

Konzepte und Strategien transdisziplinärer Forschung

Ein Überblick

Ortwin Renn

Abstract: Angesichts der großen globalen Transformationen wie Globalisierung, Digitalisierung und Nachhaltigkeitsorientierung sowie der aktuellen globalen Krisen wie Pandemien, Klimawandel, Ukrainekrieg und Gasknappheit steht die wissenschaftliche Forschung vor neuen Herausforderungen. Die Gesellschaft erwartet von der Wissenschaft, dass Forschung solides Hintergrundwissen liefert, die Ursachen für die Krisen und Probleme erkundet und Hilfestellung bei der Lösung komplexer Probleme bietet, die Gesellschaften im Wandel begleiten. Konzepte wie transformative, transdisziplinäre oder ko-kreative Ansätze verdeutlichen die Richtung, in der die wissenschaftliche Forschung ihre neue(n) Rolle(n) anstrebt. Der Artikel gibt einen Überblick über die verschiedenen Konzepte transdisziplinärer Forschung und ihrer unterschiedlichen Wurzeln und stellt die jeweiligen Voraussetzungen, Einsatzbedingungen und Implikationen dar. Zudem werden die gemeinsamen Herausforderungen und Probleme transdisziplinärer Forschung aufgezeigt.

1. Einleitung

Transdisziplinäre Forschung ist zu einem Schlüsselwort in der wissenschaftlichen Debatte über Nachhaltigkeit und gesellschaftlichen Wandel geworden. Die Erforschung von Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen, die Entwicklung strategischer Optionen für die Politik und die Ausarbeitung von wissenschaftlichen Empfehlungen für die relevanten politischen Entscheidungsträger reichen vor dem Hintergrund eines transdisziplinären Verständnisses der Forschungspraxis für eine der Komplexität gerecht werdende Forschungspraxis nicht aus (Nowotny et al., 2001; Nowotny, 2003; Lawrence, 2010; 2017; Polk, 2014). Zum einen gibt es in vielen Sachfragen keinen wissenschaftlichen Konsens. Dies bedeutet, dass Forscher:innen und Praktiker:innen ein gemeinsames Verständnis der zugrunde liegenden Probleme entwickeln und in einer gemeinsamen Problemerkundung und -lösung neue Handlungsoptionen schaffen müssen (Pohl, 2011). Dazu sind geeignete Formate zu entwickeln und empirisch zu

testen, die ein Klima des sozialen Lernens zur Identifizierung des Problems, der Erkundung der Kontextbedingungen und der Skizzierung von Lösungsräumen schaffen.

Zum anderen gibt es Sachthemen, bei denen – wie beim Klimawandel – seit Jahrzehnten ein wissenschaftlicher Konsens besteht, bei denen aber der Nexus zwischen Wissen, Überzeugungen und Handeln aufgrund der Komplexität der Sachinformationen und ihrer Interpretationsvielfalt im öffentlichen Diskurs gestört ist (Nanz et al., 2017; Mattor et al., 2014). Es bedarf eines Integrationsmodus, der darauf abzielt, eine neuartige, bisher unterbelichtete Verbindung zwischen den unterschiedlichen epistemischen, sozial-organisatorischen und kommunikativen Einheiten herzustellen, die sozial robuste Orientierungen schaffen (Thompson Klein, 2010; Jahn et al., 2012, S. 9; Scholz & Steiner, 2015, S. 529).

Angesichts dieser doppelten Herausforderung sind innovative, transdisziplinäre Ansätze gefragt, die wirksame Verbindungen zwischen pluralen Wahrheitsansprüchen, vielfältigen gesellschaftlichen Zielsetzungen und der Wahl konkreter Politiken herstellen. Transdisziplinäre Forschung ist darauf ausgerichtet, die verworrene Pluralität wissenschaftlicher Begründungsstile oder „Schemata der Verständlichkeit“ (Berthelot, 1990) in einen gemeinsamen Klärungs- und Abwägungsprozess zu integrieren (Darbellay, 2015, S. 171). Nach Thomas Jahn umfasst Transdisziplinarität

„... ein kritischer und selbstreflexiver Forschungsansatz, der gesellschaftliche mit wissenschaftlichen Problemen verbindet; sie produziert neues Wissen durch die Integration verschiedener wissenschaftlicher und außerwissenschaftlicher Erkenntnisse; ihr Ziel ist es, sowohl zum gesellschaftlichen als auch zum wissenschaftlichen Fortschritt beizutragen ...“ (Jahn et al., 2012, S. 9).

Wesentliche Merkmale eines transdisziplinären Prozesses sind (i) die frühzeitige Einbindung aller relevanten Wissensträger, (ii) ein lernender Diskurs mit den Nutzer:innen des Wissens parallel zu jeder Forschungsphase (vom Agenda Setting bis zur Interpretation) und (iii) der Einsatz innovativer kommunikativer Verfahren, die einen intensiven Austausch von Argumenten, Beobachtungen und Erfahrungen ermöglichen (Lang et al., 2012; Patterson et al., 2015, S. 21 ff.; Darbellay, 2015, S. 166). Der transdisziplinäre Ansatz geht jedoch über die bloße Beteiligung der Akteure in jeder Phase des Forschungsprozesses hinaus (Defila & Di Giulio, 2015, S. 125). Transdisziplinäre Forschung zielt auf eine gemeinsam getragene, integrationsorientierte Zusammenführung verschiedener Wissensformen, die für die Analyse einer Situation und/oder zur Problemlösung benötigt werden (Lang et al., 2012; López-Huertas, 2013).

In der Literatur zur transdisziplinären Forschung gibt es (bisher) kaum Einigkeit darüber, wie die verschiedenen Ansätze, Methoden und Verfahren in ein einziges theoretisch überzeugendes und praktisch umsetzbares Konzept der Transdisziplinarität integriert werden können. Obwohl viele Autor:innen behaupten, dass Transdisziplinarität auf ein einheitliches Wissen oder zumindest Kohärenz abzielt, gibt es nach mehr als drei Jahrzehnten transdisziplinärer Forschung immer noch eine verwirrende Vielzahl konkurrierender Konzepte und Ansätze zur Transdisziplinarität (Baveye

et al., 2014; Bammer, 2013; Bernstein, 2015; Lyall et al., 2015; Knapp et al., 2019; von Wehrden et al., 2019; Lawrence et al., 2022).

Dieses Papier hat das Ziel, einen systematischen Überblick über die verschiedenen Schulen und Konzepte zu geben, die den Diskurs über Transdisziplinarität in der Vergangenheit strukturiert haben. Zudem werde ich die Beziehungen zwischen transdisziplinärer und transformativer Forschung beleuchten. Ich werde zeigen, dass keines der zentralen Konzepte transdisziplinärer Forschung, so wertvoll sie auch sind, ein überzeugendes Konzept für die Integration von wissenschaftlicher Exzellenz, praktischer Relevanz und sozialer Kohärenz liefert. Auf der Grundlage dieser Analyse werde ich die verbleibenden Defizite beschreiben und einen Impuls zur weiteren Entwicklung des transdisziplinären Ansatzes aufzeigen.

2. Traditionen und Konzepte der Transdisziplinarität

2.1 Überblick

Das Konzept der Transdisziplinarität entstand in den 1970er bis 1990er Jahren als neuer Ansatz zur wissenschaftlichen Bearbeitung komplexer und politisch kontroverser Fragestellungen. Transdisziplinäre Ansätze gewannen an Boden im Zusammenhang mit den Bemühungen um die Bewältigung komplexer Probleme (Rittel & Webber, 1973; eingeführt in das Konzept der transdisziplinären Forschung durch Brown et al., 2010 und Brown, 2015), der Debatte über die postnormale Wissenschaft (Funtowicz & Ravetz, 1993) und der Unterteilung wissenschaftlicher Ansätze in Modus-1- und Modus-2-Forschungstypen (Gibbons et al., 1994; Novotny et al., 2003). Diese Ansätze unterschieden sich von den etablierteren Konzepten der multi- und interdisziplinären Forschung dadurch, dass sie disziplinäre Grenzen überschreiten und eine umfassende Neukonfiguration der disziplinären Unterteilungen innerhalb einer systemischen, globalen und integrierten Perspektive anstreben (Darbellay, 2015, S. 166). Sie befassen sich mit gesellschaftlich umstrittenen Herausforderungen und umfassen die Idee eines erweiterten Peer-Reviews, insbesondere zwischen verschiedenen Disziplinen. Darüber hinaus sollte die Begrenzung auf rein wissenschaftliche Akteure überschritten werden: Auch außerwissenschaftliche Akteure können substantiell zum Aufbau von Wissen beitragen und gemeinsam mit Wissenschaftler:innen praktische Lösungen für soziale Probleme entwickeln (Despres et al., 2004). Diese transdisziplinäre Einbindung von Praktiker:innen wurde als Voraussetzung für den Umgang mit Problemen angesehen, die durch komplexe Kausalstrukturen und unklare Zusammenhänge, Unsicherheiten in Bezug auf die Beziehung(en) zwischen Ursachen und Wirkungen und anspruchsvolle Mehrdeutigkeiten gekennzeichnet sind (Polk, 2014; Scholz & Steiner, 2015). Insbesondere von transdisziplinären Ansätzen wurde erwartet, dass sie sich bei der Bewältigung der Spannungen zwischen der Kontextabhängigkeit und der Universalität wissenschaftlicher Erkenntnisse bewähren (Nowotny et al., 2001; Balsiger, 2004; Thompson Klein, 2010; 2015; López-Huertas, 2013).

Im Laufe der Zeit hat sich weltweit eine Reihe unterschiedlicher Perspektiven und Konzepte für die theoretischen Grundlagen und die praktische Umsetzung transdisziplinärer Ansätze herausgebildet. Die Fortschritte in der transdisziplinären Forschung wurden in zwei Sonderausgaben von *Futures* in den Jahren 2004 (Bd. 36) und 2015 (Bd. 65) dokumentiert. Zu Beginn der Debatte bildeten sich zwei Hauptkonzepte heraus: die transgressive Schule von B. Nicolescu (2002; 2012) und die sogenannte Schweizer (polyzentrische) Schule, die hauptsächlich von europäischen Autor:innen vertreten wird (Thompson Klein, 2015; McGregor, 2015; Scholz & Steiner, 2015; Lawrence et al., 2022). Dieser grobe Dualismus hat eine Vielzahl konkurrierender und sich ergänzender Konzepte hervorgebracht. Es ist nicht möglich, alle diese Ansätze hier im Detail zu behandeln (siehe systematische Übersichten in Despres et al., 2004; Max-Neef, 2005; Thompson Klein, 2010; 2015; Lang et al., 2012; Bernstein, 2015; McGregor, 2017; von Wehrden et al., 2019; Lawrence et al., 2022). Aus meiner Sicht kristallisieren sich vor allem fünf Konzepte heraus, die sich konzeptionell in ihrer Begründung und in ihrem Zuschnitt unterscheiden und jeweils differenzierte Antworten auf die Frage bereitstellen, wie wissenschaftliche Methodik und Strenge mit den Wahrnehmungen, Werten und Interessen von Stakeholdern in einer Welt mit pluralen kognitiven, ethischen und ästhetischen Ansprüchen in Einklang gebracht werden können.

- Das Konzept einer neuen innerwissenschaftlichen Orientierung bei der Behandlung komplexer und gesellschaftlich umstrittener Fragen, insbesondere im Hinblick auf die Transformation in Richtung Nachhaltigkeit. Ziel ist eine die Disziplinen transzendierende Forschungslogik, die möglichst alle relevanten Wissensbestände zu einem Problembereich zusammenfasst und daraus Handlungsorientierungen entwickelt (am prominentesten: Jantsch, 1972; in Bezug auf die Nachhaltigkeit: Kates et al., 2001; Miller et al., 2008; Grin et al., 2010; Leavy, 2011; Frodeman, 2014).
- Der von Jürgen Mittelstraß, Martin Scheringer, Jochen Jaeger und anderen vorgeschlagene Ansatz, der sich auf reale Probleme und die damit verbundenen Veränderungen im Wissenschaftssystem und in der Forschungspraxis konzentriert, einschließlich einer Abkehr vom disziplinären analytischen hin zu einem disziplinenübergreifenden „out-of-the-box“-Denken. Als Ziel dient hier eine Synthese wissenschaftlicher Prinzipien und Methoden zu einem umfassenden Verständnis von komplexen Phänomenen (besonders hervorzuheben: Mittelstraß, 2011).
- Das Konzept der sozial-ökologischen Tradition, das sich auf die Integration von wissenschaftlichen Forschungsmethoden und außerwissenschaftlichen Wissens- und Erfahrungsbeständen in einem kooperativen Austausch mit Vertreter:innen aus Wissenschaft und Praxis konzentriert (vor allem Bergmann et al., 2005; 2012; Lang et al., 2012).
- Das Konzept der epistemischen Integration, das Transdisziplinarität als einen wechselseitigen Lernprozess begreift, in dem Wissenschaftler:innen und Praktiker:innen systematisches Wissen und Erfahrung als gleichwertige Wissensformen integrieren (vor allem Scholz, 2000; Scholz & Steiner 2015).

- Das Konzept der Gemeinwohlorientierung von Forschung, bei dem Transdisziplinarität als ein normativ geleiteter Diskurs zwischen Wissenschaftler:innen und Praktiker:innen verstanden wird, der auf die Aushandlung gesellschaftlicher Verbesserungen des Gemeinwohls ausgerichtet ist (prominenteste Beispiele: Hirsch Hadorn et al., 2006; 2008).

Darüber hinaus werde ich mehrere Versuche von Wissenschaftler:innen beschreiben, diese verschiedenen Konzepte zu synthetisieren. Am Ende werde ich die Probleme und Fallstricke, die mit diesen Konzepten der Transdisziplinarität verbunden sind, und einige Möglichkeiten der weiteren Entwicklung des transdisziplinären Ansatzes aufzeigen.

2.2 Konzept 1: Transdisziplinarität als Lösung von „wicked problems“

Ein frühes Konzept, das im Kontext der Konzeptentwicklung eines postnormalen Wissenschaftsverständnisses entstand (Gibbons et al., 1994; Gibbons & Nowotny, 2001; Nowotny et al., 2001; 2003), schlug inter- und transdisziplinäre Ansätze als Antwort auf die Frage vor, wie die Wissenschaft komplexe und kontroverse Probleme und Fragestellungen angemessen angehen und sozial umstrittene und wissenschaftlich unsichere Themen behandeln kann (Funtowicz & Ravetz, 1993; Thompson Klein, 2015, S. 11). Dieser Ansatz strebt an, komplexe Phänomene in ihre kausalen Komponenten zu zerlegen, Unsicherheiten bei der Identifizierung von kausalen und funktionalen Beziehungen adäquat zu berücksichtigen und Mehrdeutigkeiten bei der Interpretation sowohl der Ausgangssituation als auch möglicher Lösungen zu berücksichtigen. Dabei ist es aus Sicht dieses Ansatzes geboten, systematisch Wissen aus verschiedenen wissenschaftlichen Quellen und Disziplinen zu sammeln und auszuwerten, kontextbezogenes Wissen hinzuzufügen, das für das richtige Verständnis eines Problems erforderlich ist, und, soweit erforderlich, auf anderes nicht wissenschaftliches Wissen zurückzugreifen, das für das Verständnis oder die Lösung des Problems relevant ist (Gibbons & Nowotny, 2001).

Wenn ein Problem durch ein hohes Maß an Komplexität und Ungewissheit gekennzeichnet ist, schlagen die Befürworter:innen dieses Konzepts vor, „sozial robustes“ Wissen zu schaffen, indem Perspektiven integriert werden, die bisher noch nicht berücksichtigt wurden (Nowotny, 1999; 2000). Silvio Funtowicz und Jerome Ravetz (1993) verweisen auf die ökologisch ausgerichtete Wirtschaftswissenschaft (ecological economics) als Beispiel für einen Bereich, der auf die Schaffung robusten Wissens abzielt. Es ist die transdisziplinäre Vorstellungskraft, eine Synthese aus interdisziplinärem Wissen, normativen Orientierungen und künstlerischen Ausdrucksformen der Ästhetik, die eine ganzheitlichere Antwort auf solche Probleme bieten kann (Despres et al., 2004, S. 477; Robinson, 2008; Brown et al., 2010). Aber auch in neueren Ansätzen, einschließlich des von Matthias Groß und anderen eingeführten Konzepts der Realexperimente, ist eine Orientierung an unsicherem Wissen zentral. Danach „kann ein reales Experiment den Umgang mit Unsicherheit und Unwissenheit struk-

turieren“ (Groß et al., 2005, S. 210; Schneidewind et al., 2018). In diesem Verständnis dienen transdisziplinäre Ansätze als eine Art Forschungsheuristik, die soziale Orientierung und kollektives Handeln trotz Unsicherheit, Uneinigkeit und Komplexität ermöglicht. Eine andere Variante dieses Verständnisses fördert die transdisziplinäre Aktionsforschung als Mittel, um Forschende direkt in Handlungen einzubinden, die die Transformation zur Nachhaltigkeit fördern (Bradbury & Reason, 2003; Wiek et al., 2012; Witmayer & Schäpke, 2014).

2.3 Konzept 2: Transdisziplinarität als verbindender Ansatz für problemorientierte, transzendierende Forschung

Die Einbeziehung außerwissenschaftlicher Akteure ist für den von Jürgen Mittelstraß und anderen vertretenen Ansatz kein konstitutives Element der Transdisziplinarität (Mittelstraß, 2011; Jaeger & Scheringer, 1998; 2018). Vielmehr geht es hier um die Unterscheidung zwischen theoretischen und praktischen Perspektiven bei der Erforschung gesellschaftlich relevanter Probleme. Für transdisziplinäre Forschung müssen theoretisches und praktisches Wissen in einem systematischen Prozess der Wissensorganisation gesammelt und ausgewertet werden, ohne dass die praktischen Akteure selbst am Forschungsprozess mitwirken. Nicht-wissenschaftliche Akteure spielen nur insofern eine Rolle, als sie wichtige Perspektiven und Maßstäbe für die Auswahl und Bewertung von Wissen liefern. Dieser Ansatz konzentriert sich auf die Organisation innerhalb der wissenschaftlichen Domänen (basierend auf Vorüberlegungen von Jantsch, 1972). Von der Zusammenarbeit im Bereich der transdisziplinären Forschung wird eine dauerhafte Neuordnung des Wissenschaftssystems erwartet, welche die Sichtweisen der einzelnen Fächer und Disziplinen verändert und transformiert. Transdisziplinäre Forschung kann somit als ein Reformprogramm für die Wissenschaft verstanden werden (Mittelstraß, 2018). Dieses Verständnis von Transdisziplinarität hat auch den Bildungsbereich als Chance für einen neuen Lernraum beeinflusst, der problemorientiert ist, auf die Integration von Wissen und Gestaltung aufbaut, auf gemeinsame übergeordnete Ziele (z. B. nachhaltige Entwicklung) ausgerichtet ist und zu praktischen Handlungen oder Verhaltensabsichten führt (Brown & Lambert, 2012; Neuhauser & Pohl, 2014; Kochhar-Lindgren & Kochhar-Lindgren, 2018; Pohl et al., 2020).

2.4 Konzept 3: Transdisziplinarität als Brücke zwischen Wissenschaft und Handeln

Der Unterschied zwischen theoretischen und praktischen Ansätzen steht im Mittelpunkt der nuancierten Konzeptualisierung transdisziplinärer Ansätze, die von einem Team von Wissenschaftler:innen entwickelt wurde, die sich einer sozial-ökologischen Systemperspektive verschrieben haben (Bergmann et al., 2005; 2012; Lang et al., 2012). Die Befürworter:innen dieses Konzepts unterscheiden zwischen einem wissenschaftsorientierten, einem realweltorientierten und einem integrativen Ansatz für transdis-

zipliniäre Forschung. Sie plädieren für eine integrative Transdisziplinarität als Mittel, um eine Brücke zwischen Wissenschaft und deren Anwendung in realen, praktischen Lebensbezügen zu schlagen. Neben den klassischen Merkmalen der interdisziplinären Zusammenarbeit, der Verknüpfung von Forschung mit relevanten Kontexten und der Fokussierung auf komplexe und gesellschaftlich kontroverse Probleme fördert dieser Ansatz eine deliberative Methodik, um wissenschaftliches Wissen mit den Erfahrungen und dem Kontextwissen der betroffenen Gruppen und Menschen diskursiv zu verbinden (Jahn et al., 2012). Die transdisziplinäre Forschung ist in diesem Konzept durch vier Arten der Wissensintegration gekennzeichnet (Bergmann et al., 2012, S. 42–45):

- symmetrische Integration (Gleichgewicht zwischen der Generierung von Wissen zum Zweck der Handlungsorientierung und zum Zweck des Erkenntnisgewinns);
- Integration von Sozial- und Naturwissenschaften (die Integration von natur- und gesellschaftsbezogenem Wissen);
- Integration von formaler und empirischer Forschung (Verbindung von formalen wissenschaftlichen Ergebnissen wie Modellen und Simulationen mit Fallstudien und anderen, kontextspezifischen Ansätzen);
- theoretische und konzeptionelle Integration (Schaffung eines gemeinsamen konzeptionellen Rahmens, der sowohl für wissenschaftliche Akteure als auch für Partner:innen aus der Praxis akzeptabel ist).

In der transdisziplinären Forschung geht es in diesem Ansatz darum, Systemwissen (Was wissen wir über das Problem und seinen Kontext?) und Orientierungs-/Zielwissen (Wo wollen wir hin? Welche Werte wollen wir aufrechterhalten?) mit Transformationswissen (Wie erreichen wir ein gewünschtes Ergebnis?) zu verbinden. Jede dieser drei Wissensformen erfordert unterschiedliche Kombinationen von systematischen Erkenntnissen aus den Wissenschaften (sowohl aus disziplinärer als auch aus interdisziplinärer Perspektive) und dem Erfahrungs- oder Kontextwissen der betroffenen Personen und Gruppen (Rosendahl et al., 2015, S. 18). Die diesem Konzept zuzuordnenden Autor:innen haben eine Vielzahl von methodischen Verfahren und Phasenmodellen entwickelt, um wissenschaftliche Strenge zu gewährleisten und gleichzeitig andere praxisorientierte Wissensbestände zu integrieren.

2.5 Konzept 4: Transdisziplinarität als Verschmelzung von wissenschaftlichem und praktischem Wissen

Die Integration von Wissen und Praxis steht auch im Mittelpunkt eines Konzepts, das wesentlich durch die Arbeiten von Roland Scholz und der Züricher Schule der Transdisziplinarität geprägt wurde (Scholz, 2000; Scholz et al., 2006; Scholz & Stauffacher 2009; Scholz & Steiner, 2015; Scholz, 2017; Scholz et al., 2020). Für Scholz et al. (2020) muss der Dialog gleichberechtigt in einem wechselseitigen Lernprozess von Wissenschaftler:innen und Praktiker:innen stattfinden. Wissenschaftliches Wissen und

Praxis-/Erfahrungswissen werden als komplementär angesehen und können nicht gegeneinander ausgespielt werden. Beide Wissensformen sind unerlässlich, um zu einem gemeinsamen Verständnis des Problems zu gelangen und Lösungen zu entwickeln, die sowohl wissenschaftlich fundiert als auch gesellschaftlich umsetzbar sind.

2.6 Konzept 5: Orientierung am Gemeinwohl

Eine Variante der Konzepte 3 und 4 wurde von Gertrude Hirsch Hadorn, Christian Pohl und anderen entwickelt (Hirsch Hadorn et al., 2006; Pohl & Hirsch Hadorn, 2008; Pohl, 2010). Die Autoren haben zusätzlich zu der Integration von wissenschaftlichem und praktischem Wissen eine normative Gemeinwohlorientierung als Leitprinzip eingeführt. Nur so können nach Pohl und Hirsch Hadorn (2007) die widerstreitenden Wahrheitsansprüche verschiedener Akteure ethisch vertretbar aufgelöst werden. Wissensintegration kann nur gelingen, wenn sie von zwei Prinzipien angeleitet wird: (a) die Schaffung robusten Wissens, das sich auf kausale oder funktionale Erkenntnisse abstützt und (b) Ausrichtung nach dem Gemeinwohl, wenn es um die Bewertung und Beurteilung von Handlungsoptionen geht. Der ideale Ablauf eines Forschungsprozesses in diesem Konzept kann wie folgt skizziert werden (Pohl & Hirsch Hadorn, 2007, S. 16–19 und 23):

- Verstehen der Komplexität des Problems (Die Komplexität kann durch eine gezielte Selektion des Wissens reduziert werden. Maßstab ist dabei das Kriterium, inwieweit die besonderen Bedürfnisse der beteiligten Personen berührt werden);
- Berücksichtigung der Vielfalt der Perspektiven durch Fokussierung auf das zu bearbeitende Problem (Effektivität durch Kontextualisierung);
- Verknüpfung von abstraktem Wissen, fallspezifischem Wissen und praktischem Wissen (Integration durch Interaktion/Dialog);
- Entwicklung praktikabler, am Gemeinwohl orientierter Lösungen (Entwicklung von Reflexivität durch Rekursivität).

2.7 Synthese der Konzepte

Viele Autoren haben versucht, eine Liste von Eigenschaften zu entwickeln, um gemeinsame Prinzipien aller transdisziplinären Ansätze herauszustellen. Systematische Meta-Analysen außerhalb spezifischer Anwendungsbereiche (siehe z. B. Darbellay, 2015) sind meines Wissens noch nicht verfügbar, aber in den letzten zwei Jahrzehnten wurde eine Reihe von umfassenden Literaturübersichten und Synopsen veröffentlicht. Besonders hervorzuheben sind die beiden Sonderausgaben von Futures, die 2004 und 2015 transdisziplinären Ansätzen gewidmet waren. In der Nachfolge dieser beiden Sonderhefte gibt es inzwischen eine Reihe von Veröffentlichungen, die den Anspruch erheben, übergeordnete Grundsätze der transdisziplinären Forschung zu identifizieren und zu systematisieren. Die folgenden Abschnitte fassen mehrere dieser Übersichten zusammen, die sich speziell auf das Verhältnis zwischen wissenschaft-

licher Forschung, der Einbeziehung von nichtwissenschaftlichen Akteuren und praktischen Anwendungen beziehen.

In einem frühen Überblick über transdisziplinäre Ansätze benennt Julie Thompson Klein (2008; 2010; 2015, S. 11) drei Hauptmerkmale der Transdisziplinarität:

- Transzendenz (Überwindung disziplinärer Grenzen und Entwicklung einer eigenen transdisziplinären Perspektive und ggf. Methodik);
- Problemorientierung und -lösung (Problemerkennung und Entwicklung von Lösungsräumen mit Unterstützung von relevantem Wissen und Kompetenzen);
- Transgression (die bewusste Einbeziehung von idiosynkratischen, kontextuellen Merkmalen und deren Interaktion(en) mit fallübergreifend übertragbaren oder skalierbaren Erfahrungen).

Diese drei recht abstrakten Attribute wurden von vielen anderen Autor:innen aufgegriffen (z. B. Leavy, 2011; Bernstein, 2015; Gibbs & Beavis, 2020).

Ein anderer, pragmatischerer Ansatz zur Erstellung einer Synopse transdisziplinärer Ansätze wurde von Frank Dubielzig und Stefan Schaltegger (2004) entwickelt. Die beiden Autoren haben mehr als 120 konzeptionelle Arbeiten untersucht und fünf Hauptkomponenten herausgearbeitet, die ihrer Meinung nach bei fast allen Konzepten zu beobachten sind:

- drängende Probleme, die das Leben aller Menschen betreffen (Lebenswelt), als Ausgangspunkt;
- fächerübergreifende Kompetenz;
- Einbeziehung neuer Methoden, Strukturen und praktischer Anwendungen in den Forschungsprozess (integrative Methoden- und Wissensbildung);
- Kompetenz in den zugrunde liegenden Disziplinen (gute Wissenschaft);
- direkte Integration von Forschung, Praxis, Transfer und Lehre;
- Integration unterschiedlicher Wissensbestände und gegenseitiges Lernen von Theorie und Praxis.

Diese sechs charakteristischen Merkmale sprechen viele Punkte an, die auch von anderen Autor:innen zur Charakterisierung transdisziplinärer Ansätze herangezogen worden sind (vgl. Despres et al., 2004, S. 475; Lawrence, 2010; 2017; Pohl, 2011; Jahn et al., 2012, S. 8; Darbellay, 2015, S. 166; von Wehrden et al., 2019, S. 876; Lawrence et al., 2022). In einem Übersichtsartikel in GAIA haben Wolfgang Krohn, Armin Grunwald und Martina Ukowitz (2017) eine weitere Klassifizierung vorgelegt, bei der transdisziplinäre Forschung nach vier wichtigen Merkmalen gegliedert ist:

- eine multidisziplinäre Perspektive auf Probleme und Situationen, die mit herkömmlichen Analysemethoden nicht erfasst werden können;
- eine Fokussierung auf die Transformation in Richtung Nachhaltigkeit als zugrundeliegende normative Orientierung;

- eine Form der Abstraktion von kontextspezifischen Problemen durch Analogieschlüsse;
- die Einbeziehung von nicht-wissenschaftlichen Akteuren in den Prozess der Wissensgenerierung und Handlungsorientierung.

Aufbauend auf diesen Versuchen, übergreifende Merkmale transdisziplinärer Forschung zu charakterisieren, habe ich in einem Aufsatz (2021) folgende drei wesentlichen Merkmale transdisziplinärer Forschung herausgearbeitet:

- Erstens geht es um Forschungspraktiken, die disziplinäre Ansätze überschreiten, indem sie neue Methoden und Forschungsdesigns anwenden, die besser geeignet sind, ein gemeinsames (holistisches) Verständnis komplexer Situationen und Probleme zu schaffen und praktische Problemlösungen auf der Grundlage instrumenteller, wissenschaftlicher, ethischer und ästhetischer Erkenntnisse zu entwickeln (siehe auch: Mittelstraß, 1992; 2018; Despres et al., 2004, S. 477; Thompson Klein, 2015, S. 11).
- Zweitens ist interdisziplinäre Forschung auf einen intensiven Austausch zwischen unterschiedlichen Wissensproduzent:innen und Wissensrezipient:innen über alle Phasen des Forschungsprozesses hinweg angewiesen (siehe auch: Nowotny et al., 2001; Scholz & Steiner, 2015; Krohn et al., 2017). Wer wissenschaftliches Wissen für politische Entscheidungen nutzen und konkret anwenden will, muss nicht nur die Ergebnisse der Forschung kennen, sondern auch die Kontextbedingungen und die Geltungsbereiche. Ohne diesen erweiterten Wissensbegriff ist eine sachgerechte Interpretation der Ergebnisse nicht möglich.
- Drittens zeichnet sich der transdisziplinäre Ansatz durch die bewusste Integration von Wissensträgern außerhalb der Wissenschaft aus. Akteure aus Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft sollen in die Problemdefinition, Wissensgenerierung und Problemlösung aktiv einbezogen werden. Dadurch erhöhen sich Legitimität, Eigenverantwortung und Verantwortlichkeit für eine effektive und faire Problemlösung (siehe auch: Hirsch Hadorn et al., 2006; Schauppenlehner-Kloyber & Penker, 2014; Jahn et al., 2012). Für die Bearbeitung komplexer Fragestellungen sind Erfahrungswissen und Kontextwissen der mit dieser Frage befassten Akteure in der Gesellschaft von zentraler Bedeutung, um nicht nur theoretisch schlüssige, sondern auch praktisch umsetzbare Lösungen zu entwickeln (Pohl, 2008).

Andere Übersichten haben sich auf die Phasen der transdisziplinären Forschungspraxis konzentriert. Neben der bereits zitierten Arbeit von Bergmann et al. (2012) sind hier das Phasenmodell von Rico Defila und Antinietta Di Giulio (2015) mit seinem Schwerpunkt auf Zwischenphasen der Wissensintegration und das Modell von Jasmin Godemann und Gerd Michelsen (2008, S. 196–197) mit dem Schwerpunkt auf der gemeinsamen Schaffung einer gemeinsamen Wissensbasis und gemeinsamer mentaler Modelle zu nennen.

3. Unzulänglichkeiten von transdisziplinären Konzepten

Trotz der inzwischen überbordenden Literatur zu Konzepten und Perspektiven transdisziplinärer Forschung bleiben einige konzeptionelle Probleme nicht zufriedenstellend gelöst (Renn, 2021). Aus meiner Sicht gibt es eine Reihe von Unzulänglichkeiten und Problemen im Zusammenhang mit dem Konzept der Transdisziplinarität, die mehr Aufmerksamkeit und Verfeinerung erfordern. Die Beziehung zwischen transdisziplinären, interdisziplinären und disziplinären Konzepten ist nach wie vor vage und oft verwirrend (Maasen & Lieven, 2006). Welche Rolle spielen die klassischen wissenschaftlichen Ansätze in der transdisziplinären Forschung? Wie wird mit Konflikten umgegangen, wenn wissenschaftliche Wahrheitsansprüche mit dem Erfahrungswissen der Beteiligten kontrastieren? Brandt et al. diagnostizieren in vielen transdisziplinären Studien einen Mangel an Kohärenz bei der Integration verschiedener Forschungsmethoden zu einem eigenständigen Ansatz, eine allzu lasche Handhabung von Methoden bei der Ausgestaltung des Forschungsdesigns, wenig überzeugende Konzepte zur Qualitätssicherung und Anwendbarkeit des produzierten Wissens auf praktische Probleme sowie eine unklare Rollenzuweisung für Wissensträger:innen außerhalb der Wissenschaft (Brandt et al., 2013)

Trotz oft verbaler Beteuerungen können nach Ansicht vieler Kritiker:innen die transdisziplinären Ansätze den Anspruch auf robustes Wissen, methodische Sorgfalt und evidenzbasierte Urteilsbildung nicht einlösen (Burger & Kamber, 2003; Pohl, 2008). Besonders deutlich wird diese Kritik bei Popa et al. (2015, S. 47) aufgegriffen:

„Ohne eine explizite reflexive Dimension ist die Transdisziplinarität mit dem Risiko konfrontiert, entweder auf eine formale soziale Konsultation reduziert zu werden, ohne nachweisbare Auswirkungen auf die Art und Weise, wie Wissen generiert oder in die Politikgestaltung integriert wird, zu liefern, oder sich zu einer politisierten Form der ‚demokratischen Wissenschaft‘ zu entwickeln, bei der epistemische Aspekte den Vorgaben der sozialen Legitimation untergeordnet werden. In einer solchen Situation können die Erklärungsdefizite, das Fehlen einer klaren normativen Ausrichtung und die wahrgenommenen ‚versteckten Absichten‘ der Forschung das öffentliche Vertrauen und die Legitimität wissenschaftlicher Erkenntnisse ernsthaft untergraben und ihre Fähigkeit, die Politik zu informieren und zu leiten, schwächen.“ (Übersetzung durch Autor)

Die epistemische Frage, wie widersprüchliche Wissens- und Wahrheitsansprüche zwischen Wissenschaft, praktischer Anwendung und Stakeholder-Interessen gelöst werden können, bleibt trotz vieler Bemühungen, Reflexivität als potenziell integrierende Kraft einzuführen, weiterhin offen (Balsiger, 2004; Truffer, 2007; Jahn et al., 2012; Brandt et al., 2013; Rosendahl et al., 2015; Bösch, 2019). In einer sehr kritischen Rezension charakterisierte der ehemalige Präsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Peter Strohschneider (2014), die transdisziplinäre Forschung als hin- und hergerissen zwischen der Notwendigkeit strenger wissenschaftlicher Methoden in Verbindung mit einer unvoreingenommenen Suche nach kausalen Erklärungen

und der normativen Ausrichtung an vorgegebenen politischen Zielen. Eine solche Spannung, so seine Analyse, könne zu Wunschdenken, partiellen Wahrheitsansprüchen und letztlich zu einer Delegitimierung der Wissenschaft als unparteiischer Vermittlerin führen (kritisch dazu: Schneidewind, 2015; Grunwald, 2016; mehr dazu bei: Pielke, 2007; Miller et al., 2014).

Die durch die Inklusion von Interessen und Werten auftretenden Spannungen zwischen epistemischen und normativen Aussagen werden von vielen Autor:innen als inhärentes Problem der Transdisziplinarität thematisiert (Robinson, 2008; Hendriks, 2009; Polk, 2014; Popa et al., 2015). Vor allem Sabine Maasen et al. (2006) haben die unauflösbare Spannung betont, die zwischen normativen und epistemologischen Ansprüchen entsteht, wenn von wissenschaftlicher Forschung erwartet wird, dass sie sowohl wissenschaftlich verlässlich als auch sozial akzeptabel sein soll. Die Autor:innen vertreten die Meinung, dass im Zuge der transdisziplinären Forschung normative Zwänge von der Peripherie in den epistemischen Kern der Wissenschaft eingerückt seien und damit eine Verlagerung der Rolle der Wissenschaftler:innen von der Analyse zur Intervention begünstigen. Wie, so fragen Maasen et al., kann man verantwortungsvoll mit der Tatsache umgehen, dass zum einen Partizipation von nicht-wissenschaftlichen Akteuren in transdisziplinären Forschungsprojekten (inspiriert vom Ideal der Demokratisierung der Wissenschaft) gefordert sei und dabei das Ziel verfolge, den gesellschaftlichen Demokratisierungsprozess auf die Wissenschaft auszuweiten, zum anderen aber die inner-epistemischen Regeln wissenschaftlicher Beweisführung keiner demokratischen Abstimmung überlassen werden dürfen? In der Wissenschaft zähle nicht die soziale Wünschbarkeit, sondern die Evidenz über kausale und funktionale Beziehungen, die über die Gültigkeit von Aussagen bestimmen. In einem späteren Aufsatz weisen Sabine Maasen und Sascha Dickel (2019) pointiert auf die potenziellen Konflikte hin, die sich aus der Einbeziehung nicht-epistemologischer Werte in die wissenschaftliche Forschung ergeben, wie Nachhaltigkeit, ethische Akzeptanz und Produktivität. Das Aufeinanderprallen unterschiedlicher Rationalitäten zwischen wissenschaftlichem und politischem Denken lässt sich nicht dadurch überwinden, dass man einen gemeinsamen Diskurs zwischen allen Parteien initiiert und auf die integrative Kraft der Reflexivität als Allheilmittel zur Konfliktlösung hofft (Watson, 2003; Rydin, 2007; Rosendahl et al., 2015). Wahrheitsansprüche, Werte, Interessen und Präferenzen sind alle miteinander verflochten, können aber nicht in eine einzige kohärente Einheit integriert werden. Das Beste, was man sich erhoffen kann, ist die Identifizierung von gemeinsamen Überlappungen innerhalb und zwischen diesen Diskurskomponenten (Ramadier, 2015, S. 429; Brandt et al., 2013). Es muss ein Rahmen entwickelt werden, in dem eine Vielzahl von Rationalitäten koexistieren kann, ohne dass sie gezwungen sind, sich zu einer künstlichen Einheit zu verschmelzen, und gleichzeitig konstruktive und handlungsleitende Kräfte im Streben nach dem Gemeinwohl ausgelöst werden.

Meiner Meinung nach sind die Konflikte zwischen den verschiedenen Wissenskomponenten, aber auch zwischen Wissen, Interessen, Werten und Präferenzen in der Literatur zur Transdisziplinarität bislang noch nicht angemessen behandelt wor-

den. Insbesondere bleibt offen, wie evidenzbasierte Wissenschaft (disziplinär und interdisziplinär) nicht-wissenschaftliche Akteure in ein deliberatives Forum der Ko-Produktion von Wissen einbeziehen kann, ohne den eigenen Wahrheitsanspruch infrage zu stellen. Eine integrative Lösung dieses Konfliktes müsste wissenschaftlich gültige und gleichzeitig politisch relevante Orientierungen hervorbringen, (i) die auf den besten verfügbaren Erkenntnissen beruhen, (ii) die Perspektiven der wichtigsten Interessengruppen einbeziehen und (iii) die unvermeidbaren trade-offs nach demokratischen Grundsätzen aufzulösen in der Lage sind. Wie dies praktisch umzusetzen ist, bleibt eine offene Frage. Es gibt viele Fallstudien und empirische Berichte, die sich mit dieser Suche nach einem kohärenten transdisziplinären Ansatz befassen (z. B.: Bergmann et al., 2005; Scholz et al., 2006; Paterson et al., 2010; Zscheichler & Rogga, 2015). Diese Studien bieten jedoch keinen konzeptionellen Rahmen, sondern stellen pragmatische Lösungen für ein bestimmtes Problem in einem spezifischen Anwendungskontext dar.

4. Das Verhältnis von transdisziplinärer zu transformativer Forschung

Bevor ich im Kapitel 5 den Versuch unternehme, die hier aufgezeigten Defizite der transdisziplinären Forschungskonzepte konstruktiv zu behandeln, ist es noch wichtig, die Beziehung dieses Forschungskonzeptes zu dem ähnlich gelagerten Konzept der transformativen Forschung aufzuzeigen. Viele Autor:innen sehen einen engen Zusammenhang zwischen transformativer und transdisziplinärer Forschung, wobei beide Begriffe auch synonym verwendet werden. Überwiegend wird aber Transdisziplinarität auf die eingesetzten Methoden und transformative Forschung auf das Forschungsziel oder das Forschungsdesign bezogen (Barth et al., 2020; Nagy, 2020; Stelzer et al., 2018). Die Übergänge sind jedoch fließend, in jedem Falle erfordern transdisziplinäre und transformative Ansätze ein verändertes Vorgehen in der wissenschaftlichen Forschung, mit Einbezug von außerwissenschaftlichen Akteuren, unterschiedlichen Wissensquellen und reflexiven (normativ fundierten) Forschungsgrundsätzen (von Wissel, 2015).

Anders als in dem Bereich der transdisziplinären Forschung gibt es in der Literatur zur transformativen Forschung keine ausgeprägten Schulen oder konkurrierende Ansätze. Im deutschsprachigen Raum wird allerdings zwischen Transformationsforschung und transformativer Forschung unterschieden. Beide Begriffe werden explizit in dem Gutachten des WBGU 2011 aufgegriffen und erläutert (WBGU, 2011, S. 42–385).

Die Unterscheidung von Transformationsforschung und transformativer Forschung bezieht sich laut dem WBGU-Gutachten auf die Zielsetzung der Forschung:

Transformationsforschung hat die Aufgabe, analytisches Wissen über die Ursachen und Folgen von Transformationsprozessen mit Hilfe von anerkannten wissenschaftlichen Methoden zu schaffen und zu überprüfen.

Demgegenüber ist es Aufgabe der *transformativen Forschung*, Ergebnisse aus unterschiedlichen Forschungsbereichen und -disziplinen zur Umsetzung in und Gestaltung von transformativen Prozessen bereitzustellen.

Dabei geht der WBGU implizit davon aus, dass es sich hier um die Transformation in Richtung auf eine Nachhaltige Entwicklung handelt. Die Ausrichtung auf Nachhaltigkeit wird von vielen Autorinnen und Autoren geteilt (Caniglia, 2020; Grunwald, 2015; Jaeger-Erben et al., 2018; Schneidewind, 2015). Andere sind dagegen offener für Transformationsprozesse auch außerhalb der Domäne der Nachhaltigen Entwicklung (von Wissel, 2015; Stelzer et al., 2018; Renn, 2019a). Kennzeichen aller Ansätze ist aber die Verbindung der Forschung zur Erklärung oder zur Unterstützung gesellschaftlicher Veränderungsprozesse. Forschung ist an ein Transformationsziel gebunden und soll auch diese Transformation befördern, nicht nur analysieren. Dazu sind transdisziplinäre Vorgehensweisen und Methoden besonders angebracht. Das gilt für beide Forschungsvarianten: in der Transformationsforschung ist der Einbezug der Stakeholder wichtiges Korrektiv für das Design und die Interpretation der Forschungsergebnisse; bei der transformativen Forschung ist der Einbezug des außerwissenschaftlichen Wissens sowie der Einbezug der Perspektiven und Narrative der Stakeholder in den Forschungsprozess konstitutiv für einen erfolgreichen Verlauf der Forschungsarbeiten (Defila & Di Giulio, 2019; Lux, 2019; Parodi et al., 2021).

Das Konzept einer transformativen Forschung ist in der Literatur nicht nur begrüßt worden, sondern hat auch zu einer scharfen Kritik in der Forschungsgemeinschaft geführt. So kritisiert Strohschneider vor allem die Zielgebundenheit der Forschung, die dazu führt, dass im Konflikt zwischen Wahrheit und Gesinnung der Wahrheitsgehalt dem vorgelagerten Ziel der Nachhaltigkeit untergeordnet wird (Strohschneider, 2014). Im Kontrast dazu vermuten Blühdorn et al. (2018), dass die Rhetorik um transformative Wissenschaft davon ablenken soll, dass die bestehenden Machtverhältnisse in der Gesellschaft eine effektive Transformation verhindern und die Versprechungen einer transformativen Wissenschaft der aufgeschreckten Bürgerschaft die Illusion vermitteln sollen, dass man mit einigen Reformen hier und da die ökologischen Krisen bewältigen könnte (etwas abgemildert auch in Brand et al., 2013). Dieser Kritik haben vor allem Armin Grunwald und Uwe Schneidewind widersprochen und den Gestaltungscharakter der transformativen Wissenschaft als wesentliches Merkmal herausgestellt (Grunwald, 2015; Schneidewind, 2015). Solche Gestaltungsaufgaben gelten auch für die Ingenieurwissenschaften oder die Medizin, ohne dass diesen Disziplinen die Wissenschaftlichkeit abgesprochen würde; von daher sei die Verbindung von Erkenntnis und Gestalten kein Sündenfall der Wissenschaft, sondern gerade für die Nachhaltigkeitsforschung ein unabdingbares Erfordernis. Ähnlich argumentierte schon Ulrich Beck in einem wesentlich früher erschienenen Aufsatz (Beck, 2010).

Daher ergänzen sich transdisziplinäre und transformative Ansätze und bedingen sich gegenseitig. Zur Erreichung transformativ wirkender Forschung sind transdisziplinäre Methoden und Vorgehensweisen besonders geeignet. Darunter fallen vor allem die Einbeziehung von Stakeholdern und deren Wissensinput sowie die Aus-

richtung am Gemeinwohl. Die Verbindung von transformativer mit transdisziplinärer Forschung ändert aber nichts an den Defiziten und offenen Fragen, die ich bei allen Konzepten der transdisziplinären Forschung im dritten Kapitel aufgezeigt habe.

5. Impulse für eine Weiterentwicklung transdisziplinärer Ansätze

In mehreren Aufsätzen zur Weiterentwicklung des transdisziplinären Ansatzes habe ich vorgeschlagen, das Spannungsverhältnis zwischen systematischer wissenschaftlicher Erkenntnisfindung und diskursiver Aushandlung von Interessen, Werten und Präferenzen zur Ableitung von Handlungsorientierungen durch eine organisatorische Aufteilung in drei funktional getrennte Aufgabenbereiche der wissenschaftlichen Mitwirkung an transdisziplinären Prozessen zu lösen (Renn, 2019a; 2019b; 2021; 2022). Diesem Vorschlag liegt die Idee zugrunde, dass Wissenschaft in transdisziplinären Prozessen keine einheitliche und monolithische Funktion ausübt (etwa Wissen einzubringen), sondern dass sie in verschiedenen Rollen und Funktionen auftritt, die unterschiedliche Kompetenzen und Methoden der Wissenschaft erfordern, aber gemeinsam die Kluft zwischen evidenzbasierter Erkenntnis und politischer Urteilsbildung zu überbrücken helfen. Hierbei unterscheide ich drei wesentliche Funktionen von Wissenschaft:

- die Erkundung von kausalen und funktionalen Zusammenhängen auf der Basis analytisch ausgerichteter, Neugier getriebener Forschungsmethoden,
- die Erstellung von Szenarien oder Strategien auf der Basis advokatorisch, zielorientierter Forschung sowie
- die Gestaltung von Diskursdesigns für deliberative Verhandlungsführung im Rahmen (demokratischer) Governance durch katalytische Forschung mit dem Ziel, kommunikativ wirksames Prozesswissen zu schaffen und anzuwenden (Renn, 2019a; 2021; 2022).

Die erste Funktion umfasst das klassische Verständnis von Neugier getriebener Forschung (klassische Wissenschaft) (Greenberg, 1968; van Frassen, 1995; Zimann, 2000; in Übereinstimmung mit meiner Argumentation: Bast, 2020). Das Ziel wissenschaftlicher Aktivitäten in dieser Wissenschaftstradition ist es, gültige Erkenntnisse über noch unbekannte Zusammenhänge zwischen Phänomenen oder dynamischen Entwicklungen zu finden. Die treibende Kraft hinter diesen Aktivitäten ist die Neugier; es geht darum, kausale oder funktionale Zusammenhänge, ohne ein konkretes Anwendungs- oder Umsetzungsziel vor Augen mit bewährten Methoden des Erkenntnisgewinns aufzudecken und diese neuen Erkenntnisse in einen konsistenten Bestand an bestehenden Erkenntnissen zu integrieren. Alle gesellschaftlichen Akteure erhalten so das notwendige Hintergrundwissen, um sich über Sachfragen zu informieren und den Stand des systematischen Wissens kennenzulernen.

Die zweite Funktion bezieht sich auf die Kompetenz von Wissenschaft, auf der Basis von Modellen, Simulationen und Folgenabschätzungen Szenarien oder Strategien

zu entwickeln, um gesellschaftlich wünschenswerte Ziele wie etwa die Energiewende zu erreichen. Zielgerichtete Forschung produziert Wissen, das politische Entscheidungsträger als mögliche Optionen zur Erreichung von Zielen oder zur Lösung von Problemen nutzen können. In diesem Konzept setzen politische Entscheidungsträger oder andere Gestalter der gesellschaftlichen Realität (wie Unternehmen oder zivilgesellschaftliche Gruppen) der Wissenschaft entweder Ziele, die bis zu einem bestimmten Zeitpunkt erreicht werden sollen (z. B. Energiewende), oder sie befassen sich mit Problemen, die mit den besten verfügbaren Erkenntnissen gelöst werden sollen (etwa Lösungen zur Gaskrise). In der Literatur zu Formen der zeitgenössischen Politikberatung wird diese Funktion der Wissenschaft häufig als strategisch oder instrumental beschrieben (Ingold & Gschwend, 2014).

Die dritte Funktion der Wissenschaft im Rahmen transdisziplinärer Forschungsprojekte besteht in der Gestaltung und Erprobung von Prozesswissen, um im Rahmen der bestehenden oder zu modifizierenden institutionellen Kontextbedingungen, durch die politische Willensbildungs- und Entscheidungsprozesse strukturiert sind, effektive, effiziente und faire Formen der Inklusion unterschiedlicher Wissensbestände sowie von Interessen, Werten und Präferenzen zu gewährleisten. Ich habe diese Funktion als katalytisch bezeichnet, andere Autor:innen sprechen hier von der partizipativen Funktion (Mobjörk, 2010; Witmayer & Schöpke, 2014), der deliberativen Funktion (Nowotny, 2003; Forester, 1999) oder der reflektierenden Funktion (Stirling, 2006; Popa et al., 2015). Die in dieser Funktion enthaltene Kompetenz, Wissen außerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaften zu integrieren und Modelle für die Deliberation bereitzustellen, in denen Wissensansprüche, Interessen, Werte und Präferenzen bei der Gestaltung politischer Optionen berücksichtigt werden können, bildet den Kern eines transdisziplinären Diskurses. Dabei sollen vor allem Konflikte identifiziert, die zugrunde liegenden Wissensannahmen, aber auch die damit verbundenen Werte, Interessen und Präferenzen offengelegt und gemeinsame Lösungsansätze entwickelt werden, die auf belastbarem Wissen, allgemein akzeptierten normativen Prinzipien und einem fairen Aushandeln von Interessen beruhen. Nach diesem Konzept werden die systematisch gesammelten Wissens Elemente in ein neues, für alle Beteiligten verständliches und nachvollziehbares Format überführt, so dass ein den pluralen Werten angemessener Diskurs geführt werden kann (Webler, 1995; Polk, 2015; Renn & Schweizer, 2020). In diesem Diskurs treffen sich die verschiedenen Wissensträger:innen mit den Nutzer:innen des Wissens und diskutieren die Ausgangssituation, reflektieren gemeinsam die unterschiedlichen Sichtweisen auf das Problem (Frames) und entwickeln evidenz- und wertbasierte Lösungen für die Gesellschaft (Petts et al., 2008; Bremer, 2013).

Die drei Funktionen wissenschaftlicher Forschung (Neugier getrieben, zielorientiert und katalytisch) ergänzen sich gegenseitig und stellen analytisch getrennte, aber eng miteinander verflochtene Module im Prozess der Koproduktion von Wissen, der Entwicklung von Optionen für die Politikgestaltung und der Generierung normativer Orientierungen dar. Alle drei Forschungskonzepte sind konstitutiv für den transdisziplinären Austausch zwischen Wissenschaft, Gesellschaft und Politik.

Im Einzelnen bringt dieser modulare Ansatz folgende Vorteile:

Erstens ist es für den transdisziplinären Diskurs entscheidend, Wahrheitsansprüche mit der Autorität der Wissenschaften zu prüfen und „Fake News“ von „True News“ in einem deliberativen Setting zu unterscheiden (US-National Research Council, 2012; Bago et al., 2020). Darüber hinaus werden für den transdisziplinären Diskurs auch Neugier getriebene Forschungsteams benötigt, um die Diskursteilnehmer:innen mit dem entsprechenden Faktenwissen nach wissenschaftlich anerkannten Standards zu versorgen und um auf die von den Teilnehmer:innen aufgeworfenen Faktenfragen zu antworten. Dabei ist die ideologiekritische Funktion der Wissenschaft entscheidend: Fehleinschätzungen, die auf Wunschdenken, intuitiv plausiblen, aber oft irreführenden Faustregeln und Plausibilitätsannahmen beruhen, müssen aufgedeckt und die Erkenntnisse daraus mit allen Diskursteilnehmer:innen geteilt werden (McIntyre, 2017, S. 163 f.; SAPEA, 2019, S. 25 f.).

Zum anderen lebt der transdisziplinäre Diskurs vom zielgerichteten Wissen der Experten, die realistische Wege zur Erreichung der von Politik, Wirtschaft und Nichtregierungsorganisationen (NGOs) angestrebten Ziele aufzeigen und Handlungsoptionen entwickeln, die im Hinblick auf die von den Teilnehmer:innen angestrebten Ziele Wirkung versprechen. Zielorientierte Wissenschaft entwickelt passfähige Strategien gemeinsam mit den Diskursteilnehmer:innen. Gleichzeitig ist es ihr Auftrag, auf die möglichen positiven und negativen Nebenwirkungen hinzuweisen, die jede Strategie mit sich bringen kann. Sie ist eng an den zu lösenden Problemen ausgerichtet und hilft insbesondere in komplexen und unsicheren Entscheidungskontexten, wissenschaftlich belastbare Handlungsoptionen zu entwerfen und deren Folgen abzuschätzen (Cash et al., 2003; Lentsch & Weingart, 2011; Miller et al., 2014, S. 240).

Drittens basieren transdisziplinäre Prozesse auf einem deliberativen Diskurs, an dem alle Gruppen beteiligt sind, die von dem zu lösenden Problem betroffen sind oder dafür Lösungsoptionen anbieten können. Dieser diskursive Umgang bei der Gestaltung politischer Optionen ist aufgrund der Unsicherheit, Mehrdeutigkeit und Rahmenabhängigkeit der Problembeschreibungen auf außerwissenschaftlichen Input angewiesen. Nichtwissenschaftliche Akteure können wertvolles Erfahrungs- oder lokales Wissen beisteuern, und sie können oft am besten beurteilen, welches Wissen für die Bewältigung des jeweiligen Problems relevant ist (Renn, 2010; Mobjörk, 2010; Polk, 2015, S. 111). Darüber hinaus erfordert die immer größer werdende Vielfalt an Bewertungen, Überzeugungen, Interpretationen und Werturteilen einen Diskurs, der die Integration fördert und Konflikte löst (Witmayer & Schäpke, 2014). Die Organisation solcher diskursiven Prozesse des Austauschs von relevantem Wissen und die Einbettung in einen argumentativen Diskurs, der auf der Abwägung der einzelnen Argumente und der Reflexion gemeinsamer Werte und Interessen beruht, ist das Herzstück eines transdisziplinären Prozesses. Wie die hohe Qualität eines solchen Prozesses sichergestellt werden kann und wie die wissenschaftlichen Gemeinschaften (Neugier getrieben und zielorientiert) sowie die Interessengruppen und Vertreter der Öffentlichkeit in ein solches diskursives Umfeld integriert werden können, ist

buchstäblich eine Wissenschaft für sich. Katalytische Expertise liefert evidenzbasierte und erfahrungsbasierte Anleitungen für die Gestaltung einer Diskursarchitektur, die die Wahrscheinlichkeit erhöht, das Hauptziel der Transdisziplinarität zu erreichen, nämlich wissenschaftlich gültige, sozial verhandelte, ökologisch nachhaltige und moralisch überlegene Optionen für den Umgang mit komplexen Problemen zu finden (Head & Alford, 2015).

6. Zusammenfassung

Politische Entscheidungen zur Bewältigung komplexer Probleme erfordern eine solide Wissensbasis für die Abschätzung der wahrscheinlichen Folgen jeder politischen Option und beruhen auf der Abwägung widersprüchlicher Ziele unter Berücksichtigung der Vielfalt der Interessen, Präferenzen und Werte der Gesellschaft. Dies erfordert eine überzeugende Integration des wissenschaftlichen Fachwissens in den Prozess der politischen Entscheidungsfindung, damit die einschlägige Wissensbasis für die Vorbereitung faktengestützter, sozial akzeptabler und moralisch begründeter Entscheidungen genutzt werden kann. Der beste Weg, die Politikgestaltung zu informieren, ist die Anwendung transdisziplinärer Forschungsmethoden.

Die hier vorgelegte Übersicht zeigt deutlich, dass in den letzten drei Jahrzehnten viele Autor:innen über Konzepte, Perspektiven und Anwendungen transdisziplinärer Forschung reflektiert haben. Dabei sind aus meiner Sicht fünf übergeordnete Muster transdisziplinärer Forschungsansätze entstanden, die alle von der Integration unterschiedlicher Wissensbestände, der Notwendigkeit eines disziplinübergreifenden Erkenntnisgewinns und des Einbezugs nicht-wissenschaftlicher Akteure ausgehen. Darüber hinaus unterscheiden sie sich aber in der Auswahl und Einbindung von Akteursgruppen, in der Gestaltung von Forschungsphasen und in der Methodik der Synthese von systematischem Wissen und gesellschaftlichen Wissensbeständen außerhalb der Wissenschaft. Gerade das Problem der Integration analytischen Wissens mit Erfahrungs- und Alltagswissen, aber erst recht der Einbezug von Interessen, Werten und Präferenzen in die Urteilsbildung werfen aber weiterhin grundlegende Probleme auf, die mit den bisherigen Ansätzen nicht überzeugend gelöst sind.

In Reaktion auf dieses Defizit habe ich vorgeschlagen, die Rolle der Wissenschaft in transdisziplinären Forschungsprozessen auf drei unterschiedliche, aber im Endeffekt miteinander verbundene Funktionsbereiche zu fokussieren. Meiner Ansicht nach ist die Integration der drei Konzepte (Neugier getrieben, zielorientiert und katalytisch) in Prozesse der deliberativen Politikgestaltung ein wesentlicher Beitrag der Wissenschaften zur Förderung notwendiger und erwünschter Transformationen. Solche Prozesse erfordern mehr als wissenschaftliches Hintergrundwissen. Es ist gerade ein Merkmal transdisziplinärer Ansätze, Wissen aus unterschiedlichen Quellen und Erfahrungsbereichen zu integrieren (Despres et al., 2004; Pohl et al., 2010; Lang et al., 2012; Scholz, 2017). Wie diese Integration aber epistemisch, organisatorisch und prozessual gestaltet werden soll, ist bis heute ungeklärt und erfordert zusätzliche Reflexion und empirische Überprüfung im Rahmen der Erfüllung des katalytischen

Auftrags. Darüber hinaus sind auch die beiden anderen Funktionen zentral: Zweifellos werden in deliberativen Diskursen belastbare kausale oder funktionale Wissens-elemente sowie strategische Optionen zur Erreichung vorgegebener Ziele oder zur Lösung von Problemen dringend benötigt, insbesondere dann, wenn die Probleme komplex, mit Unsicherheit und Mehrdeutigkeit behaftet und die möglichen Lösungswege gesellschaftlich umstritten sind. Unter diesen Umständen wissenschaftliche Erkenntnisse zu ignorieren, ist dabei der falsche Weg. Solides Wissen durch Macht oder Interessen zu ersetzen oder sich von Wunschdenken leiten zu lassen, hat auch selten dazu beigetragen, ein Problem wirksam und gerecht zu lösen (Weingart, 2000; Hirsch Hadorn et al., 2006; Zierhofer & Burger, 2007). Gleichzeitig sind jedoch soziale Erfahrungen, lokale Vertrautheit, interessen- oder wertbasierte Urteile, soziale Präferenzen und liebgewonnene Routinen wichtige Elemente jeder Politik, und diese Elemente werden am besten von nicht-wissenschaftlichen Akteuren eingebracht (Cash et al., 2002; Knapp et al., 2019). Transdisziplinäre Wissenschaft ist also kein monolithischer Block. Sie erfordert auch keine grundlegende Neuausrichtung der Wissenschaften. Vielmehr ist transdisziplinäre Wissenschaft nach meinem Verständnis eine Synthese verschiedener aufeinander bezogener Komponenten, die jeweils eine klare Ausrichtung, Funktion und Methodik haben. Diese Komponenten können wie Module in transformative Diskurse integriert werden und stellen somit einen wichtigen und unersetzlichen Beitrag zur Politikgestaltung bei komplexen Herausforderungen dar.

Autor

PROF. ORTWIN RENN war bis Ende 2022 Wissenschaftlicher Direktor am Institut für Transformative Nachhaltigkeitsforschung (Institute for Advanced Sustainability Studies, IASS) in Potsdam und ist emeritierter Professor für Umwelt und Techniksoziologie an der Universität Stuttgart. Er leitet weiterhin gemeinsam mit Dr. Rainer Kuhn und Agnes Lampke das gemeinnützige Forschungsinstitut Dialogik gGmbH zur Erforschung und Umsetzung innovativer Formen der Wissenschaftskommunikation und Partizipation. Ortwin Renn forscht und publiziert vor allem zu den Themen Risiko, Nachhaltigkeit und Bürgerbeteiligung.

Literatur

- Bago, B., Rand, D. G. & Pennycook, G. (2020). Fake news, fast and slow: Deliberation reduces belief in false (but not true) news headlines. *Journal of Experimental Psychology: General*, 149(8), 1608–1613. <https://doi.org/10.1037/xge0000729>
- Balsiger, P.W. (2004). Supradisciplinary research practices: History, objectives and rationale. *Futures*, 36, 407–421. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2003.10.002>
- Bammer, G. (2013). *Disciplining interdisciplinarity: Integration and implementation sciences for researching complex real-world problems*. Canberra: ANU E-PR. https://doi.org/10.26530/OAPEN_459901

- Barth, M., Bruhn, A., Lam, D.P.M., Bergmann, M. & Lang, D.J. (2020). Capacity building for transformational leadership and transdisciplinarity. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 29(3), 195–7. <https://doi.org/10.14512/gaia.29.3.12>
- Bast, F. (2020). In defense of curiosity driven basic scientific research. *Science*, 57(2), 21–24.
- Baveye, P.C., Palfreyman, J. & Otten, W. (2014). Research efforts involving several disciplines: Adherence to a clear nomenclature is needed. *Water, Air and Soil Pollution*, 225232(6). <https://doi.org/10.1007/s11270-014-1997-7>
- Beck, U. (2010). Climate for Change, or How to Create a Green Modernity? *Theory, Culture & Society*, 27(2–3), 254–266. <https://doi.org/10.1177/0263276409358729>
- Bergmann, M., Brohmann, B., Hoffmann, E., Loibl, M. C., Rehaag, R., Schramm, E. & Voß, J.-P. (2005). *Quality Criteria for Transdisciplinary Research. A Guide for the Formative Evaluation of Research Projects*. ISOE Studentexte 13. Frankfurt am Main: Institute for Social-Ecological Research (ISOE).
- Bergmann, M., Jahn, T., Knobloch, T., Krohn, W., Pohl, C. & Schramm, E. (2012). *Methods for transdisciplinary research: A primer for practice*. Frankfurt am Main: Campus.
- Bernstein, J.H. (2015). Transdisciplinarity: A review of its origins, development, and current issues. *Journal of Research Practice*, 11(1), Article R1. <http://jrp.icaap.org/index.php/jrp/article/view/510/412>
- Berthelot, J.M. (1990). *L'Intelligence du social: Le Pluralisme explicatif en sociologie* (Comprehension of the Social: The Explanatory Pluralism in Sociology). Paris: Presses Universitaires de France.
- Blühdorn, I., Butzlaff, F., Deflorian, M. & Hausknost, D. (2018). *Transformationsnarrativ und Verantwortlichkeit: Die gesellschaftstheoretische Lücke der Transformationsforschung*. IGN Position Paper Jan. 2018. Wien: Institut für Gesellschaftswandel und Nachhaltigkeit, Wirtschaftsuniversität Wien.
- Böschen, S. (2019). Processing issues in science policy: emerging epistemic regimes. In D. Simon, S. Kuhlmann, J. Stamm & W. Canzler (Hrsg.), *Handbook on Science and Public Policy* (S. 317–335). Northampton: Cheltenham. <https://doi.org/10.4337/9781784715946.00027>
- Bradbury, H. & Reason, P. (2003). Action research. An opportunity for revitalizing research purpose and practices. *Qualitative Social Work*, 2(2), 155–175. <https://doi.org/10.1177/1473325003002002003>
- Brandt, P.A., Ernst, F., Gralla, C., Luederitz, D.J., Lang, J., Newig, F., Reinert, D.J., Abson, H. & von Wehrden, H. (2013). A review of transdisciplinary research in sustainability science. *Ecological Economics*, 92, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.04.008>
- Bremer, S. (2013). Mobilising high-quality knowledge through dialogic environmental governance: A comparison of approaches and their institutional settings. *International Journal of Sustainable Development* 16(1/2), 66–90. <https://doi.org/10.1504/IJSD.2013.053791>
- Brown, V.A., Harris, J.A. & Russell, J.Y. (Hrsg.). (2010). *Tackling wicked problems: Through the transdisciplinary imagination*. London: Earthscan. <https://doi.org/10.4324/9781849776530>
- Brown, V.A. & Lambert, J.A. (2012). *Collective learning for transformational change: A guide to collaborative action*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203105672>
- Brown, V.A. (2015). Utopian thinking and the collective mind: Beyond transdisciplinarity. *Futures*, 65, 209–216. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.11.004>
- Burger, P. & Kamber, R. (2003). Cognitive integration in transdisciplinary science: Knowledge as a key notion. *Issues in Integrative Studies*, 21, 43–73.

- Caniglia, G. (2020). A pluralistic and integrated approach to action-oriented knowledge for sustainability. *Nature Sustainability*, 4, 93–100. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-00616-z>
- Cash, D., Clark, W., Alcock, F., Dickson, N., Eckley, N. & Jäger, J. (2002). *Saliency, credibility, legitimacy and boundaries: Linking research, assessment and decision making*. KSG Working Paper Series RWP02-046. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.372280>
- Darbellay, F. (2015). Rethinking inter- and transdisciplinarity: Indisciplined knowledge and the emergence of a new thought style. *Futures*, 65, 163–174. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.10.009>
- Defila, R. & Di Giulio, A. (2015). Integrating knowledge: Challenges raised by the „Inventory of Synthesis“. *Futures*, 65, 123–135. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.10.013>
- Defila, R. & Di Giulio, A. (2019). Eine Reflexion über Legitimation, Partizipation und Intervention im Kontext transdisziplinärer Forschung. In M. Ukowitz & R. Hübner (Hrsg.), *Interventionsforschung* (S. 85–108). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-22048-8_4
- Despres, C., Brais, N. & Avellan, S. (2004). Collaborative planning for retrofitting suburbs: transdisciplinarity and intersubjectivity in action. *Futures*, 36, 471–486. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2003.10.004>
- Dubielzig, F. & Schaltegger, S. (2004). *Methoden transdisziplinärer Forschung und Lehre. Ein zusammenfassender Überblick*. Lüneburg: Center for Sustainable Development. Leuphana University Press.
- Forester, L. (1999). *The deliberative practitioner: Encouraging participatory planning processes*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Frodeman, R. (2014). *Sustainable knowledge: A theory of interdisciplinarity*. New York, NY: Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9781137303028>
- Funtowicz, S. O. & Ravetz, J. R. (1993). Science for the post-normal age. *Futures*, 25(7), 739–755. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(93\)90022-L](https://doi.org/10.1016/0016-3287(93)90022-L)
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. & Trow, M. (1994). *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary science*. London, Thousand Oaks, New Delhi: Sage.
- Gibbons, M. & Nowotny, H. (2001). The potential of transdisciplinarity. In J. Thompson Klein, W. Grossenbacher-Mansuy, R. Häberli, A. Bill, R. W. Scholz & M. Welti (Hrsg.), *Transdisciplinarity: Joint problem solving among science, technology, and society. An effective way for managing complexity* (S. 67–80). Basel: Birkhäuser.
- Gibbs, P. & Beavis, A. (2020). Thematics Reflections. In P. Gibbs & A. Beavis (Hrsg.), *Contemporary Thinking on Transdisciplinary Knowledge*. Springer Briefs in Education. Cham: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-39785-2_1
- Godemann, J. & Michelsen, G. (2008). Transdisciplinary integration in the University. In M. Bergmann & E. Schramm (Hrsg.), *Transdisciplinary research. Understanding and evaluating integrative research processes* (S. 177–199). Frankfurt am Main, New York: Campus.
- Greenberg, D. (1968). *The politics of pure science*. New York: New American Library.
- Grin, J., Rotmans, J. & Schot, J. (2010). *Transitions to sustainable development: New directions in the Study of long term transformative change*. New York/Oxford: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203856598>
- Grunwald, A. (2015). Transformative Wissenschaft – eine neue Ordnung im Wissenschaftsbetrieb? *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 24(1), 17–20. <https://doi.org/10.14512/gaia.24.1.5>

- Groß, M., Hoffmann-Riem, H. & Krohn, W. (2005). *Realexperimente. Ökologische Gestaltungsprozesse in der Wissensgesellschaft*. Bielefeld: Transkript. <https://doi.org/10.1515/9783839403044>
- Head, B. W. & Alford, J. (2015). Wicked problems: Implications for public policy and management. *Administration & Society*, 47(6), 711–739. <https://doi.org/10.1177/0095399713481601>
- Hendriks, C. (2009). Policy design without democracy? Making democratic sense of transition management. *Policy Sciences*, 42(4), 341–368. <https://doi.org/10.1007/s11077-009-9095-1>
- Hirsch Hadorn, G. H., Bradley, D., Pohl, C., Rist, S. & Wiesmann, U. (2006). Implications of transdisciplinarity for sustainability research. *Ecological Economics*, 60, 119–128. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.12.002>
- Hirsch Hadorn, G., Biber-Klemm, S., Grossenbacher-Mansuy, W., Hoffmann-Riem, H., Joye, D., Pohl, C., Wiesmann, U. & Zemp, E. (2008). The emergence of transdisciplinarity as a form of research. In G. Hirsch Hadorn, H. Hoffmann-Riem, S. Biber-Klemm, W. Grossenbacher-Mansuy, D. Joye, C. Pohl, U. Wiesmann & E. Zemp (Hrsg.). *Handbook of transdisciplinary research* (S. 19–39). Berlin: Springer.
- Ingold, K. & Gschwend, M. (2014). Science in policy making: Neutral experts or strategic policy makers. *West European Politics*, 37(5), 993–1018. <https://doi.org/10.1080/01402382.2014.920983>
- Jahn, T., Bergmann, M. & Keil, F. (2012). Transdisciplinarity. Between mainstreaming and marginalization. *Ecological Economics*, 79, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.04.017>
- Jaeger-Erben, M., Nagy, E., Schäfer, M., Süßbauer, E. & Zscheischler, J. (2018). Von der Programmik zur Praxis: Plädoyer für eine grounded theory transformationsorientierter Forschung. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 27(1), 117–121. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.1.5>
- Jaeger, J. & Scheringer, M. (1998). Transdisziplinarität. Problemorientierung ohne Methodenzwang. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 7, 10–25. <https://doi.org/10.14512/gaia.7.1.4>
- Jaeger, J. & Scheringer, M. (2018). Weshalb ist die Beteiligung von Akteuren nicht konstitutiv für transdisziplinäre Forschung? *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 27(4), 345–347. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.4.4>
- Jantsch, E. (1972). Inter- and transdisciplinary university: A systems approach to education and innovation. *Higher Education*, 1(1), 7–37. <https://doi.org/10.1007/BF01956879>
- Kates, R. W., Clark, W. C., Corell, R., Hall, J. M., Jaeger, C. C., Lowe, I., McCarthy, J. J., Schellhuber, H. J., Bolin, B., Dickson, N. M. et al. (2001). Sustainability science. *Science*, 292, 641–642, *pmid:11330321*. <https://doi.org/10.1126/science.1059386>
- Knapp, C. N., Reid, R. S., Fernández-Giménez, M. E., Klein, J. & Galvin, K. A. (2019). Placing Transdisciplinarity in Context: A Review of Approaches to Connect Scholars, Society and Action. *Sustainability*, 11, 4899. <https://doi.org/10.3390/su11184899>
- Kochhar-Lindgren, G. & Kochhar-Lindgren, K. (2018). Wild studios: Art, philosophy, and the transversal university. In D. R. Cole & J. P. N. Bradley (Hrsg.), *Principles of transversality in globalization and education* (S. 31–46). Singapore: Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-0583-2_3
- Krohn, W., Grunwald, A. & Ukowitz, M. (2017). Transdisziplinäre Forschung revisited. Erkenntnisinteresse, Forschungsgegenstände, Wissensform und Methodologie. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 26(4), 341–347.

- Lang, D., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P., Swilling, M. & Thomas, C. J. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7 (Supplement 1), 25–43. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- Lawrence, R. J. (2010). Beyond disciplinary confinement to imaginative transdisciplinarity. In V. A. Brown, J. A. Harris & J. Y. Russell (Hrsg.), *Tackling wicked problems: Through the transdisciplinary imagination* (S. 16–30). London: Earthscan.
- Lawrence, R. J. (2015) Advances in transdisciplinarity: Epistemologies, methodologies and processes. *Futures*, 65, 1–9.
- Lawrence, R. J. (2017). A trans-anthropo-logic of transdisciplinarity. In D. Fam, J. Palmer, C. Riedy & C. Mitchell (Hrsg.), *Transdisciplinary research and practice for sustainability outcomes* (S. 253–259). Abingdon-on-Thames: Routledge.
- Lawrence, M. G., Williams, S., Nanz, P. & Renn, O. (2022). Characteristics, potentials, and challenges of transdisciplinary research. *One Earth*, 5(1), 44–61. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2021.12.010>
- Leavy, P. (2011). *Essentials of transdisciplinary research: Using problem-centered methodologies*. Walnut Creek, CA: Left Coast.
- Lentsch, J. & Weingart, P. (2011). Quality control in the advisory process: Towards an institutional design for robust science advice. In J. Lentsch & P. Weingart (Hrsg.), *The politics of scientific advice: Institutional design for quality assurance* (S. 353–374). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511777141.020>
- López-Huertas, M. (2013). Reflections on multidimensional knowledge: Its influence on the foundation of knowledge organization. *Knowledge Organization*, 40(6), 400–407. <https://doi.org/10.5771/0943-7444-2013-6-400>
- Lux, A. (2019). Societal effects of transdisciplinary sustainability research. How can they be strengthened during the research process? *Environmental Science and Policy*, 101, 183–191. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.08.012>
- Lyall, C., Meagher, L. & Bruce, A. (2015). A rose by any other name? Transdisciplinarity in the context of UK research policy. *Futures*, 65, 150–162. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.08.009>
- Maasen, S. & Lieven, O. (2006). Transdisciplinarity: a new mode of governing science? *Science and Public Policy*, 33(6), 99–410. <https://doi.org/10.3152/147154306781778803>
- Maasen, S., Lengwiler, M. & Guggenheim, M. (2006). Practices of transdisciplinary research: close(r) encounters of science and society. *Science and Public Policy*, 33(6), 394–398. <https://doi.org/10.3152/147154306781778830>
- Maasen, S. & Dickel, S. (2019). Normative answers, epistemic questions. Updating the science-society contract. In D. Simon, S. Kuhlmann, J. Stamm & W. Canzler (Hrsg.), *Handbook of science and public policy* (S. 49–66). Cheltenham: Edward Elgar. <https://doi.org/10.4337/9781784715946.00011>
- Mattor, K., Betsill, M., Huayhuaca, C., Huber-Stearns, H., Jedd, T., Sternlieb, F., Bixler, P., Luizza, M. & Cheng, A. S. (2014). Transdisciplinary research on environmental governance: A view from the inside. *Environmental Science and Policy*, 42, 90–100. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.06.002>
- Max-Neef, M. A. (2005). Foundations of transdisciplinarity. *Ecological Economics*, 53, 5–16. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.01.014>

- McGregor, S. L. T. (2015). The Nicolescuian and Zurich approaches to transdisciplinarity. *Integral Leadership Review*, 15(2). <http://integrallleadershipreview.com/13135-616-the-nicolescuian-and-zurich-approaches-to-transdisciplinarity/>
- McGregor, S. L. T. (2017). Challenges to transdisciplinary collaboration: A conceptual literature review. *Integral Leadership Review*, 17(1). <http://integrallleadershipreview.com/15402-challenges-of-transdisciplinary-collaboration-a-conceptual-literature-review/>
- McIntyre, L. (2017). *Post-Truth*. Boston: MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/11483.001.0001>
- Miller, T. R., Baird, T. D., Littlefield, C. M., Kofinas, G., Chapin III, F. S. & Redman, C. L. (2008). Synthesis. Epistemological pluralism: Reorganizing interdisciplinary research. *Ecology and Society*, 13(2), 46–54. <https://doi.org/10.5751/ES-02671-130246>
- Miller, T. R., Wiek, A., Ansong, D., Robinson, J., Olsson, L., Kriebel, D. et al. (2014). The future of sustainability science: A solutions-oriented research agenda. *Sustainable Science*, 9, 239–246. <http://dx.doi.org/10.1007/s11625-013-0224-6>
- Mittelstraß, J. (1992). Auf dem Weg zur Transdisziplinarität, *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 1(5), 250–258. <https://doi.org/10.14512/gaia.1.5.2>
- Mittelstraß, J. (2018). Forschung und Gesellschaft. Von theoretischer und praktischer Transdisziplinarität, *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 27(2), 201–204. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.2.4>
- Mittelstraß, J. (2011). On transdisciplinarity. *Trames*, 15(4), 329–338. <https://doi.org/10.3176/tr.2011.4.01>
- Mobjörk, M. (2010). Consulting versus participatory transdisciplinarity: a refined classification of transdisciplinary research. *Futures*, 42, 866–873. <https://doi.org/10.3176/tr.2011.4.01>
- Nagy, E. (2020). Transfer as a reciprocal process: How to foster receptivity to results of transdisciplinary research. *Environmental Science and Policy*, 104, 148–60. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.11.007>
- Nanz, P., Renn, O. & Lawrence, M. (2017). Der transdisziplinäre Ansatz des Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS): Konzept und Umsetzung, *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 26(3), 293–296. <https://doi.org/10.14512/gaia.26.3.19>
- Neuhauser, L. & Pohl, C. (2014). Integrating transdisciplinary and translational concepts and methods into graduate education. In P. Gibbs (Hrsg.), *Transdisciplinary professional learning and practice*. New York: Springer.
- Nicolescu, B. (2002). *Manifesto of transdisciplinarity* (K. C. Voss, Trans.). Albany, NY: State University of New York Press.
- Nicolescu, B. (2012). Transdisciplinarity: The hidden third, between the subject and the object. *Human and Social Studies*, 1(2), 13–28. <https://doi.org/10.2478/v10317-012-0002-5>
- Nowotny, H. (1999). The need for socially robust knowledge. *TA-Datenbank-Nachrichten*, 8(3/4), 12–16. <https://doi.org/10.14512/tatup.8.3-4.12>
- Nowotny, N. (2000). Re-thinking science: From reliable knowledge to socially robust knowledge. In M. Weiss (Hrsg.), *Jahrbuch vdf* (S. 221–244). Zürich: ETH.
- Nowotny, H. (2003). Democratising expertise and socially robust knowledge. *Science and Public Policy*, 30(3), 151–156. <https://doi.org/10.3152/147154303781780461>
- Nowotny, H., Scott, P. & Gibbons, M. (2001). *Re-thinking science: Knowledge and the public in an age of uncertainty*. Cambridge: Polity Press.
- Nowotny, H., Scott, P. & Gibbons, M. (2003). ‚Mode 2‘ revisited: The new production of knowledge. *Minerva*, 41, 179–94. <https://doi.org/10.1023/A:1025505528250>

- Parodi, O., Beecroft, R., Albiez, M., Bösch, S., Defila, R., Di Giulio, A. & Seebacher, A. (2021). Wer partizipiert woran – und mit welchen Folgen? Erkenntnisse aus der transdisziplinären und transformativen Forschung. In Dieselben (Hrsg.), *Gesellschaftliche Transformationen* (S. 199–218). Baden-Baden: Nomos. <https://doi.org/10.5771/9783748901556-199>
- Paterson, B., Isaacs, M., Hara, M., Jarre, A. & Moloney, C.L. (2010). Transdisciplinary co-operation for an ecosystem approach to fisheries: a case study from the South African sardine fishery. *Marine Policy*, 34(4), 782–794. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2010.01.019>
- Patterson, J., Schulz, K., Vervoort, J., Adler, C., Hurlbert, M., van der Hel, S., Schmidt, A., Barau, A., Obani, P., Sethi, M., Hissen, N., Tebboth, M., Anderton, K., Börner, S. & Widerberg, O. (2015). *Transformations towards sustainability. Emerging approaches, critical reflections, and a research agenda*. Earth System Governance Working Paper No. 33. Lund and Amsterdam: Earth System Governance Project.
- Petts, J., Owens, S. & Bulkeley, H. (2008). Crossing boundaries: Interdisciplinary in the context of urban environments. *Geoforum*, 39, 593–601. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2006.02.008>
- Pielke, R.A. (2007). *The honest broker: Making sense of science in policy and politics*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511818110>
- Pohl, C. (2008). From science to policy through transdisciplinary research. *Environmental Science & Policy*, 11, 46–53. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2007.06.001>
- Pohl, C. (2010). From transdisciplinarity to transdisciplinary research. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 1. <https://doi.org/10.22545/2010/0006>
- Pohl, C. (2011). What is progress in transdisciplinary research? *Futures*, 43, 618–626. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.03.001>
- Pohl, C. & Hirsch Hadorn, G. (2007). *Principles for designing transdisciplinary research*. München: oekom. <https://doi.org/10.14512/9783962388638>
- Pohl, C. & Hirsch Hadorn, G. (2008). Core terms in transdisciplinary research. In G. Hirsch Hadorn et al. (Hrsg.), *Handbook of Transdisciplinary Research* (S. 427–432). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6699-3_28
- Pohl, C., Pearce, B., Mader, M., Senn, L. & Krütli, P. (2020). Integrating systems and design thinking in transdisciplinary case studies. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 29(4), 258–266. <https://doi.org/10.14512/gaia.29.4.11>
- Pohl, C., Rist, S., Zimmermann, A., Fry, P., Gurung, G.S., Schneider, F., Speranza, C.I., Kiteme, B., Boillat, S., Serrano, E., Hirsch Hadorn, G. & Wiesmann U. (2010). Researchers' roles in knowledge co-production: experience from sustainability research in Kenya; Switzerland, Bolivia and Nepal. *Sci Public Policy*, 37(4), 267–281. <https://doi.org/10.3152/030234210X496628>
- Polk, M. (2014). Achieving the promise of transdisciplinarity: A critical exploration of the relationship between transdisciplinary research and societal problem solving. *Sustainability Science*, 9, 439–451. <https://doi.org/10.1007/s11625-014-0247-7>
- Polk, M. (2015). Transdisciplinary co-production: Designing and testing a transdisciplinary research framework for societal problem solving. *Futures*, 65, 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.11.001>
- Popa, F., Guillermin, M. & Dedeurwaerdere, T. (2015). A pragmatist approach to transdisciplinarity in sustainability research: Form complex systems theory to reflexive science. *Futures*, 65, 45–56. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.02.002>

- Ramadier, T. (2015). Transdisciplinarity and its challenges: the case of urban studies. *Futures*, 36, 423–439. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2003.10.009>
- Renn, O. (2010). The contribution of different types of knowledge towards understanding, sharing and communicating risk concepts. *Catalan Journal of Communication & Cultural Studies*, 2(2), 177–195. https://doi.org/10.1386/cjcs.2.2.177_1
- Renn, O. (2019a). Die Rolle transdisziplinärer Wissenschaft bei konfliktgeladenen Transformationsprozessen. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 28(1), 44–51. <https://doi.org/10.14512/gaia.28.1.11>
- Renn, O. (2019b). Inter- und Transdisziplinäre Forschung: Konzept und Anwendung auf die Energiewende. *Angewandte Philosophie*, 1, 54–75. <https://doi.org/10.14220/9783737009461.54>
- Renn, O. (2021). Transdisciplinarity: Synthesis towards a modular approach, *Futures*, 130, 102744. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102744>
- Renn, O. (2022). Anforderungen an ein tragfähiges Konzept der Nachhaltigkeitsforschung. *Nachhaltigkeitsrecht*, 1(6), 6–17. <https://doi.org/10.33196/nr202201000601>
- Renn, O. & Schweizer, P.-J. (2020). Inclusive governance for energy policy making: Conceptual foundations, applications, and lessons learned. In O. Renn, F. Ulmer & A. Deckert (Hrsg.), *The role of public participation in energy transitions* (S. 39–79). London: Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819515-4.00003-9>
- Rittel, H. W. J. & Webber, M. M. (1973). Dilemmas in a general theory of planning. *Policy Science*, 4, 155–169. <https://doi.org/10.1007/BF01405730>
- Robinson, J. (2008). Being undisciplined: Transgressions and intersections in academia and beyond. *Futures*, 40, 70–86. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2007.06.007>
- Rosendahl, J., Zanella, M. A., Rist, S., Weigelt, J. (2015). Scientists' situated knowledge: Strong objectivity in transdisciplinarity. *Futures*, 65, 17–27. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.10.011>
- Rydin, Y. (2007). Re-examining the role of knowledge within planning theory. *Planning Theory*, 6, 52–68. <https://doi.org/10.1177/1473095207075161>
- SAPEA. Science Advise for Policy by European Academies (2019). *Making Sense of Science for Policy under Conditions of Uncertainty and Complexity*. Report to the EU Commission (2019). Berlin: SAPEA. <https://doi.org/10.26356/MASOS>
- Schauppenlehner-Kloyber, E. & Penker, M. (2014). Managing group processes in transdisciplinary future studies: How to facilitate social learning and capacity building for self-organised action towards sustainable urban development? *Futures*, 65, 57–71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2014.08.012>
- Schneidewind, U. (2015). Transformative Wissenschaft – Motor für gute Wissenschaft und lebendige Demokratie. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 24(1), 17–20. <https://doi.org/10.14512/gaia.24.2.5>
- Schneidewind, U., Augenstein, K., Stelzer, F. et al. (2018). Structure matters: Real-world laboratories as a new type of large-scale research infrastructure. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 27(1), 12–17. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.S1.5>
- Scholz, R. W. (2000). Mutual learning as a basic principle of transdisciplinarity. In R. W. Scholz, R. Häberli, A. Bill & W. Welti (Hrsg.), *Transdisciplinarity: Joint problem-solving among science, technology and society. Workbook II: Mutual learning sessions* (S. 13–17). Zürich: Haffmans Sachbuch. https://doi.org/10.1007/978-3-0348-8419-8_11

- Scholz, R. W. (2017). The normative dimension in transdisciplinarity, transition management und transformation sciences: new roles of sciences of universities in sustainable transitioning. *Sustainability*, 9, 1–31. <https://doi.org/10.3390/su9060991>
- Scholz, R. W., Czichos, R., Parycek, P. & Lampoltshammer, T. J. (2020). Organizational vulnerability of digital threats. A first validation of an assessment method. *European Journal of Operational Research*, 282(2), 627–643. doi:10.1016/j.ejor.2019.09.020
- Scholz, R. W., Lang, D. J., Wiek, A., Walter, A. I. & Stauffacher, M. (2006). Transdisciplinary case studies as a means of sustainability learning: Historical framework and theory. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 7, 226–251. <https://doi.org/10.1108/14676370610677829>
- Scholz, R. W. & Stauffacher M. (2009). From a science for society to a science with society. *Psychologische Rundschau*, 60(4), 242–280. <https://doi.org/10.1026/0033-3042.60.4.242>
- Scholz, R. W. & Steiner, G. (2015). Transdisciplinarity at the crossroads. *Sustainability Science*, 10, 521–526. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0338-0>
- Stelzer, F., Becker, S., Timm, J., Adomßent, M., Simon, K. H., Schneidewind, U., ... Ernst, A. (2018). Ziele, Strukturen, Wirkungen transformativer Forschung. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 27(4), 405–408. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.4.19>
- Stirling, A. (2006). Precaution, foresight and sustainability: reflection and reflexivity in the governance of science and technology. In J. P. Voß, D. Bauknecht & R. Kemp (Hrsg.), *Reflexive governance for sustainable development* (S. 225–272). Cheltenham: Edward Elgar.
- Strohschneider, P. (2014). Zur Politik der Transformativen Wissenschaft. In A. Brodacz, D. Herrmann, R. Schmidt, D. Schulz & J. Schulze-Wessel (Hrsg.), *Die Verfassung des Politischen. Festschrift für Hans Vorländer* (S. 175 –192). Wiesbaden: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-04784-9_10
- Thompson Klein, J. (2008). Evaluation of interdisciplinary and transdisciplinary research: A literature review. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(2) Supplement, 116–123. doi:10.1016/j.amepre.2008.05.010
- Thompson Klein, J. (2010). A taxonomy of interdisciplinarity. In R. Frodeman (Hrsg.), *The Oxford handbook of interdisciplinarity* (S. 15–30). Oxford: Oxford University Press.
- Thompson Klein, J. (2015). Discourses of transdisciplinarity: Looking back to the future. *Futures*, 63, 68–74. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.08.008>
- Truffer, B. (2007). Knowledge integration in transdisciplinary research project. The importance of reflexive interface management, *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 16, 41–45. <https://doi.org/10.14512/gaia.16.1.12>
- US-National Research Council. (2012). *Using science as evidence in public policy*. Washington: National Academies Press.
- Van Fraassen, B. (1995). A philosophical approach to foundations of science. *Foundations of Science*, 1(1), 5. <http://link.springer.com/article/10.1007/BF00208722>
- Von Wehrden, H., Guimarães, M. H., Bina, O. et al. (2019). Interdisciplinary and transdisciplinary research: Finding the common ground of multi-faceted concepts. *Sustainability Science*, 14, 875–888. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0594-x>
- von Wissel, C. (2015). Die Eigenlogik der Wissenschaft neu verhandeln: Implikationen einer transformativen Wissenschaft. *GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society*, 24(3), 152–155. <https://doi.org/10.14512/gaia.24.3.4>
- Watson, V. (2003). Conflicting rationalities: Implications for planning theory and ethics. *Planning Theory and Practice*, 4(4), 395–407. <https://doi.org/10.1080/1464935032000146318>

- WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen). (2011). *Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Berlin: WBGU.
- Webler, T. (1995). ‚Right‘ discourse in citizen participation. An evaluative yardstick. In O. Renn, T. Webler & P. Wiedemann (Hrsg.), *Fairness and competence in citizen participation* (S. 35–86). Dordrecht, Boston: Kluwer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-0131-8_3
- Weingart, P. (2000). Interdisciplinarity: The paradoxical discourse. In P. Weingart & N. Stehr (Hrsg.), *Practicing interdisciplinarity* (S. 25–41). Toronto: University of Toronto Press. <https://doi.org/10.3138/9781442678729-004>
- Wiek, A., Ness, B., Schweizer-Ries, P., Band, F. S. & Farioli, F. (2012). From complex systems analysis to transformational change: A comparative appraisal of sustainability science projects. *Sustainability Science*, 7 (Supplement 1), 5–24. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0148-y>
- Witmayer, J.N. & Schöpke, N. (2014). Action, research and participation: Roles of researchers in sustainability transitions. *Sustainability Science*, 9(4), 483–496. <https://doi.org/10.1007/s11625-014-0258-4>
- Zierhofer, W. & Burger, P. (2007). Disentangling transdisciplinarity: An analysis of knowledge integration in problem-oriented research. *Science Studies*, 20(1), 51–74. <https://doi.org/10.23987/sts.55219>
- Zimann, J. (2000). *Real science. What it is and what it means*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511541391>
- Zscheischler, J. & Rogga, S. (2015). Transdisciplinarity in land use science – A review of concepts, empirical findings and current practices. *Futures*, 65, 28–44. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.11.005>