

## Leben systembiologisch

### TA und „Metaphor Assessment“ der Systembiologie

von Martin Döring, BIOGUM Hamburg

**Die Systembiologie ist ein relativ neuer Ansatz in den Biowissenschaften, der sich seit Ende der 1990er Jahre kontinuierlich weiterentwickelt hat und sich derzeit institutionell etabliert. Dieses als Nachfolger sog. „-omics“-Ansätze verstandene Forschungsfeld widmet sich der Analyse, Modellierung und Simulation biologischer Lebensprozesse. Von dieser Entwicklung ausgehend untersucht der vorliegende Beitrag die metaphorische Rahmung des systembiologischen Lebensbegriffs durch Systembiologen, um die Potenziale eines Metaphor Assessment für die TA zu ergründen.**

#### 1 Einleitung und Zielsetzung

Die Systembiologie (SysBio) ist ein relativ neuer Ansatz in den Biowissenschaften, der seit Ende der 1990er Jahre als Nachfolger sog. „-omics“-Ansätze verstanden wird (O'Malley et al. 2007). Maßgeblich beschäftigt sich dieses derzeit in der Etablierung und Ausdifferenzierung begriffene Forschungsfeld mit der Frage, wie sich durch Hochdurchsatztechnologien generierte Datenmengen der „-omics“-Ansätze so nutzen lassen, dass ein funktionelles und prädiktives Verständnis biologischer Prozesse möglich wird. Dabei geht der Ansatz von einem holistischen Verständnis biologischer Systeme aus und analysiert jenseits der reduktionistischen Linearität eines genetischen oder genomischen Determinismus die Interaktion biologischer Komponenten auf unterschiedlichen Systemebenen: Biologische Aktivität wird als netzwerkähnlicher, interaktiver und dynamischer Prozess mit wechselnden Steuerungseinheiten verstanden, der Moleküle interagieren sowie Zellen, Gewebe oder ganze Organe entstehen lässt (Brent/Buck 2006). Neben diesem Modell eines komplexen Stoffwechsels zielt der systembiologische Ansatz in einem weiteren Schritt darauf ab, metabolische und Zellsignalprozesse auf unterschiedlichen Ebenen am Computer zu modellie-

ren und zu simulieren, um physiologische Prozesse besser zu verstehen. Zielpunkt ist die Entwicklung von Stoffwechselwegen, virtuellen Zellen oder ganzer Organe am Computer, die in Zukunft z. B. im Kontext pharmakologischer Forschung für die Entwicklung von Medikamenten genutzt werden können (Auffray et al. 2003). Die für ein solches Unterfangen notwendige Integration (Green/Wolkenhauer 2012) von Daten, mathematischen Modellen und experimentellen Ergebnissen aus der Laborforschung steht jedoch erst am Anfang ihrer Entwicklung und macht die SysBio zu einem anspruchsvollen und durch Interdisziplinarität gekennzeichneten Forschungsfeld, das Biologie quantitativer und prädiktiver gestalten möchte (Ideker et al. 2001; Kitano 2002).

Auch wenn die SysBio immer wieder als eine Wiederbelebung der Physiologie in neuen Gewändern dargestellt wird (Bothwell 2006; Strange 2005), so bleibt zu beachten, dass sie sich von älteren systembiologischen Ansätzen unterscheidet: Sie ist durch computertechnologisch-mathematische Innovationen angetrieben, in hohem Maße interdisziplinär und die beteiligten wissenschaftlichen Disziplinen verfügen über ein umfassendes biologisches Fachwissen.

Damit hat sich die SysBio, ähnlich der Synthetischen Biologie, im Kontext technischer und theoretischer Konvergenzen an der Schnittstelle zwischen Biologie, Mathematik, Informatik, Ingenieur- und Technikwissenschaften entwickelt (Roco/Brainbridge 2002). Sie ist eine „Technoscience“ (Nordmann 2008), in der wissenschaftliches Denken und technisches Handeln arbeitsteilig und integrativ aufeinander bezogen werden und ineinandergreifen (sollen). Diese Ansicht wird von vielen Systembiologen geteilt, die die SysBio primär als einen erkenntnistheoretisch orientierten Ansatz verstehen, der mittelbar zu Anwendungen in der biomedizinischen Forschung, im Umweltschutz oder in der grünen Gentechnik führen soll.

Begleitet werden diese potenziellen Anwendungsfelder von Visionen, Hoffnungen und Erwartungen, die führende Systembiologen immer wieder artikulieren (Hood et al. 2004). Ob sich jedoch individualisierte Krebstherapien, ölvernichtende Bakterien oder hitzeresistenter Raps realisieren lassen, ist ungewiss, denn die bis dato durchgeführte systembiologische Forschung verdeutlicht

v. a. eines: Biologische Strukturen und deren inhärente Prozesse sind äußerst komplexe, kontext-sensitive, dynamische und damit schwer zu kontrollierende Abläufe. Es ist derzeit also schwierig abzuschätzen, ob, wie und in welcher Form sich die avisierten Anwendungsfelder in Zukunft überhaupt entwickeln und entfalten werden.

Aus dieser Situation ergibt sich für die Technikfolgenabschätzung (TA) das Problem, wie eine Begleitforschung im Kontext einer sich in ihren Anfängen befindlichen SysBio aussehen könnte. Auf was kann oder sollte sich die TA im Bereich SysBio beziehen, und inwiefern kann ihre Bewertung handlungs- oder entscheidungsrelevant sein, wenn der Bewertungsrahmen zukünftiger Entwicklungen eher vage und von Zukunftsvisionen durchzogen ist? Collingridge folgend zeigt sich hier das Dilemma, dass soziale Implikationen in der Frühphase technologischer Entwicklungen schwer absehbar und abzuschätzen sind, während unerwünschte Konsequenzen etablierter Technologien kaum verändert oder rückgängig gemacht werden können (Collingridge 1980, S. 11). Für frühe Phasen der Technikentwicklung und -bewertung bieten sich Ansätze wie z. B. das „Vision Assessment“ oder die Leitbildanalyse an (Grin/Grunwald 2000; Grunwald 2011). Sie stellen eine hermeneutische Reflexionsgrundlage (Grunwald in diesem Band) für die gegenwärtige Entwicklung, Struktur und Bewertung systembiologischer Visionen im Kontext von Prospektiver Technikfolgenabschätzung (ProTA) und Vision Assessment bereit.<sup>1</sup> Was allerdings der genuine Gegenstand eines Vision Assessment ist und in welcher theoretischen und methodischen Beziehung es zu sog. Leitbildern steht, ist in vielen Fällen nicht ganz klar (Dierkes et al. 1992) und bedarf einer eingehenderen Analyse.<sup>2</sup> Zwar wird in einigen TA-Studien die sinnstiftende Rolle von Sprache und bildlichen Medien angesprochen, aber nur selten einer empirisch und v. a. systematisch motivierten Analyse unterzogen. Diese Leerstelle versucht der vorliegende Beitrag ein Stück weit zu füllen, indem er das produktive Potenzial von Leitbildanalyse und Vision Assessment um die Komponente eines Metaphor Assessment erweitert. Gegenstand der exemplarischen Analyse ist die metaphorische Konzeptualisierung des für

die SysBio zentralen Lebensbegriffs (Teil 3). Bevor wir uns jedoch dieser Untersuchung zuwenden, ist es notwendig, die analytischen Konzepte Leitbild und Vision Assessment näher zu erklären. Erst vor diesem Hintergrund kann der produktive Beitrag eines Metaphor Assessment erfolgen (Teil 2). Am Ende des Beitrags werden die Ergebnisse zusammengefasst und die Implikationen eines Metaphor Assessment für Vision Assessment und ProTA skizziert (Teil 4).

## 2 TA und Metaphor Assessment: Theoretische und methodische Aspekte

In Wissenschaftsforschung und TA hat die Analyse von Leitbildern, Visions oder sog. „Sociotechnical Imaginaries“ (Jasanoff/Kim 2009) in den vergangenen zehn Jahren ein zunehmendes Interesse auf sich gezogen, da sich viele Versprechungen und Erwartungen seit der Entschlüsselung des menschlichen Genoms nicht oder nur partiell realisiert haben und sich die Frage stellte, wie sich trotz dieses Misserfolgs entsprechende Forschungsvorhaben etablieren konnten. Futuristische Visionen oder auch technowissenschaftliche „Imaginaries“ werden nicht als vernachlässigungswürdige Erzählung oder zukunftsbezogene Fiktion, sondern als kreativer, strukturgebender und innovativer Bestandteil technowissenschaftlicher Forschung verstanden. Zumeist auf die Zukunft bezogene Visionen werden im hier und jetzt mithilfe von sprachlichen, narrativen und bildlichen Mitteln hergestellt und helfen, ökonomische Ressourcen für Forschung zu bündeln, disziplinäre Allianzen zu schmieden, wissenschaftliche Aktivitäten auf ein gemeinsames Forschungsziel hin auszurichten sowie Risiken zu verwalten (Brown/Michael 2003). Visionen, Leitbilder oder auch „Imaginaries“ sind damit in den meisten Fällen zukunftsbezogene Konstruktionen der Gegenwart.

Nun stellen die hier dargestellten Begrifflichkeiten (leider) keine trennscharfen analytischen Kategorien dar, sondern werden im Kontext einer „Sociology of the Future“ (Selin 2008), einer „Sociology of Expectations“ (Brown et al. 2000) oder auch eines Vision Assessment mehr oder minder konsistent für die Analyse gegenwärtiger Zukünfte oder Zukunftsvisionen genutzt. Allen gemein ist eine Fokussierung auf sprachlich entworfene

und propagierte Zukünfte, die von kleinteiligen Sprachanalysen (Judge 1993; Mambrey/Tepper 2000; Boon/Moors 2008) bis hin zu mehr oder minder systematischen Narrations- oder Diskursanalysen (Deblonde et al. 2008 oder Jasanoff/Kim 2009) reichen. Diese Heterogenität ist gerade im Hinblick auf methodische und theoretische Inkonsistenzen beklagenswert und bedarf einer klaren Konturierung und Weiterentwicklung. Dieser durchaus zu behebende Mangel sollte aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass allen Ansätzen eine äußerst produktive Frage innewohnt, die gerade im Kontext von TA und ProTA gewinnbringend genutzt werden kann: Wie und mit welchen Mitteln werden Visionen oder Leitbilder erzeugt und inwiefern bestimmen die in ihnen angelegten Normen die Bewertung und Entwicklung von Technik? Einen praktikablen Ansatzpunkt für die Beantwortung dieser komplexen Frage bietet ein „Metaphor Assessment“, das die sprachlich semantische Herstellung und Struktur sog. Visions oder Leitbilder untersucht (Mambrey/Tepper 2000).

Überlegungen in diese Richtung sind immer wieder thematisiert worden, harren aber bis heute einer theoretischen und methodischen Fundierung (Mambrey/Tepper 2000). Dies hängt damit zusammen, dass sowohl der Begriff des Leitbildes wie auch der der Vision konzeptuell offen und im Kontext einer Bewertung sehr unterschiedlich gedeutet und genutzt wird. Jenseits bestehender Differenzen und terminologischer Präferenzen können beide Konzepte als Modellvorstellungen verstanden werden, mit denen ein komplexer und in vielen Fällen abstrakter Sachverhalt inhaltlich erfasst und beschrieben wird. Aus einer sprachwissenschaftlichen Perspektive betrachtet ist es nun interessant, welche sprachlichen Mittel helfen, diese abstrakten Modellvorstellungen semantisch zu erschließen und zu strukturieren.

Metaphern bieten einen methodisch praktikablen und theoretisch guten Ansatzpunkt für die Analyse von Leitbildern und Visions an, da ihre wesentliche Funktion darin besteht, mithilfe eines Übertragungsprozesses abstrakte Sachverhalte durch Gegenständliches zu erschließen (Jäkel 1997). Dieser auch als „conceptual mapping“ bezeichnete Übertragungsprozess ist von besonderem Interesse, da eine Zieldomäne (z. B. die DNA) durch eine Ausgangsdomäne (Buch) ge-

rahmt wird und mit dieser Übertragung bestimmte Implikationen (Lesbarkeit und die Möglichkeit des Umschreibens des „Buchs des Lebens“) einhergehen. Die Metapher überträgt also über die semantische Erschließungs- und Kommunikationsfunktion hinaus einen Implikationskomplex auf die Zieldomäne, der im Kontext einer frühen Leitbildbewertung oder eines Vision Assessment thematisiert und partizipativ erörtert werden könnte. Zielpunkt der vorliegenden Analyse sind also die Leitbildern und Visions zugrunde liegenden Metaphern und metaphorischen Systematiken, die in frühen Phasen eher heterogener Natur sind, während sich ihre Vielfalt im Rahmen einer länger etablierten Technologie auf spezifische Metaphern hin verengt.

Zusammenfassend betrachtet ergibt sich also der interessante Ansatz eines Metaphor Assessment, mit dem die semantische Konzeptualisierung von Visions und Leitbildern ein Stück weit erschlossen und für eine Bewertung normativer Notwendigkeiten, Werte und Annahmen im Sinne von TA und ProTA geöffnet werden könnte. Ein solches Verfahren ermöglicht eine empirisch fundierte, analytisch klare, interdisziplinär anschlussfähige und für unterschiedliche Partizipationsverfahren (z. B. Feedback-Workshops oder Podiumsdiskussionen) praktikable Datengrundlage. Kurz: Mit einem Metaphor Assessment wäre es möglich, implizite Vorannahmen in Leitbildern oder Visions reflexiv zu thematisieren und zu diskutieren.

Vor dem Hintergrund dieser theoretischen Überlegungen wurde im Rahmen des vorliegenden Beitrags der Lebensbegriff in der Systembiologie im Sinne von TA und ProTA analysiert.<sup>3</sup> Ausgehend von der vorgefundenen Vielfalt systembiologischer Forschungsstränge, Publikationsorte und beteiligter Disziplinen wurden in einem ersten Schritt unterschiedliche Quellen wie Internetseiten, Zeitungsartikel, wissenschaftliche Artikel und Reviews sowie Konferenzankündigungen, Monographien und Sammelbände für den Zeitraum zwischen 2000 und 2011 interpretativ ausgewertet. Die Gegenüberstellung der unterschiedlichen Textsorten eröffnete einen strukturell vielschichtigen und kontrastiven Einblick in die Diskussionen und Kontexte rund um die sich derzeit entwickelnde systembiologische Forschung. Nachdem generelle Entwicklungen

anhand des iterativ gewonnenen Datenmaterials skizziert und nachvollzogen worden waren, wurde in einem zweiten Durchlauf ein Textkorpus mit wissenschaftlichen Reviews führender Systembiologen mithilfe der Medline-Datenbank und des „PubMed PubMedReminer“ zusammengestellt, in denen die Begriffe „life“, „processes of life“ und „perspectives on life“ im Titel oder im Text aufgefunden wurden.

Um Einblicke in die innerfachliche Rezeption und interdisziplinäre Verbreitung der Publikationen zu gewinnen, wurden alle 93 Artikel im ISI-Citation-Index auf ihre quantitative Rezeption und ihre generelle Kontextualisierung hin untersucht. Der Fokus lag hier auf Textsegmenten, in denen der systembiologische Lebensbegriff thematisiert wurde. Die entsprechenden Textstellen wurden inklusive der sie umgebenden Textbereiche den Vorgaben einer kritischen Metaphernanalyse entsprechend untersucht, indem alle Metaphern, die im direkten Bezug zum Lebensbegriff standen, katalogisiert und ihre Übertragungsprozesse analysiert wurden. Die durch diese Analyse gewonnenen Einblicke in die Konkretisierung des Abstrakten durch das Konkrete wurden in einer Tabelle notiert.

Ein ähnliches Verfahren wurde für die abschließend mit 20 Systembiologen durchgeführten Experteninterviews gewählt.<sup>4</sup> Dieses Verfahren führte zu einer Reihe interessanter Metaphern, die ebenfalls im Rahmen einer Mapping-Analyse systematisiert und auf ihre Implikationen hin untersucht wurden. Diese sollen nun im folgenden Abschnitt dargestellt werden. Zentrale Forschungsfragen waren: Mit welchen Metaphern wird der Lebensbegriff in der SysBio erschlossen? Welche Ähnlichkeiten und Implikationen sind in diesen Metaphern und ihren Übertragungsprozessen angelegt? Welche Rückschlüsse lassen sich im Hinblick auf den systembiologischen Lebensbegriff herausarbeiten?

### **3 Angewandtes Metaphor Assessment: Leben systembiologisch**

Im Rahmen der Erhebung wurden Systembiologen gebeten, ihren Lebensbegriff genauer zu erklären oder zu definieren. Diese komplexe Frage nach dem individuellen Konzept von Leben wur-

de wider Erwarten von allen Interviewpartnern als wichtig eingestuft und führte in der Folge in den meisten Interviews zu einer eingehenden Reflexion durch die Interviewpartner. Nach dieser Reflexionspause wurden im überwiegenden Teil der Interviews „Stoffwechsel“ und die „Fähigkeit“ zu Replikation als grundlegende Merkmale von Leben beschrieben. Diese konzise und prägnante Darstellung wurde jedoch, und das ist das Spannende, von allen Interviewpartnern weiter ausgeführt und erläutert. Die Folge waren weitere Ausführungen und Erklärungen zum Lebensbegriff, in denen Metaphern verwendet wurden. Sie zeigten, dass trotz der einheitlich verwendeten Merkmale „Stoffwechsel“ und „Replikation“ der Lebensbegriff von einer heterogenen Metaphorik durchzogen war, mit der unterschiedliche Aspekte von Leben fokussiert wurden. So wurde Leben z. B. metaphorisch als „Maschinerie“ beschrieben. Exemplarische Passagen wie „also ich verstehe Leben als eine Art Maschinerie“ (Prof. A) oder auch „das, was wir machen, ist, dass wir Leben als Maschine verstehen [...]“ (Prof. D) fokussieren Leben aus einer Ingenieursperspektive, mit der koordinierte Abläufe und das kooperative Ineinandergreifen unterschiedlicher Funktionseinheiten impliziert werden. Gleiches gilt auch für die folgenden Belege, in denen Leben metaphorisch als Netzwerk interpretiert wird: „Leben, äh, das ist eine Art interagierendes Netzwerk, das metabolische Pfade reguliert“ oder „Leben? Hm, das ist für mich ein dezentrales Netzwerk, das Prozesse reguliert [...]“ (Prof. C) Im Unterschied zur Maschinenmetapher wird hier eine Computermetaphorik bemüht, in der, wie im vorherigen Beispiel, zwar Interaktion und die Relation unterschiedlicher Komponenten im Vordergrund stehen, dies jedoch als dezentral charakterisiert und informationstechnisch gewendet wird.

Metaphorisch betrachtet spielt Interaktion ebenfalls eine große Rolle: „Einige Leute würden mich für das, was ich jetzt sage, bestimmt kreuzigen. Für mich ist Leben die Interaktion von DNA und Proteinen. Das ist für mich, äh, Leben, ja, Leben.“ (Prof. D) Die dem Erfahrungsbereich der menschlichen Kommunikation entlehnte Metapher der Interaktion fokussiert Aspekte von Kommunikation, Informationsaustausch und

Wechselseitigkeit von DNA und Proteinen und hebt diese hervor. Abstrakter und ebenfalls ingenieurwissenschaftlich konnotiert ist die Systemmetapher, die häufig anzutreffen ist. Belege wie „Leben? Oha, also, tja, äh, Leben ist für mich ein System“ (Prof. E) oder auch „Ah ja, Leben, das ist für mich ein System [...]“ (Prof. F) schließen an die vorher verwendeten Metaphern an, da die Systemmetapher die Beziehung unterschiedlicher Komponenten thematisiert, dieses jedoch aus einer Außenperspektive erfolgt und damit Leben als eine umfassende Funktionseinheit auslegt.

Leben wird metaphorisch jedoch nicht nur mithilfe einer technologischen oder ingenieurwissenschaftlichen Metaphorik expliziert, vielmehr werden Lebensprozesse metaphorisch als Kraft gerahmt: „Wir verstehen Prozesse des Lebens, aber was oder worin besteht nur diese geheime Kraft des Lebens, die das Ganze am Laufen hält?“ (Prof. F). Mit der physikalischen Metapher der Kraft wird zum einen eine bisher noch nicht ausgemachte Antriebsquelle bezeichnet, die zielgerichtete und schöpferische Prozesse in Gang setzt und am Laufen hält. Gern wird Leben metaphorisch auch als Rätsel bezeichnet: „Leben? Das ist eine große Frage, puh, ein echtes Rätsel“ (Prof. H) oder auch „Leben, hm, das ist für mich wirklich eines der verbleibenden Rätsel. Wie kann es angehen, dass sich eine Lebensform repliziert?“ (Prof. G). Mit der Rätselmetapher wird das Unbekannte und in vielen Fällen auch das Unlösbare bezeichnet, auch wenn mit dem Begriff des Rätsels zumindest implizit eine analytische Vorgehensweise angesprochen wird. Dies gilt für die Metapher des Geheimnisses nur bedingt, da durch sie eher der visuelle Aspekt des Lüftens im Sinne eines wörtlich verstandenen „Entdeckens“ oder „Offenlegens“ fokussiert wird: „Leben ist für mich schlichtweg ein Geheimnis“ (Prof. J) und „Ich glaube, dass wir niemals das Geheimnis des Lebens lüften werden. Da sollten wir eher bescheiden sein, ja, bescheiden finde ich.“ (Prof. H)

Zusammenfassend betrachtet lassen sich also sieben wesentliche Metaphertypen ausmachen, mit denen der Begriff des Lebens semantisch erschlossen und konzeptualisiert wird: die Maschinenmetapher, die Netzwerkmetapher, die Systemmetapher, die Interaktionsmetapher, die Kraftmetapher, die Rätselmetapher und die Ge-

heimnismetapher. Betrachtet man nun nochmals die analysierte Metaphorik im Hinblick auf die ihnen zugrunde liegenden Übertragungsprozesse, so zeigt sich, dass die ersten drei ingenieurwissenschaftlich motiviert sind, einer wissenschaftlich geprägt ist, einer der zwischenmenschlichen Erfahrung entstammt und zwei im weitesten Sinne auf kulturell etablierte Erfahrungsbereiche zurückgreifen. Damit zeigt sich, dass der Lebensbegriff oder die Vision von Leben in der SysBio eine primär technologisch-ingenieurwissenschaftliche Prägung aufweist, sich jedoch mit der oft anzutreffenden Interaktionsmetapher eine Bedeutungsverschiebung in Richtung Dynamisierung und Komplexität ergibt. Angesichts dieser metaphorisch gerahmten Vielfalt biologischer Beziehungen und ihrer Funktionsabläufe wird mit der Kraftmetapher die Frage nach einem Ausgangspunkt oder einer Ausrichtung dieser Prozesse gestellt, die mit der Rätsel- oder Geheimnismetapher als unklar spezifiziert wird. Die Analyse der Metaphorik und ihrer Übertragungsprozesse ermöglicht also die Offenlegung einer metaphorisch motivierten „heuristic fiction“ (Black 1962, S. 229) oder die einer Modellbildung des systembiologischen Lebensbegriffs.

Bedenkt man nun, dass Metaphern und die ihnen zugrunde liegenden Übertragungsprozesse in den meisten Fällen als Elemente eines impliziten Wissens (Polanyi 1966) im Unterbewusstsein ablaufen, so bietet sich für die TA und ProTA im Rahmen eines **Metaphor Assessment** die Möglichkeit, diese bedeutungstiftenden Elemente des Lebensbegriffs im Rahmen eines **Vision Assessment** detailliert offenzulegen, zu hinterfragen und mit Systembiologen im Hinblick auf technologische Entwicklungspfade und soziale Implikationen zu diskutieren. Damit stellt das **Metaphor Assessment** eine praktikable und empirisch fundierte Ergänzung zu **Vision Assessment**, **Leitbildanalysen**, **TA** und **ProTA** bereit (Mambrey/Tepper 2000).

#### **4 Metaphor Assessment, Leitbilder und Vision Assessment: Implikationen für TA**

Ausgangspunkt des vorliegenden Beitrags war die Überlegung, inwiefern die Analyse von Leitbildern oder Visions im Kontext von TA und Pro-

TA verbessert werden kann. Bezugspunkt war das sog. Collingridge-Dilemma, demzufolge sich in der Frühphase technologischer Entwicklungen deren soziale Implikationen nur schwer abschätzen lassen, während im Kontext einer etablierten Technologie die Integration von Veränderungen äußerst schwierig ist. Vor diesem Hintergrund nutzte der vorliegende Beitrag die produktiven Arbeiten aus den Bereichen des Vision Assessment sowie der Leitbildanalyse und versuchte, diese ansatzweise mit einem empirischen Metaphor Assessment zu kombinieren. Deutlich wurde, dass Metaphern für die Konzeptualisierung abstrakter Wissensdomänen eine wichtige Rolle spielen, da sie das Abstrakte durch das Gegenständliche mithilfe eines Übertragungsprozesses erschließen. Die Analyse und Interpretation dieser bedeutungsgenerierenden Prozesse bietet die Möglichkeit, unbewusst verlaufende Sinnstiftungen und deren Implikationen für die Diskussion offenzulegen. Das Verfahren zielt also darauf ab, eine Form von Metawissen herzustellen, das im Kontext früher Phasen der Technologieentwicklung die Diskussionsgrundlage für die Aushandlung von Bewertungen einer Technik bereitstellt. Insofern bietet ein empirisch verfahrenendes Metaphor Assessment interessierten Politikern, Wissenschaftlern, Interessenvertretern und Bürgern die Möglichkeit, Implikationen gegenwärtiger Leitbilder oder Visions zu thematisieren, um gegenwärtige Zukünfte mitzugestalten. Damit würden sich TA und ProTA im Rahmen eines Metaphor Assessment produktiv auf eine empirisch motivierte und reflexive Hermeneutik von Visionen und Leitbildern konzentrieren. Die Entwicklung eines solchen Ansatzes steckt allerdings – metaphorisch gesprochen – noch in den Kinderschuhen.

### Anmerkungen

- 1) Zu ProTA siehe den Beitrag von Jan Schmidt in diesem Schwerpunkt sowie Liebert/Schmidt 2010a und Liebert/Schmidt 2010b.
- 2) Die Analyse von methodischen und theoretischen Kon- und Divergenzen beider Begriffe kann aus Platzgründen hier leider nicht dargestellt werden. Sie erfolgt jedoch im Rahmen eines Beitrags (Döring in Vorb.) für die Zeitschrift Poiesis & Praxis.
- 3) Vgl. auch die im BMBF-Forschungsprojekt „Towards a Holistic Conception of Life?“ derzeit durchgeführten Arbeiten. Weitere Informationen finden sich unter <http://www.thcl.de>.
- 4) Für die systematische Ermittlung der 20 Systembiologen wurde folgendes Verfahren verwendet. In einem ersten Schritt wurde mit einer kombinierten Recherche aus „PubMed PubReMiner“ und ISI-Datenbank ein Korpus von „Scientific Reviews“ von 35 Systembiologen erstellt. Nachdem durch eine eingehende Lektüre in einem zweiten Schritt erste thematische Verdichtungen analysiert worden waren, wurde entlang dieser Verdichtungen das Datenkorpus sortiert. In den entsprechenden Gruppen wurden dann in einem dritten Schritt deutsche oder in Deutschland lebende Autorinnen und Autoren ermittelt sowie ihre institutionellen Hintergründe und Ausbildungswege per Internetrecherche analysiert. Diese Gruppe wurde in einem vierten Schritt in unterschiedliche institutionelle Funktionen wie Institutsleiter/-in, Nachwuchsgruppenleiter/-in oder Mitarbeiter/-in unterteilt. Abschließend erfolgte eine Auswahl repräsentativer Interviewpartnerinnen und Interviewpartner anhand der institutionellen Funktion und des Ausbildungsweges.

### Literatur

- Affray, C.; Imbeaud, S.; Roux-Rouquié, M. et al., 2003: From Functional Genomics to Systems Biology: Concepts and Practices. In: *Comptes Rendus Biologies* 326/10 (2003), S. 879–892
- Black, M., 1962: *Models and Metaphors*. New York
- Boon, W.; Moors, E., 2008: Exploring Emerging Technologies Using Metaphors – A Study of Orphan Drugs and Pharmacogenetics. In: *Social Science and Medicine* 66 (2008), S. 1915–1927
- Bothwell, J.H.F., 2006: The Long Past of Systems Biology. In: *New Phytologist* 170 (2006), S. 6–10
- Brent, R.; Bruck, J., 2006: Can Computers Help Explain Biology? In: *Nature* 440 (2006), S. 416–417
- Brown, N.; Rappert, B.; Webster, A. (Hg.), 2000: *Contested Futures: A Sociology of Prospective Technoscience*. Aldershot
- Brown, N.; Michael, M., 2003: A Sociology of Expectations: Retrospecting Prospects and Prospecting Retrospects. In: *Technology Analysis and Strategic Management* 15/1 (2003), S. 3–18
- Collingridge, D., 1980: *The Social Control of Technology*. New York
- Deblonde, M.; Oudheusden, M.; Evers, J. et al., 2008: *Co-creating Nano-imaginaries: Report of a Delphi-*

exercise. In: *Bulletin of Science, Technology and Society* 28 (2008), S. 372–389

*Dierkes, M.; Hoffman, U; Maetz, L.*, 1992: *Leitbild und Technik: Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen*. Berlin

*Döring, M.*, (i. E.): *Imaging Technology – Potentials of a TA Informed Metaphor Assessment*. In: *Poiesis & Praxis*

*Green, S.; Wolkenhauer, O.*, 2012: *Integration in Action*. In: *EMBO Reports* 13 (2012), S. 1–3

*Grin, J.; Grunwald, A. (Hg.)*, 2000: *Vision Assessment: Shaping Technology in 21st Century Society*. Berlin

*Grunwald, A.*, 2011: *Energy Futures: Diversity and the Need for Assessment*. In: *Futures* 43/8 (2011), S. 820–830

*Hood, L.; Heath, J.R.; Phelps, M.E. et al.*, 2004: *Systems Biology and New Technologies Enable Predictive and Preventive Medicine*. In: *Science* 306 (2004), S. 640–643

*Ideker, T.; Galitski, T.; Hood, L.*, 2001: *A New Approach to Decoding Life: Systems Biology*. In: *Annual Review of Genomics and Human Genetics* 2 (2001), S. 343–372

*Jäkel, O.*, 1997: *Metaphern in abstrakten Diskurs-Domänen*. Frankfurt a. M.

*Jasanoff, S.; Kim, S.H.*, 2009: *Containing the Atom: Sociotechnical Imaginaries and Nuclear Power in the United States and South Korea*. In: *Minerva* 47 (2009), S. 119–146

*Judge, A.*, 1993: *Metaphor and the Language of Futures*. In: *Futures* 25 (1993), S. 275–288

*Kitano, H.*, 2002: *Computational Systems Biology*. In: *Nature* 420 (2002), S. 206–210

*Liebert, W.; Schmidt, J.C.*, 2010a: *Collingridge’s Dilemma and Technoscience. An Attempt to Provide a Clarification from the Perspective of the Philosophy of Science*. In: *Poiesis & Praxis* 7 (2010), S. 55–71

*Liebert, W.; Schmidt, J.C.*, 2010b: *Towards a Prospective Technology Assessment: Challenges and Requirements for Technology Assessment in the Age of Technoscience*. In: *Poiesis & Praxis* 7 (2010), S. 99–116

*Mambrey, P.; Tepper, A.*, 2000: *Technology Assessment as Metaphor Assessment. Visions Guiding the Development of Information and Communications Technologies*. In: *Grin, J.; Grunwald, A. (Hg.): Vision Assessment: Shaping Technology in 21st Century Society*. Berlin

*Nordmann, A.*, 2008: *Technikphilosophie*. Hamburg

*O’Malley, M.A.; Calvert, J.; Dupré, J.*, 2007: *The Study of Socioethical Issues in Systems Biology*. In: *The American Journal of Bioethics* 7/4 (2007), S. 67–78

*Polanyi, M.*, 1966: *The Tacit Dimension*. London

*Rocco, M.C.; Bainbridge, W.S. (Hg.)*, 2002: *Converging Technologies for Improving Human Performance*. Arlington

*Selin, C.*, 2008: *The Sociology of the Future: Tracing Stories of Technology and Time*. In: *Sociology Compass* 2/6 (2008), S. 1878–1895

*Strange, K.*, 2005: *The End of Naïve Reductionism: Raise of Systemsbiology or Renaissance of Physiology?* In: *Perspectives in Cell Physiology* 288 (2005), S. C968–C974

### Kontakt

Dr. Martin Döring  
 FSP BIOGUM  
 Universität Hamburg  
 Lottestraße 55, 22529 Hamburg  
 E-Mail: [martin.doering@uni-hamburg.de](mailto:martin.doering@uni-hamburg.de)

