.

### 4.2.2 Raumabschluss (E)

Dieses Kriterium ist nicht mehr erfüllt, sobald nicht akzeptable Öffnungen (z. B. Spalte, Risse, offene Fugen, Löcher usw.) auf der unbeflammten Seite entstehen, wodurch:

- a) die Flammen mindestens 10 Sekunden lang sichtbar sind oder
- b) in einem Abstand von 5 mm (unbeflammte Seite) Watte zu glühen beginnt oder sich entzündet oder
- c) die Öffnungskaliber (zwei Stahlstäbe mit einem Durchmesser von 6 mm) ohne Kraftaufwand die Trennwandkonstruktion durchdringen und über eine Länge von mindestens 150 mm bewegt werden können oder wenn ein Öffnungskaliber mit einem Durchmesser von 25 mm in eine Öffnung eingebracht werden kann.

### 4.2.3 Wärmedämmung (I) und Strahlungsdurchtritt (W)

Das Kriterium der Wärmedämmung (I) ist überschritten, sobald der durchschnittliche Oberflächentemperatur auf der unbeflammten Seite über 140 °C oder der maximale Temperatur 180 °C beträgt.

Das Kriterium des Strahlungsdurchtritts (W) ist überschritten, sobald die maximale Wärmestrahlung auf der unbeflammten Seite in einem Meter Entfernung über 15 kW/m<sup>2</sup> beträgt.

Das Kriterium der Wärmestrahlung (W) gilt erst als überschritten, wenn die Wand eine Oberflächentemperatur von ca. 450 °C aufweist. Das bedeutet, dass bei Erfüllung des Kriteriums der Wärmedämmung (I) auch automatisch das Kriterium des Strahlungsdurchtritts (W) erfüllt ist.



## 5. Prüfung und Beurteilung

Die aus Legioblocks aufgebaute Wand wurde als Wand mit Trennfunktion bei vertikaler Anwendung im Freien beurteilt. Der Feuerwiderstand gilt für beide horizontale Richtungen (inside => outside und outside => inside) sowie für die drei Normbrandkurven. Die Beurteilung wurde für eine Branddauer von 240 Minuten durchgeführt.

### 5.1 Tragfähigkeit (R)

Maßgeblich für das Kriterium der Tragfähigkeit sind die Geschwindigkeit des Temperaturanstiegs, die Branddauer (240 Minuten), der Feuchtigkeitsgehalt, das Materialverhalten von Beton im Brandfall und die dabei auf die Legioblocks einwirkende vertikale Normalkraft (Druckfestigkeit). Der stärkste Druck wirkt auf die unterste Reihe Legioblocks in einer Wand ein. Diese Reihe ist bei einer Wandhöhe von 3 m einem Druck von 75 kN je Element ausgesetzt ( $[3,0-0,4] \times [0,8 \times 1,6 \times 2.300 \times 9,81]$ ). Hierbei wurde sicherheitshalber von einem höheren spezifischen Gewicht ( $2300 \text{ kg/m}^3$ ) ausgegangen als dem in Tabelle 1 angegebenen Wert ( $2000 \text{ kg/m}^3$ ).

#### 5.1.1 Beurteilung der Druckfestigkeit

Der durch das Eigengewicht der Wand ausgeübte Druck beträgt je Auflagefläche eines Legioblocks  $0,06 \text{ N/mm}^2$  (bei einer Auflagefläche von  $1,28 \text{ m}^2$ ). Die Legioblocks weisen eine charakteristische Würfeldruckfestigkeit von  $25 \text{ N/mm}^2$  bis  $35 \text{ N/mm}^2$  bei einer Umgebungstemperatur von  $20 \text{ °C}$  auf. Der auftretende Druck ist bei diesem Normalzustand vernachlässigbar gering.

Bei einem inneren Temperaturanstieg (über  $200 \text{ °C}$ ) verringert sich jedoch die Druckfestigkeit von Beton. Eurocode 2 enthält Tabellen, anhand deren sich diese Verringerung berechnen lässt. Die Würfeldruckfestigkeit beträgt bei einer Innentemperatur von  $1100 \text{ °C}$  (höchste Ofentemperatur bei 240 Minuten im Falle einer Kohlenwasserstoffbrandkurve) nur noch 1 bis 2 % der ursprünglichen Druckfestigkeit, also ca.  $0,25 \text{ N/mm}^2$ . Dies reicht noch immer aus, um dem einwirkenden Druck standzuhalten.

#### 5.1.2 Beurteilung bei Abplatzen und reduzierter Auflagefläche

Bei schneller Erhitzung des Betons wird die vorhandene Feuchtigkeit in kurzer Zeit in Dampf umgewandelt, dessen Volumen sich stark und schnell erhöht. Dies führt zu inneren Spannungen (Porendruck), die zu Rissbildung und Abplatzen führen können. Bei einem hohen Feuchtigkeitsgehalt und hoher Dichte kann das Abplatzen von Teilchen aus der Betonoberfläche explosiv vorgehen.

Der plötzliche Temperaturanstieg tritt nur an der Betonoberfläche auf. Schon in einigen Zentimetern Tiefe ist der Temperaturanstieg langsam und begrenzt, da die Wärme auf die unbeflammte Seite abgeleitet wird. Auf der Grundlage nichtstationärer Wärmeleitberechnungen wird in dieser Prüfung davon ausgegangen, dass das Abplatzen bis in einer Entfernung von  $0,23 \text{ m}$  von der Wandoberfläche auftreten kann.

Das Abplatzen hat zur Folge, dass die Auflagefläche lokal reduziert wird. Wenn sicherheitshalber davon ausgegangen wird, dass  $0,23 \text{ m}$  versagt haben, bleibt eine Auflagefläche mit einer Breite von  $0,8 - 0,23 = 0,57 \text{ m}$ . Bei dieser reduzierten Auflagefläche beträgt die auftretende Belastung durch das Eigengewicht der Wand  $0,08 \text{ N/mm}^2$ . Dies ist noch immer ein Faktor 3 unter der charakteristischen Würfeldruckfestigkeit im Brandfall von  $0,25 \text{ N/mm}^2$  bis  $0,35 \text{ N/mm}^2$ .



Bei der früheren Prüfung von Peutz (vom 10. Januar 2005) wird aufgrund der niederländischen Norm NEN 6071 davon ausgegangen, dass das Abplatzen ab einer Druckspannung von 218 N/mm<sup>2</sup> auftritt. Dieser Wert unterstützt die vorstehenden Ausführungen. Der Eurocode 2 (vereinfachtes Berechnungsverfahren) geht davon aus, dass ein Betonquerschnitt bei einer Temperatur über 500 °C seine Tragfähigkeit verliert und dass Beton bei einer Temperatur unter 500 °C seine vollständige Tragfähigkeit behält. Auf dieser Grundlage wird in Eurocode 2 angenommen, dass ein Betonträger für einen Feuerwiderstand von 240 Minuten eine reduzierte Breite von 280 mm aufweisen muss. Auch dieses Kriterium erfüllen die Legioblocks problemlos.

In der Praxis (Brand Recyclinghof Essen) hat sich gezeigt, dass es bei langer Branddauer (>240 Minuten) an den abgefasten Kanten zu Abplatzungen kam. Die Tiefe der Abplatzungen betrug durchschnittlich 30 bis 50 mm. Dies liegt unter dem theoretisch bestimmten Wert von 230 mm. Auf der unbeflammten Seite waren keine Schäden sichtbar.

Die Außenbrandkurve ist der Einheitsbrandkurve und den Kohlenwasserstoffbrandkurven untergeordnet und führt zu geringeren Schäden, da die Temperatur weniger schnell und stark ansteigt.

Abbildung 4: Schäden durch Abplatzen



Die thermische Verformung der Wand wird in Kapitel 5.2 beschrieben; für das Kriterium der Tragfähigkeit ist sie nicht relevant.

Auf der Grundlage der vorstehenden Ausführungen wird festgestellt, dass die Beschädigung (Abplatzen) des (unbewehrten) Betons und die Erhitzung gemäß den drei Normbrandkurven während einer Branddauer von 240 Minuten nicht zum Verlust der Tragfähigkeit der Wand mit Trennfunktion führen. Die Wand behält auch im schlimmsten Fall mindestens das Dreifache der erforderlichen Festigkeit und Stabilität. Das Kriterium der Tragfähigkeit, R240, wird also problemlos erfüllt. Dieses Ergebnis gilt, ausgehend von der nominalen horizontalen Belastung, bis zu einer vertikalen Wandhöhe von 8,8 m. Die Berechnungen wurden ohne Berücksichtigung von Aussteifungen vorgenommen. Aus Gründen der konstruktiven Sicherheit können bei hohen Wänden Aussteifungen notwendig sein, wie nachstehend abgebildet.



## 5.2 Raumabschluss (E)

Maßgeblich sind die vertikalen Spalte zwischen den Betonblöcken. Die Gefahr eines Flammendurchschlags durch einen vertikalen, bis zu 30 mm breiten Spalt wird im Folgenden näher betrachtet. Dabei wurden die Wärmestrahlung, Luftbewegungen und Luftdruckdifferenzen infolge des Brandes berücksichtigt.

Es wurde von der ungünstigsten Kombination von Faktoren ausgegangen:

- Thermische Verformung
- Wandstärke durch Abplatzen auf 0,6 m verringert

### **Thermische Verformung**

Während der thermischen Belastung gemäß den drei Brandkurven beträgt die charakteristische Ausdehnung zum Zeitpunkt  $t = 240$  Minuten maximal 1,3 mm je Legioblock. Diese Verformung ist gleichmäßig über die Betonblocks verteilt und bleibt innerhalb der Toleranzen bei der Stapelung.

### **Wärmestrahlung**

Durch einen vertikalen Spalt kann von dem zu schützenden Raum aus der Brandherd sichtbar sein. Ein 30 mm breiter Spalt entspricht einem Sichtfaktor von höchstens 0,02. Ausgehend von einem Brandherd mit einer Strahlungsintensität von  $100 \text{ kW/m}^2$  beträgt die Strahlungsintensität auf der empfangenden Seite  $0,02 \times 100 = 2 \text{ kW/m}^2$ . Die Strahlungsintensität ist so gering, dass Entzündung ausgeschlossen ist.

### **Luftbewegungen**

Die Bewegung der Luft, der heißen Rauchgase und der Flammen durch einen offenen Spalt hängt vom Luftdrucksunterschied beiderseits des Spalts ab. Ohne Wind wird die Druckdifferenz ausschließlich durch den Brand bestimmt: durch den Spalt wird Luft (Sauerstoff) in Richtung des Brandherds gesaugt. Heiße Rauchgase gelangen nicht auf die andere Seite der Trennwand.

Schon bei schwachem Wind jedoch kann „kalter“ Rauch auf die andere Seite der Trennwand gelangen. Hier befindet sich keine Zündquelle, wodurch auch kein Brand entstehen kann.



Es wurde die meist ungünstige Situation untersucht, in der Brand und Flammen direkt auf die Trennwand einwirken, wobei sich direkt oberhalb des Brandherds ein Spalt befindet und starker Wind rechtwinklig auf die Trennwand einwirkt. Die brennbaren Rauchgase können nur auf die andere Seite der Trennwand gelangen, wenn der Winddruck auf die Trennwand den thermischen Druck übersteigt. Der thermische Druck hängt von der Höhe des Brandherds und der Flammen ab (Kamineffekt). Die benachbarte Bebauung und das Lagermaterial reduzieren den Winddruck auf die Trennwand (im Vergleich zum Winddruck auf offener Fläche um einen Winddruckbeiwert von 0,8). Per Saldo kann nur unter extremen theoretischen Bedingungen (direkt rechtwinklig auf die Trennwand einwirkender Sturm, schmaler Stapel Material direkt an der hohe Trennwand) heißer Rauch auf die andere Seite der Trennwand gelangen. Flammen können nicht durch den Spalt auf die andere Seite der Trennwand durchschlagen.

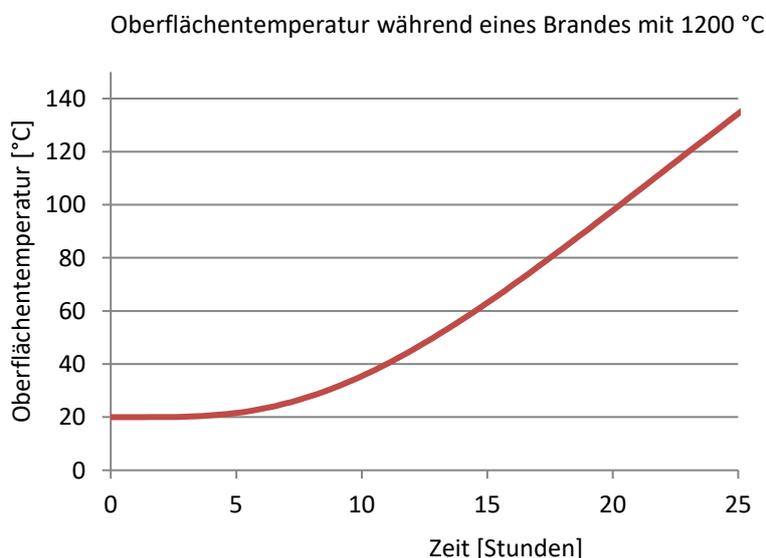
### 5.3 Wärmedämmung (I) und Strahlungsdurchtritt (W)

Für die Wärmedämmung ist die Kohlenwasserstoffbrandkurve maßgeblich. Auf der Grundlage der Norm DIN EN 13501-2:2008 zum Feuerwiderstand von Beton wurden Berechnungen zur Temperaturverteilung im Beton vorgenommen. Die Trennwand wurde zu einer Massivbetonwand schematisiert, wobei auf der beflammten Seite eine Temperatur von 1200 °C herrscht. Mithilfe der Finite-Elemente-Methode wurden Temperaturberechnungen durchgeführt. Bei diesen Berechnungen wurden die folgenden Ausgangspunkte zugrunde gelegt:

- Wärmeleitwert des Betons: 2,0 W/mK
- Spezifische Wärmekapazität: 840 J/kgK
- Übergangswiderstand auf der beflammten Seite: 0 m<sup>2</sup>K/W
- Übergangswiderstand auf der unbeflammten Seite: 0,20 m<sup>2</sup>K/W

Der berechnete durchschnittliche Temperaturverlauf ist in Abbildung 6 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die berechnete Oberflächentemperatur auf der unbeflammten Seite nach 4 Stunden unter 25 °C liegt. Auf der unbeflammten Seite der Wand beträgt die Wärmestrahlung weniger als 0,2 kW/m<sup>2</sup>. Das Kriterium der Wärmedämmung I (durchschnittlich 140 °C oder maximal 180 °C) und das Kriterium des Strahlungsdurchtritts W (15 W/m<sup>2</sup>) sind während 240 Minuten erfüllt.

Abbildung 5: durchschnittliche Oberflächentemperatur auf der unbeflammten Seite





## 6. Anwendungsbereich

Der Feuerwiderstand von Baukonstruktionen wird in der Regel anhand von Feuerwiderstandsprüfungen ermittelt, beispielsweise gemäß der Norm DIN EN 13501-2:2008. Die vorhandene Lagersituation ist wesentlich günstiger als die Normsituation:

- Der Zeitverlauf der lokalen thermischen Belastung der Trennwand ist weniger ungünstig als die Einheitsbrandkurve gemäß diesen Normen.
- Bei der Feuerwiderstandsprüfung herrscht im Brandraum Überdruck; im Freien dagegen herrscht Unterdruck im Brandraum infolge der thermisch bedingten Luftbewegungen.
- Zur Beurteilung des Feuerwiderstands (Raumabschluss) wird Baumwollwatte verwendet, die sich nach kurzer Hitzeexposition entzündet. Die Lagermaterialien Holz, Gummi, Mineräldünger u. dgl. sind infolge höherer Wärmekapazitäten, spezifischer Gewichte und ihrer chemischen Zusammensetzung weniger leicht entzündlich.
- Das günstige Brandverhalten hat sich bei Bränden, die sich in den vergangenen Jahren in der Praxis ereignet haben, bestätigt.

Bei brennendem Gummi wird in der Literatur auf die Freisetzung von Öl hingewiesen. Wenn dies hier überhaupt der Fall ist, handelt es sich um geringe Mengen. Öl und Löschwasser können auf die andere Seite der Trennwand durchsickern. Da das Öl dann jedoch abgekühlt ist und sich dort keine Zündquelle befindet, kann kein Flammendurchschlag auftreten.

Die Schlussfolgerungen bezüglich des Feuerwiderstands der Legioblocks-Wand mit Trennfunktion gelten für die in Kapitel 2 beschriebene Ausführung mit den dort genannten Anschlüssen. Beim Aufeinanderstapeln müssen die Blocks mit mindestens einer Noppenreihe verzahnt werden und das Stapeln muss im Verband erfolgen. Die Schlussfolgerungen gelten für Wände mit einer Höhe von bis zu 8,8 Metern.

Die Brandbelastung darf bis höchstens 1,6 Meter unter der Oberkante der Wand auftreten, damit ein Flammenüberschlag zwischen Räumen verhindert wird. Wenn Material gelagert wird, das den Funkenflug oder die Gärung begünstigt, müssen ergänzende Maßnahmen getroffen werden.

## 7. Schlussfolgerung und Klassifizierung

Auf der Grundlage der Prüfung ist festzustellen, dass aus Legioblocks aufgebaute Wände mit Trennfunktion einen Feuerwiderstand von 240 Minuten in beiden horizontalen Richtungen im Einklang mit den Normen NEN 6069:2011 und DIN EN 13501-2:2016 aufweisen. Dies gilt für den Anwendungsbereich und unter Berücksichtigung der einschränkenden Bedingungen, die in diesem Bericht niedergelegt sind.

REI 240 (i↔o)

Kees Rijk, Ingenieur



# Legioblock-Trennwände mit Überdachung

## Erläuterungen zum Feuerwiderstand



Legioblock-Wände werden nicht nur freistehend, sondern auch mit Überdachung konstruiert. Die Luftbewegungen und die Druckdifferenzen beiderseits der Wand sind in diesem Fall wesentlich anders als bei freistehender Ausführung. Darum gelten bei Überdachungen ergänzende Bedingungen für die Abdichtung der vertikalen Luftspalte:

- Situation 1: zwischen Trennwand und Überdachung befindet sich eine Öffnung von mindestens 1 m Höhe (rund um das gesamte Lager). Da die heißen Rauchgase entweichen können, sind in diesem Fall keine Abdichtungsmaßnahmen notwendig.
- Situation 2: eine Seite (mindestens 20 % des Lagerumfangs) ist bis zum höchsten Punkt der Überdachung vollständig offen. Die vertikalen Spalte zwischen den Legioblocks – soweit sie breiter sind als 5 mm –, die sich höher als auf 2/3 der durchschnittlichen Raumhöhe befinden, werden abgedichtet.
- Situation 3 (sonstige Situationen): die vertikalen Spalte – soweit sie mehr als 5 mm breit sind –, die sich höher als 1 Meter über dem Boden befinden, werden abgedichtet.

Die Spalte können mit Mineralwolle (Steinwolle oder Glaswolle) abgedichtet werden. Es können aber auch Mörtel oder andere feuerbeständige Abdichtungsmaterialien verwendet werden. Wenn die Abdichtung nicht mit Mineralwolle ausgeführt wird und sich beiderseits der Wand brennbares Speichermaterial befindet, muss die Abdichtung auf beiden Seiten der Wand angebracht werden.

Im Übrigen (also mit Ausnahme der Spalte >5 mm) entspricht der Feuerwiderstand in Bezug auf die Trennfunktion derjenigen bei freistehender Ausführung, sodass auch hier die Klassifizierung REI 240 zuerkannt werden kann.

### Konstruktive Aspekte

Die Überdachung besteht in der Regel aus einer Stahlkonstruktion mit Stahlabdeckung. Dadurch werden die Legioblocks einem relativ geringen punktuellen Druck ausgesetzt, der sich dann gleichmäßig auf die Wand verteilt. Die spezifischen mechanischen Kräfte und die Auswirkungen auf den Feuerwiderstand (Verlust der Tragfähigkeit) wurden in dieser Prüfung nicht berücksichtigt. Wenn eine solche Konstruktion angewendet wird, müssen spezifische konstruktive Berechnungen vorgenommen werden. In diesem Fall muss auch der Feuerwiderstand in Bezug auf die Tragfähigkeit separat untersucht werden.