

Wir danken der Technischen Universität Delft für die finanzielle Unterstützung dieser Publikation. Weiterhin gilt unser Dank Frau Ria Stein für ihr Lektorat sowie den studentischen Mitarbeitern Jaen-Paul Willemse, Vincent van Sabben, Thijs Welman und Farhan Alibux für deren Hilfe bei der Erstellung der Zeichnungen.

**Layout und Covergestaltung:** Oliver Kleinschmidt, Berlin  
**Druck:** Medialis, Berlin

Dieses Buch ist auch in englischer Sprache erschienen:  
ISBN 978-3-7643-7962-9

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funkausstrahlung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechts.

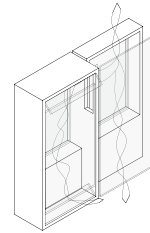
© 2007 Birkhäuser Verlag AG  
Basel · Boston · Berlin  
Postfach 133, CH-4010 Basel, Schweiz  
Ein Unternehmen der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media  
Gedruckt auf säurefreiem Papier, hergestellt aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff. TCF ∞  
Printed in Germany

ISBN 978-3-7643-7961-2

9 8 7 6 5 4 3 2 1  
[www.birkhauser.ch](http://www.birkhauser.ch)

## Schacht-Kasten-Fassade

Die sicherlich effizienteste, aber auch konstruktiv und steuerungstechnisch aufwendigste Version der Doppelfassade ist die Schacht-Kasten-Fassade (39, 40). Raumweise separate Kastenfenster oder andere Fassadenelemente entlüften in einem mehrere Geschosse übergreifenden und damit thermisch effektiven Fassadenschacht. Durch die Höhe des Schachtes kann eine vertikale Luftbewegung aufgrund des Kamineffektes und damit eine effiziente Funktion des Systems leichter sichergestellt werden.



39

**Schacht-Kasten-Fassade**  
Schacht-Kasten-Fassaden bieten mit einem über mehrere Geschosse gehenden Schacht und in diesen herein einfließenden Kastenfenstern ein konstruktiv komplexes, aber effizientes Doppelfassadensystem.

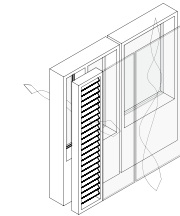


40

**Röhrenzentrum Berlin, Sauerbruch Mutton Architekten, 1999**  
Frühe Variante einer Schacht-Kasten-Fassade bestehend aus vertikal getrennten Entlüftungsschichten in Fassadenebene, welche im Kopfbereich zwecks Entlüftung des Doppelfassadenzwischenraumes zusammengeführt werden.

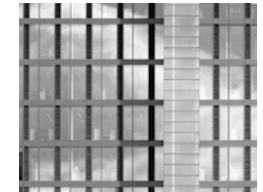
## Wechselfassade

Da die beschriebenen Doppelfassaden nicht der Problematik unterschiedlicher Lüftungssituationen vollständig entsprechen können, wurden hybride Lösungen in Form der Wechselfassaden entwickelt (41, 42). Hierbei handelt es sich um einschalige Fassadenkonstruktionen, die in Teilbereichen mit einer zweiten Ebene zu Doppelfassaden verändert werden. Ziel hierbei ist zum Einen die Nutzung der Einfachheit der einschaligen Fassaden und zum Anderen die puffernde Funktion der Doppelfassaden.



41

**Wechselfassade**  
Kontrollfassaden verknüpfen nebeneinander liegende Doppelfassadenelemente, um eine versetzte Entlüftung des Zwischenraumes zu ermöglichen.



42

**Debitel-Hauptverwaltung, Stuttgart, RKW Architekt + Städtebau, 2002**  
Für die Debitel Zentrale in Stuttgart wurde von RKW Architekten gemeinsam mit Transolar eine Wechselfassade entwickelt. In Teilbereichen besteht die Fassade aus einschaligen Fassadenelementen, bestehendem Sonnenschutz, darüber liegendem Sonnenschutz sowie Bereichen mit einer Doppelfassade.

## INHALT

- 7 | **1 Einleitung**
  
- 14 | **2 Von der Wand zur Fassade**
  
- 14 | **Massive Wandkonstruktionen**
- 14 | **Warmfassade / Kaltfassade**
  
- 16 | **Öffnungen in massiven Wandkonstruktionen**
- 18 | Überbrücken der Öffnung
- 19 | Einfachverglasung
- 20 | Kastenfenster
- 21 | Isolierverglasung
  
- 22 | **Skelettartige Wandkonstruktionen**
- 22 | Fachwerk
- 23 | Holzskelettbau
  
- 24 | **Auflösung der Wand, Tragstruktur und Fassade**
- 25 | Pfosten-Riegel-Fassade
- 26 | Pfostenfassade
- 26 | Riegelfassade
- 27 | Vorhangfassade
- 28 | Elementfassade
  
- 29 | **Doppelfassaden**
- 30 | Zweite-Haut-Fassade
- 30 | Kastenfenster-Fassade
- 31 | Korridorfassade
- 32 | Schacht-Kasten-Fassade
- 33 | Wechselfassade
- 34 | Komponentenfassade
  
- 36 | **3 Konstruktionsprinzipien**
  
- 37 | **Konstruktionsbereiche**
- 38 | Fassadentragwerke und Lastabtragung
- 42 | Raster und Position der Fassade im Bauwerk
- 44 | Systeme in der Fassadenkonstruktion
- 45 | Pfosten-Riegel-Konstruktion
- 46 | Elementfassade
- 46 | Gestaltung mit Systemen
  
- 47 | **Öffnungen in Fassadenkonstruktionen**
- 47 | Beschläge
- 48 | Fenster
  
- 50 | **Montage**
  
- 52 | **4 Detailprinzipien und Toleranzen**
  
- 54 | **Gebäuderaster und Position des Bauteils**
- 56 | **Komposition von Funktionen**
- 57 | **Prinzipien des Details**
- 57 | **Fassadenschichten im Detail**
  
- 58 | **Detailentwicklung an Beispielen**
- 59 | Außenverkleidung Mauerwerk
- 59 | Pfosten-Riegel-Fassade
- 60 | Elementfassade
- 61 | Attika
- 62 | Sockel
- 63 | Fugen

## 70 | **5 Klima und Energie**

- 70 | **Fassade als Schnittstelle zum Außenraum**
- 70 | **Anforderungen an die Fassade**
- 71 | Thermische Anforderungen
- 72 | Visuelle Anforderungen
- 73 | Hygienische Anforderungen
- 73 | Akustische Anforderungen

## 74 | **Regulieren der Behaglichkeit mit Fassaden**

- 74 | Lüften
- 77 | Heizen
- 78 | Kühlen

## 80 | **Sonnen- und Blendschutz**

### 84 | **Lichtlenkung**

## 85 | **6 Adaptive Fassaden**

- 85 | **Sonne**
- 86 | **Licht**
- 86 | **Wärme**
- 87 | **Glashauseffekt**

## 87 | **Geschichte der adaptiven Fassaden**

- 90 | Kollektorfassaden
- 90 | Trombewand
- 91 | Transparente Wärmedämmung
- 92 | Ablufffassaden
- 93 | Doppelfassaden
- 94 | Kastenfenster-Fassade
- 95 | Schacht-Kasten-Fassade
- 96 | Korridorfassaden
- 98 | Zweite-Haut-Fassaden
- 100 | **Wechselfassade**
- 100 | **Komponentenfassade**

## 102 | **7 Beispiele**

### Elementfassade:

102 | Debitel-Hauptverwaltung, Stuttgart

### Massive Betonfassade:

106 | Zollverein School of Management and Design, Essen

### Frei geformte Metallfassade:

110 | Guggenheim Museum, Bilbao

### Holzskelettfassade mit verschiedenen Verkleidungen:

114 | Hageneiland Housing, Ypenburg

## 120 | **8 Die Zukunft der Fassade**

## 120 | **Motoren der Entwicklung**

### 121 | **Material und Technologie**

121 | Technologietransfer

121 | Nanobeschichtungen

121 | Klebstofftechnologie

122 | Smart Materials

### 124 | **Produktion und Montage**

124 | Frei geformte Fassaden

125 | Modulares Bauen

125 | Kompositbaustoffe

126 | Generative Fertigungsverfahren

127 | Computertechnologie

### 128 | **Bewertungsstrategien**

128 | Funktionalität von Fassaden

129 | Planungsmedien

## 130 | **Die integrale Hülle**

## Anhang

132 | Autoren

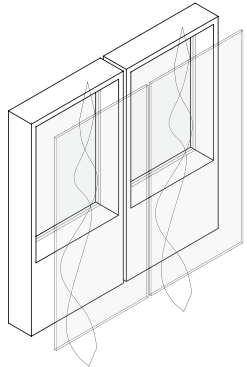
133 | Auswahlbibliografie

134 | Register

135 | Bildnachweis

## Zweite-Haut-Fassade

Nach derzeitigem Wissensstand können vier Hauptprinzipien der Doppelfassaden beschrieben werden: Als einfachste Lösung bietet sich eine zweite Glashaut auf der Außenseite des Gebäudes an – die Zweite-Haut-Fassade (34, 35). Vorteile dieses Prinzips sind einfache konstruktive und technische Lösungen sowie wenige bewegliche Elemente, da die äußere Glasebene einfach vor eine innere Fassadenkonstruktion vorgesetzt wird und nur im Fuss- und Kopfbereich der Fassade Lüftungsmöglichkeiten vorgesehen werden. Nachteile sind jedoch die geringe Steuerungsmöglichkeit für den Betrieb des Gebäudes und das daraus resultierende Überhitzungsrisiko.



34

### Zweite-Haut-Fassade

Zweite-Haut-Fassaden bestehen aus einer inneren Fassade und einer zusätzlichen äußeren Glasschicht. Der geringe konstruktive Aufwand und die daraus sich ergebenden Steuerungsmöglichkeiten bergen allerdings auch das Risiko der Überhitzung.

## Kastenfenster-Fassade

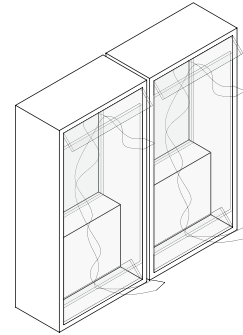
Als zweites Prinzip sei das bereits bekannte System des Kastenfensters aufgeführt. Hierbei werden geschosshohe Fassadenelemente mit Öffnungsmöglichkeiten am oberen und unteren Rand des Elementes installiert (36). Der Vorteil liegt in der individuellen Regelungsmöglichkeit. Nachteilig können sich übereinander liegende Lüftungselemente auswirken, da in diesen Bereichen die Abluft tiefer liegender Geschosse die Luftqualität der darüber liegenden Geschosse beeinträchtigen kann. Durch seitliches Versetzen der Ein- und Auslassöffnungen kann dies vermieden werden.



35

### Kastenfenster- und Zweite-Haut-Fassade

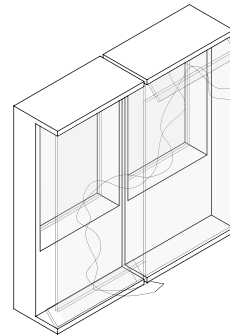
Die linke Bildhälfte zeigt ein Kastenfenster mit nachträglich im Inneren in den Bestand eingebrachten Fensterelementen. In der rechten Bildhälfte ist ein frühes Beispiel einer Zweite-Haut-Fassade mit einer inneren Fassadenfläche und einer zusätzlichen äußeren Glasfläche erkennbar.



36

### Kastenfenster-Fassade

Geschosshohe Kastenfenster bieten mit Lüftungskappen oben und unten die Möglichkeit der Steuerung eines einzelnen Elementes.



37

### Korridorfassade

Korridorfassaden verknüpfen nebeneinander liegende Doppelfassadenelemente, um eine versetzte Entlüftung des Zwischenraumes zu ermöglichen.

## Korridorfassade

Um den Nachteil des Lüftungskurzschlusses zu beheben, wurde die Korridorfassade mit versetzten Zu- bzw. Abluftöffnungen entwickelt. Hierbei werden lediglich vertikale Abschottungen vorgesehen: Allerdings besteht durch die horizontale Verknüpfung eine direkte Verbindung benachbarter Räume durch den Scheibenzwischenraum. Diese Verbindung kann im Bereich Schallschutz zu problematischen Reflektionen führen. Ein Nachrüsten von Schotten ist jedoch nicht ohne Weiteres möglich, da gerade die horizontale Verbindung für dieses Prinzip der Fassade notwendig ist (37, 38).



38

### Stadt Düsseldorf,

#### Petzinka Pink und Partner, 1998

Ein frühes Beispiel einer Korridorfassade: Die geschosshohen Fassadenelemente bestehen im Inneren aus Holz-Drehflügeln und außen aus vollflächigen Glasscheiben.