

**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. sibiricus*  
apice carina violaceo.  
*Astragalus cauleformis erectifolius*  
lus, floribus pinnatis legumini-  
bus erectifolius nudis summis  
tereti depressis: mucrone refle-  
to. Linn. spec. 1059. Syst. 1190  
Flor. Sibis. Tom. IV. 40. tab. 17. 2 10.

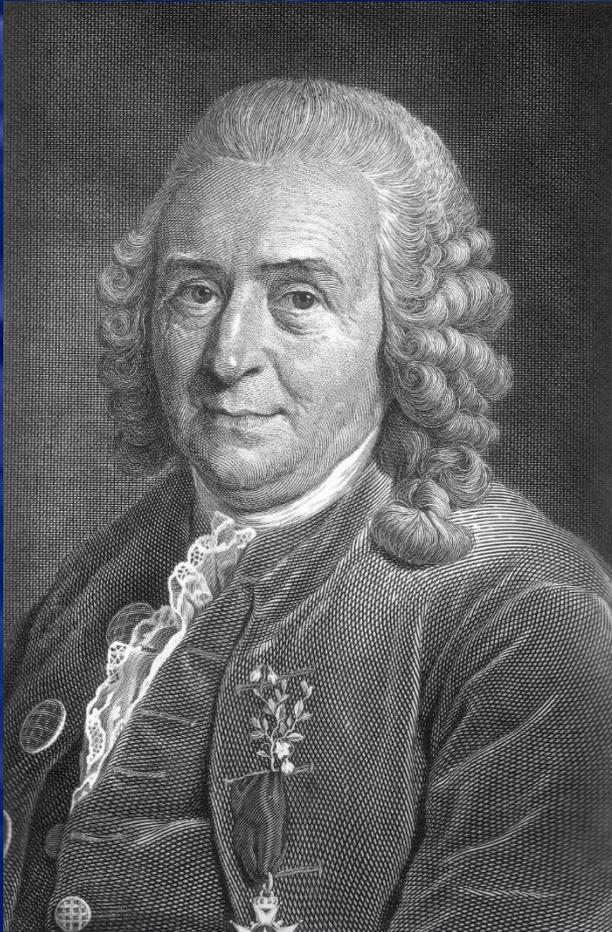
Binäre Nomenklatur

Gattung: *Astragalus*

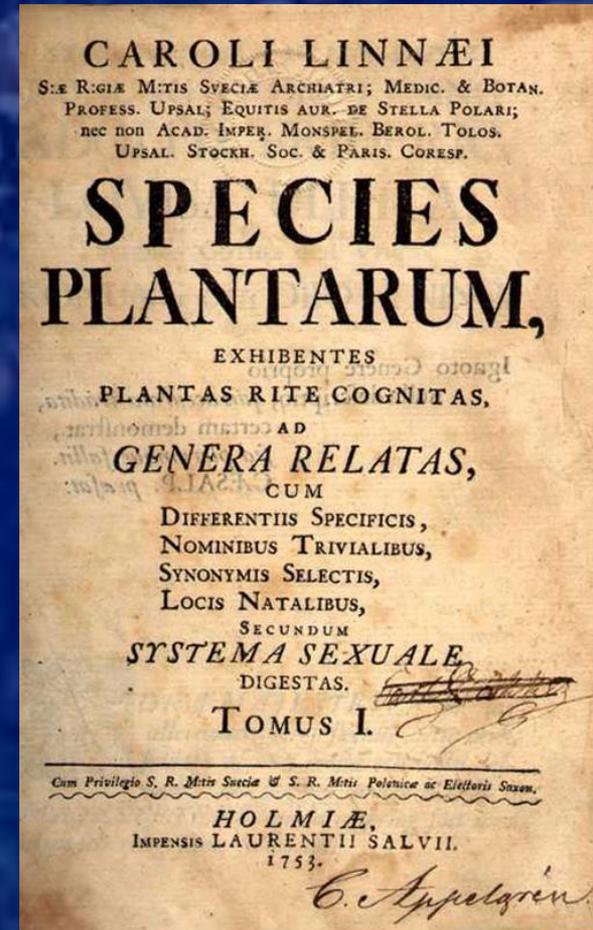
Art: *Astragalus uliginosus*

# 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.

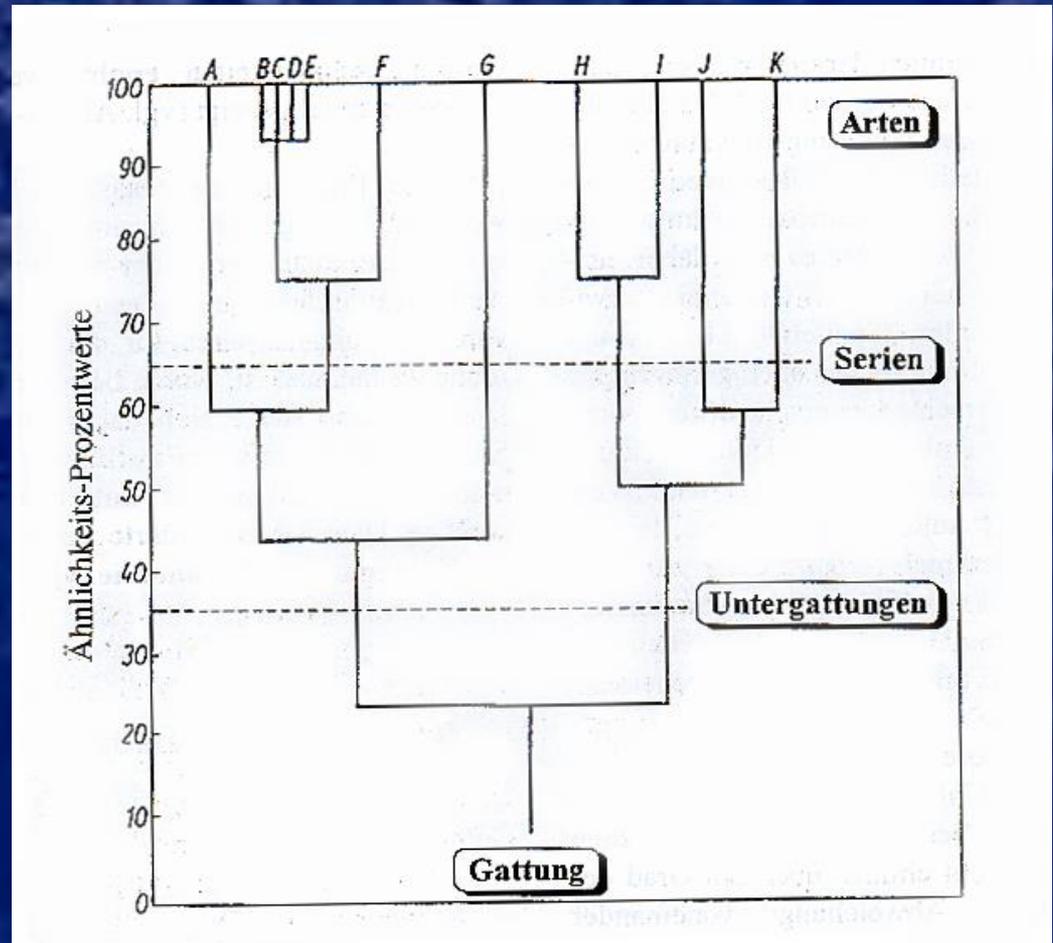


***Polygala erioptera***

# Artkonzepte

## Morphologisches Artkonzept

tendenziell  
Korrelation zw.  
Morphologie und  
taxonomischem  
Rang, aber nicht  
zwingend.  
Keine objektiven  
Grenzen



# Artkonzepte

vielgestaltige Arten-Aggregate:

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



subsp.  
*alpestris*



subsp.  
*vulneraria*



subsp.  
*carpatica*



subsp.  
*polyphylla*

# Artkonzepte

2 vielgestaltige Arten-Aggregate:

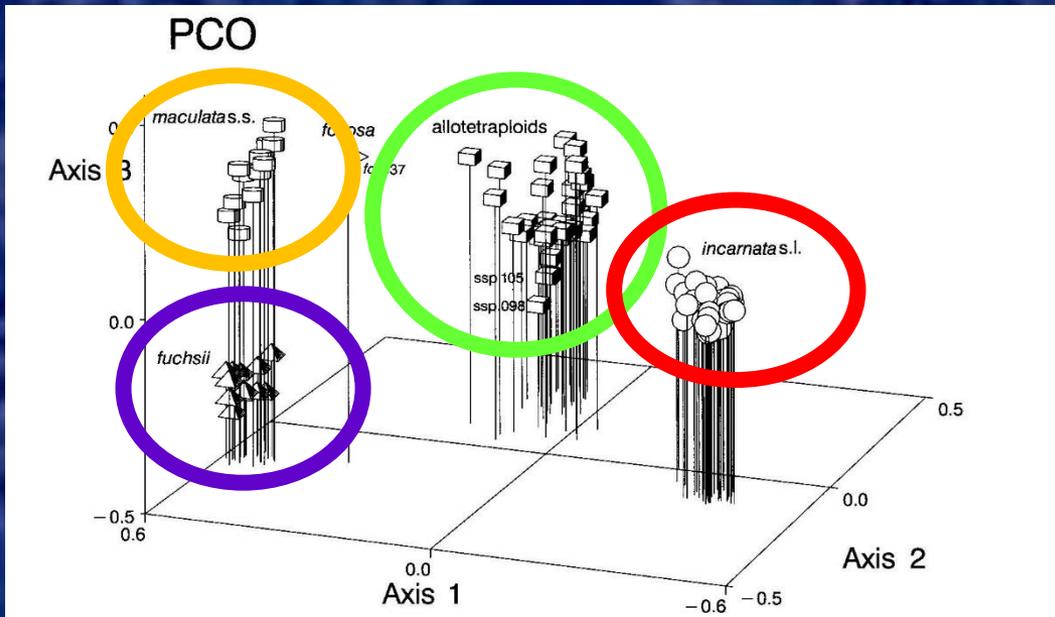
*Dactylorhiza incarnata*

*Dactylorhiza maculata*



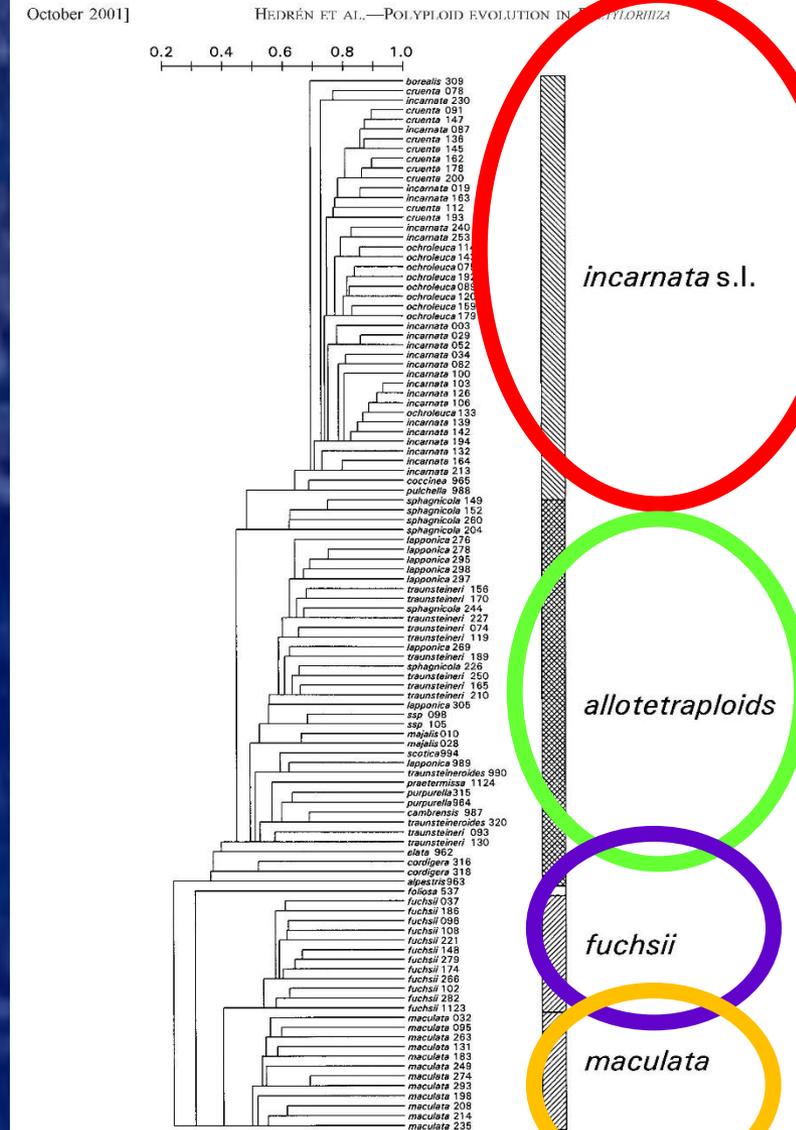
# Artkonzepte

## *Dactylorhiza maculata/incarnata*



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

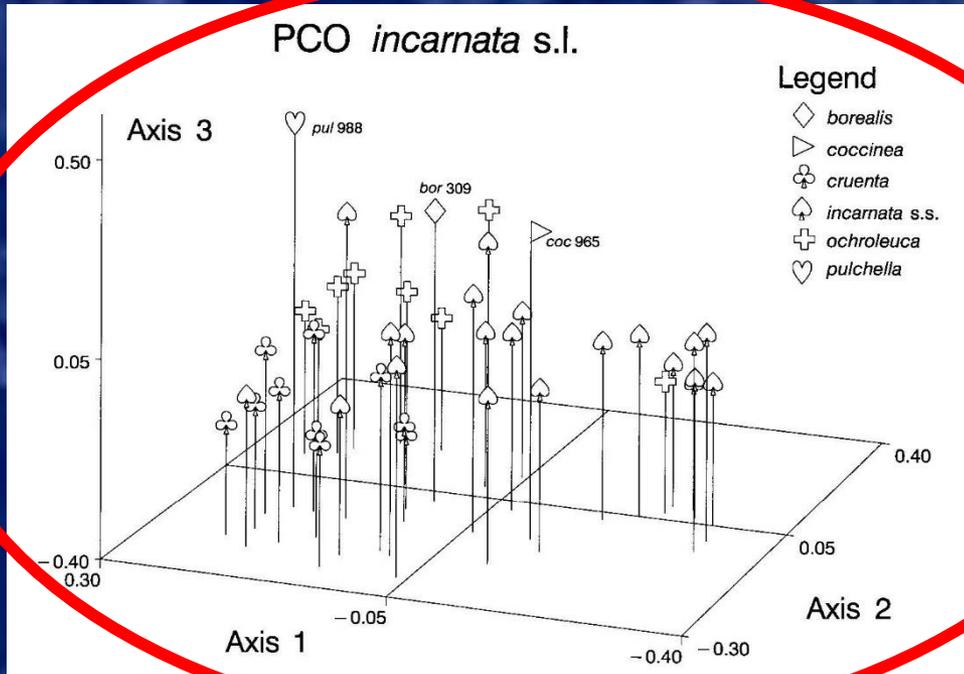
Hedren et al. 2001



# Artkonzepte

## *Dactylorhiza incarnata*

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

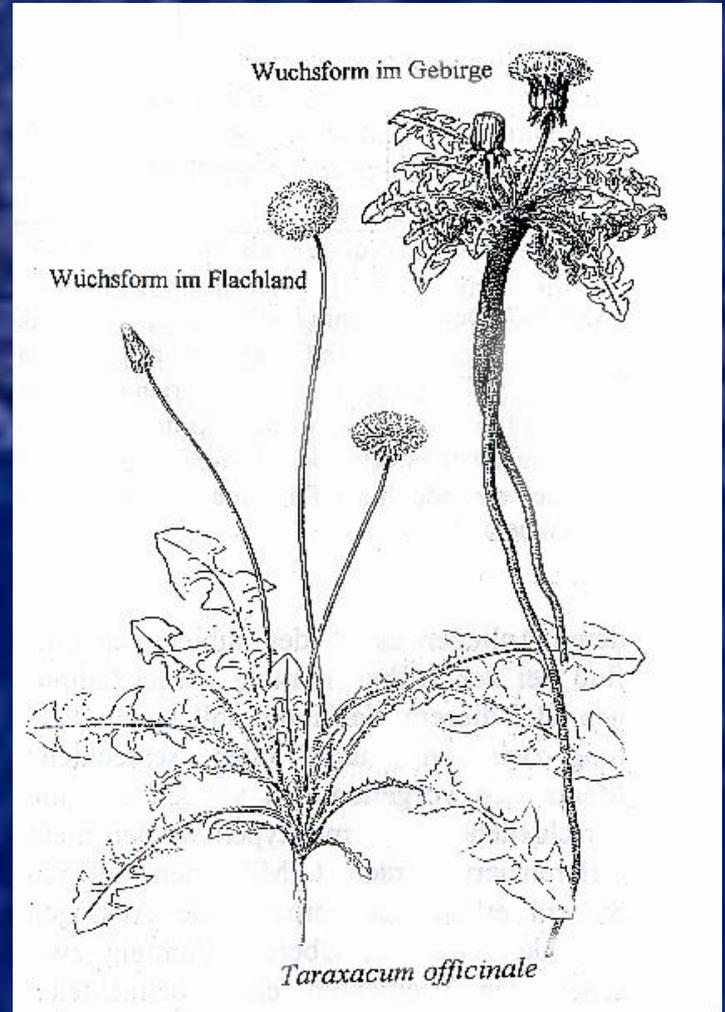
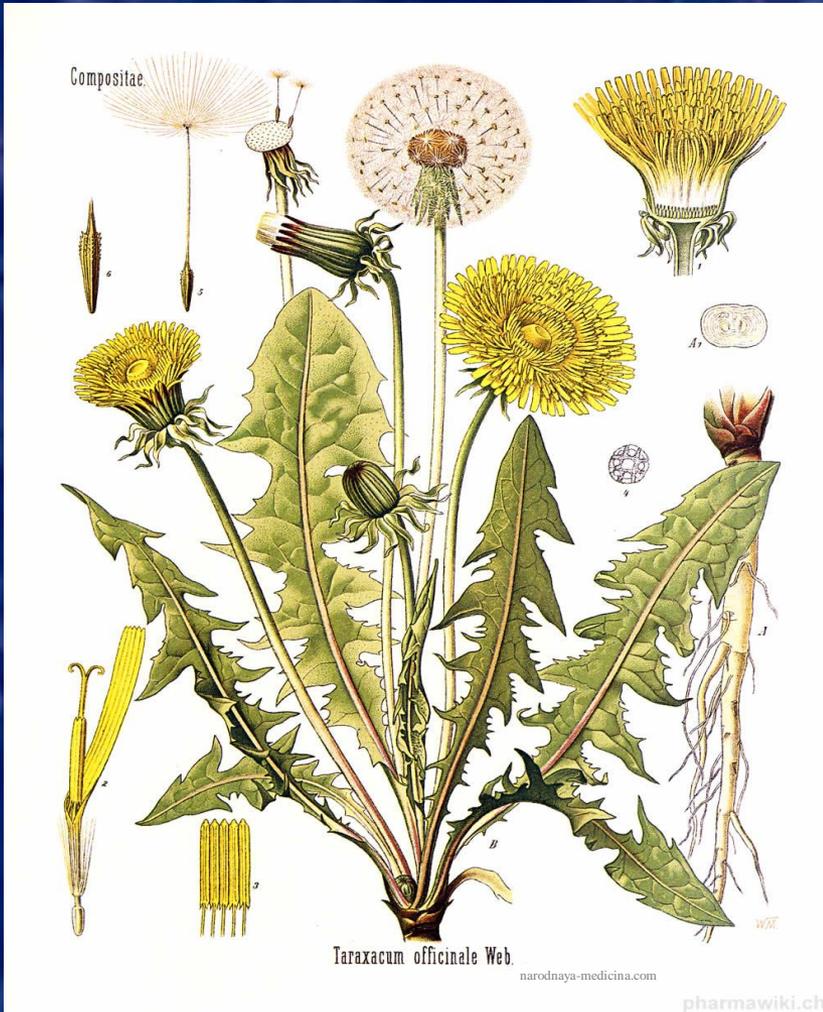




# Artkonzepte

## Modifikation

nicht genetisch fixiert; z.B. *Taraxacum*



# Artkonzepte

=> DNA-Taxonomie:



*Bellis perennis* (Gänseblümchen)

**Genbank AF046950:**

```
TCGAAACCTGCAAAGCAGAACGACCCGCGAACATGTTACAACAACCATGCCATGATGGGTCGGRCGTAAGTTCG
ATCCTCGTGGCACACCGTCGTTGTGCGTCTTTGATGCCATTAGGGCCTCTTGGTCGTTACTTTGACGTAACAAA
ACCCGGCACTGGATGTGCCAAGGAAATTTAAATTTAAGAATGGCTCGTTCCATGAAGCCCCGTTCCGCGGTGTG
CTCATGGAGCGTGGCTTCTTTATAATCATAAACGACTCTCGGCAACGGATATCTCGGCTCACGCATCGATGAAGA
ACGTAGCAAATGCGATACTTGGTGTGAATTGCAGAATCCCGTGAACCATCGAGTTTTTGAACGCAAGTTGCGCC
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

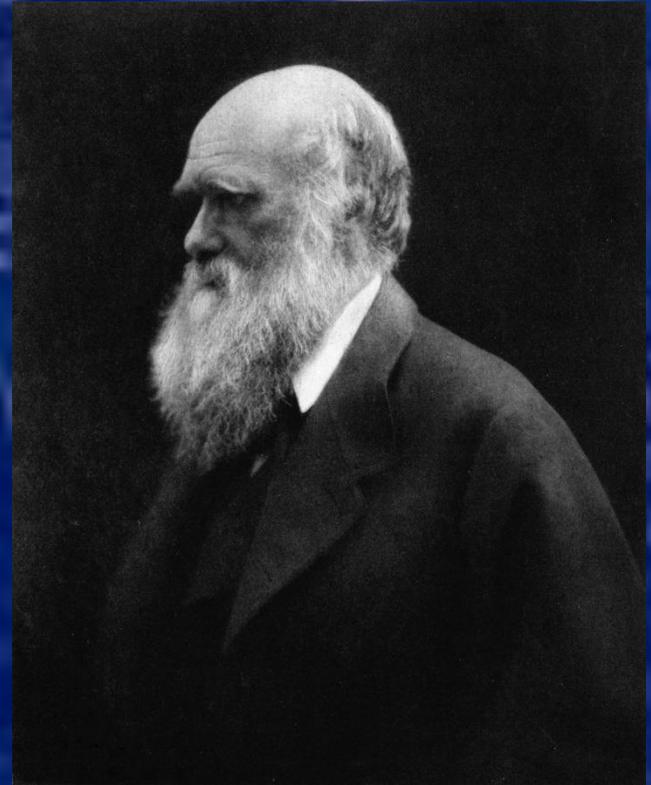
**=> keine evolutive Aussage**

**=> 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

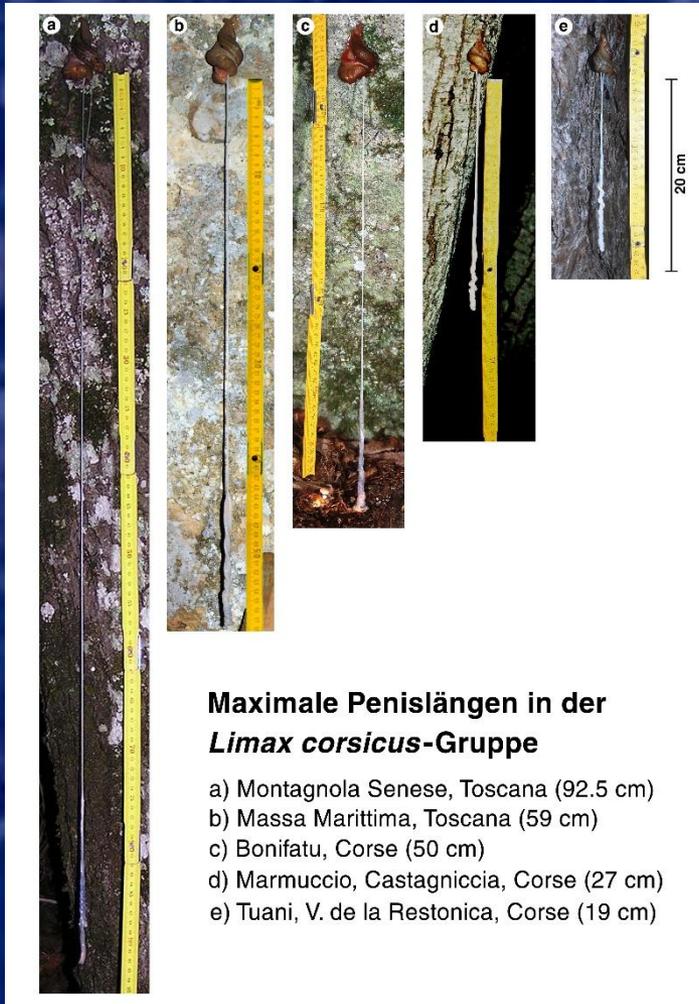
## Biologisches Artkonzept

**=> 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

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

**=> tendenziell reproduktive Isolation**

# Artkonzepte

## Beispiel Ragwurz / *Ophrys fusca* Gruppe



*O. fusca*  
Mallorca



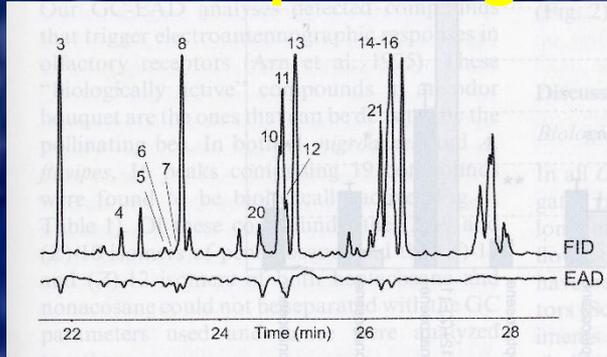
*O. bilunulata* Mallorca

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

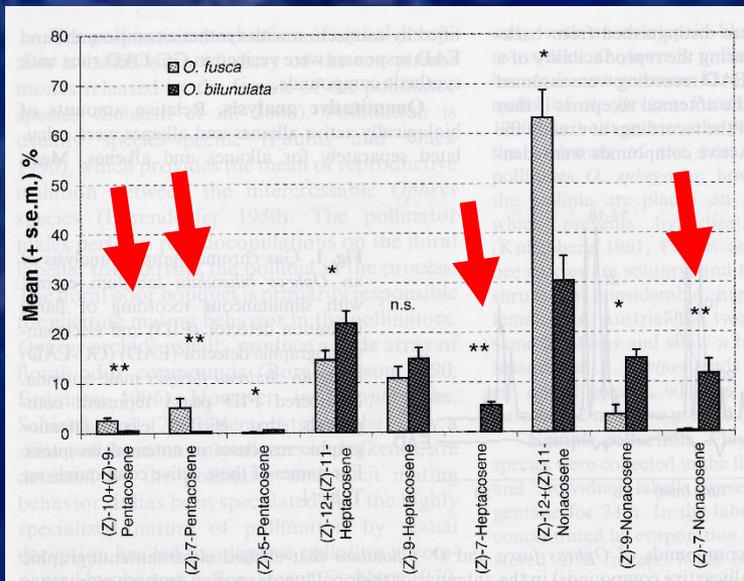
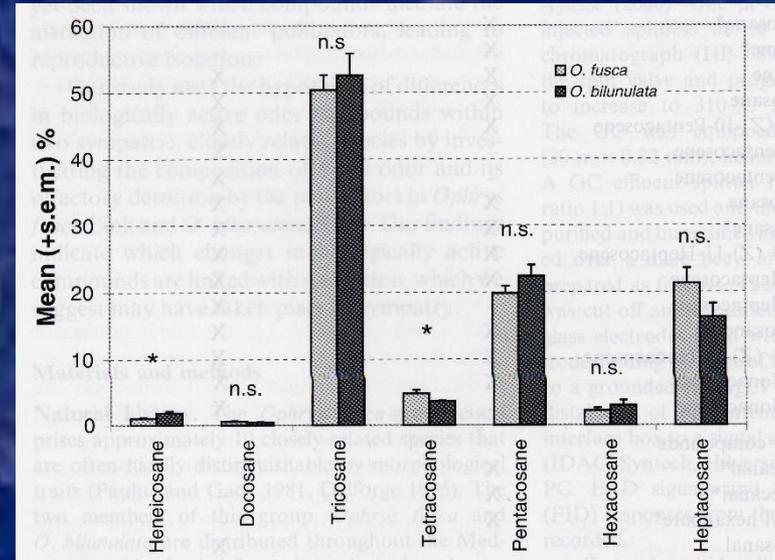


# Artkonzepte

## 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

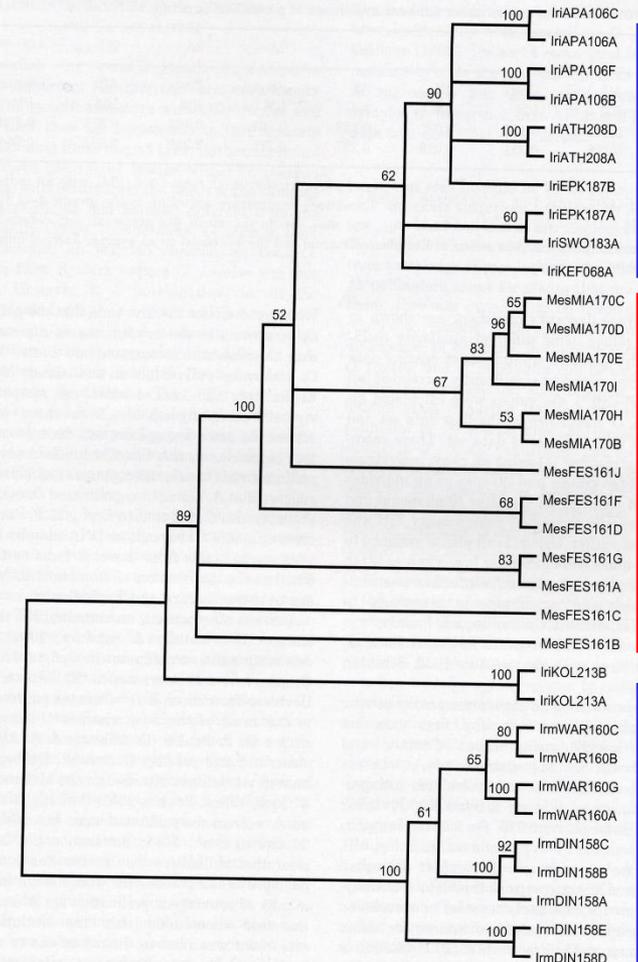
Schlüter et al.  
2009 J.Linn.S.

## 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*



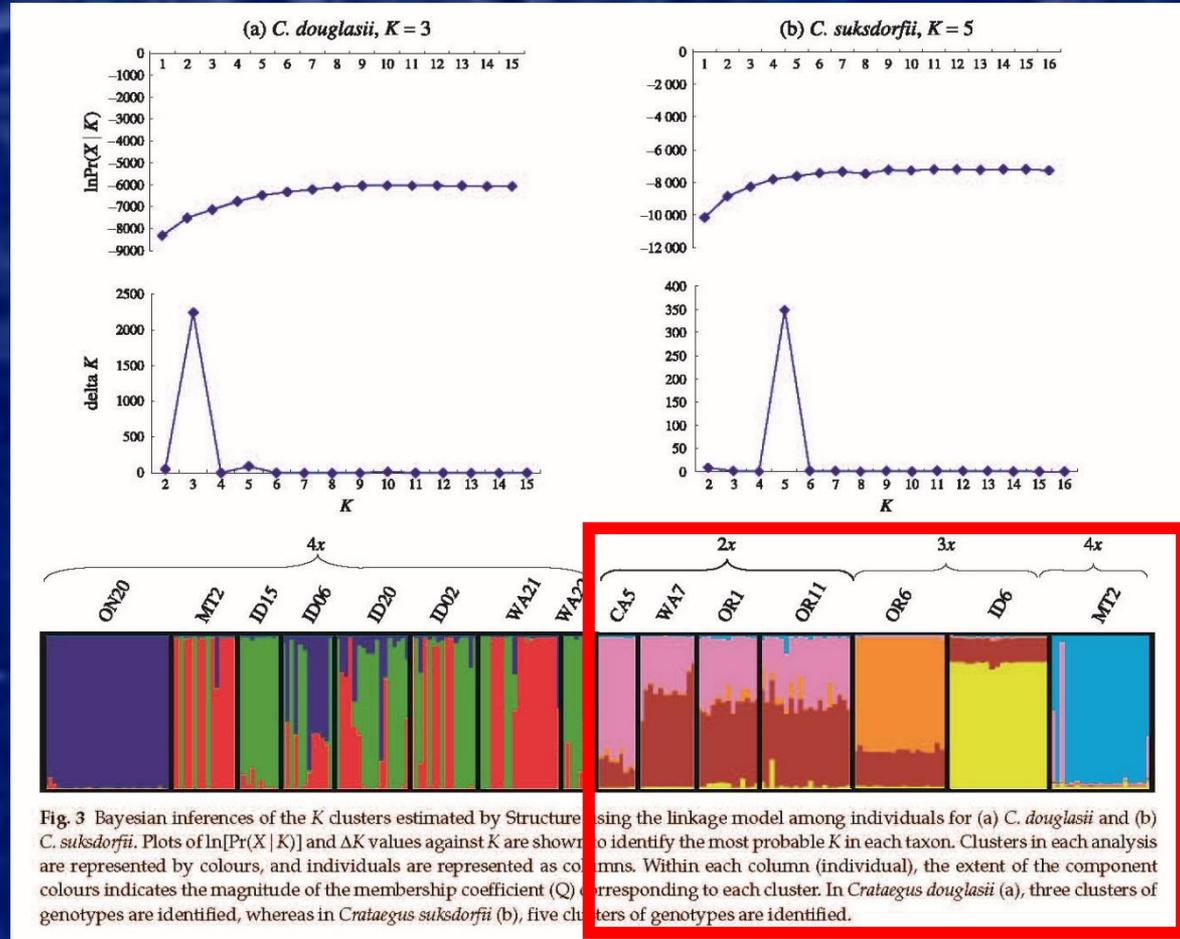
# Artkonzepte

## Ähnliche Ergebnisse für *Crataegus*: DNA-Studien

⇒ Apomixis  
Mutationen (mehr  
Genotypen rechts)  
fixiert



© M. Hassler



# Artkonzepte

## Biologisches Artkonzept

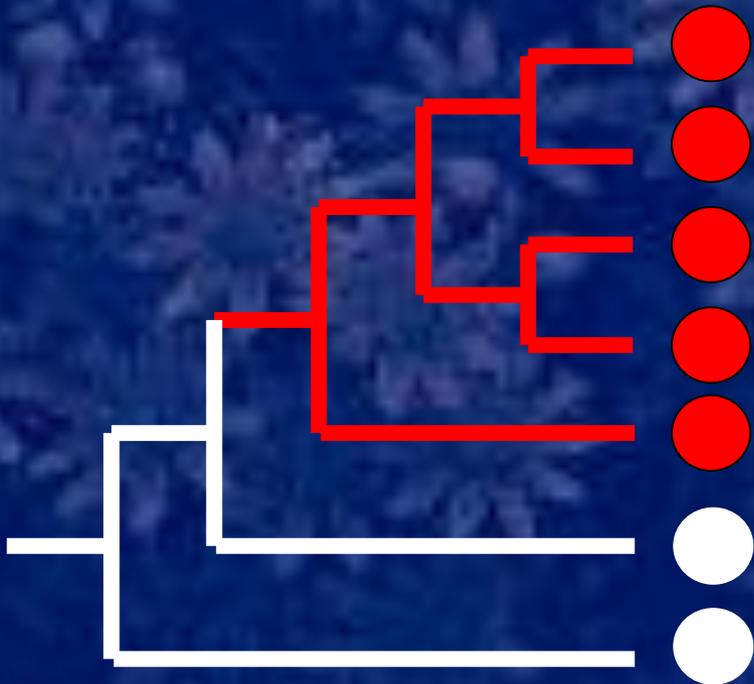
**Aber:**

- 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**