



Rundgänge durch den Arzneipflanzengarten



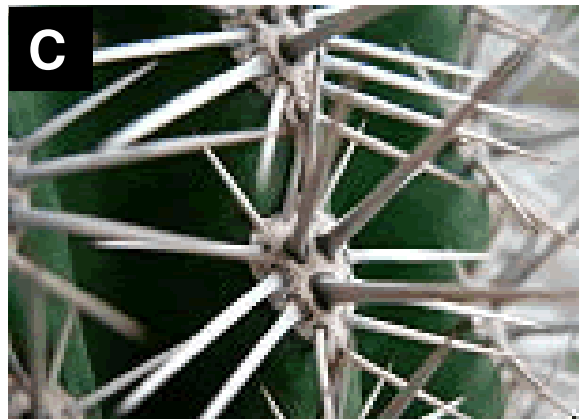
Rundgang: Chemische Ökologie

- Auf den Tafeln ① bis ⑭ werden die vielfältigen mechanischen und chemischen Strategien aufgezeigt, mit denen Pflanzen sich gegen hungrige Tiere und Mikroorganismen wehren.
- Viele der vom Menschen medizinisch genutzten „Wirkstoffe“ der Pflanzen entstanden im Laufe der Evolution unter dem Selektionsdruck der Tier- und Mikrowelt als pflanzliche „Wehrstoffe“.
- Die Wechselwirkungen zwischen Pflanzen- und Tierwelt hat zu vielfältigen Anpassungen geführt – einige werden vorgestellt.

1

Dornen und Stacheln

- Auffällige ‚mechanische Waffen‘ der Pflanze sind zu Dornen umgebildete Blätter (*Blattdornen*) (A und C) oder Sprosse (*Sprossdornen*) (B).
- Manche Pflanzen bilden *Dornenblätter* (E).
- *Stacheln* sind Auswüchse der äußeren Zellschichten von Blättern und besonders Sprossachse (D).
- Abwehrstrategie: Größere Tiere werden daran gehindert die Pflanze zu fressen. Eigene Erfahrung: Haben Sie mal Rosen geschnitten, auf einer Distel gegessen oder Brombeeren gepflückt?
- Beispiele
Sprossdornen: Feuerdorn, Weißdorn, Schlehe, Hauhechel (B)
Blattdornen: Berberitze (A), Kakteen (C), Christusdorn
Stacheln: Rose (D), Himbeere, Brombeere, Karde
Dornenblätter: Disteln (z.B. Marindistel), Stechpalme (E)



2

Haare

- Wirkungsvolle ‚mechanischen Waffen‘ der Pflanze sind Haare, die zumeist nur mit Hilfe einer Lupe oder des Mikroskops genau erkennbar sind. Es handelt sich um unverzweigte oder verzweigte, harte oder wollige, gelegentlich auch schildförmige Auswüchse der Epidermis von Sprossachse, Blatt, Blüte oder Frucht.
- Abwehrstrategie: Kleinere Tiere, wie Schnecken und Insekten werden beim Aufkriechen (Käfer, Schnecken) und Landen (fliegende Insekten) behindert und damit vom Fressen abgehalten.

- Beispiele

Wollhaare (A): Brombeere

Schildhaare (B): Ölweide, Rhododendron

Büschelhaare (C): Malven

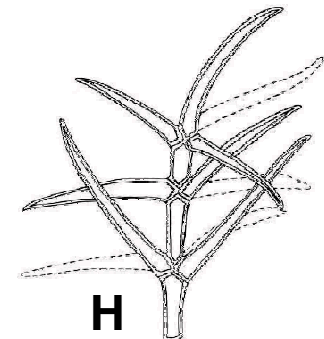
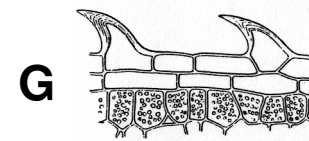
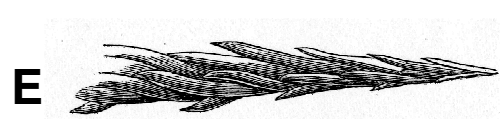
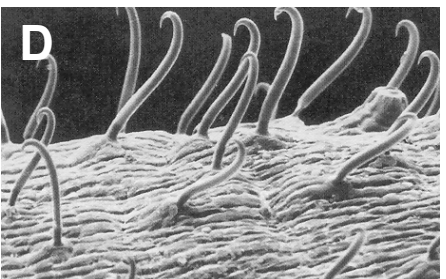
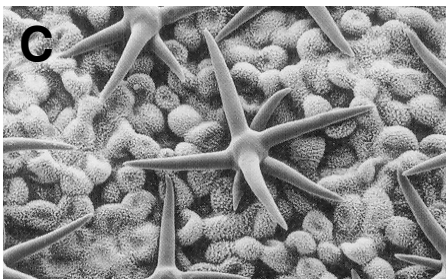
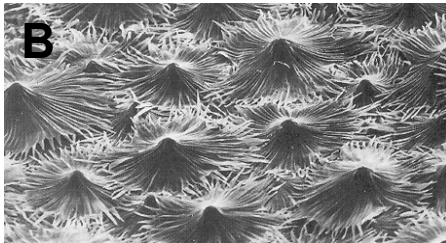
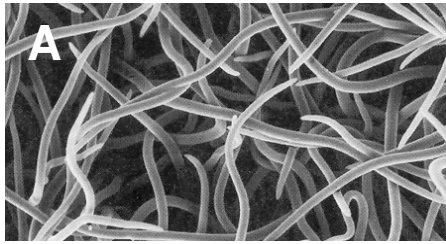
Hakenhaare (D): Gartenbohne

Angelborsten (E): Opuntien und andere Kakteen

Borstenhaare (F) Raublattgewächse, wie Beinwell oder Boretsch

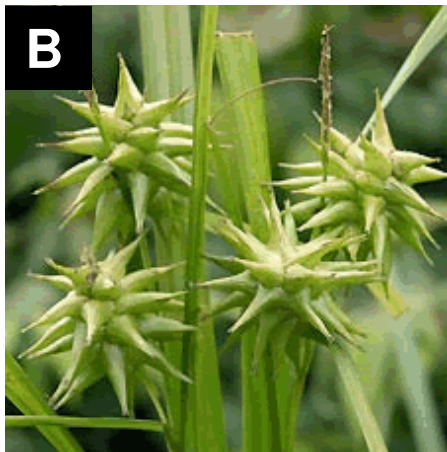
Eckzahnhaare (G) Gräser, Sauergräser

Etagenhaare (H): Lavendel, Königskerze



3

Verkalkung und Verkieselung



➤ Schachtelhalme und viele Gräser fühlen sich hart und rau an. Dies liegt an der Einlagerung von Kieselsäure in die Zellwände ihrer Stängel und Blätter. Andere Pflanzen fühlen sich rau an, weil sie verkalkte Haare oder Kalkschüppchen besitzen. Die vorgegebene Bruchstelle der Brennhaare von Brennnesseln ist durch Verkieselung spröde (Station 5).

➤ Abwehrstrategie: Verkalkte und verkieselte Zellwände und Haare schützen wirkungsvoll vor Tierfraß. Besonders Schnecken und viele Insekten mögen die harten Gewebeteile nicht.

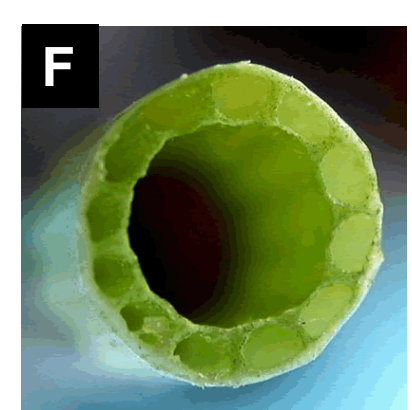
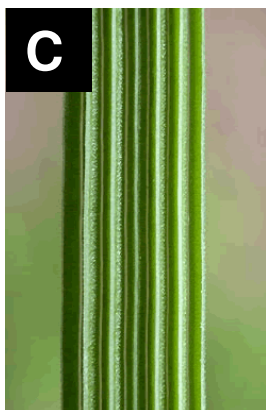
➤ Beispiele

Süßgräser (A): verkieselte Kurzzellen, scharfe Blattränder (C)

Sauergräser (B): scharfe u. schneidende (verkieselte) Blattränder

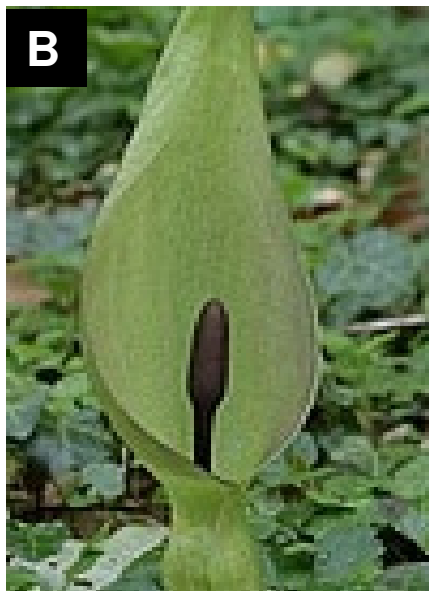
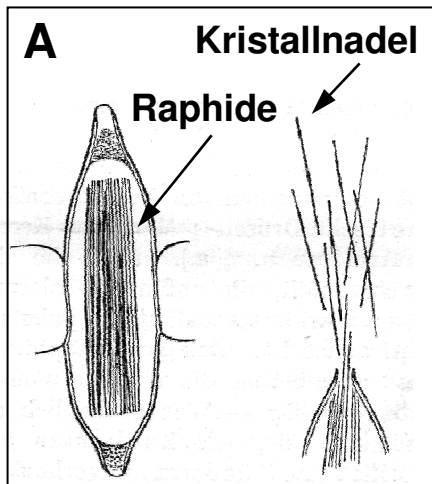
Schachtelhalme (D): Kieselpanzer (E und F)

Viele Kreuzblütler (Pastinak, Schöterich): Feilhaare mit Kalkhöckern

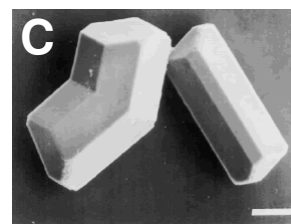
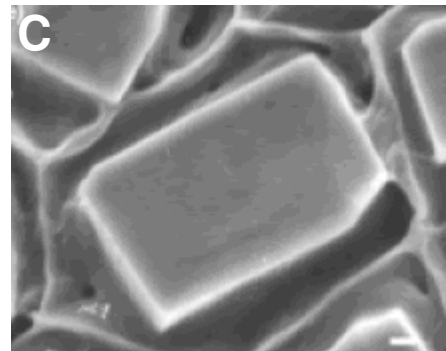


4

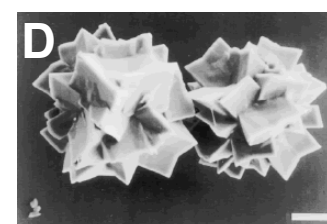
Verteidigung mit Kristallen



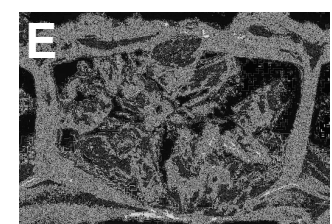
- Pflanzen aus verschiedenen Verwandtschaftskreisen enthalten besondere Schleimzellen mit Bündeln feiner Kristallnadeln (Raphiden) aus Calciumoxalat (A). Bei Verletzung der Zelle flutschen die Nadeln, begünstigt durch den Schleim, wie kleine Speere dem Angreifer entgegen und bohren sich in die Weichteile ihrer Fressorgane.
- Abwehrstrategie: Die Kristallnadeln verletzen große und kleine Fressfeinde und wirken damit abschreckend. Auch bei uns lösen die Raphidennadeln im Mund brennenden Schmerz aus. Probieren Sie es mal selbst mit einem kleinen Blattstück vom Aronstab (B)!
- Viele Pflanzen enthalten im Gewebe verteilte Kristallzellen. Diese Zellen können Einzelkristalle (C), Kristalldrüsen (D) oder Kristallsand (E) aus Calciumoxalat enthalten, die Fressfeinde abschrecken.
- Beispiele
Spinat, Rhabarber, Stachelbeeren, Sauerampfer



Einzelkristalle



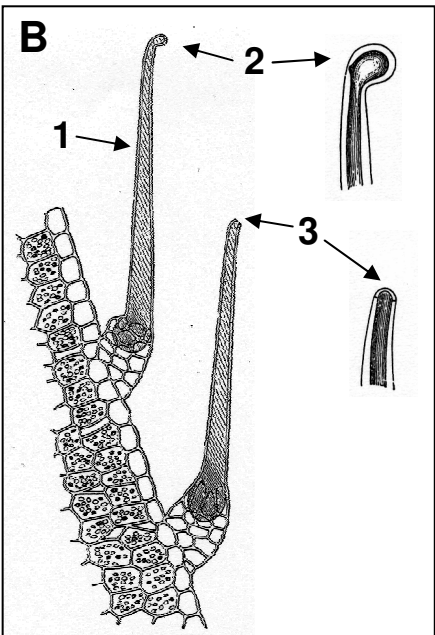
Kristalldrüsen



Zelle mit
Kristallsand

5

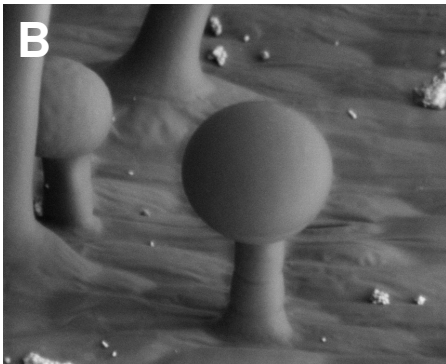
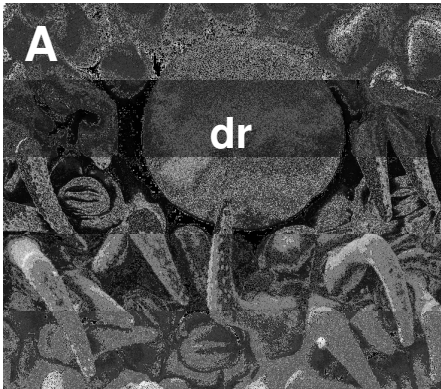
Brennhaare und Säurehaare



- Brennnesseln (A) besitzen Brennhaare (B1), die mit einer die Haut reizenden Lösung gefüllt und einem Köpfchen (B2) verschlossen sind.
- Bei leichter Berührung bricht das Köpfchen ab und das nun offene Haar dringt mit seiner scharfen, verkieselten Spitze (B3) wie eine Impfnadel in die Haut ein und injiziert seinen Inhalt.
- Bei einigen Pflanzen sind vor allem Blütenstiele mit Haaren besetzt, die über ihre offene Spitze ein saures Sekret ausscheiden. Das saure Sekret kann man mit der Zunge schmecken und seinen Säuregrad mit pH-Papier messen.
- Abwehrstrategie: Mit Brennhaaren oder Säurehaaren besetzte pflanzliche Organe werden von Tieren wegen ihrer Reizwirkung gemieden. Besonders Schnecken und flugunfähige Insekten, die die Pflanze „zu Fuß“ besteigen wollen, werden wirksam abgewehrt.
- Beispiele
 - Brennhaare: Brennnesseln und einige weitere Pflanzen
 - Säurehaare: Weidenröschen, Nachtkerzen und Hexenkraut

6

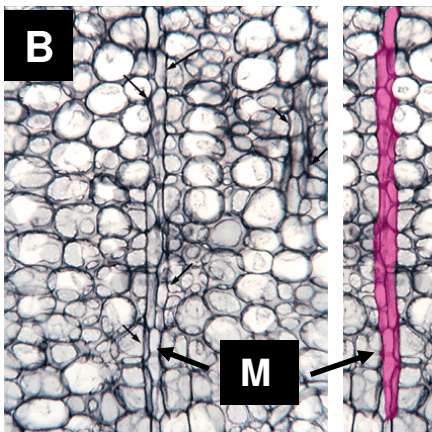
Drüenschuppen & Drüsenhaare



- Die Oberflächen vieler Pflanzen sind mit vielfältig gebauten Drüenschuppen (A) und Drüsenhaaren (B, C) besetzt. Drüsenhaare tragen meist auf ein- bis mehrzelligen Stielen eine oder mehrere köpfchenförmige Drüsenzellen. Die Drüenschuppen (dr) liegen wie Tellerminen unmittelbar auf der Epidermis. Die Drüsenzellen enthalten unter einem Häutchen (Cuticula) stark riechende oder klebrige, fettlösliche Exkrete, die bei Berührung oder Verletzung der Drüsenzellen freigesetzt werden.
- Sehr charakteristisch sind die zumeist in Drüenschuppen angesammelten, leicht flüchtigen, stark riechenden ätherischen Öle.
- Abwehrstrategie: Mit Drüsenhaaren oder Drüenschuppen besetzte pflanzliche Organe bilden durch Klebrigkeit, und abschreckenden oder reizenden Geruch (ätherische Öle) einen wirkungsvollen Schutz vor allem gegen Angriffe durch kleinere Herbivoren wie Schnecken und Insekten.
- Beispiele
 - Drüenschuppen: Lippenblütler und Korbblütler
 - Drüsenhaare: Storchschnabel, Tabak, Tomate und andere

7

Milchsäfte



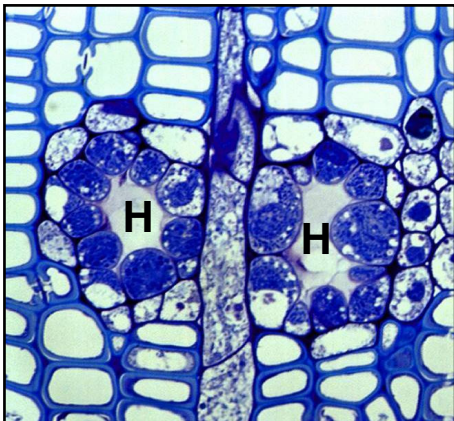
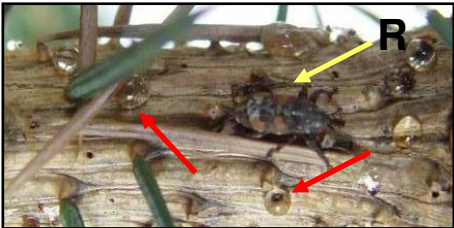
- Milchsaft wird in miteinander verbundenen schlauchartigen Zellen, den Milchröhren, gespeichert. Die Milchröhren (M) durchziehen das Gewebe der ganzen Pflanze.
- Wird eine Milchröhre z. B. durch einen Insektenbiss verletzt, so quillt der unter Druck stehende Milchsaft dem Fressfeind entgegen (A).
- Abwehrstrategie: Alle Milchsäfte härten an der Luft und werden rasch klebrig und fest. Sie machen dadurch angreifende Insekten bewegungsunfähig oder verkleben ihre Mundwerkzeuge. Zusätzlich wirken viele Milchsäfte durch hautreizende oder giftige Stoffe abschreckend auf Angreifer.
- Milchröhren kommen in verschiedenen Pflanzenfamilien vor. Die stoffliche Zusammensetzung der Milchsäfte kann deshalb sehr unterschiedlich sein. Die Abwehrstrategie ist immer die gleiche.

Beispiele

- Korbblütler: Löwenzahn, Wegwarte, Lattich,
- Mohngewächse: Schlafmohn (A), Schöllkraut, Federmohn
- Wolfsmilchgewächse: Wolfsmilcharten, Kautschuk-Baum
- Hundsgiftgewächse: Oleander, Seidenpflanze

8

Balsame und Harze



- Balsame sind fettlösliche Exkrete, die in Harzkanälen gespeichert werden. Gebildet werden sie in Drüsenzellen, die die Harzkanäle auskleiden. Harzkanäle findet man in den meisten Nadelbäumen, wo sie in allen Pflanzenteilen vorkommen.
- Wird ein Harzkanal durch den Angriff z. B. eines Rüsselkäfers (R) verletzt, so quillt der unter Druck stehende Balsam in kleinen Tröpfchen (→) dem Angreifer entgegen.
- Abwehrstrategie: Balsam besteht aus einem flüssigen, leicht flüchtigen ätherischen Öl und dem darin gelösten Harz. Durch Verdampfen des ätherischen Öls an der Luft geht der Balsam in das klebrige, rasch härtende Harz über. Angreifende Insekten werden verklebt, bewegungsunfähig gemacht und eingeschlossen.
- Viele Nadelbäume bilden bei Befall durch Insekten (z.B. Borkenkäfer oder Rüsselkäfer) zusätzliche Harzkanäle (H) und verstärkt Balsam.

Beispiele

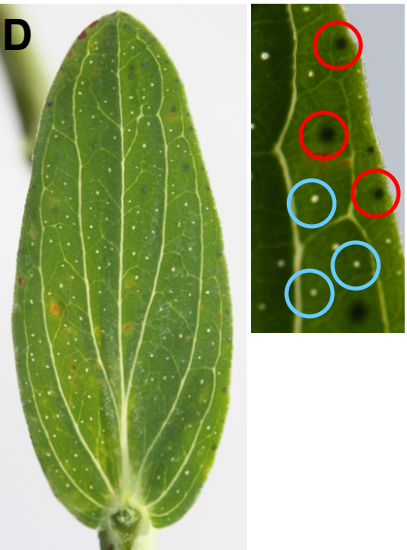
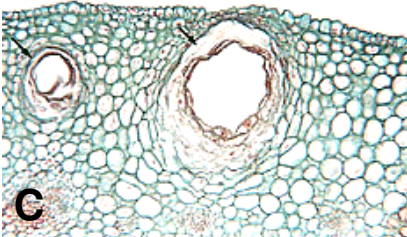
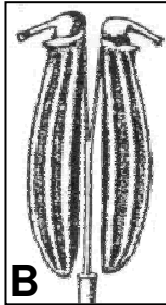
- Nadelbäume: Kiefer, Fichte, Tanne, Eibe, Wachholder
- Bernstein: fossiles Baumharz, oft mit eingeschlossenen Insekten

Bernstein



9

Lipophile Exkrete & ätherische Öle



- **Fettlösliche (lipophile) Exkrete** werden meistens in extrazellulären Räumen angehäuft. Wir kennen bereits Drüsenschuppen, Drüsenhaare (Station 6) und Harzgänge (Station 8). Hinzu kommen nun große Ölbehälter (Ö) und Ölgänge.
- Seltener werden lipophile Exkrete in Zellen gespeichert, die meist absterben und durch verkorkte Wände abgeschottet werden.
- Ätherische Öle können außer in Drüsenschuppen (Station 6) auch im Gewebe in Ölzellen oder großen Ölbehältern (Ö) vorkommen.
- **Strategie:** Ätherische Öle und die meisten nicht flüchtigen lipophilen Exkrete wirken hautreizend oder giftig und damit abschreckend auf Pflanzenfresser. Viele Öle hemmen gleichzeitig das Wachstum von Bakterien und Pilzen und damit mikrobiellen Pflanzenschädlingen.

Beispiele

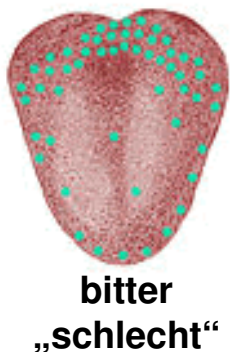
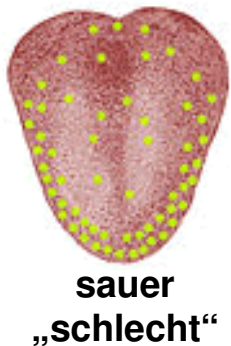
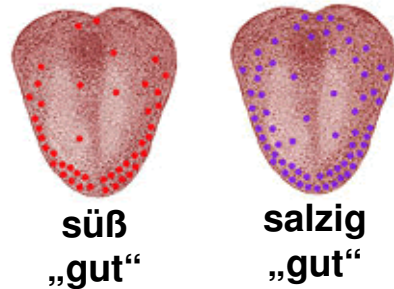
- Ölgänge / Ölstriemen (ätherisches Öl): Früchte der Doldenblütler (B)
- Ölbehälter (ätherisches Öl): Zitrusfrüchte A, C), Weinraute
- Ölbehälter (nicht flüchtiges Öl): Johanniskraut (D) mit zwei Sorten n von Ölbehältern:
 - dunkle Ölhälter, häufig auch im Blütenbereich mit rotem Öl
 - helle Ölbehälter mit klarem Öl (Blatt erscheint perforiert)
- Ölzellen: Kalmus, Baldrian, Ingwer

10

Bitter-, Scharf- und Reizstoffe

Es geht um Stoffe, die einem Tier bereits beim ersten Biss signalisieren „hau ab, ich bin ungenießbar“.

Alle Tiere besitzen Sinnesorgane zur Wahrnehmung von Geruch Geschmack, Wärme, Kälte und Schmerz. Die Stoffe wirken in unterschiedlicher Weise auf die Sinnesorgane, signalisieren aber stets Gefahr:



- Bitterstoffe erregen Geschmacksrezeptoren auf der Zunge oder bei Insekten im Bereich ihrer Mundwerkzeuge
- Scharfstoffe erregen Wärme und Schmerzrezeptoren auf der Haut, sie vermitteln oft das Empfinden von Wärme (Scharfer Paprika!)
- Reizstoffe reizen die Haut, vor allem die empfindlichen Schleimhäute im Mundraum, in den Bronchien und im Magen-Darm-Bereich. Besonders empfindlich reagiert das Auge (Zwiebel!)

Beispiele

- Bitterstoffe: Enzian, Tausendgüldenkraut, Wermut, Giftpflanzen
- Scharfstoffe: Mauerpfeffer, Paprika, Pfeffer, Ingwer
- Reizstoffe: Pflanzen mit ätherischen Ölen, Senfölen, Lauchölen und Saponinen (Station 12)

11

Flavonoide, Gerbstoffe und E210



Halbaffen (Coquerel's Sifaka)



Preiselerbeeren mit „E210“

- Flavonoide kommen in großer Vielfalt in Pflanzen vor. Sie können Bestäuber anlocken (Blütenfarbstoffe) oder Fressfeinde abwehren.
- Gerbstoffe dienten früher zum Gerben. Sie reagieren mit Hauteiweiß und überführen vergängliche Tierhäute in stabiles Leder.
- In gleicher Weise reagieren Gerbstoffe mit unseren Schleimhäuten. Wir kennen das zusammenziehende (adstringierende) Empfinden im Mund bei einer Tasse grünen Tee oder einem Glas „Chianti classico“.
- Gerbstoffe wirken antiseptisch und durch ihre adstringierende Wirkung fresshemmend auf Herbivore. Sie binden Nahrungseiweiß und reduzieren damit die Versorgung mit Eiweißbausteinen.
- Manche Tiere, wie einige Halbaffen, brauchen für die Darmhygiene Flavonoide und Gerbstoffe in ihrer Nahrung. Auch wir nutzen ihre positive Wirkung in Form von Nahrungsergänzungstoffen.
- Benzoesäure kommt z.B. in Preiselerbeeren vor. Sie wird unter Bezeichnung E210 zur Konservierung von Lebensmitteln verwendet. Benzoesäure wirkt antiseptisch und schreckt Fressfeinde ab.

Beispiele

- Flavonoide: verbreitet in allen Blütenpflanzen
- Gerbstoffe: weitverbreitet in Rosengewächsen, Eichen, Tee
- Benzoesäure u. einfache Phenole: Preiselbeere, Bärentraube

Pflanzliche Gifte

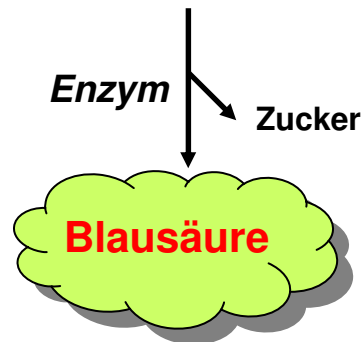


- Gifte sind Stoffe, die ein Lebewesen vorübergehend oder dauernd schädigen. Sie beeinträchtigen lebensnotwendige Vorgänge wie die Funktionen von Herz, Kreislauf und Nervensystem oder blockieren vitale Zellfunktionen.
- Die Strukturen der Gifte wurden im Zuge der Evolution optimiert. Ihre Wirkung ist auf „biochemische Achillesfersen“ der Pflanzen ausgerichtet.
- Viele Gifte schmecken bitter (Station 9) und warnen Fressfeinde.
- Strategie: Gifte schützen Pflanzen besonders nachhaltig. Sie sind die wirksamste Antwort der Pflanze auf Angriffe der Tier- und Mikrowelt. Je nach Wirkort unterscheiden sich Gifte in Struktur und Funktion mannigfaltig. Besonders häufig findet man Gifte unter den stickstoffhaltigen Alkaloiden, die vor allem Funktionen des tierischen Nervensystems stören können.
- Beispiele
 - Nervengifte: Tollkirsche, Eisenhut, Schierling, Tabak
 - Herzgifte: Fingerhut, Maiglöckchen, Oleander
 - Zellgifte: Eibe, Kornrade, Rizinus
 - Lebergift & Mutagen: Greiskraut, Wasserdost
 - Häutungshormon (Insekten): Tüpfelfarn, Günsel

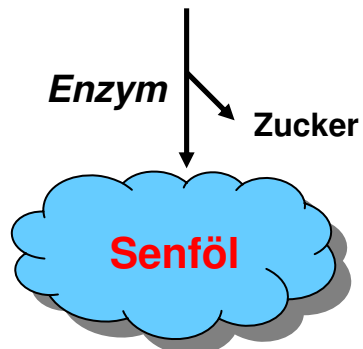
13

Chemische Bomben

Cyanogenes Glycosid



Glucosinolat



- Viele Wehrstoffe werden in der Pflanze in nicht wirksamer Form gespeichert. Erst bei Gewebeerletzung wird aus der harmlosen Vorstufe der abschreckend oder giftig wirkende Stoffe freigesetzt.
- Man spricht geradezu von einer chemischen Bombe, weil aus der stabilen Vorstufe (Sprengstoff) durch ein Enzym, das als Zünder wirkt, explosionsartig abschreckende oder giftige Produkte wie Blausäure oder Senföl freigesetzt werden.
- Sprengstoff und Zünder sind in der unverletzten Pflanze sorgfältig voneinander getrennt im Gewebe untergebracht. Sie kommen erst bei Gewebeerletzung miteinander in Kontakt.
- Abwehrstrategie: Die Pflanze erweitert ihre konstitutive Abwehr durch vorsorgliche Anhäufung eines stabilen Stoffes, aus dem nur im Ernstfall bei Verletzung ein aggressiver Gift- oder Schreckstoff freigesetzt wird.
- Beispiele
 - Blausäure aus cyanogenen Glycosiden: Pfirsich, Kirschlorbeer u.a.
 - Senföle aus Glucosinolaten: Senf, Meerrettich, Kapern, Kohl
 - Lauchöle aus geruchlosen Alliinenen: Knoblauch, Zwiebel, Bärlauch
 - Cumarin aus Melilotosid: Waldmeister, Steinklee, Ruchgras

14

Die Welt der Spezialisten



Minzkäfer



Lilienhähnchen



Kartoffelkäfer

- Zwischen Pflanzen- und Tierwelt besteht ein ständiger Kampf ums Überleben. In diesem Kampf überleben nur die Pflanze, denen es am besten gelingt dem Hunger ihrer Feinde zu entkommen. Unter den pflanzenfressenden Tieren überleben nur die, die es schaffen nicht zu verhungern. Kein Schutz ist absolut. Jede Abwehrstrategie der Pflanze bietet ihr nur so lange einen Schutz, bis es einem Gegenspieler gelingt die Abwehr zu überwinden.
- Bei Tieren unterscheidet man *Generalisten* und *Spezialisten*. Der Generalist frisst von vielen Pflanzen jeweils etwas. Der Spezialist hat die Abwehr einer Pflanze überwunden und nutzt diese nun als alleinige Futterpflanze. Der Spezialist mag seine Futterpflanze schädigen, er vernichtet sie jedoch nie, denn das Verschwinden der Futterpflanze wäre auch sein Ende.
- Beispiele für Spezialisten sind der auf *Eucalyptus*-Bäumen lebende australische Koala und der Pandabär, der sich fast nur von Bambus ernährt. Unter den Insekten gibt es viele Spezialisten.
- Beispiel für Futterspezialisten unter Insekten:
 - Minzkäfer (*Chrysolina coerulans*) auf Minze und Melisse. Gehen Sie im Arzneipflanzengarten mal auf Suche!
 - Lilienhähnchen (*Crioceris lili*) auf verschiedenen Lilien
 - Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*) auf Kartoffelpflanzen