

Gruppenunterricht zum Thema Fenster

Ausbildungsinstitution	Gewerblich Industrielle Berufsschule
Adressaten	Hochbauzeichnerlehrlinge
Kurs	1 Jahr vor dem Lehrabschluss
Unterrichtsfach	Bautechnik / Konstruktion
Fachliche Voraussetzungen	Behandlung der Öffnungen in der Aussenwand
Gruppenarbeit	Partnerarbeit und Kleingruppenarbeit
Dauer der Unterrichtseinheit	3 Lektionen
AutorInnen	Caroline Lauber-Albrecht, Urs Frey, Beat Deola
Fassung vom	28. September 2003



Inhaltsverzeichnis

1. Unterrichtsvorbereitung	3
1.1 Leitidee	3
1.2 Dispositionsziele	3
1.3 Operationalisierte Ziele	3
1.4 Vorangegangene Lerntätigkeiten	4
1.5 Unterrichtsschema	5
2. Zielsetzung (IU)	7
2.1 Thema	7
2.2 Lernziele	7
2.3 Gründe für die Lernziele	7
3. Entwicklung: Lehrinhalt Fenster Teil 1	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 Beanspruchung / Anforderung	8
3.3 Begriffe und Bezeichnungen der Fenster	9
3.4 Physikalische Grundlagen der Fenster	9
4. Erste Gruppenaktivität	11
4.1 Partnerarbeit: Öffnungsarten	11
4.2 Material für die Lernenden	11
4.3 Erarbeitung der Aufgabe	11
4.4 Besprechung der Partnerarbeit / Evaluation	11

5. Entwicklung: Lehrinhalt Fenster Teil 2	12
5.1 Verglasungsarten	12
5.2 Anschlagsarten	12
5.3 Verglasungssysteme	12
5.4 Fenstersysteme	13
6. Zweite Gruppenaktivität	14
6.1 Klein-Gruppenarbeit: Fenstersysteme	14
6.2 Material für die Lernenden	14
6.3 Erarbeitung der Aufgabe	14
6.4 Besprechung der Gruppenarbeit / Evaluation	14
7. Zusammenfassung	
7.1 Lernkontrolle	20
7.2 Literaturverzeichnis	21
Anhänge	
Anhang 1: Folien zur Zielsetzung und zur Entwicklung: Fenster Teil 1	2
Anhang 2: Folie und Unterlagen zur ersten Gruppenaktivität	15
Anhang 3: Folien zur Entwicklung: Lehrinhalt Fenster Teil 2	20
Anhang 4: Folie und Unterlagen zur zweiten Gruppenaktivität	27
Anhang 5: Folie zur Lernkontrolle	40

1. Unterrichtsvorbereitung

1.1 Leitidee

Die Hochbauzeichner /innen arbeiten in ihrem Berufsleben im Normalfall sehr eng mit dem Architekten zusammen. Sie entwickeln Details und zeichnen Pläne für die verschiedenen Bauphasen: Vorprojekt, Bauprojekt und Ausführungsprojekt. In der Ausführungsphase sind detaillierte Angaben des Konstruktionsaufbaus gefordert. Der Handwerker muss anhand der vorgegebenen Pläne bauen. Für die Erarbeitung der Ausführungs- und Detailpläne werden gute Konstruktionskenntnisse gefordert.

Ein grosser und auch komplexer Teilbereich der Konstruktionslehre beinhaltet den Fensteraufbau. Die Ausbildung von Öffnungen und Fenstern bilden ein wichtiges Thema bei jedem Bauwerk und nehmen eine zentrale Rolle bei der Fassadengestaltung ein.

1.2 Dispositionsziele

1. Im Anschluss an diesen Unterrichtsteil werden sich die Schüler/innen vertiefter für die Fassaden interessieren.
2. Sie werden die vorgegebenen Fensteröffnungen im Alltag viel bewusster betrachten.
3. Die Schüler/innen sind nach diesen Stunden fähig selbständig Fassadenpläne im Detail zu konstruieren. Sie werden sich auf das physikalische Hintergrundwissen beziehen.

1.3 Operationalisierte Lernziele

- mindestens 3 der 5 Anforderungen an Fensterkonstruktionen anhand der vorgegebenen Symbolskizzen umgangssprachlich erläutern
- in einer vorgegebenen Fensteransicht mindestens 5 der 7 gesuchten Begriffe fachspezifisch bezeichnen
- die Definition der drei Werte (a-/U-/g-Wert) einem Laien ohne Hilfsmittel verständlich erklären
- mindestens 3 der 4 Fenstersysteme (Holzfenster, Holz-Leichtmetallfenster, Metallfenster und Kunststoff-Fenster) anhand eines vorgegebenen Detailplans mit seinen Vor- und Nachteilen einer Fachperson verständlich erläutern

Operationalisiertes Lernziel der Partnerarbeit: Öffnungsarten

- mindestens 7 der 9 vorgegebenen Darstellungen und Symbole der Öffnungsarten den aufgelisteten Bezeichnungen korrekt zuordnen

Operationalisiertes Lernziel der Klein-Gruppenarbeit: Fenstersysteme

- das Holzfenster / Holzleichtmetallfenster mit Hilfe von Unternehmervorlagen sinnvoll in eine vorgegebene Aussenwandkonstruktion (wie Zweischalenmauerwerk, Aussen-dämmung...) im Detail 1:1 aufzeichnen

1.4 Vorangegangene Lerntätigkeiten

Lerntätigkeiten der Schüler

Wie ist der Unterricht verlaufen? Was haben die Schüler/innen tatsächlich gelernt?

Die Lehrperson hat die verschiedenen Möglichkeiten der Fassadenkonstruktion (Wandaufbau) anhand der Anforderungen erläutert. Danach haben die Schüler/innen zu zweit je eine Aufgabe während 45 Minuten bearbeitet. Die Details wurden in der Klasse besprochen.

Die Lehrlinge haben als Hausaufgabe je einen Fassadenschnitt gezeichnet und aufgrund der Korrekturen der Lehrkraft verbessert. Aus allen Details wurde ein Detailbuch für die gesamte Klasse erstellt.

Die Schüler/innen haben:

- selbständig Detailpläne der Wandkonstruktionen aufgezeichnet
- die Fassadenschnitte nach allfälligen Korrekturen verbessert
- ein Detailbuch der gesamten Klasse als Übersicht zusammengestellt.

Fertigkeiten und Kenntnisse der Schüler

Welche Fertigkeiten, Einstellungen, Kenntnisse beherrschen 80-90% der Lernenden?

In welchem Kontext, in welcher Situation haben die Schülerinnen gelernt?

Die Schüler/innen haben die Aussenwandkonstruktionen (Wandaufbau) bearbeitet und sind in der Lage Öffnungen in verschiedenen Aussenwandkonstruktionen korrekt zu konstruieren. Sie können den üblichen Aufbau von Aussenwandsystemen skizzieren und die Sturz- und Fensterbankdetails entwickeln. Sie können die üblichen Materialien beschreiben und deren Eigenschaften und Anwendungsgebiete erläutern.

Die Schüler/innen kennen die verschiedenen Wandaufbauten wie Zweischalenmauerwerk, Zweischalensichtmauerwerk und die Wandkonstruktion mit Aussendämmung. Die Hinterlüftete Aussenhaut (z.B. mit Faserzementplatten oder Holzplatten verkleidet) können die Schüler/innen ebenfalls selbständig aufzeichnen.

Mit dem dargelegten Hintergrundwissen sind die Schüler/innen fähig, ein vorgegebenes Fenstersystem (wie Holzfenster, Holzmetallfenster usw.) in eine Wandkonstruktion einzubauen und einen Detailplan im Schnitt und Grundriss aufzuzeichnen. Sie wissen worauf es ankommt, um einen guten Dämmwert der Fensterzone zu erreichen.

1.5 Unterrichtsverlauf 3 Lektionen

Phasen / Lernschritte	Methode/Lehrform	Hilfsmittel	Zeit
1. Einleitung / Motivation			
- Lehrperson (LP) / Schüler (Sch.) Vorstellung	Vorstellung		4'
- Welche Fenstersysteme kennen sie ?	Fragen der LP	F-Muster	4'
2. Zielsetzung (IU)			
- Thema / Lernziele / Stundenablauf	LP Kurzvortrag	1./2. Folie	3'
3. Entwicklung: Fenster Teil 1			
• 3.1 Allgemeines			
- Fenster als architektonische Gestaltungselemente	LP Vortrag	3. Folie	5'
• 3.2 Beanspruchung / Anforderung			
- Wärmeschutz / Licht und Sonne / Belüftung	LP Vortrag	4. Folie	5'
- Lichteinfall / Schallschutz			
• 3.3 Begriffe und Bezeichnungen			
- Begriffe zu den Fensteransichten aufschreiben	Fragen der LP	5. Folie	3'
- Vermassungs-Begriffe ergänzen	Fragen der LP	6. Folie	3'
• 3.4 Physikalische Grundlagen			
- Genereller Wärmedurchlass	LP Vortrag	7. Folie	8'
- Sonnenenergienutzung und Abschattung	LP Vortrag		2'
- Lüftung / Schalldämmwert / Schlagregen	Fragen der LP	8. Folie	8'

Materialliste: Schere, Doppelkleber oder Klebestift, Flip-Chart (A1), Filzstifte, Reisschiene

Phasen / Lernschritte	Methode/Lehrform	Hilfsmittel	Zeit
4. Erste Gruppenaktivität			
<ul style="list-style-type: none"> • 4.1 Partnerarbeit : Öffnungsarten - Anleitung der Partnerarbeit 	LP Anleitung	9. Folie	2`
<ul style="list-style-type: none"> • 4.2 Material für die Lernenden - Aufgaben-/ Vorlageblätter austeilen / Rückfragen 	Lesen / Fragen Sch.	A4 Blätter	3`
<ul style="list-style-type: none"> • 4.3 Erarbeitung der Aufgabe - Zweier-Gruppen erarbeiten die Aufgabe 	Partnerarbeit	Schere, ...	10`
<ul style="list-style-type: none"> • 4.4 Evaluation / Partnerarbeiten besprechen - Erarbeitete Aufgaben vergleichen 	Klassendiskussion	LP-Lösung	10`
5. Entwicklung: Fenster Teil 2			
<ul style="list-style-type: none"> • 5.1 Verglasungsarten - EV / DV / IV / 	LP Kurzvortrag	10.Folie	2`
<ul style="list-style-type: none"> • 5.2 Anschlagsarten - Varianten der Leibungsanschläge 	LP Kurzvortrag	11. Folie	3`
<ul style="list-style-type: none"> • 5.3 Verglasungssysteme - Kitt-/ Profil- / Trocken- / Druckverglasung 	LP Kurzvortrag	12. Folie	5`
<ul style="list-style-type: none"> • 5.4 Fenstersysteme - Holzfenster / Holzleichtmetallfenster - Metallfenster / Kunststoff-Fenster 	LP Vortrag LP Vortrag	13. Folie 14. Folie	5` 5`
6. Zweite Gruppenaktivität			
<ul style="list-style-type: none"> • 6.1 Klein-Gruppenarbeit: Fenstersysteme - Aufgabe der Klein-Gruppenarbeit erklären 	LP Anleitung	Blätter 15. Folie	2`
<ul style="list-style-type: none"> • 6.2 Material für die Lernenden - Aufgaben-/ Vorlageblätter austeilen / Rückfragen 	Lesen / Fragen Sch.	A4 Blätter	3`
<ul style="list-style-type: none"> • 6. Erarbeitung der Aufgabe 3 - Dreier-Gruppen erarbeiten die Aufgabe 	Gruppenarbeit	Flip-Chart	25`
<ul style="list-style-type: none"> • 6.4 Gruppenarbeiten besprechen / Evaluation - Arbeiten vorstellen und besprechen 	Klassendiskussion	Blätter	10`
7. Zusammenfassung / Lernkontrolle			
<ul style="list-style-type: none"> • Drei Kurzfragen zum Lehrinhalt 	LP Kurzvortrag	16. Folie	5`

2. Zielsetzung (IU)

2.1 Thema

Die Öffnungen sind wichtige Elemente bei jedem Bauwerk. Sie nehmen eine zentrale Rolle bei der Fassadengestaltung ein. Auch für die Raumgestaltung ist das Fenster als Lichtquelle ein wichtiges Element. In diesem Unterrichtsteil beschäftigen wir uns ausschliesslich mit dem Fenster. *(Beim Erläutern der Konstruktionsmuster wird die Klasse nach vorne gerufen.)*

2.2 Lernziele

(Hellraumprojektor: 1.Folie – Lernziel - Anhang 1)

- Sie können anhand einer Fensteransicht mind. 5 der 7 gesuchten Begriffe korrekt bezeichnen.
- Sie sind fähig, die Definition der drei Werte (U-, a-, g-Wert) einem Laien ohne Hilfsmittel zu erläutern.
- Sie können ein Fenstersystem anhand einer Unternehmervorlage in eine vorgegebene Aussenwandkonstruktion sinnvoll einzeichnen.

2.3 Gründe für die Lernziele

Nach diesem Unterrichtsteil verstehen sie die einzelnen Fachausdrücke der Fenster und können problemlos mit einem Handwerker oder Baufachmann in der Fachsprache über die Fenster sprechen.

Wenn sie später vor der Aufgabe stehen, in einem Architekturprojekt die Fenster zu platzieren, werden sie sich an diese Lektionen erinnern. Dank dem physikalischen Hintergrundwissen können sie die Anordnung und Grösse der Fenster sinnvoll bestimmen und Details korrekt entwickeln.

Wenn sie später Schnitte durch Öffnungen in der Fassade zeichnen, nehmen sie diese Unterlagen zur Hand. Sie werden sich für eine Anschlagsart und ein Fenstersystem entscheiden und mit diesen Vorlagen problemlos einen Detailplan aufzeichnen können.

In meiner siebenjährigen Berufserfahrung als Architektin war die Fassadenkonstruktion immer ein sehr wichtiges Thema. Insbesondere im Architekturbüro Theo Hotz, wo ich fünf Jahre gearbeitet habe, wird der Fassade ein spezieller Stellenwert zugesprochen. Zusammen mit einem Fassadenbauer wurde bei jedem Bauwerk wieder nach neuen, innovativen Fassadenentwicklungen gesucht. Ein fundiertes Basiswissen in der Fassadenkonstruktion ist in jedem Fall eine gute Voraussetzung.

3. Entwicklung Lehrinhalt Fenster Teil 1

(Stichworte zum Lehrervortrag)

3.1 Allgemeines

(Hellraumprojektor: 3. Folie - Öffnung als Planungsproblem - Anhang 1)

Das Fenster als architektonisches Gestaltungselement

- Rolle der Öffnung beim Entwerfen einer Fassade
- Rolle der Öffnung als einzelnes Formelement
- Rolle der Öffnung beim Erzeugen einer „Innenfassade“
- Einfluss der Öffnung auf die Möblierung
- Einfluss der Öffnung auf die Zirkulation

Das Fenster als schwächster Teil der Fassade in Bezug auf

- Wärmeschutz im Sommer und im Winter
- Schallschutz
- die Regensicherheit
- Unterhalt und Lebensdauer
- Einbruchsicherheit

Das Fenster als Bindeglied zwischen innen und aussen

- Belichtung der Innenräume
- im Winter als Raumheizung
- Transparenz / Einblicke / Ausblicke / thermische Trennung

3.2 Beanspruchung / Anforderung

(Hellraumprojektor: 4. Folie – Beanspruchung / Anforderung - Anhang 1)

Anhand der vorgegebenen Symbolzeichnungen erläutert die Lehrperson die Fensteranforderungen.

Aufgaben / Beanspruchung	Anforderungen
Wärmeschutz	Wärmeverlust und Sonnenenergiegewinn optimieren
Licht und Sonne	Licht / Sonne durchlassen durch Optimieren der Glasfläche
Belüftung	Luftaustausch durch das Öffnen des Fensterflügels
Lichteinfall nach PBG	Fensterfläche für Wohnen/Arbeiten $\frac{1}{7}$ - $\frac{1}{10}$ der Bodenfläche
Schallschutz	Schützen vor Aussenlärm

3.3 Begriffe und Bezeichnungen der Fenster

(Hellraumprojektor: 5. Folie – Begriffe – Lösung - Anhang 1)

Die aufgeführten, fehlenden Bezeichnungen werden gemeinsam mit den Schülern erarbeitet und an die Wandtafel geschrieben. (1 Setzholz; 2 Brüstung; 3 Kämpfer; 4 Oblichtflügel; 5 Sprossen; 6 Flügelfries; Sockel Balkontüre)

(Hellraumprojektor: 6. Folie - Bezeichnungen – Lösung - Anhang 1)

Die Vermassungslinien sind eingezeichnet. Gemeinsam mit den Schülern werden die passenden Bezeichnungen ergänzt. (Fertiges Rahmenlichtmass FRM / Fertiges Lichtmass FLM / Rohes Lichtmass RLM)

Als wichtiges Mass für den Fensterbauer wird das Rohe Lichtmass angegeben.

3.4 Physikalische Grundlagen der Fenster

(Zusammengefasster Inhalt des Lehrervortrags)

Genereller Wärmedurchlass

(Hellraumprojektor: 7. Folie - Genereller Wärmedurchlass - Anhang 1)

- | | | | |
|------------------------|--------|----------------------|--|
| • Wärmeleitung | U-Wert | Wärmeleitwert | Einheit: W/m ³ K |
| • Fugendurchlässigkeit | a-Wert | Luftdurchlasswert | Einheit: m ³ /h mPa ² /3 |
| • Wärmestrahlung | g-Wert | Energiedurchlassgrad | Einheit: % |

Die Lehrperson erläutert anhand der vorliegenden Folie die Definition zu den drei Werten.

Passive Sonnenenergienutzung und Abschattung

Treibhauseffekt erklären: Das kurzwellige Sonnenlicht durchdringt das Fenster und erwärmt die Gegenstände im Innern. Diese strahlen die Wärme im Bereich der langwelligen Infraroten Strahlen ab, welche das Glasfenster kaum mehr in den Aussenbereich abgeben kann. Dieser Effekt ist im Winter erwünscht, im Sommer aber sollte er gemieden werden.

Abschattungsbeispiele:

Feste Schattenspender:	Balkone, Vordächer, fixe Lamellen
Variable Abschattungen:	Lamellenstoren, Rouleaux, ... (aussen – innen)

Belüftung

Trockene Luft im Winter: Die Dauerlüftung (Kippfenster) erhöht nicht die Luftfeuchtigkeit, da kalte Luft kaum Wasser in Dampfform enthält. Warme Luft kann sehr viel mehr Wasser in Dampfform aufnehmen. (1m³ Luft bei 20° C enthält max. 16 g Wasserdampf)

Daraus folgt, dass die Luft beim Dauerlüften sehr viel trockener wird. Zusätzlich verschwendet man Energie.

„Stosslüftung“ ist besser als „Dauerlüftung“, darum möglichst keine „Dreh-Kipp-Fenster“ in Schlafzimmern verwenden.

Schalldämmwert

Die aufgelisteten Fragen werden den Schülern gestellt. Gemeinsam beantworten wir die Fragen und schreiben die Antworten an die Tafel.

Wovon hängt der Luftschalldämmwert ab?

- Verglasung
- Luftdichtigkeit
- Rahmenkonstruktion

Was gilt es zu beachten für einen guten Schalldämmwert?

- Unterschiedliche Glasdicken (4 und 7mm) / Dreifachverglasung unterschiedlich dick
- Möglichst grosser Scheibenabstand (16-18mm)
- Verwindungssteifer Rahmen
- Luftdichte Rahmendichtungen (Gummidichtungen)
- Luftzwischenraum mit schwerem Gas gefüllt (z.B. Argon)
- Möglichst keine Kippflügel.

Schlagregensicherheit

(Hellraumprojektor: 8. Folie – Schlagregensicherheit - Anhang 1)

Schlagregensicherheit ist der Schutz bei gegebener Windstärke, Regenmenge und Beanspruchungsdauer, den das Fenster gegen das Eindringen von Regenwasser ins Gebäudeinnere bietet. Je höher ein Gebäude umso stärker der Winddruck.

Welche Fensterkonstruktionen sind weitgehend schlagregensicher?

- Fensterkonstruktionen mit einer äusseren Druckentlastungszone als Regenabweiser
- Fenster mit einer umlaufenden, elastischen Dichtung als Windsperre
- Fenster mit einer inneren Beschlägemontage.

Dampfdiffusion: Das Abkleben des Fensterrahmens zur Konstruktion hin sollte frühzeitig vorgesehen werden.

4. Erste Gruppenaktivität

4.1 Partnerarbeit: Öffnungsarten

(Hellraumprojektor: 9. Folie Vorlageblatt – Partnerarbeit: Öffnungsarten - Anhang 2)

Anhand der aufgelegten Folie wird die Aufgabenstellung der folgenden Partnerarbeit erläutert. Es gilt, die passenden Darstellungen und Symbole den jeweiligen, vorgegebenen Begriffen zuzuordnen.

4.2 Material für die Lernenden

(Aufgabenblatt und 2 Vorlageblätter – Partnerarbeit: Öffnungsarten - Anhang 2)

Die Klasse wird jeweils in Zweier-Gruppen aufgeteilt. Jeder Schüler erhält ein Aufgabenblatt und die beiden Vorlageblätter. Die Schüler lesen die Aufgabe durch. Allfällige Unklarheiten oder Fragen werden anschliessend geklärt.

4.3 Erarbeitung der Aufgabe

(Materialien: Scheren, Doppelkleber oder Klebestift)

Jede Gruppe erhält eine Schere zum Ausschneiden der Darstellungen und Symbole. Zusätzlich verteilt die Lehrperson Doppelkleber oder Klebestift zum Aufkleben der ausgeschnittenen Etiketten. Die Schüler haben 10 Minuten Zeit die Arbeit zu erledigen.

4.4 Besprechung der Partnerarbeit / Evaluation

(Lösungsblatt – Partnerarbeit: Öffnungsarten - Anhang 2)

Nach 10 Minuten erkundigt sich die Lehrperson nach dem Arbeitsstand. Spätestens nach 15 Minuten wird die Arbeit abgebrochen. Die Arbeiten werden mit der Nachbargruppe ausgetauscht. Die Schüler/innen vergleichen die Gruppenarbeit mit der Lehrerlösung. Gemeinsam werden allfällige Unstimmigkeiten und Unklarheiten besprochen.

Materialliste: Schere, Doppelkleber oder Klebestift

5. Entwicklung Lehrinhalt Fenster Teil 2

(Stichworte zum Lehrervortrag)

5.1 Verglasungsarten

(Hellraumprojektor: 10. Folie – Verglasungsarten - Anhang 3)

- Einfachverglasung EV bei alten Gebäuden
(Evtl. Sanierung; z.B. Metallfenster von Industriebauten)
- Doppelverglasung DV nur noch selten angewandt
- Isolierverglasung IV

5.2 Anschlagsarten

(Hellraumprojektor: 11. Folie – Anschlagsarten - Anhang 3)

- Auf innere Wandöffnung angeschlagen
- An Leibung angeschlagen
- In der Leibung angeschlagen Variante 1
- In der Leibung angeschlagen Variante 2
- In der Leibung angeschlagen Variante 3

..

5.3 Verglasungssysteme

(Hellraumprojektor: 12. Folie – Verglasungssysteme - Anhang 3)

Beispiel Isolierverglasung

- Verglasungssysteme mit Dichtungsmassen (Kittverglasung, bzw. Glaserkitt)
- Verglasungssysteme ohne Dichtungsmasse (Profil-, Trocken- und Druckverglasung)

Verglasungen werden auf Tragklötze aus Hartholz oder Kunststoff gestellt.
Versiegelungen mit dauerelastischem Kunststoff (Thiokole, Silikone) als Feuchtigkeitssperre
Hohlraum um Isolierverglasung muss entweder mit Füllmasse ausgefüllt werden oder gegen aussen entlüftet werden.

5.4 Fenstersysteme

(Hellraumprojektor: 13. Folie – Holzfenster / Holzleichtmetallfenster - Anhang 3)

- **Holzfenster**

Holzfenster mit Isolierverglasung werden sehr häufig verwendet.

- **Holz-Leichtmetallfenster**

Holz-Leichtmetallfenster sind teurer als Holzfenster, haben aber geringeren Unterhalt. Die Alu-Profile können in beliebigen Farben pulverbeschichtet werden, müssen aber hinterlüftet sein zur Verhinderung der Kondenswasserbildung. Die Ausdehnung der Metallteile muss gewährleistet sein.

(Hellraumprojektor: 14. Folie – (Leicht-)Metallfenster / Kunststoff-Fenster - Anhang 3)

- **Metallfenster / Leichtmetallfenster**

Fenster aus Metallen wie Stahl, Aluman und anderen Legierungen erlauben grosse Öffnungen und weitausladende Flügeldimensionen. Sie haben ein bedeutend höheres Stehvermögen als Holzkonstruktionen.

Ein Problem stellt die Dämmung der (Leicht-)Metallfenster dar; was vielfach eine Kondensation auf den Rahmen zur Folge hat. Die Profile müssen thermisch getrennt sein.

- **Kunststoff-Fenster**

Kunststoff-Fenster bestehen aus Mehrkammerprofilen mit eingeschobenen Stahlverstärkungen.

Die Einfärbung der Kunststoff-Fenster ist in der Zwischenzeit problemlos. Die Fenster müssen im Gegensatz zum Holzfenster auch nicht später nochmals gestrichen werden, so dass der Unterhalt relativ billig ist.

Die UV-Belastung kann bewirken, dass die Kunststoff-Fenster spröde werden.

Es gibt zwischenzeitlich ein Verfahren zum Recycling von Kunststoff-Fenstern.

6. Zweite Gruppenaktivität

6.1 Klein-Gruppenarbeit : Fenstersysteme

(Hellraumprojektor: 15. Folie Vorlageblatt – Klein-Gruppenarbeit:Fenstersysteme Anhang 4)

Anleitung: Mit der beiliegenden Beispielfolie erklärt die Lehrperson kurz den Ablauf der folgenden Klein-Gruppenarbeit.

6.2 Material für die Lernenden

(Aufgabenblatt und 4 Vorlageblätter - Klein-Gruppenarbeit: Fenstersysteme - Anhang 4)

Die Klasse wird jeweils in Dreier-Gruppen eingeteilt. Jeder Schüler erhält ein Aufgabenblatt und die dazugehörigen Vorlageblätter (Detailschnitt und Grundriss Mst. 1:5 der verschiedenen Aussenwandsysteme und Detailpläne 1:1 durch Fenstersysteme / Ego Kiefer). Je nach Klassengrösse entstehen bis zu 8 Gruppen (A-H). Die einzelnen Gruppen behandeln die vorgegebenen Aussenwandkonstruktionen mit dem jeweiligen Fensterdetail.

- Gruppe A: Zweischalenmauerwerk mit Holzfenster
- Gruppe B: Zweischalensichtmauerwerk mit Holzfenster
- Gruppe C: Aussendämmung mit Holzfenster
- Gruppe D: Hinterlüftete Aussenhaut mit Holzfenster
- Gruppe E: Zweischalenmauerwerk mit Holz-Leichtmetallfenster
- Gruppe F: Zweischalensichtmauerwerk mit Holz-Leichtmetallfenster
- Gruppe G: Aussendämmung mit Holz-Leichtmetallfenster
- Gruppe H: Hinterlüftete Aussenhaut mit Holz-Leichtmetallfenster

Die Schüler haben Zeit, die Aufgabe durchzulesen. Allfällige Unklarheiten oder Fragen werden anschliessend geklärt.

6.3 Erarbeitung der Aufgabe

(Flip-Chart, Filzstifte, Reisschiene)

Jede Gruppe erhält ein Flip-Chart (A1-Blatt), Filzstifte und eine Reisschiene zum Aufzeichnen des Detailplans 1:1. Die Schüler haben 25 Minuten Zeit die Arbeit zu erledigen.

6.4 Besprechung der Klein-Gruppenarbeit / Evaluation

(Lösungsblatt - Klein-Gruppenarbeit: Fenstersysteme - Anhang 4)

Nach spätestens 25 Minuten werden die Arbeiten abgebrochen. Die A1-Blätter werden eingesammelt und aufgehängt. Die einzelnen Schüler stellen kurz ihre Arbeit vor. Gemeinsam werden die Arbeiten begutachtet und diskutiert.

Materialliste: Flip-Chart (A1-Blatt), Filzstifte, Reisschiene

7. Zusammenfassung /Lernkontrolle

(Hellraumprojektor: 16.Folie - Fragen - Anhang 5)

Zum Abschluss der 3 Lektionen wird der Wissensstand der Schüler/innen anhand von schriftlich vorbereiteten Fragen kurz geprüft. Jeder Schüler notiert auf einem Blatt die Antworten der folgenden drei Fragen.

Fragen:

- 1) Welche drei Fachbegriffe der Fenster kommen ihnen in den Sinn?
- 2) Wie sehen die Symbole der folgenden drei Öffnungsarten aus?
1. Drehflügel, 2. Klappflügel, 3. Wendeflügel
- 3) Wie wird der Wärmeleitwert benannt und wie lautet dessen Einheit?

Zur weiteren Überprüfung des Wissensstandes werden die erarbeiteten Detailpläne der zweiten Gruppenaktivität (Klein-Gruppenarbeit: Fenstersysteme) eingesammelt. Die Lehrperson korrigiert die Gruppenarbeiten und notiert für die einzelnen Gruppen ein individuelles Feed-back.

Literaturverzeichnis

Bürgler M., Rudolf P., Flöss A., Zucol Chr., usw.: Konstruktionslehre Hochbau Ordner 1. Winterthur 2001, 3. Auflage (Interkantonales Lehrmittel Kollegium LJKM / Druckerei Eduard Truninger AG, Zürich)

Bieri P., Burri O. usw.: Konstruktionslehre Band 2. Bern 1998, 7. Auflage (Druckerei Herzog AG, Langendorf)

Ronner H.: Öffnungen, Baukonstruktion im Kontext des architektonischen Entwerfens. Basel 1991 (Birkhäuser Verlag)

Moravanszky A.: Nur Umriss im Glas: Die Opazität des Fensters. In: Archithese. Das Fenster (1997) Heft 5, 6-13 (Verlag Niggli AG).

Unternehmersdokumentation: Fenster und Türen
(z.B. Ego Kiefer AG, Dokumentationsstelle, Altstätten)