

Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft
Abteilung Berufspädagogik
mit Schwerpunkt Technikdidaktik
Prof. Dr. Bernd Zinn



Kräfte in der Natur: Inspirationen für nachhaltige Lösungen



gefördert durch

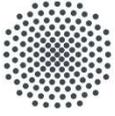


Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Projekthomepage:



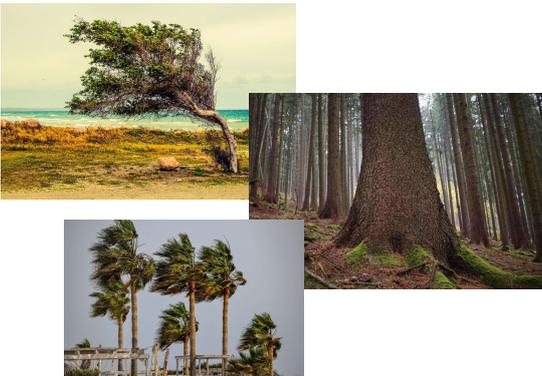


Station 1:

Kräfte in der Natur im Kontext der Nachhaltigkeit - Grundlagen zur Mechanik

Theorie:

Welchen Belastungen sind Bäume in der Natur ausgesetzt?



Bäume sind in der Natur verschiedenen Belastungen, wie z. B. starkem Wind, Trockenheit, Nährstoffmangel oder Extremwetter, unter anderem verursacht durch den Klimawandel, ausgesetzt.

Lernziele:

Die SuS können...

mögliche Belastungsarten am Lernträger erläutern.

anhand der Verformung der Löcher die Belastungsart nennen.

reale Belastungen (z. B. Windbelastung eines Baumes) mit dem Lernträger darstellen.

Lernträger:

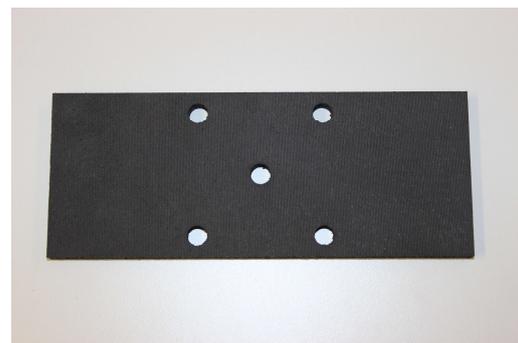
Der Lernträger Moosgummiplatte veranschaulicht, wie die Druck- und Zug- und Schubspannung zusammenhängen. Die Spannungen werden durch die Verformung der Löcher in der Moosgummiplatte sichtbar.

Aufgabe:

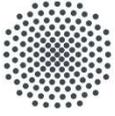
Betrachte den unten abgebildeten, durch starken Wind belasteten, Baum. Welche mechanischen Belastungen treten im Inneren des Baums auf?



Schau dir die Moosgummiplatte an und nimm diese in die Hand. Wie kannst du die im Inneren des Baums auftretenden mechanischen Belastungen anhand der Moosgummiplatte sichtbar machen?



Beschreibe deine Beobachtungen. Welche Belastungsarten sind zu erkennen?



Station 2:

Konstruktionsbionik

– Leichtbau nach dem Vorbild der Natur

Theorie:

Wie können Seile als Konstruktionselemente eingesetzt werden?



Das Seil als Konstruktionselement kann Zugkräfte aufnehmen und übertragen. Zahlreiche Leichtbaukonstruktionen nach dem Vorbild der Natur wurden in bekannten Bauwerkskonstruktionen umgesetzt.

Seile haben im Vergleich zu druckbelasteten Strukturen große Vorteile. Druckbelastete Strukturen müssen immer eine gewisse Materialstärke aufweisen um nicht abzuknicken oder zu versagen. Zugstrukturen mit Seil hingegen können nicht knicken und können entsprechend dünner und leichter ausgelegt werden. Das spart **Energie** und Ressourcen ein, ein echter Beitrag zur Nachhaltigkeit.

Ein Maß für die Festigkeit des Seils ist die Zugfestigkeit R_m . Diese kann aus einem Spannungsdehnungsdiagramm ermittelt werden.

Lernziele:

Die SuS können...

- eine Zugprüfung von Zugproben durchführen.
- die gewonnenen Messdaten auswerten.
- ein Spannungsdehnungsdiagramm zeichnen.
- die unterschiedlichen Werkstoffe nach Werkstoffeigenschaften beurteilen.
- Nachhaltigkeitsaspekte der Werkstoffe nennen.

Lernträger:

Mit der Zug-Druck-Prüfmaschine können unterschiedliche Werkstoffproben auf Zug, Druck oder zyklisch belastet werden. Die gewonnenen Daten werden im csv-Format gespeichert.

Projektteam:

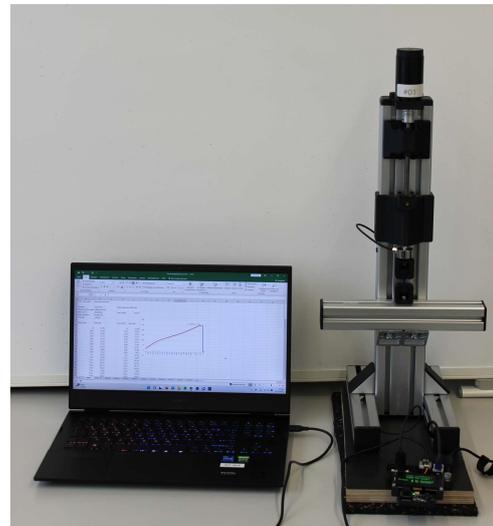
Prof. Dr. B. Zinn, M. Latzel, T. Luibrand (alle Universität Stuttgart)

Prof. Dr. C. Mattheck, Dr. I. Tesari, Dr. K. Bethge, Dr. R. Kappel, Dr. K.-H. Weber, Dr. I. Hansjosten (alle Karlsruher Institut für Technologie)

E. Hunger (Instrumenta Mechanik Labor System GmbH)

Aufgabe:

Abgebildet ist hier eine Zug-Druck-Prüfmaschine.



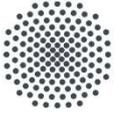
Deine Aufgabe ist es, für eine Seilkonstruktion den geeignetsten Werkstoff zu finden.

Du hast drei verschiedene Kunststoffproben mit weiteren Informationen zur Auswahl.

Prüfe, nach einer Einweisung in die Prüfmaschine, die Zugfestigkeit der Materialien und erstelle ein Spannungsdehnungsdiagramm.

Welcher Werkstoff ist am geeignetsten für eine Seilkonstruktion?

(Hinweis: Berücksichtige Nachhaltigkeitsaspekte)



Station 3: Konstruktionsbionik - Denken in Seilen: Das Vorbild Bambus

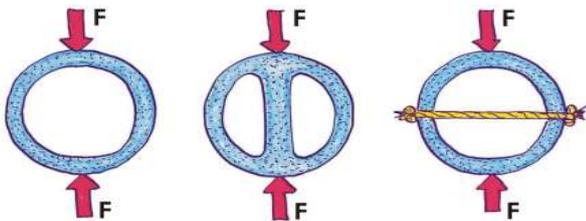
Theorie:

Warum knicken lange dünne Gräser nicht einfach bei starken Windböen um?

Warum lassen sich haltbare Häuser und Gerüste aus relativ dünnen Bambushalmen bauen?



Eine Antwort gibt der Aufbau der Bambussprossachse. In der Bambussprossachse befinden sich verschiedene verdickte Knoten (Nodi). In diesen Knoten ist ein nodales Diaphragma vorhanden. Das nodale Diaphragma wirkt wie mehrere Zugseile, die bei einer Biegebeanspruchung einem Zusammendrücken oder Knicken entgegenwirken.



Der Einsatz von Zugseilen ist eine Materialoptimierung in der Natur.

Lernziele:

- Die SuS können...
die Morphologie von Süßgräsern und die des Schachtelhalms beschreiben.
die mechanischen Eigenschaften von Seilen auf andere mögliche Konstruktionen übertragen.

Lernträger:

Der Lernträger stellt den Querschnitt eines Bambushalms dar. Mit den Zugseilen ergänzt, kann das Modell zu einem nodalen Diaphragma erweitert werden. Durch verschiedene einsetzbare Sensoren können Druck- und Zugkräfte gemessen werden.

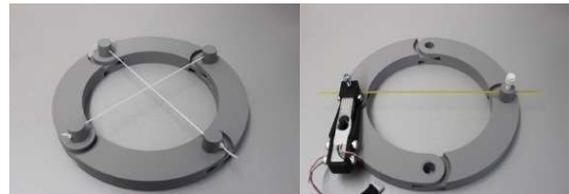
Aufgabe:

Untersuche die Eigenschaften des Bambus anhand des Modells.

Belaste das Modell dazu ohne Seile, mit einem Seil und mit zwei Seilen.

Was fällt auf?

Beschreibe deine Beobachtung.



Ersetze die Seile jetzt gegen eine Nudel und die Aufnahme mit dem digitalen Messwertaufnehmer.

Messe die Kraft beim Zusammendrücken und beim Auseinanderziehen des Modells.

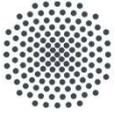
Achtung, Schutzbrille tragen!

Was fällt dir auf?

Erarbeite einen Erklärungsansatz für die unterschiedlichen Messwerte.

Projektteam:

- Prof. Dr. B. Zinn, M. Latzel, T. Luibrand (alle Universität Stuttgart)
- Prof. Dr. C. Mattheck, Dr. I. Tesari, Dr. K. Bethge, Dr. R. Kappel, Dr. K.-H. Weber, Dr. I. Hansjosten (alle Karlsruher Institut für Technologie)
- E. Hunger (Instrumenta Mechanik Labor System GmbH)



Universität Stuttgart

Institut für Erziehungswissenschaft
Abteilung Berufspädagogik mit Schwerpunkt Technikdidaktik
Prof. Dr. Bernd Zinn



**Kräfte in der
Natur:
Inspirationen
für nachhaltige
Lösungen**

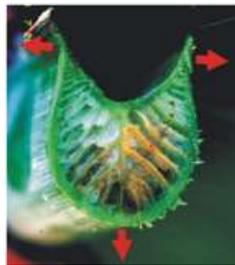
Station 4: **Leichtbaukonstruktionen** **- Denken in Seilen: Das Bananenblatt**

Theorie:

Warum hängen an Bananenstauden die Bananenblätter nicht einfach zusammengeklappt senkrecht runter?



Eine Antwort gibt ein Schnitt durch ein relativ dünnen Bananenblattstiel. Auf der rechten Seite siehst Du das Modell eines Bananenblatts.



Lernziele:

Die SuS können...

die mechanischen Eigenschaften von Seilen auf andere mögliche Konstruktionen übertragen.

Lernträger:

Der Lernträger Bananenblattmodell veranschaulicht, wie gebogene Strukturen durch Seilkonstruktionen stabilisiert werden können.

Projektteam:

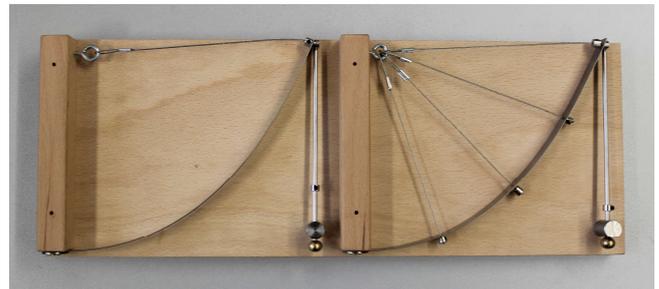
Prof. Dr. B. Zinn, M. Latzel, T. Luibrand (alle Universität Stuttgart)

Prof. Dr. C. Mattheck, Dr. I. Tesari, Dr. K. Bethge, Dr. R. Kappel, Dr. K.-H. Weber, Dr. I. Hansjosten (alle Karlsruher Institut für Technologie)

E. Hunger (Instrumenta Mechanik Labor System GmbH)

Aufgabe:

Schau Dir den Lernträger und den Schnitt durch das Bananenblatt an.



Überlege Dir einen Erklärungsansatz, warum das Bananenblatt nicht zusammenklappt.

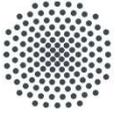
Wie lässt sich dein Erklärungsansatz mit dem Ansatz „Denken in Seilen“ verbinden?

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de



Station 5: **Optimierung nach dem Vorbild der Natur** **- Die Methode der Zugdreiecke**

Theorie:

Wie kann ein Kragträger optimiert werden?

Ein Kragträger ist ein horizontaler Balken, der an einer Seite fest eingespannt ist (z. B. mit einer Wand fest verschraubt oder einbetoniert).



Ein Wandausleger für eine Kabelbrücke ist ein klassischer Kragträger.

Der Übergang zwischen Wand und Balken lässt sich unterschiedlich gestalten, verschiedene Möglichkeiten sind unten abgebildet.



Ziel der nachhaltigen Produktentwicklung ist es, einen Kragträger zu konstruieren, der äußerst bruchfest, also langlebig, ist, und gleichzeitig möglichst wenig Material benötigt.

Lernziele:

Die SuS können...

die Methode der Zugdreiecke erklären.
mit der Methode der Zugdreiecke verschiedene Kerbstrukturen optimieren.

Lernträger:

Der Lernträger Kragträger ermöglicht die Untersuchung des Einflusses von Querkräften auf Träger mit unterschiedlichen Kerben und Formen.

Aufgabe:

Untersuche die drei vorgefertigten Proben. Notiere dir dazu zunächst ihr Gewicht. Belaste dann die einzelnen Proben wie auf dem Bild unten, bis diese zerbrechen und notiere dir jeweils die maximale Bruchkraft.



Vergleiche nun die Proben. Was fällt dir auf?

Hier findest du ein Video zur Optimierungsmethode der Zugdreiecke:





Station 6: **Nachhaltige Produktentwicklung - Schwingfestigkeit/ Dauerfestigkeit**

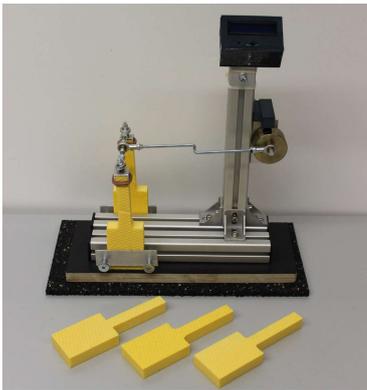
Theorie:

Wie können langlebige Produkte gestaltet werden?

Ziel der nachhaltigen Produktentwicklung ist es, langlebige Produkte zu konstruieren, die gleichzeitig Energie und Ressourcen einsparen.

Die Langlebigkeit von Produkten kann mit Versuchen zur Dauerfestigkeit untersucht werden.

Ein Versuchsaufbau zur Dauerfestigkeit ist hier dargestellt.



Mit diesem Aufbau können verschiedene Proben auf Dauerfestigkeit untersucht werden.

Lernziele:

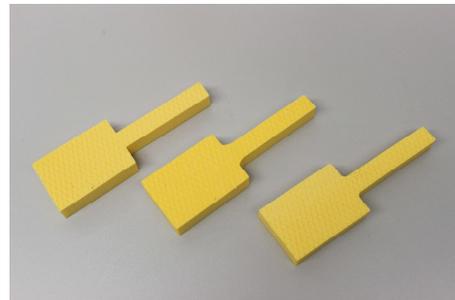
Die SuS können die Wirkung von Kerben beschreiben. mit der Methode der Zugdreiecke einfache Konstruktionen wie z.B. Kerben optimieren. können die Bauteiloptimierung nach der Methode der Zugdreiecke als Nachhaltigkeitsbeitrag bewerten.

Lernträger:

Der Lernträger Dauerfestigkeit setzt die Proben einer schwingenden Belastung aus und zählt die Anzahl der Lastwechsel. Die gewonnenen Daten werden im txt.-Format auf einer SD-Karte gespeichert und können ausgewertet werden.

Aufgabe:

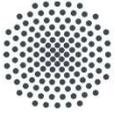
Untersuche verschiedene Proben auf Dauerfestigkeit. Spanne diese dazu in den Versuchsaufbau ein und setze sie mit dem Motor einer Dauerbelastung aus.



Wie viele Lastwechsel halten die einzelnen Proben aus?

Notiere dir die genaue Anzahl.

Versuche eine Erklärung zu finden, warum die Proben eine unterschiedliche Dauerfestigkeit haben.



Station 7:

Tribologie

- Reibung, Verschleiß und Nachhaltigkeit

Theorie:

Wie kann durch eine reduzierte Reibung zu einer nachhaltigen Entwicklung beigetragen werden?

Die Reduktion von Reibung kann Energie einsparen, gleichzeitig führt dies zu langlebigeren, verschleißarmen Produkten, die Ressourcen schonen können.



Die Strelitzie ist ein Beispiel für die Reduzierung von Reibung und Verschleiß. Die Blüte wird über einen Klappmechanismus geöffnet, sobald sich ein Vogel auf den Rand setzt. Daraus entwickelte Fassadenverschattungen kommen ohne Scharniere aus, wodurch Verschleiß und Reibung reduziert werden. Dadurch sind sie langlebiger und wartungsarm.

Lernziele:

Die SuS können...

die unterschiedlichen Reibungsarten nennen.
den Zusammenhang zwischen reduzierter Reibung, Produktlebensdauer und Nachhaltigkeit beschreiben.

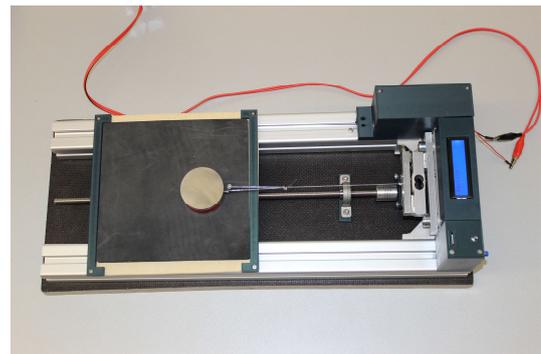
Lernträger:

Mit dem Tribometer kann die Reibung zwischen zwei Festkörpern untersucht werden. Hierfür stehen verschiedene Materialpaarungen zur Verfügung. Die ermittelten Daten werden im csv-Format gespeichert und können z. B. zur Berechnung verschiedener Reibungskoeffizienten verwendet werden.

Aufgabe:

Untersuche nach Einweisung mit dem Tribometer verschiedene Materialpaarungen.

Anschließend lese die gemessenen Daten aus und bestimme den Reibungskoeffizienten.



Welche Materialpaarung hat einen besonders geringen Reibungskoeffizienten?

Projektteam:

Prof. Dr. B. Zinn, M. Latzel, T. Luibrand (alle Universität Stuttgart)

Prof. Dr. C. Mattheck, Dr. I. Tesari, Dr. K. Bethge, Dr. R. Kappel, Dr. K.-H. Weber, Dr. I. Hansjosten (alle Karlsruher Institut für Technologie)

E. Hunger (Instrumenta Mechanik Labor System GmbH)

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de