

**Staatliches Studienseminar für das Lehramt an
Berufsbildenden Schulen Speyer,
Teildienststelle Kaiserslautern**

Fachseminar Bautechnik

1. benotete Lehrprobe

Thema: **Steinauswahl nach Wärmeschutz**

Klasse: BA 0Y, Fachstufe 2, Maurer/Stahlbetonbauer

Schulform: Berufsschule

Unterrichtsfach: Berufsbezogener Unterricht

Datum: Donnerstag, 13. März 2003

Uhrzeit: 08.45 - 9.30 Uhr

Raum: S 305 (Schuhfachschule)

Fachleiter: StD Martin Plasberg

Mentor:

Fachlehrer:

Ausarbeitung von:

Ausbildungsschule:

BBS Pirmasens

Adlerstr. 31

66955 Pirmasens

Zweibrücken, den 08.03.2003: _____

Inhaltsverzeichnis,

1. Lehrplananalyse.....	2
2. Bedingungsanalyse	2
2.1. Klassenanalyse.....	2
2.2. Lernvoraussetzungen	4
2.3. Vorwissen	4
3. Lerninhalte.....	5
3.1. Fachwissenschaftliche Analyse	5
3.2. Fachdidaktische Analyse	7
4. Lernziele	9
4.1. Fachspezifische Lernziele.....	9
4.2. Fachspezifisch allgemeine Lernziele	9
4.3. Fachübergreifendes Lernziel	9
4.4. Allgemeines Lernziel.....	9
5. Lernorganisation.....	10
5.1. Methodische Überlegungen	10
5.2. Unterrichtsverlauf.....	11
6. Strukturgitter	13
7. Literatur	14
8. Anhang.....	15

1. Lehrplananalyse

Die Grundlage für die geplante Unterrichtseinheit bildet der Rahmenlehrplan für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft¹. Dieser sieht für den Ausbildungsberuf des Maurers im dritten Ausbildungsjahr das Lernfeld 17 „Instandsetzen und sanieren eines Bauteils“ mit einem Zeitrichtwert von 60 Stunden vor. Für die Auszubildenden zum Beton- und Stahlbetonbauer ist das Lernfeld 14 „Instandsetzen eines Stahlbetonbauteils“ vorgesehen. Der Zeitrichtwert sind 40 Unterrichtsstunden.

Diese beiden Lernfelder werden in der Klasse BA 0Y an der BBS Pirmasens parallel unterrichtet. Der Lerninhalt „Wärmeschutz“ ist für die Maurer Bestandteil des Lernfeldes 17. Im Lernfeld 14 des Rahmenlehrplanes der Beton- und Stahlbetonbauer kommt dieser Inhalt jedoch nicht vor, sondern ist Inhalt des Lernfeldes 9 „Mauern einer einschaligen Wand“, das bereits im 2. Ausbildungsjahr behandelt wurde.

Da der Wärmeschutz innerhalb des Lernfeldes 9 allerdings nur sehr oberflächlich behandelt wird, wurde in der Fachkonferenz beschlossen auf das Thema im Rahmen des Lernfeldes 14 vertiefend einzugehen.

Laut der Zielformulierung des Lehrplanes sollen die Schüler „bauphysikalische Anforderungen und Vorgaben beachten und entsprechende Baustoffe auswählen“.

2. Bedingungsanalyse

2.1. Klassenanalyse

Die Klasse BA 0Y wird im Blockunterricht beschult. In der Klasse sind sowohl Auszubildende Maurer, als auch Auszubildende die den Beruf des Beton- und Stahlbetonbauers erlernen. Die Unterrichtsblöcke dauern jeweils zwei Wochen mit 40 Unterrichtsstunde pro Woche. Die Schüler befinden sich im Moment im vierten Unterrichtsblock, im dritten Ausbildungsjahr. Insgesamt sind in diesem Ausbildungsjahr fünf Blöcke vorgesehen. Die Lerngruppe besteht aus 11 männlichen Schülern im Alter zwischen 17 und 22 Jahren.

Zwei Schüler besuchen die Klasse bereits zum zweiten Mal.

¹ **Rahmenlehrpläne für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft:** Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 05.02.1999

Tabelle 1: Altersstruktur der Klasse

Jahrgang	1981	1982	1983	1984	1985
Schülerzahl	2	2	3	3	1

Tabelle 2: Vorbildung der Schüler

Schulabschluss	Ohne Hauptschulabschluss	Hauptschulabschluss	Qualifizierter Sekundarabschluss1
Schülerzahl	1	8	2

Tabelle 3: Ausbildungsberufe der Schüler

Ausbildungsberuf	Beton- und Stahlbetonbauer	Maurer
Schülerzahl	2	9

Die Klasse ist von ihrer Altersstruktur und der Vorbildung der einzelnen Schüler als durchaus homogen zu bezeichnen. Schwierigkeiten in der Unterrichtspraxis entstehen häufig durch die unterschiedlichen Ausbildungsberufe mit ihren teils voneinander abweichenden Lehrplänen. Hier muss der Unterrichtsinhalt oft differenziert werden.

Von den elf Schülern der Klasse sind selten alle anwesend. Die Arbeitsatmosphäre ist jedoch aufgrund der geringen Klassengröße meistens angenehm und ruhig. Insbesondere bei mathematischen Unterrichtsinhalten sind sehr große Leistungsdifferenzen vorhanden. Die Schüler mit qualifiziertem Sekundarabschluss 1 sind dabei den anderen Schülern oft stark überlegen.

Ich unterrichte die Klasse eigenverantwortlich jeweils freitags in den ersten vier Stunden. Mit den anderen betreuenden Fachlehrern wurde vereinbart, dass ich die Lernfelder 17 „Instandsetzen und sanieren eines Bauteils“ und 14 „Instandsetzen eines Stahlbetonbauteils“ unterrichte. Bis zur geplanten Lerhprobe beläuft sich die Unterrichtszeit in diesen Lernfeldern auf insgesamt 24 Stunden.

2.2. Lernvoraussetzungen

Der Unterrichtsraum S 305 befindet sich im dritten Stock der Schuhfachschule Pirmasens (die Bauabteilung der BBS Pirmasens wurde aus Platzgründen aus dem Hauptgebäude ausgegliedert und befindet sich im Gebäude der deutschen Schuhfachschule).

Die Tische stehen in fünf Reihen hintereinander, mit einem Durchgang in Verlängerung der Tür und einem seitlichen Durchgang entlang der Fensterfront. An der Rückwand befinden sich Regale mit Exponaten und Unterrichtsmaterial. Eine Tür neben der Tafel führt in einen Vorbereitungsraum mit weiteren Unterrichtsmaterialien.

Das Lehrerpult ist etwa zwei Meter lang mit einer gefliesten Oberfläche, Wasseranschluß und –abfluß, Stromversorgung und dazu geeignet Versuche durchzuführen.

Neben einer zweigeteilten höhenverschiebbaren Tafel, steht ein Overheadprojektor mit verstellbarer Projektionsfläche zur Verfügung.

Als Unterrichtsbuch ist für alle Schüler verpflichtend das Buch „Lernfeld Bautechnik – Fachstufen Maurer“² eingeführt.

2.3. Vorwissen

Im bisherigen Unterricht wurde als Einstieg in das Thema Sanieren die Entwicklung des Bauwesens seit dem Altertum behandelt. Hierzu zählte vor allem der Vergleich der unterschiedlichen Epochen mit ihren bestimmenden Baustilen, wie etwa die Romanik, die Gotik, die Renaissance, der Barock und der Klassizismus.

Daran anschließend wurden Ursachen der Mauerwerkszerstörung, die Schadensbeurteilung und Verfahren zur Sanierung von geschädigtem Mauerwerk behandelt. Ebenfalls durchgenommen wurden die Ursachen der Betonkorrosion, Verfahren zur Betonsanierung und Möglichkeiten des vorbeugenden Betonschutzes.

Das Thema „Wärmeschutz“ stellt einen weiteren Themenschwerpunkt innerhalb des Lernfeldes dar. Bis zur geplanten Lehrprobe werden bereits vier Unterrichtsstunden zu diesem Thema abgehalten worden sein. Inhalte dieser Stunden werden „die Bedeutung des Wärmeschutzes“, „die Funktionsweise der Wärmeübertragung“ und „die Einführung der für

² **Batran, Bläsi, Frey, Hühn, Köhler, Kraus, Rothacher:** *Lernfeld Bautechnik – Fachstufen Maurer.*
Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 2001

die Berechnung notwendigen Fachbegriffe“ sein. Eventuell werden auch schon einfache Berechnungen durchgeführt werden.

Im Anschluss an die Lehrprobe wird in der darauffolgenden Unterrichtsstunde eine kleine Internetrecherche durchgeführt, bei der die Schüler auf Internetseiten von Steinherstellern nach Mauersteinen suchen sollen, mit denen es möglich ist eine einschalige 36,5er Wand nach EnEV herzustellen.

Im Anschluss daran werden die verschiedenen Wärmedämmstoffe mit ihren Einsatzgebieten und vertiefende Berechnungen behandelt werden. Auch das Erkennen und Vermeiden von Wärmebrücken wird noch Unterrichtsinhalt sein.

3. Lerninhalte

3.1. Fachwissenschaftliche Analyse

Betrachtet man den Energieverbrauch der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2001, so teilt sich dieser in folgende Bereiche auf³:

- Verkehr: 29,9%
- Haushalte: 28,5%
- Industrie: 25,7%
- Gewerbe, Handel, Dienstleistungen: 16,0%

Der Anteil der Haushalte ist so hoch, da gerade in unseren mitteleuropäischen Klimabedingungen ein Großteil des Energiebedarfs für die Heizung von Gebäuden aufgewendet werden muß.

Dieser Energiebedarf wird zu etwa 98% aus fossilen und nuklearen Brennstoffen gedeckt⁴. Die positiven Aspekte dieser Brennstoffe, wie etwa die hohe Energiedichte, werden durch eine Vielzahl negativer Aspekte überlagert. Neben der Endlichkeit der Ressourcen und der

³ **Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.): Energie Daten 2001: Nationale und internationale Entwicklung.** Bonn, 2002.

⁴ **Bundesumweltministerium- Referat Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.): Erneuerbare Energien und nachhaltige Entwicklung: Natürliche Ressourcen- umweltgerechte Energieversorgung.** 3. Aufl. Berlin, 2000

damit einhergehenden zunehmenden Verknappung sind es vor allem die negativen Einflüsse auf das Öko- und Klimasystem der Erde. Diese sind bei den nuklearen Brennstoffen zwar nur latent und daher nur nach Störfällen festzustellen, bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe allerdings, durch die Entstehung von CO₂ bei der Verbrennung, permanent vorhanden.

Das CO₂ ist zwar für den Menschen ungiftig und für Pflanzen sogar lebensnotwendig, eine zu hohe Konzentration des Gases in der Erdatmosphäre führt jedoch zu weitreichenden Klimaveränderungen, verursacht durch eine Zunahme der Durchschnittstemperatur. Der Zusammenhang zwischen der Zunahme der CO₂ –Konzentration in der Atmosphäre und des Anstieges der mittleren Welttemperatur ist mittlerweile nachgewiesen und wird nur noch von wenigen Wissenschaftlern bezweifelt.

Um diesem Trend entgegenzuwirken haben sich die Industrienationen auf den Weltklima-Konferenzen von Rio de Janeiro und Kyoto dazu verpflichtet ihren jährlichen CO₂ –Ausstoß sukzessive zu verringern. Die Bundesrepublik Deutschland hat erklärt ihre CO₂ –Emissionen bis 2005 um 25% gegenüber dem Wert von 1990 zu verringern.⁵

Vergleicht man den Anteil der Haushalte und der Industrie am Gesamtenergieverbrauch mit der Energieeffizienz beider Bereiche, wird schnell klar, dass gerade im Bereich der Haushalte ein enormes Einsparpotential verborgen liegt. Dies kann zum einen durch die Substitution von fossilen Energieträgern durch erneuerbare Energien erfolgen, dies ist jedoch nur da sinnvoll wo bereits eine energetische Optimierung der Heiztechnik und der Gebäudekonstruktion erreicht wurde. Im Gebäudebestand hingegen ist jedoch vorrangig eine Reduktion des Heizenergiebedarfes anzustreben.

Während das Niedrigenergiehaus (Jahresheizwärmebedarf < 70 kWh/m²) mittlerweile Stand der Technik im Neubaubereich ist und das Passivhaus mit einem Jahresheizwärmebedarf von etwa 15 kWh/m² als nächste Stufe angestrebt wird weist ein Großteil der Altbauten einen Jahresheizwärmebedarf zwischen 150 – 300 kWh/m² auf⁶.

Eine Reduzierung dieses Energiebedarfs lässt sich hauptsächlich durch eine Optimierung der Heiztechnik und eine verbesserte Wärmedämmung der Gebäudehülle erreichen. Um die Entwicklung voranzutreiben wurde 2002 die Energieeinsparverordnung (EnEV) erlassen, in

⁵ **Kiefer, Markus:** *Einsatz von erneuerbaren Energien -Heizen mit Biomasse (Holz)-*

Bestandsaufnahme. Wissenschaftliche Prüfungsarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an berufsbildenden Schulen, Zweibrücken, 2001

⁶ **Hauser, Stiegel, Otto:** *Energieeinsparung im Gebäudebestand. Bauliche und anlagentechnische Lösungen.* Gesellschaft für rationelle Energieverwendung e.V. (Hrsg.), BAUCOM Verlag für Marketing und Kommunikation, Böhl-Iggelheim, 1997

der die Heizungsanlagenverordnung und die Wärmeschutzverordnung zu einer einheitlichen Verordnung zusammengeführt wurden.

Durch das Inkrafttreten der EnEV und die ansteigenden Energiepreise ist in den nächsten Jahren mit einer Sanierungswelle im Altbaubereich zu rechnen. Insbesondere die Zahl der Dämmmaßnahmen an der Gebäudehülle wird stark zunehmen.

Für die Bauindustrie mit ihren momentan stark rückläufigen Umsatzzahlen ergeben sich dadurch vielfältige Beschäftigungsmöglichkeiten. Nach einer Erhebung der Universität Stuttgart sind von den 128 Berufsgruppen des Handwerks 33 mit der Modernisierung und Sanierung von Altbauten beschäftigt; hauptsächlich Gewerke des Bauhandwerks⁷.

Um auf diese Entwicklungen vorzubereiten ist es wichtig die angehenden Bauhandwerker mit den Grundlagen des Wärmeschutzes vertraut zu machen. Gerade bei der energetischen Sanierung können durch mangelnde Sachkenntnis und Mängel in der Bauausführung sehr kostenintensive Bauschäden entstehen, die sich auch nachteilig auf das Raumklima und die Gesundheit der Bewohner auswirken können.

3.2. Fachdidaktische Analyse

Der Wärmeschutz von Gebäuden und deren energetische Optimierung ist bauphysikalisch betrachtet ein sehr komplexes System unterschiedlichster Einflussfaktoren. Nur mit Hilfe komplizierter Messverfahren und Rechenprogramme lassen sich die Energieströme in Gebäuden nachvollziehen und präzise ermitteln. Diese wissenschaftlichen Methoden sind jedoch für die Baustellenpraxis ungeeignet.

Durch vereinfachte Rechenverfahren sind ausreichend genaue Nachweismethoden des Wärmeschutzes möglich. Auch die Energieeinsparverordnung (EnEV) stellt ein solch vereinfachtes Nachweisverfahren dar, wenngleich auch dieses in seiner Gesamtheit für die Schüler der Baufachstufe noch zu komplex ist.

Hauptanliegen sollte es daher sein, die Schüler an die Thematik heranzuführen, ihnen einen Zugang zu ermöglichen und ihnen die notwendigen Kenngrößen und Fachbegriffe zu vermitteln. Teilweise verwirrende Begrifflichkeiten wie z.B. Wärmedurchgangswiderstand und Wärmedurchlasswiderstand machen den Einstieg in die Thematik schwierig, sind jedoch Voraussetzung für die weiteren Berechnungen.

⁷ **BAUCOM:** *Planer-Forum. Wärmeschutz und Heiztechnik im Neubau und im Baubestand.* Verlag für Marketing und Kommunikation, Böhl-Iggelheim, 1998

Auf der Grundlage des bereits vorhandenen Vorwissens kämen als weitere Lerninhalte die Berechnung von Wärmedurchlasswiderständen und Wärmedurchgangskoeffizienten von Bauteilen oder die Berechnung benötigter Dämmschichtdicken in Frage.

Für die geplante Stunde wird die Möglichkeit einer Dämmschicht außer Acht gelassen, da die Schüler auch wissen sollten, dass ausreichender Wärmeschutz auch in monolithischer Bauweise erreichbar ist. Voraussetzung hierfür ist es allerdings, dass die Schüler die Materialeigenschaften der Mauersteine genau kennen müssen. Sie sollen lernen, dass die Eigenschaften innerhalb einer Materialart stark differieren können und die Entwicklung und Verbesserung der Materialeigenschaften stetig voran geht.

Erst in einem nächsten Schritt wird dann die zusätzliche Wärmedämmung eingeführt und Fälle betrachtet werden in denen aus verschiedenen Gründen eine monolithische Bauweise nicht möglich oder nicht sinnvoll ist. Die Betrachtung der Mindestanforderungen des baulichen Wärmeschutzes nach DIN 4108 werden hierbei nicht eingehender betrachtet, da auch nach der EnEV ein vereinfachtes Nachweisverfahren möglich ist und diese Verordnung dem aktuellen Stand der Technik entspricht.

Die Berechnungen selbst können sich auf einfache Bauteilberechnungen und Baustoffermittlungen beschränken, da mehr von den Baufacharbeitern in der Baustellenpraxis nicht erwartet wird. Jedoch ist es für die Schüler wichtig die Bedeutung der Thematik zu erkennen, Fachbegriffe differenzieren zu können und sich nicht von oftmals noch vorherrschenden Vorurteilen gegen Wärmeschutz beeinflussen zu lassen. Unsinnige Vorstellungen wie etwa „ein Haus muss atmen“ sind auf Baustellen auch heute noch anzutreffen.

Bezüglich der Zukunftsperspektiven der Auszubildenden bildet der Lerninhalt eine Chance, durch Vertiefung des Wissens, die beruflichen Perspektiven im Bauhandwerk zu verbessern. Wie bereits in 3.1 beschrieben, ist in den nächsten Jahren mit einer deutlichen Zunahme von Sanierungsmaßnahmen im Altbaubereich zu rechnen. Durch eine frühzeitige Vorbereitung auf diesen Trend können sich bietende Marktnischen erkannt und dadurch neue Betätigungsfelder erschlossen werden.

Neben der rein fachlichen Komponente des Lerninhaltes bietet das Thema auch die Möglichkeit die Personalkompetenz der Schüler anzusprechen und zu fördern. Durch die Auseinandersetzung mit den Faktoren des Wärmeschutzes sollen die Schüler auch für die Fragen der Energieeinsparung und des Umweltschutzes im allgemeinen sensibilisiert werden. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, dass ein Vergleich zwischen den Anforderungen der EnEV und der eigenen Wohnung der Schüler hergestellt wird und dadurch auf die persönliche Lebenssituation reflektiert werden kann.

4. Lernziele

4.1. Fachspezifische Lernziele

Die Schüler sollen...

- ...die, für den vorhandenen Fall, notwendigen Grundgrößen der Wärmeschutzberechnung nennen.
- ...Lösungsansätze für das beschriebene Problem entwickeln.
- ...den Grundgrößen die Formeln zu deren Berechnung zuordnen.
- ...in Gruppenarbeit den Wärmedurchgangskoeffizient eines Mauersteins ermitteln.
- ...den Ist-Wert des Wärmedurchgangskoeffizienten mit dem Soll-Wert, nach der EnEV, vergleichen und bewerten.
- ...die höchstmögliche Wärmeleitfähigkeit eines verwendbaren Mauersteins ermitteln.

4.2. Fachspezifisch allgemeine Lernziele

Die Schüler sollen...

- ...Tabellen fachgerecht anwenden.
- ...bauphysikalische Kennwerte durch Formelberechnungen ermitteln.

4.3. Fachübergreifendes Lernziel

Die Schüler sollen...

- ...mathematische Formeln nach gesuchten Größen umstellen.

4.4. Allgemeines Lernziel

Die Schüler sollen...

- ...eine Bereitschaft für energiesparende Verhaltensweisen entwickeln.

5. Lernorganisation

5.1. Methodische Überlegungen

Die geplante Unterrichtsstunde beginnt mit der Präsentation eines Briefes der eine Lernaufgabe beschreibt. Dieser Einstieg wurde gewählt, da die Problemstellung direkt die Lernumgebung der Schüler betrifft und dadurch deren Bereitschaft zur Problemlösung erhöht wird.

Die anschließende Strukturierung der Problemstellung wird im Plenum erarbeitet. Durch steuernde Fragestellungen des Lehrers nähern sich die Schüler in einer Art „Brainstorming“ dem Kern der Aufgabe. Dadurch kann die Wahrnehmung der Schüler schrittweise auf das Stundenthema fokussiert werden. Bereits vorhandenes Wissen über die Wärmeschutzberechnung wird aktiviert und durch den Tafelanschrieb visualisiert.

Durch Einzelarbeit sollen sich die Schüler danach in die Thematik vertiefen. Diese Vorgehensweise hat den Vorteil, dass jeder Schüler seinem eigenen Arbeitstempo entsprechend vorgehen kann, was besonders schwächeren Schülern entgegen kommt. Durch die Arbeit mit dem Schulbuch wird den Schülern die Einordnung des Lerninhaltes in die bereits erarbeiteten Inhalte des Lernfeldes erleichtert.

Die Durchführung der Berechnung des Wärmedurchgangskoeffizienten erfolgt in Gruppenarbeit. Dabei können sich die Schüler gegenseitig unterstützen wodurch die Leistungsunterschiede etwas egalisiert werden können. Die Ergebnispräsentation auf einem Plakat dient der besseren Vergleichbarkeit der Gruppenergebnisse.

Da die Gruppenergebnisse zwar der Beantwortung der Problemfrage dienen, eine endgültige Lösung des Problems allerdings noch nicht erreicht ist, wird im Lehrer-Schüler-Gespräch ermittelt wie weiter vorgegangen werden kann. Hier kann der Lehrer wieder steuernd eingreifen und versuchen die Schüler auf den richtigen Weg zu führen.

Durch die abschließende Ermittlung der erforderlichen Wärmeleitfähigkeit entsteht bereits die Fragestellung für die nächste Unterrichtsstunde: Gibt es Steine mit einer solchen Wärmeleitfähigkeit oder kann eine Außenwand nach der EnEV nur mit Zusatzdämmung hergestellt werden?

5.2. Unterrichtsverlauf

Unterrichtseinstieg

(3 min)

Auf einer Overheadfolie wird den Schülern ein konstruierter Brief präsentiert (vgl. Anlage), der von einem Schüler vorgelesen wird. Aus dem Inhalt des Briefes ergibt sich die Lernaufgabe. Jeweils ein Ziegelstein, ein Porenbetonstein und ein Kalksandstein werden als Proben aus dem Lager präsentiert.

Problemstrukturierung

(7 min)

Die Schüler nennen die Problemstellung und entwickeln Lösungsansätze. In einem Brainstorming nennen die Schüler die notwendigen Größen der Wärmeschutzberechnung, die für die Problemlösung notwendig sind. Die Ergebnisse werden in der Reihenfolge der Nennung auf dem Overheadprojektor festgehalten und danach in einer strukturierten Reihenfolge auf der Tafel notiert.

Problemlösung 1

(10 min)

In Einzelarbeit und mit Hilfe des Schulbuches erarbeiten die Schüler wie die Grundgrößen Wärmeleitfähigkeit, Wärmedurchlasswiderstand, Wärmeübergangswiderstand, Wärmedurchgangswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient ermittelt werden.

Die Ergebnisse dieser Arbeitsphase werden im Plenum besprochen und in das Tafelbild integriert.

Problemlösung 2

(10 min)

Die Schüler sollen sich in Gruppen zusammenfinden und für jeweils eine Steinart den Wärmedurchgangskoeffizienten ermitteln. Die Resultate werden auf Plakaten festgehalten und vor der Klasse präsentiert. Die ermittelten Ergebnisse werden mit den Anforderungen der Energieeinsparverordnung verglichen und bewertet. Es stellt sich heraus, dass keiner der Steine den Anforderungen entspricht.

Transfer

(10 min)

Im Plenum wird nun das weitere Vorgehen beraten. Die Schüler sollen Vorschläge machen wie das Problem gelöst werden kann. Es ist zu erwarten, dass die Schüler, neben der Möglichkeit die Dicke der Wand zu verändern, wahrscheinlich den Vorschlag zum Einbau einer Wärmedämmung machen werden. Da jedoch die Wandstärke beschränkt ist und aufgrund der Steinformate der Einbau einer Wärmedämmung nicht möglich ist, kann nur ein Stein mit einer geringeren Wärmeleitfähigkeit verwendet werden.

Um die benötigte Wärmeleitfähigkeit zu ermitteln, muss die Formel für den Wärmedurchgangswiderstand nach λ_2 umgestellt werden:

$$R_T = R_{Si} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + R_{Se}$$

$$\Rightarrow \lambda_2 = \frac{d_2}{R_T - R_{Si} - \frac{d_1}{\lambda_1} - \frac{d_3}{\lambda_3} - R_{Se}}$$

Die Umstellung der Formel erfolgt im Lehrer-Schüler-Gespräch am Overheadprojektor.

Anwendung

(5 min)

In Partnerarbeit sollen die Schüler, mit Hilfe der erarbeiteten Formel und den bekannten Werten, die notwendige Wärmeleitfähigkeit eines möglichen Mauersteines ermitteln.

6. Strukturgitter

Phase	Lerninhalt	Methode/ Sozialform	Medium	Zeit
Motivation/ Einstieg	Den Schülern wird ein Brief präsentiert aus dem sich die Lernaufgabe ergibt.	L-S-Gespräch, Schüler liest vor	Overhead- projektor	3 min
Problemstrukturierung	Schüler nennen die Problemstellung und entwickeln Lösungsansätze. Notwendige Größen zur Wärmeschutzberechnung werden gesammelt.	Plenum	Tafel	7 min
Problemlösung 1	Die Schüler sollen mit Hilfe des Lehrbuchs erarbeiten wie die notwendigen Werte ermittelt werden. Die Ergebnisse werden an der Tafel gesammelt.	Einzelarbeit, L-S-Gespräch	Schulbuch, Tafel	10 min
Problemlösung 2	In drei Gruppen sollen die Schüler jeweils für eine Steinart den U-Wert ermitteln. Die Ergebnisse werden mit den Sollwerten verglichen.	Gruppenarbeit	Plakat	10 min
Transfer	Im L-S-Gespräch soll ermittelt werden wie die notwendige Wärmeleitfähigkeit ermittelt werden kann.	L-S-Gespräch, Plenum	Plakat, Tafel	10 min
Anwendung	Die Schüler sollen die notwendige Wärmeleitfähigkeit ermitteln.	Partnerarbeit		5 min

7. Literatur

- **Batran, Bläsi, Frey, Hühn, Köhler, Kraus, Rothacher:** *Lernfeld Bautechnik – Grundstufe*; Verlag Handwerk und Technik, Hamburg 2001
- **BAUCOM:** *Planer-Forum. Wärmeschutz und Heiztechnik im Neubau und im Baubestand*. Verlag für Marketing und Kommunikation, Böhl-Iggelheim, 1998
- **Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (Hrsg.):** *Energie Daten 2001: Nationale und internationale Entwicklung*. Bonn, 2002.
- **Bundesumweltministerium- Referat Öffentlichkeitsarbeit (Hrsg.):** *Erneuerbare Energien und nachhaltige Entwicklung: Natürliche Ressourcen- umweltgerechte Energieversorgung*. 3. Aufl. Berlin, 2000
- **Hauser, Stiegel, Otto:** *Energieeinsparung im Gebäudebestand. Bauliche und anlagentechnische Lösungen*. Gesellschaft für rationelle Energieverwendung e.V. (Hrsg.), BAUCOM Verlag für Marketing und Kommunikation, Böhl-Iggelheim, 1997
- **Kiefer, Markus:** *Einsatz von erneuerbaren Energien -Heizen mit Biomasse (Holz)- Bestandsaufnahme*. Wissenschaftliche Prüfungsarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an berufsbildenden Schulen, Zweibrücken, 2001
- **Rahmenlehrpläne für die Berufsausbildung in der Bauwirtschaft:** Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 05.02.1999

8. Anhang

Lernaufgabe

Sehr geehrter Herr xx,

wie Ihnen wahrscheinlich schon bekannt ist plant die Schulleitung eine Renovierungs- und Modernisierungsmaßnahme am Gebäude der Schuhfachschule.

Im Rahmen dieses Umbaus ist es geplant den Lehrsaal S 305 neu zu gestalten und einen Präsentationsbereich mit Beamer und Leinwand einzubauen.

Zu diesem Zweck ist es notwendig, dass ein Fenster des Raumes zugemauert wird. (siehe Grundriss).

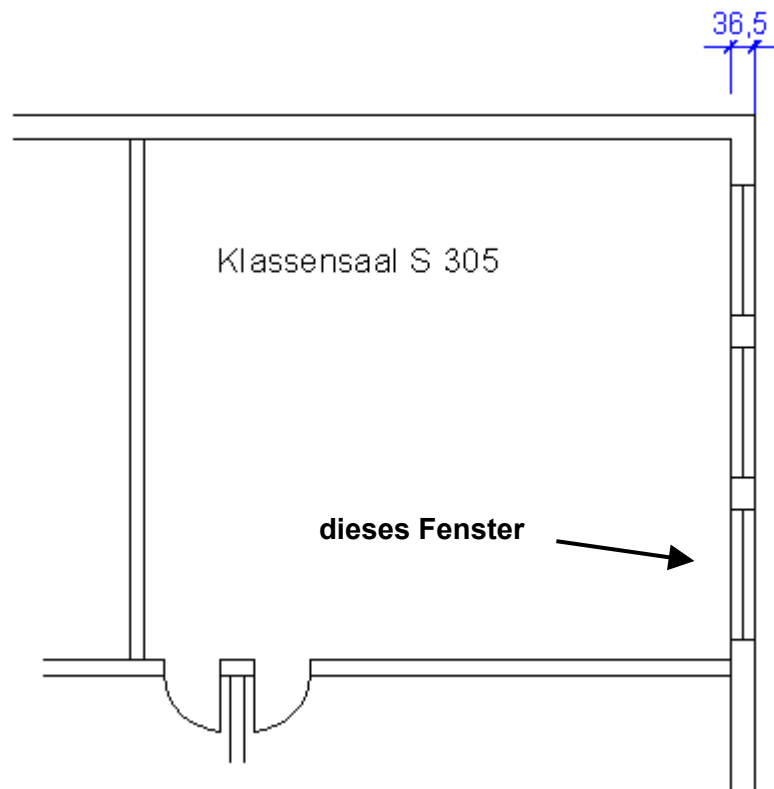
Wie mir der Hausmeister mitgeteilt hat befinden sich noch drei Paletten mit verschiedenen Mauersteinen an Lager.

Könnten Sie mir bitte mitteilen, ob diese Steine verwendbar sind?

Mit freundlichen Grüßen,

die Schulleitung

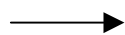
Grundriss



Geplantes Tafelbild

Steinauswahl nach Wärmeschutz

Kriterien		Ermittlung
1 Wärmeleitfähigkeit	————→	Tabelle
2 Wärmedurchlasswiderstand	————→	$R = \frac{d}{\lambda} \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \right)$
3 Wärmeübergangswiderstand	————→	Tabelle
4 Wärmedurchgangswiderstand	————→	$R_T = R_{Si} + R + R_{Se} \left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{K}}{\text{W}} \right)$
5 Wärmedurchgangskoeffizient	————→	$U = \frac{1}{R_T} \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right)$



Vergleich mit EnEV