

An aerial photograph of a rural landscape. In the foreground, there are green fields with some brown, harvested areas. A small river or canal winds its way through the fields. In the background, there is a cluster of buildings, likely a town or village, surrounded by more greenery and fields.

# **Faszination Bionik mit Stereolupe und Mikroskop**

**Kurzfassung**

**Rolf Wellinghorst**

# Was ist Bionik?



Wellinghorst



**Was hat das mit Bionik zu tun?**

# Was ist Bionik?



Wellinghorst

- **Verbindet Biologie und Technik**
- **Systematische Übertragung biologischer Konstruktionen, Problemlösungen und Optimierungsstrategien in innovative Produkte und Technologien**
- **Bionik verbindet in interdisziplinärer Zusammenarbeit Biologie und Technik mit dem Ziel, durch Abstraktion, Übertragung und Anwendung von Erkenntnissen, die an biologischen Fragestellungen gewonnen werden, technische Fragestellungen zu lösen (VDI 6220).**
- **Biologische Vorbilder im Sinne dieser Definition sind biologische Materialien, Strukturen, Funktionen, Prozesse, Organismen und Erfolgsprinzipien sowie der Prozess der Evolution.**

# Arbeitsgebiete der Bionik



**Wellinghorst**

- Architektur und Design**
- Leichtbau und Materialien**
- Oberflächen und Grenzflächen**
- Schwimmen, Fahren und Fliegen**
- Biomechatronik und Robotik**
- Sensorik und Kommunikation**
- Systemoptimierung**

# Bionisches Arbeiten



Wellinghorst

## **Weg 1: Ingenieur kontaktiert Biologen (Top-Down)**

**„Verbesserungsvorschläge“ für ein bereits bestehendes, funktionierendes technisches Produkt nach dem Vorbild biologischer Prinzipien führen zur Entwicklung eines bionischen Produkts.**

**Beispiel: Bionischer Reifen nach dem Vorbild der Pfoten des Gepards.**

## **Weg 2: Biologe kontaktiert Ingenieur (Bottom-Up)**

**Die Grundlagenforschung mit ihren Erkenntnissen über biologische Prinzipien ist Ausgangspunkt für die Entwicklung bionischer Produkte.**

**Beispiel: Klettverschluss**

# 1. Bionik mit der Stereolupe



Rolf Wellinghorst



**Leistungsfähige Stereolupe mit Auf- und Durchlicht zum kleinen Preis (ca. 120 Euro): Einfache Stereolupe mit 10-facher Vergrößerung (ggf. zusätzlich 20-fach für maximal 100 Euro und Auf- und Durchlichtbeleuchtung mit Grilllampe und Cristall ball für maximal 20 Euro).**

# Geräteauswahl Lupen



Rolf Wellinghorst



**Lupen und weitere optische Hilfsmittel. Mit der Lupe muss man ran ans Auge und ran ans Objekt! In dunkler Umgebung sind Lupen mit LED hilfreich. Es gibt auch Lupen mit LED im UV-Bereich.**

# Geräteauswahl Lupen



Rolf Wellinghorst



**Lupen und weitere optische Hilfsmittel. Auch das umgedrehte Fernglas ist eine Lupe! Zur Insektenbeobachtung sind Ferngläser mit einem Mindestabstand von etwa 0,5 Meter hervorragend geeignet, weil viele Insekten wie Libellen bei diesem Abstand noch nicht wegfliegen.**

## 2. Bionik mit dem Mikroskop – Das wichtigste vorweg

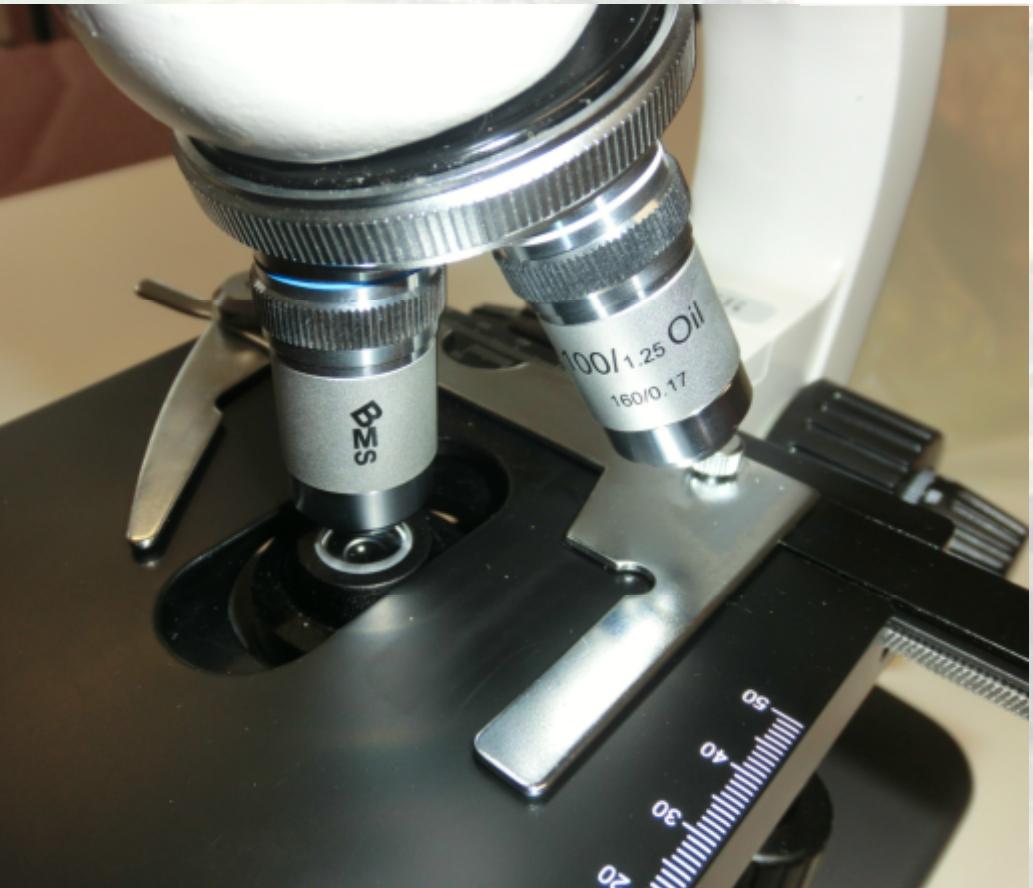
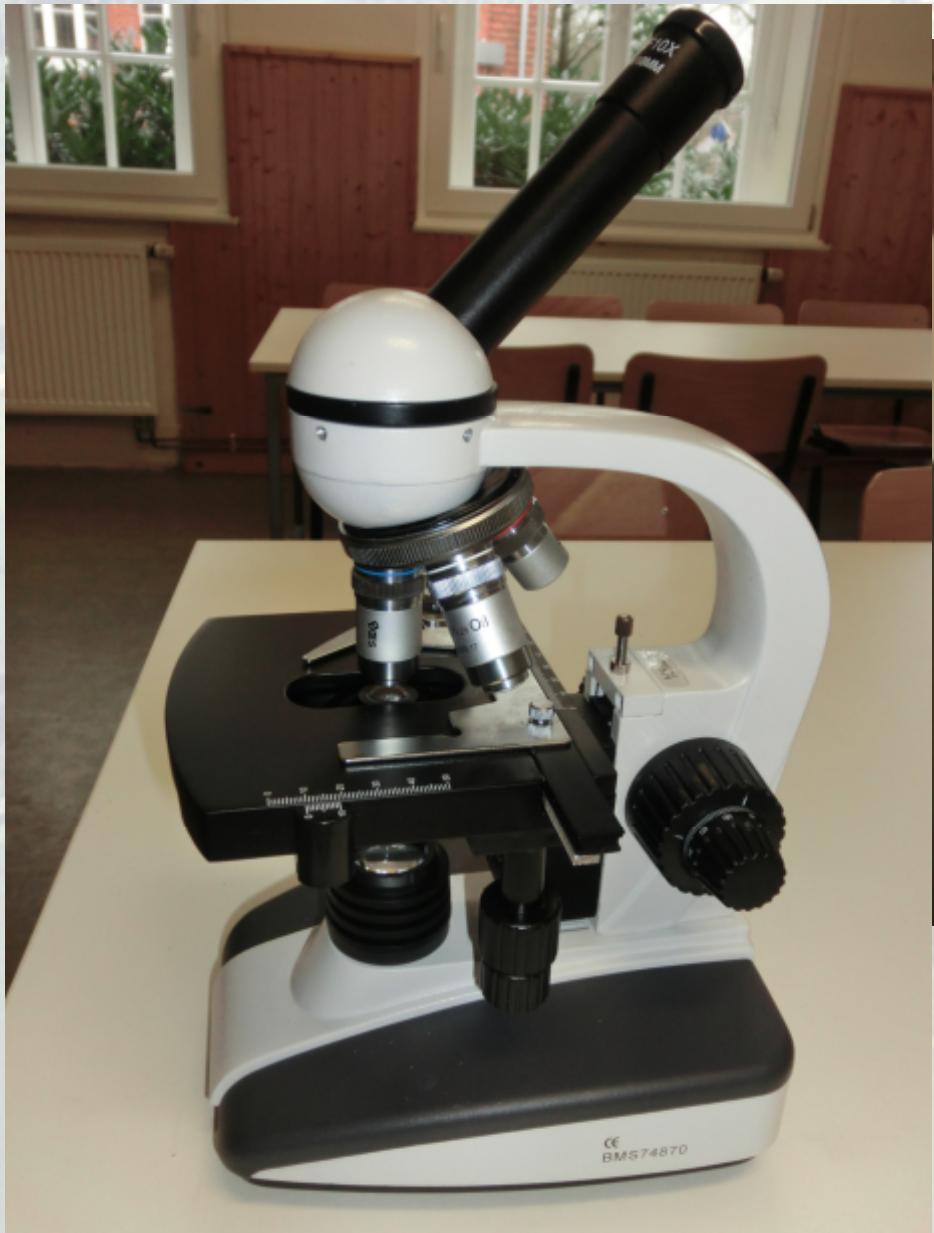


Rolf Wellinghorst



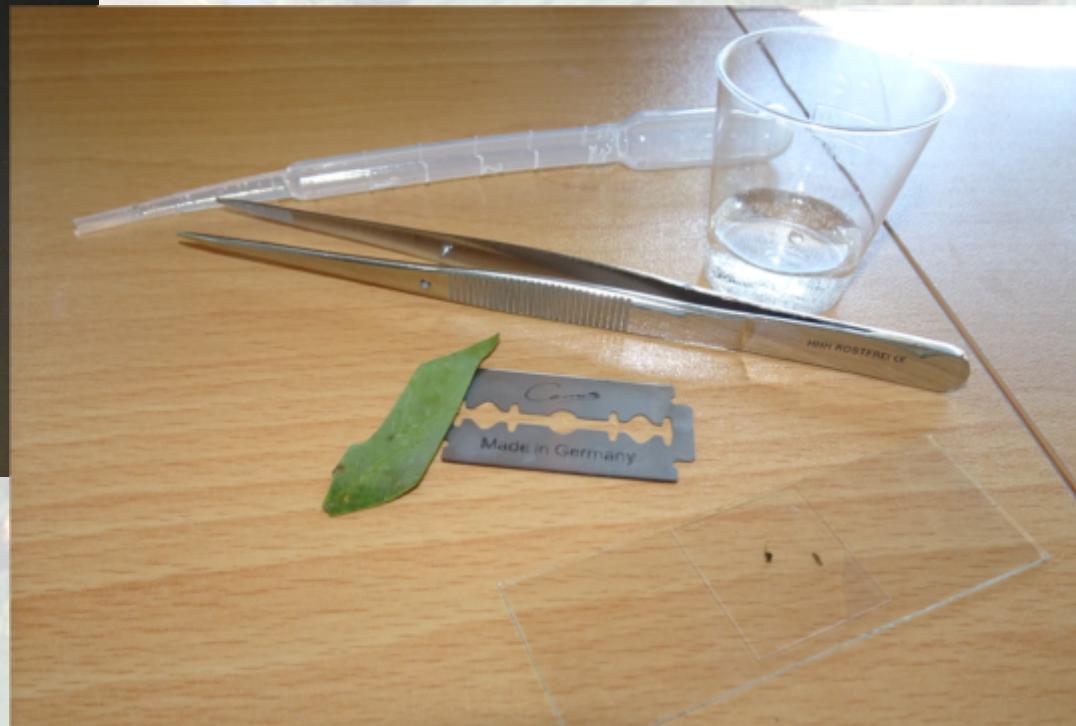
Einführung in die Mikroskopie: Welches Mikroskop würdest du kaufen? 1200-fache Vergrößerung mit Zubehör für 29 Euro oder 400-fache Vergrößerung ohne Zubehör für 500 Euro? Das Wichtigste ist die Warnung vor dem Fehlkauf!

# Geräteauswahl Mikroskop



**Preiswertes Mikroskop mit  
Kreuztisch und Ölimmersionsobjektiv  
– Preis max. 500 Euro**

# Zubehör Stereolupe



**Kleine Petrischalen oder Well-Kammern zur Lagerung der Objekte,  
Wasser, Pinzette, Pipette, Rasierklinge, Präpariernadeln**

# **Pioniere der Bionik**



**Wellinghorst**

**- Leonardo da Vinci (1452-1519)**

**Der Traum vom Fliegen.**

**Blätter, Flugfrüchte und Handschwingen des Vogelflügels als  
Vorbild für Flugapparate**

**Bionisches Produkt heute: z.B. Winglets an Tragflächen inspiriert  
durch**

**- Galileo Galilei (1564-1642) :**

**Mechanischer Aufbau von Pflanzen im Vergleich zu technischen  
Konstruktionen**

# Pioniere der Bionik

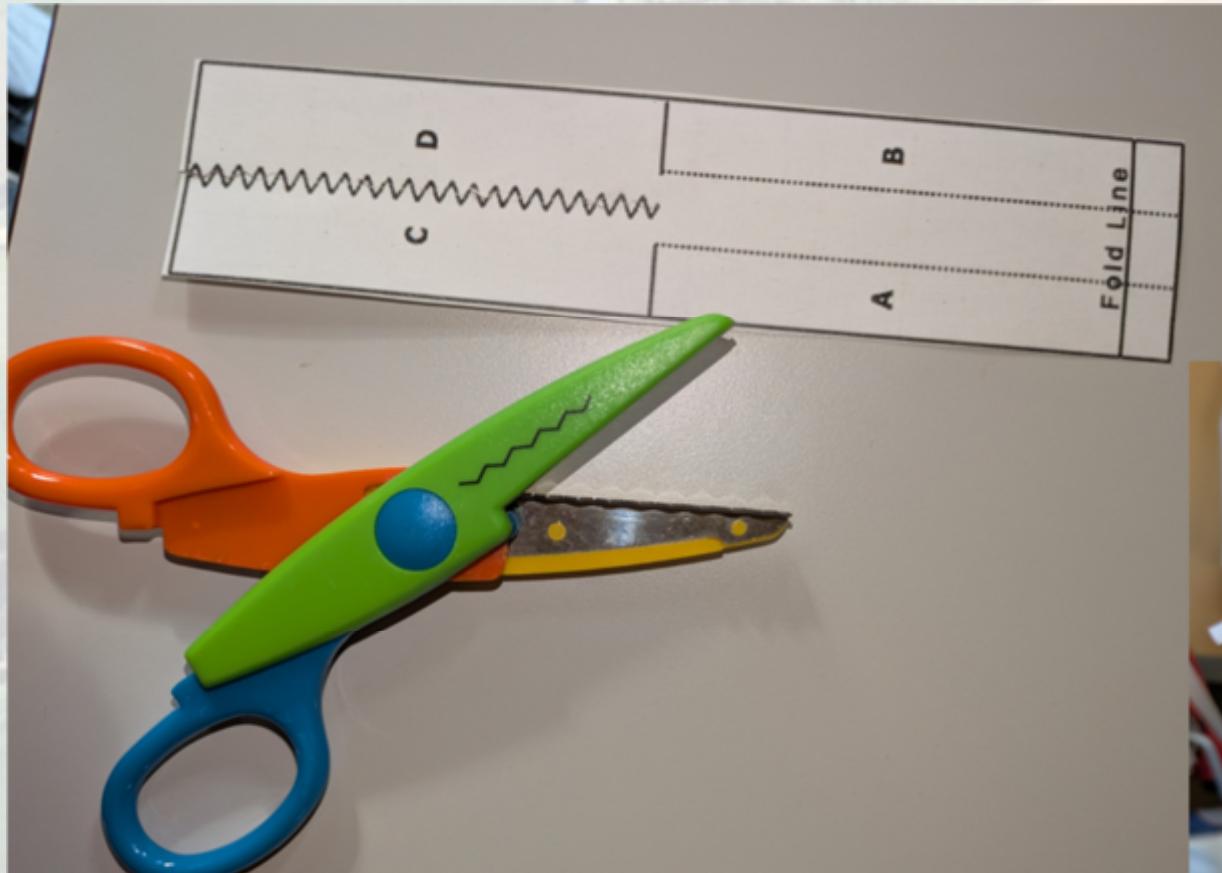


Der Vogelflug hat die Menschen  
schon immer fasziniert

# Pioniere der Bionik



Wellinghorst



**Baue das Modell eines Ahornsamens  
Propellerflugfrucht**

Kurs Bionik II der Heinrich Netheler Stiftung

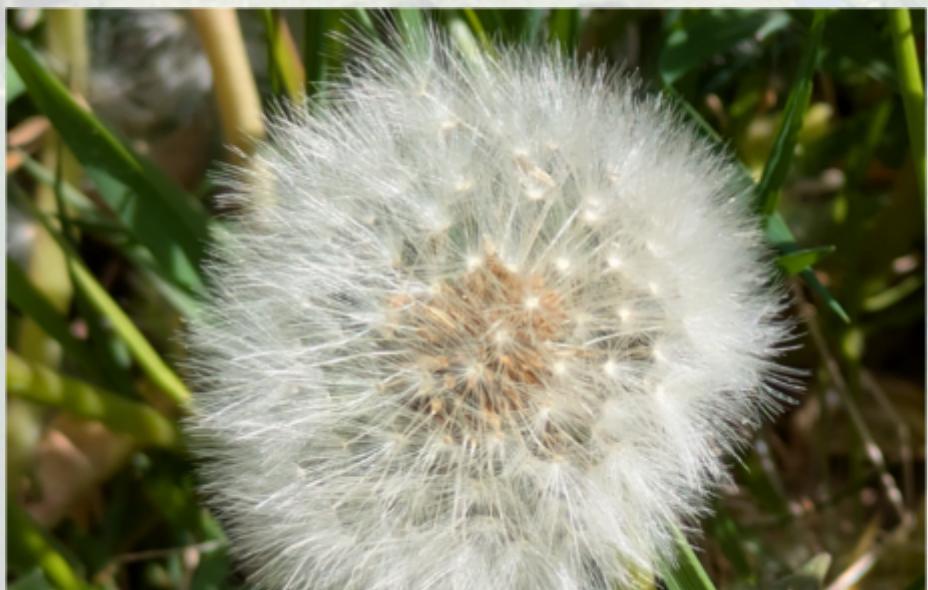
# Pioniere der Bionik



Wellinghorst

**Werde zum Pionier der Bionik und erforsche die Frucht des Löwenzahns als Beispiel für eine Flugfrucht. Wie würdest du vorgehen?**

**Material: Löwenzahnfrüchte, Lupe, Pinzette, Bleistift, Papier**



# Pioniere der Bionik



Wellinghorst

**Werde zum Pionier der Bionik und erforsche die Frucht des Löwenzahns als Beispiel für eine Flugfrucht. Wie würdest du vorgehen?**

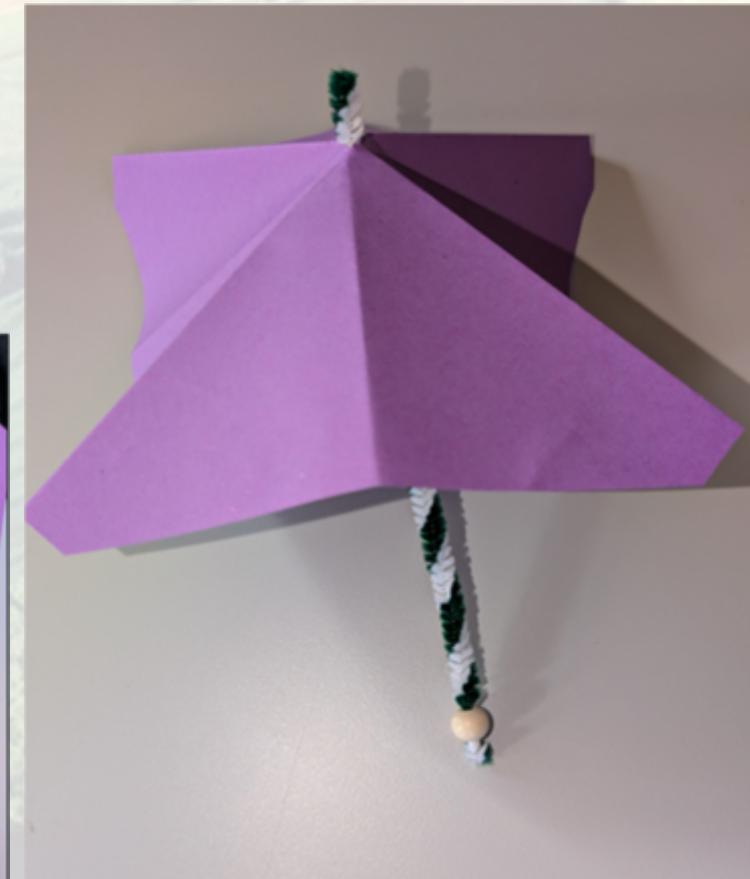
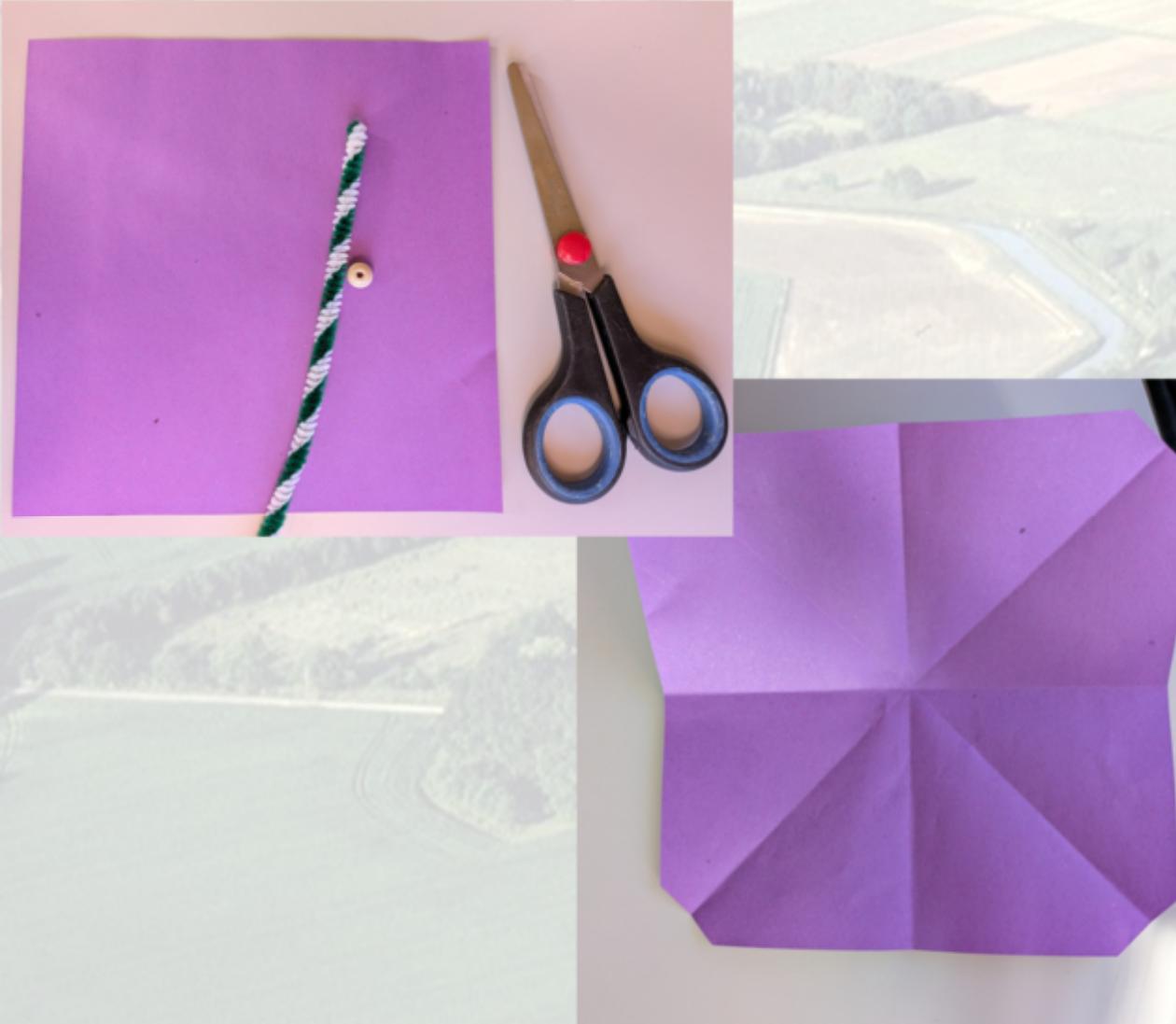
- 1. Fasse eine Löwenzahnfrucht mit der Pinzette und lasse sie etwa einen Meter fallen. Beobachte den Flug der Löwenzahnfrucht.**
- 2. Betrachte eine Löwenzahnfrucht mit der Lupe oder Stereolupe und beschreibe den Bau möglichst genau. Fertige ggf. auch Zeichnungen an.**
- 3. Erläutere, welche Funktion die beschriebenen und gezeichneten Strukturen haben.**
- 4. Notiere die Anwendungen der Strukturen in der Technik und fertige ggf. Modelle an.**

**Material: Löwenzahnfrüchte, Lupe, Pinzette, Bleistift, Papier, ggf. Aufgabenblatt**

# Pioniere der Bionik



Wellinghorst



Kurs Bionik II der Heinrich Netheler Stiftung

**Modell Flugfrucht Löwenzahn: Von der Löwenzahnfrucht zum Fallschirmmodell – Papier falten und mit Pfeifenputzer und Holzkugel beschweren.**

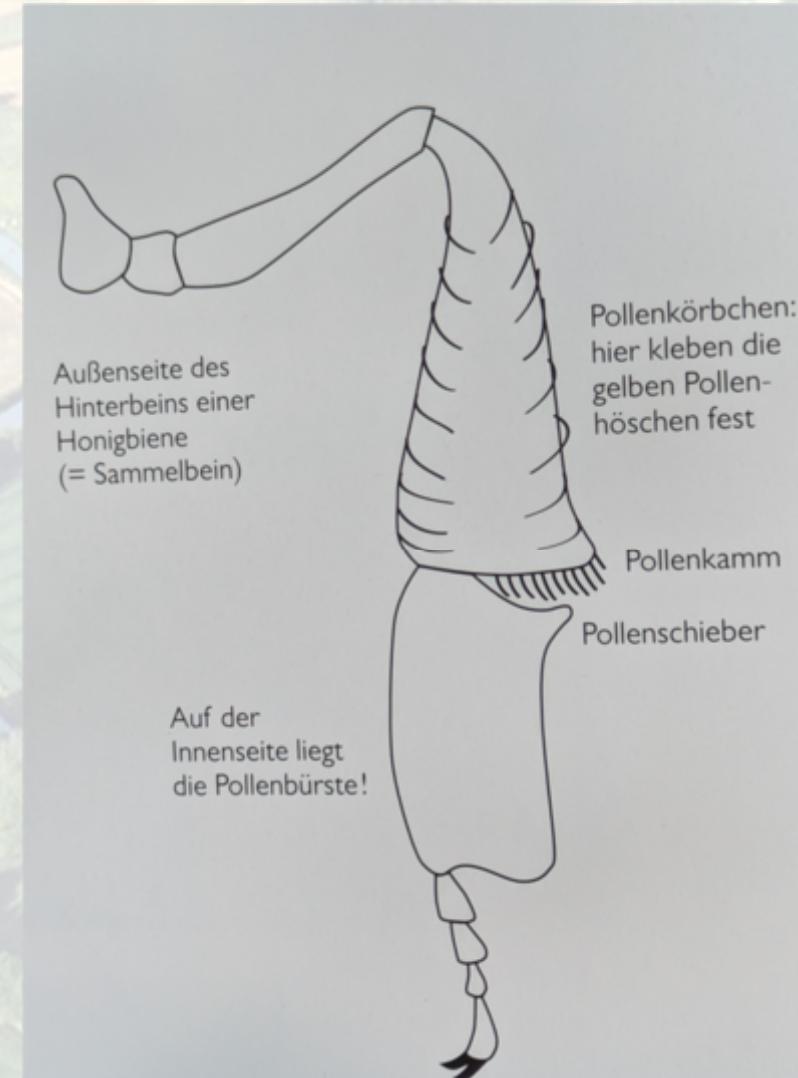


# Alltagsprodukte



**Welches Vorbild in der Natur könnte es für die abgebildeten  
Alltagsprodukte geben? Kamm und Bürste**

# Untersuchungsobjekt



**Honigbiene auf Apfelblüte (links) und Hinterbein.**

Foto rechts aus HECKER, K., HECKER, F. (2012): Mit Binokular und Lupe. – Haupt Verlag Bern Stuttgart Wien

# Aufgabe Hinterbein Honigbiene



Wellinghorst

- 1. Entferne von der Honigbiene mit Pinzette und Präpariernadel ein Hinterbein bei etwa 20-facher Vergrößerung. Beschreibe deine Beobachtungen und zeichne das Hinterbein.**
- 2. Entferne von der Honigbiene mit Pinzette und Präpariernadel den Bienenstachel bei etwa 20-facher Vergrößerung. Beschreibe deine Beobachtungen und zeichne den Stachel.**
- 3. Erläutere, welche Funktion die beschriebenen und gezeichneten Strukturen für die Honigbiene haben.**
- 4. Notiere die Anwendungen der Strukturen in der Technik.**

**Material: Honigbienen, GIDA Film Äußerer Bau Honigbiene**

Siehe auch: <https://www.bisa100.de/lernen/insekten/bau-und-lebensweise/56-bisa/beobachten-erkennen/lebewesen-entdecken/marienk%C3%A4fer/216-marienk%C3%A4fer-aufbau-%C3%BCbersicht>

# Untersuchungsobjekt Käfer



**Käfer**

# Aufgaben (Lauf)Käfer



Wellinghorst

- 1. Betrachte den Käfer. Nenne äußere Merkmale, die als Vorbild für technische Entwicklungen gedient haben könnten. Zeichne die Mundwerkzeuge des Käfers.**
- 2. Erläutere, welche Funktion die beschriebenen und gezeichneten Strukturen für die Insekten haben.**
- 3. Formuliere Hypothesen, wo die beschriebenen und gezeichneten Strukturen in der Technik umgesetzt worden sein könnten.**

**Material: Käfer, z.B. Maikäfer oder Laufkäfer**

**Der äußere Bau eines Maikäfers**  
**GIDA Film Insekten 1 Äußerer Bau  
eines Maikäfers**



# Lösungen (Lauf)Käfer



Wellinghorst

**1. Betrachte den Käfer. Nenne äußere Merkmale, die als Vorbild für technische Entwicklungen des Menschen gedient haben könnten. Zeichne die Mundwerkzeuge.**

**2. Erläutere, welche Funktion die beschriebenen und gezeichneten Strukturen für die Insekten haben.**

**3. Formuliere Hypothesen, wo die beschriebenen und gezeichneten Strukturen in die Technik umgesetzt worden sein könnten.**

**Zu 1. Panzer, Facettenauge, Antenne**

**Zu 2. Panzer: Schutz, Fecettenauge: Lichtdetektion, Antenne: Sinnesorgan zum Riechen, Schmecken usw., Mundwerkzeuge: Beißen und Zerkleinern der Nahrung**

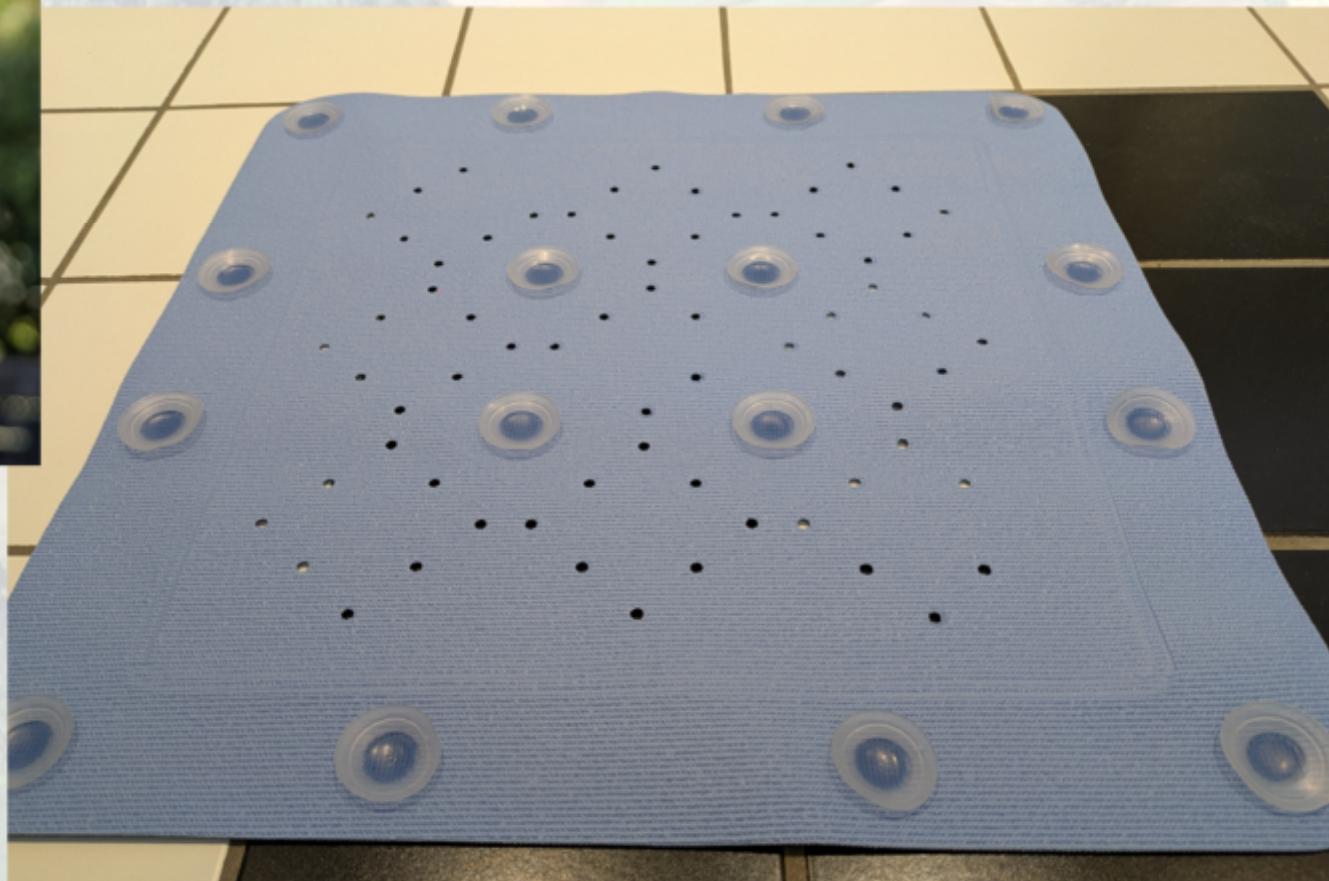
**Zu 3. Rüstung: Schutz, Kamerachip: Lichtdetektion, Antenne in der Technik: Empfang von Signalen (Radio, Fernseher, Smartphone), Beißende Mundwerkzeuge: Kneifzange**



# Funktion der Technikprodukte



Wellinghorst



**Saugnäpfe, Saugball, Duschwannenmatte,  
Seifenhalter**

# Untersuchungsobjekt



Finde heraus, um was es sich bei dem Untersuchungsobjekt handelt

# Aufgaben Libellenkörper



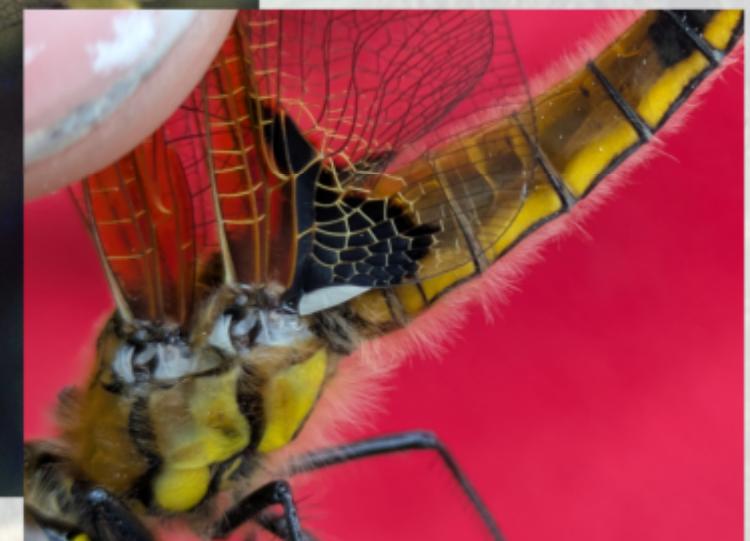
Wellinghorst

- 1. Betrachte den Libellenkörper in der folgenden Abbildung. Sieh dir dir das Innere von Brust und Hinterleib genau an. Beschreibe deine Beobachtungen und zeichne einen Ausschnitt des Hinterleibs.**
- 2. Erläutere, welche Funktion die beschriebenen und gezeichneten Strukturen für die Libelle haben.**
- 3. Formuliere Hypothesen, wo die beschriebenen und gezeichneten Strukturen in die Technik umgesetzt worden sein könnten.**

# Funktion Luftsäcke Vierflecklibelle



Wellinghorst



Weshalb fliegen Libellen immer dann, wenn die Sonne scheint?

# Lösung zu Luftsäcken im Libellenkörper



Wellinghorst

- 1. Betrachte den Libellenkörper in der folgenden Abbildung. Sieh dir dir das Innere von Brust und Hinterleib genau an. Beschreibe deine Beobachtungen und zeichne einen Ausschnitt des Hinterleibs.**
- 2. Erläutere, welche Funktion die beschriebenen und gezeichneten Strukturen für die Libelle haben.**
- 3. Formuliere Hypothesen, wo die beschriebenen und gezeichneten Strukturen in die Technik umgesetzt worden sein könnten.**

- 1. Im Hinterleib der Vierflecklibelle befinden sich Luftsäcke.**
- 2. Die erwärmte Luft in den Luftsäcken verleiht der Libelle einen Auftrieb.**
- 3. Die heiße Luft verleiht einem Heißluftballon oder Solarzeppelin den Auftrieb.**

# Funktion der Technikprodukte



Wellinghorst



1. Heißluftballon, 2. Solarzeppelin



Foto Solarzeppelin:  
[https://www.manufactum.de/  
solar-luftschiess-a79335](https://www.manufactum.de/solar-luftschiess-a79335)

# Untersuchungsobjekt



Finde heraus, um was es sich bei dem Untersuchungsobjekt handelt

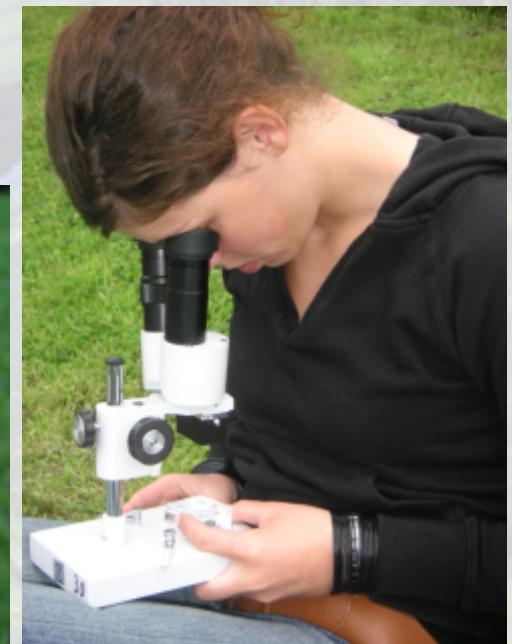
# Aufgaben Libellenlarve



Wellinghorst

- 1. Betrachte die Libellenlarve im Wasser. Beschreibe deine Beobachtungen zum Verhalten der Larve. Achte besonders auf den Beutefang und auf Veränderungen im Umfeld des Hinterleibs.**
- 2. Erläutere, welche Funktion die beschriebenen Verhaltensweisen für die Libellenlarve haben.**
- 3. Formuliere Hypothesen, wo die beschriebenen Verhaltensweisen in der Technik umgesetzt worden sein könnten.**

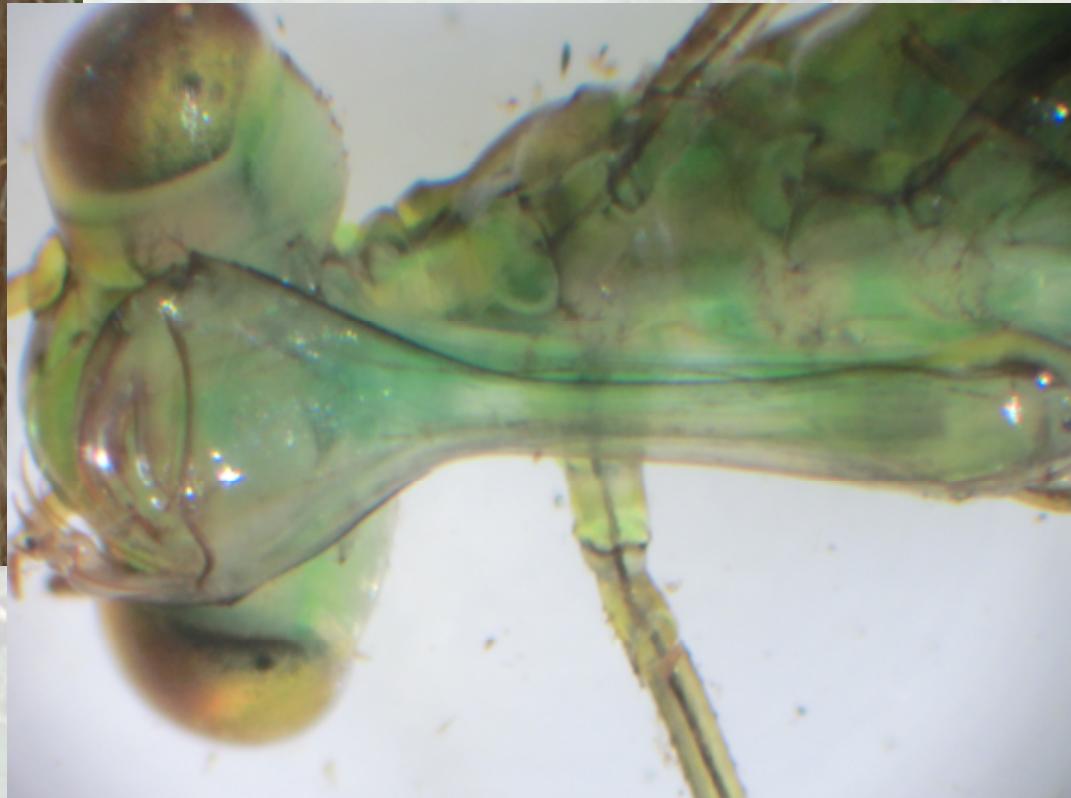
**Material: Libellenlarven, Film Libellenlarve**



# Funktion Fangmaske und Rückstoß



Wellinghorst



**Fangmaske: Ergreifen der Beute; Rückstoß: Fortbewegung, Flucht  
vor Feinden und Gasaustausch im Enddarm**



**Klappstuhl**

# Funktion der Technikprodukte



Wellinghorst



# Funktion der Technikprodukte



Wellinghorst



**Rakete, Düsentriebwerk, Modelle und aufgeblasener Luftballon**



# Untersuchungsobjekt



**Finde heraus, um was es sich bei dem Untersuchungsobjekt handelt**

# Aufgaben Samen und Früchte



Wellinghorst

- 1. Betrachte die verschiedenen Samen und Früchte insbesondere eine Mohnkapsel und Klettfrüchte. Sieh sie dir ggf. auch bei stärkerer Vergrößerung an. Beschreibe die Klettfrüchte genau und zeichne.**
- 2. Erläutere, welche Funktion die beschriebenen und gezeichneten Strukturen für die Pflanze haben könnten.**
- 3. Formuliere Hypothesen, wo die beschriebenen und gezeichneten Strukturen in die Technik umgesetzt worden sein könnten.**

**Material: Wiesenblumenmischung, Klettfrüchte, z.B. Große Klette, Mohnkapsel**

# Funktion Früchte



Wellinghorst



1. Jede **Mohnkapsel** ist mit einer Vielzahl von Samen gefüllt. Sobald die auf einem langen Stängel sitzende reife Mohnkapsel durch Wind oder Berührung bewegt wird, werden die Samen durch kleine Poren am oberen Ende der Kapsel herausgeschleudert und gleichmäßig auf der Erde verteilt.
2. Streift ein Tier mit seinem Fell an einer **Klettfrucht** vorbei, bleiben der Samen am Fell hängen und werden so im Umfeld der Mutterpflanze verteilt.

# Funktion der Technikprodukte



Wellinghorst



1. In seinem Werk „Die Pflanze als Erfinder“ schildert France: „Ich zeichnete einen **Streuer für Salz**, für Puder und sonstige medizinische Zwecke nach dem Modell der Mohnkapsel und meldete das 1919 als Erfindung an.“
2. **Klettverschlüsse** werden an Taschen, Schuhen und vielen anderen Orten als Verschluss oder zur Befestigung verwendet.



# Untersuchungsobjekt



**Finde heraus, um was es sich bei dem Untersuchungsobjekt handelt**

# Aufgaben Mundwerkzeuge Zecke



Wellinghorst

- 1. Betrachte die Mundwerkzeuge der Zecke mit dem Mikroskop. Sieh sie dir auch bei stärkerer Vergrößerung an. Beschreibe deine Beobachtungen und zeichne die Mundwerkzeuge.**
- 2. Erläutere, welche Funktion die beschriebenen und gezeichneten Mundwerkzeuge für die Zecke haben. Beschreibe die Entfernung einer Zecke aus deiner Haut genau.**
- 3. Formuliere Hypothesen, wo die beschriebenen und gezeichneten Strukturen in die Technik umgesetzt worden sein könnten.**

**Material: in Alkohol eingelegte Zecke, Pinzette, Objektträger und Deckglas; alternativ Zeckenpräparat**



Dübel

# Funktion der Technikprodukte



Wellinghorst



# Aufgaben: Blatt Kohl oder Kapuzinerkresse



Wellinghorst

- 1. Gib mit der Pipette Wassertropfen auf die Blattoberfläche und beschreibe deine Beobachtungen, den Lotuseffekt.**
- 2. Erläutere unter Einbeziehung der Abbildungen, welche Funktion die beschriebenen Eigenschaften für die Pflanze haben.**
- 3. Formuliere Hypothesen, wo die beschriebenen Eigenschaften in die Technik umgesetzt worden sein könnten.**

**Material: Wasser, Pipette, Blätter von Kohl, Kapuzinerkresse usw.**



BRÜCKER L.A.N.D.  
ücker Kreisblatt

hale  
haft:  
vorbei  
ten eingetrübt



Wellinghorst

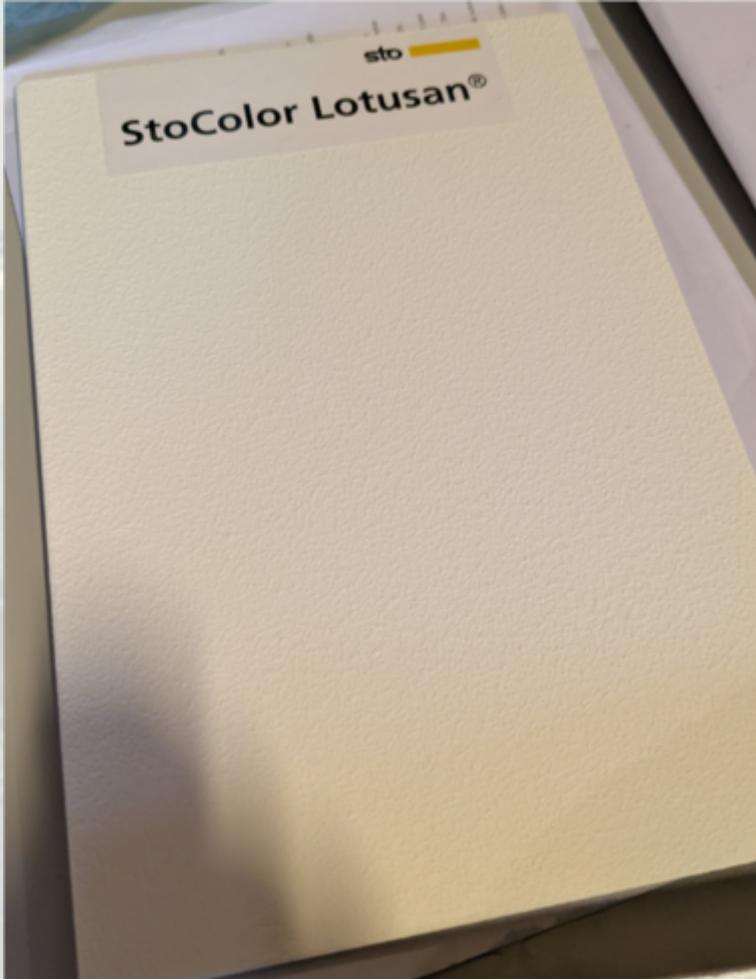


**Wasserabstoßung (hier Blätter von Kapuzinerkresse, Kohl und Salbei) führt zur Oberflächenreinigung des Blattes - Lotuseffekt**

# Funktion der Technikprodukte



Wellinghorst



Oberflächenreinigung, z.B. durch Lotuseffekt Lotusan Wandfarbe

# Modellversuch Lotuseffekt unter Wasser



Wellinghorst



Biokon und Kurs Bionik II der Heinrich Netheler  
Stiftung

**Modellversuch zum Lotus-Effekt unter Wasser?** Material: CD mit  
eingeklebtem Flaschenverschluss und Luftballon. Ergebnis: Eine  
Luftschicht zwischen zwei Gegenständen erhöht die Gleitfähigkeit.  
Anwendung: z.B. Beschichtungen für Schiffsrümpfe führt zu weniger  
Treibstoffverbrauch und verhindert biogene Ablagerungen.

# Untersuchungsobjekt



**Finde heraus, um was es sich bei dem Untersuchungsobjekt handelt**



# Untersuchungsobjekt



Finde heraus, um was es sich bei dem Untersuchungsobjekt handelt

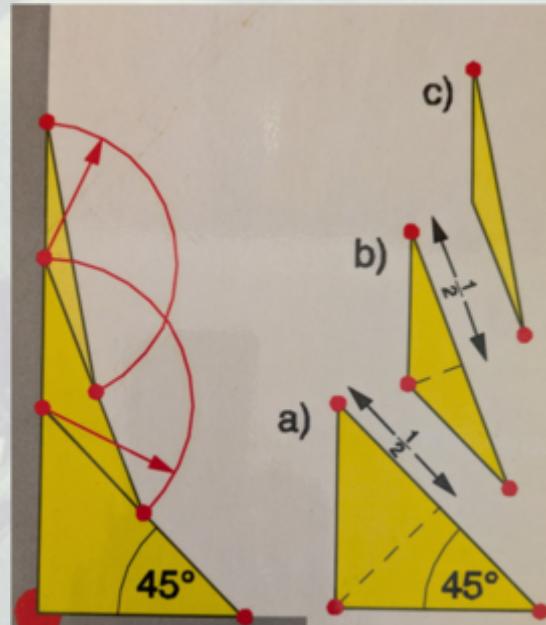
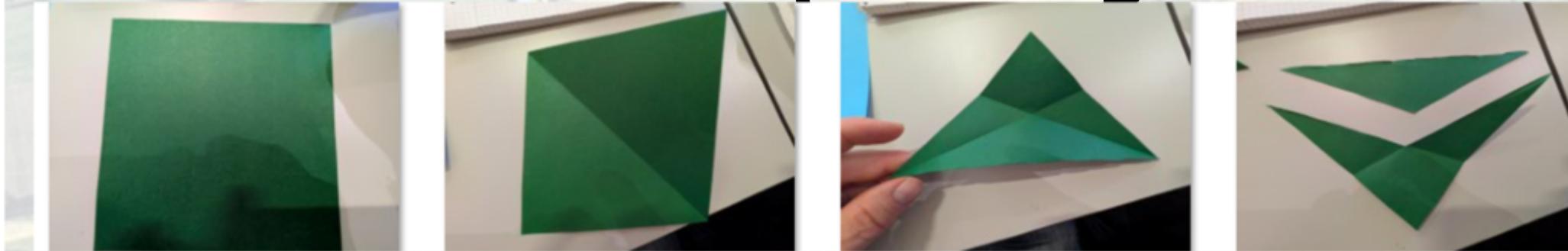
# Untersuchungsobjekt



**Durch Jahresringe wird die Wachstumsstrategie der Bäume dokumentiert.**

1. **Welche Ursache hat die unterschiedliche Dicke der Jahresringe in einer Baumscheibe?**
2. **Welche Ursache hat die unterschiedliche Dicke eines Jahresringes an verschiedenen Stellen?**

# Zugdreieck-Methode verhindert Kerbspannungen



**Aus Dreiecken(oben)  
entsteht eine  
natürliche Kerbform**

Kurs Bionik II der Heinrich  
Netheler Stiftung

**Die Wuchsform von Bäumen und die Leichtbauweise der Knochen waren bereits in den 1980er Jahren Ideengeber für Claus Mattheck (Karlsruher Institut für Technologie) zur Entwicklung von Methoden zur Gestaltoptimierung technischer Bauteile. Er konnte nachweisen, dass Strukturen bei geringstem Materialeinsatz stark beanspruchter sind, wenn überall gleiche Spannungen herrschen.**

**Eine Tafel Schokolade zerbricht am ersten an den Kerben. So ist es überall in der Natur. Kerbspannungen sind also zu vermeiden. Mit der im Film vorgestellten Zugdreiecksmethode kann man Kerbspannungen (nach dem Konzept der Werkstoffprüfung zur Ermüdungsfestigkeit und Lebensdauer) stark minimieren, indem man die in Kerben wirkenden Kräfte ableitet. Normalerweise führen hohe Belastungen genau an diesen kerbspannungsreichen Stellen – eben den Kerben – zu Rissen und damit schließlich zum Bruch von Bauteilen. Die neu entwickelte „Zugdreiecks“-Methode, die das zu verhindern vermag, wird hier vorgestellt und von den Schülern in interessanten Experimenten erarbeitet. Sie orientiert sich an der Wachstumsform eines Baumfußes.**

# **Exkursion in die Natur**



**Wellinghorst**

**Sammle im Rahmen einer Exkursion  
Naturmaterialien, die als Vorbild für Produkte in  
der Technik oder auch in der Chemie, Medizin usw.  
gedient haben könnten.**

**Stelle der Gruppe die von dir gesammelten  
Naturmaterialien vor. Beschreibe kurz, worum es  
sich jeweils handelt und für welches Produkt es  
jeweils Vorbild gewesen sein könnte.**

# Danke für euer Interesse

Weitere Infos: [www.rolf-wellinghorst.de](http://www.rolf-wellinghorst.de)

