



– Originalbeitrag –

Metaphern als sprachliche Modelle im Biologieunterricht – Lernchancen durch die Reflexion metaphorischer Fachbegriffe

Marcel Humar¹

¹*Freie Universität Berlin,
Institut für Klass. Philologie, Fachdidaktik der Alten Sprachen*

ZUSAMMENFASSUNG

Metaphern stellen ein besonderes Mittel der Wortbenutzung (und letztendlich der kognitiven Aktivität) dar. Durch sie wird ein Begriff aus einem *Ursprungsbereich* auf ein Objekt oder einen Prozess aus einem *Zielbereich* übertragen. Metaphern verfügen aufgrund dieser Übertragung und des dadurch erzeugten *mappings* sowie des ihnen zugrundeliegenden Analogieprinzips über ein erkenntniserzeugendes Potential. Sie gleichen in diesem Sinne naturwissenschaftlichen Modellen, die ebenfalls auf Analogien beruhen und erkenntnistiftend sind. Metaphern können somit als sprachliche und kognitive Modelle gesehen werden. Über die gezielte Reflexion metaphorischer Begriffe in der Fachsprache der Biologie lässt sich, so die These des Beitrags, indirekt daher die Modellierkompetenz adressieren; Voraussetzung ist dabei aber das Bewusstmachen der Funktion der Metapher und ihrer Rolle innerhalb der Fachsprache. Durch den Umgang mit Metaphern und der Parallelisierung der sprachlichen Bilder mit Modellen im Unterricht kann es gelingen, sich differenzierter mit naturwissenschaftlichen Modellen auseinanderzusetzen. Ausgewählte Fallbeispiele werden zur Demonstration präsentiert.

Schlüsselwörter: Modelle, Metaphern, Fachsprache, Modellierkompetenz, Modellkritik



– Original Paper –

Metaphors as models in biology – what we can learn from the reflection of metaphorical technical terms

Marcel Humar¹

¹Freie Universität Berlin,
Institut für Klass. Philologie, Fachdidaktik der Alten Sprachen

ABSTRACT

Metaphors are special linguistic and cognitive tools. They are used to transfer a concept from a *source domain* to an object or a process from a *target domain*. Due to this transfer and the resulting *mapping* as well as the underlying principle of analogy, metaphors have the potential to generate knowledge, and to facilitate understanding. In this sense, they resemble models in science which are also based on analogies and are used as cognitive as well as heuristic tools. Metaphors can therefore be seen as linguistic and cognitive models (or precursor of models). According to the thesis of this article, the guided reflection of metaphorical terms in the technical language of biology can therefore indirectly address model criticism as well as the understanding of models in science. Important within this task is the encouraging of the awareness regarding the function of metaphors in the languages of science. By dealing with metaphors and the comparison of them with models in the classroom, it is possible to deal with scientific models in a more differentiated way. Selected case studies are presented to underpin the thesis.

Key words: models, metaphors, model criticism, language of science, modeling skills

1. Einleitung und erste theoretische Zugänge

Metaphern spielen in der Sprache der Naturwissenschaften eine große Rolle, wie jüngst erneut betont von Sowinski, Hofer und Abels (2024). Doch welche Lernchancen ergeben sich mit Blick auf den Vergleich zwischen Metapher und Modell? Wie sehen potentielle Unterrichtsarrangements aus, die sich auf die sprachliche sowie inhaltliche Reflexion metaphorischer Fachbegriffe konzentrieren? Der vorliegende Beitrag will diesen Fragen anhand von ausgewählten Beispielen nachgehen.

In einem ersten Schritt werden in der folgenden Arbeit, die sich als Theoriearbeit versteht, Überlegungen zur Erkenntnisleistung der Metapher (Kapitel 2) vor allem in den Naturwissenschaften (Kapitel 3) ausformuliert. Es wird dabei vor allem für eine stärkere Berücksichtigung der Metapher im naturwissenschaftlichen Unterricht argumentiert (hierzu liegen bereits sehr gute Arbeiten vor). Als erweitertes Prinzip wird vorgeschlagen, Metaphern als sprachliche Modelle und nichtsprachliche Modelle künftig enger zusammen zu denken. In einem zweiten Schritt sollen aufbauend auf der Theorie dann auch konkrete Praxisbeispiele (Kapitel 4 und 5) skizziert werden, um zu demonstrieren, worin der Nutzen und die Lernchancen durch die Reflexion metaphorischer Fachbegriffe liegen. Ein Ausblick hinsichtlich des Potentials der Metapher für die Modellkritik wird am Ende des Beitrags skizziert; hier soll dem vorher beschriebenen Vorhaben, Metaphern und Modelle enger zusammen zu denken, Rechnung getragen werden (Kapitel 6).

Ich schicke einige theoretische Vorbemerkungen zur Metapher voraus: Metaphern stellen ein besonderes Mittel der Wortbenutzung (und letztendlich der kognitiven Aktivität) dar, bei dem ein Begriff aus einem *Ursprungsbereich* auf ein Objekt oder einen Prozess aus einem *Zielbereich* übertragen wird. So wird in der metaphorischen Wendung ‚Mein Lehrer ist mein Anker‘ der Begriff Anker (aus dem Ursprungsbereich der Nautik) auf ein anderes Objekt (den Lehrer aus dem Zielbereich Bildungswesen) übertragen. Damit wird eine implizite Analogie (dazu unten) zwischen beiden Objekten hergestellt (‚Halt geben‘), während andere Aspekte (Material, weitere Eigenschaften) ausgeblendet werden.

Bereits in der Antike ist das Wesen der Metaphern intensiv thematisiert worden: In der „Rhetorik“ und

in der „Poetik“ definiert Aristoteles die Metapher und grenzt sie zunächst vom Vergleich ab. Dabei wird in der „Poetik“ die Metapher als eine Übertragung eines *unzugehörigen* Ausdrucks auf einen anderen Gegenstand beschrieben (*Poetik*, 1457 b7). Es wird durch die Metapher also ein Begriff mit einem anderen Gegenstand verknüpft, dem er nicht ursprünglich zugehört. Die Metapher ist somit als verkürzter und bis zur Gleichsetzung gesteigerter Vergleich zu verstehen; direkte Komparationen fehlen (etwa im Deutschen durch ‚wie‘). Dieses Fehlen einer Partikel, die einen Vergleich markiert, stellt einen Unterschied zwischen Vergleich und Metapher dar, wie auch in der „Rhetorik“ festgehalten wird:

Aber auch das Gleichnis ist eine Metapher; der Unterschied ist nämlich nur gering. Wenn man nämlich in Bezug auf Achill sagte: „Wie ein Löwe ging er vor“, ist das ein Gleichnis, wenn man aber sagte: „als Löwe ging er vor“, ist dies eine Metapher. Denn aufgrund der Tatsache, dass beide tapfer sind, hat man den Achill als Löwen bezeichnet, indem man eine Metapher verwendet. (*Rhetorik* III, 1406 b21–24, Übersetzung vom Verfasser)

Durch die Analogie des Tapfer-Seins ist es möglich, diese Metapher zu bilden und (in einem zweiten Schritt) auch zu verstehen. Aristoteles betonte bereits die erkenntniserschließende Kraft der Metapher: Wer etwa das Greisenalter eine Stoppel (im Sinne der kurzen Reste der Getreidehalme nach der Ernte) nennt, bewirkt, indem er die Sache verfremdet und doch deutlich vor Augen führt, einen Lernprozess (*Rhetorik* III 10, 1410b15–19); das Alter wird somit mit dem Ende der Ernte (metaphorisch: des Lebens) parallelisiert und gleichzeitig wird eine Analogie zwischen beiden Zeitabschnitten hergestellt.

Metaphern wurden in der Wissenschaft lange Zeit als poetisches Mittel zum Schmuck oder als rhetorisches Mittel mit dem Ziel der Persuasion beschrieben und somit vornehmlich der Literaturwissenschaft, der Rhetorik und der Poetik zugeordnet (Humar, 2021). Sie gehören dieser Vorstellung zufolge nicht zur Alltagssprache, sondern sind Bestandteil artifizierlicher, poetischer Sprache und weisen, wie in der wissenschaftlichen Literatur vielfach vermerkt wurde, durch diese Abweichung von der sprachlichen Norm bisweilen, so Pielenz (1993), eher „erkenntnisverhindernde“ (S. 61) Eigenschaften auf

(für weitere Kritik an der Metapher als Mittel wissenschaftlicher Fachsprache siehe etwa Finke, 2003 und Göpferich, 1998). Die Metapher sei, wie Baldauf (1997) festhält, somit als ein „auf [seine] literale Bedeutung reduzierbares, rein ästhetischen Zwecken dienendes, sprachliches Phänomen“ (S. 14) verstanden worden.

Die erweiterte Sicht auf Metaphern als sprachlichen Ausdruck auch nicht-artifizieller Sprache und die Annahme, dass sie unseren Alltag prägen, welcher sogar durch metaphorische Konzepte strukturiert zu sein scheint (dazu Spieß & Köpcke, 2015; dort finden sich auch Hinweise auf Metaphern in der Musik, Bildern oder gesellschaftlichen Praktiken), ist vor allem seit den linguistischen Studien von George Lakoff und Mark Johnson etabliert. So lautet etwa eine zentrale Aussage der Arbeit:

[...] metaphor is pervasive in everyday life, not just in language but in thought and action. Our ordinary conceptual system, in terms of which we both think and act, is fundamentally metaphorical in nature. (Lakoff & Johnson, 1980, S. 3)

Die umfassende theoretische Reflexion über die Metapher bei Lakoff und Johnson ist als die konzeptuelle Metaphertheorie bekannt geworden (zu den Vorläufern von Lakoff und Johnson siehe Jäkel, 1997).

In der Alltagssprache werden, so Lakoff und Johnson (1980), häufig Metaphern verwendet, wobei viele Metaphern in ganzen Konzepten organisiert sind und alle Metaphern innerhalb dieses Konzepts nach diesem ausgerichtet sind (in Anlehnung an Lakoff und Johnson, 1980, als Metaphernkonzept bezeichnet): Als eine gängige konzeptuelle Metapher wird bei Lakoff und Johnson ‚Zeit ist Geld‘ angeführt, die sich in metaphorischen Wendungen wie ‚Zeit investieren‘, ‚Arbeitsstunden einsparen‘ oder ‚Zeit verschwenden‘ etc. manifestiert. Ebenso verhält es sich bei der konzeptuellen Metapher ‚Liebe ist eine Reise‘. Diese Bereiche sind über eine systematische Reihung von Korrespondenzen zwischen zwei Erfahrungsbereichen (sog. *mapping*) verbunden, wobei dieses *mapping* zahlreiche Analogien aufzeigt und so die konzeptuelle Metapher konstituiert wird (dazu Abb. 1).

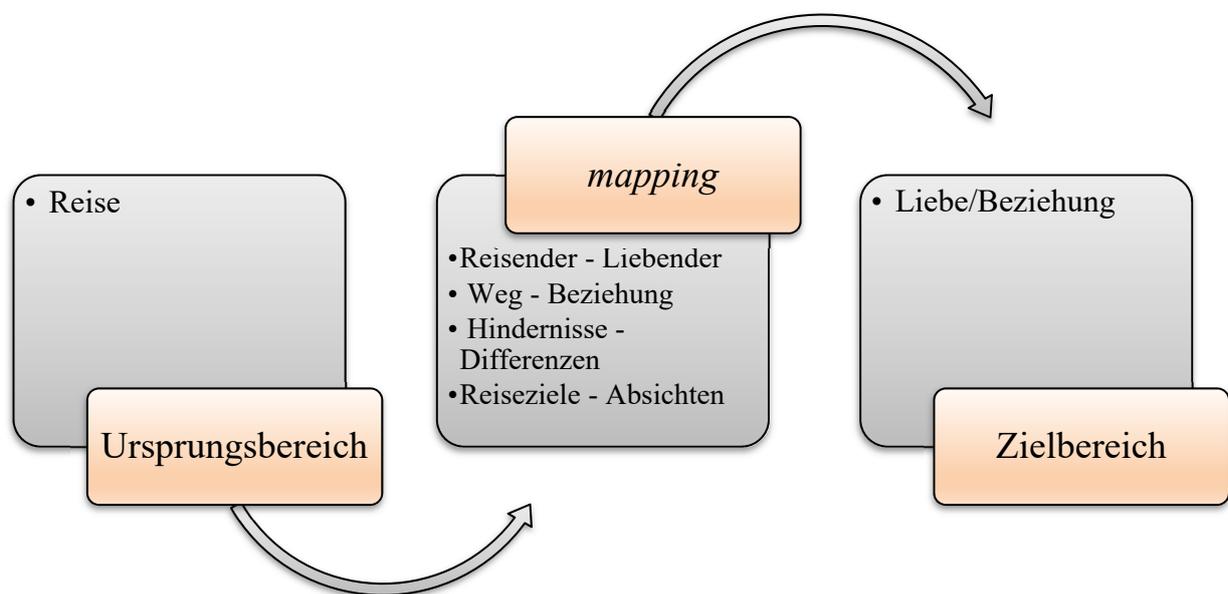


Abbildung 1. Mapping für ‚Liebe ist eine Reise‘

Wenngleich die These der konzeptuellen Metapher in der anschließenden Forschung auch vielfach kritisch betrachtet worden ist (etwa durch Glucksberg & McGlone, 1999; Glucksberg, 2001; Vervaeke & Kennedy, 2004), bleibt ihr Beitrag zum Verständnis der Metapher jedoch von gewichtiger Bedeutung.

Durch die Arbeit von Lakoff und Johnson (1980) und daran anknüpfende Studien wurde somit die Metapher aus dem Forschungsfeld der Literaturwissenschaft in die Kognitionspsychologie und Linguistik gerückt; so bemerken Marga Reimer und Elisabeth Camp:

Die Idee, daß Metaphern in erster Linie konzeptuelle und erst in Ableitung sprachliche Phänomene sind, ist sogar die vorherrschende in der heutzutage führenden Sparte der Metaphernforschung: Cognitive Science. (Reimer & Camp, 2007, S. 23)

Eine Übersicht über die bisher in diesem Feld entwickelten Metapherntheorien, die hier nicht besprochen werden können, findet sich etwa bei Baldauf (1997) und Lau (2006) sowie Reimer und Camp (2007). Durch die vielfachen Erweiterungen innerhalb der Theorie der Metapher wird deutlich, dass diese nicht nur ein poetisches oder rhetorisches Mittel aus dem nicht-alltäglichen Sprachgebrauch, sondern ein wichtiger Bestandteil der Sprache des Alltags sind. Die Bewertung der Metapher als poetischer Schmuck, rhetorisches Mittel oder besonderer und nicht alltäglicher Sprachform kann somit als überholt angesehen werden.

2. Metapher und Erkenntnis

Die Metapher ist, wie oben gezeigt, weit mehr als ein rein sprachliches Mittel: Durch sie können wir komplexe Phänomene wie Gefühle oder auch naturwissenschaftliche Strukturen und Prozesse treffend beschreiben. Sie ermöglicht es demnach, Sachverhalte oder Strukturen und Prozesse durch einen Bezug zu Bekanntem fassbar und formulierbar zu machen oder überhaupt Begriffe für bisher Unbeschriebenes zu entwickeln (für die Didaktik der Biologie dazu früh schon Gropengießer, 1999). Denn die Metapher bewegt sich nach Drewer (2003) „in den Strukturen eines zweiten, bereits bekannten Gegenstands“ (S. 55); auch Lakoff und Johnson (1980) stellen fest: „The essence of metaphor is understanding and experiencing one kind of thing in terms of another.“ (S. 5). Damit ist die Nähe zur Analogie – mit Coenen (2002) definiert als „ein symmetrisches Verhältnis zwischen zwei sprachlich beschriebenen Gegenständen“ (S. 42), wobei das Verhältnis der Analogie „zwischen zwei beschriebenen Gegenständen genau dann [besteht], wenn für diese Gegenstände ein gemeinsamer Beschreibungsinhalt gilt“ (S. 42) – deutlich: Metaphern beruhen demnach auf einer Herstellung einer Analogie zwischen zwei Begriffen bzw. Objekten oder Prozessen, die durch die Begriffe beschrieben werden; dazu bemerkt Sewell (1964): „In metaphor the mind sees and expresses an analogy.“ (S. 42)

Metaphern grenzen sich von der Analogie jedoch dadurch ab, dass die Analogie ein übergeordnetes Prinzip (oder Konzept; Leatherdale, 1974) darstellt, das sich in vielerlei Hinsicht realisieren kann (etwa durch Metaphern, Vergleiche, Gleichnisse). Die Metapher ist somit ein sprachliches Mittel, das sich der gedanklichen Figur der Analogie bedient (vgl. dazu Leatherdale, 1974).

Dass Metaphern ein erkenntniserzeugendes Potential haben, wird in der neueren Metaphernforschung ebenfalls in vielen Arbeiten betont: Die Metapher avancierte nach Drewer (2003) so von einer sprachlichen Erscheinung zu einem Mittel zur „Verarbeitung von Erfahrungen“ (S. 1) und zum „Gewinn von Erkenntnissen“ (S. 1). Das setzt aber voraus, dass der Ausdruck, der in einen anderen Bereich transferiert wird, in seiner Bedeutung bereits verstanden worden sein muss. Dann können die Struktur oder der Prozess, die oder der metaphorisch bezeichnet wird, erkannt bzw. fassbar gemacht werden, ohne dass diese durch die Metapher angesprochene Struktur (oder der Prozess) bekannt ist. Neue Erkenntnisse eindeutig, unverfälscht und mit absoluter Sicherheit weitergeben kann die Metapher jedoch nicht (Keller, 1995).

3. Metaphern in der Naturwissenschaft

Die Metapher stellt, wie oben knapp skizziert, durch die mit ihr verbundenen Erkenntnisleistung ein, wie Hoffmann (1985) schreibt, „Mittel zur Weitergabe gewonnener Erkenntnisse“ (S. 17) dar; dabei ist die Bedeutungszuordnung ein konstruktiver und unter Umständen auch erkenntniserweiternder Prozess. Und damit erweist sich die Metapher auch als zentrales Element naturwissenschaftlicher Erkenntnis, was im Folgenden theoretisch ausführlich dargestellt werden soll.

Die oben beschriebene ‚erkenntnistiftende‘ Funktion der Metapher lässt sich durch die intensivere Thematisierung naturwissenschaftlicher Fachbegriffe, die auf einer Metapher beruhen, deutlich machen: Auch ein Laie der Biologie ist durch metaphorische Begriffsbildung bisweilen in der Lage, eine Vorstellung von einer Struktur mit ihrer Funktion oder von einem Prozess, die durch einen metaphorischen Ausdruck beschrieben werden, zu entwickeln. Dies ist bei Fachtermini, die nicht durch metaphorische Begriffsbildung entstanden sind, nicht möglich;

so kann der Laie erahnen, wie der *Ankerfuß* der Ancyropoden und Bivalvia (Kahnfüßer und Muscheln) aussehen und welche Funktionen ihnen zugrunde liegen, was aber hinter einem Fachbegriff wie *Hämolymphe* (zirkulierende Körperflüssigkeit einiger Wirbelloser) steckt, bleibt ihm ohne Fachkenntnis verborgen. Somit können metaphorische Fachbegriffe, die nicht bekannt sind, durch ihren analogen Charakter bereits eine Erkenntnis ermöglichen, wenn der Ursprungsbereich bekannt ist. Aufgrund dieser Leistungsfähigkeit der Metapher überrascht es nicht, dass auch in den Wissenschaften und der wissenschaftlichen Terminologie Metaphern eine gewichtige Rolle spielen, wie Gell (1983) bemerkt:

The use of metaphor and analogical thinking is crucial to theory building in biology, in fact possibly theory building in biology is no more than the development of useful metaphors – which is much more crucial than measurement. The shared use of metaphors in art and in science seems to me possibly the cement that keeps the two together. (S. 83)

Gell greift bei seiner Darstellung selbst auf eine konzeptionelle Metapher zurück: Theorien sind Gebäude. So sind Theorien ebenso ‚tragfähig‘, haben ein stabiles ‚Fundament‘ oder können ‚wanken‘ und ‚einstürzen‘. Damit ist die Metapher ein wichtiges Element (natur)wissenschaftlicher Fachsprache (ähnlich auch Bronowski, 1978) wie auch des Lernens in der Naturwissenschaft wie Biologie (dazu auch Duit, 1991; Ohlhoff, 2002; Kattmann, 2005) oder Mathematik (Lakoff & Núñez, 2000) sowie Chemie (Brown, 2003) und Physik (Kaspar, 1999). Wenn metaphorisch der Begriff des Tischbeins konstruiert wird, teilt das Tischbein mit dem anatomischen Bein die Funktion des Stehens und der Stabilität; es ist jedoch dahingehend eingeschränkt, dass das Tischbein keinerlei Bewegung vollziehen kann. Ebenso verhält es sich mit vielen Metaphern in der Biologie: Der *Ankerfuß* der Ancyropoden, um das Beispiel von oben aufzugreifen, teilt mit dem Schiffsanker die Funktion der ‚Verankerung‘ im Sediment, besteht aber aus einem ganz anderen Material. Die ‚Blattnervatur‘ teilt mit den Nerven die Struktur der Verästelung, dient jedoch nicht der Erregungsweiterleitung, sondern dem Transport von Wasser und darin gelösten Stoffen. Wie aus den beiden Beispielen deutlich wird, folgt die Konstruktion

von Metaphern in der Fachterminologie zwei Hauptbezugspunkten. Zum einen ähneln sich beide Objekte mit Blick auf die Struktur bzw. das Aussehen, zum anderen ähneln sich die beiden bezeichneten Objekte in der Funktion. Meist überwiegt dabei ein Aspekt (entweder die Struktur oder die Funktion; Humar, 2021).

Noch ein weiterer Punkt wird anhand der letzten beiden Beispiele deutlich: Dass die Metapher etwas anderes ist als ein Vergleich, wird besonders durch Reflexion der Fachbegriffe deutlich, die durch Metaphern gebildet werden: Die Metapher ‚Die Schule ist eine Familie‘ ließe sich auch als sprachlicher Vergleich (also unter Rückgriff auf die Komparation durch ‚wie‘) formulieren: die Schule ist *wie* eine Familie (siehe auch das Beispiel oben zum Löwen und Achill). Doch Fachbegriffe, für die es keinen nicht-metaphorischen Ausdruck gibt, können nicht in Vergleiche übertragen werden, da die Metapher konstitutiv für den Begriff ist: Die Zellwand ist wie ?; der Stammbaum ist wie ? – Damit ist die Metapher mehr als ein verkürzter sprachlicher Vergleich; sie trägt zur Begriffsinvention bei, wenn kein ‚alltäglicher‘ oder ‚alternativer‘ Begriff zur Verfügung steht (Schroeder, 2007). Dies gilt für zahlreiche andere Fachbegriffe auch (z. B. Translation und Transkription aus der Genetik sowie Hammer, Amboss und Steigbügel aus der Anatomie).

4. Das Erkennen und Reflektieren von Metaphern in der Biologie und ihrer Didaktik

Im Folgenden soll dieses Erkenntnispotential der Metapher für das Verständnis biologischer Fachtermini und konzeptueller Metaphern innerhalb der Biologie für den Unterricht beleuchtet werden. Im Anschluss daran wird dann anhand von Beispielen diskutiert, wie dieses Potential nutzbar und unter Einbezug der Erklärungen der Metapher im Unterricht freigesetzt werden kann. Da die Metapher im Rahmen der theoretischen Überlegungen mit dem Modell parallelisiert wird, werden auch Verbindungen zur Modellierungskompetenz (Krüger & Upmeyer zu Belzen, 2021) hergestellt.

Die Theorie der konzeptuellen Metapher ist in der Fachdidaktik der Biologie reflektiert und ihr erkenntnistiftendes Potential ausgewiesen (Gropengießer, 2007; Niebert, Marsch & Treagust, 2012; Niebert, Dannemann & Gropengießer, 2014;

Trauschke, 2016; Gropengießer & Groß, 2019). Fokussiert wurde dabei die Ermittlung von metaphorischen Vorstellungen der Schüler und Schülerinnen hinsichtlich naturwissenschaftlicher Sachverhalte oder Vorgänge, wie etwa des Sehens (Gropengießer, 1999). Schüler und Schülerinnen können sich leichter Sachverhalte erschließen, indem sie eigene Metaphern entwickeln oder durch bereits etablierte Metaphern lernen (Mayer, 1993). Auch die Metaphern, die von Lehrenden der Biologie eingesetzt werden, sind dokumentiert und ausgewertet (dazu Marsch, 2009). Daneben liegen Arbeiten zur konkreten Einbeziehung der Metaphern bzw. metaphorischer Fachbegriffe im Biologieunterricht vor (Langlet, 2004).

Es stellt sich dabei jedoch die Frage, ob die erkenntnisgenerierende Funktion der Metapher nicht auch von den Schülerinnen und Schülern selbst erkannt und angewendet werden kann. In der Alltagspraxis ist es eher so, dass Begriffe oder Fachtermini gelernt und angewendet werden, diese jedoch kaum im Gebrauch reflektiert und ebenso wenig diskutiert werden, obwohl die Verwendung und Eignung bestimmter Metaphern sicherlich einer Diskussion hinsichtlich ihrer Funktionalität bzw. Präzision bedarf, wie Peter Finke (2003) angemerkt hat: „In der Wissenschaft geht es nicht um die Frage, ob sie Metaphern benutzt oder ob sie keine benutzt, sondern einzig und allein darum, ob die Metaphern, die sie benutzt, gut oder schlecht sind.“ (S. 48) Ähnliches findet sich auch vorher bei Leatherdale (1974). Auch die Sensibilisierung hinsichtlich der Fachsprache wird hierbei adressiert. Damit zielt dieser Ansatz direkt auf eine Schwerpunktcompetenz des Biologieunterrichts (Fachwissen bzw. Fachsprache).

Doch bietet der Biologieunterricht hinsichtlich der Beurteilung der Tauglichkeit von Metaphern noch zusätzlich vielfach Anknüpfungspunkte, die über das bloße Lernen von Fachbegriffen hinausgehen und eine Begriffsreflexion einfordern. Damit wird zum einen wissenschaftspropädeutisch gearbeitet (zur Bedeutung der Fachsprache Gebhard, Höttecke & Rehm, 2017) und zweitens erfahren die Lernenden durch dieses Vorgehen grundlegende Prinzipien der semantischen Erkenntnisgewinnung (vermittelt durch die metaphorischen Begriffe); darüber hinaus

betrifft die Diskussion der Metaphern auch den Bereich der Sprachbildung. Es wird deutlich: der intensivere und angeleitete Zugang zu den Metaphern im Biologieunterricht ist vielfach lohnend. Ein konkretes Beispiel vorab: Dass Metaphern auf ihre Tauglichkeit hin geprüft werden sollten, ließe sich gut an dem Beispiel des Denkmodells ‚Cell-City‘ zeigen (Wegner & Borgmann, 2012). Hierbei werden die Schüler und Schülerinnen angeleitet, die Zelle als Stadt analog zu modellieren; dabei sollen Analogien zwischen Zellkompartimenten und den Zellorganellen hergestellt werden, die sich dann begrifflich in Metaphern niederschlagen (Zellkern = Rathaus; ER = Straßen). Es fehlt jedoch m. E. ein Äquivalent zu den Ribosomen (Was soll die Stadt produzieren?). Daher ist es möglicherweise zielführender, das Denkmodell der Fabrik zu entwickeln; denn diese produziert etwas (Ribosomen = Produktionseinheit für Produkt der Fabrik). Diese Analogie hat somit einen größeren Bezugs- und Analogiebereich. Dazu schreibt Brown (2003): „The cell is often seen metaphorically as a factory.“ (S. 149)

Ich skizziere im Folgenden noch weitere Themenfelder. Didaktische Arbeiten, die weitere, hier nicht detailliert besprochene Metaphern der Biologie in den Blick nehmen, sind etwa Osthus, 2000; Ohlhoff, 2002; Kolbeck, 2017. Die Voraussetzung für das Reflektieren von Metaphern ist, dass die Lernenden den Begriff der Metapher und ihr zugrundeliegendes Prinzip der (ausschnittsweisen) Analogie bereits kennen. Hierzu bieten metaphorentheoretische Texte erste Orientierungen an. Diese können auch fächerübergreifend eingeführt werden; etwa in Verschränkung mit dem Deutsch- oder Lateinunterricht¹. Im Anschluss daran können allgemein folgende Anforderungen an die Schüler und Schülerinnen gestellt werden:

Die Schüler und Schülerinnen

- ... finden und analysieren konzeptionelle Metaphern in der Biologie.
- ... vergleichen diese sprachlich mit Alternativen (Metaphernkritik).
- ... stellen Vermutungen an bezüglich der gemeinsamen Schnittmenge.

¹ Im Lateinunterricht wären Textstellen wie etwa Cicero *De oratore* 3, 38, 155–156 und 3, 39 oder Quintilian *Inst. Orat.* 8, 6, 4–5 und 8, 6, 18 denkbar.

4.1 Die Neurobiologie: vereinzelte Metaphern und Metaphernkonzepte

Der in der Neurobiologie fest verankerte Begriff *Dendrit* ist metaphorisch konstruiert; etymologisch leitet er sich vom Griechischen *tò déndron* her, was Baum bedeutet. Dendriten sind etymologisch demnach Bäume, was wiederum durch die Analogie ihrer ‚Baumartigkeit‘ begründet ist: Die Struktur der Dendriten von Nervenzellen teilt die Verästelung von Bäumen. Somit wird metaphorisch die Struktur der ‚Verästelung‘ der Nervenzelle beschrieben. Die Wurzeln eines Baumes hingegen werden nicht in der Analogie berücksichtigt.

Auch der Zellkörper, das Soma (gr. *tò sóma*, der Körper), wird durch eine Metapher benannt. Er stellt den Großteil der Zelle dar, eben ihren Körper; ähnlich sprechen wir heute außerhalb der Fachterminologie mit dem lateinischen Begriff für Körper (lat. *corpus*) von einem Corpus (etwa von Möbelstücken).

Während in manchen Disziplinen wie der Zoologie und der anatomischen Neurobiologie vereinzelt Metaphern verwendet werden, finden sich in anderen Disziplinen ganze Metaphernkonzepte (im Sinne der konzeptuellen Metapher bei Lakoff und Johnson, 1980). Ein Beispiel einer konzeptionellen Metapher in der Biologie, konkret des Gedächtnisses, stellt das Konzept ‚Das Gehirn ist ein Computer‘ dar; auch Boyd (1993) weist auf die konzeptuellen Metaphern „thought is a kind of information processing“ (S. 486) und „the brain is a sort of computer“ (S. 486) hin. Innerhalb dieser konzeptuellen Metapher werden alle Elemente mit ihrem jeweiligen metaphorischen Äquivalent beschrieben: Während das *Netzwerk* die einzelnen Neurone darstellen, werden die Gedächtnisstufen oft den unterschiedlichen Speichersystemen des Computers zugeordnet: das Kurzzeitgedächtnis ist der *Arbeitsspeicher* (RAM), das Langzeitgedächtnis die *Festplatte* (HDD/SSD) etc.

4.2 Der Ökologiebegriff: eine konzeptionelle Haushaltsmetapher

Der Begriff Ökologie ist eine Metapher, da er die Natur als Haushalt begreift. Eingeführt wurde der Fachterminus von dem deutschen Morphologen Ernst Haeckel (1834–1919) in seiner Schrift „Generelle Morphologie der Organismen“. Haeckel war

selbst in der Disziplin der Ökologie wenig aktiv (zu Haeckel und seinem Konzept der Ökologie vgl. Zigman, 2009). Dennoch prägte er den für die wissenschaftliche Disziplingenese wichtigen Begriff; vor allem in Abgrenzung zu dem Terminus der Ökonomie, der bereits von Darwin verwendet worden war (Darwin, 1859). In der „Generellen Morphologie“ definiert Haeckel die Ökologie als „Wissenschaft von der Oeconomie, von der Lebensweise, von den äußeren Lebensbedingungen der Organismen zueinander [...]“ (Haeckel, 1866, S. 8). Der etymologische Ursprung liegt in dem griechischen Begriff für Haus bzw. Hausgemeinschaft (gr. *oikos*) während das gängige Suffix *-logie* auf die Lehre verweist. Die Ökologie bezeichnet somit die ‚Lehre vom Haushalt der Natur‘.

Auch innerhalb der Ökologie gibt es Begriffe, die metaphorisch konstruiert sind und einer Reflexion bedürfen (beispielsweise der Energiebegriff, dazu Trauschke, 2016, bes. S. 16). Der metaphorische Terminus der ‚ökologischen Nische‘ ist problematisch; dies wurde bereits von Eschenhagen, Kattmann & Rodi (2006) betont: Während das Wort *Nische* in seiner ursprünglichen Bedeutung eindeutig lokal bzw. räumlich gedacht wird (eben der Platz im Haushalt der Natur), ist die ökologische Nische gerade nicht auf einen Aspekt festgelegt, sondern subsumiert alle Aspekte eines Lebensraumes in sich². Zum Beispiel besetzt ein Lebewesen nicht nur eine spezifische Nische hinsichtlich seines Aufenthaltsortes in einem Lebensraum (Baumkrone, Wurzelschicht o.ä.), sondern beispielsweise auch hinsichtlich der Zeit (Tageszeit, Jahreszeit), der präferierten Nahrung, der Fortpflanzungsvoraussetzungen, der Jagdstrategie.

4.3 Die konzeptuelle Metapher des Lesens in der Genetik

Die DNA als Molekül, das für unsere Merkmale kodiert, ist vielfach, vor allem in populärwissenschaftlicher Literatur, mit der Metapher eines Buches, der Vorgang der Proteinbiosynthese als ein ‚Ablesen‘ dieser Information beschrieben worden. Etwa im Titel von Lily E. Kay „Das Buch des Lebens. Wer schrieb den genetischen Code?“ (2001). Diese kon-

² Die unmetaphorische Beschreibung der ökologischen Nische wäre etwa *n-dimensionaler Hyperraum*; vgl. die Definition bei Hutchinson, 1957, S. 416–417.

zeptionelle Textmetapher findet sich auch in anderen Arbeiten zum genetischen Code wieder; etwa bei Robert Pollack:

I have organised this book around the notion of DNA as a work of literature, a great historical text. But the metaphor of the chemical text is more than a vision: DNA is a long skinny assembly of atoms similar in function, if not form, to the letters of a book, strung out in one long line. The cells of our bodies do extract a multiplicity of meanings from the DNA text inside them, and we have indeed begun to read a cell's DNA in ways even more subtle than a cell can do. (1994, S. 5)

5. Das Erkennen und Reflektieren von Metaphern in der Unterrichtspraxis

Aus den oben angeführten theoretischen Überlegungen lassen sich konkrete Praxisvorschläge entwickeln, von denen exemplarisch drei skizziert werden sollen. Es soll dabei aufgezeigt werden, inwiefern sich neue Lernchancen ergeben, die durch die tiefergehende Auseinandersetzung mit biologischen Metaphern ermöglicht werden und die im Unterricht gezielter und effektiver das ‚Zusammendenken‘ von Modell und Metapher umsetzen können (anschließbar etwa in dem Bereich der Modelle sowie dem Modellieren).

5.1 Beispiele zum Umgang mit Metaphern in der Neurobiologie

Bei der Behandlung der Fachbegriffe im Kontext des Aufbaus der Nervenzellen sollte explizit auf diese Metaphern hingewiesen werden; bei entsprechender sprachlicher Bildung der Schüler und Schülerinnen ließe sich die Etymologie der Termini auch erarbeiten. Die Schüler und Schülerinnen könnten dann die ausschnittsweise Analogie, die mit dieser Metapher aufgerufen wird, kritisch beurteilen: So zeigen Dendriten eine *baumartige* Struktur; die Tatsache, dass die Dendriten des einen Neurons mit Dendriten eines anderen Neurons in Kontakt stehen, entspricht keiner analogen Begebenheit bei Bäumen. Hier wäre diese *Abweichung* genau auszuweisen (dazu noch unten). Auch bei der Kontaktstelle dieser Verbindungen lassen sich sprachliche Analysen und biologische Strukturen fruchtbar in Beziehung setzen:

Der Begriff der Synapse (gr. *synáptomai*, zusammenhaften) ist auf den ersten Blick an der Struktur, die er beschreibt, orientiert; der Terminus verweist sprachlich auf ‚zusammenhaftende Strukturen‘. Jedoch bietet vor allem der Begriff der Synapse gute Möglichkeiten zur Diskussion von Fachbegriffen. Neurobiologisch ist die Synapse oder die synaptische Verbindung zweier Zellen ein Ort der maximalen Annäherung, jedoch nicht des Kontakts; Synapsen berühren sich nicht, sie sind durch den synaptischen Spalt getrennt. Durch gezieltes Auffinden konzeptueller Metaphern, beispielweise in der populärwissenschaftlichen Literatur, können Schüler und Schülerinnen den metaphorischen Bereich ‚Das Gehirn ist ein Computer‘ selbstständig erarbeiten und etwa tabellarisch gegenüberstellen; so lassen sich Fachbegriffe auch nachhaltiger – da vernetzbar – lernen. In einem nächsten Schritt können dann neben den konzeptuellen Überlappungen auch Abweichungen besprochen werden. Damit müssen die Schüler und Schülerinnen ähnlich operieren wie bei der Kritik von Modellen (dazu ausführlicher weiter unten).

5.2 Beispiele zum Umgang mit Metaphern in der Ökologie

Die Ökologie als Teildisziplin der Biologie ist im Unterricht der Sekundarstufe I wie auch der Sekundarstufe II verankert. Im Folgenden soll skizziert werden, dass – wenn die metaphorische Bedeutung des Begriffes berücksichtigt bzw. erschlossen wird – ein erleichterter Zugang zu Teilbereichen oder Konzepten der Ökologie erreicht werden kann. Während sprachlich sensibilisierten Schülern und Schülerinnen, vor allem mit altsprachlicher Bildung, der Fachbegriff in seiner Bedeutung und Wortbildung voraussichtlich bekannt ist, muss er bisweilen anderen Lerngruppen zunächst durch Erklärungen zugänglich gemacht werden.

Ist das (metaphorische) Gesamtkonzept des Haushaltes verstanden, können die einzelnen Teildisziplinen der Ökologie oder einzelne Erkenntnisse innerhalb dieses Zweigs besser verstanden werden und sogar – als Übung im Umgang mit konzeptuellen Metaphern – in die jeweilige metaphorische Beschreibung ‚übersetzt‘ werden. So etwa die Syn- oder Autökologie: Innerhalb der konzeptuellen Metapher ‚Natur als Haushalt‘ kann die Autökologie, die sich mit den Beziehungen einzelner Arten zu deren Umwelt und allen Faktoren in ihr befasst, folgendermaßen verstanden werden: In einem Haushalt bedarf

eine einzelne Person bestimmter Ressourcen wie Lebensmitteln, Wasser, Luft, Räume. Andere Individuen spielen bei der autökologischen Betrachtung keine Rolle. Synökologische Überlegungen betreffen dann die einzelne Person in Interaktion mit anderen ‚Mitbewohnern‘ desselben Haushaltes (Ökosystem). Hier kommen dann dieselben Prinzipien zum Tragen wie in einem Ökosystem: Konkurrenz um Ressourcen (Lebensmittel), Wechselbeziehungen wie Symbiose oder Parasitismus.

Damit können die Schüler und Schülerinnen über das Verständnis der Metapher dieselben Bedingungen und Wechselwirkungen, die in einem Ökosystem vorliegen, bereits antizipieren.

Das durch Justus von Liebig (1855) formulierte Minimumgesetz (bei Liebig selbst bildhaft durch eine Tonne mit unterschiedlich langen Längshölzern dargestellt) beschreibt die Begrenzung des Wachstums von Organismen durch den in der geringsten Menge vorhandenen Wachstumsfaktor; auch dieses Prinzip kann durch die konzeptuelle Metapher des Haushaltes verdeutlicht werden: Nach dem Gesetz des Minimums ist es für das (potentielle) Wachstum von Organismen unerheblich, wie viele Stoffe vorhanden sind, es ist immer der Stoff entscheidend, der in der minimalen Konzentration vorliegt, da dieser maßgebend ist. Diese Ressource wird dann auch als Minimumfaktor bezeichnet. Wird ein Nährelement hinzugegeben, das bereits im Überfluss vorhanden ist, hat das keinen Einfluss auf das Wachstum.

Die Übertragung auf den Haushalt kann vereinfacht folgendermaßen hergestellt werden (hierzu ließen sich ähnliche Aufgaben entwickeln): In einem Haushalt existieren 30 Liter Milch, 300 Eier, 40 Kilogramm Zucker, aber nur drei Kilo Mehl. Somit kann nur so viel Kuchen gebacken werden, wie es mit der Menge von drei Kilo Mehl möglich ist. Die anderen Stoffe sind dann zwar im Überfluss vorhanden, der Minimumfaktor Mehl begrenzt jedoch die Produktion von Kuchen.

Als Transferaufgaben sind vor allem begriffskritische Aufgaben denkbar: Dass zur Beschreibung der Beziehungsgefüge das Wort ‚Nische‘ geprägt wurde, ergibt im Kontext der gesamten Metapher ‚Natur ist ein Haushalt‘ Sinn, wenngleich der irreführende Charakter des (eben nicht lokal zu verstehenden Begriffs) gut thematisiert werden kann. Somit kann von Schülern und Schülerinnen ein Alternativbegriff (etwa „ökologischer Beruf“ wie bei Odum, 1983, S. 403–404, „Beziehungskiste einer

Art“ wie bei Eschenhagen, Kattmann & Rodi, 2006, S. 363 oder ökologische Planstelle) entwickelt oder zumindest der Begriff der ‚Nische‘ kritisch reflektiert und hinsichtlich seiner Eignung als Fachbegriff diskutiert werden. Dabei wird wissenschaftspropädeutisch das Prinzip der Begriffsgenese und der Infragestellung der Tauglichkeit von Begriffen exemplarisch durchgespielt.

5.3 Beispiele zum Umgang mit Metaphern des Lesens in der Genetik

Die oben ausgeführten konzeptuellen Metaphern ‚Gene sind Texte‘ oder ‚Proteinbiosynthese ist Lesen‘ ließen sich in das Lernen fachspezifischer Zusammenhänge eingliedern (fruchtbare Ansätze dazu finden sich bei Kolbeck, 2017; zu Metaphern in der Genetik siehe auch Stoschus, 2005). So könnten die drei Punktmutationstypen anhand der Metapher des Textes folgendermaßen verdeutlicht werden:

Insertion – Einfügen eines Buchstabens
Proteain

Inversion – Vertauschen von Buchstaben
Prtoein

Deletion – Streichen eines Buchstabens
Prtein

Der Effekt ist gut vergleichbar: Spezifische Mutationen können zur Herstellung eines weniger funktionsfähigen Proteins führen (*miss-sense mutation*); ähnlich ist es bei der Visualisierung: Man erahnt, was *Proteain* heißen soll: Das Wort ist semantisch halbwegs funktionsfähig (es ist verstehbar), jedoch eingeschränkt. Ebenso verhält es sich mit dem Protein bei einer *miss-sense mutation*. Somit wird die Mutation und ihr Effekt auf das Protein direkt visualisiert.

Als Anregung zur eigenen Reflexion könnten Lernende selbstständig innerhalb der Metapher des Lesens Beispiele zur besseren Erklärung folgender Phänomene entwickeln: Kodierende und nicht-kodierende Sequenzen, Replikation. Kodierende Sequenzen wären innerhalb der Metapher Seiten in einem Buch, die Informationen enthalten, nicht-kodierende Sequenzen enthalten keine Informationen (etwa Leerseiten). Replikation entspricht dem Kopieren des Buches. Auch die Prozesse der Transkription und Translation können in dieses Metaphernkonzept eingeordnet werden; mit allen zu dem jeweiligen Prozess zugehörigen Schritten. Hier ließen

sich die Eignung der Metapher bzw. die Differenzen zwischen realem Objekt (DNA) und Metapher (Lesen bzw. Text) erarbeiten. Das gesamte Buch wird kopiert (Replikation). Dafür muss es ‚aufgeklappt‘ werden (Funktion der Topoisomerase bzw. Helikase); der Kopierer entspräche der DNA-Polymerase.

Bei der Transkription werden die Seiten, die wichtige Informationen enthalten, abgeschrieben, jedoch nicht in exakter Weise (DNA wird in RNA ‚umgeschrieben‘). Dies könnte dadurch verdeutlicht werden, dass Ribosomen eine ‚andere Sprache‘ sprechen.

Bei der Translation werden die Inhalte der Seiten in konkrete Baupläne für Proteine (Aminosäuresequenzen) übersetzt; etwa vergleichbar mit einer Bauanleitung für ein Möbelstück. Das Produkt (Möbelstück/Protein) wird nach einem festen Bauplan fertiggestellt.

6. Die Arbeit mit Metaphern im Unterricht

6.1 Von der Metaphernkritik zur Modellierkompetenz

Die Modellkritik stellt eine der Kernkompetenzen des naturwissenschaftlichen Unterrichts dar (Leisner-Bodenthin, 2006; Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010). Dabei sollen die Schüler und Schülerinnen in die Lage versetzt werden, die Tragfähigkeit bzw. Eignung zur Veranschaulichung eines Modells kritisch zu beurteilen. Hier kann die Kenntnis hinsichtlich der Metapher und ihrer Funktion fruchtbare

Vorbereitungen schaffen, da Metaphern und Modelle signifikante Übereinstimmungen aufweisen und die jeweiligen Theoriebereiche gegenseitig fruchtbar gemacht werden können (siehe auch Humar, 2021). Die Metapher als Modell mit Verkürzungen und Erweiterungen bedarf dann auch einer Form der Modellkritik. Wie konkret die Metapher zum Modell und dessen Reflexion in Beziehung gesetzt werden kann, soll zum Abschluss skizziert werden.

Neben den Metaphern sind Modelle in den Naturwissenschaften wichtige Arbeitsmittel zur wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung (Gilbert, 1991; Bailer-Jones, 1999), wobei die Bedeutung der Modelle für die Naturwissenschaft vielfach diskutiert wird (Morgan & Morrison 1999; Meister, Trier & Upmeier zu Belzen, 2021). Durch Modelle werden Strukturen oder Funktionen veranschaulicht und ein Verständnis generiert oder zumindest werden erste Erklärungen angeboten, die dann weitere Forschung initiieren (hierin liegt die heuristische Funktion von Modellen).

Definiert man ein Modell als eine ‚beschränkte Abbildung der Realität‘, werden die Parallelen zwischen der Metapher und dem Modell deutlich: Modell und Realität teilen sich Gemeinsamkeiten, meistens wird dabei entweder der Aspekt der Funktion oder der Aspekt der Struktur fokussiert; ein Modell kann jedoch niemals die Gesamtheit aller Aspekte des Originals abbilden. Beiden Konstrukten, der Metapher und dem Modell, liegt also eine Einschränkung zugrunde: sie bilden nur einen Teilbereich des Referenzbereiches ab (Abb. 2).

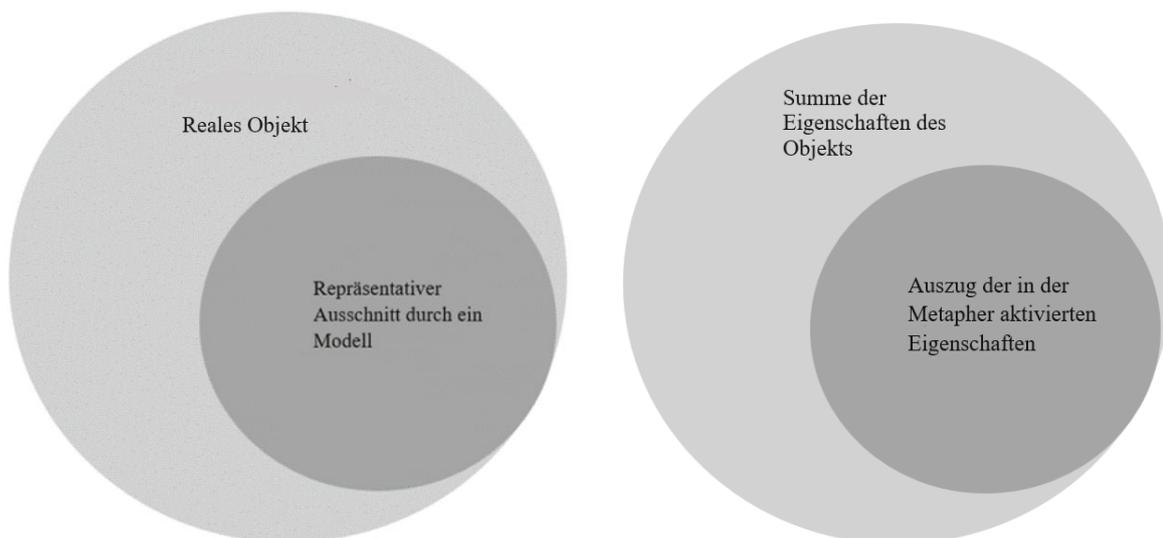


Abbildung 2. Modell und Metapher als ausschnittshafte Repräsentation der Realität

Durch den Umgang mit Metaphern und der Parallelisierung der sprachlichen Bilder mit Modellen (Ansätze dazu bei Brown, 2003) kann es gelingen, sich differenzierter mit naturwissenschaftlichen Modellen auseinanderzusetzen, da diese im Kern den gleichen Bedingungen unterliegen wie Metaphern: Modelle können nach Hesse (1970) als Set von Analogien beschrieben werden. Dabei muss zwischen drei Formen von Analogien unterschieden werden: Den positiven Analogien, in denen das Modell und das darzustellende Objekt übereinstimmen, den negativen, in denen die beiden nicht übereinstimmen und drittens den neutralen Analogien, bei denen keine Aussage hinsichtlich der Übereinstimmungen möglich ist (Hesse, 1970). Jedoch liegt hier das Potential, nach Neuem zu suchen und die neutrale in eine positive Analogie zu ändern (damit haben Metaphern auch heuristische Funktion). Ein Beispiel: Die Spaltöffnungen der Laubblätter werden wissenschaftlich mit dem Begriff *stoma* bzw. im Plural *stomata* beschrieben. Das Wort stammt aus dem Griechischen und bedeutet Mund (zur Geschichte des Begriffs Humar, 2019). Eine positive Analogie ist in der Struktur zu sehen (Schließzellen entsprechen dann den Lippen), eine negative in der Anzahl (Tiere haben gewöhnlich einen Mund, Laubblätter zahlreiche *Stomata*). Geht man von einem antiken Verständnis aus (wenngleich der Begriff in der Antike natürlich nicht verwendet wird), dann ist die Funktion des Gasaustausches zunächst als neutral anzusehen, da aus antiker Sicht keine Aussage möglich wäre. Mit der Klärung des Prozesses der Photosynthese, kann diese neutrale Analogie nun in eine positive Analogie gedreht werden.

Modelle sind demnach wie die Metapher eine kognitive Repräsentation eines Objekts mit gewissen Übereinstimmungen, aber auch Abweichungen; Modelle stellen dabei ebenso nur einen Teilausschnitt der Realität (bei den Metaphern des Bezugsbereichs) dar.

Natürlich weist – um ein Beispiel von oben aufzugreifen – das Gehirn nicht die phänotypischen wie qualitativen Eigenschaften eines Computers auf (Metallteile, Stromkreise etc.), sondern nur die Eigenschaft der Informationsverarbeitung und Weiterleitung. Somit stellt die Metapher genau wie das Modell einen eingeschränkten Repräsentationsbereich der Realität dar. Diese Auswahl des *Sets von Anal-*

gien bei der Metapher bzw. die Auswahl der Abbildung aller Eigenschaften des Referenzobjekts durch das Modell können gut im Unterricht parallelisiert werden.

Hierzu können, in Überleitung zur Modellkritik, entsprechende Aufgaben formuliert werden. Dies fordert auch die Didaktik hinsichtlich des Einsatzes von Metaphern; diese sollen, so die Forderung von Drewer (2003), „als Modell bewusstgemacht werden“ (S. 100). Damit entspricht der Ansatz dem Niveau II des Kompetenzmodells der Modellierkompetenz, da die Metapher verständniserzeugend wirkt, indem sie eine Vorstellung von dem durch sie angesprochenen Objekt erzeugt. Damit wären Metaphern als mediale Repräsentation (Modelle) im Kompetenzmodell der Modellierkompetenz (Krüger & Upmeyer zu Belzen, 2021) bei Niveau II anzusiedeln. Sie stellen nämlich ebenfalls ein Phänomen „verständlich und abstrahiert“ (S. 133) dar. Da Metaphern zudem auch erkenntnistiftende Funktion aufweisen, ist aber auch Niveau IIIA („Abduktiv schließende Erklärung des Phänomens“, S. 133) adressiert, da durch die Metapher Erklärungen gefunden werden können.

Eine Unterrichtsidee könnte somit darin bestehen, ohne fachwissenschaftlichen Hintergrund metaphorische Fachbegriffe einzuführen und dann zu ermitteln, welche Vorstellungen anhand dieses Begriffes entstehen; wie der angesprochene Gegenstand durch die Metaphern ‚gedacht‘ wird (beispielsweise bieten neben den oben angeführten Beispielen die Termini *Stammbaum*, *neuronales Netzwerk*, *Selektion* sowie *Anpassung* großes ‚Entdeckerpotential‘) – daran anschließend lassen sich konkrete Fragen ermitteln, die durch den Begriff auftreten, etwa nach Analogien und worin diese begründet sein könnten; hier wird die heuristische Funktion der Metapher für die Lernenden fassbar gemacht. Damit wird explizit die Erkenntnisgewinnung durch Begriffe thematisiert.

6.2 Metaphern auf ihre Eignung prüfen

Metaphern stehen bisweilen in einem interessanten epistemischen Verhältnis zum Modell: Sie können Modelle sprachlich vorbereiten (Humar, 2021). Dies wird besonders an dem Modell des Schlüssel-Schloss-Prinzips in der Enzymatik deutlich. Dieses Modell beruht letztendlich auf einer Metapher: Das Enzym ist der Schlüssel, der mit seinem aktiven Zentrum passend in das Schloss (Molekül) bindet

und dann eine Reaktion (Öffnen der Tür) ermöglicht. Doch die Analogie kann noch weiter ausgebaut werden: Eine Tür lässt sich auch ohne einen Schlüssel öffnen; dies erfordert lediglich entweder enormen Energieaufwand (Aufstoßen der Tür) oder viel Zeit. Der Schlüssel dient demnach als Katalysator für eine Reaktion, die ohne diesen ebenfalls möglich wäre. Als Katalysator geht das Enzym unverändert aus der Reaktion hervor (ebenso hat der Schlüssel nach dem Öffnen der Tür eine unveränderte Form); die Metapher erweist sich bei eingehender Prüfung als besonders geeignet. In solch einem Kontext adressiert die Metapher dann eher Niveau IIIA und wirkt erkenntniserweiternd, da über die Reflexion des Begriffes Anschlussüberlegungen gestellt werden können (vgl. Upmeier zu Belzen & Krüger, 2023).

In ähnlicher Weise können Schüler und Schülerinnen andere Metaphern analysieren und auf ihre Tauglichkeit hin prüfen; denkbar wären etwa die Metaphern ‚Natur ist ein Haushalt‘ oder ‚Gene sind Texte‘. Folgende Leitfragen sind dabei denkbar: Inwiefern können Gene als Texte gedacht werden? Wo finden sich Abweichungen und Gemeinsamkeiten beider Konzepte? Warum ist es schlüssig, alle weiteren Entdeckungen in der Genetik dem Konzept des Textes sprachlich zuzuordnen (beispielsweise durch die Begriffe *Leserasterverschiebung*, der genetische Code ist *kommalos* usw.)? Im ständigen Rekurs auf die den einzelnen skizzierten Themenbereichen zugrundeliegenden Metaphern bietet sich großer Raum für vernetztes Lernen, da immer wieder neue Begriffe mit der konzeptuellen Metapher verknüpft werden. Dadurch wird es ermöglicht, Wissen durch konzeptuelle Metaphern zu strukturieren (wie das Beispiel der Lesbarkeit-Metapher in der Genetik veranschaulicht) und dann auch kritisch mit Metaphern umzugehen. Diese Form der Auseinandersetzung mit Fachbegriffen schlägt eine Brücke zur im naturwissenschaftlichen Unterricht geforderten Modellkritik (etwa Upmeier zu Belzen & Krüger, 2010): Im Prinzip überschneiden sich Modell- und Metaphernanalyse durch den Aspekt der Auseinandersetzung mit der ‚Passung‘ eines Modells bzw. eines Begriffes sowie damit verbunden die vorgenommenen (Modell) oder inhärenten (Begriff) Verkürzungen und Erweiterungen. Das, was anhand von Metaphern gelernt wird, ließe sich dann auf die Modelle ebenfalls anwenden: So lässt sich die Analyse von Modellen mit Blick auf ihre Tauglichkeit, ihr

Set von Analogien sowie ihre heuristische Funktion in einem ähnlichen Verfahren durchführen; Metaphern und Modelle können somit konzeptionell im Unterricht ineinander greifen.

7. Weitere Potentiale für Reflexionen und Unterrichtsideen

Neben diesen unterrichtspraktischen Implikationen lassen sich aus der konzeptionellen Nähe zwischen Metapher und Modell auch Fragen für die fachdidaktische Forschung ableiten. Denkbar wären Studien, die untersuchen, inwieweit eine explizite Thematisierung von Metaphern auf die Modellierkompetenz wirkt (es ließe sich hypothetisieren, dass diese durch die intensive Reflexion von Metaphern gesteigert wird). Die Auseinandersetzung mit Metaphern berührt letztendlich auch den Bereich der Sprachreflexion. So wird das Interesse geweckt, sich mit dem Phänomen Sprache auseinanderzusetzen und vor allem die Vielfalt der Sprachmittel zu erschließen.

Danksagung

Für zahlreiche Hinweise und Kritiken, die zur Verbesserung des Beitrags geführt haben, bin ich den beiden anonymen Gutachter:innen zu Dank verpflichtet. Ebenfalls danken möchte ich Annette Upmeier zu Belzen (Berlin) für wertvolle Hinweise zu einer früheren Version dieses Artikels.

Literatur

- Bailer-Jones, D. M. (1999). Tracing the Development of Models in the Philosophy of Science. In L. Magnani, N. J. Nersessian & P. Thagard (Hrsg.), *Model-Based Reasoning in Scientific Discovery* (S. 23–40). New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Baldauf, Ch. (1997). *Metapher und Kognition. Grundlagen einer neuen Theorie der Alltagsmetapher*. Frankfurt am Main (u.a.): Peter Lang.
- Boyd, R. (1993). Metaphor and Theory Change: What is “Metaphor” a Metaphor for? In A. Ortony (Hrsg.), *Metaphor and Thought* (S. 356–408). Cambridge (u.a.): Cambridge University Press.
- Bronowski, J. (1978). *The Visionary Eye*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Brown, Th. L. (2003). *Making Truth: Metaphor in Science*. Illinois: University of Illinois Press.
- Coenen, H. G. (2002). *Analogie und Metapher: Grundlegung einer Theorie der bildlichen Rede*. Berlin (u.a.): De Gruyter.
- Darwin, C. (1859). *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. London: John Murray.
- Drewer, P. (2003). *Die kognitive Metapher als Werkzeug des Denkens: zur Rolle der Analogie bei der Gewinnung und Vermittlung wissenschaftlicher Erkenntnisse*. Tübingen: Narr.
- Duit, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 75(6), 649–672.
- Eschenhagen, D., Kattmann, U. & Rodi, D. (2006). *Fachdidaktik Biologie* (7. Aufl.). Köln: Aulis Verlag.
- Finke, P. (2003). Misteln, Wälder und Frösche: Über Metaphern in der Wissenschaft. *metaphorik.de* 04, 45–65. <https://www.metaphorik.de/de/journal/04/misteln-waelder-und-froesche-ueber-metaphern-der-wissenschaft.html>
- Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften*. Wiesbaden: Springer VS.
- Gell, P. (1983). Subjectivism and Interactionism in Arts and Science. In M. Pollak (Hrsg.), *Common Denominators in Art and Science* (S. 80–87). Aberdeen: Aberdeen University Press.
- Gilbert, S.W. (1991). Model Building and a Definition of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(1), 73–79.
- Glucksberg, S. (2001). *Understanding Figurative Language: From Metaphor to Idioms*. Oxford: Oxford University Press.
- Glucksberg, S. & McGlone, M. S. (1999). When love is not a journey: What metaphors mean. *Journal of Pragmatics*, 31, 1544–1558.
- Göpferich, S. (1998). Fachtextsorten der Naturwissenschaften und Technik – ein Überblick. In L. Hoffmann, H. Kalverkämper & H. E. Wiegand (Hrsg.), *Fachsprachen/Languages for Special Purposes: Ein internationales Handbuch zur Fachsprachenforschung und Terminologiewissenschaft/An International Handbook of Special Languages and Terminology Research* (S. 545–556). New York (u.a.): De Gruyter.
- Gropengießer, H. (1999). Was die Sprache über unsere Vorstellung sagt. Kognitionslinguistische Analyse als Methode zur Erfassung von Vorstellungen: Das Beispiel Sehen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaft*, 5(2), 57–77.
- Gropengießer, H. (2007). Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung. Ein Handbuch für Lehramtsstudenten und Doktoranden* (S. 105–116). Berlin (u.a.): Springer.
- Gropengießer, H. & Groß, J. (2019). Lernstrategien für das Verstehen biologischer Phänomene: Die Rolle der verkörperten Schemata und Metaphern in der Vermittlung. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (S. 59–76). Berlin (u.a.): Springer Spektrum.
- Haeckel, E. (1866). *Generelle Morphologie* (Band 1). Berlin: G. Reimer.
- Hesse, M. B. (1970). *Models and Analogies in Science*. Notre Dame, Ind.: Univ. of Notre Dame Press.
- Hoffmann, L. (1985). *Kommunikationsmittel Fachsprache: Eine Einführung* (2. Aufl.). Tübingen: Narr.

- Humar, M. (2019). Pflanzen sind Tiere – Zu einer konzeptionellen Metapher bei Theophrast. *Antike Naturwissenschaften und ihre Rezeption*, 29, 75–96.
- Humar, M. (2021). Metaphors as Models: Towards a Typology of Metaphor in Ancient Science. *History and Philosophy of the Life Sciences (HPLS)*, 43, Art. 101, 1–26.
- Hutchinson, G. E. (1957). Concluding Remarks, Cold Spring Harbor Symposium. *Quant. Biol.*, 22, 415–427.
- Jäkel, O. (1997). *Metaphern in abstrakten Diskurs-Domänen: eine kognitiv-linguistische Untersuchung anhand der Bereiche Geistestätigkeit, Wirtschaft und Wissenschaft*. Frankfurt am Main (u.a.): Peter Lang.
- Kasper, L. (2010). Metaphern der Physik – eine fachdidaktische Reflexion. In K. Hentschel (Hrsg.), *Analogien in Naturwissenschaften, Medizin und Technik* (S. 91–119). Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft.
- Kattmann, U. (2005). Lernen mit anthropomorphen Vorstellungen? – Ergebnisse von Untersuchungen zur Didaktischen Rekonstruktion in der Biologie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 11, 165–174.
- Kay, L. E. (2001). *Das Buch des Lebens. Wer schrieb den genetischen Code?* München: Hanser.
- Keller, R. (1995). *Zeichentheorie. Zu einer Theorie semiotischen Wissens*. Tübingen (u.a.): Francke.
- Kolbeck, A.-K. (2017). Metapherngebrauch in der Wissensvermittlung der Genetik. *metaphorik.de* 27, 11–42. <https://www.metaphorik.de/de/journal/27/metapherngebrauch-der-wissensvermittlung-der-genetik-lehrbuch-und-onlinevideo-im-vergleich.html>
- Krüger, D. & Upmeyer zu Belzen, A. (2021). Kompetenzmodell der Modellierkompetenz – Die Rolle abduktiven Schließens beim Modellieren. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 27, 127–137.
- Lakoff, G. & Johnson, M. (1980). *Metaphors we Live by*. Chicago/London: University of Chicago Press.
- Lakoff, G. & Núñez, R. (2000). *Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. New York: Basic Books.
- Langlet, J. (2004). Wie leben wir mit Metaphern im Biologieunterricht? In H. Gropengießer, A. Janßen- Bartels & E. Sander (Hrsg.), *Lehren fürs Leben* (S. 51–59). Köln: Aulis Deubner.
- Lau, D. (2006). *Metapherntheorien der Antike und ihre philosophischen Prinzipien*. Frankfurt am Main (u.a.): Peter Lang.
- Leatherdale, W. H. (1974). *The Role of Analogy, Model and Metaphor in Science*. Amsterdam (u.a.): North-Holland Publishing and Elsevier Publishing.
- Leisner-Bodenthin, A. (2006). Zur Entwicklung von Modellkompetenz im Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 91–109.
- Marsch, S. (2009). *Metaphern des Lehrens und Lernens: vom Denken, Reden und Handeln bei Biologielehrern* (Dissertation). Freie Universität Berlin, verfügbar unter: <https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/13472>
- Mayer, R. E. (1993). The Instructive Metaphor: Metaphoric aids to students' understanding of science. In: A. Ortony (Hrsg.), *Metaphor and Thought* (S. 561–578). Cambridge –(u.a.): Cambridge University Press.
- Meister, J., Trier, U. & Upmeyer zu Belzen, A. (Hrsg.). (2021). *Neue Wege in die Biologie mit Modellen: Mit Modellen lernen. Originale - Theorien - Modellierung*. Hannover: Friedrich Verlag.
- Morgan, M. S. & Morrison, M. (1999). Introduction. In dies. (Hrsg.), *Models as Mediators – Perspectives on Natural and Social Science* (S. 1–9). Cambridge: Cambridge University Press.
- Niebert, K., Marsch, S. & Treagust, D. F. (2012). Understanding needs embodiment: A theory-guided reanalysis of the role of metaphors and analogies in understanding science. *Science Education*, 96(5), 849–877.
- Niebert, K., Dannemann, S. & Gropengießer, H. (2014). Metaphors, Analogies, and Representations in Biology Education. In: I. Baumgardt (Hrsg.), *Forschen, Lehren und Lernen in der Lehrerbildung. Fachdidaktische Beiträge aus der universitären Praxis* (S. 145–157). Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.
- Odum, E. (1983). *Basic Ecology*. Philadelphia: Saunders.
- Ohlhoff, D. (2002). Das freundliche Selbst und der angreifende Feind. Politische Metaphern und Körperkonzepte in der Wissensvermittlung der Biologie. *metaphorik.de* 03, 75–99. <https://www.metaphorik.de/de/journal/03/das-freundliche-selbst-und-der-angreifende-feind-politische-metaphern-und-koerperkonzepte-der.html>
- Osthus, D. (2000). *Metaphern im Sprachenvergleich: eine kontrastive Studie zur Nahrungsmetaphorik im Französischen und Deutschen*. Frankfurt am Main (u.a.): Peter Lang.
- Pielenz, M. (1993). *Argumentation und Metapher*. Tübingen: Narr.

- Pollack, R. (1994). *Signs of Life: The Language and Meanings of DNA*. Boston: Houghton Mifflin.
- Reimer, M. & Camp, E. (2007). Metapher. In F. J. Czernin & Th. Eder (Hrsg.), *Zur Metapher. Die Metapher in Philosophie, Wissenschaft und Literatur* (S. 23–44). München: Fink.
- Schroeder, S. (2007). Metapher und Vergleich. In F. J. Czernin & Th. Eder (Hrsg.), *Zur Metapher. Die Metapher in Philosophie, Wissenschaft und Literatur* (S. 45–55). München: Fink.
- Sewell, E. (1964). *The Human Metaphor*. Notre Dame, Ind.: University of Notre Dame Press.
- Sowinski, R., Hofer, E. & Abels, S. (2024). Metaphern zur Klärung biologischer Phänomene: Eine Analyse verschiedener fachwissenschaftlicher Datenquellen. *Zeitschrift für Didaktik Der Biologie (ZDB)*, 28, 56–75.
- Spieß, C. & Köpcke, K.-M. (2015). Eine Einführung in den Sammelband. In dies. (Hrsg.), *Metapher und Metonymie. Theoretische, methodische und empirische Zugänge* (S. 1–21), Berlin (u.a.): De Gruyter.
- Stoschus, A. (2005). *Molekulargenetische Metaphern. Eine Auseinandersetzung mit der Metapher in der Wissenschaftssprache*. Freiburg: Rombach.
- Trauschke, M. (2016). *Biologie verstehen: Energie in anthropogenen Ökosystemen*. Berlin: Logos Verlag.
- Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. Struktur und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 41–57.
- Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2023). Modellieren im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung. Über Modelle Verständnis erzeugen und ermöglichen. *Unterricht Biologie*, 47(481), 2–8.
- Vervaeke, J. & Kennedy, J. M. (2004). Conceptual Metaphor and Abstract Thought. *Metaphor and Symbol*, 19, 213–231.
- Wegner C. & Borgmann A. (2012). Das Denkmodell Cell City. *Unterricht Biologie*, 36(380), 42–49.
- Zigman P. M. (2009). Ernst Haeckels Konzept der „Oecologie“ in seinem Hauptwerk Generelle Morphologie der Organismen (1866). In M. Kaasch & J. Kaasch (Hrsg.), *Natur und Kultur – Biologie im Spannungsfeld von Naturphilosophie und Darwinismus (Verhandlungen zur Geschichte und Theorie der Biologie Bd. 14)* (S. 141–150). Berlin: VWB.

Kontakt

Marcel Humar
Freie Universität Berlin
Institut für Klassische Philologie
Habelschwerdter Allee 45
14195 Berlin
m.humar@fu-berlin.de

Zitationshinweis:

Humar, M. (2024). Metaphern als sprachliche Modelle im Biologieunterricht – Lernchancen durch die Reflexion metaphorischer Fachbegriffe. *Zeitschrift für Didaktik der Biologie (ZDB) – Biologie Lehren und Lernen*, 29, 1-17. doi: 10.11576/zdb-7097

Veröffentlicht: 25.10.2024



Dieses Werk ist unter einer Creative Commons Lizenz vom Typ Namensnennung 4.0 International zugänglich (CC BY 4.0 de). Diese Lizenz gilt nur für das Originalmaterial. Alle gekennzeichneten Fremdinhalte (z.B. Abbildungen, Fotos, Tabellen, Zitate etc.) sind von der CC-Lizenz ausgenommen. Für deren Wiederverwendung ist es ggf. erforderlich, weitere Nutzungsgenehmigungen beim jeweiligen Rechteinhaber einzuholen. URL <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>