

# **Impulswoche**

## **11 bis 15 Oktober**

**Die Module wurden anlässlich des 150 Jahre Jubiläums  
der Kammer der Architekten und Ingenieurkonsulenten entwickelt.  
Mehr Anleitungen unter [www.baukulturvermittlung.at](http://www.baukulturvermittlung.at)**



**Initiative Baukulturvermittlung  
[www.baukulturvermittlung.at](http://www.baukulturvermittlung.at)**

**Arch+Ing**

# Architekturexperiment: Rauminstallation mit Kabelbindern

---

Das Ausgangsmaterial ist simpel: Einfache Kabelbinder aus Plastik aus dem Baumarkt. Durch Schlaufen miteinander  
o DV WE QPWWDDHUEW HGHQ N QHQ RQNRNRQWQH RQHQWUE IV VSIQQQWUWHP HZEH  
Verblüffend ist, welche sinnlichen Qualitäten, Leistungsfähigkeit und Flexibilität dieses einfache Konstruktions-  
PDWDEHWW UGHHLHQ KQWVHVWGH UHQ

## Anleitung

Thema: Flächenverspannung in alle Richtungen

### Material:

Große Kabelbinder (ca 7 -10 cm lang), Wäscheleine, Ankerpunkte im Raum, zwischen denen die Wäscheleine gespannt werden kann.

### Technisch – konstruktive Herausforderungen:

- Stabilität durch Spannung (Zug)
- Räumliche Begrenzung beachten
- Befestigungspunkte planen

### Hilfreiche Tipps für den Arbeitsablauf:

- Zuerst Verspannungen herstellen
- dann Flächen ausfüllen
- neue Verdichtungen bilden
- Hauptlinien setzen
- unterschiedliche Verbindungs- und Webmuster ausprobieren.

### Erweiterung / Alternativen:

Innen, Draußen, Rauminstallation Stiegenhaus, Hängematte, Hängesessel, Gerüst für Sonnenschutz

### Entwicklungspotential (Innere Differenzierung):

Von ornamentaler Lösung zu ganz auf Zug  
EDHHQH RQWNRQH



---

## Links

<http://www.youtube.com/watch?v=LQEP-budOb4>

<http://www.youtube.com/watch?v=sbMkdxSqIQE>

## Geodätische Kuppel

**Du brauchst** Zeitungspapier Großformat, am besten in 2 Farben (z.B. Standard und Presse, für die weißen eignen sich besser Frankfurter Allgemeine oder Süddeutsche Zeitung, da sie etwas größer sind), mindestens 130 Doppelseiten pro Farbe. Die Zeitungen bekommst du z.B. in Büchereien, aber rechtzeitig nachfragen! Musterbeutel- bzw Rundkopfklemmern mindestens Größe 5, Rundstäbe Ø 10mm, Maßband, Bürolocher, Klebeband und eine Schere.

Ein paar Freunde, Teamgeist, Fantasie und ein bisschen Geduld.



### So geht's

1. Rolle je zwei oder drei Lagen Zeitungspapier über Eck mit Hilfe eines Rundstabes zu stabilen Stäben und fixiere sie mit Klebeband. Den Holzstab ziehst du wieder raus, um den nächsten Zeitungspapierstab zu rollen. Du brauchst 35 weiße und 30 rosa Stäbe.

2. Schneide die Papierstäbe auf die richtige Länge zu. Du beginnst mit den längeren Stäben – üblicherweise die weißen. Wenn du wirklich große Zeitungen verwendet hast, schneide 35 Stäbe auf 70 cm ab. Es ist wichtig, die Stäbe an beiden Seiten abzuschneiden, da die Enden der Stäbe genau so stabil sein müssen wie die Mitte. Die verbleibenden 30 (rosa) Stäbe schneide auf 62 cm zu. Wenn du kleinere Zeitungen verwendest, schneide sie entsprechend kürzer (im Verhältnis 1:0,88) zu.

3. Loch mit einem Bürolocher in jedes Ende der Stäbe ein Loch. Achte darauf, dass sich das Loch möglichst in der Mitte befindet.

4. Nun kannst du mit dem Bauen beginnen: Stecke mit den Musterbeutelklammern 10 lange (weiße) Stäbe zu einem Kreis zusammen.

5. Bereite jetzt 10 weiße und 10 rosa Stäbe vor und klammere je zwei zusammen, sodass du je 5 Pärchen in jeder Farbe erhältst. Befestige immer abwechselnd

weiße und rosa Dreiecke am Kreis. Dazu musst du die Klammern am Kreis wieder kurz öffnen, um die neuen Stäbe festzumachen.

6. Die nächsten 10 kurzen (rosa) Stäbe werden an den Dreiecksspitzen befestigt. Nun kannst du schon erahnen, dass hier eine Kuppel entsteht.

7. Klammere jetzt überall, wo sich vier kurze (rosa) Stäbe treffen, einen dritten dazu (insgesamt 5).

8. Dort, wo sich zwei kurze und zwei lange Stäbe treffen, kommen jetzt je zwei lange (weiße) dazu. Diese verbindest du mit dem freistehenden rosa Ende. Wenn du nun genau schaust, hast du eine Konstruktion aus stabilen Dreiecken gebaut, die ihrerseits 5 weiße Fünfecke bilden.

9. Verbinde nun das obere Fünfeck mit den verbleibenden 5 langen (weißen) Stäben.

10. Zum Schluss bleiben noch 5 kurze (rosa) Stäbe, die du jeweils an den Ecken des oberen Fünfecks festmachst und zum Schluss mit der letzten Klammer ganz oben zusammenfügst. Erst jetzt ist deine Kuppel stabil!

---

## Was hast du gemacht?

Du hast mit einfachen Materialien eine kompliziert erscheinende Konstruktion – eine geodätische Kuppel – gebaut. In Wirklichkeit ist die Konstruktion nicht so kompliziert wie sie aussieht. Sie besteht aus regelmäßigen Fünf- und Sechsecken, die zusammengefügt annähernd eine Halbkugelform ergeben. Die einzelnen Flächen bleiben eben und können so ganz einfach geschlossen werden.

Geodätische Kuppeln wurden speziell von Richard Buckminster Fuller (1895 – 1983), einem amerikanischen Erfinder/Architekten entwickelt und werden aus stabilen geometrischen Formen – ausgehend von Dreiecken – errichtet. Durch die Verteilung der Lasten auf viele Einzelverbindungen sind diese Gebilde meist sehr leistungs- und tragfähig und können sogar aus gewöhnlichem Zeitungspapier errichtet werden.

Wenn man zwei Halbkugeln zusammenfügt, kann man eine Kugel bauen. Kennst du einen Alltagsgegenstand, bei dem dieses System zur Anwendung kommt?

## Warum funktioniert das mit einfachem Zeitungspapier?

Papier ist als Blatt nicht besonders tragfähig. Wenn man es aber faltet oder rollt, wird es viel stabiler. Du musst nur darauf achten, dass das Papier eng gerollt ist und die Enden nicht zu schwach sind. Damit kann man mit wenig Material und relativ geringem Gewicht große Flächen überspannen.

Die Flächen deiner Kuppel werden von Dreiecken begrenzt. Ein Dreieck ist eine sehr stabile Form, da man sie nicht verformen kann. Das kannst du z.B. mit einem Zollstab gut ausprobieren. Wenn man viele Dreiecke flächig oder räumlich aneinanderreihet, bleibt auch die dadurch entstandene Form stabil.

## Warum muss ich Zeitungspapier in zwei Längen verwenden?

Deine geodätische Kuppel ist aus ebenen Dreiecken aufgebaut, die aneinandergefügt Fünf- und Sechsecke ergeben. Wenn alle Seiten gleich lang wären, würden die Mittelpunkte der Fünfecke höher aufragen, weil die Fünfeckfläche kleiner ist als die Sechseckfläche, und die Kuppeloberfläche würden "Spitzen" bekommen. Wenn ihr in Mathematik oder Geometrie über platonische Körper spricht, könnt ihr dieses spannende Rätsel sicher lösen.

## Wozu brauche ich das?

Zum Räume erfinden, zum Experimentieren, zum Staunen, für deine eigene Höhle, zum Zelten, zum Überdachen von New York, zum Abheben in den Weltraum...

Geodätische Kuppeln werden häufig für Planetarien, Gewächshäuser, Ausstellungshallen, Radaranlagen, etc. verwendet. Aber sogar Wohnhäuser kann man daraus bauen!

---

## Tipps

- So lange die Kuppel oben nicht geschlossen ist, ist sie noch sehr wackelig. Erst wenn alle Stäbe miteinander verbunden sind, ist sie stabil und kann auch gut transportiert werden.
- Wenn einmal ein Stab oder eine Verbindung knicken sollte, kannst du die Schwachstelle mit Klebeband wieder stabilisieren.
- Allein ist es ziemlich schwierig, diese Kuppel aufzubauen. Schon das Rollen der Papierstäbe dauert eine Weile. Wenn ihr aber z. B. 10 – 15 Leute seid, geht das ruck-zuck.
- Du kannst die Flächen der Kuppel auch mit Papier zukleben, dadurch entsteht ein geschlossener Raum. Wenn du farbiges Transparentpapier verwendest, sieht das besonders schön aus.
- Wenn du eine Plastikfolie mit einrollst oder eine Folie zum Abdecken verwendest, kannst du die Zeitungspapierkuppel auch im Freien verwenden.
- Natürlich kannst du auch Bambusstäbe oder anderes Material verwenden, nur musst du dir dann andere Verbindungen überlegen.



## Leonardobrücke

**Einführung** Ende des 15. Jh. schrieb Leonardo da Vinci: Üch habe eine Anleitung zur Konstruktion sehr leichter und leicht transportabler Brücken, mit denen der Feind verfolgt und in die Flucht geschlagen werden kann.

Diese Brücken können aus einfachen Materialien wie Holz oder Bambus zusammengebaut werden. Es gibt viele verschiedene Formen der Leonardobrücke, allen gemeinsam ist, dass die Balken so geschickt ineinander verkeilt sind, dass sie nur auf Grund von Reibung tragen und sich bei Belastung selbst verfestigen.



### Leonardobrücken-Bausatz

Der Leonardobrücken-Bausatz beinhaltet 14 lange

Stäbe, die sich nicht nur eine Minimalvariante konstruieren, sondern auch eine komplexe Variante.

### Aufbauanleitung

Die ersten drei Stäbe werden so gelegt, dass sie einen stabilen Dreiecksaufbau bilden. Die weiteren Stäbe werden dann in einer bestimmten Reihenfolge aufgelegt, um die Brücke zu verfestigen.

Die Brücke kann alleine, leichter aber im Team aufgebaut werden. Jeder Teilnehmer erhält einen Abstand parallel nebeneinander und einen kurzen Querstab darüber. Über diesen Querstab legt man zwei Stäbe auf und schiebt einen Querstab unter die ersten und letzten Stäbe. Die Stäbe werden dann so gelegt, dass sie eine stabile Form bilden (z. B. der Baukasten selbst, ein Buch etc.). Die Stäbe werden dann so gelegt, dass sie eine stabile Form bilden (z. B. der Baukasten selbst, ein Buch etc.). Die Stäbe werden dann so gelegt, dass sie eine stabile Form bilden (z. B. der Baukasten selbst, ein Buch etc.).

die Stäbe möglichst parallel liegen. Das seitliche Verschieben kann ebenfalls wieder durch Bänderstapel verhindert werden.

### Schule

Mit der Leonardobrücke kann man anschaulich einfache physikalische Prinzipien wie Reibung, Auflagekraft, Selbsthemmung etc. veranschaulichen. Die Brücke kann auch als Modell für die Architektur, Design und Geschichte vermittelt werden (siehe Links). Kompetenzen wie Konzentration, Teamarbeit, Problemlösung etc. können durch das Bauen der Brücke gefördert werden.

### Wer kann das?

Die Leonardobrücke kann von Kindern ab 10 Jahren bis hin zu Erwachsenen gebaut werden. Es ist eine tolle Aktivität für die ganze Familie oder die ganze Klasse. Die Brücke kann auch als Wettbewerb ausgeschrieben werden. Wer baut die stabilste Brücke?

# technik bewegt

Impulswoche – 11 bis 15 Oktober 10

---

## Links

Geschichte des Brückenbaus

<http://www.bernd-nebel.de/bruecken/index.html> und  
[www.brueckenweb.de](http://www.brueckenweb.de)

Computerspiel Bridge-BUILDER:

[www.winload.de/s/bridge-builder](http://www.winload.de/s/bridge-builder)  
[www.leonardo-da-vinci.de](http://www.leonardo-da-vinci.de)

Hans Humenberger: Mathematische und praktische  
Aktivitäten rund um die Leonardo-Brücke (Vortrags-  
dokumentation Uni Muenster; pdf):  
[www.math.uni-muenster.de](http://www.math.uni-muenster.de)

## Filme

„NZZ-Swiss Made: Brücken“

„Maillarts Brücken“ (H. Emigholz)



# Lüftungsexperiment

**Wie verhindert man Schimmelbildung im Klassenzimmer?** Immer das gleiche Problem: 25 Schülerinnen und Schüler in einem Klassenzimmer... Stundenwechsel... ein neuer Lehrer betritt das Klassenzimmer: Alle Fenster auf! Oder wollt ihr hier ersticken? Ein Aufschrei von den Schülern: Dann wird es zu kalt! . Aus dieser Problematik heraus wurden unter Mitarbeit zweier Architekten in einer Klasse Versuche durchgeführt, die das richtige Lüften und



## Das Lüftungsexperiment

### Aufbau Versuch: richtiges Lüften

Quer durch das Klassenzimmer, von der Fenster- zur  
V L M Z H G H L P E W Q C R E W D L E P Z D J U H K W  
Q J H O F K Q J H S D Q W H H W J W H G H Q G L H F K Q U H  
an zwei senkrecht aufgestellten und verkeilten Dach-  
D W Q P L W O L Q D N Q Q G L H F K Q U K Q H G I H  
Schüler nun alle 10 cm mit einem Stück Tesafilm einen  
dünnen Papierstreifen (von geteilten und zerschnittenen  
Papierservietten). Der Aufbau dieses Versuchs dauert  
P L Q H W Q 6 L Q W Q L E L K H Q C W K D W Q  
V R H V F K R H Q Z H G H Q G D W G I H L K W I G L J I S I H W H  
I H Q R Q H U L P P H G F N E L V P R G H Q U L E D I E W

### HRDKW JHQ

I Q Z L C R O H Q H G H P R Q W L W H G H Q G L E H Q  
I H Q W M Q U H N S W E H Z H Q V F K G L J I S L W H I H Q V R  
gut wie gar nicht. Es findet kein Luftaustausch statt!  
Werden die Außenfenster weit geöffnet, „fällt“ die kalte  
I W Q G H Q D P Z D Q H U G H Q R G H Q W Q V M J W  
an der gegenüberliegenden Wand auf, und bewegt sich  
D Q H U L P P H G F N Z I H G J L F K W Q H Q W U I H

Luft wird komplett umgewälzt. Nach 3-4 Minuten ist  
die gesamte Luft ausgetauscht, die Fenster können ge-  
V K B W H Q H G H Q V W O F K N D Q D Q G H U D W F K H E H  
noch das kondensieren der warmen, feuchten Luft  
E H R E D K W W Q C H U N O W H G H Q V N D Q C H E H Q D O P I X  
H Q J H P D H Q F K Q C H J I H Q G H Q J I X D Q R H P R-  
P H M Q G I H H P S H D W U H U Q G H Q D Q Q W F K I H G  
chen Punkten im Klassenzimmer im Halbminutentakt  
D J I H H F K Q W H G H Q I Q G G I H H Q Z Q G J W H  
G P P W E D I E H Q G I H Q G Z K U H Q G G H V I W Q Z D P  
Q G G D V D W H Q I P P H H I Z U P W I E K D Q F K O H H Q G V H K U  
schnell wieder.

D G H U I E D G H V H V F K H I Q J H H M Q Q S U F K  
nimmt, ist zu überlegen, ob man nicht auch ande-  
U Q D W H Q L F K Q H E G H D U F K W H W O I W Q  
demonstriert. Der Versuch gelingt aber nur an k hlen  
I J H Q I M I Q P J U H H Q H P S H D W U Q W F K I H G  
zwischen Innen- und Außenluft.

# Der Vermesser

## Anleitung zum Workshop

---

**Ziel** Den Sch lerinnen und Sch lern soll folgendes nahe gebracht werden: welche Aufgaben haben Vermessungstechniker bzw Vermessungstechnikerinnen, welche Grundkompetenzen sind f r sie erforderlich und welche Hilfsmittel verwenden sie.

- 1) **In der Klasse:** Austeilen des 1. Handzettels und Bearbeitung der Fragestellungen.
- 2) **Im Freien:** 3 UNWFKHV UEHVQW IGHV DG HWWLQ USSHQZ HQP JOEKP IW den Instrumenten des Geometers. Jede Gruppe sollte aus maximal 5 Sch lern bestehen. 1 Gruppe DEHWPW/GHP IRPHWUGIHUWQKHQ USSHQ VQGIH IJIEHQ RP UEHWEOWP IW HQPQ DEHQRGHEHQPDQGHQ HWQWP HQW HL HRP HMZ HKVWZDQGIH USSH so oft, bis alle Gruppen mit ihm gearbeitet haben.

H QHQ WQLHH QGQHJ URMNDHU

- 3) **Im Klassenzimmer und im Freien:** Theoretisches und praktisches Arbeiten mit Hilfe des 3. Handzettels

**Benötigte Materialien:** Je Gruppe 4 Heringe, ein Absperrband und 1 Maßband (oder ein anderes Messinstrument).

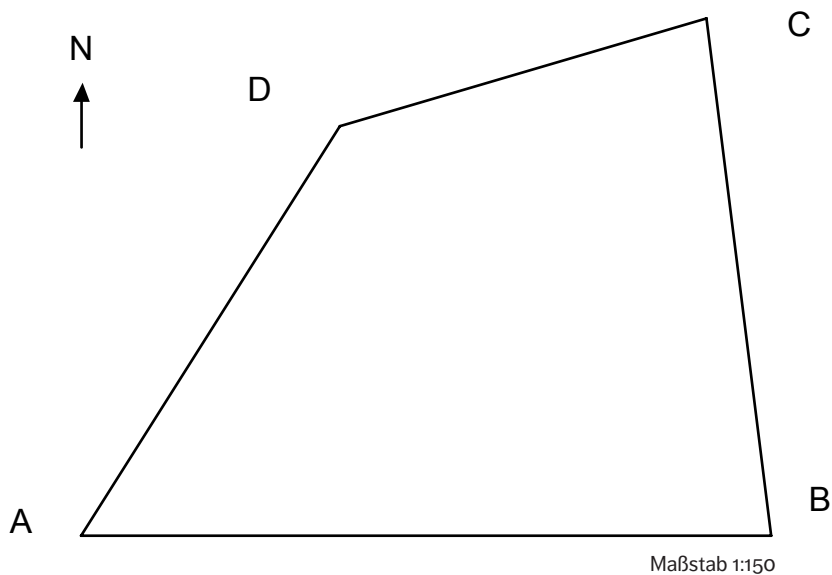


# Der Vermesser

## Arbeitsblatt 1

---

Das gezeichnete Teilgrundstück soll auf dem Schulgrundstück abgesteckt werden.



**In der Klasse:**

- Messe die Winkel ab und trage sie am Lageplan ein!
  - Überprüfe, ob du richtig gemessen hast! Welche Möglichkeit gibt es da?
  - Wie teuer ist das Grundstück, wenn  $1 \text{ m}^2$  285 € kostet?
  - Wie genau musst du rechnen bzw. messen, damit der Kaufbetrag nicht mehr als 10 € abweicht?
-

# Der Vermesser

## Arbeitsblatt 2

---

### Im Freien:

- Stecke das Grundstück im Freien ab! Lege dabei die Standlinie AB an einer beliebigen Stelle.
  - Wie viel m Absperrband brauchst Du, um das Grundstück einzuzäunen?
  - Überprüfe, ob Du richtig gerechnet bzw. richtig gemessen hast!
  - Es soll ein Haus mit rechteckiger Grundfläche (Länge = 11m und die Breite = 8m) auf dem Grundstück gebaut werden. Die Grundstücksgrenze mindestens 5m Abstand gegeben ist. Stecke die Grundfläche des Hauses auf diesem Grundstück ab!
  - Schreibe auf, was Du berücksichtigen musst? (Zufahrt, Himmelsrichtung, etc.)
  - Arbeiten mit einem Tachymeter oder GPS oder Nivellierinstrument
- 

### Die Geräte eines Vermessers

#### Tachymeter in der Bauvermessung

Für die Vermessung sind heute präzise Hightech-Geräte im Einsatz. Die Meistverwendeten sind Tachymeter, GPS und Nivellierinstrument. Schlaue Software wertet die Daten aus, und nach der Bearbeitung entstehen Pläne und Karten.

Folgendes Beispiel: Ein Architekturbüro will eine Villa samt Grundstück vermessen. Ein Tachymeter und/oder GPS sowie das Nivellierinstrument. Ausgehend von Fixpunkten mit bekannten Landeskoordinaten werden alle relevanten Punkte im Grundstück wie die Grenzpunkte, aber auch die Punkte im Gelände vermessen, um daraus einen Bestandsplan für die Planung der Villa zu erstellen. Die Vermessung wird mit einem Tachymeter durchgeführt. Der Vermesser stellt den Reflektor auf den Punkt, den er vermessen möchte. Der Beobachter am Tachymeter richtet das Instrument auf den Reflektor ein und liest die gemessene Distanz und den Winkel ab. Die Messung wird für alle relevanten Punkte wiederholt. Die gemessenen Daten werden in eine Software eingegeben, die die Punkte in ein Koordinatensystem einträgt und daraus einen Bestandsplan erstellt.

#### Tachymeter

Der Tachymeter ist eine Kombination aus Winkelmessgerät (auch bekannt als Theodolit) und Distanzmesser. Damit lassen sich Vertikal- und Horizontalwinkel sowie die Strecke zu einem ausgewählten Punkt messen. Der Reflektor ist zur Punktaufnahme an einem Lotstab angebracht, der eine Zentimeter-Teilung hat. Der Nutzer schreitet mit dem Reflektor die gewünschten Punkte ab. Das Tachymeter misst die Distanz zum Reflektor und den Winkel zur Lotsebene. Die Messung wird für alle relevanten Punkte wiederholt. Die gemessenen Daten werden in eine Software eingegeben, die die Punkte in ein Koordinatensystem einträgt und daraus einen Bestandsplan erstellt.

#### GPS

Nicht nur zur Navigation im Auto kommt GPS zum Einsatz, sondern auch in der Vermessung. Dank spezieller Verfahren lassen sich Koordinaten mit sehr hoher Genauigkeit (Zentimeter-genau) erfassen. GPS funktioniert nur draussen, unter freiem Himmel. GPS funktioniert nur draussen, unter freiem Himmel. GPS funktioniert nur draussen, unter freiem Himmel. GPS funktioniert nur draussen, unter freiem Himmel.

#### Nivellierinstrument

Das Nivellierinstrument ist im Wesentlichen ein drehbares Fernrohr, welches mit einer sehr genauen Wasserwaage horizontal ausgerichtet wird. Moderne Nivellierinstrumente sind Digitalnivellier. Über die horizontale Linie werden zwei Messlatten angezielt und so der Höhenunterschied bestimmt.

#### Vom Feld auf die Karte

Mit einer Grundstücksvermessung werden auch Punkte erfasst, deren Koordinaten bereits im Koordinatensystem der Landesvermessung bekannt sind. Diese Punkte werden in den amtlichen Plan übertragen werden. Das Einpassen der vor Ort gemessenen Punkte in das Koordinatensystem der Landesvermessung nennt man Transformation. Dies übernimmt spezielle Software. Andere Software – bekannt unter den Begriffen CAD (Computer Added Design, zu deutsch computergestütztes Entwerfen) und GIS (Geografisches Informationssystem) – kann die Vermessungsdaten in eine digitale Karte einlesen und Visualisierungen geht dann – in gewünschtem und geeignetem Massstab – ans Architekturbüro, das schon bald mit der Planung der Villa beginnen kann.

# Der Vermesser

## Arbeitsblatt 3

---

Optional, wenn genügend Zeit vorhanden, oder wenn der Lehrer das Experiment im Unterricht fortsetzen will.

### **In der Klasse:**

- a) Das Grundstück hat eine Hanglage, wobei die Kante AB waagrecht liegt und der Hang gleichmäßig  $25^\circ$  geneigt ist. Du sollst trotzdem das Haus hineinstellen. Wie sieht die Ausschnittfläche am Plan aus?
- b) Mache ein Modell des Grundstückes ( $25^\circ$  geneigt) und des Hauses (Quader) und prüfe, ob das Modell in Deinen berechneten Ausschnitt passt?
- c) Ein anderes Haus mit möglichst großer quadratischer Grundfläche auf dem waagrechten Grundstück wird gesucht. Zeichne Deine Lösung in die Grundstücksfläche!
- d) Ein anderes Haus mit möglichst großer quadratischer Grundfläche auf dem schiefen Grundstück wird gesucht. Zeichne Deine Lösung in die Grundstücksfläche!

### **Im Freien:**

Stecke das Grundstück und das darauf befindliche Haus an einem schrägen Hang ab!  
Welchen Höhenunterschied hast Du bei Deinem Objekt, das Du im Freien abgemessen hast, bei jeder Hauseckkante?

### **In der Klasse:**

Vielleicht mit GIS arbeiten und eine 3-D Geländeabbildung des Objektes im Freien am Computer erstellen?

---

# Wärmedämmungs- experiment

UGDV S HULHQW HQ VWVDCP IQGHWQV ZHK HP RZ UHO QG IV  
PGH, VRDQZLUN Q HJDFKHQ N QGH SHUP HQWLV IQP IW  
HUKHGHP, VRDUQVDMDO

## Versuch Wärmedämmung:

ZHN DQHPW: DWJ H DWDFKHZ HGQ EHU  
DKWHJHURHQ PQ FKWQ RUHQ EV DMHLQ  
GH ZHK HUPEZ UHO HGHVHU: UHV W RP IW  
unterschiedlichem Isolationsmaterial (z. B. Styropor, Heu,  
Zeitungspapier, Textilien, Sand, Kies, nur Luft, ...) gefüllt  
ZRGHQ DV MLQGHQ DMDFKHQHQHQ QDQVP  
V FKPHOHMQDFKHP Z HJ WGV PJ HEHQH DMDO  
isoliert. Damit der Würfel zur Kontrolle nicht geöffnet  
werden muss, taucht ein außen sichtbarer Kunststoffstab lang-  
sam in das schmelzende Eis ein. Anhand einer Zentimeter-  
VNDVWEKFKVDMQZ IHFKHQGV IWFKP IOW Z  
ZHJ WGDV DMDOVCHW

Es empfiehlt sich, den Versuch vorher zu Hause einmal aus-  
zuprobieren. Ist das Eis zu kalt, kann sich der Versuch in die  
Länge ziehen. Es ist auch sinnvoll, einen Würfel mit einem  
JWHQ GHQGHHP IWHP VKDFKW, VRDQ DMDO  
IOOQ DGFKZ HGQ QMFKHGH VEHVFKWU IH  
Wahl des Isolationsmaterials kann den Schülern überlassen  
werden. Einige Materialien sollte man zur Sicherheit aber  
griffbereit haben.

Während dieser Versuch läuft, können die Schülerinnen und  
Schüler mit einem zweiten Versuch beschäftigt werden, bevor  
man zum Schluss wieder auf einen Blick auf den Thermo-  
würfel wirft. Gut geeignet ist dafür das Lüftungsexperiment.

