

MARCEL HUMAR**Nature of Science (NOS) – mögliche Beiträge der alten Sprachen****1. Einleitung und erste Orientierung über NOS**

Geschichtlichkeit ist ein wichtiges Kennzeichen des Lebendigen, wie auch der Welt im Allgemeinen.¹ Naturwissenschaft und ebenso der naturwissenschaftliche Unterricht als Teil der Kultur sind nur aus ihrer Geschichte heraus vollständig zu verstehen; denn Kultur ist immer auch Ausdruck der jeweiligen Epoche und ihrer Vergangenheit.² Gerade in jüngster Zeit ist ein vermehrtes Interesse der Naturwissenschaften an ihren Vorläufern zu verzeichnen, wie etwa Studien moderner Biologen³ zu antiken Texten belegen.⁴ Der naturwissenschaftliche Unterricht in der Schule hingegen zeichnet sich oft durch eine erhebliche historische Dekontextualisierung aus. Das bedeutet, Inhalte und Kompetenzen werden vermittelt, ohne zu beleuchten, welche historischen Stationen bestimmte Erkenntnisse oder Methoden durchlaufen haben. Ausnahmen bilden natürlich die kurzen Einführungen in die Biographien für den Schulunterricht relevanter Naturwissenschaftler wie etwa Gregor Mendel (1822–1884), Charles Darwin (1809–1882) oder Jean Baptiste de Lamarck (1744–1829). Jedoch wird selten ein Konnex zwischen Biographie, epochenspezifischer Umstände, sowie kultureller Kontexte und dem behandelten Inhalt hergestellt.

Dieser allgemeine Befund verwundert angesichts der Tatsache, dass bereits seit den 50er und 60er Jahren vor allem im anglo-amerikanischen Raum verstärkt ein Interesse an der Untersuchung der Bedingungen für

1 WAHLERT (1975).

2 WILHELM (1967), 51 ff.

3 Aus Gründen der Lesbarkeit werden die generischen Formen „Forscher“, „Schüler“, „Lehrer“ etc. verwendet, wobei natürlich immer Personen aller Geschlechtsidentitäten gemeint sind.

4 Vgl. etwa MAYR (1982), RIEPPEL (1990), VINCI / ROBERT (2005), TIPTON (2006), VOULTSIADOU / VAFIDIS (2007), LIEVEN / HUMAR (2008) und LEROI (2014). Auch die Philologie zeigt vermehrt Interesse an den antiken Naturwissenschaften und ihrer Wirkungsgeschichte; vgl. exemplarisch KULLMANN (1998).

Marcel Humar: Nature of Science – mögliche Beiträge der alten Sprachen

die Entstehung naturwissenschaftlicher Forschung verzeichnet werden kann.⁵ Das Wissen und Reflektieren über die „Natur der Naturwissenschaften“ ist mit dem Terminus *Nature of Science* (NOS) beschrieben worden, wobei erst in jüngerer Zeit Bemühungen unternommen wurden, diesen Begriff schärfer zu fassen und Konsens über seinen genauen Inhalt herzustellen.⁶ Auch in Deutschland wird dem Konzept der *Nature of Science* im Rahmen des naturwissenschaftlichen Unterrichts und der Reflexion über diesen eine immer höhere Bedeutung zugeschrieben.⁷

Was beinhaltet NOS? Sowohl durch gezielte Lehrplananalysen als auch Befragungen von Naturwissenschaftlern wurde versucht, den Themenbereich der NOS näher einzugrenzen und zu ermitteln, welche Aspekte die Natur der Naturwissenschaft umfassen muss.⁸ Auf der Grundlage dieser Studien hat sich mittlerweile Konsens darüber gebildet, was Schüler und auch Lehrkräfte über NOS wissen sollten.⁹

Sieben Aspekte können dabei als essentiell für das Verständnis von Naturwissenschaften angesehen werden. Ich werde auf vier ausgewählte Aspekte genauer eingehen, für die der altsprachliche Unterricht eine fruchtbare Unterstützung darstellen kann.

Es können verschiedene Bereiche von einander abgegrenzt werden, die sich im Einzelnen wie folgt skizzieren lassen:

1) NOS sollte die *kulturellen und sozialen Einflüsse* auf die Naturwissenschaften berücksichtigen; d. h. es muss die Frage nach den kulturellen und sozialen Bedingungen, die zur Genese naturwissenschaftlicher Forschung und Erkenntnis beitragen, gestellt werden. Nur so lässt sich erklären, warum sich in bestimmten Epochen bestimmte Ergebnisse gewinnen ließen. Denn Wissenschaft wird durch die Kultur und ihre Werte beeinflusst, in der sie praktiziert wird. So legt etwa die Gesellschaft die Regeln fest, nach denen geforscht werden darf und kann. Verlassen

5 Eine Übersicht über diese Entwicklung geben LEDERMAN et al. (1998) sowie WELCH / PELLA (1967).

6 Vgl. ABD-EL-KHALICK (2006); LEDERMAN et al. (2002).

7 Dazu MAYER (2007).

8 Eine detaillierte Übersicht über die Forschung zu NOS findet sich bei KOSKA / KRÜGER (2012).

9 Vgl. LEDERMAN (2008) und DENG et al. (2011).

Naturwissenschaftler diesen gemeinsamen Wertekanon, so kann dies zu einer Missachtung ihrer Arbeit führen. Hierdurch nehmen die Kultur und Gesellschaft Einfluss auf die verwendeten naturwissenschaftlichen Methoden; ganz aktuell ist dies an der Forschung zu embryonalen Stammzellen zu beobachten. Darüber hinaus formulieren Kultur und Gesellschaft implizite wie explizite Forderungen an die Forschung, z. B. mit welchen Problemen sich die Forschung beschäftigen soll bzw. welche Fragen von ihr vordringlich zu lösen sind. Daraus ergeben sich aktuelle Fragestellungen und Überlegungen für die Naturwissenschaftler. Die kulturellen und gesellschaftlichen Werte wirken sich aber nicht nur auf den Forschungsprozess aus, sondern auch darauf, wie mit möglichen naturwissenschaftlichen Ergebnissen umgegangen wird und wie diese in der Gesellschaft wahrgenommen werden.¹⁰

2) *Kreativität* spielt eine gewichtige Rolle in den Naturwissenschaften; nur wer kreativ ist oder sich von Vorgängern inspirieren lässt, kann Experimente und Fragestellungen entwickeln. Im Unterricht sollte vornehmlich die Kreativität einzelner Forscher herausgestellt werden; hier wäre auch als ein interessanter Punkt das Verhältnis von Natur- und Geisteswissenschaft zu nennen. Kreativität und Vorstellungskraft von Wissenschaftlern kommen in jeder Phase der Forschung zum Tragen. So bedarf es der Kreativität und großer Vorstellungskraft, um neue Fragestellungen und Hypothesen zu generieren. Würden Naturwissenschaftler hier nur mit reiner Logik vorgehen, wäre es ihnen unmöglich, vorhandenen Problemen mit neuen Lösungsansätzen zu begegnen. Die Kreativität kommt aber nicht nur bei der Generierung neuer Fragestellungen und Hypothesen zum Tragen, sondern auch bei der Entwicklung von neuen bzw. verbesserten Versuchsanordnungen, die es den Forschern erlauben, neue Hypothesen zu überprüfen. Kreativität kommt darüber hinaus auch bei der Auswertung gewonnener Daten eine Bedeutung zu. Ohne

¹⁰ Dazu gehört auch die Tatsache, dass kulturelle Erzeugnisse wie etwa Literatur zum naturwissenschaftlichen Denken anregen. Der italienische Entomologe Francesco Redi (1626–1697), berühmt durch seine Versuche zur Entwicklung von Fliegen aus Larven und einer der Begründer des Satzes *ex ovo omnia*, schildert in seiner Abhandlung über seine Versuche, wie ihn eine Szene des neunten Buches der *Ilias* dazu anregte. Dort wird geschildert, wie Achill befürchtet, es könnten aus dem Nichts Fliegen in den Wunden des Patroklos entstehen.

das kreative Verbinden von vorhandenem Wissen, könnten Naturwissenschaftler nur sehr schwer neue Erkenntnisse gewinnen und unerwartete Ergebnisse sinnvoll interpretieren. Natürlich müssen Naturwissenschaftler bei alledem über einen großen Wissensschatz verfügen und im logischen Denken geschult sein. Aber auch das beste Fachwissen nützt nichts ohne neue Ideen und Überlegungen, wie Ergebnisse gewonnen und interpretiert werden können.

3) Naturwissenschaftliches Wissen ist in *ständiger Entwicklung* und somit veränderbar; etwa durch Aktualisierung von Theorien, aber auch durch politische Zwänge. Naturwissenschaftliches Wissen ist niemals absolut sicher und unveränderbar. Es kann durch neue Erkenntnisse, die z. B. mit Hilfe neuer Technologien gewonnen wurden,¹¹ erweitert bzw. verändert werden. Neue Entdeckungen und Erkenntnisse können auch dazu führen, dass bereits vorhandene Ergebnisse und Beobachtungen anders interpretiert werden müssen. Dieser Umstand gilt auch für Theorien und Gesetze. Dies bedeutet nicht, dass aktuelles naturwissenschaftliches Wissen als beliebig verstanden werden darf. Aber aktuelles naturwissenschaftliches Wissen darf nicht als endgültig und allumfassend angesehen werden. Schlussfolgerungen gehen über das „direkt“ durch die Sinne Erfahrbare hinaus. Naturwissenschaftler ziehen aus dem Beobachtbaren Schlüsse und versuchen so, das Beobachtete zu erklären. Ein Beispiel hierfür ist die Morphologie von Lebewesen. Die morphologische Beschreibung der Lebewesen resultiert aus einer Betrachtung, über die sich schnell ein Konsens finden lässt. Allerdings ist die Erklärung für diese Morphologie eine Schlussfolgerung und diese kann sich von Naturwissenschaftler zu Naturwissenschaftler unterscheiden.

4) *Beobachten* und *Beschreiben* gehören an beinahe jeden Beginn naturwissenschaftlichen Forschens. Objekte müssen ausführlich beschrieben und in ein System eingeordnet werden; dies gilt vor allem für Tier- und Pflanzensystematiken. Dabei muss die Zuordnung einer bestimmten Methodik folgen, die es erlaubt, mit bestimmter Sicherheit Spezies in ein System zu integrieren.

¹¹ Hier wäre vornehmlich die Entwicklung des Mikroskops durch die damit verbundene Zelltheorie zu nennen.

Wie das Ziel des Verständnisses der NOS im naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden kann, wird in der Fachdidaktik der Naturwissenschaften diskutiert. Ein möglicher Ansatz stellt dabei das historisch-genetische Unterrichtsverfahren dar. Der historisch-genetische Ansatz versucht, anhand von Einzelstudien aus der Wissenschaftsgeschichte den Schülern den empirischen Charakter und die Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Erkenntnisse im historischen Entwicklungsprozess zu veranschaulichen.¹² Ferner sollen naturwissenschaftliche Ideen und Entdeckungen in den Kontext von Kultur und Gesellschaft eingebettet werden.¹³

2. Exemplarische Materialvorschläge

Wie lässt sich NOS-zentrierter Unterricht realisieren? Hier bieten die alten Sprachen fruchtbare Materialien, die auch im naturwissenschaftlichen Unterricht eingesetzt werden können. Dafür bedarf es natürlich einer Kollaboration beider Disziplinen, Naturwissenschaften und alte Sprachen. Dass die antiken Texte durch ihre enorme Vielfalt auch naturwissenschaftliche Schwerpunkte bieten, die im Unterricht eingesetzt werden können, zeigen diverse fachdidaktische Beiträge des altsprachlichen Unterrichts.¹⁴ Vor allem die Berücksichtigung der antiken Naturwissenschaft ermöglicht es, durch Auseinandersetzung mit schriftlichen Quellen, ein tieferes Verständnis der Texte, eine Übersicht über die Autoren und die Epochen, in der sie wirkten, sowie deren kulturelle Bedingungen zu erarbeiten. Hinzu kommt, dass aus den Texten die Methodik der Naturwissenschaften erschlossen werden und in Beziehung zur modernen Naturwissenschaft gesetzt werden kann. Die detaillierte Behandlung antiker Naturwissenschaft vereint somit die Kompetenzen der Analyse von Texten, die Kompetenz, die Methodik der Naturwissenschaften aus diesen zu

¹² Vgl. SOLOMON et al. (1992).

¹³ Vgl. HÖTTECKE (2004). Der Erfolg dieses Ansatzes konnte in Instrukionsstudien bisher noch nicht eindeutig gezeigt werden; vgl. dazu ABD-EL-KHALICK / LEDERMAN (2000).

¹⁴ Vgl. etwa die Arbeit von EUCKEN (1972), der sich mit Lukrez näher beschäftigt. Weitere Arbeiten bieten MUNDING (1975), WEDDIGEN (1996). Ganz aktuell ist der Beitrag von WCZULEK / GERLACH (2012). Vgl. auch den Leitartikel von ALTHOFF (2012).

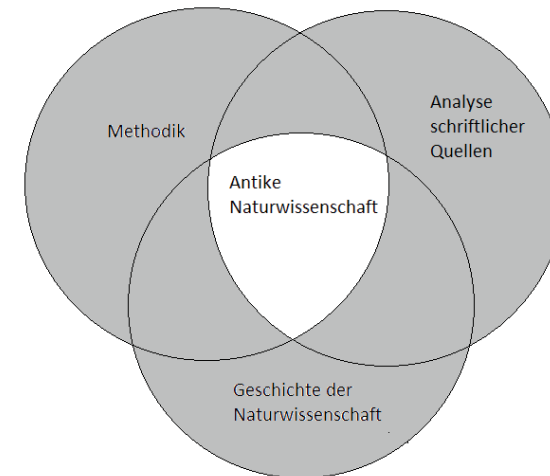


Abb. 1: Antike Naturwissenschaft und ihre Förderung im naturwissenschaftlichen Unterricht

extrahieren und zu begreifen, und die Geschichte einer Disziplin kennen zu lernen (Vgl. Abb. 1).

Zur Explikation, wie NOS im Unterricht gestaltet werden kann, können diverse Beispiele aus der Biologie herangezogen werden. Generell lässt sich die Geschichte und Theorie der Biologie gut anhand von Materialien aus der Antike nachzeichnen, da diese – im Gegensatz zur Chemie und zum Teil auch der Physik – oft direkte Bezüge zu alten Texten und den in ihnen gemachten Beobachtungen herstellen kann.

2.1 Beobachten und Beschreiben in der Tiersystematik

Seit der Mensch begonnen hat, sich mit der belebten Natur – Pflanzen wie Tieren – zu befassen, ist er bemüht, diese zu ordnen.¹⁵ Als „Vater der Tiersystematik“ gilt bei diversen Autoren Aristoteles, der in verschie-

¹⁵ Dass diese Ordnung ihren Höhepunkt mit dem binominalen System Carls von Linné erreicht, der allerdings auf die logischen Methoden des Aristoteles zurückgreift, kann ebenfalls im Biologieunterricht anhand antiker Texte erschlossen werden; dazu das Folgende und ausführlicher HUMAR / NOTO LA DIEGA (2012).

denen Schriften die Lebewesen, v. a. Tiere, nach festgelegten Kategorien systematisierte. Er teilte dabei definierte Großgruppen (gr. *megista gene*, lat. *summa genera*) ein und ordnete ihnen Tiere zu, die den Merkmalsmustern der Großgruppen entsprechen. Die Klassifikation von Lebewesen orientiert sich an festen Merkmalen, die alle Vertreter einer Gruppe aufweisen müssen; diese müssen bei jedem einzelnen Individuum einer Gruppe (Gattung oder Art) beobachtet werden. So ist für jedes Lebewesen, das zu den Fischen gezählt wird, der Besitz von Kiemen und Schuppen konstituierend. Diese Einordnung verlangt eine präzise Methodik. Die Methode, die bei der Zuschreibung von Lebewesen zu definierten Gruppen angewendet wird, ist im Kern syllogistisch. Dies kann folgendes Beispiel illustrieren:

Gilt es exemplarisch, die Schwalbe als Vogel zu definieren, ließe sich der folgende Syllogismus aufstellen:

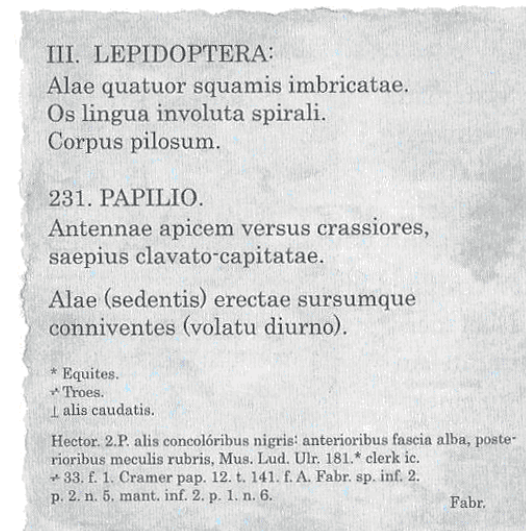
Die Schwalbe hat (Alle Schwalben haben) Federn.

Alle Tiere mit Federn sind Vögel.

Daraus folgt: die Schwalbe ist ein Vogel (Alle Schwalben sind Vögel).

Die Grundaussage ist dabei, dass nur Vögel Federn besitzen. Daher wird jedes Tier mit Federn zu den Vögeln gezählt. Nach diesem Muster wird im Kern heute noch systematisiert.

Diese einfache Verfahrensweise wendet auch Linné bei der Erstellung seiner Ordnungskategorien an. Jede seiner Gruppen (höherrangig wie Reiche und Klassen, aber auch niederrangig wie Stamm oder Art) ordnete Linné einen definierten Merkmalskatalog zu. Dies wird aus der untenstehenden Abbildung deutlich (Abb. 2). Schüler können leicht anhand von Textauszügen aus den aristotelischen Schriften, diese Methode extrahieren und auf das konkrete Beispiel anwenden.



III. Lepidoptera. (Schmetterlinge)
Flügel (vier): Mit Schuppen besetzt.
Mund: Spiralig eingerollte Zunge.
Körper: Behaart.

231. Papilio. (Schwalbenschwänze)
Antennen: dicker zur äußersten Spitze,
öfter mit einem Köpfchen versehen.
Flügel: (sitzend) aufgerichtet und
nach oben hin zusammentreffend
(Flug am Tag).

Abb. 2: Auszug aus Linnés Systema naturae mit Übersetzung, aus: Humar / Noto La Diega (2012).

Schülern wäre es möglich, diese Abbildung in folgenden Syllogismus zu übersetzen:

Schmetterlinge haben vier Flügel, mit Schuppen besetzt usw.

Das beobachtete Tier hat vier Flügel, mit Schuppen besetzt usw.

Das Tier ist ein Schmetterling.

Dass zu einer bloßen Beobachtung auch immer eine erklärende Beschreibung der Merkmale gehört, kann gut anhand von Textauszügen aus den biologischen Schriften des Aristoteles erarbeitet werden.¹⁶ Bei einigen Tieren, wie etwa der Fledermaus oder dem Seehund, erschien die Zuordnung zu einer definierten Gruppe schwieriger, bisweilen unmöglich. So behalf man sich mit einer Zwischenlösung: Aristoteles beobachtete

¹⁶ Die Textauszüge sind entnommen aus HUMAR / NOTO LA DIEGA (2014). Dort findet sich auch eine vollständige didaktische Analyse wie weitere thematisch verwandte Aufgaben aus der Biologiegeschichte.

die schwierige Einordnung und bietet gleichzeitig eine Lösung an. So schreibt er zum Seehund Folgendes:

Der Seehund gehört zu den Lebewesen, die zwischen zwei Gruppen wechselnd eingeordnet werden. Er nimmt kein Seewasser an [d.h. atmet nicht durch Kiemen], sondern atmet, schläft und bringt Junge zu Welt an Land, nahe am Felsen, weil er ein Landlebewesen ist. [Andererseits] verbringt er die meiste Zeit im Meer und ernährt sich auch dort, deshalb muss er im Rahmen der Wasserlebewesen behandelt werden. (Aristoteles, *Historia animalium*, 566b28–567a1, Übersetzung: MH)

Seehunde gehören zu den Landlebewesen und zu den Wasserlebewesen [...] Die Seehunde, obwohl sie im Wasser leben, haben Füße [wären somit Landlebewesen]; aber sie haben auch Flossen, obwohl sie an Land leben, (sie haben Hinterbeine, die fischartig sind). (Paraphrase aus Aristoteles, *De partibus animalium*, 697b1–8, Übersetzung: MH)

Auch die Naturforscher der anschließenden Epochen setzten sich mit dem Problem der Zuordnung mancher Tiere auseinander; hier zeigt sich die Wirkung der aristotelischen Schriften in auf die Antike folgenden Epochen. Der französische Anatom PIERRE BELON widmet jedem der in seiner *Naturgeschichte der Vögel* (frz. *L'histoire de la nature des oyseaux*, Paris 1555) beschriebenen Vögel eine Abbildung mit einem kurzen Zitat aus den zoologischen Werken des Aristoteles. Auch die Fledermaus wird in sein Werk aufgenommen mit dem Kommentar: „Lange Zeit wurde bezweifelt, dass man wisse, ob die Fledermaus unter die Bezeichnung der Vögel oder ins Reich der Landtiere zu stellen ist.“¹⁷

Anhand der Textstellen aus Aristoteles und der Abbildung aus Belon (1555) ließe sich zunächst basal erarbeiten, dass man nur anatomische Merkmale anführen darf; der Lebensraum kann nicht zur Einteilung herangezogen werden.

Ferner lässt sich detailliert das Konzept der Homologie und Analogie erarbeiten, das eine differenziertere Auseinandersetzung mit Organen und Strukturen erlaubt. Aristoteles, wie auch Belon, ziehen das Merkmal des Flügels heran, um die Fledermaus der Klasse der Vögel zuzuordnen; die Unterscheidung hinsichtlich des Aufbaus wird nicht getroffen.

17 PIERRE BELON, *L'histoire de la nature des oyseaux* (1555) Kap. 34, S. 146: „Long temps à qu'on à mis en doute, à sçavois si la Sourichauve devoit estre mise au nombre des oyseaux, ou au regn des animaux terrestres.“

Während die Vögel Flügel aus Federn besitzen, werden die Flügel der Fledermaus durch eine zwischen dem zweiten und fünften Finger aufgespannte dünne Hautmembran gebildet. Aus der Sicht der modernen Evolutionsbiologie gelten beide Strukturen als *analog*.¹⁸ Dass bestimmte Merkmale wie Lebensraum oder analoge Strukturen nicht zur Gruppierung von Lebewesen herangezogen werden können, belegt die Stelle aus Aristoteles: Die von Aristoteles angeführten Schwierigkeiten bei der Zuordnung des Seehunds resultieren allesamt aus Betrachtungen seines Lebensraumes, da ähnliche Umweltbedingungen zu konvergenter Entwicklung führen können. Diese können für eine systematische Zuordnung nicht herangezogen werden. Im zweiten Teil werden die Füße des Seehunds als problematisch charakterisiert. Dieser habe, wie alle Landtiere, normale Vorderfüße; seine Hinterbeine seien jedoch flossenartig. Die flossenartigen Füße stellen eine konvergente Anpassung und somit ein analoges Merkmal an das Leben im Wasser dar, erlauben jedoch keine Zuschreibung des Seehundes in die Gruppe der Fische.

Die Beispiele zeigen gut, wie Probleme vorangegangener Epochen in darauffolgenden behoben werden und welchen Einfluss dabei Texte der Vorläufer spielen.

2.2 Die Geschichte der Vererbung, inspirierende Vorläufer

Einen immer höheren Stellenwert erlangt die Genetik, insbesondere die Molekulargenetik. Ihr geht gemäß der Rahmenlehrpläne eine Einführung in die klassische Genetik begründet durch die Versuche Gregor Mendels voraus. Die Lehrbücher bieten meistens eine kurze Biographie Gregor Mendels, ohne jedoch in die Bedingungen seiner Arbeit einzuführen oder auch Vorläufer zu nennen. Dies suggeriert, die ersten Überlegungen zur

18 Die Unterscheidung zwischen Strukturen, die eine gleiche oder ähnliche Funktion haben, nicht jedoch den gleichen evolutiven Ursprung, werden als analog bezeichnet; Strukturen, die denselben evolutiven Ursprung haben, als homolog. Die erste klare Abgrenzung der beiden Begriffe wurde von dem britischen Zoologen RICHARD OWEN (1804–1892) formuliert; er definiert Organe oder Teile, die in Analogie vorliegen, folgendermaßen: „A part or organ in one animal which has the same function as another part or organ in a different animal.“ Homologie wird in Abgrenzung dazu wie folgt definiert: „The same organ in different animals under every variety of form and function“ (vgl. dazu MAYR [1982], 464).

Vererbung seien im 19. Jahrhundert mit Gregor Mendel zu finden. Tatsächlich ist kaum ein Phänomen der Biologie so breit, auch über die Grenzen der Fachtexte hinaus, behandelt oder zumindest angesprochen worden wie die Vererbung. Bereits bei Aristoteles, und später bei Lukrez, finden sich dazu grundlegende Beobachtungen.¹⁹ Gregor Mendels Verdienst war es, die Regeln der Vererbung durch statistische Verfahren zu ermitteln und mit einem festen Begriffsinventar zu beschreiben. Eine Einheit, die in die antiken Vorstellungen zur Vererbung einführt, ermöglicht es daher, auf die Bedingungen Mendels einzugehen, der im Kloster, oder bereits vorher, mit klassischen Autoren in Kontakt gekommen sein mag.

Des Weiteren ermöglicht eine Auseinandersetzung mit ausgewählten Textstellen eine tiefer gehende Auseinandersetzung mit den Begrifflichkeiten der klassischen Genetik, da sich die bei Lukrez beschriebenen Sachverhalten gut in die moderne Terminologie übersetzen lassen. Dies schult zusätzlich die moderne Fachsprache und den Umgang mit dieser. In seinem Lehrgedicht *De rerum natura* findet sich folgende Aussage:

Es kann geschehen, dass Kinder ihren Großeltern ähnlich sehen und oft die Eigenschaften noch weiter entfernter Vorfahren wiederholen, und zwar deshalb, weil Eltern oft in ihren Körpern verborgen viele und auf verschiedene Weise gemischte Ureigenheiten haben, die sie ihrer Sippe verdanken und von Generation zu Generation weiterreichen. (Lukrez, *De rerum natura* 4, 1218–1222, Übersetzung: MH)

Diese Stelle bietet einen Kurzabriss der Mendelschen Terminologie: Wenn die Schüler mit den Konzepten und Begriffen der mendelschen Genetik vertraut sind, gelingt es sicher, diesen Text genauer zu erklären und die Beobachtungen des Lukrez mit der mendelschen Terminologie zu beschreiben.

Eine Merkmalsausprägung eines Allels (bei Lukrez: Eigenschaft) kann durch die Ausprägung eines anderen Merkmals verdeckt werden. Es tritt hinter dem *dominanten Allel* zurück und ist somit *rezessiv*. Das von Lukrez beschriebene Phänomen ist durch das Begriffspaar homozygot und heterozygot zu erklären. Homozygote Träger haben ein Allel mit nur re-

¹⁹ Zu Vererbungstheorie in der Antike grundlegend LESKY (1950). Besonders zur Vererbung bei Aristoteles siehe HENRY (2006).

zessiven oder nur dominanten Merkmalen, während heterozygote jeweils ein dominantes und ein rezessives Allel im Genotyp aufweisen. Manche Merkmalsausprägungen, die nur im Phänotyp sichtbar werden, wenn sie homozygot rezessiv vorliegen, können auch erst durch die (Neu-)Kombination der Gameten (Keimzellen) in späteren Generationen auftreten.²⁰

Gemäß des Konzepts der NOS wird hier die Entwicklung der Naturwissenschaften (vgl. oben Punkt 3.) verdeutlicht. Mit Lukrez als Vorläufer gelingt es, die Theorie der Vererbung zu entwickeln und das Begriffsinstrumentarium zu präzisieren.

2.3 Evolutionsgedanken bei Lukrez

Noch ein weiteres Mal lässt sich das Lehrgedicht des Lukrez einsetzen, um sich mit einer eigentlich dem 19. Jhd. zugeordneten Theorie zu befassen.

Lukrez beschreibt in Buch 5 auch die Entstehung von Leben aus der Erde (Buch 5, Verse 855–877):

Damals mußten wohl viele der lebenden Gattungen ausgehen,
Da sie imstand nicht waren für Nachwuchs weiter zu sorgen.
Denn die Geschöpfe, die jetzt sich erfreuen des belebenden Odems,
Können von Jugend auf nur so das Geschlecht sich erhalten,
Daß sie durch Kraft sich und List und endlich durch Schnelligkeit schützen.
Viele sind auch uns Menschen durch ihren Nutzen empfohlen,
Und so bleiben sie leben, da wir sie hegen und pflegen.
Erstlich das wilde Geschlecht und die grausamen Scharen der Löwen
Hielten durch Kraft sich, der Fuchs durch List und der Hirsch durch die Schnelle.
Aber der wachsame Hund mit dem Herzen von goldener Treue
Und das gesamte Geschlecht, das stammt aus dem Samen des Lastviehs,
Ferner die wolligen Schafe und hörnergeschmückten Geschlechter
Sind in dem menschlichen Schutze, mein Memmius, alle verblieben.
Denn sie flohen mit Hast vor dem wilden Getiere und suchten
Frieden und reichliche Nahrung, um die sie sich selbst nicht bemühen;
Denn wir geben sie ihnen als Lohn für nützliche Dienste.
Aber die Tiere, die nichts von solcher natürlichen Mitgift
Mitbekamen, die weder sich selbst zu ernähren vermochten
Noch uns Dienste zu leisten, wofür wir in unserem Schutze
Ihnen zu leben gestatten und ihre Vermehrung zu sichern,

²⁰ Vgl. auch HUMAR (im Druck).

Diese nun freilich verfielen dem Raub und der Beute der ändern,
Da sie alle so lange des Schicksals Fessel umstrickte,
Bis die Natur solch schwaches Geschlecht zum Untergang führte.²¹

Anhand des Textes, der erstaunliche Parallelen zu den Grundgedanken der darwinistischen Evolutionstheorie aufweist,²² ließe sich gut erklären, welchen Einfluss antike Texte auf die Naturwissenschaftler der Renaissance oder auch des 18. wie 19. Jahrhunderts gehabt haben müssen. Die Kreativität des Lukrez fordert den modernen Naturforscher heraus, die gemachten Aussagen zu überprüfen.

Anhand von Vers 854 lässt sich weiterhin erläutern, dass die Evolution auf Anpassung gerichtet ist (*Survival of the Fittest*) und nicht nur Stärke fördert²³ („Daß sie durch Kraft sich und List und endlich durch Schnelligkeit schützen“). Arten, die nicht angepasst genug sind, werden durch natürliche Auslese wieder in ihrer Population dezimiert bis sie verschwunden sind („Bis die Natur solch schwaches Geschlecht zum Untergang führte“).

3. Zusammenfassung

Die Möglichkeiten für den naturwissenschaftlichen Unterricht, antike Texte fruchtbar einzubinden, sind vielfältig und reichen über eine Auseinandersetzung mit der Methodik (siehe oben 2.1) und naturwissenschaftlichen Texten vergangener Epochen (2.1, 2.2 und 2.3). Der in der Einleitung skizzierte geforderte Aspekt der NOS kann, wie hoffentlich verdeutlicht, durch einen stärkeren Einbezug antiker Texte in den naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden.

21 Übersetzung DIEHLS (1957).

22 Vgl. dazu CAMPBELL (2003). DARWIN hat jedoch immer bestritten, dass er Lukrez gelesen habe.

23 In der ersten Auflage von DARWINS *Origin of Species* (1859) taucht der Begriff des *Survival of the Fittest* nicht auf, erst ab der fünften Auflage 1868 wurde der Begriff, den Darwin von Herbert Spencer übernahm, in sein Werk eingefügt, da Darwin der Überzeugung war, dieser Begriff beschreibe akkurater den Zusammenhang der Anpassung und des Durchsetzens der besser angepassten Lebewesen (PAUL [1988], 411). Der Begriff des *Survival of the Fittest* hat gerade in Deutschland eine, dem Gedanken DARWINS nicht immer entsprechende, Umdeutung erfahren.

4. Literaturverzeichnis

ABD-EL-KHALICK, F., „Over and Over Again: College Students' Views of Nature of Science“, in: L. B. FLICK / N. G. LEDERMAN (ed.), *Scientific Inquiry and Nature of Science. Implications for Teaching, Learning, and Teacher Education*, Dordrecht 2006, 389–424.

ABD-EL-KHALICK, F. / N. G. LEDERMAN, „The Influence of History of Science Courses on Students' Views of Nature of Science“, in: *Journal of Research in Science Teaching* 37 (2000), 1057–1095.

ALTHOFF, J., „Aristoteles als Erfinder der modernen Naturwissenschaft“, in: *AU* 55,2 (2012), 54–63.

BOWLER, P., *Evolution: History of an Idea*, University of California Press 1986.

CAMPBELL, G., *Lucretius on Creation and Evolution: a Commentary on De rerum natura, Book five, Lines 772–1104*, Oxford 2003.

DENG, F. / D.-T. CHEN / C.-C. TSAI / C. S. CHAI, „Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research“, in: *Science Education* 95,6 (2011), 961–999.

EUCKEN, CH., „Lukrez-Lektüre zur Vermittlung antiker Naturforschung“, in: *AU* 15,1 (1972), 122–125.

HENRY, D., „Aristotle on the Mechanism of Inheritance“, in: *Journal of the History of Biology* 39,3 (2006), 425–455.

HÖTTECKE, D., „Wissenschaftsgeschichte im naturwissenschaftlichen Unterricht“, in: C. HÖSSLE / D. HÖTTECKE / E. KIRCHER (Hrsg.), *Lehren und Lernen über die Natur der Naturwissenschaften*, Hohengehren 2004, 43–56.

HUMAR, M. /R. NOTO LA DIEGA, „Homologie und Analogie – historische Perspektiven im Biologieunterricht“, in: *Unterrichtsmaterialien Biologie Sek. II, Ergänzungsmaterialien I.2.27*, Hallbergmoos (Stark Verlag) 2014, 1–17.

HUMAR, M. /R. NOTO LA DIEGA, „Geschichte und Theorie der Biologie im Unterricht“, in: *Unterrichtsmaterialien Biologie Sek. II, Ergänzungsmaterialien I.1.26*, Hallbergmoos (Stark Verlag) 2012, 1–18.

Marcel Humar: Nature of Science – mögliche Beiträge der alten Sprachen**Seiten 73 bis 88**

- HUMAR, M., „Entwicklung, Vermehrung und Vererbung – historische Perspektiven im Biologieunterricht“, Stark Verlag, im Druck.
- KOSKA, J. / D. KRÜGER, „Nature of Science – Perspektiven von Studierenden – Schritte zur Entwicklung eines Testinstrumentes“, in: *Erkenntnisweg Biologiedidaktik* 11 (2012), 115–127. [online unter: <http://www.bcp.fu-berlin.de/biologie/arbeitsgruppen/didaktik/Erkenntnisweg/2012/index.html>]
- KULLMANN, W., *Aristoteles und die moderne Wissenschaft*, Stuttgart 1998.
- LEDERMAN, N. G. / P. D. WADE / R. L. BELL, „Assessing the Nature of Science: What is the Nature of Assessments?“, in: *Science & Education* 7 (1998), 595–615.
- LEDERMAN, N. G., „Nature of Science: Past, Present, and Future“, in: S. K. ABELL / N. G. LEDERMAN (ed.), *Handbook of Research on Science Education*, New York 2008, 831–879.
- LESKY, E., *Die Zeugungs- und Vererbungslehren der Antike und ihr Nachwirken*, Wiesbaden 1950.
- LEROI, A. M., *The Lagoon: How Aristotle Invented Science*, London 2014.
- FÜRST VON LIEVEN, A. / M. HUMAR, „A Cladistic Analysis of Aristotle's Animal Groups in the *Historia animalium*“, in: *HPLS* 30,2 (2008), 227–262.
- MAYER, J., „Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen“, in: D. KRÜGER / H. VOGT (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden*, Berlin 2007, 177–186.
- MAYR, E., *The Growth of Biological Thought*, Cambridge 1982.
- MUNDING, H., „Vorsokratische Naturphilosophie im Kontrast zur modernen Naturwissenschaft. Lernzielorientierter Lehrplan, Grundkurs Griechisch, Halbjahreskurs 13/1“, in: *AU* 18,4 (1975), 41–63.
- PAUL, D. B., „The Selection of the Survival of the Fittest“, in: *Journal of the History of Biology* 21,3 (1988), 411–424.
- RIEPEL, O., „Structuralism, Functionalism, and the Four Aristotelian Causes“, in: *Journal of the History of Biology* 23,2 (1990), 291–320.

Marcel Humar: Nature of Science – mögliche Beiträge der alten Sprachen**Seiten 73 bis 88**

- SOLOMON, J. / J. DUVEEN / L. SCOTT / S. MCCARTHY, „Teaching about the Nature of Science Through History: Action Research in the Classroom“, in: *Journal of Research in Science Teaching* 29 (1992), 409–421.
- TIPTON, J. A., „Aristotle's Study of the Animal World. The Case of the Kobios and Phucis“, in: *Perspectives in Biology and Medicine* 49 (2006), 369–383.
- VINCI, T. / J. S. ROBERT, „Aristotle and Modern Genetics“, in: *Journal of the History of Ideas* 66 (2005), 201–222.
- VOULTSIADOU, E. / D. VAFIDIS, „Marine Invertebrate Diversity in Aristotle's Zoology“, in: *Contributions to Zoology* 76,2 (2007), 103–120.
- v. WAHLERT, G., „Die Geschichtlichkeit des Lebendigen als Aussage der Biologie. Ein Beitrag zur Strukturierungsdebatte“, in: U. KATTMANN / W. ISENSEE (Hrsg.), *Strukturen des Biologieunterrichts*, Köln 1975, 46–58.
- WEDDIGEN, K., „Vorschlag, einen naturwissenschaftlichen Text der Antike zu lesen (Plinius d. Ä., *Naturalis Historia* über den Salamander)“, in: *AU* 39,2 (1996), 78–82.
- WELCH, W. W. / M. O. PELLA, „The Development of an Instrument for Inventorying Knowledge of the Processes of Science“, in: *Journal of Research in Science Teaching* 5,1 (1967), 64–68.
- WILHELM, T., *Theorie der Schule. Hauptschule und Gymnasium im Zeitalter der Wissenschaften*, Stuttgart (Metzler) 1967.
- WCZULEK, J. / C. GERLACH, „Das Experiment im Corpus Hippocraticum. Forschung in der antiken Naturwissenschaft“, in: *AU* 55,2 (2012), 22–31.

Marcel Humar
 Goethe Gymnasium Berlin
 Gasteinerstraße 23
 10717 Berlin
 m.humar@fu-berlin.de