

Michael Decker

Interdisziplinäre Zusammenarbeit in der Technikfolgenabschätzung – problemorientiert und transdisziplinär?

1. Einleitung

Seit den Anfängen des Technology Assessment (Technikfolgenabschätzung, TA) sind multidisziplinäre wissenschaftliche Analysen deren zentraler methodischer Bestandteil. Im Gründungsgesetz des Office for Technology Assessment (OTA) heißt es explizit: „It is necessary for the Congress to equip itself with new and effective means for securing competent, unbiased information concerning the physical, biological, economic, social, and political effects of such (technological) applications“ (US Congress 1972; in Klammer: Erläuterung von M. D.). Die wissenschaftlichen Informationen sollten dabei auf den Politikprozess ausgerichtet sein (zit. n. Gibbons/Gwin 1986, S. 246).

Auch wenn bis heute darauf hingewiesen wird, dass die wissenschaftliche Analyse und damit die Expertenmeinungen notwendige Voraussetzungen für eine ‚gute‘ TA sind (vgl. Bütschi et al. 2004; Klüver et al. 2000, S. 11), fällt doch auf, dass bezüglich der Produktion des Expertenwissens erhebliche Kritik geäußert wird. Zum einen wird das Expertendilemma (vgl. Nennen/Garbe 1996) beschrieben, nach dem – vereinfacht ausgedrückt – zu jedem Gutachten auch ein Gegengutachten angefertigt werden kann. Damit entsteht die Frage, welches der divergierenden Gutachten als Grundlage für den gesellschaftlichen und/oder politischen Entscheidungsprozess dienen soll. Zum anderen wird darauf hingewiesen, dass TA-Forschung als transdisziplinäre und integrative Forschung besonders durch ihre unsichere Wissensbasis charakterisiert sei. Damit ist nicht allein gemeint, dass alles wissenschaftlich produzierte Wissen nur in der Form hypothetischen Wissens gewonnen werden kann, also prinzipiell revidierbar ist. Wenn von unsicherem oder ungewissem Wissen die Rede ist, bezieht sich das auf die Erkenntnis, dass mit Wissen zugleich Nichtwissen erzeugt wird, so dass wissenschaftliches Wissen stets selektiv und perspektivisch bleiben muss und im Prinzip keinen Abschluss finden kann (vgl. Böschen/Wehling 2004; Japp 2002). Eine unsichere Wissensbasis umfasst darüber hinaus auch die Unsicherheit in Bezug auf Theorien und Methoden, Modelle, Daten und Problemstellungen. Vor diesem Hintergrund überrascht, dass letztendlich doch der Schluss gezogen wird: „Gleichwohl nimmt die Bedeutung der wissenschaftlichen Expertise zu, weil sie trotz aller Unsicherheit der Wissensproduktion der einzige legitime Weg ist, empirisch gestütztes Wissen zu erzeugen, das allgemein anerkannt ist und umgesetzt werden kann“ (Bechmann et al. 2007, S. 23).

Dieses Spannungsverhältnis zwischen nicht hintergebarter Unsicherheit bei gleichzeitiger Nicht-ersetzbarkeit des Expertenwissens findet sich ähnlich in den Diskussionen zu neuen Formen der Wissensproduktion wieder. Der damit verbundene Anspruch, durch Wissensproduktion zur Lösung gesellschaftlicher – und damit außerwissenschaftlicher – Problemlagen beitragen zu können,

erfordert eine Anpassung bzw. Ergänzung der (wissenschaftlichen) Wissensproduktion. Im Konzept der ‚post-normal science‘ sind das die ‚extended peer communities‘ (vgl. Ravetz 1999, S. 51); in der Mode-2-Wissensproduktion wird das Einbeziehen von weiteren Akteuren, Interessensvertretern (Stakeholdern) gefordert, um zu einem höheren Problemlösungspotenzial durch ‚robusteres Wissen‘ zu gelangen. Robustes Wissen zeichnet sich in Mode-2 dadurch aus, dass es von einer deutlich erweiterten community im Konsens anerkannt wird (vgl. Nowotny et al. 2003, S. 191f.) und der Wissensproduktionsprozess transparent und partizipativ war (Nowotny et al. 2001, S. 248). Mit Bezug auf die transdisziplinäre Forschung, die in beiden hier exemplarisch genannten Konzepten der neuen Wissensproduktion als adäquate Forschungsform angeführt wird, wird auf die besonderen Anforderungen an die *Formulierung der Problemstellung* und die *Qualitätskontrolle der Forschung* hingewiesen.

Im Folgenden¹ wird daher transdisziplinäre Forschung mit besonderem Bezug zu diesen beiden Anforderungen dargestellt und anschließend ein interdisziplinärer Forschungsprozess vorgeschlagen, in dem eine wissenschaftliche Wissensgenerierung der transdisziplinären Forschung umgesetzt wird. Exemplarisch wird hierfür auf Projekte in der Technikfolgenabschätzung Bezug genommen.

2. Transdisziplinäre Forschung

Transdisziplinarität kann durchaus als ein ‚Schlüsselbegriff‘ der Wissenschaften in den letzten Jahrzehnten angesehen werden. Dabei ist, was unter transdisziplinärer Forschung verstanden wird, durchaus unterschiedlich bzw. hat sich im Laufe der Zeit gewandelt. So verwundert nicht, dass Christian Pohl und Gertrude Hirsch Hadorn zwanzig verschiedene Definitionen zur transdisziplinären Forschung aufgefunden haben (vgl. Pohl/Hirsch Hadorn 2006). Unter diesen Definitionen ist diejenige von Erich Jantsch die älteste (vgl. Jantsch 1972). Neben seiner Klassifizierung von multi- über pluri-, cross- und inter- bis transdisziplinärer Forschung legt Jantsch beim Übergang von der Interdisziplinarität zur Transdisziplinarität besonderen Wert auf die Ganzheitlichkeit der Letzteren. Transdisziplinarität nach Jantsch richtet Forschung, Entwicklung und Lehre auf einen bestimmten gesellschaftlichen Zweck hin aus, was eine neue Orientierung und Bewertung des Wissens nach sich zieht (vgl. Jantsch 1972, S. 105ff.). Jürgen Mittelstraß argumentiert ähnlich: „Transdisziplinäre Forschung lässt in diesem Sinne die fachlichen und disziplinären Dinge nicht, wie sie (historisch) geworden sind, und lässt sogar in bestimmten Problemlösungszusammenhängen die ursprüngliche Idee einer *Einheit der Wissenschaft*, verstanden als die Einheit der wissenschaftlichen Rationalität, nun mehr nicht im theoretischen, sondern im forschungspraktischen, d.h. operationellen, Sinne wieder konkret werden“ (Mittelstraß 1996, S. 329 – Hervorhebungen im Original von M.D.).

Sowohl für Jantsch als auch für Mittelstraß steht dabei die Orientierung an lebensweltlichen Problemen im Mittelpunkt. So formuliert Mittelstraß: „Transdisziplinarität stellt sich zum einen als eine Forschungs- und Arbeitsform der Wissenschaft dar, wo es darum geht, außerwissenschaftliche Probleme [...] zu lösen. [...] Transdisziplinarität [ist] ein Forschungs- und Wissenschaftsprinzip, das dort wirksam wird, wo eine allein fachliche oder disziplinäre Definition von Problemlagen und Problemlösungen nicht möglich ist bzw. über derartige Definitionen hinausgeführt wird“ (Mittelstraß 2001, S. 93). Auch Tom Horlick-Jones und Jonathan Sime machen den

1 Der Gedankengang stellt eine gekürzte und ergänzte Version von Decker 2007 dar.

außerwissenschaftlichen Problembezug zum zentralen Element: „Transdisciplinarity [...] is concerned with addressing anticipated problem areas in a complex, globalised and plural world, including environmental sustainability, health, energy and transport“ (Horlick-Jones/Sime 2004, S. 442).

Neben den bisher zitierten Definitionen der Transdisziplinarität, die den lebensweltlichen, außerwissenschaftlichen Problembezug in den Mittelpunkt stellen und – vereinfacht ausgedrückt – sagen, dass sich die Wissenschaft für die Erarbeitung von Problemlösungsstrategien verändern, d.h. transdisziplinär werden muss, hat Ende der 1990er Jahre die Partizipation Einzug in die transdisziplinäre Forschung gehalten: „Interdisziplinarität wird hier verstanden als ein integrationsorientiertes Zusammenwirken von Personen aus mindestens zwei Disziplinen im Hinblick auf gemeinsame Ziele, in welchem die disziplinären Sichtweisen zu einer Gesamtsicht zusammengeführt werden. Einbezogen werden jeweils diejenigen Disziplinen, die zur Bearbeitung des Themas etwas beitragen können [...]. Transdisziplinarität wiederum wird hier verstanden als eine interdisziplinäre Kooperation, in der darüber hinaus auch die außerwissenschaftliche Praxis (z.B. Anwenderinnen und Anwender) an den Forschungsarbeiten beteiligt werden“ (Defila/Di Giulio 1999, S. 6, 13). Interessant ist, dass in dieser Definition der lebensweltliche Problembezug nicht explizit erwähnt wird. Transdisziplinarität entsteht hier ausschließlich durch die Erweiterung interdisziplinärer Forschung um partizipative Elemente. Die meisten Definitionen verbinden aber den lebensweltlichen Problembezug mit der Partizipation: „We characterize ‚transdisciplinary science‘ as (1) cognitive and social co-operation across disciplinary boundaries, (2) an intention towards the direct application of scientific knowledge in both political decision making and societal problem-solving, and (3) the participation of non-scientific stakeholders within research processes“ (Burger/Kamber 2003, S. 44). Oder noch prägnanter: „The core idea of transdisciplinarity is different academic disciplines working jointly with practitioners to solve a real-world problem. It can be applied in a great variety of fields“ (Klein et al. 2001, S. 4).

Bezogen auf die Umsetzung transdisziplinärer Forschung sei an dieser Stelle auf reichhaltige Literatur verwiesen (vgl. Daschkeit 2007). Es wurden beispielsweise Gestaltungsprinzipien für transdisziplinäre Forschung entwickelt (vgl. Pohl/Hirsch Hadorn 2006) und auch Handbücher für transdisziplinäres Kooperationsmanagement (vgl. Schophaus et al. 2004), deren Literaturverzeichnisse Hinweise auf die rege Diskussion zum Thema geben. Als ein Meilenstein in dieser Debatte kann sicherlich die große „Transdisciplinarity“-Konferenz angesehen werden, die Ende Februar 2000 in Zürich stattfand (vgl. Häberli et al. 2000; Scholz et al. 2000).

Zwei Aspekte sind nach dem bisher Gesagten von zentraler Bedeutung. Zum einen die Problemdefinition – das lässt sich aus den Definitionen zur transdisziplinären Forschung ableiten, die jeweils auf die Problemorientierung Bezug nehmen. Zum anderen die Qualitätskontrolle, weil sich diese bei den neuen Formen der Wissensproduktion neuen Herausforderungen stellen muss. Im Folgenden werden diese beiden Aspekte näher betrachtet.

2.1 Problemdefinition in der transdisziplinären Forschung

Die Tatsache, dass der Bezugspunkt für transdisziplinäre Forschung außerwissenschaftliche Probleme sind, führt zu besonderen Anforderungen an die Problemdefinition. Jochen Jaeger und Martin Scheringer haben den unterschiedlichen Forschungsprinzipien ‚multi‘-, ‚inter‘- und ‚transdisziplinär‘ verschiedene Problemkategorien zugeordnet und kommen zu dem Schluss: „Die wissenschaftliche Bearbeitung von Problemen außerwissenschaftlicher Herkunft erfordert, so unsere These, transdisziplinäres Arbeiten. Damit ist ein Prozess der Problemformulierung und Pro-

blemlösung gemeint, der sich – noch stärker als bei interdisziplinärem Arbeiten – von disziplinären Erkenntnisinteressen und Methodenzwängen löst. Dies ist zu Beginn des Forschungsprozesses am wichtigsten, denn die Übersetzung lebensweltlicher Probleme in wissenschaftliche Probleme setzt einen außerwissenschaftlichen Standpunkt voraus, von dem aus die Probleme erkannt und in ihrer Relevanz beurteilt werden können“ (Jaeger/Scheringer 1998, S. 14). Pohl und Hirsch Hadorn äußern sich ähnlich: „In der transdisziplinären Forschung ist die Frage, wie Probleme in einem Problemfeld identifiziert und strukturiert werden, das eigentliche Kernstück der Forschung, weil damit die grundlegenden Vorentscheidungen getroffen werden, ob und inwiefern praxis- und umfeldrelevante Aspekte erfasst werden. Diese sind dafür entscheidend, ob und wie die Projektergebnisse Wirksamkeit entfalten können“ (Pohl/Hirsch Hadorn 2006, S. 40).

Formuliert man die mit der Problemdefinition verbundene Fragestellung etwas schematisch, gilt es, das außerwissenschaftliche Problem samt seines lebensweltlichen Umfeldes (Kontextualisierung) adäquat so zu beschreiben, dass es der wissenschaftlichen Bearbeitung zugänglich wird. Dabei sind verschiedene Relevanzentscheidungen derart zu treffen, dass beispielsweise „die relevante Komplexität für praktische Lösungsvorschläge“ (Pohl/Hirsch Hadorn 2006, S. 40) bei dem Transformationsprozess mit vermittelt wird. Bei der Problemanalyse und der damit verbundenen Re-Formulierung zum Zwecke der Erarbeitung von Problemlösungen durch transdisziplinäre Forschung besteht somit die besondere Schwierigkeit darin, die relevanten Kontextbezüge zu berücksichtigen und weniger relevante auszuklammern. „Transdisziplinwissenschaften definieren ihre Probleme in Anbetracht lebensweltlicher Relevanz“ (Ropohl 2005, S. 29; vgl. auch Ropohl 2010). Dabei sind offensichtlich Bewertungen zu treffen, die in den jeweiligen Einzelbetrachtungen auch anders ausfallen könnten, die aber gleichzeitig auch den Fortgang der transdisziplinären Forschung entscheidend beeinflussen.

Ähnliches gilt für die Anschlussfähigkeit zur ‚wissenschaftlichen Seite‘ hin. Die Re-Formulierung des Problems muss auch so erfolgen, dass eine wissenschaftliche Bearbeitung möglich wird. Es müssen Ansatzpunkte für eine arbeitsteilige, auf verschiedenen wissenschaftlichen Methoden basierende Forschung erkennbar werden. Auch hier sind Relevanzentscheidungen und die damit verbundenen Bewertungen zentral: Welche wissenschaftlichen Disziplinen arbeiten mit welchen Methoden an welchem Aspekt des Problems und wie lassen sich daraus generierte Forschungsergebnisse wieder integrieren?

Wenn es auf diese Weise gelungen ist, dass die transdisziplinäre Forschung über die Problemdefinition „sowohl in der Lebenswelt als auch in der Wissenschaft eingebettet und verankert ist“ (Pohl/Hirsch Hadorn 2006, S. 43), dann muss darüber hinaus während des Forschungsprozesses darauf geachtet werden, dass dieser Bezug erhalten bleibt. Änderungen im gesellschaftlichen oder politischen Umfeld können dazu führen, dass sich der Kontext des Problems verändert. Veränderungen dieser Art müssen in der transdisziplinären Forschung nachgehalten werden, weil sonst die Gefahr droht, dass mit einem aufwändigen Forschungsprozess Lösungsvorschläge für Probleme entwickelt werden, die in dieser Form im außerwissenschaftlichen Bereich nicht mehr relevant sind.

Sowohl diese Sensibilität gegenüber möglichen Veränderungen im Vergleich zu der ursprünglichen Problemdefinition während des Prozesses als auch schon das kritische Hinterfragen dieser ursprünglichen Definition während deren Festlegung kann als reflexive Aufgabe der transdisziplinären Forschung verstanden werden. Das schließt die Berücksichtigung unterschiedlicher Sprachgebräuche – mit bestimmten Begriffen werden unterschiedliche Erwartungshaltungen oder Befürchtungen konnotiert – ebenso ein wie gänzlich alternative Problemformulierungen (vgl. Grunwald 2000, S. 222; Schmidt/Grunwald 2005, S. 10).

2.2 Qualitätskontrolle in der transdisziplinären Forschung

Die Erarbeitung von Lösungsvorschlägen für den außerwissenschaftlichen Bereich, d.h. für gesellschaftliche und politische Entscheidungsprozesse, ist konstitutiv für transdisziplinäre Forschung. Diese praktische Bedeutung in der Lebenswelt ist gleichzeitig die Begründung dafür, dass transdisziplinäre Forschung einer besonderen Qualitätskontrolle bedarf: „Wissenschaft begibt sich aus der geschützten Nische der vermeintlichen Wertfreiheit heraus, übernimmt eine politische Rolle in der Definition von gesellschaftlichen Problemen und wird in ihren Gelingenskriterien und Qualitätsmaßstäben abhängig vom außerwissenschaftlichen Umfeld“ (Grunwald 1999, S. 33).

Damit wird offensichtlich, dass durch den außerwissenschaftlichen Bezug neue Herausforderungen an die Qualitätskontrolle gestellt werden. Zunächst sollte aber festgehalten werden, dass interdisziplinäre und transdisziplinäre Forschung auf disziplinärer Forschung aufbaut (vgl. Mittelstraß 2005, S. 22f.). Insofern muss auch eine disziplinäre Qualitätskontrolle Bezug nehmend auf die disziplinären Qualitätsstandards gewährleistet sein. „Die klassischen wissenschaftlichen Qualitätskriterien, wie beispielsweise intersubjektive Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse, Verwendung von Methoden, die der Fragestellung angemessen sind und Offenlegung normativer Annahmen, verlieren auch in der transdisziplinären Forschung nicht an Geltung. Sie bedürfen aber einer Ergänzung, welche die Charakteristika dieser besonderen Forschungsform aufgreift“ (Büttner et al. 2004, S. 155f.).

Wie diese Ergänzung aussehen soll, ist schwer zu sagen. Die im vorherigen Abschnitt beschriebenen „Relevanzüberlegungen für Systemkonstitution und Modellierung“ (Grunwald 1999, S. 37), also welche Aspekte der Problemstellung und deren gesellschaftlichen und politischen Kontext ‚transformiert‘ man in die transdisziplinäre Fragestellung, bedürfen der besonderen Qualitätskontrolle. „Falsche Weichenstellungen auf dieser Relevanzebene können durch noch so gute Arbeit kaum mehr ausgeglichen werden“ (Decker/Grunwald 2001, S. 46; Grunwald 1999, S. 37). Für die Zusammenarbeit zwischen den Disziplinen im transdisziplinären Prozess gilt es eine „pragmatische Kompatibilität“ (Decker/Grunwald 2001, S. 46f.; Grunwald 1999, S. 38) zu erreichen. D.h. die Wahl der verwendeten disziplinären Methoden muss in der Art kompatibel sein, dass ihr Zusammenspiel die Erarbeitung außerwissenschaftlicher Problemlösungen zulässt. Damit ist die Auswahl der einzelnen Methode nicht allein aus disziplinärer Perspektive zu rechtfertigen. Eine Voraussetzung für die Möglichkeit der Qualitätskontrolle ist dabei, dass diese Relevanzentscheidungen und die Kombination disziplinärer Arbeitsweisen in pragmatischer Kompatibilität transparent sind und damit kritisierbar entschieden werden (vgl. Decker 2000, S. 162).

Bezugspunkt für die Qualitätskontrolle in der transdisziplinären Forschung, die über die disziplinäre Qualitätskontrolle hinausgeht, ist die ursprüngliche Problemdefinition: ‚Qualität‘ wird gerechtfertigt durch ‚Problemlösungspotenzial‘. Da diese Problemdefinition aber aus der Lebenswelt und somit aus dem außerwissenschaftlichen Bereich stammt, ist auch die Rechtfertigung nur in Bezug auf außerwissenschaftliche, d.h. gesellschaftliche, politische Argumente möglich². Armin Grunwald sieht daher gerade an dieser Stelle der „vor-empirischen Festlegungen“ (Grunwald 2000, S. 230) eine Pflicht für partizipative Methoden und damit für die Beteiligung von wissenschaftsexternen Interessenvertretern, Betroffenen, Bürgern und/oder Laien. Auch im Rahmenkonzept der Post-normal Science wird diese Auffassung vertreten, denn die ‚extended Peer Group‘, die für die Qualitätskontrolle ‚zuständig‘ ist, soll methodische Ähnlichkeiten zur Bürgerjury, zu Fokus-Gruppen und Consensus-Konferenzen haben (vgl. Guimaraes Pereira/Funtowicz

2 Der Nachweis dieser ‚Wirkung‘ im lebensweltlichen Bereich ist schwer zu erbringen (vgl. Pregernig 2007).

2005, S. 75). Ähnlich argumentiert die Mode-2-Wissensproduktion und mahnt eine Erweiterung der „Scientific Peers“ an (vgl. Nowotny et al. 2003, S. 187).

3. Problemanalyse in einem TA-Projekt zur Robotik

Die Gestaltung von transdisziplinären Forschungsprojekten erfolgt gemeinhin in unterschiedlichen Phasen, wie zum Beispiel: „1. problem structuring and goal formation, 2. systematic status quo analysis, 3. anticipation, 4. assessment“ (Scholz et al. 2006, S. 228). Im Folgenden wird auf ein ganz ähnliches ‚Phasenmodell‘ Bezug genommen, welches insbesondere die soeben genannte erste Phase noch etwas detaillierter darstellt. Der schematische Ablauf wurde in dem EU-Projekt „Technology Assessment in Europe. Between Method and Impact“ (TAMI) entwickelt (vgl. Bütschi et al. 2004). Er sieht eine Situations-/Problemanalyse vor, mit daraus abgeleiteter Zielfindung für ein transdisziplinäres Projekt, welches dann anschließend so konzipiert (‚designed‘) wird, dass es diesen Ansprüchen gerecht werden kann. Der Vorteil, sich auf die TAMI-Problemanalyse zu beziehen, besteht insbesondere darin, dass dort bereits konkrete Dimensionen der Problemanalyse erarbeitet wurden, die im Weiteren zunächst allgemein und dann am Beispiel einer Technikfolgenabschätzung zur Robotik dargestellt werden.

3.1 Issue-Dimension

Typischerweise lässt sich eine konkrete wissenschaftlich-technische Entwicklung identifizieren, die mit Hilfe eines TA-Prozesses beurteilt werden soll. Die Situationsanalyse hängt von dieser wissenschaftlich-technischen Entwicklung ab. Es ist ein Unterschied, ob eine dezentral entwickelte Technik – beispielsweise das Internet und die damit verbundenen Nutzungsmöglichkeiten – untersucht wird oder ob eine ‚Großtechnik‘ – beispielsweise eine Raumstation oder einen Fusionsreaktor – beurteilt werden soll. Die Situation ändert sich hier mit dem Grad der Möglichkeit, den Entwicklungsprozess gestalten zu können. Das ist auch der Fall, wenn man statt einer konkreten wissenschaftlich-technischen Entwicklung eine bestimmte Domäne mit einem TA-Prozess untersucht, innerhalb derer dann verschiedene technische Entwicklungen beurteilt werden. ‚e-Commerce‘, ‚e-Health‘ und ‚zukünftige Energiesysteme‘ sind Beispiele für solche Domänen, die ebenfalls mit unterschiedlichen Problemlagen verbunden sind.

In unserem *Fallbeispiel: Roboter* stellen eine besondere Art der Automation dar. Zunächst könnte man unbedarft fragen: Was macht einen bestimmten Automat zu einem Roboter? Warum spricht man in Fertigungszusammenhängen manchmal von Maschinen und manchmal von Automaten und manchmal von Robotern?

In den 1990er Jahren wurden durch den Einsatz von Lernalgorithmen und neuartigen Programmier-techniken ‚autonome‘ Roboter gebaut. Diese verfügten über eine Reihe von Grundfähigkeiten, die sie in die Lage versetzten, in ihrer Umwelt Handlungen auszuführen. Zu diesen Grundfähigkeiten gehörten beispielsweise die Möglichkeit der (Fort-)bewegung, die häufig durch Räder realisiert wurde. Alternativ wurden auch ‚natürliche‘ Fortbewegungsarten kopiert durch die Konstruktion von Beinen, Flügeln, Schuppen, Flossen, u.ä. Die Möglichkeit der Wahrnehmung wurde durch Kameras und andere Sensoren implementiert, aus deren Daten ein Modell der Umwelt erstellt wurde. Der dritte wichtige Aspekt bestand in der Möglichkeit zu lernen, wobei das Lernen von Bewegungsabläufen, das Lernen der Interpretation des Weltmodells und das Lernen reflexiver Betrachtungsweisen – z.B. wie sich ein Roboter selbst in seine Umwelt einordnet – als die bedeutendsten Bereiche angesehen wurden.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen handelt es sich also um eine technikinduzierte Fragestellung der Art, ob die autonomen Roboter technisch eine neue Qualität darstellen, die einer Begleitforschung durch TA bedarf.

3.2 Politische Dimension

Die Problemlage hängt auch von der konkreten politischen Situation ab, in der sich eine technische Entwicklung vollzieht. Das wird besonders dann deutlich, wenn die politische Debatte um eine technische Entwicklung bereits begonnen hat. Dann kann, ganz im Sinne des Gründungsgesetzes des OTA, eine Strukturierung der Debatte zur Vorbereitung der politischen Entscheidung als Beratungsbedarf konstatiert werden. Die politische Problemdimension kann sich aber auch dadurch auszeichnen, dass eine technische Entwicklung überhaupt erst in die Wahrnehmung der Politik gerückt werden muss. Anders sieht die Problemlage nach einer politischen Entscheidung aus. Das Problem besteht dann in der Erarbeitung von Erfolg versprechenden Umsetzungsoptionen. Wieder anders geartet ist das Problem im Falle einer politischen Blockadesituation, falls es gilt, zwischen den gesellschaftlichen Verhandlungspartnern verhärtete Fronten aufzuweichen.

Mitte der 1990er Jahre fanden keine politischen Debatten zum Thema Robotik statt. In den späten 1970er Jahren bis Mitte der 1980er waren Industrieroboter in Zusammenhang mit Arbeitsschutzfragen und auch mit wirtschaftlichen Analysen zur Beeinflussung des Arbeitsmarktes Thema von Technikanalysen. Roboter wurden anstatt menschlicher Arbeitskräfte eingesetzt. Somit wurden durch Robotereinsatz Arbeitsplätze reduziert (vgl. Christaller et al. 2001, S. 13ff.). Es handelt sich also um die Fragestellung, ob durch autonome Robotersysteme ein Handlungsbedarf seitens der Politik besteht und somit ggf. um politisches ‚Agenda Setting‘.

3.3 Gesellschaftliche Dimension

Eine ähnliche Bandbreite lässt sich für die gesellschaftliche Perspektive auf die technische Entwicklung oder Domäne feststellen. Zunächst stellt sich die Frage, wie die Technik in der Öffentlichkeit wahrgenommen wird. Wurde die Technik überhaupt schon wahrgenommen? Findet man sie in der Berichterstattung der Massenmedien? Wenn die Technik bereits wahrgenommen wurde, wie lässt sich diese Wahrnehmung einschätzen? Ist sie verbunden mit Faszination oder mit Ablehnung und Misstrauen? Werden eher die Chancen oder eher die Risiken einer Technik wahrgenommen?

Wenn es bereits eine breite gesellschaftliche Diskussion gibt, dann ergibt sich die Frage nach den leitenden Akteuren in dieser Diskussion. Welche gesellschaftlichen Werte sind im Spiel? Techniken, die tief verankerte Werte berühren, wie sie beispielsweise in Zusammenhang mit dem Anfang oder auch dem Ende menschlichen Lebens vorzufinden sind, sind mit anderen Problemlagen verbunden als Techniken, die sich im Bereich neuer Materialien mit der Verbesserung bisher nicht veränderbarer Materialeigenschaften beschäftigen. Verbunden mit der Fragestellung nach den Werten ist auch die Frage nach der Möglichkeit von und ggf. dem Umgang mit gesellschaftlichen Konfliktsituationen.

In der gesellschaftlichen Debatte zur Robotik konnte man zwei unterschiedliche Diskussionsstränge beobachten. Der eine Diskussionsstrang kann als ‚Ausklang‘ der Arbeitsplatz-/Arbeitsschutzdiskussion aus den 1970/80er Jahren gesehen werden. Der andere Diskussionsstrang kann eher als aufgeschlossenes Interesse beschrieben werden. Das Bild von autonomen Robotern ist durch Science-Fiction-Literatur und -Filme geprägt und somit hauptsächlich positiv konnotiert. Vorführungen von Robotern in Museen als Museumsführer oder als Fußballspieler erfreuen sich hoher Belieb-

heit. Es gibt keine Ängste, sondern, bezogen beispielsweise auf aus Science-Fiction-Filmen bekannte Robotersysteme wie DATA oder P3PO, eine gewisse Enttäuschung bezüglich der faktischen Performanz moderner Robotersysteme.

3.4 Innovationsdimension

Auch der Grad der Entwicklung der zu beurteilenden Technik hat unterschiedlichen Beratungsbedarf zur Folge. Entlang der Innovationskette ‚frühe F&E-Phase‘, ‚industrielle F&E-Phase‘, ‚am Markt eingeführte Technik‘, ‚weit verbreitete Technik‘ und ‚gesellschaftlich verwurzelte Technologie‘ lassen sich jeweils andere Problembereiche identifizieren, ebenso wie andere Interessenvertreter und betroffene gesellschaftliche Gruppen. Die Wahrnehmung in der Öffentlichkeit nimmt mit dem Fortschreiten der Innovationskette zu und auch die Möglichkeiten der Gestaltung der Technik verändern sich drastisch.

Der Innovationsgrad autonomer Robotersysteme unterscheidet sich in den unterschiedlichen Anwendungsbereichen. Grob kann man diese danach unterscheiden, ob das Robotersystem in seinem Handlungskontext mit ‚unbeteiligten Dritten‘ in Kontakt kommen kann, wie dies z.B. bei Service-Robotern an Bahnhöfen oder in Krankenhäusern der Fall wäre, oder ob er in einem Handlungszusammenhang eingesetzt wird, der räumlich oder auch zeitlich das Zusammentreffen mit unbeteiligten Dritten ausschließt. Letztere Roboter könnten als mobile Industrieroboter kategorisiert werden, da ähnlich wie bei fest installierten Industrierobotern nur mit den Funktionen des Roboters vertraute Personen im Umfeld des Roboters agieren. Roboter, in deren Handlungskontext unbeteiligte Dritte eine Rolle spielen, sind in der Prototyp-Phase der Forschungslabore der Robotik- und Künstlichen Intelligenzforschung zu finden. Autonome Robotersysteme der zweiten Art (mobile Industrieroboter) haben bereits Marktreife erreicht und werden eingesetzt.

Wie bereits erwähnt, schließt sich an die Problemanalyse die Formulierung des Ziels an, welches durch das transdisziplinäre Projekt erreicht werden soll. Entsprechend der Problemanalyse liegt der Schluss nahe, dieses Ziel als eine klassische Technikfolgenabschätzung zu beschreiben: „Erforschung von Folgen autonomer Robotersysteme“ durch eine interdisziplinäre, wissenschaftliche Expertendiskussion, die zur Entwicklung konkreter Handlungsempfehlungen für Politik, Wissenschaft und interessierte Öffentlichkeit führt. Es geht also zunächst darum, eine umfassende Analyse des technischen status quo zu erstellen und sich einen Überblick über mögliche Folgen dieser technischen Entwicklungen zu verschaffen. Zunächst ist also Wissen zu generieren. Folgt man der TAMI-Struktur einen Schritt weiter, so gilt es danach, das konkrete Projekt zu ‚designen‘. Für die Wissensgenerierung wäre dem Vorschlag zu folgen, eine interdisziplinär besetzte Expertengruppe einzuberufen, die das Thema diskutiert und Handlungsempfehlungen entwickelt³. Für die konkrete Implementierung einer solchen Expertengruppe müssen Fragen folgender Art beantwortet werden: Welche wissenschaftlichen Disziplinen sollen in der Diskussion vertreten sein? Welche Expertinnen oder Experten vertreten diese Disziplinen in der Diskussion? Wie wird das außerwissenschaftliche Problem in ein wissenschaftlich bearbeitbares Arbeitsprogramm transformiert? Für die Beantwortung dieser Fragen ist gemeinhin ein Vorprojekt sinnvoll, wie es im Folgenden – das Beispiel der Robotik fortführend – beschrieben wird.

3 Diese Methode der Expertengruppen („Projektgruppenprinzip“) wird in Zusammenhang mit TA beispielsweise an der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler GmbH angewendet und spiegelt allgemein die methodische Vorgehensweise von wissenschaftlichen Akademien wider.

4. Vor-Projekt

Das Vorprojekt dient der weiteren Strukturierung des ursprünglichen Problems. Diese Strukturierung hat den Zweck, als Grundlage für die Auswahl der wissenschaftlichen Disziplinen zu dienen, die zu der Entwicklung von Lösungen beitragen sollen. Die obige Problemanalyse muss für diesen Zweck auf einzelne disziplinäre Fragestellungen ‚heruntergebrochen‘ werden.

4.1 Interdisziplinäre Fragestellung

Geht man davon aus, dass Menschen Roboter entwickeln, um bestimmte Handlungsziele zu erreichen, so kann der künstliche Agent in diesem Zusammenhang als Mittel zum Zweck angesehen werden. Sollte es umgekehrt nicht gelingen, einen Roboter zur Durchführung einer Handlung zu entwickeln, so bleibt das Handlungsziel unverändert und der Mensch wird es auf andere Art und Weise verfolgen. In diesem Sinne kann ein Roboter menschliche Fähigkeiten ersetzen, und aus der Sicht der Technikfolgenbeurteilung wäre die Frage nach der Ersetzbarkeit des Menschen zu stellen. Aus robotischer Perspektive geht es dabei meist ‚nur‘ um eine Ersetzung menschlicher Teilfähigkeiten.

In diese Fragestellung gehen die Perspektiven verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen ein. Die Sicht der Robotik kann zunächst nur eine *technische Ersetzbarkeit* des Menschen beurteilen. Die Basis dieser Beurteilung wird im Allgemeinen aus einem Anforderungskatalog bestehen, der sich aus der speziellen Anwendung ableitet. Ein Staubsaugroboter muss in erster Hinsicht Staub saugen können. Das ist sein Hauptzweck. Daneben muss er noch andere Kriterien erfüllen, die man sich als eine Art technische Check-Liste vorstellen kann. Diese könnte beispielsweise beinhalten, dass er ein Wohnzimmer in einer vorgegebenen Zeit gesaugt haben soll, dass er nicht zu laut ist, dass er beim Staubsaugen keine Gegenstände beschädigt, dass er die gesamte zu reinigende Fläche erfasst, dass er selbstständig die Akkumulatoren auflädt etc. Hat sich ein potenzieller Käufer eine solche Check-Liste erstellt, kann er ein konkretes Robotersystem technisch beurteilen. Indirekt wird er das durch einen Vergleich des Robotersystems mit der Handlung tun, die bisher zum Erfüllen des Zwecks ‚sauberes Wohnzimmer‘ nötig war: dem Führen des Staubsaugers per Hand.

Die *ökonomische Betrachtungsweise* muss berücksichtigen, wann sich eine Ersetzung aus betriebswirtschaftlicher bzw. volkswirtschaftlicher Sicht ‚lohnt‘. Bezieht man diese Fragestellung beispielsweise auf einen Fensterputzroboter, dann wäre zu klären, ab welcher Größe einer Fensterfläche ein Fensterputzroboter kostengünstiger arbeitet als ein menschlicher Fensterputzer. Dabei wird aus unternehmerischer Sicht eine Vollkostenrechnung angestrebt. Roboter werden nicht krank, brauchen keine Pause, müssen aber gewartet werden und haben vergleichsweise hohe Anschaffungskosten. Auch wenn Teilaspekte der Handlung nicht durch den Roboter erfüllt werden (können), ist das in der Kostenrechnung zu berücksichtigen. Aus volkswirtschaftlicher Perspektive gilt es, sich um die Frage zu kümmern, was es bedeutet, wenn auf einmal alle menschlichen Fensterputzer durch Roboter ersetzt würden. Welche Folgen wären damit für den Arbeitsmarkt zu erwarten?

Die *Rechtswissenschaften* entscheiden, wer die Verantwortung für ausgeführte Handlungen des künstlichen Agenten trägt, was beispielsweise bei Haftungsfragen eine Rolle spielen kann. Wer haftet, wenn der autonom fahrende Roboter Gegenstände beschädigt oder Personen verletzt? Welche Rolle spielt in diesem Zusammenhang ein Lernalgorithmus? Denn wenn ein Roboter lernen kann, dann bedeutet dies, dass sein Entwickler, nachdem der Roboter die Produktion verlassen hat, keine Vorhersagen mehr über konkrete Handlungen des Roboters abgeben kann, da er nicht

wissen kann, was der Roboter inzwischen alles gelernt hat. Hat das Konsequenzen für die Produkthaftung? Muss der Roboterkäufer – obwohl kein Robotikexperte – die Verantwortung für das vom Roboter ‚Gelernte‘ übernehmen? Darüber hinaus können autonome Serviceroboter auch Menschen ‚begegnen‘, die keine Roboterexperten sind. Müssen diese Menschen in die Lage versetzt werden, erkennen zu können, was der Roboter als nächstes tut?

Direkt gekoppelt sind diese Sichtweisen mit *moralischen Aspekten*, aus denen *ethische Normen* entwickelt werden können, anhand derer die Ersetzung des Menschen beurteilt werden kann. Gibt es Anwendungsbereiche, in denen wir Menschen es nicht wollen, dass der menschliche Akteur durch einen Roboter ersetzt wird? Solche Anwendungsbereiche könnten zum Beispiel die Krankenpflege oder die Erziehung von Kindern sein. Welche transsubjektiv nachvollziehbaren Gründe sind dafür anzugeben? Insbesondere im Bereich der Serviceroboter, einem der wichtigsten Anwendungsbereiche autonomer Roboter, stellt sich die Frage nach der Bewertung der sekundären menschlichen Fähigkeiten. Schließlich sind mit dem Begriff Dienstleistung nicht nur Attribute wie Funktion, Rentabilität, Sicherheit und Zuverlässigkeit verbunden, sondern auch Freundlichkeit, Kommunikationsfähigkeit und Verständnis.

4.2 Auswahl der relevanten wissenschaftlichen Disziplinen

Nach dieser groben Darstellung der multidisziplinären Fragestellung könnte man zunächst festhalten, dass Expertinnen und Experten⁴ aus den Bereichen Robotik, Ökonomie, Rechtswissenschaften und Ethik nötig sind, um Antworten entwickeln zu können. Bei genauerer Betrachtung lassen sich schließlich weitere Disziplinen benennen, die für die Fragestellung relevant sind – besonders dann, wenn man auch die Subdisziplinen der klassischen ‚universitären‘ Disziplinen berücksichtigt. Das soll anhand von drei Beispielen erläutert werden.

Die Künstliche Intelligenz-(KI-)Forschung ist für die Entwicklung ebenso von zentraler Bedeutung wie die Robotik. Versteht man die Robotik vereinfacht als für die Hardware-Entwicklung zuständig, dann entwickelt die KI-Forschung die Software, d.h. die Steuerungsprogramme autonomer Robotersysteme. Man benötigt also in der Projektgruppe auch einen KI-Forscher.

Ein besonders interessanter Zweig der Robotik ist die Prothetik. Hier gibt es bereits Forschungen zur Kopplung von technischen Systemen mit dem Nervensystem von Menschen. Damit könnte der ‚Königsweg‘ in der Prothesensteuerung eingeschlagen werden, nämlich die Prothese mit denjenigen Nerven ‚anzusteuern‘, die zuvor für die Bewegung des noch vorhandenen Körperteils ‚zuständig‘ waren. Also wird auch ein Experte für Neuroprothetik benötigt.

Im juristischen Bereich sind neben den bereits erläuterten Haftungsfragen auch Aspekte des Rechtsvergleichs von Bedeutung. Die europäische Perspektive wird für TA-Projekte immer relevanter, weil sich die Frage stellt, ob beispielsweise eine ausschließlich nationale Regulierung sinnvoll ist. Daher gilt es, durch Rechtsvergleiche auf Unterschiede in den verschiedenen nationalen Rechtssystemen hinzuweisen. Hieraus könnte ein Regelungsbedarf auf Europäischer Ebene resultieren. Somit werden auch Experten für einen Rechtsvergleich unverzichtbar.

Mit diesen Beispielen soll gezeigt werden, dass man in jeder der für relevant befundenen wissenschaftlichen Disziplinen noch Sub-Disziplinen findet, die für die Beantwortung der Frage von Belang sind. Seitens der Technikfolgenabschätzung ergibt sich daraus ein Dilemma. Einerseits sollen

4 Im Folgenden wird der Einfachheit halber nur die männliche Form verwendet, es sind aber jeweils beide Formen gemeint.

alle wissenschaftlichen Disziplinen, die für relevant befunden wurden, in dem Diskussionsprozess beteiligt werden. Nur so kann eine umfassende Analyse, aber auch Legitimation für die erarbeiteten Ergebnisse erreicht werden. Andererseits fordert die Intensität einer interdisziplinären Diskussion, dass die Anzahl der insgesamt Teilnehmenden begrenzt wird. Zehn Experten stellen in diesem Zusammenhang schon fast eine Obergrenze dar. Im Projektgruppenprinzip wird dieses Dilemma dadurch gelöst, dass man unterschiedliche Grade der Relevanz der einzelnen (Sub-)Disziplinen feststellen kann. Das heißt, man macht eine Art ‚Ranking‘ der wissenschaftlichen Disziplinen nach dem Grad ihrer Relevanz für die konkrete Problemstellung. Diesen unterschiedlichen Graden der Relevanz stellt man unterschiedliche Grade der Beteiligung an der interdisziplinären Diskussion gegenüber.

- *Voll-Mitglieder* der Projektgruppe werden Experten aus denjenigen Disziplinen, für die der höchste Grad der Relevanz für das Thema festgestellt wird. In unseren drei Beispielen ist das die KI-Forschung. Die Beurteilung der Möglichkeiten der Ausgestaltung der Steuerungsprogramme autonomer Robotersysteme ist von zentraler Bedeutung für das Projekt.
- Der *zweite* Grad der Beteiligung ist das Verfassen einer ergänzenden Studie. Der Autor dieser Studie nimmt nur an wenigen Sitzungen der Projektgruppe teil, z.B. wenn die Fragestellung seiner Studie in der Projektgruppe diskutiert wird, oder wenn er die Ergebnisse der Studie präsentiert und mit den Voll-Mitgliedern diskutiert. Dieser Weg wurde für das zweite Beispiel, den Rechtsvergleich eingeschlagen. Der Schwerpunkt der rechtlichen Analyse wurde also auf die Beurteilung der Haftungsfragen gelegt, d.h. ein Rechtsexperte für dieses Thema wurde Voll-Mitglied, ein Rechtsexperte für Rechtsvergleich wurde für eine vergleichende Studie engagiert.
- Der *dritte* Grad der Beteiligung ist die Teilnahme an einer oder mehreren Sitzungen. In diesen Sitzungen widmen sich dann alle Vollmitglieder der Analyse einer konkreten Teilfrage und binden diese in ihre Argumentation ein. Für das Robotikprojekt wurde entschieden, die Möglichkeiten des direkten Anschlusses von Robotiksystemen an das menschliche Nervensystem auf diese Art und Weise zu behandeln, diesen Aspekt somit nicht in das Zentrum der Diskussion zu rücken. Das wurde damit gerechtfertigt, dass diese (erste) Studie sich mit Robotik im Allgemeinen befassen sollte. Diese übergeordnete Perspektive ist mit der detaillierten Betrachtung von einzelnen Entwicklungslinien in der Robotik nur schwer zu vereinen.

Um dennoch in der Lage sein zu können, die in der Projektgruppe entwickelten Argumentationen an verschiedenen Fallbeispielen zu explizieren, wurde der Anwendungsbereich der medizinischen Robotik ausgewählt. Im medizinischen Bereich gibt es sowohl interessante robotische Entwicklungen als auch zwischenmenschliche Beziehungen, wie beispielsweise das Arzt-Patienten-Verhältnis oder das Pflegeverhältnis. Darüber hinaus existieren Anwendungsbereiche, in denen auch ‚unbeteiligte Dritte‘, etwa Besucher eines Krankenhauses, in dem Service-Roboter eingesetzt werden, mit den Robotern in Kontakt kommen können. Schließlich stellt das Gesundheitssystem einen interessanten ökonomischen Rahmen dar, in dem nicht ausschließlich Marktfaktoren eine Rolle spielen, sondern auch der Staat aktiv regulierend als Akteur in Erscheinung tritt.

4.3 Auswahl der Experten

Nachdem das Feld in dieser Art und Weise präpariert ist, steht die Auswahl der Experten aus den für relevant befundenen wissenschaftlichen Disziplinen an. Hier muss, auch in Bezug auf die oben skizzierten wissenschaftlichen Qualitätskriterien, ein Schwerpunkt auf der disziplinären Expertise

liegen. Es ist eine notwendige Bedingung für gute interdisziplinäre Forschung, dass ihre disziplinären Anteile den Qualitätsstandards der jeweiligen wissenschaftlichen Disziplin genügen. Diese können, auch wenn ab und an einige Einzelfälle der nicht optimalen Funktion ans Tageslicht kamen⁵, als wohl etabliert (Peer-Review-Verfahren oder ähnliches) und akzeptiert angenommen werden.

Da aus oben angeführten diskurs-ökonomischen Gründen im Allgemeinen nur ein Experte aus den für relevant befundenen Disziplinen Vollmitglied der Projektgruppe wird, sollte dieser Experte in der Lage sein, ‚seine‘ Disziplin in der interdisziplinären Diskussion in einer gewissen Breite vertreten zu können. Dazu gehört auch, dass er die Argumentation von Strömungen innerhalb seiner Disziplin, denen er nicht angehört, in den interdisziplinären Prozess einspeist. Das erfordert zum Einen einen überdurchschnittlich guten Überblick über die eigene Disziplin und zum Anderen die Fähigkeit, die in der eigenen Disziplin stattfindenden wissenschaftlichen Kontroversen mit einem gewissen Abstand zum eigenen Standpunkt beurteilen zu können. Letzteres kann für jüngere Wissenschaftler, für deren (disziplinäre!) Karriere es wichtig ist, sich über die Profilierung des eigenen Standpunkts in der Disziplin zu etablieren, eine besondere Schwierigkeit darstellen. Insofern kann man verallgemeinernd festhalten, dass für interdisziplinäre Diskussionen besser Wissenschaftler in Frage kommen, die bereits in ihrer Disziplin etabliert sind und unter diesen dann diejenigen, die sich in ihrer Community einer größeren Wertschätzung erfreuen, also beispielsweise bei den Jahrestagungen ihrer wissenschaftlichen Community Keynote-Vorträge halten oder in die Gremien der jeweiligen wissenschaftlichen Gesellschaften gewählt werden.⁶

Im Allgemeinen sind diese aus ihrer Community ‚herausragenden‘ Wissenschaftler ohnehin gern bereit, ihre Disziplin nach außen zu vertreten. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass sich die Anforderungen in einer interdisziplinären Diskussion deutlich von anderen, z.B. wissenschaftspolitischen, Anforderungen der ‚Repräsentanz‘ unterscheiden. Während beim Blick über die disziplinären Grenzen häufig ein Verteidigen der eigenen disziplinären Pfründe im Vordergrund stehen muss, ist in der interdisziplinären Diskussion ein disziplinadäquates Reagieren auf wissenschaftliche Inputs anderer Disziplinen gefragt. Das erfordert eine besondere Offenheit gegenüber ‚anderen Arten‘ von Fragestellungen und die Bereitschaft, die einer Disziplin zugrunde liegenden wissenschaftlichen Annahmen offenzulegen und gegebenenfalls bezüglich ihrer Adäquatheit im interdisziplinären Kontext zu hinterfragen. Diese Anforderungen sollten jedem Experten vor dem Beginn der Diskussion erläutert werden.⁷

Praktisch endet dieser Auswahlprozess mit der Nennung von zwei bis drei Experten aus jeder Disziplin, die für die interdisziplinäre Diskussion in Frage kommen.

5 Das gilt beispielsweise für den Physiker Jan Hendrik Schön im Jahr 2002 oder den Klonforscher Woo-suk Hwang im Jahr 2005.

6 Mit der ‚Größe‘ der Namen auf der interdisziplinären Studie steigen auch die Wahrnehmung und die Legitimation der Studie bei den Adressaten. Ein Aspekt, der für die TA-Einrichtung durchaus von Bedeutung ist.

7 In der Konzeption der Rationalen Technikfolgenbeurteilung geht es in diesem Zusammenhang um die Erzielung eines prädiskursiven Einverständnisses, in dem im Wesentlichen die Voraussetzungen für argumentative Rede festgehalten sind und das auch die ‚Last‘ der Letztbegründung als Startpunkt von Argumentationsketten wegnimmt (vgl. Gethmann 1979; Grunwald 1998). Noch etwas voraussetzungsreicher ist das so genannte prädeliberative Einverständnis (vgl. Grunwald 2000), welches Relationen zum Beurteilungskatalog, zum Kontextwissen und zum Grad der Verallgemeinerungspflicht berücksichtigt.

5. Projektphase im Projektgruppenprinzip

Mit der Berufung der Experten und der Konstituierung der Projektgruppe beginnt das ‚eigentliche‘ Projekt. Es lässt sich gliedern in eine *Anfangsphase*, in der die verschiedenen disziplinären Perspektiven gesammelt und die wichtigsten Begriffsklärungen für das Projekt vorgenommen werden, in eine *mittlere Phase*, in der mit der Entwicklung der interdisziplinären Argumentationsketten begonnen wird, und schließlich in eine *Endphase*, in der diese Argumentationsketten hin zu den konkreten Handlungsempfehlungen an die Adressaten weiterentwickelt werden.

5.1 (Multidisziplinäre) Anfangsphase

Neben dem gegenseitigen Kennenlernen der Projektgruppenmitglieder ist diese Phase zwei Themen gewidmet. Zum einen werden die unterschiedlichen disziplinären Perspektiven auf die im Vorprojekt entwickelte Fragestellung abgefragt. Ziel ist es dabei, das Arbeitsprogramm der Projektgruppe gegebenenfalls nochmals zu modifizieren und dann zu fixieren. Bei dieser gemeinsamen Analyse der auf die Fragestellung bezogenen disziplinären Perspektiven kommt es dazu, dass einzelne, in den Schlüsseldisziplinen verwendete Begriffe (hier in der Robotik), in anderen Disziplinen nicht hinreichend bekannt sind, oder dass in den unterschiedlichen Disziplinen identische Begriffe verwendet werden, jedoch mit unterschiedlichen Konnotationen. So musste beispielsweise am Anfang des Projektes definiert werden, was im Rahmen des Projekts mit ‚Roboter‘ gemeint sein soll. Dabei geht es keineswegs nur darum, den ‚fachfremden‘ Disziplinen – Ökonomie, Jurisprudenz und Philosophie – zu verdeutlichen, was ihr Reflexionsgegenstand ist. Auch in den ‚betroffenen‘ Disziplinen KI-Forschung und Robotik ist häufig nicht eindeutig definiert bzw. sogar umstritten, was ein Roboter sein soll. Zum Beispiel musste die Frage geklärt werden, inwiefern Software-Agenten zu Robotern zu zählen sind oder ob sich ein Robotersystem durch einen bestimmten Grad der Komplexität von anderen technischen Systemen abhebt, wie beispielsweise von einem automatischen Garagentor, das sich auch als Zusammenspiel von Sensor, Steuerung und Aktuator beschreiben lässt⁸.

Ein Beispiel für die zweite Kategorie – nämlich identischer Begriffe, die in verschiedenen Disziplinen verwendet werden – ist das Wort ‚Autonomie‘. Es wird im Bereich der KI-Forschung und Robotik in Bezug auf autonome Robotersysteme verwendet, in der Philosophie und Jurisprudenz in Bezug auf Handlungen von Personen. Hier gilt es offen zu legen, welche Zuschreibungen in den einzelnen Disziplinen mit dem Attribut ‚autonom‘ verbunden sind und anschließend festzulegen, wie der Begriff im gemeinsamen Projekt – von allen gleichsinnig – verwendet werden soll.⁹

5.2 (Interdisziplinäre) Kernphase

Aus den disziplinären Perspektiven wird dann, durch die Diskussion mit den Experten der anderen Disziplinen, eine jeweils interdisziplinäre Perspektive entwickelt. Da jeder Experte ‚nur‘ Experte

8 Hierbei ist es nicht untypisch, dass auch der grundlegende Begriff (hier: Roboter in einer Studie zur Robotik) am Anfang eines interdisziplinären Projekts definiert werden muss. Zum einen geht es ganz pragmatisch darum festzulegen, was für die kommende Projektarbeit unter diesem zentralen Begriff von allen gleich verstanden werden soll. Da eine solche festsetzende Definition immer auch bestimmte Dinge ausschließt, ist diese grundlegende Definition des Untersuchungsgegenstandes von besonderer Wichtigkeit für das Projekt. In einem Projekt zum Thema „Nanotechnologie“ nahm die Diskussion der deskriptiven und normativen Argumente bezüglich der Definition dessen, was Nanotechnologie sein soll, so viel Raum ein, dass diese Phase der Projektarbeit als Teilprojekt ausgegliedert werden musste.

9 Nicht alle Begriffsfestlegungen sind so kontrovers, wie es die Beispiele andeuten. Viele beziehen sich auch auf den Sprachgebrauch in einer wissenschaftlichen Disziplin und müssen dann nur leicht modifiziert werden; z.B. ‚Roboterproduzent‘, ‚Roboterhalter‘ etc. im juristischen Teil der Studie.

in seinem Gebiet ist, gilt es in der Anfangsphase Verständnisschwierigkeiten auszuräumen, d.h., der disziplinäre Ausgangstext wird allgemeiner verständlich. In diesem Verständigungsprozess werden auch Bezugspunkte zwischen den Disziplinen herausgearbeitet, indem Fragen von einer Disziplin an die andere gestellt werden. Beispielsweise stellte sich aus der Sicht der Jurisprudenz die Frage, wie ein autonomes Robotersystem nach den Kategorien des Rechts einzuordnen sei. Übliche Kategorien sind hier ‚Automat‘, ‚Mensch/Person‘, ‚Tier‘, ‚Sache‘, ‚Erfüllungsgehilfe‘ etc. Das bedeutet, dass der KI-Forscher bzw. der Robotiker in seiner Perspektive auf die Fragen der Rechtswissenschaft eingehen und die Robotersysteme so beschreiben muss, dass der Rechtsexperte Hinweise für die Zuordnung in die für ihn relevanten Kategorien erhält.

Diese Ausrichtung der disziplinären Perspektive hin zur interdisziplinären Fragestellung stellt jeweils Herausforderungen an beide wissenschaftlichen Disziplinen. Zum einen muss der Rechtsexperte die seinen Kategorien zugrunde liegenden Unterscheidungsmerkmale für Nicht-Experten nachvollziehbar beschreiben und zum anderen muss der Techniker (KI-Forscher/Robotiker) seine technischen Systeme so beschreiben, dass auf diese Unterscheidungsmerkmale Bezug genommen wird. Beide Perspektiven sind somit gezwungen, die disziplinären Gepflogenheiten zu verlassen.

5.3 (Transdisziplinäre) Endphase

In der dritten und letzten Phase werden aus den interdisziplinär ausgerichteten disziplinären Perspektiven Handlungsempfehlungen abgeleitet. Die bisher in der interdisziplinären Diskussion zwar schon vorhandenen, aber noch nicht sortierten Argumente müssen in eine geschlossene Argumentationskette gegliedert werden, die als Begründung für eine konkrete Handlungsempfehlung an externe Entscheider herangezogen werden kann. Diese – nun am späteren Produkt der Projektarbeit orientierten – Überlegungen führen ihrerseits zu einer weiteren Verstärkung der interdisziplinären Ausrichtung der disziplinären Perspektiven. Es gilt, in der Argumentationskette auf das vorherige Argument, welches möglicher Weise aus einer anderen Disziplin stammt, Bezug zu nehmen und sein eigenes Argument so aufzubauen, dass es seinerseits interdisziplinär anschlussfähig wird. Aus der Sicht der TA-Einrichtung gilt es dabei folgende Ziele zu erreichen:

- Die Handlungsempfehlungen sollen adressatengerecht und vergleichsweise knapp formuliert sein und einen Hinweis auf den Gang der Argumentation geben, die zu der Handlungsempfehlung geführt hat.
- In den unterschiedlichen disziplinären Perspektiven wird der für diese Handlungsempfehlungen zugrunde liegende disziplinäre Aspekt so expliziert, dass die Herleitung den disziplinären Standards genügt.
- In den unterschiedlichen disziplinären Perspektiven werden darüber hinaus die Anschlüsse zu den anderen disziplinären Perspektiven hergestellt, so dass sich für den Leser der Studie die Möglichkeit ergibt, eine gesamte, disziplinübergreifende Argumentationskette nachzuvollziehen.

6. Qualitätskontrolle im Projektgruppenprinzip

Bei der Beschreibung des Projektgruppenprinzips wurde besonderer Wert darauf gelegt zu zeigen, dass sich die ursprünglich disziplinären Perspektiven auf die im Vorprojekt herausgearbeiteten Fragestellungen im Diskussionsprozess zu disziplinären Perspektiven mit interdisziplinärer Ausrichtung entwickeln. Dieser Entwicklungsprozess bedarf der Qualitätskontrolle in disziplinärer

und interdisziplinärer Hinsicht. Die disziplinäre Qualitätskontrolle wird anhand der in den einzelnen Disziplinen üblichen Standards vorgenommen. Das Peer Review stellt einen solchen Standard dar, der in den meisten wissenschaftlichen Disziplinen angewendet wird. Vereinfacht ausgedrückt ist mit einem Peer Review gemeint, dass zwei bis drei Experten aus derselben wissenschaftlichen Disziplin die Aussagen des Fachkollegen auf Plausibilität überprüfen.

Eine interdisziplinäre Qualitätskontrolle muss darüber hinaus auch jene, die Grenzen der einzelnen Disziplinen überschreitenden Anteile der interdisziplinären Forschung überprüfen. Bezugnehmend auf die im Projektgruppenprinzip geschilderten Grenzüberschreitungen muss insbesondere geprüft werden, ob aus der ‚eigenen‘ Disziplin heraus die ‚richtigen‘ Fragen gestellt wurden und ob auf die Fragen der jeweils ‚anderen‘ Disziplinen die eigene Disziplin die richtigen Antworten gegeben hat. Da sich dabei die richtigen Fragen und die richtigen Antworten aufeinander beziehen, muss die Qualitätskontrolle mit der Präsenz aller beteiligten wissenschaftlichen Disziplinen erfolgen und kann beispielsweise nicht durch die jeweils einzelne Begutachtung der einzelnen Texte geleistet werden. Um sich ein umfassendes Bild darüber zu verschaffen, ob aus der eigenen Disziplin heraus ‚richtig‘ gefragt wurde, muss der Evaluator auch die innerdisziplinäre Kritik an den Antworten aus den anderen Disziplinen anhören. Daran kann er herausarbeiten, wie man durch modifizierte Fragen leicht modifizierte Antworten hätte bekommen können oder ob man die Argumentation durch das Zuspitzen oder das Verbreitern einer Fragestellung verbessern könnte. Bei der Evaluation der Antworten ist es umgekehrt genauso relevant, die alternativen Fragen zu hören, die ein Evaluator in der anderen Disziplin formuliert, um die Bandbreite der daraus resultierenden Antworten aus der eigenen Disziplin abschätzen zu können.

Schließlich geht es bei der Qualitätskontrolle auch um die Problematik von Gutachten und Gegengutachten bzw. um das bereits genannte Expertendilemma. Das öffentliche Vertrauen in Expertenmeinungen leidet auch unter der stark verallgemeinernden Wahrnehmung, dass man „ja zu jedem wissenschaftlichen Gutachten auch ein entsprechendes, d.h. ebenso wissenschaftliches Gegengutachten bekommen könne“. Da der vorliegende Beitrag nicht der Ort sein kann, die Problematik des Expertendilemmas auszubreiten, sei nur darauf hingewiesen, dass mit der Konfrontation von Expertenmeinung und Gegenexpertenmeinung häufig eine Klarstellung über die unterschiedliche Bewertung innerhalb der Interpretationsspielräume erreicht werden kann. Die Qualitätskontrolle sollte daher auch vorsehen, Gegenexperten einzuladen, falls beispielsweise bei der Auswahl der Experten aus den jeweiligen Disziplinen verschiedene ‚Flügel‘ innerhalb einer Disziplin festgestellt wurden. Dabei ist nicht zu erwarten, dass sich die Vertreter der unterschiedlichen disziplinären Strömungen im interdisziplinären Kontext einen Konsens erarbeiten. Für den Fortgang der interdisziplinären Diskussion ist es aber bereits hilfreich, wenn Proponent und Opponent ihre Argumente vor der Jury aller anderen beteiligten Disziplinen austauschen. Diese können sich dann, selbst wenn sie die einzelnen Argumente nicht bis ins Detail verstehen, ein Bild von dem Ausmaß der möglichen Auswirkungen dieser disziplinären Kontroverse für die interdisziplinäre Unternehmung machen.

Die einzelnen Schritte der Qualitätskontrolle im Projektgruppenprinzip lassen sich wie folgt beschreiben:

- *Anfangsphase/Arbeitsprogramm*

Mit einem Kickoff-Meeting wird in der Anfangsphase des Projektes eine erste Qualitätskontrolle durchgeführt. Das Kickoff-Meeting findet zeitnah zur Konstituierung der Projektgruppe statt, allerdings erst nach einer ersten Meinungsbildung durch die Projektgruppe selbst. Zum Kickoff-Meeting werden im Wesentlichen Experten aus den gleichen wissen-

schaftlichen Disziplinen eingeladen, aus denen die Mitglieder der Projektgruppe stammen. Die externen Experten sollen ihre disziplinäre Herangehensweise an die ursprüngliche Fragestellung präsentieren, um so am Anfang der Projektphase die Diskussionsgrundlage zu verbreitern. Darüber hinaus sollen sie das Arbeitsprogramm kritisch begutachten, so dass diese Hinweise noch vor der endgültigen Festlegung durch die Projektgruppe einfließen können. Die Präsenz aller wissenschaftlichen Disziplinen ermöglicht den Experten aus den anderen Disziplinen, einen Eindruck davon zu erhalten, wo die Konfliktlinien in den jeweils anderen Disziplinen bezüglich der gemeinsamen Fragestellung liegen.

- *Mittlere Phase/Work in Progress*

Das sogenannte Midterm-Meeting sollte im Projektverlauf dann stattfinden, wenn sich die Projektgruppe erste Gedanken über die Handlungsempfehlungen gemacht hat, die sie als Ergebnis des Diskussionsprozesses präsentieren möchte. Da hier sowohl die disziplinäre Argumentation als auch die disziplinären Grenzen überschreitenden Frage- und Antwortspiele beurteilt werden sollen, werden zu dem Midterm-Meeting abermals wissenschaftliche Experten aus den Disziplinen eingeladen, die für das Projekt für relevant befunden worden waren.

- *Endphase/Handlungsempfehlungen*

Am Ende des Projektes beurteilt nochmals eine multidisziplinär besetzte Expertengruppe die Projektergebnisse. Hier wird insbesondere auch auf die Lückenlosigkeit der Argumentation hin zu Handlungsempfehlungen geachtet sowie auf allgemeine Qualitätsstandards ‚guter TA‘.

Die Projektleitung hat darauf zu achten, dass die Ergebnisse dieser ‚Evaluationsschleifen‘ in der Projektarbeit berücksichtigt werden. Das kann entweder durch die Übernahme der von den externen Experten geäußerten Argumente geschehen oder durch eine wohlbegründete Nicht-Berücksichtigung. Letztendlich führen diese verschiedenen Schritte der Qualitätskontrolle dazu, dass aus jeder Disziplin zwei bis drei Experten evaluierend am Beratungsprozess teilgenommen haben. Damit werden die üblichen disziplinären Qualitätsanforderungen erfüllt. Die interdisziplinäre Qualitätskontrolle wird im Wesentlichen durch den Evaluationsprozess gewährleistet.

7. Schlussbemerkungen

Betrachtet man abschließend exemplarisch eine der entsprechenden Handlungsempfehlungen, die in einem interdisziplinären TA-Prozess entwickelt werden, lässt sich die interdisziplinäre Verschränkung der disziplinär fundierten Argumente erkennen. In der Handlungsempfehlung zum Thema „Position des Menschen in der Steuerungshierarchie“ wurde formuliert: *„In den Kontexten der Robotik ist an der Zwecksetzungskompetenz von Personen grundsätzlich festzuhalten. Das damit verbundene Instrumentalisierungsverbot ist bei der Einrichtung der jeweiligen Entscheidungshierarchien zu berücksichtigen“*.

Bei der technischen Umsetzung der Entscheidungskompetenz kommt der Ausgestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle bzw. Programmsteuerung große Bedeutung zu. Damit Menschen die Verantwortung für das Funktionieren von Robotern übernehmen können, müssen diese Konstrukte bezüglich Durchschaubarkeit, Vorhersehbarkeit und Beeinflussung kontrollierbar sein. *„Es wird empfohlen, dass in allen Fällen, in denen Roboter eigene Entscheidungsspielräume erhalten, die betroffenen Personen darüber aufgeklärt werden und ihre ausdrückliche oder stillschweigende Zustimmung geben müssen. Insbesondere bei medizinischer Behandlung und Pflege soll die Verweigerung dieser Zustimmung eine Vetofunktion haben“* (Christaller et al. 2001, S. 220).

Diese Handlungsempfehlung wird getragen von den ethisch fundierten Überlegungen zum Instrumentalisierungsverbot, welches besagt, dass der Mensch in Handlungszusammenhängen nicht bloß als Mittel zum Zweck verwendet werden darf, sondern stets auch an der Zwecksetzungsaunomie des Menschen festzuhalten ist. Unmittelbar damit verbunden sind dann Anforderungen an die technische Umsetzung der Mensch-Maschine-Schnittstelle, welche wiederum auch rechtlichen Aspekten genügen muss. Mit der Vetofunktion kommt letztendlich auch eine Kosten-Nutzen-Überlegung ins Spiel, welche die ökonomische Perspektive tangiert.

Nicht alle Handlungsempfehlungen ‚atmen‘ diese interdisziplinäre Verwobenheit, es lässt sich aber dennoch vermuten, dass das die Art von wissenschaftlicher Expertise ist, die man in einem transdisziplinären Prozess erwartet. Wenn Arnim Wiek mit diesem Hinweis auf participation als „joint decision-making“ hinweist,¹⁰ ist zu wünschen, dass die darin involvierten Experten bereits in einem interdisziplinären wissenschaftlichen Diskurs geschult sind. Ansonsten – und das würde den transdisziplinären Diskussionsprozess zusätzlich belasten – müssten hier zunächst auch innerwissenschaftliche, aber disziplinäre Grenzen überschreitende Fragestellungen behandelt werden. Damit soll nicht zum Ausdruck gebracht werden, dass diese Behandlung nicht für alle Beteiligten interessant und vielleicht sogar Erkenntnis gewinnend wäre. Es sind eher diskursökonomische Aspekte und dann auch diskussionsvereinfachende Momente, wenn interdisziplinär vorinformierte disziplinäre Experten an der transdisziplinären Wissensgenerierung teilnehmen.

In diese Richtung zielt auch die abschließende Bemerkung. Es steht in den Konzepten zur transdisziplinären Forschung außer Frage, dass wissenschaftliches Wissen seinen Ort in der transdisziplinären Wissensgenerierung hat und haben soll. Nimmt man die Orientierung an lebensweltlichen Problemen ernst, dann ist aus wissenschaftlicher Perspektive in den seltensten Fällen nur eine universitäre Disziplin ‚zuständig‘. Die Erarbeitung eines Problemlösungsvorschlags bedarf der wissenschaftlichen Expertise aus mehreren Disziplinen. Interessanter Weise wird dieser wissenschaftlichen Wissensgenerierung in transdisziplinären Forschungsprozessen nur wenig methodische Beachtung geschenkt, und dabei, so soll an dieser Stelle argumentiert werden, auch etwas verschenkt.

Es konnte hier nicht ausgeführt werden, wie der beschriebene interdisziplinäre Expertendiskurs in einen transdisziplinären Forschungsprozess eingebunden werden könnte. Hierfür müsste gewiss nochmals die Definitionen transdisziplinärer Forschung zu Rate gezogen werden. Denn nach Mittelstraß könnte eine solche interdisziplinäre Unternehmung bereits transdisziplinär sein, weil für ihn Interdisziplinärität im recht verstandenen Sinne in Wahrheit Transdisziplinarität ist (vgl. Mittelstraß 1998, S. 44). Autoren der anderen oben genannten Definitionen würden mit dem Hinweis auf die komplett fehlenden partizipativen Elemente einer rein wissenschaftlich interdisziplinären Unternehmung keinerlei Transdisziplinarität zuschreiben. An dieser Stelle soll nur dafür argumentiert werden, dass es in einem bestimmten gesellschaftlichen Kontext für eine transdisziplinäre Wissensgenerierung durchaus sinnvoll sein kann, wenn man einen innerwissenschaftlichen interdisziplinären Diskussionsprozess vorschaltet oder diesen entsprechend im Projektverlauf integriert. Die wissenschaftliche Komponente im transdisziplinären Prozess wird durch interdisziplinär verwobene Argumente verbessert, und gegebenenfalls lässt sich aus der Unterschiedlichkeit der Handlungsempfehlungen, die einerseits aus der interdisziplinären Diskussion und andererseits aus dem transdisziplinären Prozess entstammen, einiges lernen.

10 „As a social process, knowledge generation in transdisciplinary case studies relies on the interactions of different agents from science on the one hand, and from other societal fields on the other“ (Wiek 2007, p. 53).

Literatur

- Bechmann, G.; Decker, M.; Fiedeler, U.; Krings, B.-J. (2007): Technology Assessment in a Complex World. In: *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, Vol. 3, No. 1, pp. 6-27
- Böschen, S.; Wehling, P. (2004): *Wissenschaft zwischen Folgenverantwortung und Nichtwissen*. Wiesbaden
- Bütschi, D.; Carius, R.; Decker, M.; Gram, S.; Grunwald, A.; Machleidt, P.; Steyaert, S.; Est, R. van (2004): The Practice of TA. Science, Interaction, and Communication. In: Decker, M.; Ladikas, M. (eds.): *Bridges between Science, Society and Policy. Technology Assessment – Methods and Impact*. Berlin a.o., pp. 13-55
- Büttner, T.; Leeb, A.; Schön, S. (2004): Qualität. In: Schophaus, M.; Schön, S.; Dienel, H.-L. (Hg.): *Transdisziplinäres Kooperationsmanagement. Neue Wege in der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Gesellschaft*. München, S. 155-163
- Burger, P.; Kamber, R. (2003): Cognitive Integration in Transdisciplinary Science. Knowledge as a Key Notion. In: *Issues in Integrative Studies*, No. 21, pp. 43-73
- Christaller, T.; Decker, M.; Gilsbach, J.-M.; Hirzinger, G.; Lauterbach, K.; Schweighofer, E.; Schweitzer, G.; Sturma, D. (2001): *Robotik. Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft*. Berlin u.a.O.
- Daschkeit, A. (2007): Zur Beurteilung transdisziplinärer Forschung. Hinweise auf Bücher zur Transdisziplinarität. In: *GAIA*, H. 1, S. 58-65
- Decker, M. (2000): Replacing Human Beings by Robots. How to Tackle that Perspective by Technology Assessment? In: Grin, J.; Grunwald, A. (eds.): *Vision Assessment: Shaping Technology in 21st Century Society. Towards a Repertoire for Technology Assessment*. Heidelberg a.o., pp. 149-166
- Decker, M.; Grunwald, A. (2001): Rational Technology Assessment as Interdisciplinary Research. In: Decker, M. (ed.): *Interdisciplinarity in Technology Assessment. Implementation and its Chances and Limits*. Berlin a.o., pp. 33-60
- Defila, R.; Di Giulio, A. (1999): Transdisziplinarität evaluieren – aber wie? In: *Panorama Sondernummer: Schwerpunktprogramm Umwelt*, Schweiz, S. 1-40
- Gethmann, C. F. (1979): *Proto-Logik. Untersuchungen zur formalen Pragmatik von Begründungsdiskursen*. Frankfurt am Main
- Gibbons, J. H.; Gwin, L. (1986): Technik und parlamentarische Kontrolle. Zur Entstehung und Arbeit des Office of Technology Assessment. In: Dierkes, M.; Petermann, Th.; Thienen, V. von (Hg.): *Technik und Parlament. Technikfolgenabschätzung: Konzepte, Erfahrungen, Chancen*. Berlin, S. 239-275
- Grunwald, A. (1998): Das prädiskursive Einverständnis. In: *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, Jg. 29, S. 205-223
- Grunwald, A. (1999): Transdisziplinäre Umweltforschung: Methodische Probleme der Qualitätssicherung. In: *TA-Datenbank-Nachrichten*, Jg. 8, Nr. 3-4, S. 32-39

- Grunwald, A. (2000): Technik für die Gesellschaft von morgen. Möglichkeiten und Grenzen gesellschaftlicher Technikgestaltung. Frankfurt am Main
- Guimaraes Pereira, A.; Funtowicz, S. (2005): Quality Assurance by Extended Peer Review: Tools to Inform Debates, Dialogues & Deliberations. In: Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis, Jg. 14, Nr. 2, S. 74-79
- Häberli, R.; Scholz, R.; Bill, A.; Welti, M. (eds.) (2000): Transdisciplinarity: Joint-Problem-Solving among Science, Technology and Society. Workbook I: Dialogue Sessions and Idea Market. Zürich
- Horlick-Jones, T.; Sime, J. (2004): Living on the Border. Knowledge, Risk and Transdisciplinarity. In: Futures, Vol. 36, pp. 441-456
- Jaeger, J.; Scheringer, M. (1998): Transdisziplinarität. Problemorientierung ohne Methodenzwang. In: GAIA, Jg. 7, H. 1, S. 10-25
- Jantsch, E. (1972): Towards Interdisciplinarity and Transdisciplinarity in Education and Innovation. In: Centre for Educational Research and Innovation (CERI) (ed.): Interdisciplinarity. Problems of Teaching and Research in Universities. Paris (OECD), pp. 97-121
- Japp, K.P. (2002): Struktureffekte öffentlicher Risikokommunikation auf Regulierungsregime. Zur Funktion von Nichtwissen im BSE-Konflikt. In: Engel, C.; Schulte, M. (Hg.): Wissen – Nichtwissen – Unsicheres Wissen. Baden-Baden, S. 35-74
- Klein, J. T.; Grossenbacher-Mansuy, W.; Häberli, R.; Bill, A.; Scholz, R.W.; Welti, M. (Hg.) (2001): Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology, and Society. Basel
- Klüver, L.; Nentwich, M.; Peissl, W.; Torgersen, H.; Gloede, F.; Hennen, L.; Eindhoven, J. van; Est, R. van; Joss, S.; Bellucci, S.; Bütschi, D. (2000): European Participatory Technology Assessment (EUOpTA). Kopenhagen (Danish Board of Technology)
- Mittelstraß, J. (1996): Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie. Stuttgart
- Mittelstraß, J. (1998): Interdisziplinarität oder Transdisziplinarität? In: Mittelstraß, J.: Die Häuser des Wissens. Wissenschaftstheoretische Studien. Frankfurt am Main, S. 29-48
- Mittelstraß, J. (2001): Wissen und Grenzen. Frankfurt am Main
- Mittelstraß, J. (2005): Methodische Transdisziplinarität. In: Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis, Jg. 14, Nr. 2, S. 18-23
- Nennen, H.-U.; Garbe, D. (1996): Das Expertendilemma. Zur Rolle wissenschaftlicher Gutachter in der öffentlichen Meinungsbildung. Berlin u.a.O.
- Nowotny, H.; Scott, P.; Gibbons, M. (2001): Re-Thinking Science. Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty. Cambridge a.o.
- Nowotny, H.; Scott, P.; Gibbons, M. (2003): „Mode 2“ Revisited: The New Production of Knowledge. In: Minerva, Vol. 41, pp. 179-194
- Pohl, C.; Hirsch Hadorn, G. (2006): Gestaltungsprinzipien für transdisziplinäre Forschung. München

- Ropohl, G. (2005): Allgemeine Systemtheorie als transdisziplinäre Integrationsmethode. In: Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis, Jg. 14, Nr. 2, S. 24-31
- Ropohl, G. (2010): Jenseits der Disziplinen – Transdisziplinarität als neues Paradigma. In: LIFIS ONLINE [21.03.10], URL: www.leibniz-institut.de/archiv/ropohl_21_03_10.pdf
- Ravetz, J. R. (1999): What is Post-Normal Science? In: Futures, Vol. 31, pp. 647-653
- Schmidt, J. C.; Grunwald, A. (2005): Einführung in den Schwerpunkt: Methodische Fragen der Inter- und Transdisziplinarität. In: Technikfolgenabschätzung. Theorie und Praxis, Jg. 14, Nr. 2, S. 4-11
- Scholz, R.; Häberli, R.; Bill, A.; Welti, M. (eds.) (2000): Transdisciplinarity: Joint-Problem-Solving among Science, Technology and Society. Workbook II: Mutual Learning Sessions. Zürich
- Scholz, R. W.; Lang, D.; Wiek, A.; Walter, A.; Stauffacher, M. (2006): Transdisciplinary Case Studies as a Means of Sustainability Learning. Historical Framework and Theory. In: International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 7, No. 3, pp. 226-251
- Schophaus, M.; Schön, S.; Dienel, H.-L. (Hg.) (2004): Transdisziplinäres Kooperationsmanagement. Neue Wege in der Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Gesellschaft. München
- US Congress (1972): Office of Technology Assessment Act. Public law 92-484
- Wiek, A. (2007): Challenges of Transdisciplinary Research as Interactive Knowledge Generation – Experiences from Transdisciplinary Case Study Research. In: GAIA, Jg. 16, H. 1, S. 52-57

[06.06.10]

Anschrift des Autors:

Prof. Dr. Michael Decker
Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Campus Nord
Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS)
Postfach 3640
D – 76021 Karlsruhe
michael.decker@kit.edu