

**Verhandlungen zur
Geschichte und Theorie der Biologie**

Band 21

Michael Kaasch & Joachim Kaasch (Hg.)

Biologie und Kunst

**Beiträge zur
25. Jahrestagung der DGGTB
in Bonn 2016**



Biologie und Kunst

Verhandlungen zur Geschichte und Theorie der Biologie

Band 21

Herausgegeben von der

Deutschen Gesellschaft für
Geschichte und Theorie der Biologie

ISSN 1435-7852



Biologie und Kunst

Beiträge zur
25. Jahrestagung der DGGTB
in Bonn 2016

Im Auftrag des Vorstandes herausgegeben von

Michael Kaasch
und
Joachim Kaasch

VWB – Verlag für Wissenschaft und Bildung
2019

Bibliographische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliographie;
detaillierte bibliographische Daten
sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-86135-442-0

ISSN 1435-7852

Verlag und Vertrieb:

VWB – Verlag für Wissenschaft und Bildung, Amand Aglaster
Postfach 11 03 68 • 10833 Berlin
Tel. 030 / 2 51 04 15 • Fax 030 / 2 51 11 36
<http://www.vwb-verlag.com>

Copyright:

© VWB – Verlag für Wissenschaft und Bildung, 2019

Inhalt

KAASCH, Michael, und KAASCH, Joachim: Biologie und Kunst. Rösel von Rosenhof, Jünger, Bodenheimer – Eine Einleitung.....	7
WENIG, Klaus: Biologiegeschichte im Umbruch – 25 Jahre Deutsche Gesellschaft für Geschichte und Theorie der Biologie e. V. (1991–2016).....	35
SCHMITT, Michael: Laudatio für Nils Güttler zur Verleihung der Caspar-Friedrich-Wolff-Medaille 2016	53
GÜTTLER, Nils: Die Frühlingsblüte des Jahres 1880: Eine Episode aus der Geschichte botanischer Verteilungskarten	57
SCHMIDT, Isolde: Die Zeichnungen Ilse Jahns und die Biologie	61
WILKE, Hans-Jörg: Das Mammut im Blick der Tiermaler.....	73
STERBA, Thomas: Die Fischarten des Karl von Meidinger – Eine naturhistorische Studie	93
MEINEL, Albrecht: Julius Sachs und die Studenten Rimpau, Beseler und Thiel in Popelsdorf – Über wissenschaftliche Anfänge in der Pflanzenzüchtung	127
MORKRAMER, Michael: „Das Naturwahr in schönster Form darbieten“. Botanische Wandtafeln für Unterricht und öffentliche Vorträge	143
GROSS, Hans-Werner: Biologie und Kunst – Einfluss der Mikroskopie	153
SCHOLTZ, Gerhard, und SCHOLTZ, Fabian: Phylogenetische Analyse von Kunstwerken – Ottavio Leonis Porträtserie Galileo Galileis von 1624	179
GROEBEN, Christiane: „So wird die Station immer romantischer und gewiss eine seltene Vereinigung der Künste und Wissenschaften.“ Meeresbiologische Forschung und kulturelles Leben an der Zoologischen Station Neapel	193
KAASCH, Michael: Die Visionen sollten sich einander nähern ... – Zum Verhältnis von Literatur und Lebenswissenschaften.....	221
BRESTOWSKY, Michael: „Wer Wissenschaft und Kunst besitzt ...“. Mit Goethe über Biologie und Kunst	255

HOPWOOD, Nick: Haeckel's Embryos: Images, Evolution and Fraud.....	279
PORGES, Karl, und PORGES, Carla: Kunst im Kleinformat – Biologie zum Verschicken. Briefmarken der DDR.....	305
KÜSTER, Hansjörg: Geschneitete Bäume in der bäuerlichen Praxis und in der Sakral- kunst.....	337
Personenregister.....	355

Phylogenetische Analyse von Kunstwerken – Ottavio Leonis Porträtserie Galileo Galileis von 1624*

Gerhard SCHOLTZ und Fabian SCHOLTZ (Berlin)

Zusammenfassung

Die Geschichte der Abwandlung von Kulturobjekten wurde schon des Öfteren anhand von evolutionsbiologischen oder phylogenetischen Ansätzen diskutiert. Allerdings handelte es sich dabei meist um vorge-schichtliche oder eher handwerkliche Artefakte wie Steinzeitwaffen, Fahrzeuge oder Musikinstrumente. Zunächst muss geklärt werden, ob kultureller Formwandel eher in Analogie zu biologischer Ontogenese oder aber zu Stammesgeschichte konzeptualisiert werden kann und ob er im letzteren Falle überhaupt DARWINS Prinzip „descent with modification“ folgt. Anhand eines Fallbeispiels wird das Potenzial phylogenetischer Methodik für direkt kunstgeschichtliche Fragestellungen und Probleme einer kritischen Untersuchung unterzogen. Der methodische Ansatz basiert auf einer Zerlegung der Kunstwerke in struk-turelle Merkmale und eine darauf aufbauende computergestützte kladistische Analyse. Dieses Verfahren wird auf eine Serie von Porträts Galileo GALILEIS (1564–1642) des italienischen Renaissancekünstlers Ottavio LEONI (1578–1630) angewandt. Die auf diese Weise erzielten Ergebnisse widersprechen teil-weise bisherigen Interpretationen, andererseits belegen und unterfüttern sie auf andere Weise gewonnene Erkenntnisse. In jedem Falle liefern sie neue Grundlagen für einen interdisziplinären Diskurs.

Summary

There are several examples for the analysis of cultural objects using evolutionary biological and phylo-genetical approaches. However, in most cases these studies deal with prehistoric objects and products of craftsmanship such as Stone Age weapons, vehicles or musical instruments. With this study we test the suitability of phylogenetic analytical methods for questions and problems of art history. First it has to be clarified whether transformation of cultural objects has to be conceptualized in analogy to biological ontogeny or phylogeny. Furthermore, one has to ask whether form change in culture follows DARWIN'S principle of "descent with modification". Here, we follow the approach to dissect a work of art in structural characters and to apply a computer-aided cladistic analysis to calculate character transformations and relationships. As subject of our case study we use a series of portraits of Galileo GALILEI (1564–1642) created by the renaissance artist Ottavio LEONI (1578–1630). Our results about the temporal sequence of the portraits partly contradict and partly corroborate previous interpretations based on an art historical approach. In any case our study paves the way for an interdisciplinary discourse.

* Überarbeitete Fassung eines Vortrages auf der 25. Jahrestagung der *Deutschen Gesellschaft für Ge-schichte und Theorie der Biologie* vom 16. bis 19. Juni 2016 in Bonn.

1. Vergleichende Methodik

Kunstgeschichte und biologische Morphologie basieren auf einer vergleichenden Methodik.¹ Dabei geht es (u. a.) um die Rekonstruktion historischer Zusammenhänge, die experimentell nicht erschlossen werden können. Beide Disziplinen setzen sich dazu analytisch mit Strukturen und im weitesten Sinne Bildern auseinander (MITCHELL 2000). Während aber in der Biologie weit zurückliegende Vorfahren aus dem strukturellen Vergleich vorwiegend heutiger Organismen indirekt erschlossen werden müssen,² hat die Kunstgeschichte es nicht nötig, REMBRANDTS (1606–1669) Malweise oder gar einzelne seiner Gemälde aus einer vergleichenden Analyse heutiger Kunstwerke zu deduzieren – obwohl dies sicher eine ambitionierte und aufschlussreiche Aufgabe wäre.

2. Evolutive Transformation in Natur und Kultur

Zunächst muss die Frage diskutiert werden, ob trotz dieser Nähe der Fragestellungen eine in der und für die Biologie entwickelte Methode überhaupt auf die Analyse der Transformation von Artefakten angewendet werden kann. Die Methodik der Phylogenetischen Systematik und damit der Analyse des Formenwandels in der Biologie basiert auf zwei evolutionären Prinzipien, die zugleich auch methodische Voraussetzungen für eine phylogenetische Analyse darstellen. (1.) Evolutiver Formwandel bei natürlichen Objekten wie pflanzlichen oder tierischen Organismen vollzieht sich in einer Spannung zwischen Konservierung von Strukturen durch Vererbung und deren Abwandlung durch Mutation und Selektion. Charles DARWIN (1809–1882) hat dies prägnant als „descent with modification“ (Abstammung mit Veränderung) bezeichnet.³ Das heißt, jeder Einzeller, jede Pflanze und jedes Tier, aber auch jede organismische Struktur stellt ein Mosaik aus relativ ursprünglichen und relativ abgeleiteten Merkmalen unterschiedlicher Zeitschichten dar. (2.) Organismengruppen bilden geschlossene Abstammungsgemeinschaften (Ax 1984). Das bedeutet, dass durch Aufspaltung einer Art in zwei getrennte Arten ein irreversibler Prozess angestoßen wird. Einmal getrennte Linien spalten sich weiter auf; sie vereinigen sich aber nicht wieder. Genaustausch erfolgt also nur (besser überwiegend) in vertikaler Richtung der genealogischen Linien und nicht horizontal zwischen ihnen.⁴ Die Begründung dafür liegt in den sich mit der Zeit aufsummierenden genetischen Veränderungen, die zu einer zunehmenden Inkompatibilität der Erbinformationen führen. Dadurch wird eine Fortpflanzungsbarriere zwischen den getrennten Linien geschaffen. Diese Logik liegt den in der Biologie verwendeten dichotomen Verzweigungsdiagrammen (Kladogrammen) zugrunde, die häufig anschaulich, aber

1 Zum Beispiel SCHOLTZ 2008a, BREDEKAMP 2009, GEIMER 2010, THORNHILL und FINCHER 2013, BRUHN 2017, STACH 2017.

2 Der Fossilbericht ist nach wie vor für viele Organismengruppen recht lückenhaft.

3 DARWIN 1859; siehe SCHOLTZ 2017.

4 Man kann davon ausgehen, dass von Bakterien, Viren oder Symbionten teilweise Gene horizontal (d. h. nicht genealogischen Linien folgend) auf Vertreter der vielzelligen Tiere übertragen wurden (BOTO 2014). Der Einfluss auf Morphologie und Physiologie ist aber meist marginal. Zwischen den großen Gruppen der Metazoa ist ein horizontaler Gentransfer noch nicht nachgewiesen. Anders als vielfach angenommen (BREDEKAMP 2009), kann hier im eigentlichen Sinne nicht von einem Netzwerk gesprochen werden. Verzweigungsdiagramme bilden dementsprechend die Stammesgeschichte der Metazoa nach wie vor realistischer ab.

etwas irreführend als Stammbäume bezeichnet werden (HELLSTRÖM 2012). Einschränkend muss allerdings betont werden, dass sich derartige geschlossene Abstammungsgemeinschaften hauptsächlich bei den vielzelligen Tieren (Metazoen) finden. Bei Pflanzen sind die Fortpflanzungsbarrieren nicht immer so stabil, und lange Zeit voneinander unabhängig evolvierende Arten können bei einer Wiederbegegnung noch miteinander fruchtbare Nachkommen erzeugen. Dennoch folgen prinzipiell auch die Artbildungen bei Pflanzen dem bei Tieren vorkommenden Muster. Im Bereich der Bakterien und Blaualgen ist der horizontale Genaustausch allerdings so weit verbreitet, dass ein dichotomes Verzweigungsdiagramm die genealogischen Beziehungen nicht adäquat abbildet. Hier kann eher von einem Netzwerk gesprochen werden.⁵

DARWIN'S „descent with modification“ liegt sicher ebenfalls der historischen Transformation von Artefakten zugrunde. Auch vom Menschen geschaffene Formen bilden meist ein Gemisch relativ ursprünglicher und relativ neuer Strukturen und spiegeln die Spannung zwischen Tradition und Erneuerung wider. Ein Beispiel soll dies verdeutlichen. Der mit zahlreichen innovativen Merkmalen der letzten Jahre ausgestattete moderne Computer, mit dem dieser Text verfasst wurde, verfügt über so etwas Ursprüngliches wie Tasten, die es als Knöpfe zum Drücken schon seit Jahrhunderten gibt. Diese Tasten sind in einer Weise angeordnet, die von mechanischen Schreibmaschinen übernommen wurde, für die diese Kombination aus technischen Gründen (Verhaken der Hebel) im 19. Jahrhundert entwickelt wurde. Dies betrifft die Buchstabenfolge wie auch die versetzte Anordnung der waagerechten Buchstabenreihen. Die heutige Übertragung des Fingerdrucks unterscheidet sich völlig von früheren Mechanismen, dennoch überlebten Tasten und ihre Anordnung als tradierte Strukturen, die unter ganz anderen historisch-technischen Bedingungen entstanden sind (SOLÉ et al. 2013). Entsprechendes lässt sich über scheinbar so unterschiedliche Objektgruppen wie Musikinstrumente, Räder, Stühle, Fahrzeuge, Uniformen, gotische florale Ornamente und sogar Märchen sagen.⁶ Abstammung kann also mit Herkunft oder Tradition, Vererbung mit Weitergabe, Abwandlung mit Innovation, Mutation mit Inspiration oder Kreativität und Anpassung mit Etablierung übersetzt werden, um den kulturellen Formwandel zu beschreiben und zu erklären.

In der Domäne des Kulturellen zeigt sich aber ein großer Unterschied zur Biologie vielzelliger Organismen. Dies betrifft die Frage der geschlossenen Abstammungsgemeinschaften. Da die generationenübergreifende Weitergabe von Strukturinformation auf weicheren und offeneren Informationsträgern wie der mündlichen Überlieferung oder auf der Basis unterschiedlicher Medien erfolgt, ist die Möglichkeit eines horizontalen Informationstransfers wesentlich größer als bei der DNS und ihrer zunehmenden Inkompatibilität. Einmal getrennte Linien und deren genealogische Abkömmlinge müssen nicht separiert bleiben, neue unabhängig entstandene Einflüsse anderer Kulturen können übernommen, frühere Gestaltungspraktiken und ästhetische Vorlieben können neu belebt werden. Ähnlich wie in der Stammesgeschichte von Bakterien kann auch in diesem Falle prinzipiell eher von einer Netzstruktur ausgegangen werden.⁷ Dennoch lassen sich häufig regionale Eigenheiten, Schulen oder Stile identifizieren, die zumindest für eine gewisse Zeit eine Abstammungsgemeinschaft bilden, die hier als „quasi geschlossen“

5 Zum Beispiel DAGAN et al. 2008, WILLIAMS et al. 2011.

6 Zum Beispiel KOENIG 1975, MACE et al. 2005, LIPO et al. 2009, TEMKIN und ELDREDGE 2007, TEHRANI 2013, SELIGER et al. 2015.

7 Zum Beispiel O'BRIEN und LYMAN 2003, TEMKIN und ELDREDGE 2007. Auch in diesem Falle ist es eine Frage der Gewichtung, ob ein Verzweigungsdiagramm mit gelegentlichen Querverbindungen oder ein Netzwerk mit gleichgewichtet auftretenden horizontalen und vertikalen Informationsflüssen den Prozess angemessener abbildet.

verstanden werden soll. Diese auch bei Artefakten auftretende Kombination von Abstammung mit Veränderung einerseits und dem Vorkommen von „quasi geschlossenen“ Abstammungsgemeinschaften andererseits erlaubt daher die Anwendung biologisch-evolutionärer Analysemethoden bei der Transformation von Artefakten, ohne Gefahr zu laufen, in Biologismus zu verfallen. Denn zugleich sind die analytischen Möglichkeiten dieser Methodik unbestreitbar, und schließlich ermöglicht sie sogar anhand widersprüchlicher Merkmalsverteilungen die Identifikation eines möglichen horizontalen Informationstransfers (TEMKIN und ELDREDGE 2007).

Bislang beschränkten sich derartige Untersuchungen weitgehend auf prähistorische, archäologische und handwerkliche Artefakte.⁸ Wenige Studien befassten sich mit der Schnittstelle zwischen Handwerk und Kunst, z. B. gotischen Ornamenten, historischen Darstellungen von Elefanten und Trivialreproduktionen eines Porträtbildes.⁹ Eine phylogenetische Analyse von Objekten der Kunstgeschichte stand bislang noch aus.

3. Der Gegenstand – Die Porträtserie Galileo Galileis

Im Jahre 1624 schuf der römische Künstler Ottavio LEONI (1578–1630) das wohl bekannteste Porträt Galileo GALILEIS (1564–1642) (Abb. 1). In enger Verbindung zu diesem Kupferstich (*Biblioteca Apostolica Vaticana*) existieren drei Zeichnungen, die sich heutzutage in Mailand (Privatbesitz), Paris (Louvre) und Florenz (*Biblioteca Marucelliana*) befinden. Kupferstich und Zeichnungen haben gemeinsam, dass sie eine vergleichbare Perspektive auf GALILEI und einen in etwa gleichen Bildausschnitt zeigen (Abb. 1).



Abb. 1 Die Porträts Galileo GALILEIS von Ottavio LEONI: Die drei Zeichnungen (von links nach rechts: Mailand, Paris, Florenz) und der Kupferstich. Dies stellt die Reihenfolge der Entstehung entsprechend der Analyse von BREDEKAMP (2011) dar (Mailand: Privatbesitz, Foto B. HERRENKIND; Paris: *Musées du Louvre*, Foto Paris; Florenz: *Biblioteca Marucelliana*, Foto Florenz; Stich: *Biblioteca Apostolica Vaticana*, Foto Vatikan).

Die Zeichnungen unterscheiden sich allerdings. Dies betrifft die Ausführung, die Farbigkeit oder die Wahl des Papiers. Zusätzlich sind deutliche Unterschiede in vielen Details der

8 Zum Beispiel KOENIG 1975, MACE et al. 2005, LIPO et al. 2009, TEMKIN und ELDREDGE 2007.

9 SELIGER et al. 2015, WESTPHAL 2015, LOOSE und MAUPEU 2017.

Darstellungen, aber auch Übereinstimmungen erkennbar, die eine Gruppierung der Bildnisse erlauben.

4. Die Interpretation durch den Kunsthistoriker Horst Bredekamp

In einem Aufsatz aus dem Jahre 2011 hat sich Horst BREDEKAMP intensiv einer vergleichenden Analyse dieser Bilder mit dem Ziel gewidmet, die zeitliche Abfolge ihres Entstehens zu rekonstruieren. Er hat dabei – auf seiner Erfahrung als Kunsthistoriker aufbauend – die Methode Giovanni MORELLIS (1816–1891)¹⁰ angewendet, die davon ausgeht, dass sich die „wahre Natur“ eines Künstlers in Nebensächlichkeiten und kleinen Details wie Nasen oder Ohren offenbart, die eher unbewusst und weniger kontrolliert den Hauptthemen des Kunstwerks beigelegt werden.¹¹ Folgerichtig hat BREDEKAMP in seiner Rekonstruktion neben einer Bewertung des Gesamteindrucks der Kunstwerke, Strukturen wie Augenbrauen, Schläfenlocken oder Haarbüschel vergleichend betrachtet. Mit Nutzung derartiger „Nebensächlichkeiten“ für eine Rekonstruktion der Entstehungssequenz von Bildnissen geht BREDEKAMP über MORELLI hinaus, der seine Methode hauptsächlich als Mittel der Zuschreibung von Bildern zu bestimmten Künstlern sah.¹² Unter Einbeziehung historischen Hintergrundwissens kommt er, diesem Ansatz folgend, zu dem Ergebnis, dass eine zeitliche Abfolge der Bilder aus Mailand, Paris, Florenz zum Stich hin am wahrscheinlichsten ist (Abb. 1). Dabei soll das Bildnis aus Florenz LEONI als unmittelbare Vorlage beim Stechen gedient haben (BREDEKAMP 2011).

BREDEKAMPS (2011) Vorgehen basiert auf einer Reihe methodischer Voraussetzungen und Grundannahmen: Erfahrung, MORELLIS Detailanalyse und einer Sicht auf Wandel im Sinne einer kontinuierlichen künstlerischen Entwicklung oder Optimierung, die ihr Ziel in der Form des Stiches findet. Dies spiegelt sich in Sätzen wie diesen wider:

„Wie in einem Film läuft auf winzigen Raum eine Metamorphose ab, welche die verschiedenen Fassungen sukzessiv verknüpft. Nach der Logik dieser Abfolge handelt es sich bei der Mailänder Zeichnung um eine tentative Version, die in Paris korrigiert und in Florenz in eine finale Version geführt wurde.“¹³

Analyse und Interpretation werden dabei nicht eindeutig getrennt, und die Bedeutung der „Nebensächlichkeiten“ MORELLIS wird dadurch wieder unterlaufen.

10 Siehe GINZBURG 2011.

11 Siehe ebenda. Dieser Gedanke ist auch der Biologie nicht fremd. So schreibt HENNIG 1950, S. 179: „Die merkwürdige Erscheinung, daß es häufig gerade die unwesentlich erscheinenden Merkmale sind, die für die Feststellung der phylogenetischen Verwandtschaft von besonderer Bedeutung sind, ist viel beachtet worden. [...] Das ganz Belanglose, das irgendwelchen umbildenden Kräften gar keinen Angriffspunkt bietet, und an dem die Vererbung ganz ungestört wirken kann, das ist es, was uns die in weitem Ausmaß konstanten Merkmale liefert, also systematisch unverhältnismäßig bedeutend ist [...] (Michaelsen 1935, p. 13, 14).“ Allerdings gibt es für die Unterscheidung von wesentlichen und unwesentlichen Merkmalen kein methodisches Kriterium, wie schon HENNIG 1950 diskutiert. Der phylogenetische Informationsgehalt von Merkmalen zeigt sich daher oft erst nach der Verwandtschaftsanalyse.

12 Dieses Verfahren entspricht durchaus der in Fußnote 11 dargestellten Verwendung „unwesentlicher“ Merkmale in der Biologie. MORELLIS ursprünglicher Ansatz findet seine Entsprechung eher in der biologischen Taxonomie, bei der häufig anhand teilweise ebenfalls recht unscheinbarer Merkmale Arten unterschieden werden.

13 BREDEKAMP 2011, S. 24.

5. Kann die Bildserie von Leoni als analog zu ontogenetischer oder evolutiver Transformation konzeptualisiert werden?

Ontogenese und Evolution bilden die zwei grundlegenden Transformationsprozesse des Lebendigen. Während der lineare Formwandel der Ontogenese auf die Fähigkeit zielt, eine folgende Generation zu erzeugen, vollzieht sich die evolutive Veränderung von Formen kontingent, nicht zielgerichtet und nicht linear. Es stellt sich daher die Frage, welchem dieser biologischen Transformationsprozesse die Serie von Galilei-Darstellungen aus der Hand LEONIS eher entspricht. Handelt es sich bei den Abwandlungen zwischen den einzelnen Bildern um einen der Ontogenese analogen Formprozess, oder ist die Entstehung der Unterschiede eher mit einem evolutiven Formwandel vergleichbar? Der Sichtweise BREDEKAMPS (2011) entsprechend, der sogar von „Metamorphose“ spricht, können die Zeichnungen einerseits als ontogenetische Entwicklungsstadien auf dem Weg zum Stich interpretiert werden, die zielgerichtet eine schrittweise Differenzierung erfahren haben. Die Abwandlungen von jedem Stadium sind dabei bedingt durch den vorangegangenen Zustand. Andererseits kann man in den drei Zeichnungen und dem Stich Kunstwerke *sui generis* sehen, die unabhängig voneinander jeweils charakteristische Eigenheiten aufweisen. Ein Entwurfsprozess ist ja nicht notwendigerweise linear. Zumal die Reihenfolge ihrer Entstehung auch nicht eindeutig bestimmbar ist, d. h., es besteht sogar die Möglichkeit, dass einzelne Zeichnungen erst nach Anfertigung des Stiches geschaffen wurden. Letzterer Sichtweise wird hier der Vorzug gegeben, die Bildsequenz wird als evolutive Transformation, als Thema mit Variationen auf einer Zeitachse gesehen. Gleichzeitig werden mögliche Übereinstimmungen in Details als das Ergebnis einer genealogischen Zusammengehörigkeit interpretiert. Diese Entscheidung ist nicht zuletzt auch methodisch begründet. Nur wenn die Bildserie als Ergebnis einer Evolution gesehen wird, kann überhaupt ein biologisch-phylogenetisches Analysewerkzeug angewandt werden. Bei Ontogenesen funktioniert dies nicht. Die Zoologiegeschichte kennt zahlreiche Beispiele, in denen Larven für eigene Arten gehalten wurden, da ihre Zuordnung zu einem erwachsenen Organismus nicht klar war. Dies liegt an der prinzipiellen Unmöglichkeit, mittels einer indirekten Methode den Zusammenhang von Stadien eines unbekanntem Ontogeneseverlaufs zu rekonstruieren. Dies geht nur mit einer direkten Beobachtung.¹⁴

6. Phylogenetische Systematik – Genealogische Klassifikation

In der biologischen Systematik hat sich seit Mitte des vorigen Jahrhunderts eine radikale Wende vollzogen. Zunächst entwickelte der Entomologe Willi HENNIG (1913–1976) – fast 100 Jahre nach DARWINS Forderung, Organismen anhand ihrer genealogischen Beziehungen zu klassifizieren – eine Methode, die diesem Anspruch gerecht wird (HENNIG 1950, 1966). Mit seiner phylogenetischen Systematik, in der erstmalig Merkmale im Hinblick auf ihre relative evolutive Ursprünglichkeit (Plesiomorphien) oder Neuheit (Apomorphien) bewertet werden, hatte die Biologie nun nicht nur eine Methodik zur Rekonstruktion abgestufter genealogischer

14 Siehe SCHOLTZ 2008b. Beispielsweise hat im Jahre 1856 der Berliner Anatom August MÜLLER (1810–1875) durch Entnahme von frisch abgelegten Eiern aus dem Flüsschen Panke und deren Aufzucht in einem Aquarium festgestellt, dass der bis dahin als primitivste Fischart eingestufte Querder *Ammocoetes branchialis* in Wirklichkeit das frühe Jugendstadium des Bachneunauges darstellt (MÜLLER 1856).

Verwandtschaft zu Hand, sondern es ergab sich auch die Notwendigkeit, jede aufgestellte Verwandtschaftshypothese mit Merkmalen zu begründen. Damit wurde eine erheblich verbesserte Transparenz und Reproduzierbarkeit von Verwandtschaftshypothesen erzielt. Davor (und häufig auch noch danach) war es üblich, dass wissenschaftliche Autoritäten basierend auf ihrer Erfahrung großenteils unbegründete und methodisch nicht eindeutig nachvollziehbare Hypothesen über Verwandtschaftsbeziehungen von Organismen aufstellten. Konrad LORENZ (1903–1989) sprach sogar von einem erlernbaren, aber nicht lehrbaren „Systematischen Taktgefühl“ (LORENZ 1941), das Experten auszeichnen sollte, die unbewusst eine wesentlich größere Anzahl von Merkmalen berücksichtigen als die angegebenen. Nach LORENZ basiert das Systematische Taktgefühl auf Prinzipien der Gestaltpsychologie (LORENZ 1941). In der Tat erlaubt auf Erfahrung basierte Gestaltwahrnehmung die schnelle Identifikation von Arten, z. B. in der Ornithologie. Letztendlich stellt sich aber die Frage, von welcher Art die Erfahrung oder das „Taktgefühl“ sein sollen, wenn es um die Rekonstruktion der Aufspaltungsereignisse von Arten vor über 500 Millionen Jahren geht, die die heutige Lebensvielfalt begründen. Welche Art von Erfahrung lässt uns sicher sein, dass ein Maikäfer näher mit einem Regenwurm als mit einem parasitischen Spulwurm verwandt ist?

Die Methodik HENNIGS stellt einen nicht zu überschätzenden Fortschritt in der biologischen Systematik dar, manche sprechen sogar von einer Revolution¹⁵ oder einem Paradigmenwechsel (KÜHNE 1978). Allerdings tauchten im Zuge der Etablierung und zunehmenden Durchsetzung dieses Ansatzes einige Kritikpunkte auf. Diese betrafen die immer noch große Möglichkeit einer zu subjektiven Annäherung an die Bewertung phylogenetisch relevanter Merkmale und das Problem der Verarbeitung größerer, aus vielen Merkmalen bestehender, Datensätze. Daher wurden HENNIGS methodische Prinzipien ungefähr 20 Jahre später durch eine Gruppe junger amerikanischer Wissenschaftler, die vorwiegend am *American Museum of Natural History* in New York tätig waren, radikalisiert (HULL 1988). Unter dem Anspruch, Systematik als exakte Wissenschaft zu etablieren, wurden auf der Basis der Methode HENNIGS eine Reihe von Prinzipien formuliert. Diese beinhalten u. a. Vorurteilsfreiheit, die Betonung der analytischen Aspekte, Objektivität, Reproduzierbarkeit, Falsifizierbarkeit, das Sparsamkeitsprinzip¹⁶ sowie eine kritische Haltung gegenüber den Aussagen wissenschaftlicher Autoritäten. Gleichzeitig – und im Zusammenhang mit den genannten Prinzipien – wurden Computerprogramme zur phylogenetischen Analyse entwickelt.¹⁷ Voraussetzung ist dabei eine möglichst unvoreingenommene Behandlung der Merkmale, keine *A-priori*-Gewichtung nach wesentlich oder unwesentlich. Vielmehr sollte das Resultat der Analyse zeigen, welche Merkmale durch gleichsinnige gegenseitige Unterstützung eine Hypothese besonders begründen.

Es stellte sich nun die Frage, inwieweit dieser radikale Ansatz aus der biologischen Systematik auf die Kunstgeschichte übertragbar ist und ob die analytischen Computerprogramme für kunsthistorische Problemstellungen sinnvoll verwendet werden können. Kann auch in der Kunstgeschichte der nach wie vorherrschende Ansatz des Expertentums und der synthetischen Sichtweise durch einen eher analytischen und durch minimierte Voraussetzungen geprägten Ansatz ergänzt oder gar ersetzt werden? Die vergleichende Analyse morphologischer Strukturen und ihre historisch-genealogische Interpretation sollten zwei streng getrennte methodische

15 Siehe SCHMITT 2013.

16 Wilhelm VON OCKHAM (1288–1347) formulierte die Regel, bei Beschreibung und Erklärung eines Sachverhalts die Zusatzannahmen zu minimieren und die jeweils einfachste oder sparsamste Erklärung zu favorisieren (OCKHAMS Rasiermesser).

17 Siehe MEIER 1992, RIEPPEL 1999.

Schritte darstellen (SCHOLTZ 2013). Könnte diese biologische Sicht auch auf kunstgeschichtliche Betrachtungen übertragen werden? Beispielsweise geht BREDEKAMP implizit von einer linearen Verbesserung oder Entwicklung der Werke im Rahmen der Beschäftigung des Künstlers mit Thematik und dargestelltem Objekt aus, die möglicherweise gar nicht in der Bildserie gegeben ist. Künstler können Formtiefs haben, und Serien, für die die Entstehungssequenz belegt ist, müssen nicht durch lineare Höherentwicklung charakterisiert sein. Selbst der Ansatz MORELLIS, so plausibel er klingen mag, basiert auf der letztlich unbewiesenen Grundannahme, dass ein Künstler tatsächlich in den Nebensächlichkeiten „ganz bei sich ist“.

7. Material und Methode

Reproduktionen der vier Zeichnungen und des Stiches wurden in einer synoptischen Anordnung vergleichend betrachtet. Die zu vergleichenden Merkmale wurden mithilfe von Transparenzpapier einzeln markiert und unterschiedliche Merkmalszustände konzeptualisiert (Abb. 2). Die Erfassung der Merkmale der einzelnen Werke und ihrer unterschiedlichen Zustände in einer Datenmatrix erfolgte mit Hilfe des Programms WinClada (Version 1.00.08), die sparsamste Merkmalsverteilung wurde mit dem Programm NONA (Version 2.0) berechnet.

Die Berechnung resultiert in einer verzweigten Topologie (es können auch mehrere gleich sparsame Topologien sein), die zwar die geringste Zahl von Merkmalsabwandlungen, aber nicht deren Transformation entlang einer Zeitachse wiedergibt. Zur Einführung dieser Zeitachse und damit einer Lesrichtung der Merkmalstransformation von relativ ursprünglich zu relativ abgeleitet muss die Topologie zwischen zwei Ästen mit einem Startpunkt versehen werden. Der Baummetapher folgend, wird dieser Vorgang als Wurzelung bezeichnet. Die Wurzelung stellt in diesem Falle ein gewisses Problem dar. In der biologischen Phylogenetik wird dazu in der Regel ein Außengruppenvertreter in die Analyse miteinbezogen, d. h. eine Tierart, die verwandtschaftlich etwas weiter von der zu untersuchenden Gruppe, der Innengruppe, entfernt steht. Erst mit der Wurzelung wird für die berechnete Verzweigungstopologie eine Lesrichtung der Merkmalstransformation für die Innengruppe generiert. Im Falle der Serie von Graphiken mit Galileo-Galilei-Porträts käme dafür beispielsweise eine Vorzeichnung eines anderen Porträtstiches aus der Hand von LEONI in Frage. Allerdings sind entsprechende Abbildungen im Detail zu sehr von den Eigenheiten der dargestellten Personen wie Haartracht, Kleidung etc. geprägt, um für diesen Zweck geeignet zu sein. Wir haben uns daher dazu entschieden, eine Zeichnung der Serie für die Wurzelung zu verwenden. Dies war zunächst das Mailänder Exemplar, da laut BREDEKAMP (2011) einige Argumente dafür sprechen, dass es sich um die älteste Zeichnung handelt. Da die Florentiner Version in vielerlei Hinsicht von allen anderen Fassungen abweicht, wurde auch diese zur Wurzelung der Topologie verwendet (Abb. 3).

8. Die Analyse

Der Versuch einer Übertragung phylogenetischer Methodik auf Objekte der Kunst wurde am Beispiel der Galilei-Bildserie LEONIS durchgeführt. Den Anlass dafür bildete ein Vortrag von Horst BREDEKAMP zu dem Thema im Rahmen der Tagung „Sichtbare Form“ im September 2010. Anlässlich dieser Präsentation fielen einige Widersprüchlichkeiten bei der Verteilung struktureller Übereinstimmungen zwischen den Bildern LEONIS auf, die möglicherweise gegen die Interpretation Horst BREDEKAMPS sprechen. Daraufhin wurden die Merkmale der Bildserie

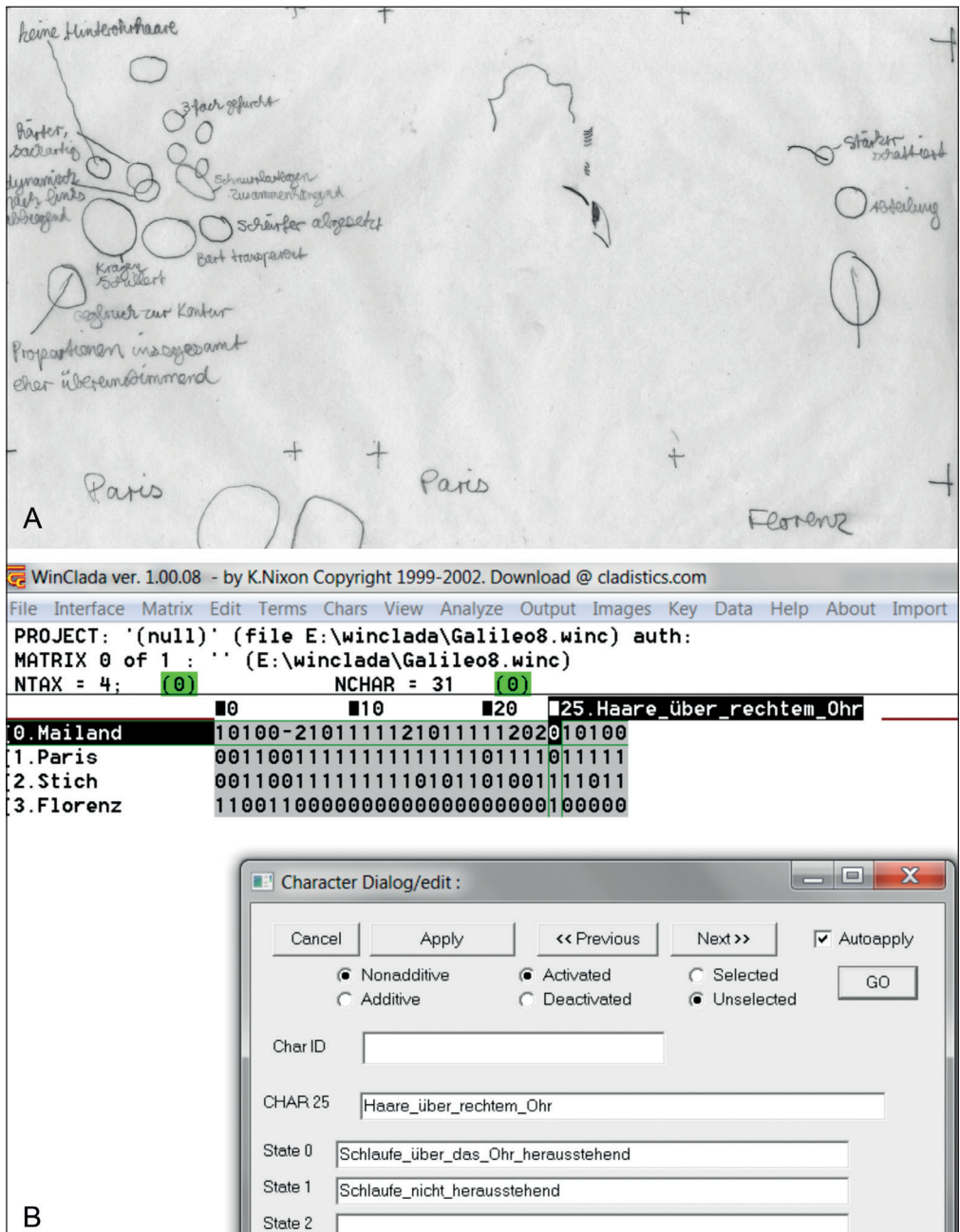


Abb. 2 Analyse und Datenerfassung. (A): Scan eines Bogens Transparentpapiers mit Markierung einzelner Merkmale. (B): Screenshot auf einen Eintrag in die Datenmatrix des Programmes Winclada.

identifiziert, gelistet und für eine computergestützte Analyse aufbereitet. Insgesamt wurden 31 Strukturen ausgewählt, die als Merkmale mit verschiedenen Merkmalszuständen konzeptualisiert wurden. Dabei konnten sowohl die von BREDEKAMP (2011) verwendeten als auch zahlreiche zusätzliche Merkmale verglichen und für die Erstellung der Datenmatrix codiert werden. Dabei wurde nicht zwischen wesentlichen und unwesentlichen Merkmalen unterschieden. Die Merkmale wurden in unterschiedliche Merkmalszustände zerlegt. So wurde beispielsweise das Merkmal „Haare überm rechten Ohr“ in die Zustände „Schlaufe übers Ohr hinausstehend“ oder „Schlaufe nicht herausstehend“ untergliedert (Abb. 2). Wobei in diesem Falle die paarweise Übereinstimmung zwischen dem Stich und der Fassung aus Florenz und zwischen der Mailänder und der Pariser Version zu finden ist. Dieser nüchterne Ansatz betont nochmals den großen Kontrast zu der Vorgehensweise BREDEKAMPS, der beispielsweise folgende Sätze bei der vergleichenden Betrachtung der Haare über dem rechten Ohr formuliert:

„In der Mailänder Zeichnung schwingt ein einzelnes, kräftiges Haar wie ein Bogensegment von der Schläfe zur oberen Eckrundung des rechten Ohres. Auf ähnliche, eine Spur stärker ausgeprägte Weise geschieht dies auch in der Pariser Zeichnung. Die Zeichnung der *Marucelliana* führt den Bogen dieses Einzelhaares dagegen bereits oberhalb des Ohres zum Kopf zurück. Der Stich lässt ein Einzelhaar weniger stark ausschlagen und gleichsam unentschieden in der Luft enden. Damit verbindet sich die Mailänder Zeichnung mit der Pariser Fassung, während das Florentiner Bildnis eine eigene Variante bildet. Der Stich wirkt wie ein neutraler Schiedsrichter über alle Fassungen, als wolle er ‚eine Synthese der Alternativen bieten‘.“¹⁸

Die Analyse ergab nur eine sparsamste Topologie, d.h. eine Anordnung der Bilder mit der geringstmöglichen Anzahl von Abwandlungsschritten zwischen den Merkmalszuständen. Das Porträt aus Paris und der Stich erweisen sich dabei als am engsten aufeinander bezogen oder in anderen Worten als genealogisch nächstverwandt (Abb. 3, 4). In keinem Falle bildet das von BREDEKAMP (2011) favorisierte Florentiner Bild eine Gruppe mit dem Kupferstich. Die enge Beziehung zwischen Stich und Pariser Zeichnung wurde auch nicht aufgelöst, wenn statt an der Mailänder an der Florentiner Fassung gewurzelt wurde (Abb. 3). Allerdings ändert sich dadurch die Lesrichtung vieler Merkmale, die bei diesem Ansatz nun nicht mehr als Neuheiten des Bildnisses aus Florenz interpretiert werden können, sondern als Neuheiten, die möglicherweise die drei anderen Werke als zusammengehörig charakterisieren. In jedem Falle wird durch unsere Analyse die Sonderstellung des Florentiner Exemplars auf transparente Weise deutlich. Dies spricht zugleich auch gegen die These, dass es die unmittelbare Vorlage für die Ausführung des Stiches darstellt. Eher suggeriert die Eigenart der Zeichnung sogar die Denkmöglichkeit, dass diese Fassung möglicherweise die ursprünglichste Version der Serie darstellt (Abb. 3).

9. Interpretation

Wie lassen sich diese Ergebnisse nun interpretieren? Zunächst zeigt die Analyse, dass die meisten strukturellen Übereinstimmungen zwischen dem Bild aus dem Louvre und dem Stich zu finden sind. Darüber hinaus kann anhand der Wurzelung postuliert werden, dass diese Übereinstimmungen möglicherweise Ausdruck einer zeitlichen Entwicklungsreihe gegenüber den anderen beiden Darstellungen sind. Die Verzweigungspunkte, auch häufig als Knoten bezeichnet, sind im Verständnis der phylogenetischen Systematik frei drehbar, d. h., ein derartiges

18 BREDEKAMP 2011, S. 24.

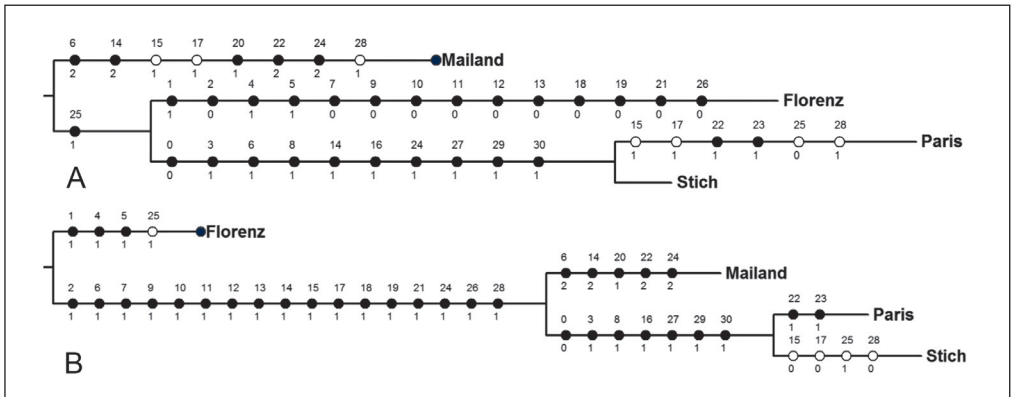


Abb. 3 Das Ergebnis der computergestützten Analyse der Beziehungen der verschiedenen Bilder. Die Analyse geht dabei von einer schnellen Veränderung der Merkmale aus. Dies ist die global sparsamste Lösung für die Änderungsschritte zwischen den Merkmalszuständen aller eingesetzten Merkmale. (A): die Wurzelung an dem Mailänder Bild. (B): die Wurzelung an der Zeichnung aus Florenz. Die nahe Beziehung zwischen der Zeichnung aus dem Louvre und des Kupferstichs bleibt von der unterschiedlichen Wurzelung unberührt. Die Punkte geben die Merkmale an, die die jeweiligen Äste unterstützen (die Zahlen über den Punkten entsprechen der Nummerierung der Merkmale, die Zahlen unter den Punkten repräsentieren den jeweiligen Merkmalszustand. (Vgl. Abb. 2.) Auffällig ist die große Zahl von Merkmalen, die die Florentiner Zeichnung von den drei anderen Darstellungen absetzt. Im oberen Verwandtschaftsdiagramm werden diese Unterschiede als spezifische Merkmalszustände der Zeichnung aus Florenz angegeben. In der unteren Darstellung werden sie als vereinigende Merkmalszustände der drei anderen Bildnisse aufgeführt. Die weißen Kreise zeigen die Merkmalszustände, die zwar einzelne Äste unterstützen, dies aber unabhängig für mehrere Äste tun. Schwarze Kreise symbolisieren Merkmalszustände, die widerspruchsfrei einzelne Äste stützen. Aus Platzgründen ist die Darstellung um 90° gedreht. Der Zeitpfeil verläuft horizontal (vgl. Abb. 4).

Verzweigungsschema kann nicht von links nach rechts als entlang einer horizontalen Linie gedachte Höher- oder Weiterentwicklung gelesen werden. Vielmehr entspricht die Sequenz der Aufspaltungen in der Vertikalen dem Zeitpfeil. Das bedeutet, das Pariser Exemplar und der Stich zeigen die jüngste Aufspaltung und damit die engste Verwandtschaftsbeziehung.¹⁹ Es kann aber nicht gesagt werden, welches von beiden Bildern auf das andere folgt (Abb. 4). Entweder diente die Zeichnung aus Paris unmittelbar als Vorlage für den Stich, oder sie wurde erst nach dem Stich angefertigt. Legt man die erste Hypothese zugrunde, ist es nicht mehr plausibel, das in vielen Details andersgeartete Bildnis aus Florenz als unmittelbare Vorlage des Stiches anzusehen. Wieso sollte LEONI ein Bild als Vorlage nehmen, dann aber zahlreiche Feinstrukturen des Stiches einem älteren Entwurf entsprechend gestalten? Wozu sollte dann die Vorlage überhaupt dienen, wenn das Formengedächtnis des Künstlers eine andere Variante bei der Ausführung des Stiches bevorzugt hat. Auch die Nutzung beider Zeichnungen gemeinsam

19 BREDEKAMP hat die strukturellen Übereinstimmungen zwischen dem Stich und dem Pariser Bildnis durchaus festgestellt. Er hält sie aber für vernachlässigbar: „Damit ergibt sich der Effekt, daß die Zeichnung des Louvre dem Stich näherkommt als die als Vorlage dienende Florentiner Reinzeichnung. Offenbar hat Leoni, seinem Darstellungsstil gemäß, für die Druckvorlage eine weichere, eine Spur idealisierte Form gewählt, um im Stich aber zu jener unmittelbaren Aufnahme zurückzukehren, wie sie die Pariser Zeichnung repräsentiert.“ (BREDEKAMP 2011, S. 34.)

erscheint unwahrscheinlich, da das Florenzbild nur sehr wenige Übereinstimmungen mit dem Stich zeigt, letztlich sogar noch wesentlich weniger als das Mailänder Porträt. Die Möglichkeit einer an den Stich angelegten späteren Zeichnung besteht ja durchaus und scheint nicht unbedingt unwahrscheinlich angesichts der überlieferten Tatsache, dass LEONI in seinem Haus eine Galerie von Zeichnungen zu Werbezwecken für potenzielle Kunden präsentierte (BREDEKAMP 2011). Es könnte also tatsächlich erst nach Fertigstellung des Stiches und an diesen angelehnt geschaffen worden sein (Abb. 4). Allerdings stellt sich dann die Frage, weshalb das Mailänder Bildnis dem Stich dann doch ähnlicher ist als das Florentiner Exemplar. Ist letzteres vielleicht doch der erste Entwurf oder das Bild, bei dem GALILEI Modell gegessen hat (Abb. 3)?

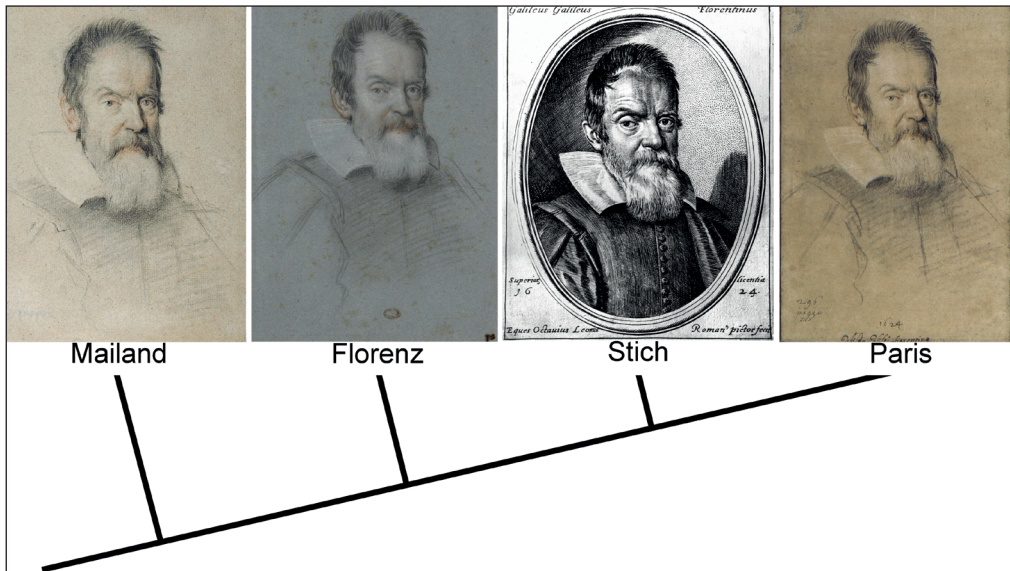


Abb. 4 Genealogie der Porträtsreihe und Verdeutlichung der zentralen These des Aufsatzes. Die Analyse-methode erlaubt nur die Aussage, dass das Pariser Bild und der Kupferstich „nächstverwandt“ sind, aber keine zeitliche Reihenfolge zwischen beiden Darstellungen. Die jeweiligen Verzweigungspunkte sind frei drehbar. So könnte die Zeichnung aus dem Louvre auch nach dem Stich angefertigt worden sein. Die Verzweigungspunkte des Diagramms repräsentieren jeweils die neue Entwurfsidee für die folgenden Darstellungen.

Die Übertragung biologisch-phylogenetischer Analysemethoden auf die Kunstgeschichte löst selbstverständlich nicht alle Probleme. Sie zeigt aber deutliche Alternativen zu der etablierten Methodik der vergleichenden Bildanalyse und wirft zugleich eine Reihe interessanter Fragen auf.

Natürlich ist auch diese Methode nicht voraussetzungslos. Beispielsweise lässt sich kritisch hinterfragen, ob die Grundannahme einer näheren genealogischen Verwandtschaft auf der Basis von Strukturähnlichkeiten überhaupt zutreffend ist.

Dank

Wir danken Horst BREDEKAMP für intensive Diskussionen und die Bereitstellung von Abbildungen. Gefördert durch den Exzellenzcluster „Bild Wissen Gestaltung“ im Basisprojekt „Genese und Genealogie von Form“ an der Humboldt-Universität zu Berlin.

Literatur

- AX, P.: Das Phylogenetische System. Stuttgart: Fischer 1984
- BOTO, L.: Horizontal gene transfer in the acquisition of novel traits by metazoans. *Proc. R. Soc. B* 281, 20132450 (2014)
- BREDEKAMP, H.: Das Prinzip der Metamorphosen und die Theorie der Evolution. *Jahrbuch 2008 der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften*. S. 209–247. Berlin: Akademie Verlag 2009
- BREDEKAMP, H.: Ottavio Leonis Galilei-Portrait des Jahres 1624. In: SCHLIMME, H., und SICKEL, L. (Hrsg.): *Ordnung und Wandel in der römischen Architektur der frühen Neuzeit – Kunsthistorische Studien zu Ehren von Christof Thoenes*. S. 15–35. München: Hirmer 2011
- BRUHN, M.: Gegenüberstellungen. Funktionswandel des Vergleichenden Sehens. In: BRUHN, M., und SCHOLTZ, G. (Hrsg.): *Der Vergleichende Blick. Formanalyse in Natur- und Kulturwissenschaften*. S. 11–40. Berlin: Reimer 2017
- DAGAN, T., ARTZY-RANDRUP, Y., and MARTIN, W.: Modular networks and cumulative impact of lateral transfer in prokaryote genome evolution. *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 104, 2043–2049 (2008)
- DARWIN, C. R.: *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life*. London: Murray 1859
- GEIMER, P.: Vergleichendes Sehen oder Gleichheit aus Versehen? Analogie und Differenz in kunsthistorischen Bildvergleichen. In: BADER, L., GAIER, M., und WOLF, F. (Hrsg.): *Vergleichendes Sehen*. S. 45–69. München: Fink 2010
- GINZBURG, C.: Spurensicherung – Der Jäger entziffert die Fährte, Sherlock Holmes nimmt die Lupe, Freud liest Morelli – die Wissenschaft auf der Suche nach sich selbst. In: GINZBURG, C.: *Spurensicherung. Die Wissenschaft auf der Suche nach sich selbst*. S. 7–57. Berlin: Wagenbach 2011
- HELLSTRÖM, N. P.: Darwin and the Tree of Life: the roots of the evolutionary tree. *Arch. Nat. Hist.* 39, 234–252 (2012)
- HENNIG, W.: *Grundzüge einer Theorie der Phylogenetischen Systematik*. Berlin: Deutscher Zentralverlag 1950
- HENNIG, W.: *Phylogenetic Systematics*. Urbana: University of Illinois Press 1966
- HULL, D. L.: *Science as a Process – An Evolutionary Account of the Social and Conceptual Development of Science*. Chicago: University Press of Chicago 1988
- KOENIG, O.: Die Biologie der Uniform. In: DITFURTH, H. VON (Hrsg.): *Evolution*. S. 175–212. Hamburg: Hoffmann & Campe 1975
- KÜHNE, W. G.: Willi Hennig 1913–1976: Die Schaffung einer Wissenschaftstheorie. *Ent. Germ.* 4, 374–376 (1978)
- LIPU, C. P., O'BRIEN, M. J., COLLARD, M., and SHENNAN, S. (Eds.): *Mapping Our Ancestors. Phylogenetic Approaches in Anthropology and Prehistory*. New Brunswick: Aldine Transaction 2009
- LOOSE, G., und MAUPEU, S.: Fabiola geht in Serie. Ein praktischer Test von George Kublers Modell einer seriellen Kunstgeschichte. In: SCHOLTZ, G. (Hrsg.): *Serie und Serialität. Konzepte und Analyse in Gestaltung und Wissenschaft*. S. 167–201. Berlin: Reimer 2017
- LORENZ, K.: Vergleichende Bewegungsstudien an Anatinen. *J. Ornith.* 89, 194–294 (1941)
- MACE, R., HOLDEN, C. J., and SHENNAN, S. (Eds.): *The Evolution of Cultural Diversity. A Phylogenetic Approach*. Walnut Creek, CA: Left Coast Press 2005
- MEIER, R.: Der Einsatz von Computern in phylogenetischen Analysen – Eine Übersicht. *Zool. Anz.* 229, 106–133 (1992)

- MICHAELSEN, W.: Das Wesen der Systematik, den jüngeren Kollegen an dem Beispiel des modernen Oligochäten-Systems erläutert. *Zool. Anz.* 109, 1–19 (1935)
- MITCHELL, W. J. T.: Über die Evolution von Bildern. In: BELTING, H., und KAMPER, D. (Hrsg.): *Bildgeschichte und Bildreflexion*. S. 43–54. München: Fink 2000
- MÜLLER, A.: Ueber die Entwicklung der Neunaugen. Ein vorläufiger Bericht. *Arch. Anat. Phys. Wissensch. Med.* 1856, 323–339 (1856)
- O'BRIEN, M. J., and LYMAN, R. L.: *Cladistics and Archaeology*. Salt Lake City: University of Utah Press 2003
- RIEPEL, O.: *Einführung in die computergestützte Kladistik*. München: Pfeil 1999
- SCHMITT, M.: *From Taxonomy to Phylogenetics – Life and Work of Willi Hennig*. Leiden: Brill 2013
- SCHOLTZ, G.: Differenzieren und Synthetisieren: Zwei Formen des Vergleichens in der Biologie. In: FISCHER, A. (Hrsg.): *Grenzbilder*. S. 70–78. *Bildwelten des Wissens* 6.2. Berlin: Akademie Verlag 2008a
- SCHOLTZ, G.: Zoological detective stories: the case of the facetotectan crustacean life cycle. *J. Biol.* 7, 16 (2008b)
- SCHOLTZ, G.: Versuch einer analytischen Morphologie. In: BRUHN, M., und SCHOLTZ, G. (Hrsg.): *Morphologien*. S. 30–44. *Bildwelten des Wissens* 9.2. Berlin: Akademie-Verlag 2013
- SCHOLTZ, G.: Evolution as designer? In: DOLL, N., BREDEKAMP, H., and SCHÄFFNER, W. (Eds.): *+ultra. knowledge & gestaltung*. S. 111–116. Leipzig: Seemann 2017
- SELIGER, A., JIRIKOWSKI, G., und SCHOLTZ, G.: Morphologische Analysen vegetabiler Ornamente der Gotik. Eine Interdisziplinäre Annäherung an kunsthistorische Reihen. In: BREDEKAMP, H., und SCHÄFFNER, W. (Hrsg.): *Haare hören, Strukturen wissen, Räume agieren*. S. 61–75. Bielefeld: Transcript 2015
- SOLÉ, R. V., VALVERDE, S., ROSAS CASALS, M., KAUFFMAN, S. A., FARMER, D., and ELDRIDGE, N.: The evolutionary ecology of technical innovations. *Complexity* 18, 15–27 (2013)
- STACH, T.: Anmerkungen zur Rolle des Vergleichs in der Morphologie. In: BRUHN, M., und SCHOLTZ, G. (Hrsg.): *Der Vergleichende Blick. Formanalyse in Natur- und Kulturwissenschaften*. S. 41–54. Berlin: Reimer 2017
- TEHRANI, J. J.: The phylogeny of little red riding hood. *PLoS ONE* 8/11, e78871 (2013)
- TEMKIN, I., and ELDRIDGE, N.: Phylogenetics and material culture evolution. *Curr. Anthropol.* 48, 146–153 (2007)
- THORNHILL, R., and FINCHER, C. L.: The comparative method in cross-cultural and cross-species research. *Evol. Biol.* 40, 480–493 (2013)
- WESTPHAL, U.: *Elephas anthropogenus*. *Zool. Anzeiger* 256, 36–41 (2015)
- WILLIAMS, D., FOURNIER, G. P., LAPIERRE, P., SWITHERS, K. S., GREEN, A. G., ANDAM, C. P., and GOGARTEN, J. P.: A rooted net of life. *Biology Direct* 6, 45 (2011)

Prof. Dr. Gerhard SCHOLTZ
Humboldt-Universität zu Berlin
Institut für Biologie/Vergleichende Zoologie
Philippsstraße 13
10117 Berlin
Bundesrepublik Deutschland und
Exzellenzcluster „Bild Wissen Gestaltung.
Ein interdisziplinäres Labor“
Sophienstraße 22a
10178 Berlin
Bundesrepublik Deutschland
Tel.: +49 30 20936005
Fax: +49 30 20936002
E-Mail: gerhard.scholtz@rz.hu-berlin.de

Dipl.-Ing. Fabian SCHOLTZ
Humboldt-Universität zu Berlin
Exzellenzcluster
„Bild Wissen Gestaltung.
Ein interdisziplinäres Labor“
Sophienstraße 22a
10178 Berlin
Bundesrepublik Deutschland
E-Mail: f.scholtz@web.de

Wissenschaft und Kunst sind zwei Herangehensweisen, sich mit der Lebenswirklichkeit auseinanderzusetzen. Für die Biowissenschaften ergeben sich zahlreiche Beziehungen zu den Künsten. Zunächst ist im Bereich des Visuellen an die Darstellung von Pflanzen und Tieren sowie von biologischen Sachverhalten zu denken. Hier stehen im Mittelpunkt des Interesses die Maler und Zeichner, die häufiger auch Künstler und Wissenschaftler in einer Person sind. Illustrationen in Lehrbüchern und anderen Veröffentlichungen sind für die Durchsetzung und den Erfolg von wissenschaftlichen Konzepten von großer Bedeutung. Biologen schreiben. In Autobiographien und Sachbüchern, die ein weiteres Publikum erreichen und biowissenschaftliche Inhalte in einem größeren kulturellen Kontext verorten wollen, nähern sich einige in ihren Darstellungen der Literatur. Unter den Biologen finden sich jedoch auch Literaten, die Gedichte und Romane verfassen, in die ihre besonderen Erfahrungen als Biowissenschaftler eingehen. Nicht zuletzt stehen Forscherinnen und Forscher als Persönlichkeiten im Mittelpunkt literarischer und bildkünstlerischer Werke. Schriftsteller und Künstler finden in der Sphäre der Wissenschaft und im Handeln der hier Agierenden interessante Sujets, in denen weltanschauliche und privat-individuelle Konflikte besonders anschaulich gefasst oder verhandelt werden können. Der Band geht der Mannigfaltigkeit solcher Beziehungen von Biologie und Kunst in einem breiten Spektrum von Beiträgen mit biographischen, institutionengeschichtlichen oder fachhistorischen Ansätzen nach. Er spiegelt aus Anlass des 25-jährigen Bestehens der Deutschen Gesellschaft für Geschichte und Theorie der Biologie auf diese Weise auch deren vielfältiges Wirken.