

Was ist eine Art?

-

Artkonzepte für Kartierungen

Mike Thiv

Staatliches Museum für Naturkunde Stuttgart



“Was sich überhaupt sagen läßt, läßt sich klar sagen”

(Wittgenstein 1921)

- **Geschichte der “Art”**
- **Was ist eine Art?**
 - **Artkonzepte mit Beispielen und Problemen**
 - **Ist die Art eine “natürliche” Einheit?**

Geschichte

nach 1753



Astragalus flor. uliginosus
Astragalus flor. sibiricus,
apice carina violaceo.
Astragalus caulescens erectifolius,
floribus pinnatis leguminis
erectifolius nudis summis
tereti depressis: mucrone reflexo.
Linn. spec. 1059, Syst. 1190
Flor. Sibir. Tom. IV. 40. tab. 17. 2. 10.

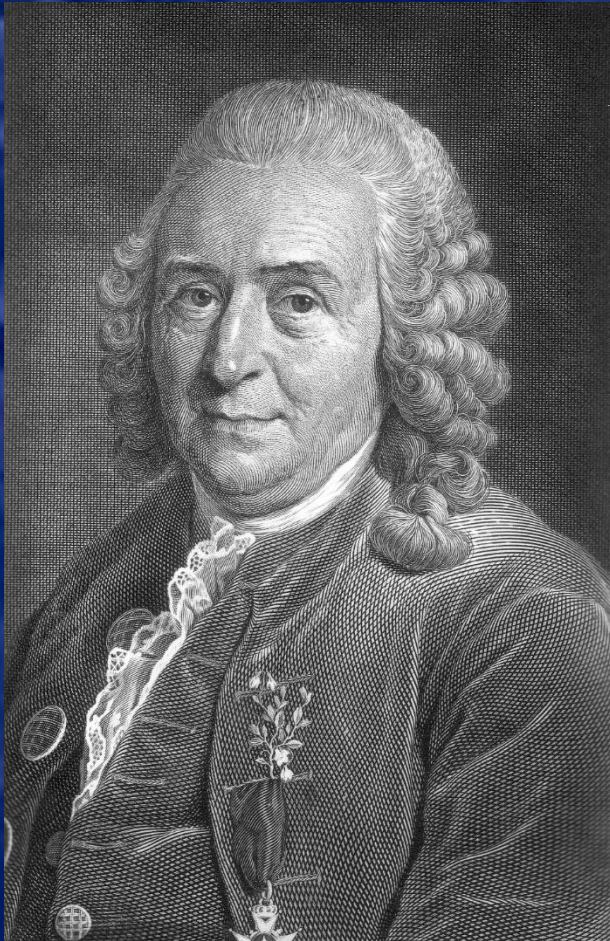
Binäre Nomenklatur

Gattung: *Astragalus*

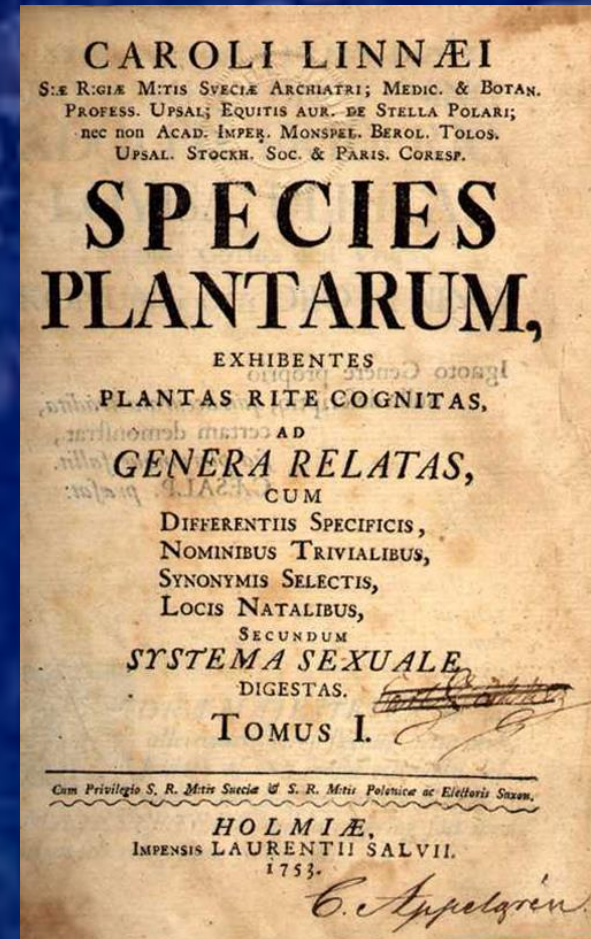
Art: *Astragalus uliginosus*

Geschichte

Binäre Nomenklatur



Carl von Linné



1753

wichtige Artkonzepte

- **Morphologisches (taxonomisches) Artkonzept**
 - **Biologisches Artkonzept**
 - **Phylogenetisches Artkonzept**
 - **Ökologisches Artkonzept**
 - **Nominalistisches Artkonzept**
- (es gibt noch weitere AK)

Artkonzepte

Morphologisches Artkonzept

(taxonomisches, phänetisches AK)

=> Arten lassen sich durch morphologische (äußere) Merkmale voneinander unterscheiden.

z.B. *Melampyrum*



M. pratense



M. sylvaticum

Artkonzepte

Morphologisches Artkonzept

=> Äußert sich in lateinischer/englischer Diagnose:

z.B. *Polygala kuriense* A.G. Miller spec. nov.

Polygala eriopterae similis sed racemibus terminalibus, caulibus glabris, capsula exalata et seminum appendiculis basalibus duis differt.



Polygala erioptera

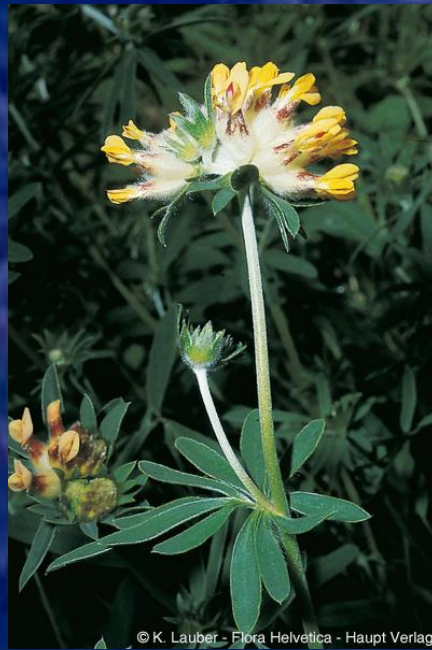
Artkonzepte

vielgestaltige Arten-Aggregate:

- *Anthyllis vulneraria* (Wundklee) div. Subsp.



subsp.
alpestris



subsp.
vulneraria



subsp.
carpatica



subsp.
polyphylla

Artkonzepte

2 vielgestaltige Arten-Aggregate:

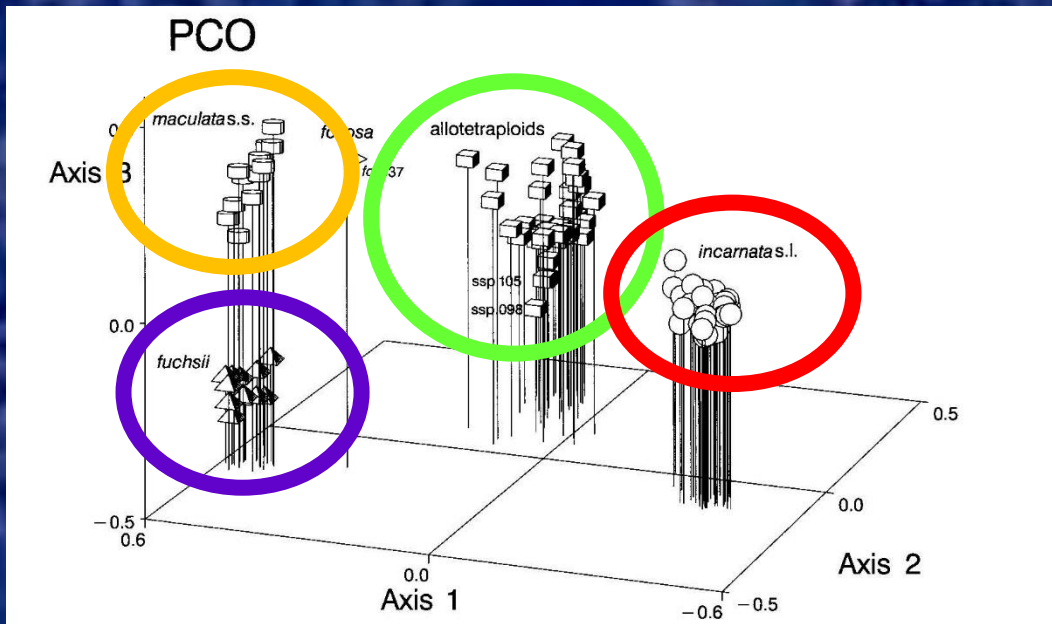
Dactylorhiza incarnata

Dactylorhiza maculata



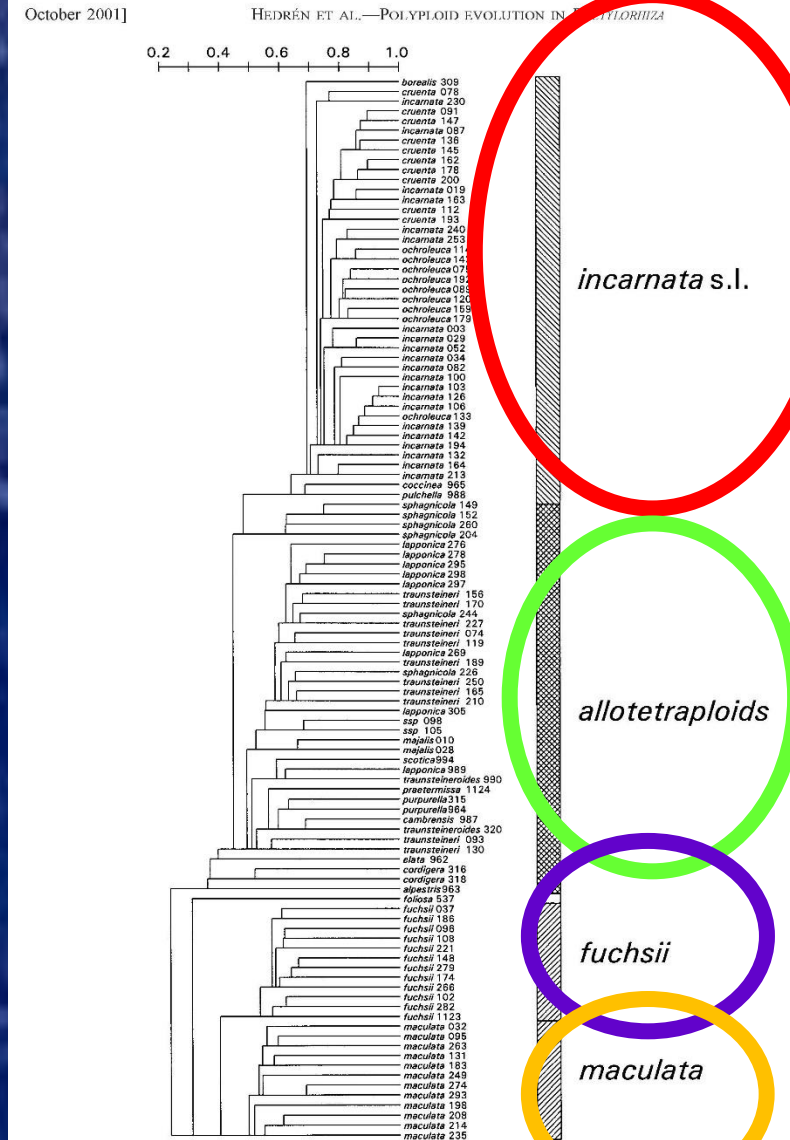
Artkonzepte

Dactylorhiza maculata/incarnata



DNA-Fingerabdruck:
 polyploide Hybriden zw.
D. maculata & *D. incarnata*

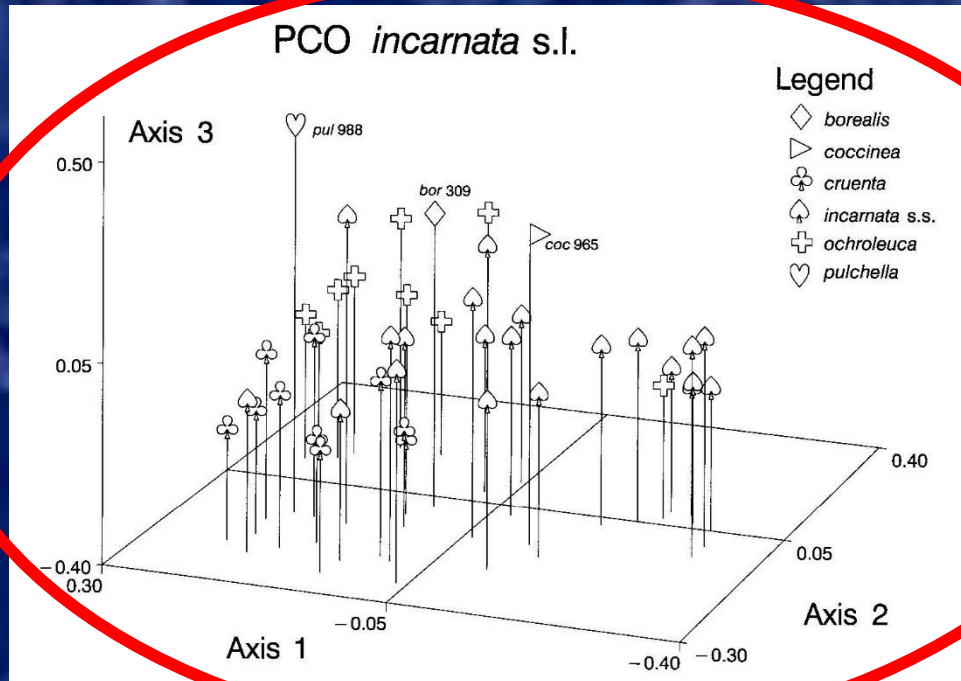
Hedren et al. 2001



Artkonzepte

Dactylorhiza incarnata

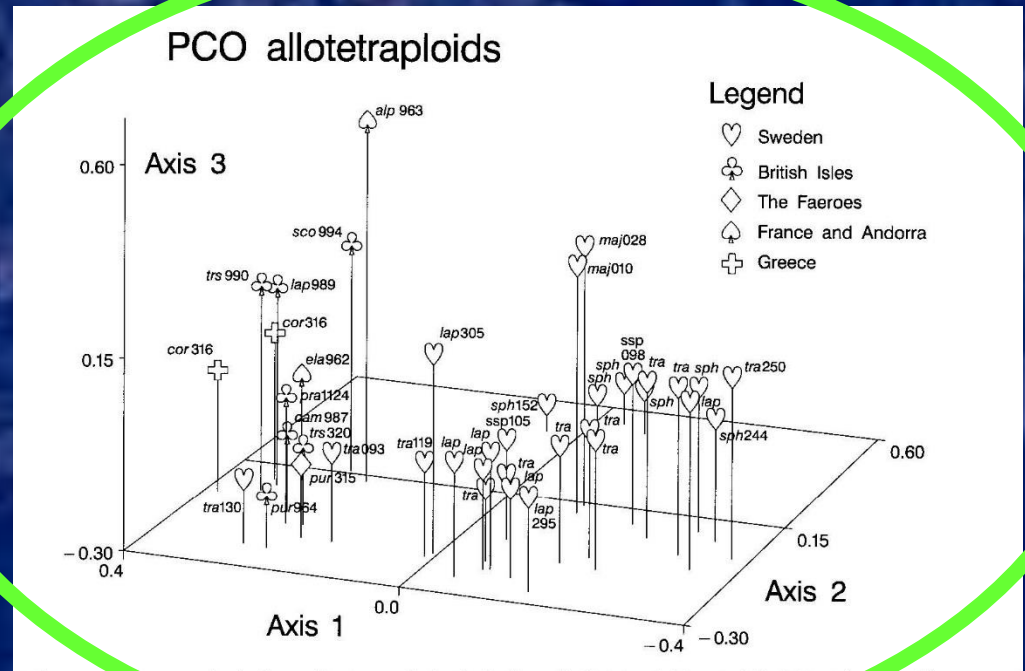
DNA-Fingerabdruck:
Kaum Struktur in morph.
definierten Taxa!



Artkonzepte

Dactylorhiza allotetraploide Hybriden

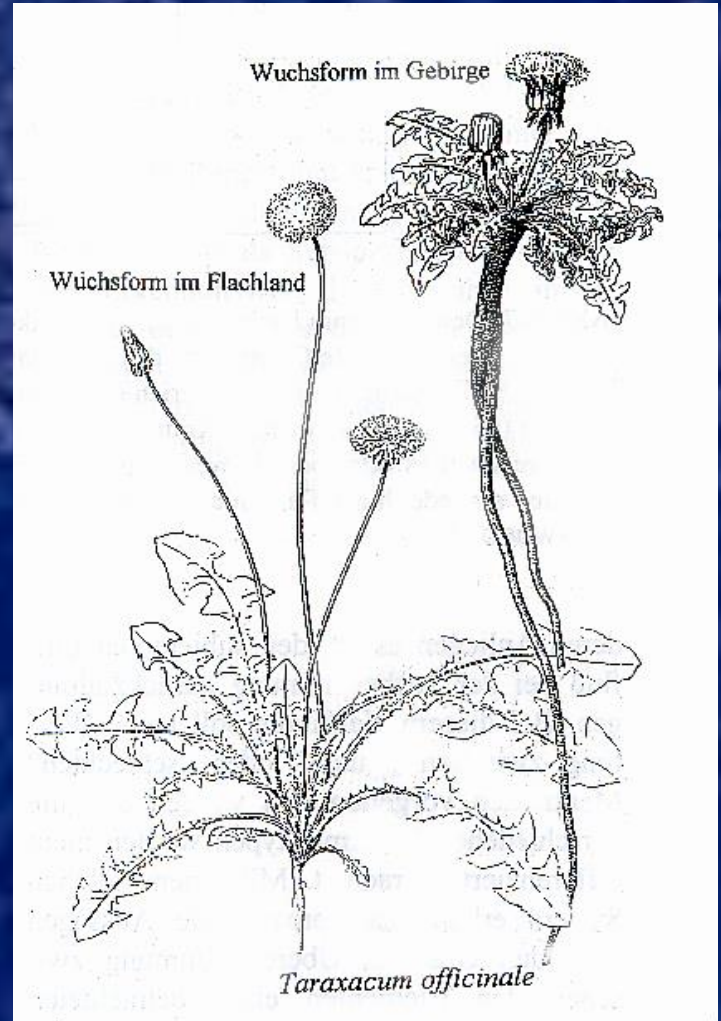
Individuen gruppieren
nach geogr. Herkunft,
weniger nach
Morphologie



Artkonzepte

Modifikation

nicht genetisch fixiert; z.B. *Taraxacum*



Artkonzepte

=> DNA-Taxonomie:



Bellis perennis (Gänseblümchen)

Genbank AF046950:

```
TCGAAACCTGCAAAGCAGAACGACCCGCGAACATGTTACAACAACCATGCCATGATGGGTCGGRCGTAAGTTCG
ATCCTCGTGGCACACCGTCGTTGTGCGTCTTTGATGCCATTAGGGCCTCTTGGTCGTTACTTTGACGTAACAAA
ACCCGGCACTGGATGTGCCAAGGAAATTTAAATTTAAGAATGGCTCGTTCCATGAAGCCCCGTTCCGCGGTGTG
CTCATGGAGCGTGGCTTCTTTATAATCATAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCACGCATCGATGAAGA
ACGTAGCAAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTTTTTGAACGCAAGTTGCGCC
CGAAGCCATTCGGTTGAGGGCACGTCTGCCTGGGCGTCACGCATCGCGTCGCCCCCATCATGCCATCCTTGTGA
TGCTTTGATGGGGGCGGATACTGGTCTCCCGTTCATCACTGAGCGGTTGGCCAAAATAAGAGTCCCATTTGACG
GGCACACGACTTGTGGTGGTTGACAAAACCGGAATCGTGTGCGTGTCTGGATGAAAGGTGCATCTTTAAAGAC
CCAATGTGTTATCATTGATGACGCTTCGACC
```

Artkonzepte

Morphologisches Artkonzept

Aber:

- vielgestaltige Arten
- Variation z.B. Heterostylie
- Arten mit höherem Chromosomensatz (polyploid)
- Hybriden
- Modifikation
- morphologische Ähnlichkeiten müssen noch nicht bedeuten, dass Arten kreuzen

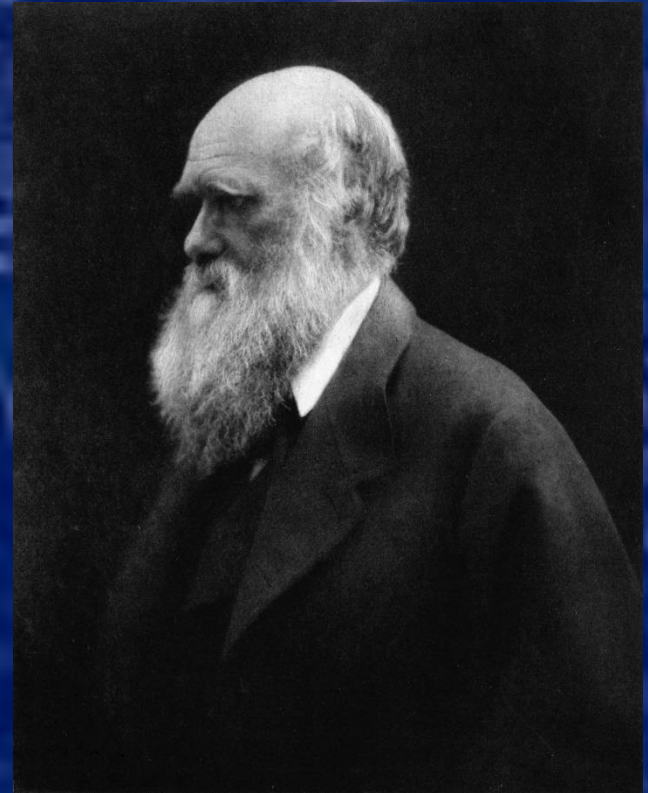
=> keine evolutive Aussage

=> stark subjektive Komponente

Evolutionstheorie

**Natürliches System
basiert auf Genealogie
(Vererbung)**

**Evolutionstheorie erklärt
die Variation innerhalb der
Arten mittels Selektion in
Beziehung zur Zeit**



Darwin

Artkonzepte

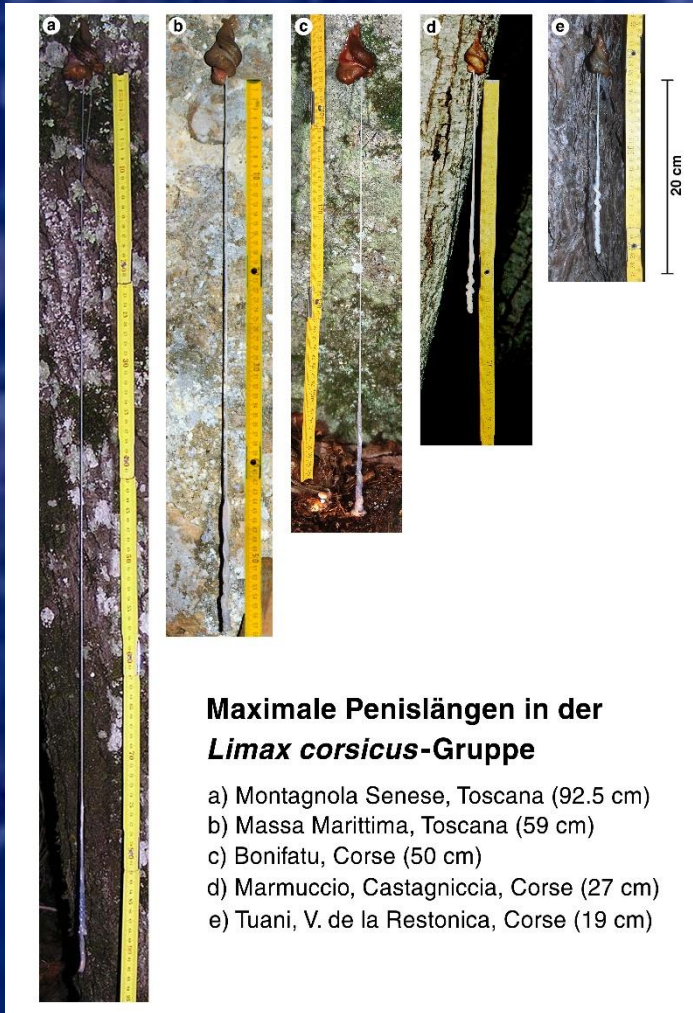
Biologisches Artkonzept

=> Eine Art ist eine Gruppe natürlicher Populationen, die sich untereinander kreuzen können und von anderen Gruppen reproduktiv isoliert sind

d.h. zwischen Arten gibt es biologische Fortpflanzungsbarrieren (= reproduktive Isolation)

<= Isolationsmechanismen biologischer Natur, d.h. Eigenschaften der Lebewesen selbst, die Kreuzung von Populationen verschiedener Arten verhindern

Artkonzepte



Limax

versch. Nacktschnecken-Arten (Schneegel)

Artkonzepte



***Mimulus cardinalis* (Kolibris)**



***M. lewisii* (Hummeln)**

Artkonzepte

Zeitliche, daher reproduktive Trennung:



***Silene alba* (nachts)**



***Silene dioica* (tags)**

Artkonzepte



Artkonzepte

Bestäubungsexperimente



Aeonium pseudourbicum



Aeonium spathulatum

Artkonzepte

Taxon A	Taxon B	Infrasp. pollen transfer	Intersp. pollen transfer	P Binomial Test
<i>Aeonium pseudourbicum</i>	<i>Aeonium aureum</i>	0.1538	0.0021	< 0.01
<i>Aeonium pseudourbicum</i>	<i>Aeonium haworthii</i>	0.2195	0.0124	< 0.01
<i>Aeonium pseudourbicum</i>	<i>Aeonium sedifolium</i>	0.1396	0.0029	< 0.01
<i>Aeonium aureum</i>	<i>Aeonium spathulatum</i>	0.0426	0.0006	< 0.01
<i>Aeonium urbicum</i>	<i>Aeonium haworthii</i>	0.0917	0	< 0.01

=> tendenziell reproduktive Isolation

Artkonzepte

Beispiel Ragwurz / *Ophrys fusca* Gruppe



O. fusca
Mallorca



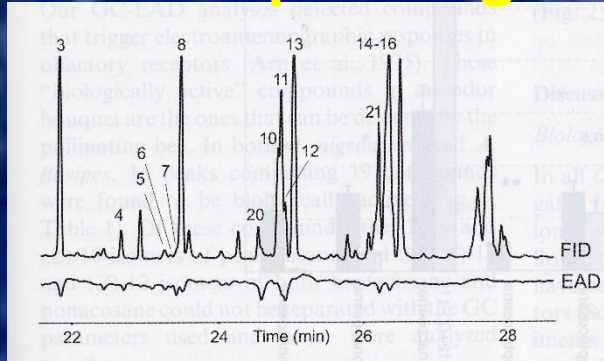
O. bilunulata Mallorca

beide bestäubt durch *Andrena nigroaenea* und *A. flavipes*

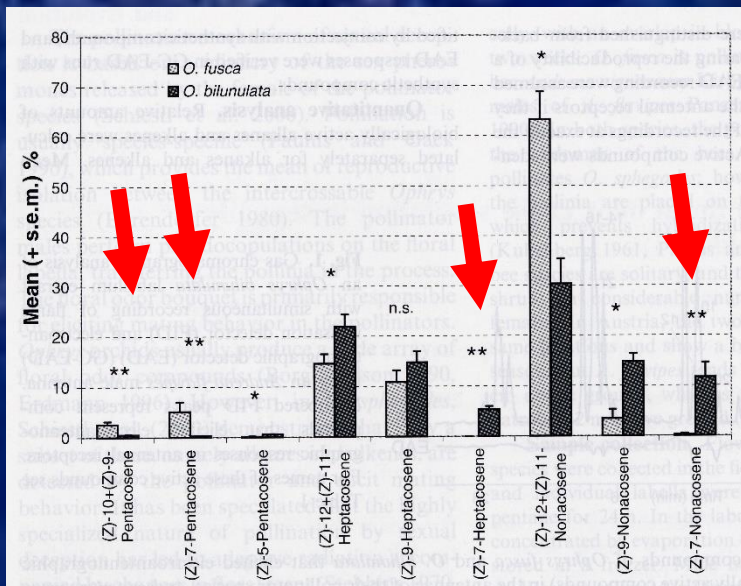
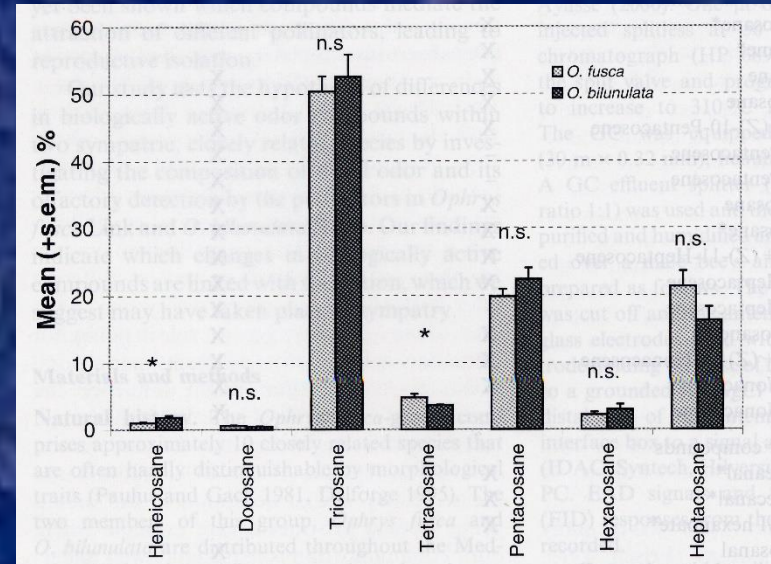


Artkonzepte

Beispiel Ragwurz / *Ophrys fusca* Gruppe



Gas-Chromatographie



rel. ähnlich, aber auch Unterschiede:

v.a. Alkene u. Alkane

werden rezipiert

Schiestl & Ayasse 2002

Artkonzepte

Schlüter et al.
2009 J.Linn.S.

Beispiel Ragwurz / *Ophrys fusca* Gruppe



***O. iricolor* Kreta**
bestäubt durch
Andrena morio



***O. mesaritica* GR**
bestäubt durch
Andrena nigroaenea



Artkonzepte

Schlüter et al.
2009 J.Linn.S.

DNA-Analysen
(AFLPs)

O. iricolor (blau) /
mesaritica (rot)

←= Mehrfacher Wechsel
des Bestäubers (*Andr.
morio* ⇒ *A. nigr.*)

Genetik ≠ reprod. Isol.
(Geograph. Korrelation)

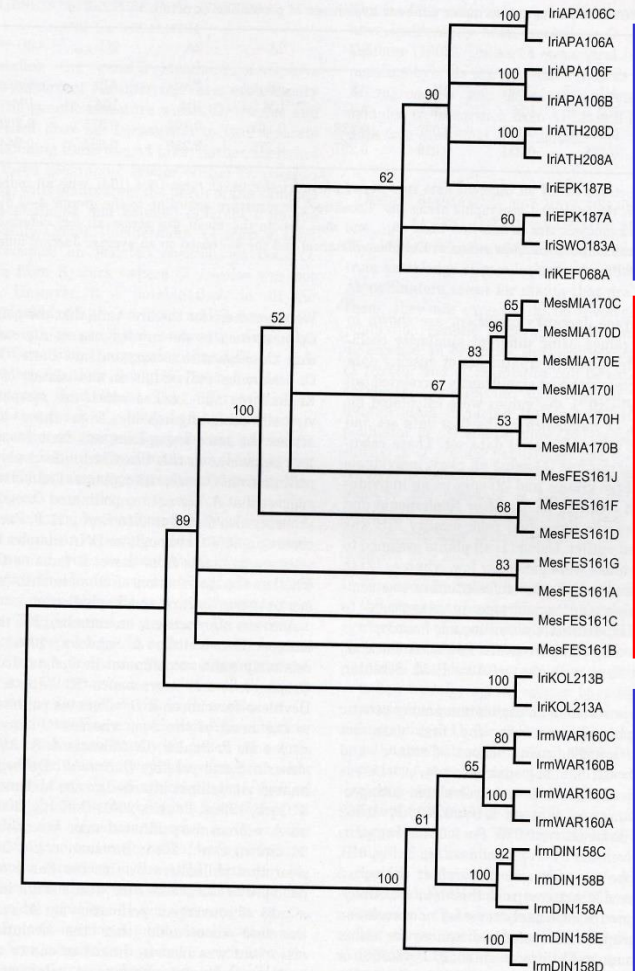


Figure 4. Bootstrap consensus from 1000 neighbour joining (NJ) dendrograms constructed using average Jaccard coefficients ($r = 100$, Schlüter & Harris, 2006), showing bootstrap support above the branches. Labels indicate taxon assignment, where 'Iri', 'Mes' and 'Irm' represent *Ophrys iricolor*, *O. mesaritica* and *O. iricolor* subsp. *maxima*, respectively, followed by locality and sample codes, as given in Table 1, and a letter identifying every plant individual.

Artkonzepte

Agamosperme / apomiktische Arten:

<= zeitweise „asexuelle“ Fortpflanzung: u.a.

- *Taraxacum*

- *Rubus*



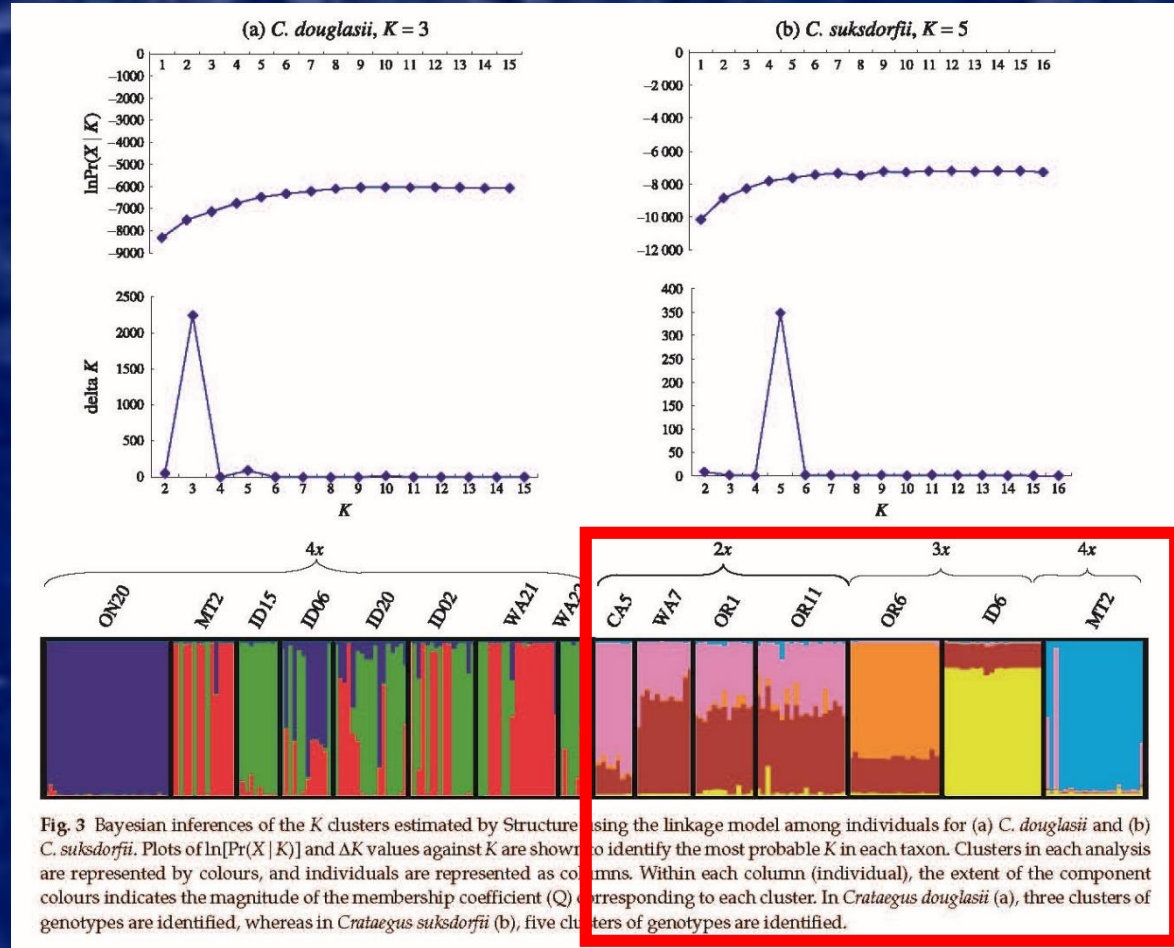
Artkonzepte

Ähnliche Ergebnisse für *Crataegus*: DNA-Studien

⇒ Apomixis
Mutationen (mehr
Genotypen rechts)
fixiert



© M. Hassler



Artkonzepte

Biologisches Artkonzept

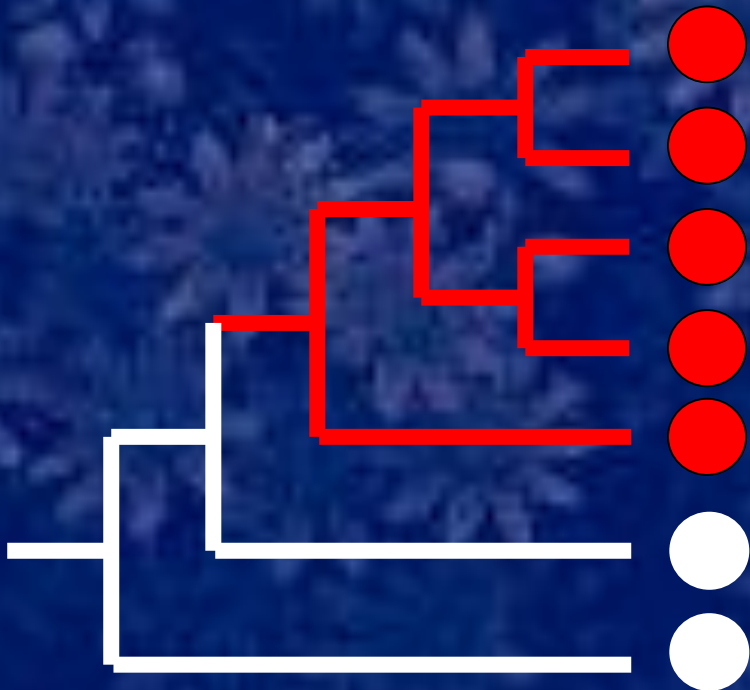
Aber:

- reproduktive Isolationsbarrieren oft schwierig zu untersuchen
- und können aufgeweicht sein

Artkonzepte

Phylogenetisches Artkonzept

=> Art umfaßt kleinste monophyletische Einheit



Monophylum

Rot: Populationen

=> eine taxonomische Gruppe

1) mit einem gemeinsamen Vorfahren

2) alle Nachkommen eingeschließt

Artkonzepte

Ökologisches Artkonzept

Art als Gruppe von Populationen, die die gleiche ökologische Nische besetzen.

⇐ ähnliche Umweltansprüche & Selektion



Gentiana clusii



Gentiana acaulis

Artkonzepte

- **Morphologisches (taxonomisches) Artkonzept:** morphologische (äußere) Ähnlichkeiten („Wem sehe ich ähnlich?“)
- **Ernst Mayr (Biologisches Artkonzept):** keine Reproduktionsbarrieren („Mit wem kann ich mich paaren?“)
- **Phylogenetisches Artkonzept:** kleinste monophyletische Einheit („Mit wem bin ich verwandt?“)
- **Ökologisches Artkonzept:** gleiche ökologische Nische („Wer wohnt im selben Haus?“)

**Ist die Art eine “natürliche”
Einheit?**

-

Was evolviert eigentlich?

natürliche Einheit?

Suche nach Entitäten:

- Art? Arten werden nach versch. Kriterien definiert, die teils überlappen.

Geschätzte 70-90% der Gefäßpflanzen erfüllen mehrere Kriterien der versch. Artkonzepte (z.B. morphologisch, phylogenetisch, ökologisch, biologisch).

Aber: Grenzen bleiben teils unscharf (genetisch, morphologisch, in Zeit und Raum etc.).

natürliche Einheit?

Suche nach Entitäten:

Population?

Gruppe von Individuen einer Art:

- **evolutiv verbunden**
- **Fortpflanzungsgemeinschaft**
- **gleichzeitig in einheitlichem Areal**

Grenzen und Definitionen auch hier teils unscharf!

natürliche Einheit?

Suche nach Entitäten:

Individuum? Meist ja

Aber Probleme bei Klonen von Pappel oder Lianen



Pappel

natürliche Einheit?

Was evolviert eigentlich? – Wo setzt Evolution an?

Art? - Nein! Wenn dann Populationen, die sich abspalten etc.

Populationen? - Abhängig von Perspektive.

Individuen? - Ja. Diese können sich paaren und sexuell reproduzieren. => Einheit der Evolution ist Organismus

Gene? – Teilweise ja. Aber Interaktion von Genen.

Komplexes Interagieren auf versch. Ebenen.

Artkonzepte

Nominalistisches Artkonzept

- Art besitzt keine reale, autonome Existenz; keine natürliche Einheit, sondern abstraktes, konstruiertes Denkmodell

=> besitzt keine Merkmale und Eigenschaften der Substanzen

- philosophisch dem Konstruktivismus nahestehend

=> eine natürliche Art gibt es gar nicht!

„Ich werde gedacht, also bin ich“

Artkonzepte

Praktische Anwendung

- **Artkonzepte hängen tendenziell (auch) von der Zeit ab. Junge Taxa sind teils schwierig zu definieren**
- **Morphologisches Artkonzept oft brauchbar, es impliziert reproduktive Isolation.**
- **Wenn möglich verschiedene AK-Kriterien berücksichtigen**
- **Einheitliche Artkonzepte sollten überregional verwendet werden!**

Schlußfolgerung

- Die Problematik um die „Art“ ist
 - a) semantischer Natur
 - b) teils biologisch-evolutionär bedingt

Nimm-mit-nach-Hause-Nachricht

- Die Art in der Biologie ist nach unterschiedlichen Kriterien definiert
=> eine Art \neq andere Art
- tendenziell lassen sich Arten unterscheiden und definieren
- „Fälle“ mit hoher biologischer Dynamik erschweren Definition => Hot-Spots der Evolution
- Es sollen möglichst viele Methoden zur Klärung der Fragestellungen angewendet werden

Dank

**A. Wörz für Diskussion,
H.J. Niederhöfer & A. Rosenbauer für
Scans/Fotos**