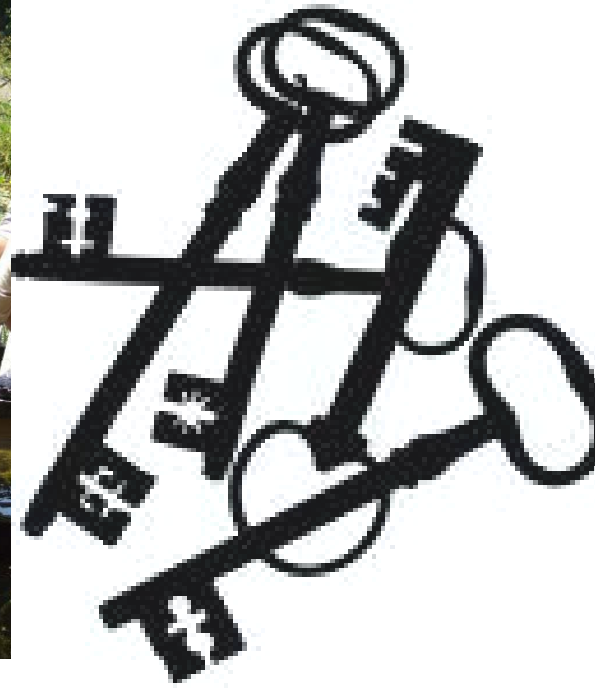


# Zugänge zur Biodiversität und die Suche nach dem passenden Schlüssel

Karlheinz Köhler





1. Public Awareness versus Plant Blindness und Wertschätzungsverlust
2. Erleben, erkunden, gestalten – Zugänge schaffen
3. Augen öffnen und Sehen lernen – empirische Befunde
4. Bestimmungsschlüssel – Universalwerkzeug oder Spezialistentool?
5. Welcher passt – Schlüsselkiste oder Schlüsselschrank?
6. Zum Beispiel Eikes Baumschule





1. Public Awareness versus Plant Blindness und Wertschätzungsverlust
2. Erleben, erkunden, gestalten – Zugänge schaffen
3. Augen öffnen und Sehen lernen – empirische Befunde
4. Bestimmungsschlüssel – Universalwerkzeug oder Spezialistentool?
5. Welcher passt – Schlüsselkiste oder Schlüsselschrank?
6. Zum Beispiel Eikes Baumschule

# Die Ausgangssituation



## Umweltgipfel Rio 1992: CBD

“Better biodiversity education would meet one of the goals set out in the Convention” (CBD 2000).

Vision der nationalen Strategie: Steigerung der Wertschätzung biologischer Vielfalt durch die Bevölkerung (BMU 2008).

# Biodiversität hat verschiedene Ebenen

Diversität der Ökosysteme

Diversität der Arten

Diversität der Erbanlagen



Alle Ebenen erfordern  
entsprechende  
Bestimmungshilfen





# Gründe für die geringe Formenkenntnis

Immer mehr Menschen leben in Städten.

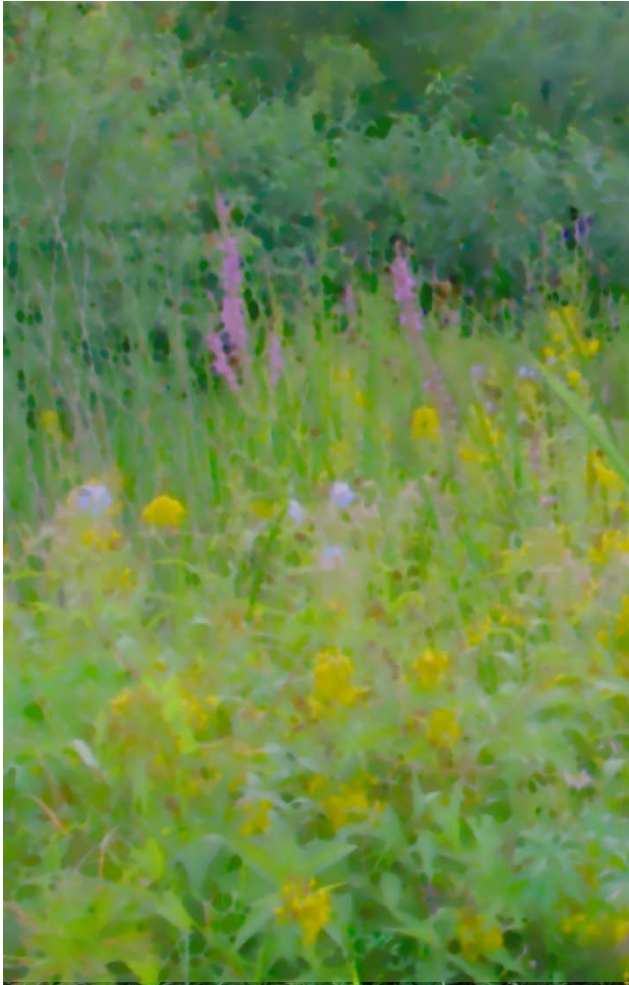
Urbanisierung homogenisiert Biodiversität (Miller 2005).

Kinder verbringen immer mehr Zeit im Haus  
→ 'Auslöschung von Erfahrung' (Pyle 2002).

Die Folge: *Environmental Generational Amnesia* (Kahn 2002)

Der Beginn der Naturentfremdung liegt in der Kindheit (Pyle 2002).

# Was nehmen wir wirklich wahr, wenn wir eine Lebensgemeinschaft sehen?

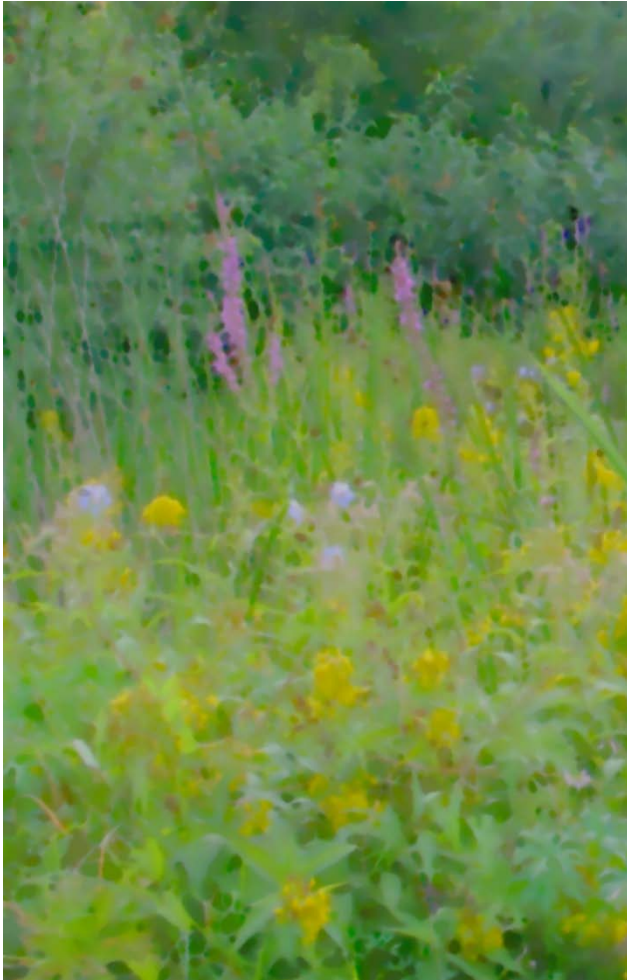


Strukturwahrnehmung erfolgt, wenn

- der Gegenstand Aufmerksamkeit erregt
- der Gegenstand mit dem Gedächtnis bedeutungsvoll verbunden ist.

Erfahrungen beeinflussen die Wahrnehmung (Solso 2005).

# Was nehmen wir wirklich wahr, wenn wir eine Lebensgemeinschaft sehen?



## Plant Blindness

(Wandersee/ Schussler 2001)

Pflanzen...

- ... bilden nur einen einheitlichen grünen Hintergrund.
- ... bewegen sich kaum
- ... bilden wenige auffällige Kantenstrukturen, die für die Formwahrnehmung wichtig sind.
- ... bergen selten ein Gefahrenpotential und entgehen deshalb der Aufmerksamkeit.

Fehlende Erfahrungen behindern die Wahrnehmung von Pflanzen.





1. Public Awareness versus Plant Blindness und Wertschätzungsverlust
2. Erleben, erkunden, gestalten – Zugänge schaffen
3. Augen öffnen und Sehen lernen – empirische Befunde
4. Bestimmungsschlüssel – Universalwerkzeug oder Spezialistentool?
5. Welcher passt – Schlüsselkiste oder Schlüsselschrank?
6. Zum Beispiel Eikes Baumschule

Wege, den Blick für die Vielfalt zu öffnen ...





# Schulgarten und Schulgelände als Zugang zur Biodiversität



Erfolgreiches Lernen geschieht

- aktiv
- selbstgesteuert
- konstruktiv
- emotional
- situativ
- sozial

(Reinmann & Mandl <sup>5</sup>2006)





1. Public Awareness versus Plant Blindness und Wertschätzungsverlust
2. Erleben, erkunden, gestalten – Zugänge schaffen
3. Augen öffnen und Sehen lernen – empirische Befunde
4. Bestimmungsschlüssel – Universalwerkzeug oder Spezialistentool?
5. Welcher passt – Schlüsselkiste oder Schlüsselschrank?
6. Zum Beispiel Eikes Baumschule

# Wahrnehmung von Artenvielfalt im Experiment

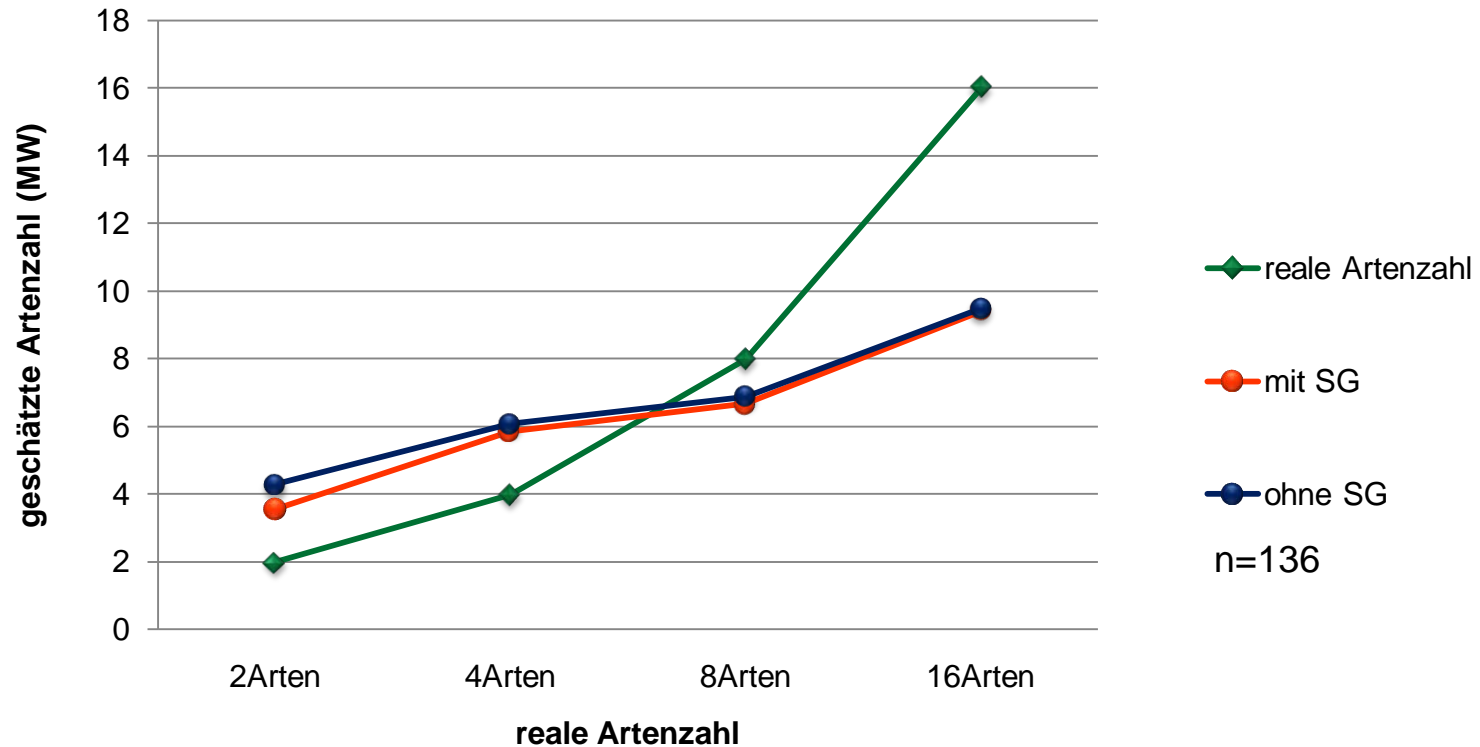
Untersuchungsdesign für die Wahrnehmung von Artenvielfalt

→ „Wiesenexperiment“ (Lindemann-Matthies 2002, Lindemann-Matthies et al. 2010)



6	1	12	5	11	2	7
9	8	3	13	4	13	11
4	6	16	10	15	6	9
10	5	1	12	16	3	9
8	2	14	1	7	14	4
15	7	11	3	15	10	12
1	14	5	13	8	2	16

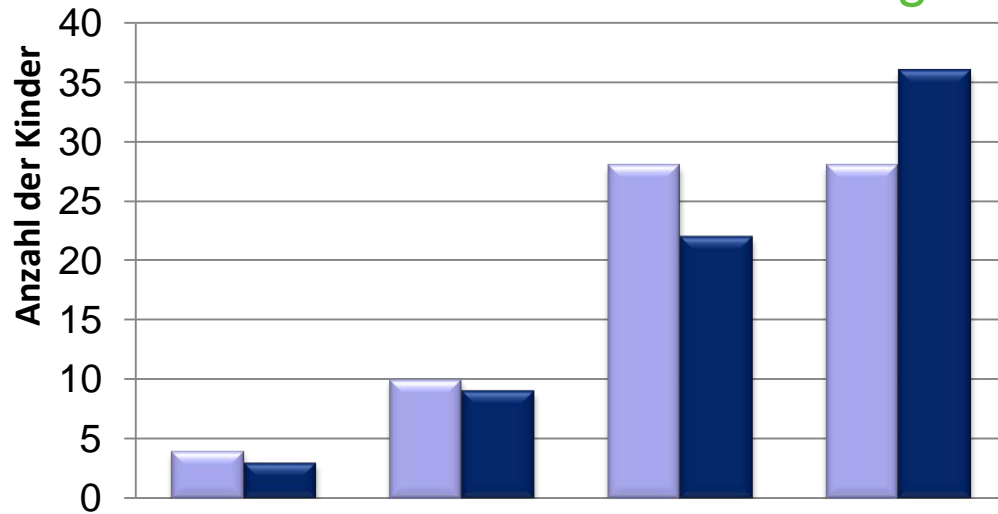
# Wahrnehmung von Artenvielfalt durch Kinder



Ergebnisse von Zweitklässlern: Kinder mit und ohne Schulgartenerfahrung im Vergleich (SG, aus Benkowitz 2010).

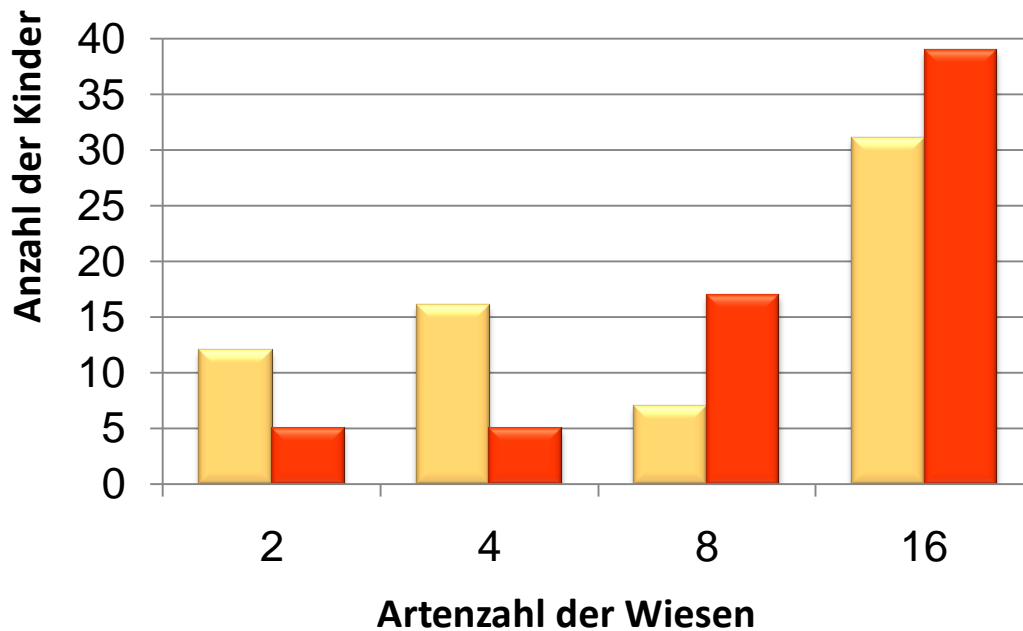


# Veränderung der Wertschätzung von Artenvielfalt durch Schulgartenarbeit



▣ Vortest  
▣ Nachtest

Kinder ohne  
Schulgartenerfahrung.



▣ Vortest  
▣ Nachtest

Kinder mit  
Schulgartenerfahrung  
(aus Benkowitz 2010)



1. Public Awareness versus Plant Blindness und Wertschätzungsverlust
2. Erleben, erkunden, gestalten – Zugänge schaffen
3. Augen öffnen und Sehen lernen – empirische Befunde
4. **Bestimmungsschlüssel – Universalwerkzeug oder Spezialistentool?**
5. Welcher passt – Schlüsselkiste oder Schlüsselschrank?
6. Zum Beispiel Eikes Baumschule

# Wozu Bestimmungsschlüssel?

Zugang zur und Orientierung in der Artenvielfalt

Bewusstwerden der Vielfalt

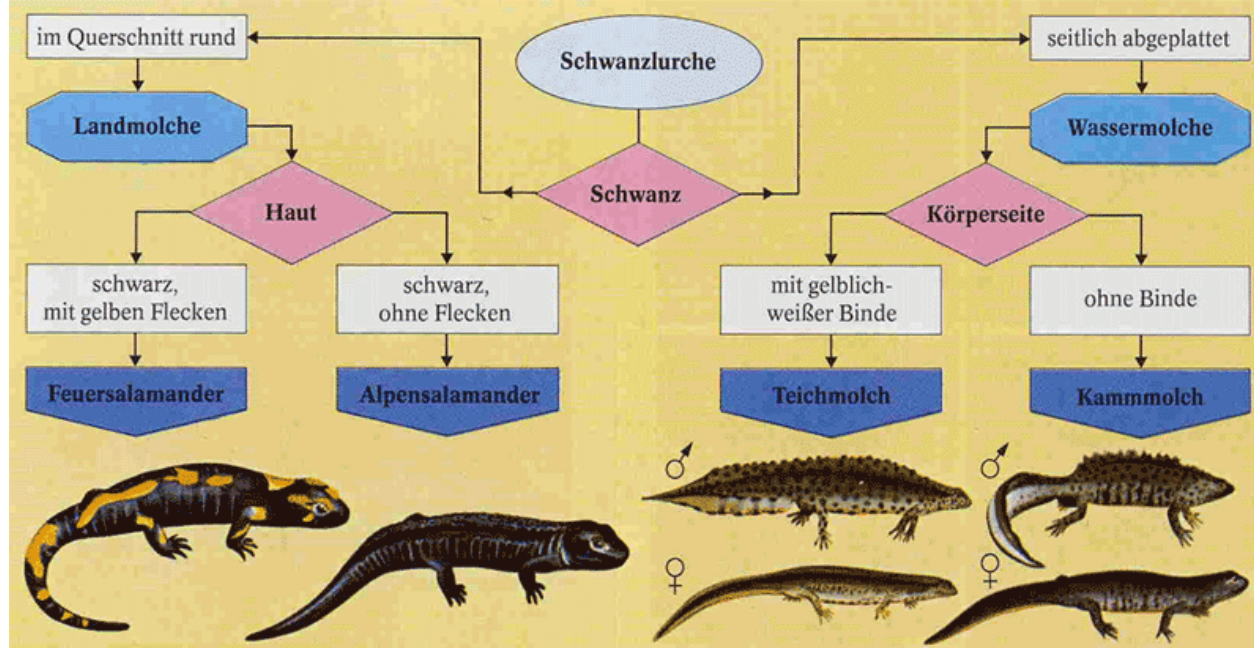
Wahrnehmen spezifischer Merkmale

Gewinnung einer Datenbasis bei floristischen und faunistischen Standortuntersuchungen und Bewertungen

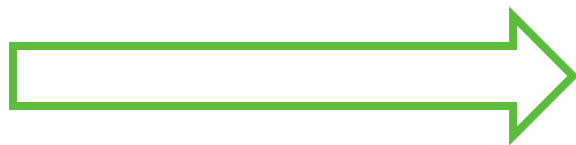
Bestandserfassungen und Registrierung von Veränderungen in Lebensräumen

Naturschutzfachliche Begutachtung und Umweltverträglichkeitsprüfungen (UVP)





[www.bio.uni-frankfurt.de/didaktik/NMSS02/Frosch/FroschlurcheSeite.htm](http://www.bio.uni-frankfurt.de/didaktik/NMSS02/Frosch/FroschlurcheSeite.htm) (17.03.2010)



Unterschiedliche Anwendungsbereiche erfordern angepasste Schlüsselkonzepte

Bestimmungsschlüssel wurden bislang nur selten empirisch auf ihre Effizienz überprüft!



# Arbeit mit Bestimmungsschlüsseln in Lernprozessen– Lernchancen, Kompetenzen und didaktische Aspekte

Differenzierung der Wahrnehmung im Hinblick auf  
Merkmale

Kennen spezifischer Merkmale und Eigenschaften von  
Organismen

Erweiterung der Formenkenntnis

Begriffsbildung und Begriffslernen

Methodenkompetenz

Verstehen und Anwenden biologischer Arbeitsweisen:  
kriteriengeleitetes Vergleichen  
ggfls. Arbeit mit Lupe und Mikroskop



Abhängig vom Kontext:

Erweiterung des Verständnisses des Zusammenhangs  
von Bau und Funktion

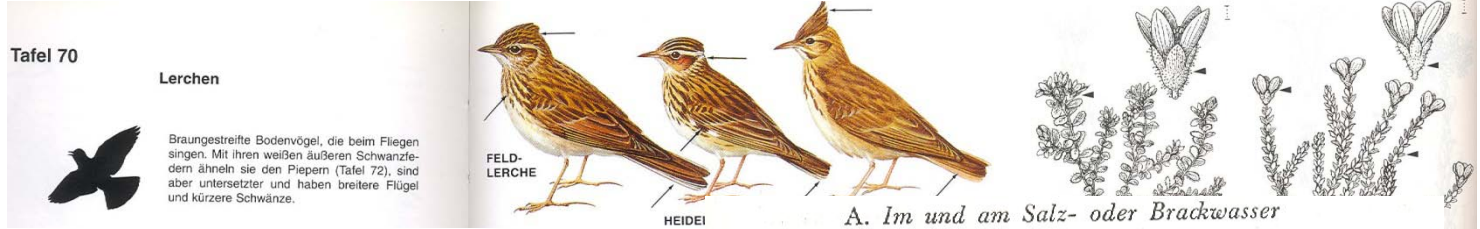
Gewinnung von Einsichten in die Anpasstheit von  
Organismen

Kenntnisse zur Vergesellschaftung von Organismen in  
ihren Lebensräumen



# Welche Bestimmungshilfen gibt es?

- „Bilderbuch“



- Bestimmungsschlüssel ohne Abbildungen

1. Meist untergetaucht im Salz- oder Brackwasser lebende Gesellschaften
- Meist aus dem Wasser hervorragende Ges. (oberhalb oder nahe der Mittelhochwasserlinie)
2. Seegras-Wiesen, *Zosteretea marinae* S. 75
- Aus Brackwasserpflanzen bestehende Gesellschaften
3. Teichfaden-Ges., *Parvopotamo-Zannichellietum* S. 34
- Mit Strandsalbe oder Kleinsimse: Salden-Gesellschaften, *Ruppion maritimae* S. 75
4. (1) Dicht unterhalb der Mittelhochwasserlinie lebende Gesellschaften
- An oder oberhalb der Mittelhochwasserlinie oder aber in Tümpeln, Gräben oder Dünetälern

- Bestimmungsschlüssel mit Abbildungen

- Flussdiagramme

- Tabellen

- Strukturierte Ta

Bestimmung

**F**

Merkmal	nein	nein
Scherenunterseite mit Behaarung, beweglicher Teil an der Basis eingebuchtet	ja	nein
Augenleiste unterbrochen	ja, undeutlich	nein
Dornen an der Nackenfurche	ja, undeutlich	nein
Rote Querbänder auf dem Schwanz	nein	nein
Scheren sehr lang und schmal	nein	nein
Carapaxseiten mit vielen stacheligen Dornen	nein	nein
Rostrum mit deutlichem Mittelkeil	ja	nein
Art	Edelkrebs	Steinkrebs

889 Cordulidae

Blütenhülle	Blütensymmetrie	Staubblätter	Frucht	Blätter	Nebenblätter	Sonstiges	Name
C5	Schmetterlingsblüte mit Fahne, 2 Flügeln und Schiffchen	10 (9 oder alle 10 verwachsen)	Hülse	gefiedert, z.T. mit Ranken; bei Lupine gefingert		Trauben oder kopfige Blütenstände; Kelch z.T. verwachsen	Fabaceae (Bohnen-gewächse, Schmetterlingsblütler)
K3	monosymmetrisch	5	Kapsel	oft mit langgestielten Grundblättern		Sporn! 2 Staubblätter mit nektarabsondernden Anhängseln	Violaceae (Veilchen-gewächse)
K2		wenige		tief fiederteilig		Sporn! Flammendes Herz mit dissymmetrischen Blüten	Fumariaceae (Erläuschen-gewächse)
C4	dissymmetrisch	Kürzere äußere, 4 längere innere	Schote bzw. Schötchen	oft fiederteilig		Trauben (ohne Gipfelblüte und ohne Tragblätter)	Brassicaceae (Kohl-gewächse, Kreuzblütler)

Tab. 1.2.4: Zweifelhafte, karaktäre Pflanzen mit wechselndem Blütenbau: Krone frei, Blütenhülle doppelt, Blüten mono- oder dissymmetrisch, Fruchtknoten oberständig!

3 *Oxygaster* 4 *Cordulia*

99 Cordulidae

Art	Edelkrebs	Steinkrebs	Dohlenkrebs	Galizischer Sumpfkrebs	Kammerkrebs	Kalikokrebs	Signalkrebs	Roter Amerikanischer Sumpfkrebs
Art	Edelkrebs	Steinkrebs	Dohlenkrebs	Galizischer Sumpfkrebs	Kammerkrebs	Kalikokrebs	Signalkrebs	Roter Amerikanischer Sumpfkrebs





1. Public Awareness versus Plant Blindness und Wertschätzungsverlust
2. Erleben, erkunden, gestalten – Zugänge schaffen
3. Augen öffnen und Sehen lernen – empirische Befunde
4. Bestimmungsschlüssel – Universalwerkzeug oder Spezialistentool?
5. **Welcher passt – Schlüsselkiste oder Schlüsselschrank?**
6. Zum Beispiel Eikes Baumschule



# Verwirrende Vielfalt oder übersichtliches System – auch bei den Schlüsseln?

## Zielgruppenspezifität

Lerner:

Primarstufe

Sekundarstufe I

Sekundarstufe II

Außerschulische Umweltbildung

Erwachsenenbildung

Freizeitbereich

Professioneller Bereich:

Forschung und (universitäre) Lehre

Natur- und Artenschutz





# Verwirrende Vielfalt oder übersichtliches System – auch bei den Schlüsseln?



## Anwendungsbereiche

Arbeitsfelder (Bsp.):

Lehre

Allg. Faunistik

Allg. Floristik

Landwirtschaft

Forsten

Organismengruppen

Lebensräume

Regionalität

Gelände/Indoor

# Effektivität verschiedener Schlüsseltypen

Grabow (2007) hat verschiedene Schlüsseltypen am Beispiel Flusskrebse auf ihre Effektivität hin untersucht:

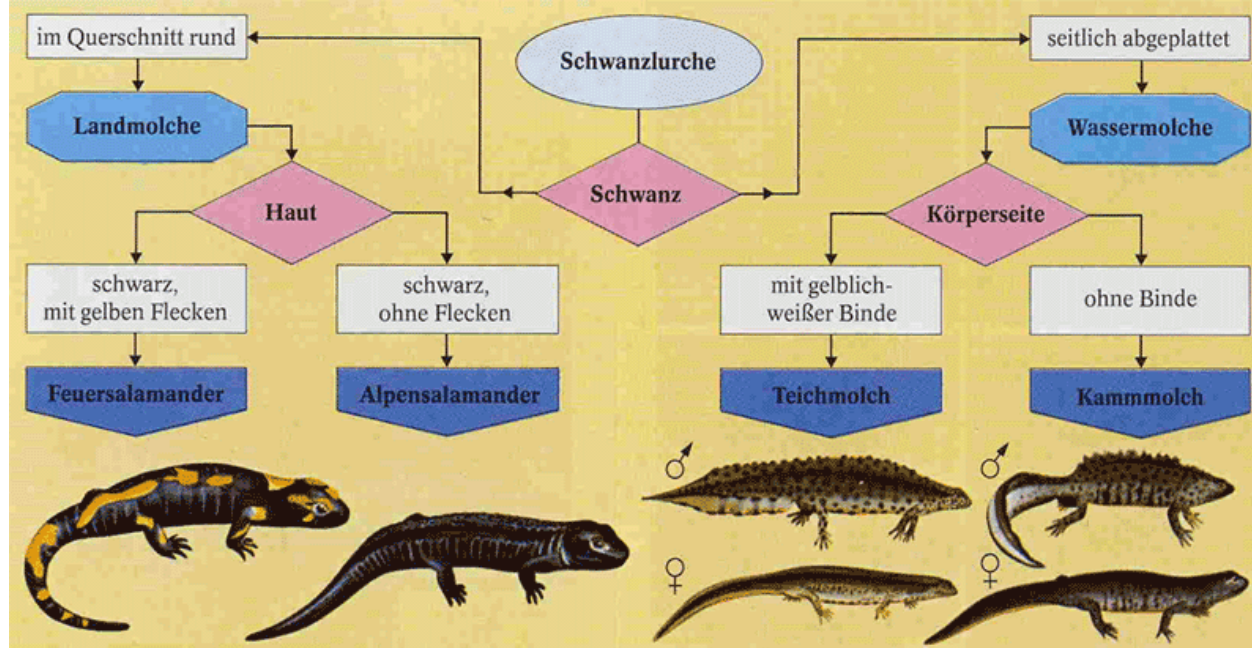
Dichotomer Schlüssel mit Abbildungen  
mit Abbildungen und Hinweisstrichen

Flussdiagrammschlüssel mit Abbildungen  
mit Abb. und Hinweisstrichen  
mit Artsteckbriefen

Bestimmungstabelle ohne Abbildungen  
+ Hervorhebungen im Fettdruck

Strukturierte Tabelle  
+ Leitsystem (Schrittabfolge)





Untersucht wurden

Bestimmungsweg und Bestimmungserfolg

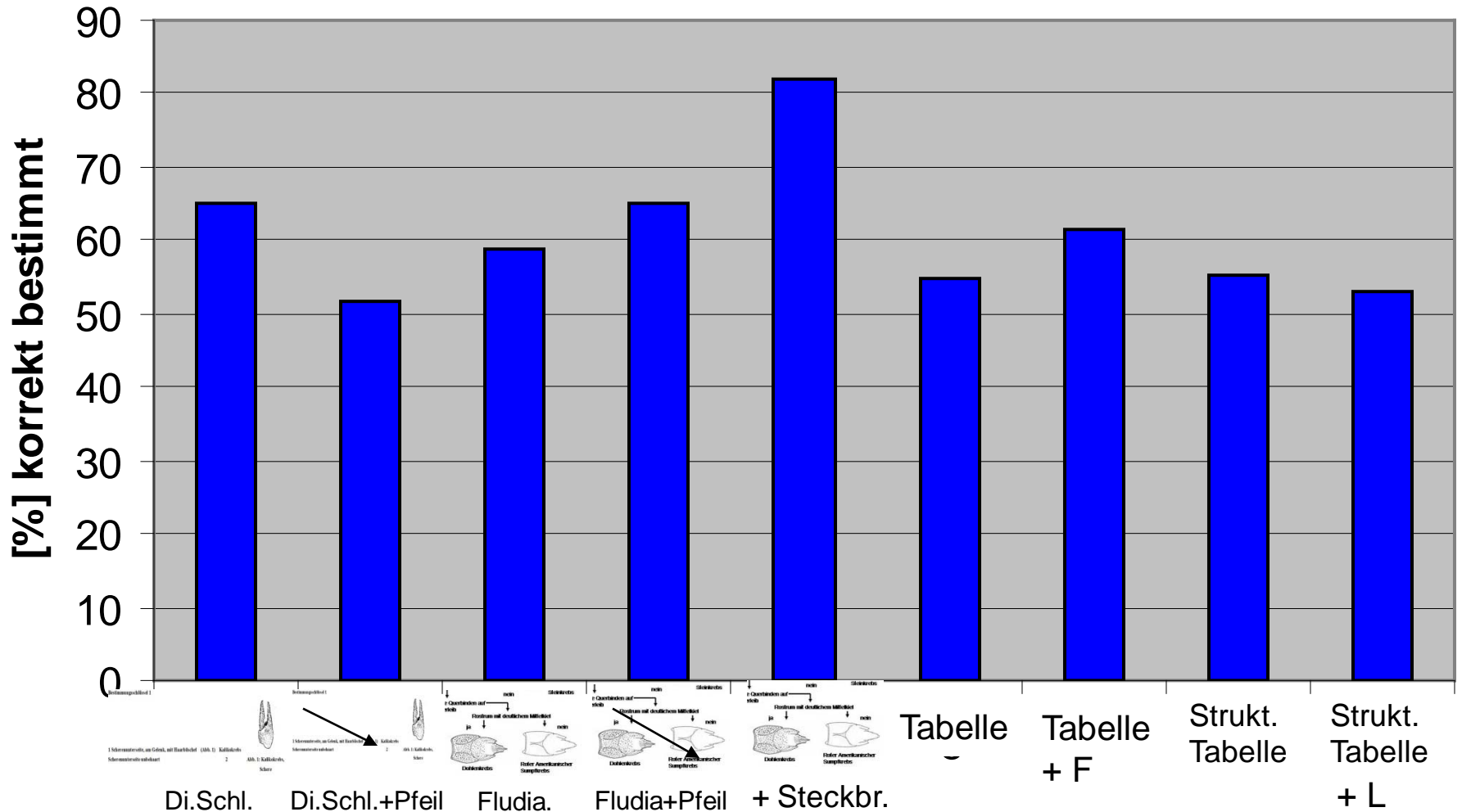
Benötigte Bestimmungszeit

Subjektive Einschätzung der Bestimmungssicherheit

Bestimmungssicherheit bei Novizen (Studierende) und Experten (Limnologen)



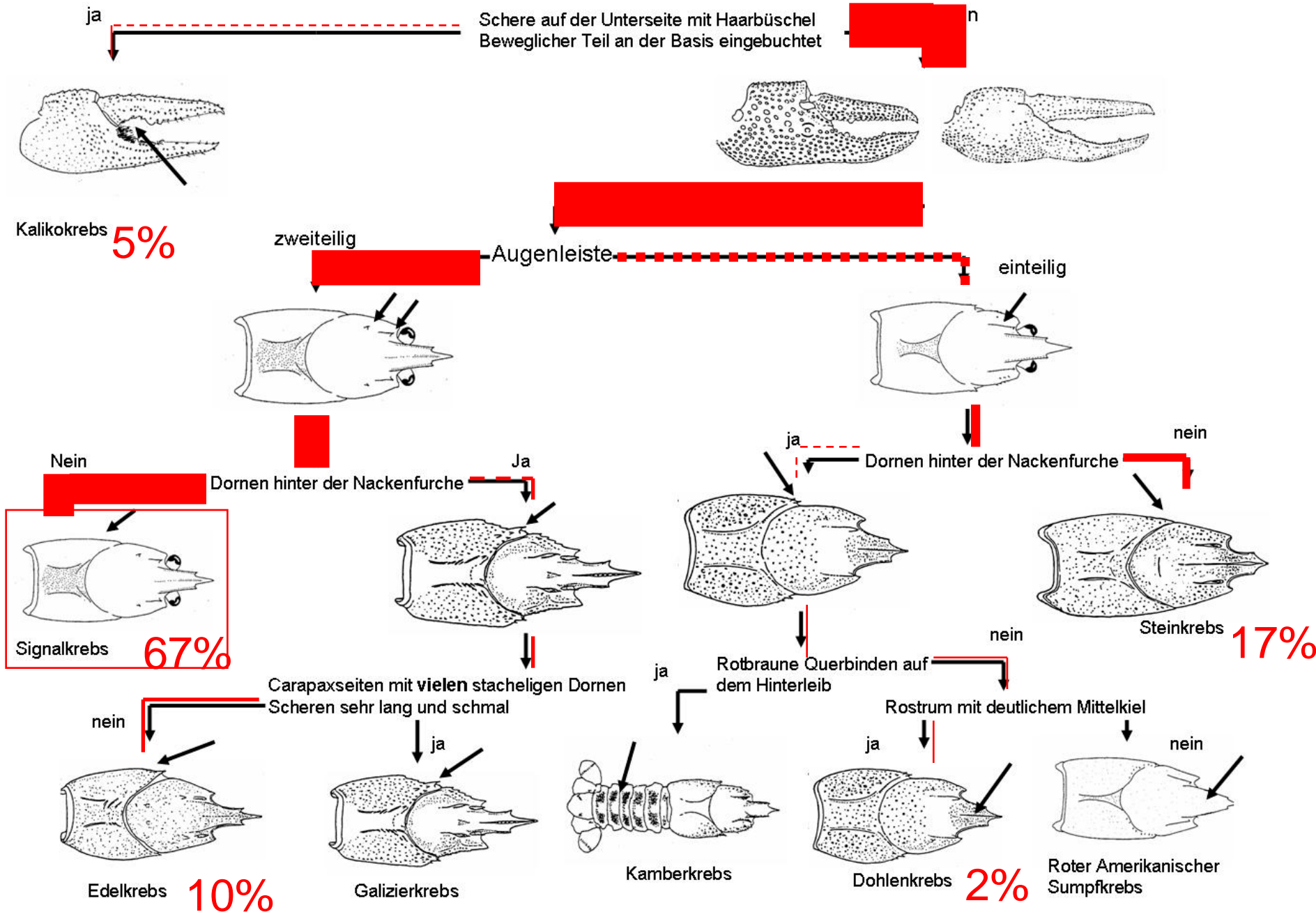
# Ausgewählte Ergebnisse:



aus Grabow 2007

# Signalkrebs

# Flußkrebbsbestimmungsschlüssel





Erfahrung mit Bestimmungsschlüsseln wirkt sich positiv auf das Bestimmungsergebnis aus

Mit Flussdiagrammen wird schneller und sicherer bestimmt

Hinweispfeile in den Abbildungen begünstigen insbesondere bei Flussdiagrammen den Bestimmungserfolg

Fachleute bestimmen mit Flussdiagrammen nicht wesentlich besser als Novizen (mit Ausnahme bereits bekannter Arten)

Fachleute bestimmen allgemein bekannte Krebse sicherer als neozoische Arten

Novizen fühlen sich in ihrem Bestimmungsergebnis insgesamt sicherer als Experten





## Konsequenzen für Online-Schlüssel ...

**Online – Schlüsselssysteme müssen die spezifischen Voraussetzungen und Bedürfnisse verschiedener Nutzergruppen berücksichtigen und einen angepassten Zugriff ermöglichen.**

**Das Angebot an Bestimmungsschlüsseln muss erkennbar für verschiedene Anwendungsbereiche gestaltet werden.**

**Nicht alle Schlüsseltypen sind gleich effektiv.**

**Online-Schlüssel müssen die Möglichkeit der Nutzung im Gelände bieten.**



1. Public Awareness versus Plant Blindness und Wertschätzungsverlust
2. Erleben, erkunden, gestalten – Zugänge schaffen
3. Augen öffnen und Sehen lernen – empirische Befunde
4. Bestimmungsschlüssel – Universalwerkzeug oder Spezialistentool?
5. Welcher passt – Schlüsselkiste oder Schlüsselschrank?
6. Zum Beispiel Eikes Baumschule



## Eikes Baumschule

### Mit Kindern Laubbäume bestimmen

Startseite

Beschreibung

Bestimmungsschlüssel

Baumliste

Bausatz

Nutzungs-  
Bedingungen

Neuanmeldung

Login

Impressum

Liebe Lehrerinnen und Lehrer, liebe Eltern und Naturfreunde,



Eikes Baumschule ist eine **Laubbaum-Bestimmungshilfe** für Schülerinnen und Schüler **ab Klassenstufe 3**.

- ➔ **Eichhörnchen Eike** leitet durch einen leicht verständlichen Bestimmungsweg.
- ➔ Im **Bestimmungsschlüssel-Bausatz** können Sie **kostenlos und automatisch** einen **Bestimmungsschlüssel maßschneidern**:
  - Für **jedes Areal** - zum Beispiel einen Schulhof oder ein Waldstück - lässt sich **ein passender Bestimmungsschlüssel** zusammenstellen.
- ➔ Sie können damit **am Computer** bestimmen oder den Schlüssel **ausdrucken**.

Hier bekommen Sie Eikes Baumschule



Liebe Freunde von Eikes Baumschule,

Vielen Dank für Ihre Anmeldung.  
Haben Sie die Bestimmungshilfe bereits mit einer Gruppe oder Schulklasse getestet?  
Dann können Sie mir bei ihrer Optimierung helfen!

<http://baum.bio-div.de/> (09.03.2010)







# Konzeptioneller Hintergrund (Auswahl)

Grundschulalter als sensible Phase für Naturzugänge (Kahn 2002)

Fokussierung auf das Begriffslernen durch Vergleichen (Sula 1968)

## Orientierung an den Prinzipien der kognitiven Theorie multimedialen Lernens (Mayer 2001)

- Prinzip der dualen Kodierung (oder Multimediaprinzip)  
Text+Bild>Text
- Prinzip der räumlichen Nähe oder Kontiguitätsprinzip I  
Benachbarte Präsentation von Text + Bild
- Prinzip der simultanen Darstellung oder Kontiguitätsprinzip II  
Gleichzeitige Präsentation von Text+Bild
- Kohärenz-Prinzip  
Irrelevante Informationen reduzieren
- Prinzip der individuellen Unterschiede oder Personalisierungsprinzip  
Einsatz eines Instructors (Eike)

## Was ist neu an Eikes Baumschule?

Sie ist...

- **Interaktiv:**  
Das Motto lautet: Per Mausklick zur Lösung! Der Schlüssel lässt sich auch ausdrucken und als Heft binden.
- **Dichotom:**  
Jeder Bestimmungsschritt enthält nur 2 Merkmalsbeschreibungen, von denen die zutreffende auszuwählen ist.
- **Artenreich:**  
Eikes Baumschule ermöglicht die Bestimmung von etwa 100 einheimischen und eingeführten Laubbaumarten unserer Wälder, Straßen, Schulhöfe und Parks.
- **Individuell: vollständig und doch kompakt!**  
Stellen Sie Ihren persönlichen Schlüssel zusammen:  
Sie wählen die Baumarten aus - zum Beispiel alle Laubbäume eines Schulhofs - und erhalten automatisch einen passenden Schlüssel.

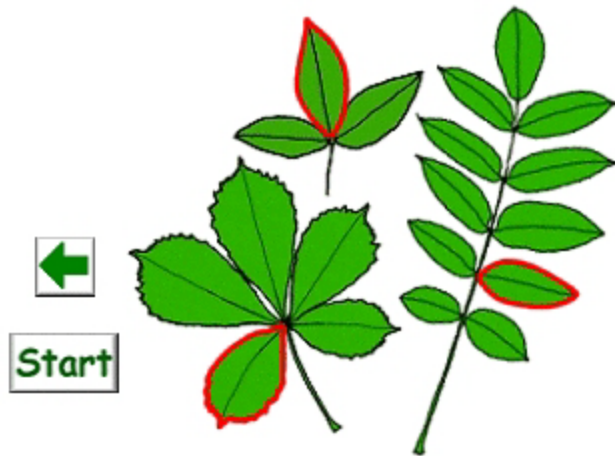


[zurück](#)



# Der Bestimmungsweg in Eikes Baumschule

Wie ist dein Blatt geformt?



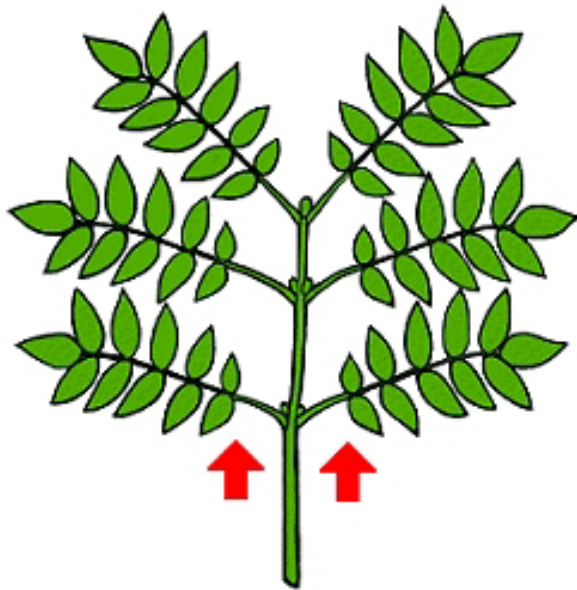
Das Blatt ist aus **mehreren Blättchen** zusammengesetzt.



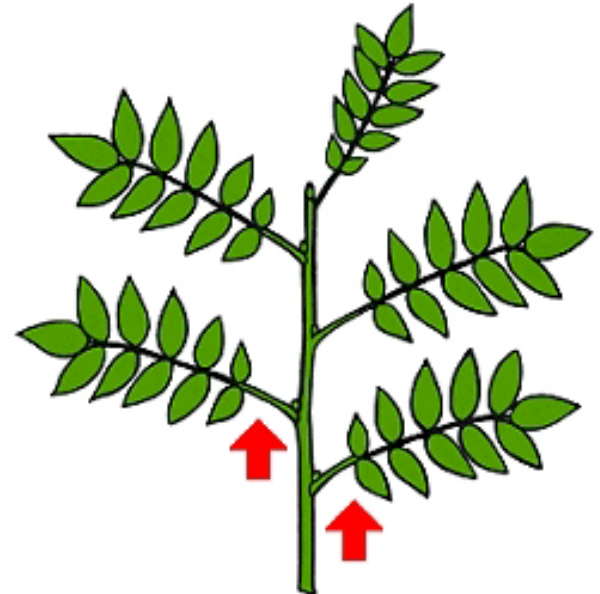
Das Blatt ist einfach, es besteht aus einem Stück.

©denise feketitsch, ph karlsruhe

Wie sind die Blätter am Zweig angeordnet?



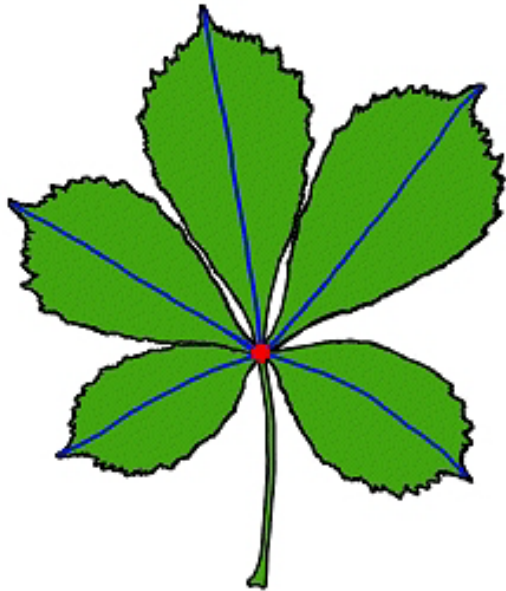
Die Blätter sind  
**gegenständig** angeordnet.



Die Blätter sind  
**wechselständig** angeordnet.

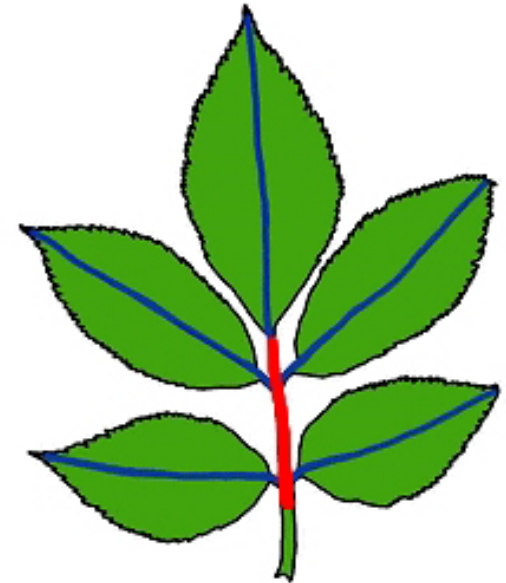
©denise feketitsch, ph karlsruhe

Dein Blatt besteht aus mehreren Blättchen.  
Wie sind sie angeordnet?



Die Blättchen gehen  
strahlenförmig von einem **Punkt** aus.

Das Blatt ist *gefingert*.



Die Blättchen stehen  
entlang einer **Mittelrippe**.

Das Blatt ist *gefiedert*.

©denise feketitsch, ph karlsruhe





Sieht dein Blatt etwa so aus?




Start

Dann ist dein Baum

eine Roskastanie.

(Hier kannst du den Steckbrief öffnen.)

Dein Blatt sieht anders aus?

- Gehe über  Schritt für Schritt zurück.  
Findest du die Stelle, an der du falsch abgezweigt bist?
- Oder fange bei **Start** noch einmal von vorne an.

© denise feketitsch, ph karlsruhe



# Die Rosskastanie



Die Rosskastanie ist ein großer Baum.



Die Blätter sind handförmig.

Die Früchte sind grün und stachlig. In ihnen sind 1-3 glänzend rotbraune Samen.



©denise feketitsch, ph karlsruhe

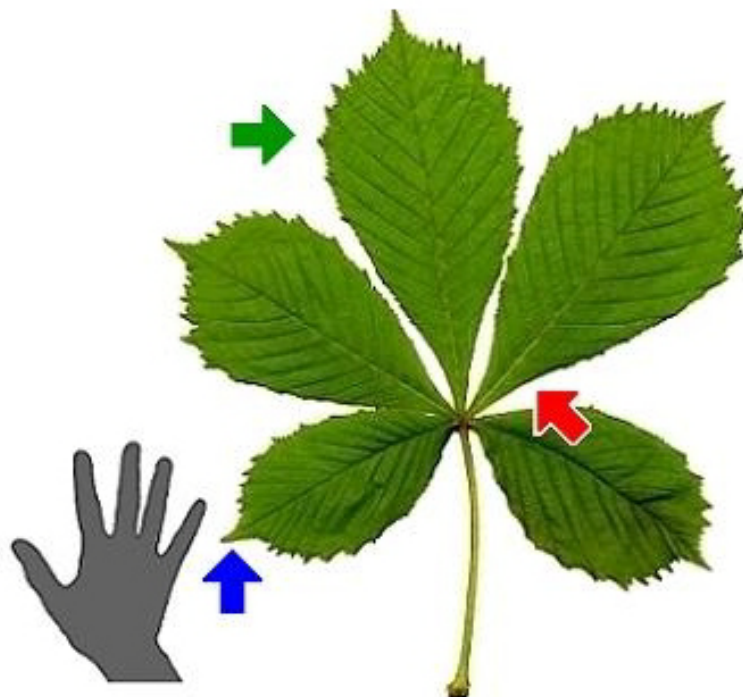




## Die Rosskastanie



Das Blatt besteht meistens aus 5 **gezähnten** Blättchen. Es sieht aus wie eine Hand.  
Die Blättchen sind am Ansatz **schmal** und haben eine **aufgesetzte Spitze**.



Weshalb haben die Blätter im Sommer **braune Flecken**?



Raupen der Miniermotte fressen das Blatt von innen an. Die angefressenen Stellen werden trocken und braun.

©denise feketitsch, ph karlsruhe



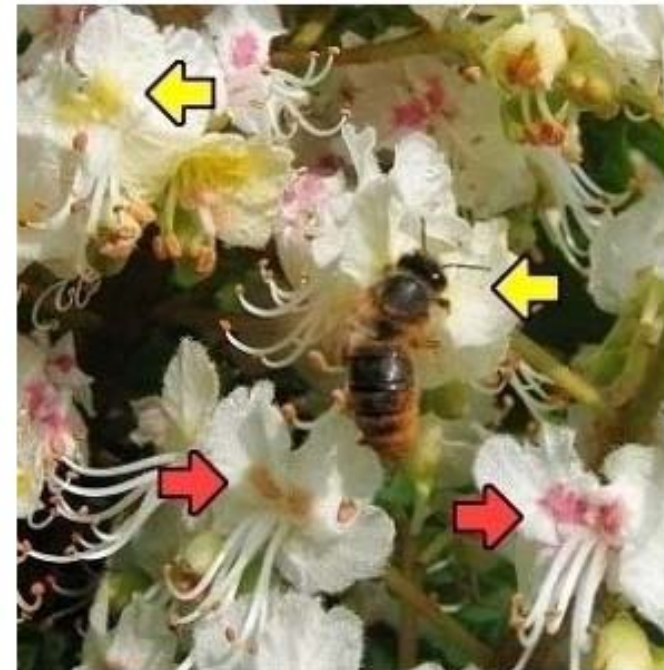


## Die Rosskastanie



Roskastanien blühen von April bis Mai.

Die Bäume sehen dann aus wie mit Kerzen geschmückt. Daher nennen wir den Blütenstand 'Kerze'.



Die weißen Blüten mit **gelben** Flecken enthalten Nektar und locken Bienen an. Die Bienen bestäuben die Blüten. Nach der Bestäubung werden die Flecken **rot**.

©denise feketitsch, ph karlsruhe

# Angebotsspektrum

Eikes Baumschule gibt es

- für einheimische und eingeführte Laubbaumarten
- für Nadelbaumarten
- englischsprachig für den bilingualen Unterricht

Geplant bzw. in Entwicklung sind

- eine Version für krautige Pflanzen der Wiese (deutsch, englisch)
- eine französische Vollversion

# Eikes Baumschule im www

Derzeit gibt es ca. 7000 Nutzer, vor allem im deutschsprachigen, aber auch im englischsprachigen Raum.

Die Bestimmungshilfe ist vielfach verlinkt und im deutschen Bildungsserver leicht auffindbar.



# Empirische Befunde

Häufige Nutzung, vor allem an Grundschulen, zeigt dringenden Bedarf an derartigen Unterrichtsmaterialien (Feketitsch 2007).

Zahlreiche Schulen nutzen das zunächst vor allem für Waldstandorte vorgesehene Material für die Arbeit auf dem Schulgelände (Feketitsch 2007, Lehnert/Köhler 2005).

Positive Lerneffekte im Hinblick auf die Aneignung von Begriffen zur Beschreibung interspezifischer Merkmalsunterschiede (Feketitsch 2007).

Lerneffekt bei Nutzung des kompletten Schlüssels besser als bei Nutzung eines extrahierten Teilschlüssels.

Teilschlüssel eignen sich für die Einarbeitung in die Bestimmungsarbeit besonders gut.



Eikes Baumschule entspricht i.W. den o.g. Anforderungen an „Online-Schlüsseldienste“

**Berücksichtigung der spezifischen Voraussetzungen und Bedürfnisse verschiedener Nutzergruppen**

**Gestaltung für verschiedene Anwendungsbereiche**

**Effektive Nutzung**

**Anwendbarkeit auch im Gelände**

Ein Angebot verschiedener Schlüssel für unterschiedliche Nutzergruppen und Anwendungsbereiche erfordert die Möglichkeit einer angepassten Navigation.



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



# Literatur (ohne Bestimmungsliteratur)

- Benkowitz, D. (2010): Authentische Lernumgebungen als Zugang zu Biodiversität – Kompetenzerwerb durch Schulgartenarbeit. BfN-Skripten 244 (in Druck).
- BMU (2005): Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. BMU, Berlin.
- CBD (2000): Sustaining Life on Earth. Secretary of the CBD.
- Feketitsch, D., Lehnert, H.-J. (2007): Schlüsselservice: Digitale Bäume per Internet. Entwicklung, Nutzeranalyse und Evaluation einer Laubbaum-Bestimmungshilfe. In: Bayrhuber, H. et al. (ed.): Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften. Vbio/Univ. Kassel: 266.
- Grabow, K. (2007): Im Test: Flusskrebbsbestimmungsschlüssel. Empirische Untersuchung zur Effektivität verschiedener Bestimmungsschlüssel. In: Bayrhuber, H. et al. (ed.): Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften. Vbio/Univ. Kassel: 165-166.
- Kahn, P.H. (2002). Children´s Afflictions with Nature: Structure, Development, and the Problem of Environmental Generational Amnesia. In: Kahn, P.H. / Kellert. S.R.: Children and Nature. MIT Press, Cambridge: 94-116.
- Lehnert, H.-J., Köhler, K. (ed., 2005): Schulgelände zum Leben und Lernen. BOD, Norderstedt.
- Lindemann-Matthies, P. (2002): Das „Wiesenexperiment“ – eine Pilotstudie über das Erkennen von Artenvielfalt durch Studierende. In: Natur und Landschaft 77, Heft 7: 319-320.
- Lindemann-Matthies, P., Junge, X., Matthies, D. (2010): The influence of plant diversity on people´s perception and aesthetic appreciation of grassland vegetation. In: Biological conservation 143 (2010): 195-202.
- Mayer, R. (2001): Multimedia Learning. University Press, Cambridge.
- Miller, J.R. (2005): Biodiversity Conservation and The Extinction of Experience. Trends in Ecology and Evolution Vol.20 No.8 August 2005: 430-434
- Pyle, R.M. (2002): Eden is a vacant lot: Special Places, Species, and Kids in the Neighbourhood of Life. In: Kahn, P.H. / Kellert. S.R.: Children and Nature. MIT Press, Cambridge: 305-325.
- Reinmann, G./Mandl, H. (2006): Unterrichten und Lernumgebung gestalten. In: Krapp, A./Weidenmann, B. (Hg): Pädagogische Psychologie. Beltz PVU, Weinheim: 615-658.
- Sula, J. (1968): Das Vergleichen und seine Bedeutung für die Bildung elementarer biologischer Begriffe. In: Der Biologieunterricht 4: 21-39.
- Wandersee, J. H., Schussler, E. E. (2001): Toward a Theory of Plant Blindness. In: Plant Science Bulletin Vol. 47, No. 1: 2-8.