

single nucleotide variation

<i>Leptoptilos</i>	CATGCGAGCCAGCATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGACACCATCCCTCTGCCTTCCGCCGCATGGGTCTAGGGGGCCACTG
<i>Ciconia nigra</i>	CATGCGAGCCGGCATGGGTCCCCTTTGCTTTGGGGAGACATGGACACCACCCCTCTGCCTTCCCTCCGCATGGGTCTAGGGGGCCACTG
<i>Sarcoramphus</i>	CATGCGAGCCAGCATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGACGCCATCCCTTTGCCTCCCTCTGCATGGGTCTGGGCGGGAGGG
<i>Cathartes aura</i>	CATGCGAGCCAGCATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGACGCCATCCCTTTGCCTCCCTCTGCATGGGTCTGGGCGGGAGGG
<i>Daptrius american.</i>	CATGCGAGCTGGCATGGGTCTGGCTCAGTTTGGGAGACATGGACGCCATCCCTTTGCCTCCCTCTGCATGGGTCTGGGGGCCACTG
<i>Falco cherrug</i>	CATGCGAGCTGGCATGGGTCTGGCTTGGTTTGGGAGACATGGACACCATCCCTTTGCCTCCCTCTGCACAGGTCTGGGGGCCACTG
<i>Falco columbarius</i>	CATGCGAGCTGGCATGGGTCTGGCTTGGTTTGGGAGACATGGACACCATCCCTTTGCCTCCCTCTGCACAGGTCTGGGGGCCACTG
<i>Falco subbuteo</i>	CATGCGAGCTGGCATGGGTCTGGCTTGGTTTGGGAGACATGGACACCATCCCTTTGCCTCCCTCTGCACAGGTCTGGGGGCCACTG
<i>Sagittarius serpent.</i>	CATGCGAGCCGACGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCACCCTCTGCCTCCTTCTGCATGGGTGTGAGGGCCACTG
<i>Pandion haliaetus</i>	CACGCGAGCCGACACGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACACGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCCGTGGGTCTGGGGCCACTG
<i>Gampsonyx swain.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCTGTGTGG-TCTGGGG-CCAATG
<i>Elanus caeruleus</i>	CATGCGAGTCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCTGTGTGG-TCTGGGG-CCAATG
<i>Gypohierax angol.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCATGGGTCTGGGG-CCACCA
<i>Gypaetus barbatus</i>	CATGTGGGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCTGCATGGGTCTGGGG-CCACCG
<i>Neophron percnopt.</i>	CATGCGAGCCAACATGGGTCTGTTTGGTTTGGTTGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCACGGGTCTGGGG-CCACCG
<i>Eutriorchis astur</i>	CATGCGAGCTGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCTGGGG-CCACCG
<i>Polyboroides typus</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGTGTCCCTTCCGTGTTGGGTCTGAGG-CCACCG
<i>Accipiter gentilis</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCATCCCTTCCGTTGGGTCTGGGG-CCACTG
<i>Micronisus gabar</i>	CATGCGAGCTGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGTTGGGTCTGGGG-CCACTG
<i>Rostrhamus sociab.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCTGCCTGGGTCTGGGG-CCACTG
<i>Buteo buteo</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCTGCATGGGTCTGGGG-CCACTG
<i>Parabuteo unicinc.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCTGCATGGGTCTGGGG-CCACTG
<i>Milvus migrans</i>	CATGCGAGCCGATGTTGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCTGCGTGGGTCTGGGG-CCACCG
<i>Haliaeetus albicilla</i>	CATGCGAGCCGATGTTGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCTGCGTGGGTCTGGGG-CCACCG
<i>Circaetus gallicus</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGTTGGGTCTGCGG-CCACCG
<i>Terathopius ecau.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGTTGGGTCTGGGG-CCACCG
<i>Aquila clanga</i>	CATGCGAGCTGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCTGGGG-CCACTG
<i>Hieraetus pennat.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCTGGGG-CCACTG
<i>Polemaetus bellic.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCTGGGG-CCACTG
<i>Lophaetus occip.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCTGGGG-CCACTG
<i>Harpia harpya</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCTGGGG-CCACTG
<i>Gyps africanus</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCTGGGG-CCACCG
<i>Necrosyrtes mon.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCTGGGG-CCACCG
<i>Aegyptius monach.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCTGGGG-CCACCG
<i>Torgos tracheliot.</i>	CATGCGAGCCGACATGGGTCTGTTTGGTTTGGGGAGACATGGATGCCATCCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCTGGGG-CCACCG

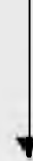
Adenylate kinase intron

AK intron 5: 17bp deletion as synapomorphy of Aquilini

Le.crum001	GGTAAGCATGGGAGTCACAGATGTCCCCACACCATCCTCTGCCTTCCGCCGCATGGGTCT
Ci.nigr009	GATAAGCATGGGGGTACAGATGTCCCCACACCACCTCTGCCTTCCCGCATGGGTCT
Sa.papa005	GGTGAGCATGGGGGTACAGATGTCCCCACGCCATCCTTTGCCTCCCTCTGCATGGGTCT
Ca.aura001	GGTGAGCATGGGGGTACAGATGTCCCCACGCCATCCTTTGCCTCCCTCCGCGTGGGTCT
Fa.cher029	GGTGAGCATGGGGGTACAGATGTTCCACACCATCCTTTGCCTCCCTCTGCACAGGTCT
Fa.colu001	GGTGAGCATGGGGGTACAGATGTTCCACACCATCCTTTGCCTCCCTCTGCACAGGTCT
Fa.subb001	GGTGAGCATGGGGGTACAGATGTTCCACACCATCCTTTGCCTCCCTCTGCACAGGTCT
Pa.hali099	GGTGAGCYCGGGGTTACAGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCACGTGGGTCT
Ga.swain55	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCTGTGTGGGTCT
Po.typus92	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGTGTCCCTCCGTGTGGGTCT
Ha.pela012	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCTGCGTGGGTCT
Ha.voci122	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCTGCGTGGGTCT
Ka.mono671	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTTGTCTACGTGGGTCT
Le.schi530	GGTGAGCATGGGSGTCATGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCTGCATGGGTCT
Me.gaba096	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCACGTGGGTCT
Mi.migr039	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCTGCGTGGGTCT
Ne.mona001	GGTGAGCATGGGGGTACGGATATCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCACGTGGGTCT
Ne.perc004	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCGCACGGGTCT
Pa.unic032	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCTGCATGGGTCT
Ro.soci001	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCTGCCTGGGTCT
Ac.gent047	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCATCCTTCCAGCGTGGGTCT
Eu.astur01	GGTGAGCATGGGGGTACGGATATCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCT
Aq.clan755	GGTGAGCATGG-----ATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCT
Aq.nipa003	GGTGAGCATGG-----ATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCT
Aq.rapa064	GGTGAGCATGG-----ATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCT
Aq.verr151	GGTGAGCATGG-----ATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCACGTGGGTCT
Hi.penn245	GGTGAGCATGG-----ATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCT
Po.bell142	GGTGAGCATGG-----ATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCT
Ha.harp002	GGTGAGCGTGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCGCGTGGGTCT
Bu.bute001	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCTGCATGGGTCT
Ci.aeru165	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCACATGGGTCT
Ci.cyan018	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCACATGGGTCT
Ci.gall219	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCACGTGGGTCT
Gy.afri003	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTCCACGTGGGTCT
Gy.ango001	GGTGAGCATGGGGGTACGGATGTCCCCATGCCATCCTCTGCCTCCTTTCGCATGGGTCT

Storks
NW Vultures
Falcons

Accipitridae



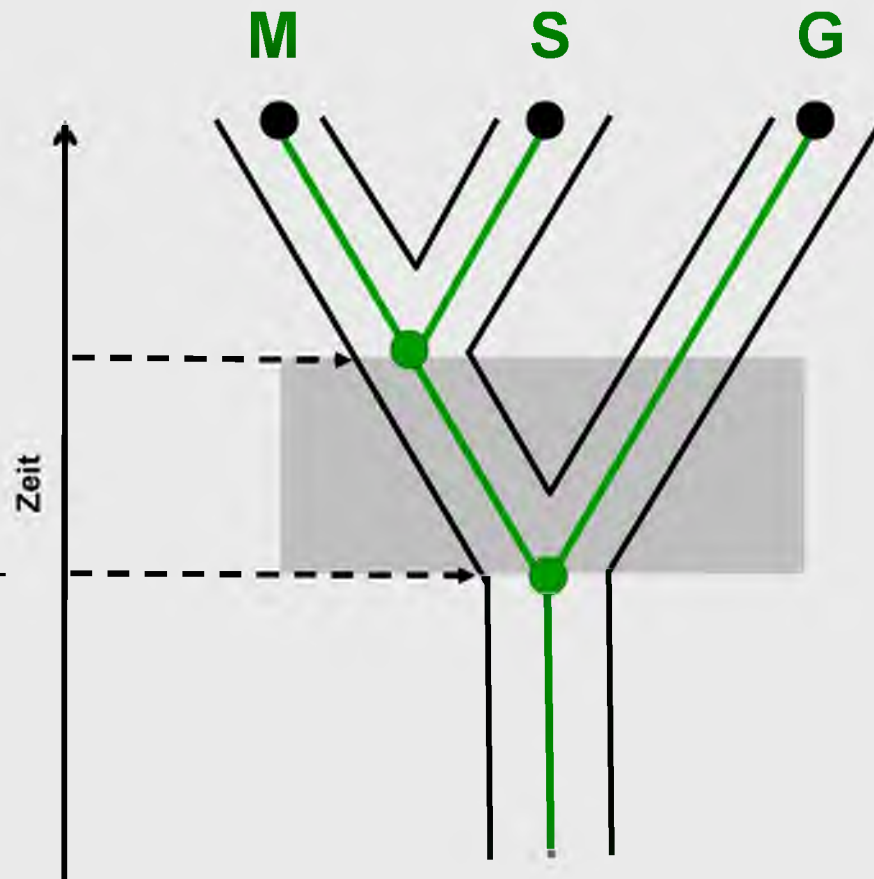
***Aquila, Hieraaetus
Lophaetus &
Polemaetus***

Phylogenetische Studien an der Vogelwarte Hiddensee

Theorie

Beispiele

Ausblick



Gen-Bäume in der Phylogenie

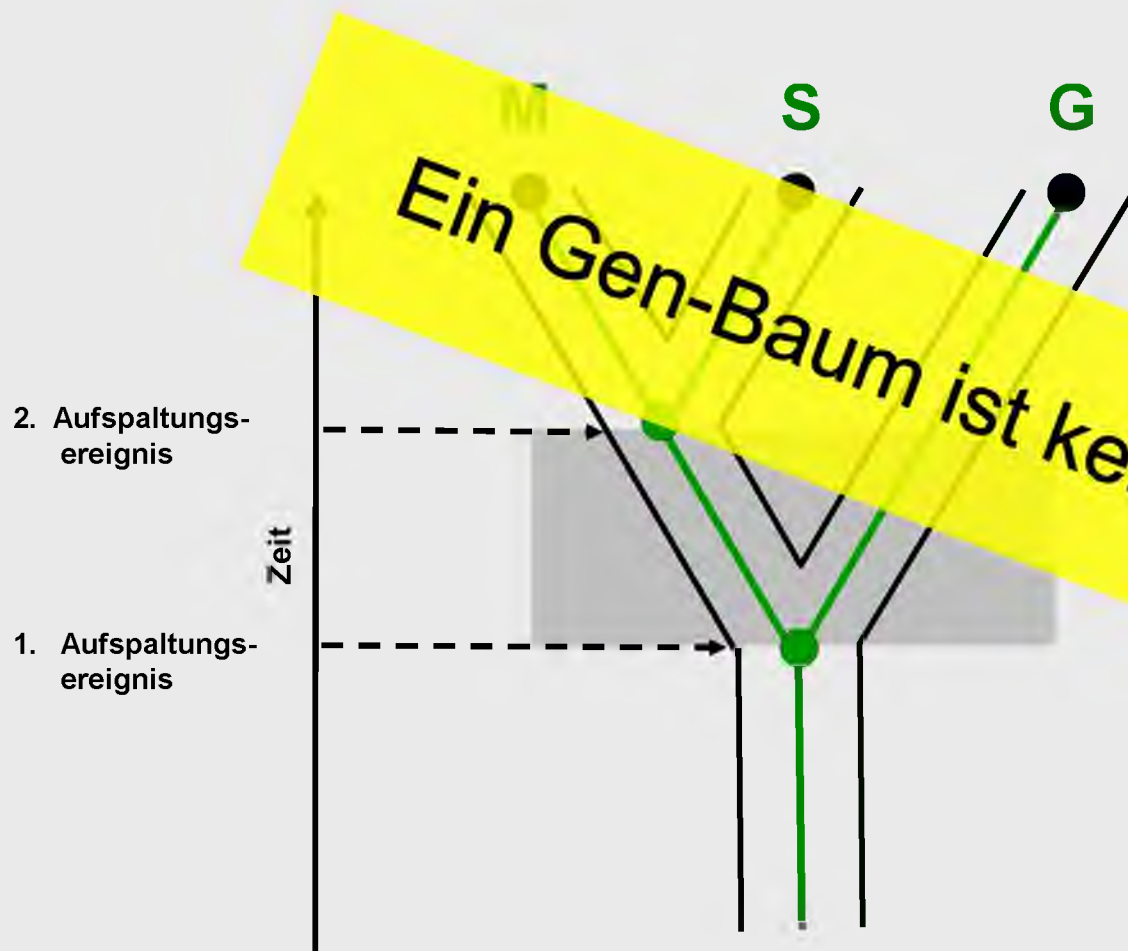
1. Ein **Gen-Baum** entwickelt sich innerhalb eines **Spezies-Baums**
2. In einem **Spezies-Baum** gibt es mehrere **Gen-Bäume**
3. Phylogenien sollten anhand **mehrerer unabhängiger Gene** rekonstruiert werden

Phylogenetische Studien an der Vogelwarte Hiddensee

Theorie

Beispiele

Ausblick



Gen-Bäume in der Phylogenie

1. Ein Gen-Baum entwickelt sich innerhalb eines Spezies-Baums

2. Ein Spezies-Baum gibt

3. Phylogenesequenzen von mehreren ungenutzten Genen rekonstruiert werden

Phylogenetische Studien an der Vogelwarte Hiddensee

Theorie

Beispiele

Ausblick



Phylogenie der Greifvögel (Accipitriformes)



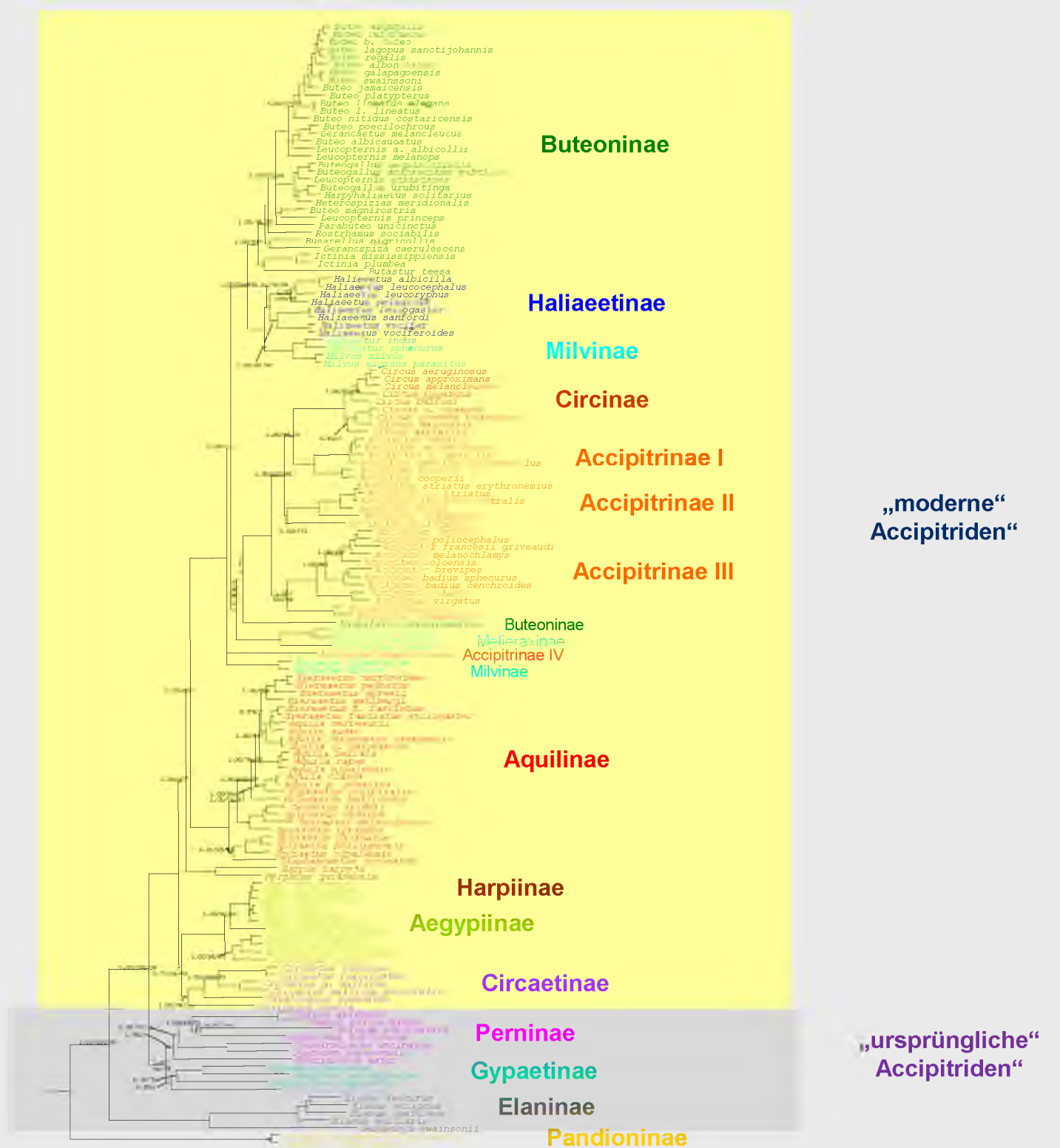
Kocum *et al.* (in prep.)

150 Taxa

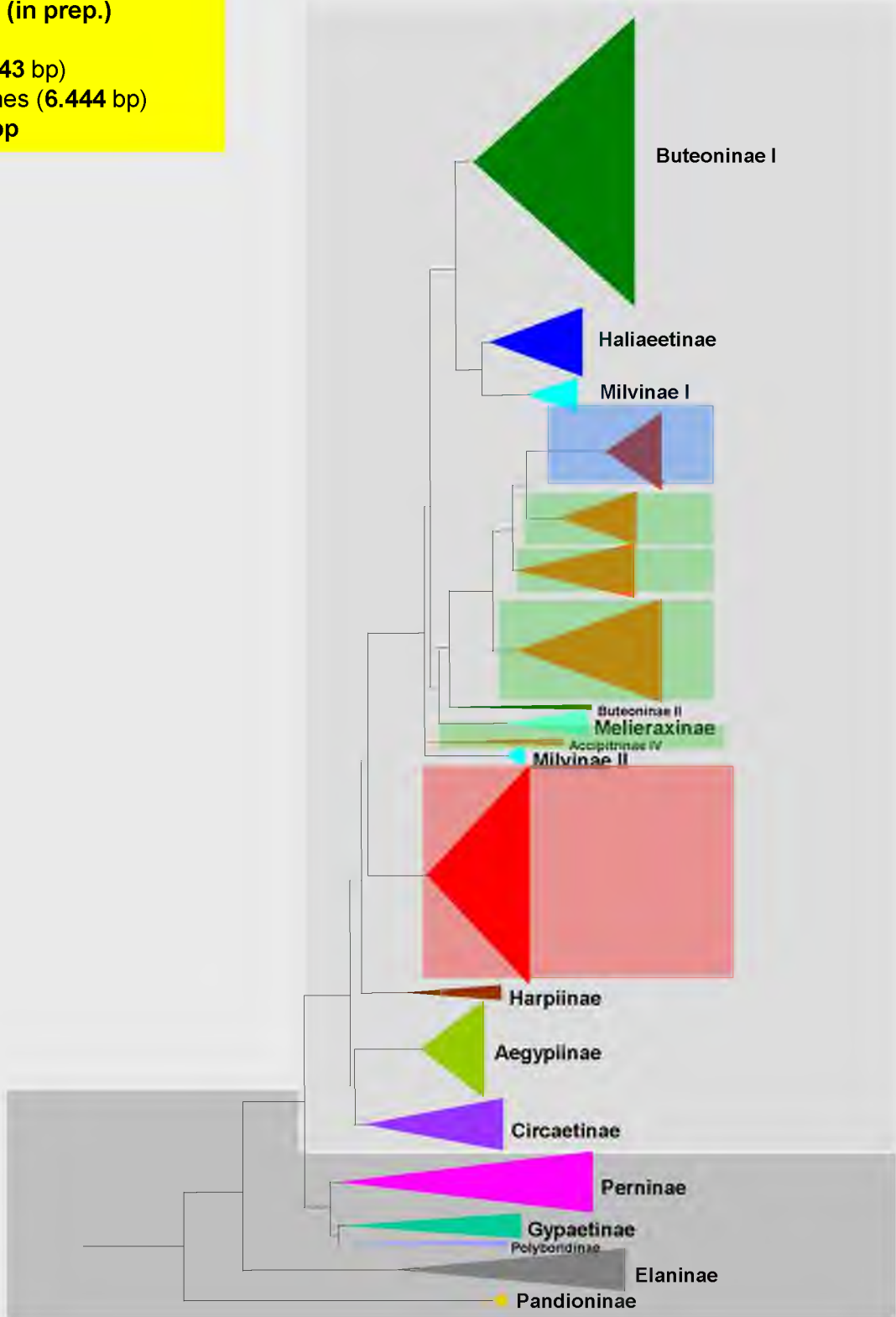
mt-Cyt-b (1.143 bp)

6 nukleare Gene (6.444 bp)

Gesamt: 7.587 bp



Kocum *et al.* (in prep.)
150 Taxa
mt-Cyt-b (1.143 bp)
6 nuclear genes (6.444 bp)
total: 7.587 bp



„moderne“ Accipitridae

→ Gattung *Circus*
nächstverwandt mit einer
Teilgruppe von *Accipiter*

→ Paraphylie der Gattung
Accipiter
vier sehr divergente Artengruppen

→ erweiterte Gattung *Aquila*
unter Einschluss von *Hieraaetus*,
Spizaetus und sechs weiteren
monotypischer Gattungen

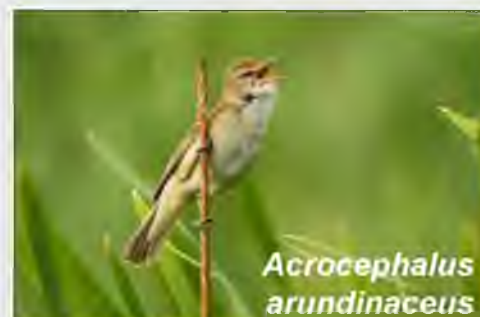
„basale“ Accipitridae

Phylogenetische Studien an der Vogelwarte Hiddensee

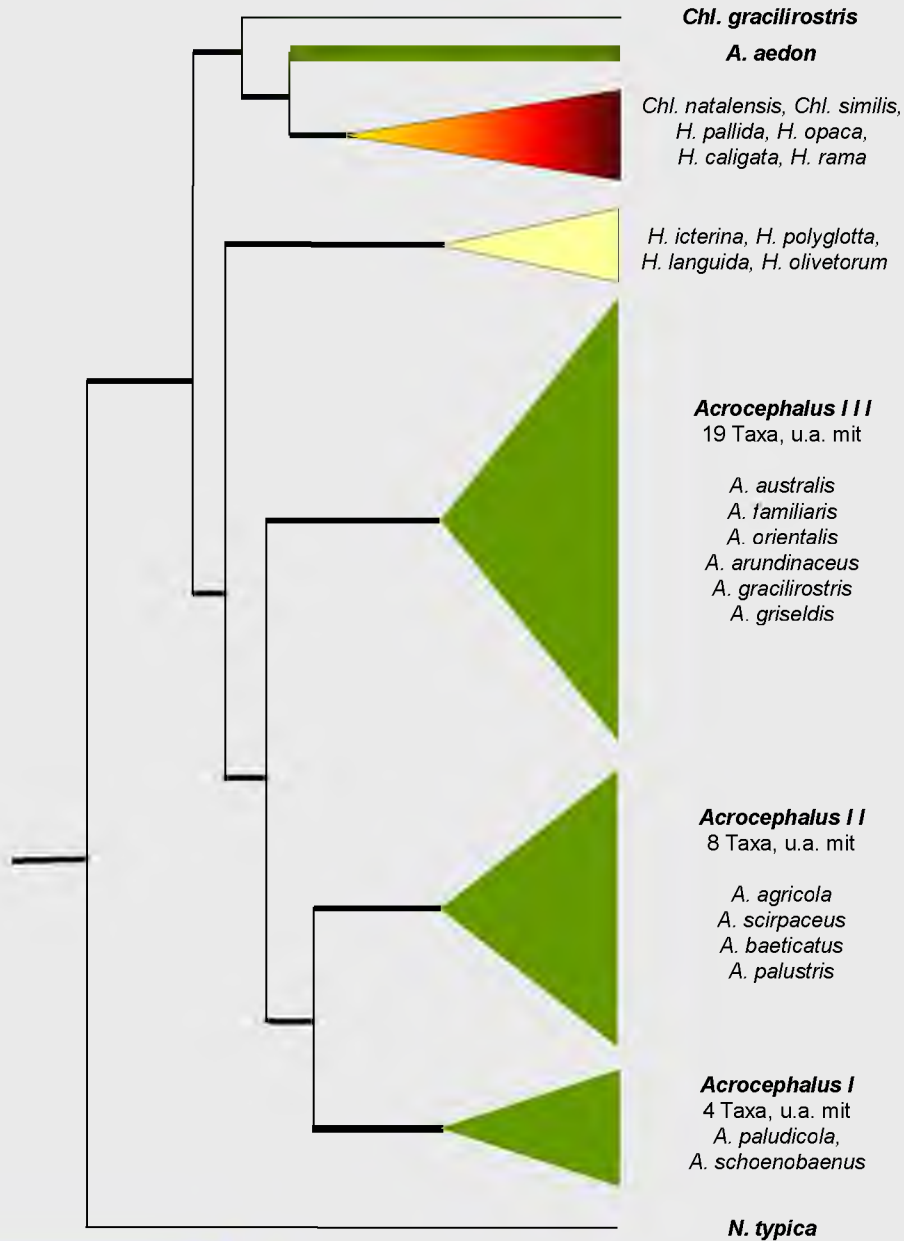
Theorie

Beispiele

Ausblick



Phylogenie der Rohrsänger (Acrocephalidae)

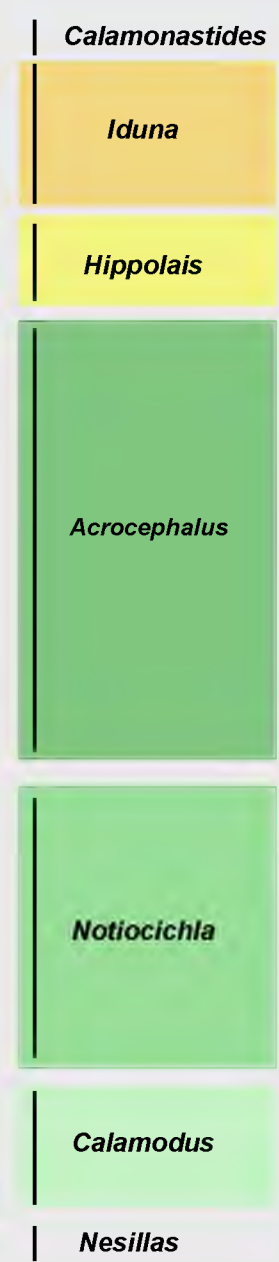
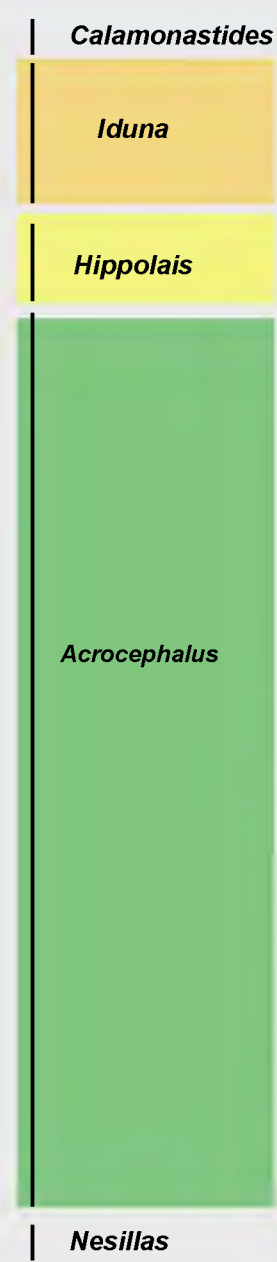
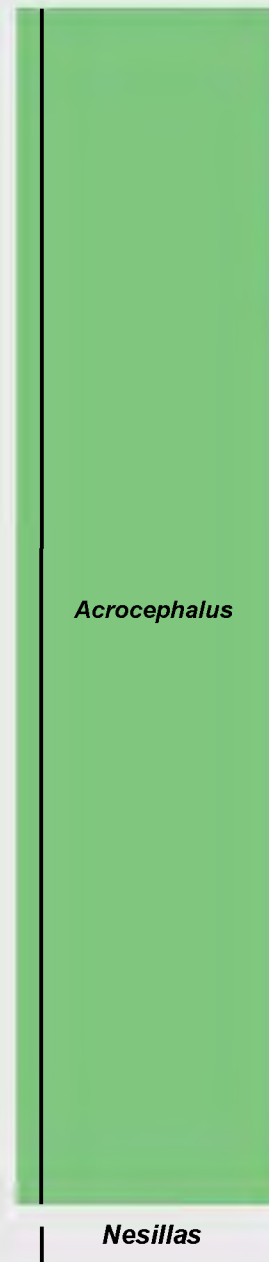
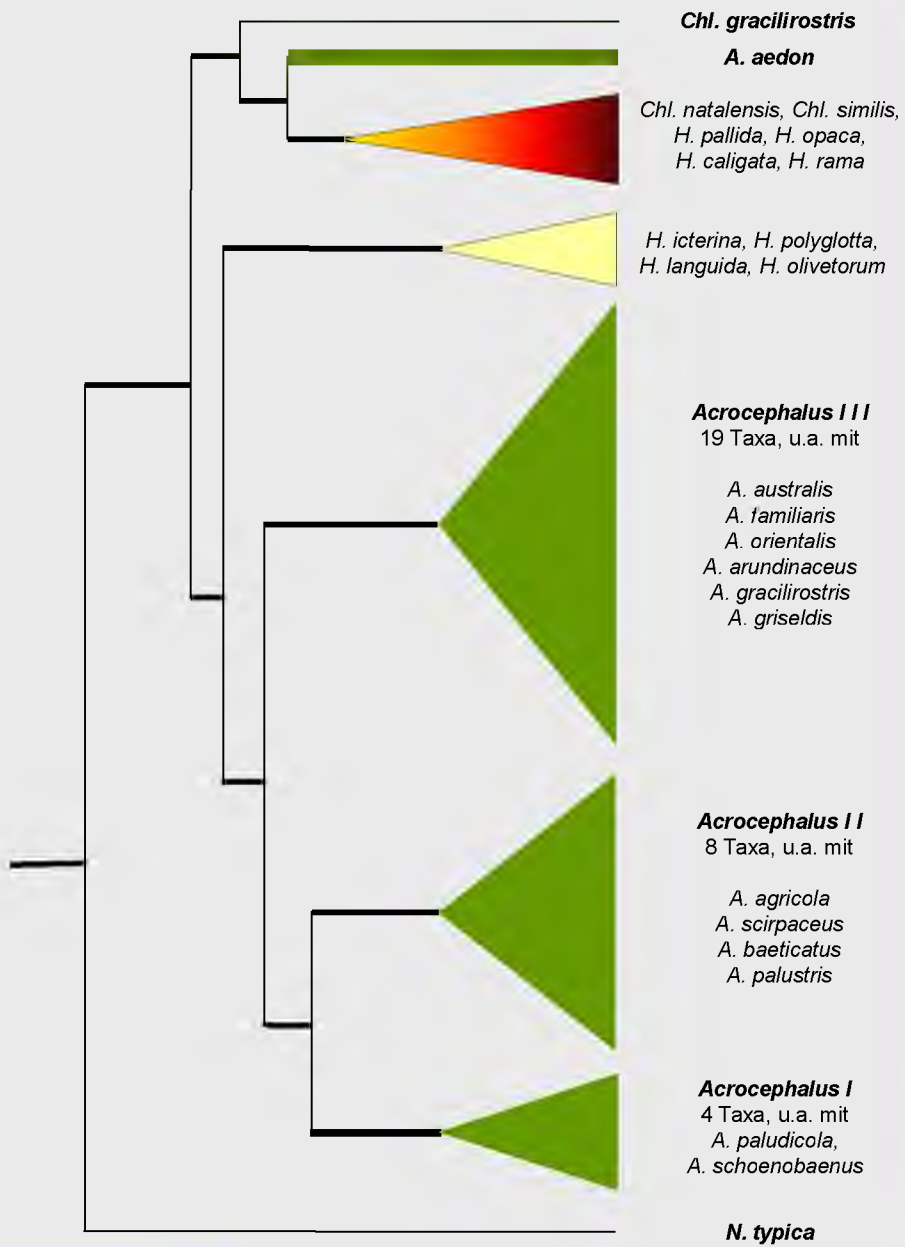


→ Monophylie von *Chloropeta* widerlegt

→ Monophylie von *Hippolais* widerlegt

→ Monophylie von *Acrocephalus* weder bestätigt noch verworfen

Fregin *et al.* (2009)
 35 Taxa
 mt-Cyt-b (1.143 bp)
 3 nuclear genes 1.776 bp)
total: 2.919 bp



Fregin et al. (2009)
35 Taxa
 mt-Cyt-b (1.143 bp)
 3 nuclear genes 1.776 bp)
total: 2.919 bp

Phylogenetische Studien an der Vogelwarte Hiddensee

Theorie

Beispiele

Ausblick



Phylogenie der Möwen (Laridae)



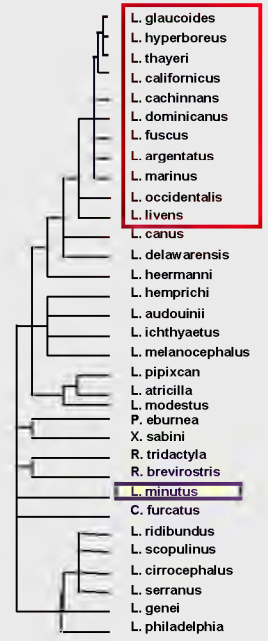
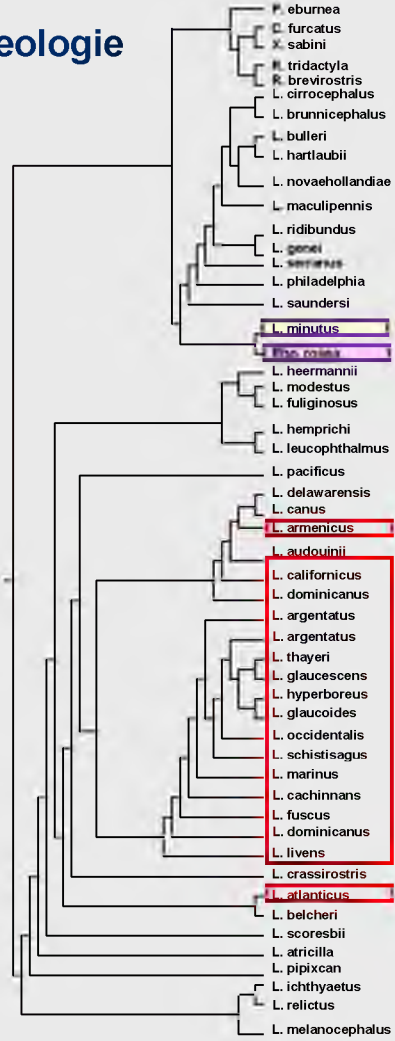
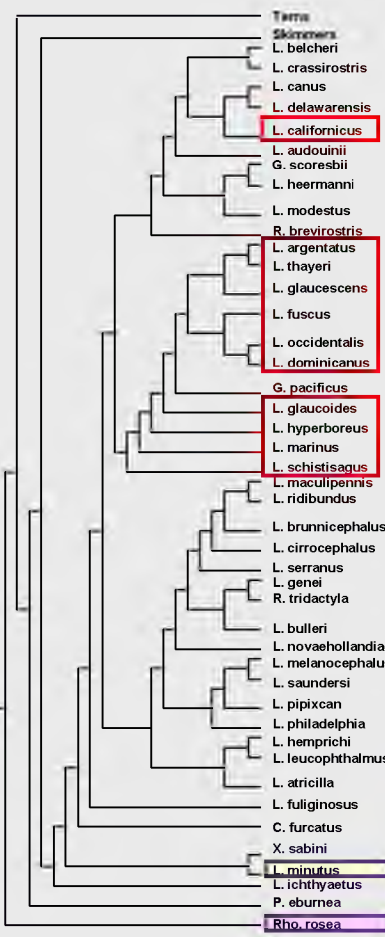
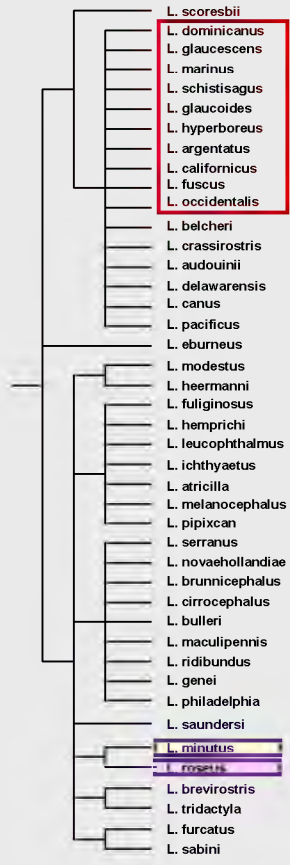
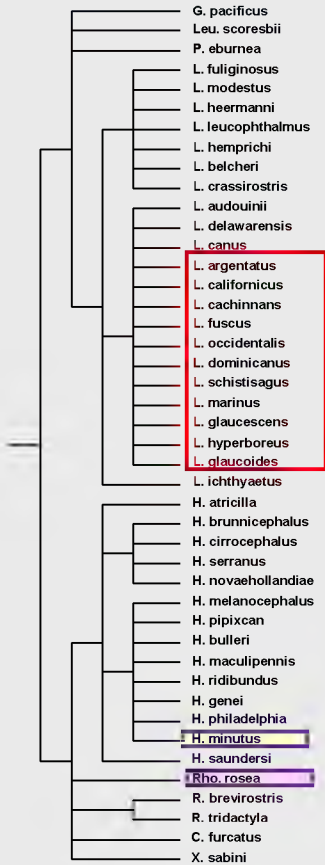
Dwight 1925
Morphologie

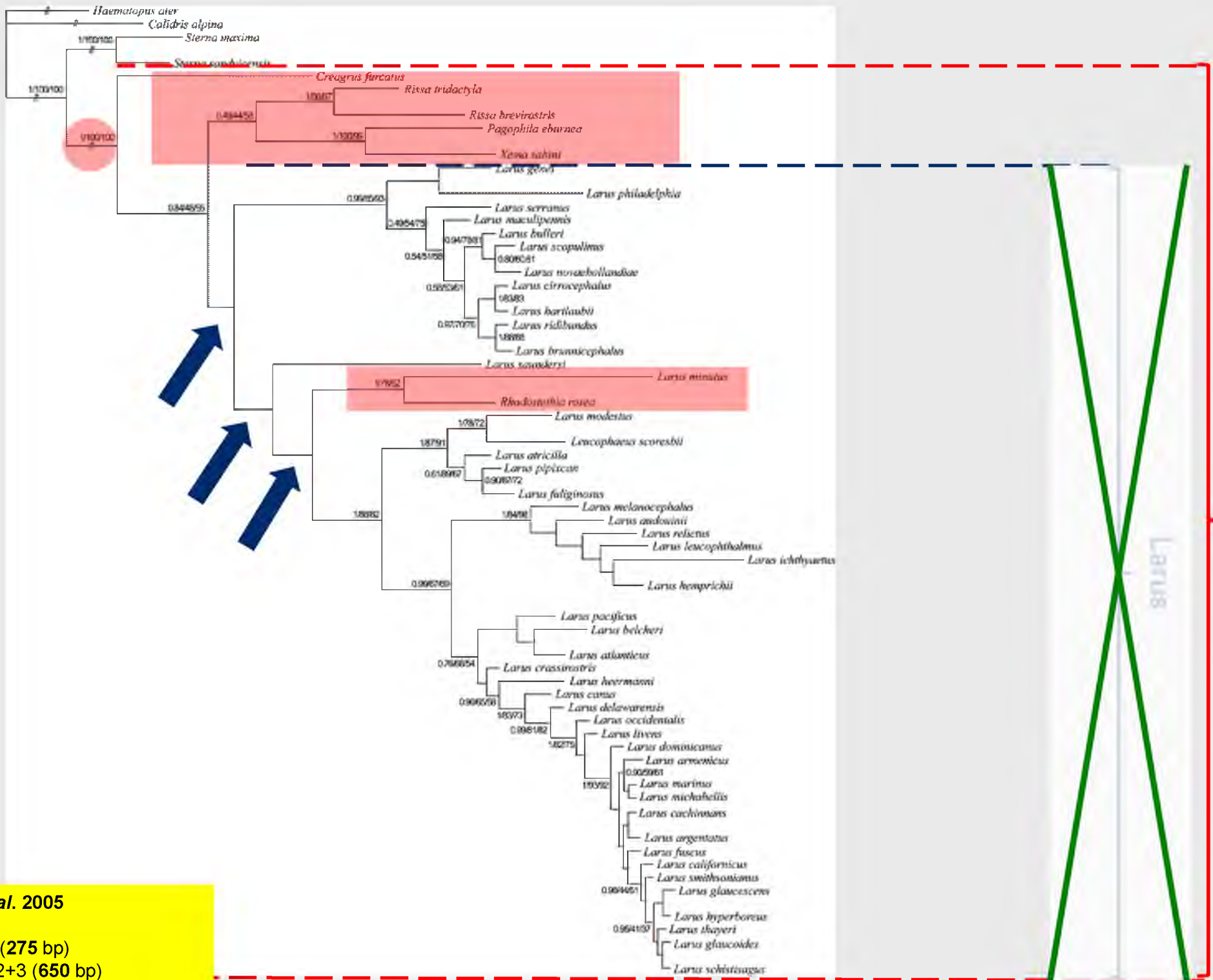
Moynihan 1959
Verhalten

Schnell 1970
Morphologie

Chu 1998
Osteologie

Crochet et al. 2000
mtDNA-Sequenzen

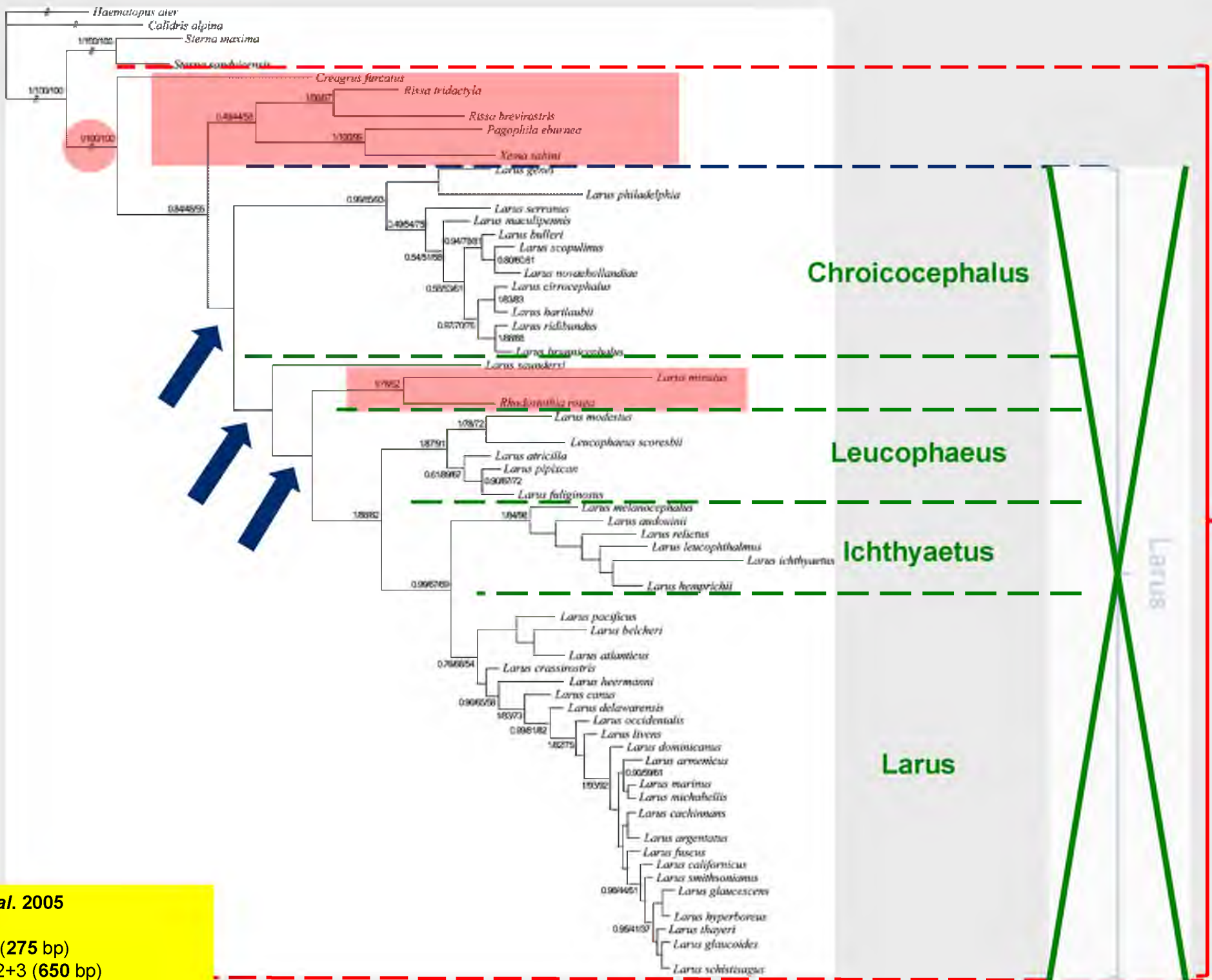




Laridae

Larus

Pons et al. 2005
 57 Taxa
 mt-Cyt-b (275 bp)
 mt-HVR 2+3 (650 bp)
 total: 925 bp



Pons et al. 2005
 57 Taxa
 mt-Cyt-b (275 bp)
 mt-HVR 2+3 (650 bp)
total: 925 bp



Sternkopf et al. (in prep.)
51 Taxa
 2 mt Gene (1.586 bp)
 4 nukleare Introns (1.523 bp)
Gesamt: 3.109 bp

Phylogenetische Studien an der Vogelwarte Hiddensee

Theorie

Beispiele

Ausblick

Welchem der Stammbäume darf man glauben?

Datenqualität

Evolutionsmodelle

Algorithmen

systematische Fehler

große Datensätze

Sind die Ergebnisse plausibel und im Einklang mit morphologischen, bioakustischen und biogeografischen Befunden???

Phylogenetische Studien an der Vogelwarte Hiddensee

Theorie

Beispiele

Ausblick

*next-generation
sequencing*



*Entwicklung effizienter
Algorithmen*



**Universeller Baum oder
Netzwerk des Lebens**



*Theorie der
molekularen Evolution*

Bereitstellung riesiger
Datenmengen

„Super-Alignments“ und
„Super-trees“
Berücksichtigung
phänotypischer Merkmale
(Morphologie, Verhalten u.a.)

Coalescent-Theorie
Sequenz-Evolution und
Ratenheterogenität über verschiedene
Chromosomen
Inversionen, Translokationen,
Gentransfer etc.

Geschichte der Vogelwarte Hiddensee

