Planung und Fertigung der Modellhäuser

S4\_Einführung

# Übersicht der Unterrichtssequenz S4

|  |
| --- |
| **Thema der Unterrichtssequenz:**  **Planung und Fertigung der Modellhäuser** – Nutzung von Materialeigenschaften und Grundlagen der Solararchitektur zur Herstellung energiesparender Modellhäuser |
| **Benötigte Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler:** Unterrichtssequenzen S2 und S3 |
| **Übersicht über die Unterrichtssequenz:**  Der Ablauf des Fertigungsprozesses wird durch die unten beschriebenen „Hinweise zur Unterrichtssequenz S4” in Kombination mit den dazugehörigen Unterlagen dargestellt. Diese Unterrichtssequenz besteht nur aus einer Unterrichtseinheit (UE), daher entfällt die Unterteilung in verschiedene UE. |
| **Maßgeblich in der Unterrichtssequenz zu entwickelnde Kompetenzen**  Die Schülerinnen und Schüler  **konkretisierte Sachkompetenz:**   * systematisieren Lösungsvorschläge in einem Lösungskonzept (IF 1 zu SK 4) * ordnen erforderliche Arbeitsschritte in einem Projektablaufplan (IF 1 zu SK 3) * beschreiben die Dimensionen und die Funktion eines Werkstücks anhand technischer Darstellungen (IF 2 zu SK 1) * ordnen Werkstoffen und Halbzeugen geeignete Be- und Verarbeitungsverfahren sowie hierzu erforderliche Messgeräte und Werkzeuge zu (IF 2 zu SK 1, SK 2) * beschreiben Arbeitsschritte und Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Werkzeugen (IF 2 zu SK 3)   **Methodenkompetenz:**   * unter Nutzung digitaler Medien unter anderem technische Zeichnungen, Schaltpläne und Projektdokumentationen (MK 8),   **konkretisierte Urteilskompetenz:**   * bewerten soziale, ökonomische und ökologische Aspekte bei Betrieb und Entsorgung eines Produktes (IF 3 zu UK 2, UK 3) * beurteilen Werkstoffe, Werkzeuge und Fertigungsverfahren u.a. im Hinblick auf technische, ökonomische und ökologische Aspekte (IF 2 zu UK 3) * begründen die Notwendigkeit allgemein gültiger Vereinbarungen und Normungen bei technischen Darstellungen (IF 2 zu UK 1**)**   **Handlungskompetenz:**   * verarbeiten Werkstoffe nach vorgegebenen Verfahren (HK 1), * bedienen Werkzeuge, Messgeräte und Maschinen sachgerecht (HK 2), * erstellen technische Systeme oder Teilsysteme (HK 4)) |
| **Hinweise zu Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung:** Bewertung der Projektmappe |
| **Schülerunterlagen:**   * S4\_UE1\_AB1\_Informationen\_zum\_Modellhaus * S4\_UE1\_AB2\_Informationen\_zur\_Projektmappe * S4\_UE1\_AB3\_Inhaltsverzeichnis\_der\_Projektmappe |
| **Hinweise für die Lehrkraft:**   * S4\_UE1\_AB4\_Herstellung\_des\_Styroporschneiders * S4\_UE1\_AB5\_Bewertung\_der\_Projektmappe |
| **Weiterführende Literatur und Links:** |
| **Zeitbedarf: 12 Schulstunden je 45 Min** |

# Einführung in die Unterrichtssequenz S4

## Allgemeine Hinweise zur Unterrichtssequenz

Die im folgenden beschriebene Unterrichtssequenz wurde bereits mehrfach im Unterricht der Jahrgangsstufe 8 an einem Gymnasium mit zwei Wochenstunden durchgeführt. Die einzelnen Informationsblätter etc. sind nicht als obligatorisch anzusehen, sie müssen ggf. der jeweiligen Lerngruppe, den schulinternen Absprachen bzw. den vorhandenen Geräten angepasst werden.

## Einordnung in die Unterrichtsreihe

In der vorherigen Unterrichtssequenz wurden die Anforderungen an ein Niedrigenergiehaus benannt und priorisiert und sollen nun als Konstruktionskriterien in der individuellen Projektplanung berücksichtigt werden. Anschließend fertigen die Schülerinnen und Schüler ihre Modellhäuser entsprechend ihrer Planung unter sachkundigem und fachgerechtem Material- und Werkzeugeinsatz. In der nächsten Sequenz erfolgen die experimentelle Überprüfung und Auswertung der Planungs- und Fertigungsergebnisse.

## Materialliste für ein Modellhaus (Kosten: ca. 5 €):

* Kopierpapier (DIN-A4)
* Tapete (Breite der Bahn min. 500 mm)
* 1 Wärmedämmplatte aus Styropor (500 mm x 1000 mm x 10 mm)
* 4 OHP-Folien (DIN-A4, Stärke: 0,5 mm)
* 2 Bögen Wellpappe (500 x 700 mm)
* Alleskleber (Eignung für Styropor!)
* 1 Streifen Klebeband

## Werkzeugliste für ein Modellhaus:

* 1 Schere
* 1 Anschlagwinkel (alternativ: Geodreieck)
* 1 Styroporschneider (alternativ siehe: S4\_UE1\_AB4\_Herstellung\_des\_Styroporschneiders)

Das Modellhaus sollte in Teams von zwei Lernenden konstruiert und gefertigt werden. Von Einzelarbeiten ist abzuraten, da eine kooperative Arbeitsweise dazu führt, dass Fehler frühzeitig erkannt und Arbeitsprozesse durch parallele Fertigungsschritte beschleunigt werden können. Zudem stehen häufig Geräte wie z. B. Styroporschneider, Netzgeräte, Temperatursensoren nur in geringer Anzahl zur Verfügung. Durch Einzelarbeit würden lange Wartezeiten an den einzelnen Fertigungsstationen entstehen. Desweiteren nimmt die experimentelle Untersuchung der einzelnen Modellhäuser viel Zeit in Anspruch.

Steht mehr Unterrichtszeit zur Verfügung, so kann von den einzelnen Teams aus Fotokarton (DIN-A2) zunächst die Hülle des Modellhauses als Körpernetz gezeichnet und gefertigt werden. Dies hat den Vorteil, dass die späteren Bauteile aus der Wärmedämmplatte einfacher an diese Hülle angepasst werden können. Die experimentelle Untersuchung der Modellhäuser kann dann einmal mithilfe der nicht gedämmten Hülle und Einfachverglasung der Fensterflächen erfolgen sowie im weiteren Unterrichtsverlauf mit gedämmter Hülle und „Doppelverglasung“ der Fensterflächen. Alternativ hierzu bietet sich auch die Verwendung von Sperrholz für die Bauteile an, wobei die einzelnen Holzflächen stumpf oder verzahnt miteinander verbunden werden können. Beide Verfahren wurden ebenfalls erfolgreich im Unterricht durchgeführt, variieren jedoch stark im Zeitbedarf und Fertigungsanspruch. (Hinweis: Der höhere Aufwand für die Herstellung einer verzahnten Verbindung führt aufgrund mangelnder Arbeitsgenauigkeit häufig nicht zu der erhofften Qualitätsverbesserung bezüglich des Wärmeerhalts.)

# Aussehen eines Modellhauses

Die Teams entscheiden sich häufig für eine rechteckige Modellhausform mit Pultdach (das entspricht einem geneigten Flachdach) und Dachüberstand als Sonnenschutz in Richtung Südseite (Sonnenseite). Diese Hausform ist vorteilhaft, da sie sich einfach auf Papier bzw. Styroporplatten aufzeichnen, im Anschluss fertigen und für die Auswertung rechnerisch erschließen lässt. Die rechtwinklige Anordnung erleichtert eine vollständige Verbindung der Bauteile. Die Konstruktion von anderen Dachformen, wie Satteldach, Walmdach etc. bereitet meist beim passgenauen Kleben der einzelnen Bauteile Probleme, da durch ungenaues Arbeiten häufig „Lücken“ (Wärmebrücken) zwischen den einzelnen Bauteilen entstehen. Diese Wärmebrücken führen bei den experimentellen Untersuchungen der Modellhäuser zu wesentlich schlechteren Messergebnissen und damit letztendlich zu schlechteren Bewertungen.

Die kriterienorientierte Anordnung der Fenster bzw. der Haustür obliegt der Verantwortung der einzelnen Gruppen. Aus den Erfahrungen der vorangegangenen Unterrichtssequenzen werden alle Gruppen große bzw. viele Fenster auf der Südseite, kleine bzw. wenige Fenster auf der West-/Ostseite und keine Fenster in Richtung Norden einzeichnen. Damit eine Art „Doppelverglasung“ der Fenster erreicht wird, wird ein Stück OHP-Folie von innen und außen an die Styroporplatten geklebt. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Kleber für Styropor geeignet ist und keine gute Wärmeleitfähigkeit besitzt, da sich diese negativ auf eine evtl. anschließende Untersuchung der Modellhäuser mit Wärmebildkameras auswirkt.

Der Boden des Modellhauses besteht aus Wellpappe, die auf die Unterseite des Hauses geklebt wird. Dieser Boden besitzt ein mittiges Loch, damit das Haus in der nachfolgenden Unterrichtssequenz bündig auf eine Holzplatte mit Halogenlampe gestellt werden kann, die das Haus von innen beheizt. Die restliche Wellpappe wird zur Dämmung der Seitenteile benötigt.

# Fertigung eines Modellhauses

Den einzelnen Teams wird angeraten, ihre ersten Ideen zum Modellhaus als bemaßte Skizzen auf Kopierpapier (DIN-A4) festzuhalten. Haben sich die Teams dann nach einer zeitlich festgelegten Findungsphase für eine Form des Modellhauses entschieden, so zeichnen sie im Maßstab M 1:1 die einzelnen Seitenteile und das Dach ihres Hauses auf ein zugeschnittenes Stück Tapete (500 mm x 1000 mm). Diese Zeichnung dient als Zuschnittplan für die Styroporplatten, die das Grundgerüst des Niedrigenergiehauses darstellen. Zusätzlich können die Teams mithilfe des Zuschnittplansüberprüfen, ob sie mit den vorgegebenen Materialmengen für das Haus auskommen. Häufig zeigt sich, dass die Teams die Stärke der Styroporplatten nicht in ihrem Zuschnittplan berücksichtigt haben und das Modellhaus später nicht die erwarteten Außenmaße besitzt. Dies kann den jeweiligen Teams jedoch gut mithilfe von Bausteinsystemen oder Kanthölzern veranschaulicht werden.

Haben die Teams die Seitenteile und das Dach auf den Styroporplatten angezeichnet, so können diese mithilfe von Styroporschneidern ausgeschnitten werden. Sollten keine Styroporschneider in der Schule zur Verfügung stehen, so können diese relativ einfach und kostengünstig aus Laubsägebögen herstellt werden. Eine Anleitung hierzu ist im Lehrermaterial „S4\_UE1\_AB4\_Herstellung\_des\_Styroporschneiders” zu finden.

Zu diesem Zeitpunkt sollten ebenfalls Lage und Größe der einzelnen Fensterflächen auf die verschiedenen Seitenwände gezeichnet und mit dem Styroporschneider ausgeschnitten werden. Die Größe von zwei OHP-Folien gibt in etwa die Gesamtfläche aller Fenster vor, die das Modellhaus später maximal besitzen kann. Beim Zuschnitt der Folien muss jeweils ein Kleberand mit einer Breite von ca. 1 cm berücksichtigt werden. Im Anschluss daran können die Fensterfolien von innen in das Modellhaus geklebt werden. Die „Doppelverglasung“ des Modellhauses entsteht durch eine zweiten OHP-Folien-Satz, der von außen auf die Styroporplatten geklebt wird. Durch Ausschneiden einer Rechteckfläche mit dem Styroporschneider erhält das Modell eine Haustür, die mit etwas Klebeband wieder von außen am Haus fixiert wird, sodass sich die Haustür nach außen hin öffnen lässt.

Im Anschluss daran werden die einzelnen Bauteile des Hauses mit Alleskleber verbunden. Hierbei ist darauf zu achten, dass keine Wärmebrücken zwischen den einzelnen Bauteilen entstehen. Anschließend wird Wellpappe als Dämmmaterial vollflächig auf die einzelnen Seitenteile geklebt, die u. a. die etwas unschönen Kleberänder an den Fensterflächen verdeckt. Die Größe des Bodens richtet sich nach dem Grundriss des Modellhauses und muss individuell aus Wellpappe zugeschnitten werden. In den Boden wird mittig eine 10 cm x 10 cm große Öffnung geschnitten, durch welche später der Sockel mit der Halogenlampe geführt wird und das Modellhaus erwärmt (Simulation der Heizung).

# Informationen für den Kurs

Damit alle Modellhäuser innerhalb eines Kurses vergleichbar sind und nach einheitlichen Bewertungskriterien beurteilt werden können, müssen Rahmenbedingungen im Vorfeld mit dem Kurs abgesprochen werden. Diese sollten entweder gemeinsam erarbeitet oder dem Kurs als Informationsmaterial zur Verfügung gestellt werden. Eine solche Information befindet sich exemplarisch im Schülermaterial „S4\_UE1\_AB1\_Informationen\_zum\_Modellhaus”. Durch die Verwendung einheitlicher Materialien, bezogen auf Art und Menge, ist gewährleistet, dass die Modellhäuser vergleichbar sind. Die leicht unterschiedlichen Größen und damit variierende Volumina der Häuser werden bei der Bewertung rechnerisch berücksichtigt (siehe Unterrichtssequenz S5).

Da die Praxisphase zur Konstruktion und Fertigung der Modellhäuser einen Zeitumfang von ca. 12 Wochenstunden in Anspruch nimmt, bietet sich die Erstellung einer Projektmappe an, die je nach Beschluss der Fachschaft eine Klassenarbeit im Schuljahr ersetzen kann. Für eine transparente Leistungsbewertung muss der Kurs im Vorfeld die Beurteilungskriterien für die Projektmappe kennen. Hierzu zählen Umfang und Gestaltungsanforderungen sowie Abgabefristen. Diese können entweder mit dem Kurs erarbeitet oder vorgegeben werden. Soll die schriftliche Dokumentation als Vorbereitung auf wissenschaftspropädeutisches Arbeiten dienen, können die formalen Hinweise sehr konkret in einer Schülerinformation zusammengestellt und eine digitale Anfertigung eingefordert werden. Eine solche Information bietet das Schülermaterial „S4\_UE1\_AB2\_Informationen\_zur\_Projektmappe”.

An dieser Stelle kann der Teamgedanke weiter fortgeführt werden, indem das Team gemeinsam eine Projektmappe zum gefertigten Modellhaus erstellt. Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, gemeinsam mit dem Kurs verpflichtende Gliederungspunkte zu erarbeiten, da die Schülerinnen und Schüler der Jahrgangsstufe 8 sehr unterschiedliche Vorstellungen zur Relevanz von Inhalten einer solchen Projektmappe haben. Hierdurch lassen sich die Projektmappen später leichter miteinander vergleichen und benoten. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit weitere Gliederungspunkte hinzuzufügen, um individuellen Interessen Raum zu geben. Ein mögliches Inhaltsverzeichnis ist im Schülermaterial US4\_UE1\_AB3\_Inhaltsverzeichnis\_der\_Projektmappe” zu finden. Die kursiv ergänzten Anmerkungen im exemplarischen Inhaltsverzeichnis dienen lediglich als Hilfestellungen.

Die Bewertung der Projektmappen durch die Lehrkraft kann mithilfe eines Bewertungsblattes systematisch und transparent vorgenommen werden. Exemplarisch ist dies in Lehrermaterial „S4\_UE1\_AB5\_Bewertung\_der\_Projektmappe“ aufgezeigt. In diesem Beispiel sind die zuvor abgesprochenen Inhalte unter den jeweiligen Unterpunkten aufgelistet. Für jedes gelistete Element ist hier eine Höchstpunktzahl von zwei Punkten vorgesehen. Der Faktor in Spalte F bietet die Möglichkeit eine Gewichtung der Unterpunkte vorzunehmen. Auch die „Eigenen Ergänzungen“ werden nach diesem Schema bewertet. Aus der Gesamtpunktzahl ergibt sich, je nach vorgegebenen Notenspiegel der Fachschaft, die Note der Projektmappe.

# Zusammenarbeit mit externen Partnern

Eine Zusammenarbeit mit Fachkräften aus dem Bereich der Architektur, des Ingenieurwesens oder der Energieberatung kann diese Unterrichtssequenz bereichern, indem Erfahrungen aus der Praxis mit den Schülerinnen und Schülern geteilt werden. Zudem können die externen Partner bei Planung und Fertigung der Modellhäuser beratend zur Seite stehen. Häufig finden sich innerhalb des Kurses Eltern, die aufgrund ihres Berufes, ihres Studiums oder ihrer Ausbildung diese Aufgabe übernehmen können. Auf diese Art erhält die Lerngruppe Einblick in verschiedene Berufsfelder.