

# Optionen und Maßnahmen



UniNETZ –  
Universitäten und nachhaltige  
Entwicklungsziele

Österreichs Handlungsoptionen  
zur Umsetzung  
der UN-Agenda 2030  
für eine lebenswerte Zukunft.



# Transdisziplinäre Bildung – Gemeinschaftliches verantwortungs- volles Lernen zwischen Schüler\_innen, Lehrer\_innen und außerschulischen Akteur\_innen

## **Autor\_innen:**

Kubisch, Susanne (*Institut für Geographie, Universität Innsbruck*); Deisenrieder, Veronika (*Institut für Geographie, Universität Innsbruck*); Dür, Martin (*PH Tirol & Universität Innsbruck*); Kosler, Thorsten (*PH Tirol*); Oberauer, Karin (*Institut für Geographie, Universität Innsbruck*); Oberrauch, Anna (*PH Tirol*); Parth, Sandra (*Institut für Geographie, Universität Innsbruck*); Steiner, Regina (*PH Oberösterreich*); Keller, Lars (*Institut für Geographie, Universität Innsbruck*)

## 04\_16

Target 4.7

## **Reviewer\_innen:**

Franziska Allerberger (*Universität Innsbruck*)

## Inhalt

3	Abbildungsverzeichnis
4	04_16.1. Ziele der Option
5	04_16.2. Hintergrund der Option
6	04_16.3. Optionenbeschreibung
9	04_16.3.1. Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen
14	04_16.3.2. Erwartete Wirkungsweise und Transformationspotenzial
15	04_16.3.3. Bisherige Erfahrung mit dieser Option oder ähnlichen Optionen
17	04_16.3.4. Zeithorizont der Wirksamkeit
18	04_16.3.5. Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann
18	04_16.3.6. Interaktionen mit anderen Optionen
19	04_16.3.7. Offene Forschungsfragen
20	Literatur

## Abbildungsverzeichnis

- 8 **Abb. O\_4-16\_01** Von Transdisziplinärer Forschung zu Transdisziplinärer Bildung. Quelle: eigene Darstellung.  
// **Fig. O\_4-16\_02** From Transdisciplinary Research to Transdisciplinary Education. Source: own elaboration.
- 10 **Abb. O\_4-16\_03** Erforderliche Maßnahmen zur Umsetzung Transdisziplinärer Bildung. Quelle: eigene Darstellung.  
// **Fig. O\_4-16\_04** Necessary measures in order to implement Transdisciplinary Education. Source: own elaboration.
- 18 **Abb. O\_4-16\_5** Interaktion Transdisziplinärer Bildung mit anderen Optionen. Quelle: eigene Darstellung.  
// **Fig. O\_4-16\_6** Interaction of Transdisciplinary Education with other options. Source: own elaboration.

#### 04\_16.1 Ziele der Option

Ziel dieser Option ist es, transdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen schulischen und außerschulischen Akteur\_innen in Form einer **Transdisziplinären (TD) Bildung** (Kubisch et al., 2021) verbindlich im österreichischen Bildungssystem zu verankern. In Anlehnung an das Konzept der TD Forschung und dem damit verbundenen Anspruch **Forschung trage eine gesellschaftliche Verantwortung** (*Responsible Research and Innovation*) werden Schulen aufgefordert, **Verantwortung für das Gemeinwohl** zu übernehmen (European Commission, 2021; Onwu, 2017; Scholz & Steiner, 2015a, 2015b). TD Bildung bietet Schüler\_innen die Möglichkeit, gemeinsam mit außerschulischen Akteur\_innen an realweltlichen Problemen zu forschen und ihre Lebenswelt aktiv mitzugestalten. Darüber hinaus ermöglicht TD Bildung den Schüler\_innen, **Kompetenzen** im Sinne eines *responsible citizenship* zu erwerben und dadurch zum **Gemeinwohl und zu einer nachhaltigen Zukunft - ihrer eigenen Zukunft sowie der Zukunft nachfolgender Generationen** - beizutragen (Bell, 2016; Holbrook & Rannikmäe, 2007; Kubisch et al., 2021; Stauffacher, 2006; Stauffacher, Walter, Lang, Wiek & Scholz, 2006; Stauffacher, Flüeler, Krütli & Scholz, 2008; Walter, Helgenberger, Wiek & Scholz, 2007).

Ausgangspunkte einer TD Bildung sind sozial relevante, komplexe Frage- bzw. Problemstellungen, die eine multiperspektivische Betrachtungsweise erfordern. Dazu werden Schüler\_innen in Forschungs- und Entscheidungsprozesse eingebunden. Ziel von TD Bildung ist es, **gesellschaftlich akzeptierbare und nachhaltige Lösungen** zu entwickeln. Diese stehen **im Einklang mit den Bedürfnissen, Werten und Interessen der Gesellschaft** (Kubisch et al., 2021; Wiek, Farioli, Fukushi & Yarime, 2012; Yarime et al., 2012). **Schüler\_innen als heutige und zukünftige Entscheidungsträger\_innen** sind am stärksten von den Herausforderungen des 21. Jahrhunderts betroffen. Damit einher geht die Forderung, **Jugendlichen die Möglichkeit zu geben, ihre Bedürfnisse, Werte und Interessen in gesellschaftliche Entscheidungsfindungsprozesse einfließen zu lassen und ihre Zukunft aktiv mitzugestalten** (Bentz & O'Brien, 2019; Vereinte Nationen (UN), 2003).

Eine TD Bildung erfordert **Anpassungen in den Bereichen Organisations- und Personalentwicklung** sowie in der inhaltlichen als auch **pädagogisch-didaktischen Ausrichtung des Schulunterrichts** (Barth, 2016; Buhren & Rolff, 2012; Clarke & Ashhorst, 2018; Golja, McClean & Jordan, 2018; Merck & Beermann, 2014).

TD Bildung zielt darauf ab, die **Grenzen von Schule, Wissenschaft** und weiteren gesellschaftlichen **Systemen zu überwinden und Schüler\_innen dazu befähigen**, als *responsible citizens* gegenwärtigen und zukünftigen Herausforderungen zu begegnen (Baumber, Kligyte, van der Bijl-Brouwer & Pratt, 2020; Bell, 2016; Clarke & Ashhorst, 2018; Golja et al., 2018; Holbrook & Rannikmäe, 2007). Dies geschieht im **Einklang mit den Forderungen einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung** (Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO), 2017).

## 04\_16.2 Hintergrund der Option

Um heutigen und zukünftigen lokalen sowie globalen Herausforderungen, wie beispielsweise dem anthropogenen Klimawandel zu begegnen, ist ein sozialer Wandel, eine soziale Transformation von Weltanschauungen, Überzeugungen und Werten, aber auch von gesellschaftlichen Systemen, erforderlich (Berzonsky & Moser, 2017; Fazey et al., 2018; O'Brien, 2012). Bildung gilt als eine der Hauptantriebskräfte in Richtung einer nachhaltigen Zukunft und bildet das Fundament einer Transformation (Fazey et al., 2018; UNESCO, 2014a, 2019, 2017; Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU)). Es ist demnach erforderlich, dass das Bildungswesen sein Potenzial ausschöpft, um zu einer Transformation der Gesellschaft in Richtung Nachhaltigkeit beizutragen. Schulbildung sollte daher auf sich kontinuierlich verändernde soziale, ökologische und ökonomische Kontexte eingehen und (junge) Menschen dazu befähigen, als *responsible citizens* ihre Lebenswelt aktiv mitzugestalten bzw. zu entwickeln (Bell, 2016; Bentz & O'Brien, 2019; Holbrook & Rannikmäe, 2007; UN, 2003). Als *responsible citizens* werden in dieser Option Bürger\_innen bezeichnet, die über die Kompetenzen verfügen, das Handeln Anderer sowie ihr eigenes Handeln kritisch zu reflektieren und Verantwortung für eigene Handlungen zu übernehmen sowie informierte Entscheidungen - im Sinne einer Nachhaltigen Entwicklung - zu treffen (Bell, 2016; Holbrook & Rannikmäe, 2007; UNESCO, 2017, 2019).

Um im Bildungswesen auf einen sich kontinuierlich verändernden Kontext angemessen agieren zu können, ist ein Umdenken des traditionellen disziplin- und lehreorientierten Verständnisses des Unterrichts erforderlich. Darüber hinaus ist eine Anpassung der Ziele (des Lehrens und vor allem) des Lernens notwendig (Clarke & Ashhorst, 2018; Dobozy & Dalziel, 2016; Kleihauer & Führ, 2018).

Paulo Freire, ein einflussreicher und weltweit zitierter Pädagoge, machte bereits im Jahr 1970 geltend, dass durch traditionelle Methoden des Lehrens und Lernens systemkonforme Schüler\_innen „ausgebildet“ werden. Traditionelle Unterrichtsmethoden führen nach Freire zu einem bloßen Erinnern von Inhalten, jedoch nicht zu einem tiefgreifenden Verständnis des Gelernten (Freire, 1970, 1981) (siehe hierzu auch Bloom et al., 1956). Dies ist in einer dynamischen Welt des globalen Wandels allerdings erforderlich, um erlernte Inhalte auf neue, ungewisse Situationen zu übertragen (Dobozy & Dalziel, 2016; Werlen, 2015) bzw. selbstständig neue Inhalte erschließen zu können. (Junge) Menschen sollten vermehrt die Möglichkeit bekommen, Kompetenzen im Sinne einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung zu erwerben, um zu einer nachhaltigen Zukunft beizutragen (Bell, 2016; Holbrook & Rannikmäe, 2007; UNESCO, 2017). Gemäß einem moderat konstruktivistischen Verständnis des Lernens fördern interaktive und authentische Lernsettings aktives Lernen und vermeiden träges Wissen. Die Theorie des moderaten Konstruktivismus geht von einer individuellen, aktiven, selbstgesteuerten, emotionalen, situativen und sozial geprägten Wissenskonstruktion aus. Interaktive Lernsettings, in denen Lernende die Möglichkeit bekommen, ihren Lernprozess individuell und aktiv mitzugestalten, erlauben den Aufbau eines tiefgründigen Verständnisses des Gelernten (Basten et al., 2015; Reinmann & Mandl, 2006; Renkl, 1996). Des Weiteren fördern die Zusammenarbeit mit außerschulischen Akteur\_innen und die aktive Auseinandersetzung mit realweltlichen Problemstellungen notwendige Kompetenzen für ein verantwortungsvolles Handeln, wie beispielsweise die Kompetenz des kritischen Denkens, die Reflektion der eigenen Rolle in der Gesellschaft sowie die Kompetenz voneinander zu lernen (Bell, 2016; UNESCO,

2014b, 2014a, 2017). Darüber hinaus unterstützt TD Zusammenarbeit transformatives Lernen, das den Grundstein für das Überdenken eigener Weltanschauungen, Überzeugungen und Werte bildet sowie eine kontinuierliche Weiterentwicklung von Individuen und der Gesellschaft (Iyer-Raniga & Andamon, 2016; Mezirow, 1997; Moore, 2005; Sipos, Battisti & Grimm, 2008; Vilsmaier, Brandner & Engbers, 2017; Walter et al., 2007).

#### 04\_16.3 Optionenbeschreibung

TD Bildung bietet Schüler\_innen und Lehrer\_innen die Möglichkeit, gemeinsam mit Expert\_innen/Wissenschaftler\_innen und weiteren außerschulischen Akteur\_innen verschiedener Gesellschaftsbereiche, wie beispielsweise aus der Politik oder der Zivilgesellschaft, an realweltlichen Problemstellungen zu forschen und gemeinsam Lösung(smöglichkeit)en zu entwickeln (Pruneau, Gravel, Bourque & Langis, 2003; Scholz & Steiner, 2015a, 2015b; Stauffacher et al., 2006). Neben der Förderung des transformativen Lernens und des Erwerbs von inter- und intrapersonalen Kompetenzen, ermöglichen Zusammenarbeit und Dialog in transdisziplinären Settings neue Formen der Wissensgenerierung. Sozial robustes Wissen entsteht durch gegenseitiges Lernen, Austausch, Reflexion und Synthese unterschiedlicher Perspektiven und durch die Berücksichtigung des Kontext- und Erfahrungswissens außerswissenschaftlicher Akteur\_innen (Bell, 2016; Iyer-Raniga & Andamon, 2016; Lang et al., 2012; Merck & Beermann, 2014; Scholz, 2001; Walter et al., 2007; Weichselgartner & Truffer, 2015). Sozial robustes Wissen stellt das Fundament für sozial akzeptierbare und nachhaltige Lösungen dar und erfordert daher eine Berücksichtigung in Forschungs- und Entscheidungsfindungsprozessen (Gibbons, Limoges & Nowotny, 1994; Nowotny, 1999; Nowotny, Scott & Gibbons, 2001; Nowotny, 2003; Scholz & Steiner, 2015a, 2015b; Weichselgartner & Truffer, 2015). Im Speziellen sollte die Perspektive junger Menschen, die von heutigen und zukünftigen Entscheidungen und Herausforderungen betroffen sind und im Laufe ihres Lebens zunehmend betroffen sein werden, vermehrt Berücksichtigung finden (Bentz & O'Brien, 2019; Shaw, Brady & Davey, 2011).

Erste Diskurse über den **Begriff der Transdisziplinarität** wurden vor dem Hintergrund des ökonomischen und technologischen Wandels in den 1960er Jahren gehalten. Diese zogen eine Innovation und Transformation des Wissenschaftssystems nach sich. Jahre später führten ökologische Probleme und zunehmende Debatten über das Thema *Nachhaltigkeit* zu einer Weiterentwicklung des Konzepts der Transdisziplinarität (Scholz & Steiner, 2015a) von einem deutlich wissenschaftlich geprägten interdisziplinären Verständnis über gesellschaftliche Bedürfnisse und Problemstellungen als Ausgangspunkt der Forschung (Jantsch, 1970, 1972) hin zu einer Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Gesellschaft in Forschungsprozessen (Gibbons et al., 1994; Klein T. et al., 2001; Scholz & Steiner, 2015a, 2015b). Die Perspektive und das Kontextwissen derer, die mit einer Herausforderung konfrontiert sind, hat an Bedeutung gewonnen (Hirsch Hadorn et al., 2008; Klein T. et al., 2001; Scholz & Steiner, 2015a). Angesichts des globalen Wandels wird das Potenzial einer transdisziplinären Zusammenarbeit und deren Beitrag zur Entwicklung sozial akzeptierbarer und nachhaltiger Lösungen deutlicher (Reid et al., 2010; Scholz & Steiner, 2015a; Werlen, 2015). Die Zivilgesellschaft wird zunehmend an wissenschaftlichen Forschungsprozessen beteiligt. Dies zeigt sich unter anderem in der steigenden Anzahl von *Citizen Science Projekten* (*European Citizen*

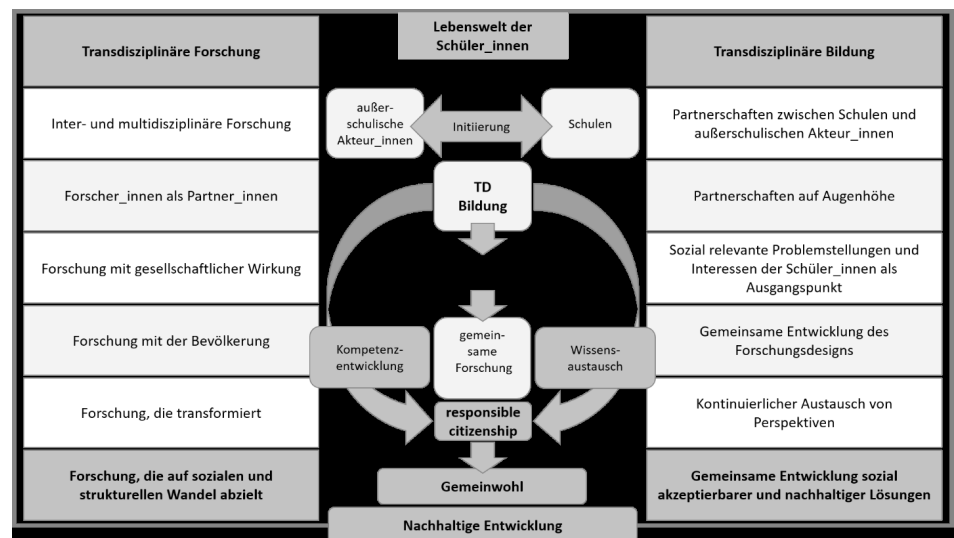
*Science Association* (ECSA), 2020; Finke, 2014; Silvertown, 2009; Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), 2020). Außerwissenschaftliche Akteur\_innen werden in TD Forschung in verschiedenen Phasen des Forschungsprozesses eingebunden (Lang et al., 2012; Pohl & Hirsch Hadorn, 2008; Scholz & Steiner, 2015a, 2015b; Stauffacher et al., 2008). TD Forschung basiert auf drei fundamentalen Aspekten: (1) Ausgangspunkt(e) ist/sind außerwissenschaftliche, gesellschaftliche und komplexe Herausforderungen, die gemeinsam von Wissenschaftler\_innen und außerwissenschaftlichen Akteur\_innen identifiziert werden, mittels integrativer wissenschaftlicher Methoden erforscht und für die interdisziplinäre Lösungen bzw. Transformationsmöglichkeiten entwickelt werden; (2) Über den gesamten Forschungsprozess hinweg findet ein Austausch zwischen Wissenschaftler\_innen und außerwissenschaftlichen Akteur\_innen, wie beispielsweise Politiker\_innen, statt, die das generierte Wissen in Entscheidungsfindungsprozessen anwenden; (3) Einbindung von außerwissenschaftlichen Akteur\_innen, wie beispielsweise Bürger\_innen, um Erfahrungswissen und Kontextwissen zu berücksichtigen und folglich praktisch umsetzbare Lösungsstrategien zu entwickeln (Defila & Di Giulio, 2019; Lang et al., 2012; Renn, 2019; Stauffacher et al., 2006). Abhängig von der Integration außerwissenschaftliche Akteur\_innen sind verschiedene Formen der Zusammenarbeit möglich (Krütli, Stauffacher, Flüeler & Scholz, 2010; Stauffacher et al., 2008).

**Die Übertragung des Ansatzes der TD Forschung auf den Bildungskontext** (siehe Abb. O\_4-16\_01 Von Transdisziplinärer Forschung zu Transdisziplinärer Bildung. Quelle: eigene Darstellung) impliziert, dass Schüler\_innen gemeinsam mit Wissenschaftler\_innen und weiteren außerschulischen Akteur\_innen eine Problemstellung in der Lebenswelt der Schüler\_innen definieren. Der Begriff Lebenswelt wird in dieser dieser Option als das soziale und physische Umfeld der Schüler\_innen sowie deren individuelle Wahrnehmung und subjektive Konstruktion ihrer physischen Umgebung, aber auch ihre Interessen, verstanden (Habermas, 1981; Padrós, Garcia, Mello & Molina, 2011; Schultz, 1972). Die ausgewählte Problemstellung spiegelt somit die Interessen der Schüler\_innen in deren „praktischem“ Umfeld wider. Diese Problemstellung bildet somit den Ausgangspunkt des Lernens. Dies erfordert, dass vorab festgelegte Lerninhalte durch eine gemeinsam definierte Problemstellung (mit einem gemeinsamen Ziel) und eine inter- und transdisziplinären Betrachtungsweise bereichert werden (Holbrook & Rannikmäe, 2007; Scholz & Steiner, 2015a; Vilsmaier et al., 2017). Im Sinne einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung führt dies zu einer stärkeren Betonung der in den Schulcurricula verankerten/ zu verankernden Kompetenzen (siehe beispielsweise Kommunikations- und Handlungskompetenz für das Fach Geographie und Wirtschaftskunde (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BBWF), 2016; UNESCO, 2017). Abhängig vom Alter der Schüler\_innen, vom jeweiligen Schultyp und vom gewünschten Thema können Schüler\_innen und Lehrer\_innen auf verschiedene Formen der TD Bildung zurückgreifen. Stauffacher et al. (2008) definieren hierbei fünf verschiedene Arten der Partizipation: Information, Beratung, Mitarbeit (*cooperation*), Zusammenarbeit (*collaboration*) und Ermächtigung (*empowerment*) (siehe in Bezug auf die Zusammenarbeit mit jungen Menschen Shaw et al., 2011). Information und Beratung gehen von einem einseitigen Informationsfluss aus und implizieren eine geringe Partizipation außerwissenschaftlicher Beteiligter. Beide Formen werden daher für TD Bildung als unpassend betrachtet. Mitarbeit und Zusammenarbeit weisen einen zweiseitigen Informationsfluss auf. Laut Stauffacher et al. (2008) setzt Mitarbeit jedoch eine hierarchi-



sche Beziehung zwischen den Beteiligten voraus. Zielführend für TD Bildung ist dagegen vielmehr ein Austausch auf Augenhöhe, weshalb Zusammenarbeit und Ermächtigung als wesentliche Formen der TD Bildung erachtet werden (Kubisch et al., 2021). Angelehnt an die Definition von Stauffacher et al. (2008) umfasst TD Bildung sowohl die gemeinsame Festlegung des Forschungszieles als auch die Gestaltung verschiedener Phasen eines Forschungsprozesses. Ermächtigung umfasst des Weiteren die Teilhabe am Entscheidungsfindungsprozess auf Basis der generierten Ergebnisse (Krütli et al., 2010). Im Sinne des Forschenden Lernens definieren Schüler\_innen gemeinsam mit Wissenschaftler\_innen und weiteren außerschulischen Akteur\_innen die zu untersuchende Problemstellung, sie entwickeln Forschungsfragen und Hypothesen, wählen Datenerhebungsmethoden aus und entwickeln sozial akzeptierbare und nachhaltige Lösungen (Pedaste et al., 2015; Schneider & Wildt, 2009; Shaw et al., 2011). Die autonomste Form der TD Bildung ist, wenn Schüler\_innen den Forschungsprozess eigenständig gestalten und von außerschulischen Akteur\_innen und Lehrer\_innen bei Bedarf unterstützt werden (Keller, 2017; Shaw et al., 2011; Wamsler, 2017). In diesem Zusammenhang sind Schüler\_innen auch gleichzeitig Co-Designer\_innen ihres Lernprozesses (Garzotto & Gonella, 2011; Moser, 2016). Dies geschieht im Einklang mit einem moderat konstruktivistischen Verständnis des Lernens (Basten et al., 2015; Reinmann & Mandl, 2006; Renkl, 1996).

Neben der unterstützenden Funktion, die den Wissenschaftler\_innen im transdisziplinären Prozess zukommt, können Schüler\_innen von der Zusammenarbeit profitieren, indem sie sich über den neuesten Stand der Forschung(sfragen) und des (Erfahrungs-)Wissens austauschen.



**Abb. O\_4-16\_01** Von Transdisziplinärer Forschung zu Transdisziplinärer Bildung. Quelle: eigene Darstellung.

**// Fig. O\_4-16\_02** From Transdisciplinary Research to Transdisciplinary Education. Source: own elaboration.

Inspiziert durch die innovativen Ansätze der TD Forschung sowie von *Responsible Research and Innovation* (European Commission, 2021; Lang et al., 2012; Scholz & Steiner, 2015b), bietet diese neue Form der Bildung - *Transdisziplinäre Bildung* - Schulen die Möglichkeit, durch die Zusammenarbeit mit außerschulischen Akteur\_innen an einer realweltlichen Problemstellung in der näheren Umgebung der Schule zum Gemeinwohl beizutragen (Kubisch et al., 2021). Darüber hinaus fördert TD Bildung gegenseitiges Lernen (*mutual learning*), transformatives Lernen, die Multiplikation von Wissen und schließlich Einstellungen und Handeln, wodurch der Grundstein in Richtung einer Nachhaltigen Entwicklung gelegt werden kann (Iyer-Raniga & Andamon, 2016; Moore, 2005; Parth, Schickl, Keller & Stötter, 2020; Scholz, 2001; Sipos et al., 2008).

#### **04\_16.3.1. Beschreibung der Option bzw. der zugehörigen Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen**

Um die Zusammenarbeit zwischen Schüler\_innen, Lehrer\_innen, Wissenschaftler\_innen und weiteren außerschulischen Akteur\_innen zu ermöglichen, ist eine **formale und strukturelle Verankerung *Transdisziplinärer Bildung in der Forschung und im Bildungssystem*** notwendig. Dies impliziert lang- bzw. mittelfristig die Schaffung von Lehrstühlen auf Institutebene, die sich mit Transdisziplinarität in der Bildung und der dafür notwendigen Didaktik auseinandersetzen (Germ, 2018). Des Weiteren ist die Berücksichtigung von Transdisziplinarität in den Curricula der Hochschulen, im Speziellen in der Lehrer\_innenbildung, erforderlich (Verweis auf Option 04\_09). Im Sinne von „*Learning by doing*“ ist es nötig, dass angehende Lehrer\_innen bereits im Studium die Möglichkeit erhalten, mit Wissenschaftler\_innen sowie weiteren außeruniversitären Akteur\_innen aus der Praxis in TD Lernsettings zusammenzuarbeiten und Lösungen für die reale Welt zu entwickeln (Barth, 2016; Bertschy, Künzli, Lehmann, 2013) (siehe hierzu beispielsweise auch Beecroft, 2019; Clarke & Ashhorst, 2018; Pohl, Krütli & Stauffacher, 2018). Darüber hinaus ist die Einbeziehung **TD Bildung in den Schulcurricula** notwendig (**Hauptmaßnahme H1**).

Zudem erfordert eine strukturelle Verankerung TD Bildung einerseits den **Aufbau und die Förderung von Partnerschaften** zwischen Forschung und Schul- sowie Hochschulbildung sowie andererseits zwischen Forschung, Schul- und Hochschulbildung mit lokalen Akteur\_innen (z.B. Unternehmer\_innen, Kommunalpolitiker\_innen, Bürger\_innen etc.) (**Hauptmaßnahme H2**).

Eine Übersicht der Hauptmaßnahmen und von zusätzlich erforderlichen Maßnahmen in den Bereichen der Organisations-, Personal- und Unterrichtsentwicklung liefert nachfolgende Abbildung (Abb. O\_4-16\_03 Erforderliche Maßnahmen zur Umsetzung Transdisziplinärer Bildung. Quelle: eigene Darstellung).

Erforderliche institutionsübergreifende Maßnahmen für die Umsetzung Transdisziplinärer Bildung	
<b>Hauptmaßnahme 1</b>	<b>Formale und strukturelle Verankerung Transdisziplinärer Bildung in der Forschung und im Bildungssystem (H1)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Berücksichtigung in der Forschung (Schaffung von Lehrstühlen auf Institutebene)</li> <li>Berücksichtigung in der Hochschullehre (auf curriculärer Ebene)</li> <li>Berücksichtigung in der Schulbildung (auf curriculärer Ebene)</li> </ul>
lang- bzw. mittelfristig	
<b>Hauptmaßnahme 2</b>	<b>Aufbau und Förderung von Partnerschaften (H2)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zwischen Forschung und Schul- sowie Hochschulbildung</li> <li>Zwischen Forschung und lokalen Akteur_innen</li> <li>Zwischen Schul- sowie Hochschulbildung und lokalen Akteur_innen</li> </ul>
bereits kurzfristig möglich siehe k.i.d.Z.21/Young Science	
Erforderliche Maßnahmen für die Umsetzung Transdisziplinärer Bildung in der Institution Schule	
<b>Maßnahme 1</b>	<b>Maßnahmen im Bereich der Organisationsentwicklung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenarbeit von Lehrer_innen unterschiedlicher Disziplinen (M1)</li> <li>Umsetzung über ein gesamtes Schuljahr hinweg in der gesamten Schullaufbahn (M2)</li> </ul>
<b>Maßnahme 2</b>	
<b>Maßnahme 3</b>	<b>Maßnahmen im Bereich der Personalentwicklung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pädagogisch-didaktische Kompetenzen für die Umsetzung Transdisziplinärer Bildung (M3)</li> <li>Organisatorische und kommunikative Kompetenzen (M4)</li> </ul>
<b>Maßnahme 4</b>	
<b>Maßnahme 5</b>	<b>Maßnahmen im Bereich der Unterrichtsentwicklung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Öffnung der in den Schulcurricula festgelegten Lerninhalte und -ziele (M5)</li> <li>Ausrichtung der Schulcurricula an Kompetenzen (M6)</li> <li>Neudenken pädagogisch-didaktischer Methoden (M7)</li> </ul>
<b>Maßnahme 6</b>	
<b>Maßnahme 7</b>	

**Abb. O\_4-16\_03** Erforderliche Maßnahmen zur Umsetzung Transdisziplinärer Bildung. Quelle: eigene Darstellung.

**// Fig. O\_4-16\_04** Necessary measures in order to implement Transdisciplinary Education. Source: own elaboration.

#### **a) Maßnahmen im Bereich der Organisationsentwicklung**

Weitere Maßnahmen, die durch eine strukturelle Verankerung bedingt sind, lauten wie folgt:

1. Eine **gemeinsame Umsetzung TD Bildung von Lehrer\_innen unterschiedlicher Disziplinen**, um interdisziplinäre Betrachtungsweisen auch innerhalb der Schule zu ermöglichen (**Maßnahme M1**);
2. Die Umsetzung **TD Bildung** über ein **gesamtes Schuljahr** hinweg. TD Bildung sollte jedoch **nicht auf ein Schuljahr begrenzt werden/sein**, sondern anhand unterschiedlicher Problemstellungen und gemeinsam mit verschiedenen außerschulischen Akteur\_innen in der gesamten Schullaufbahn einer Schülerin bzw. eines Schülers Einzug finden und diese mitprägen. Denkbar wäre überdies eine wöchentliche Umsetzung bzw. eine Umsetzung in mehreren Blöcken, beispielsweise in Form eines TD Projektunterrichts. Die Dauer und die Auseinandersetzung damit über ein gesamtes Schuljahr hinweg gewährleistet einen kontinuierlichen Austausch (**Maßnahme M2**).

#### **b) Maßnahmen im Bereich der Personalentwicklung**

Die Verankerung TD Bildung im Bildungssystem erfordert von Lehrer\_innen folgende Punkte:

1. Den Erwerb von **pädagogisch-didaktischen Kompetenzen**, die durch das Gestalten und die Umsetzung transdisziplinärer Lernsettings nötig sind (Germ, 2018) (**Maßnahme M3**);
2. Die Aneignung von **organisatorischen und kommunikativen Kompetenzen**, die aufgrund der Zusammenarbeit mit außerschulischen Akteur\_innen, des Aufbaus und der Pflege von Partnerschaften erforderlich sind (Barth, 2016; Clarke & Ashhorst, 2018) (**Maßnahme M4**).

Diese Bereiche sollten in der Lehrer\_innenbildung sowie in der Weiterbildung bereits aktiver Lehrer\_innen Berücksichtigung finden (siehe **H1**).

#### **c) Maßnahmen im Bereich der Unterrichtsentwicklung**

Durch die Verankerung von TD Bildung im Bildungssystem sind folgende Maßnahmen im Bereich der Unterrichtsentwicklung erforderlich:

1. Die **Anpassung bzw. Öffnung der in Schulcurricula definierten Lerninhalte** und die **Ausrichtung der Ziele des Lernens** an Interessen, Motivationen, Erfahrungen und Vorwissen (d. h. Präkonzepten) der Schüler\_innen, um diesen die Möglichkeit zu geben, gemeinsam mit außerschulischen Akteur\_innen für sie relevante gesellschaftliche Probleme zu definieren und an deren Lösungen zu arbeiten (Lang et al., 2012; Scholz & Steiner, 2015a) (**Maßnahme M5**);
2. Ausrichtung der **Schulcurricula an Kompetenzen** im Sinne einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung (UNESCO, 2017) (siehe beispielsweise Kommunikations- und Handlungskompetenz für das Fach Geographie und Wirtschaftskunde (BBWF, 2016)) (**Maßnahme M6**).
3. Ein **Neudenken pädagogisch-didaktischer Methoden**, die den Dialog auf Augenhöhe sowie eine kritische Reflexion mit der eigenen Ansicht und anderen Perspektiven fördern. Des Weiteren sind Methoden erforderlich, die eine Auseinandersetzung mit realweltlichen Problemstellungen erfordern. Methoden im Sinne eines moderaten Konstruktivismus (z. B. Forschendes

Lernen, Problemorientiertes Lernen, Projektorientiertes Lernen etc.) werden diesbezüglich als zielführend erachtet (Basten et al., 2015; Duffy, Lowyck, Jonassen & Welsh, 1993; Duit, Treagust & Widodo A., 2013; Pedaste et al., 2015; Schneider & Wildt, 2009; Sinatra, Kienhues & Hofer, 2014; Tobias & Duffy, 2009; UNESCO, 2017) (**Maßnahme M7**).

#### **Umsetzungsanforderungen**

Eine **Zusammenarbeit mit außerschulischen Akteur\_innen ist kurzfristig in existierenden Systemen umsetzbar** und kann beispielsweise in den bereits **festgelegten Zeiten für eine geplante Projektwoche** durchgeführt werden (siehe beispielsweise die Forscher\_innenwoche in k.i.d.Z.21 – Kapitel: Bisherige Erfahrung mit dieser Option). Der Aufbau langfristiger Partnerschaften hingegen bedingt eine strukturelle Verankerung und bedarf folglich Maßnahmen im Bereich der Organisations-, Personal- und Unterrichts-entwicklung (siehe H1-M7).

Wird TD Bildung in Form längerfristiger Zusammenarbeit in den Schulalltag integriert, ist eine Berücksichtigung in der Lehrer\_innenbildung als auch in der Fort- und Weiterbildung bereits aktiver Lehrer\_innen erforderlich (Barth, 2016; Germ, 2018). Dies bedarf wiederum die Einrichtung von entsprechenden Lehrstühlen, die sich mit transdisziplinärer Bildung und der hierfür notwendigen Didaktik auseinandersetzen (Germ, 2018) (H1).

#### **Potenzielle Konflikte, Herausforderungen und Systemwiderstände**

Die formale und strukturelle Verankerung von TD in der Bildung wirkt sich systemübergreifend, von der Institution Schule (systemintern) über die Hochschulbildung und Forschung (systemextern) bis hin zu weiteren Systemen, denen außerschulische Akteur\_innen angehören, aus.

##### **a) Systemintern**

Da in klassischen Schulsystemen Lehrer\_innen und Schüler\_innen zeitlich und räumlich an fest vordefinierte Unterrichtseinheiten gebunden sind, können geltende Unterrichtszeiten und die räumliche Gebundenheit einen kontinuierlichen Austausch erschweren. Des Weiteren werden personelle und finanzielle Ressourcen sowie administrative Zusatzleistungen (beispielsweise das Einverständnis der Erziehungsberechtigten) erforderlich, wenn Schüler\_innen das Schulgelände für die Forschung und den Austausch mit außerschulischen Akteur\_innen verlassen bzw. wenn etwaige Kosten entstehen.

Wird TD Bildung angewandt, kann dies mit den Unterrichtszeiten, die für den disziplinären Unterricht vorgesehen sind, in Konflikt geraten.

Da Schüler\_innen gemeinsam mit außerschulischen Akteur\_innen zu Beginn der Zusammenarbeit eine gesellschaftlich relevante Problemstellung als Ausgangspunkt des Lernens definieren, wird die Festlegung inhaltlicher Lernziele in den Schulcurricula erschwert. Dies widerspricht sich zumindest mit vordefinierten und schriftlich formulierten Curricula, mit klassischen Prüfungsmodi stehen sie in jedem Fall in Konflikt.

##### **b) Herausforderungen auf personeller Ebene für Lehrer\_innen und Schüler\_innen**

TD Zusammenarbeit auf Augenhöhe zwischen Schüler\_innen, Lehrer\_innen und außerschulischen Akteur\_innen bedingt ein verändertes Rollenverständnis (Clarke & Ashhorst, 2018; Gibbons et al., 1994; Stauffacher et al., 2006). Dies kann sich für Lehrer\_innen, aber auch für außerschulische Akteur\_innen als Herausforderung darstellen und macht eine Trans-

formation des traditionellen „Expert\_innen“- Verständnisses an sich notwendig, um die Perspektiven und Erfahrungen von Schüler\_innen als gleichwertig zu betrachten. Auch Schüler\_innen sind gefragt, die Relevanz ihrer eigenen Erfahrungen anzunehmen und sie sollen darüber in Kenntnis gesetzt werden, dass Informationen partial, unsicher, multiperspektivisch und kontextabhängig sind (Clarke & Ashhorst, 2018; Russell, 2010). Dies impliziert einen Rollenwechsel von Schüler\_innen von einer/einem passiven Rezipient\_in zu einer/einem aktiven Mitgestalter\_in des Unterrichts (Clarke & Ashhorst, 2018; Kaplan & Haenlein, 2016). Des Weiteren sind transdisziplinäre Settings mit erhöhter Komplexität verbunden und erfordern eine hohe Eigenständigkeit von Seiten der Schüler\_innen. Dies kann vor allem anfänglich zur Überforderung der Schüler\_innen und sogar zum Wunsch nach Rückkehr in (vermeintlich sicherere) gewohnte Verhaltensweisen (Auswendiglernen, klassisches Abfragen etc.) führen (Hanschitz, Schmidt & Schwarz, 2009; Klein T., 2018; Stauffacher et al., 2006).

Lehrer\_innen werden von reinen Wissensvermittler\_innen zu Coaches bzw. Prozessmanager\_innen, die die Schüler\_innen in ihrem Lernprozess unterstützen und dabei begleiten, zur Reflexion anregen und Hilfestellungen nur dann leisten, wenn es tatsächlich notwendig ist (Hofstein & Lunetta, 2004; Miranda, 2004; Stauffacher et al., 2006). Auch dies erfordert von Lehrer\_innen ein radikales Umdenken ihres Wissens- und Machtanspruchs und benötigt überfachliche, soziale, kommunikative und organisatorische Kompetenzen als Grundlage. Letztere bedingen sich aus der Organisation der Zusammenarbeit und der Netzwerkpflge (Barth, 2016; Clarke & Ashhorst, 2018). Lehrer\_innen stehen demnach vor der Herausforderung, relevante außerschulische Akteur\_innen zu identifizieren sowie unterschiedliche Formen und Grade der Zusammenarbeit je nach Klassenstufe und Schulform zu ermöglichen und zu deren fruchtbarer Umsetzung beizutragen (Barth, 2016; Bertschy, Künzli & Lehmann, 2013; Sleurs, 2008).

### **c) Systemübergreifend**

Auch außerschulische Akteur\_innen sind möglicherweise räumlich sowie zeitlich gebunden, dies könnte die TD Zusammenarbeit vor eine weitere Herausforderung stellen. Darüber hinaus verfolgen außerschulische Akteur\_innen andere Interessen und Ziele, die möglicherweise mit den Interessen der Schüler\_innen und Lehrer\_innen konfliktieren (Clarke, 2016; Clarke & Ashhorst, 2018; Mulcahy, Cleveland & Aberton, 2015).

Da eine Zusammenarbeit organisations- und zeitintensiv ist, kann sie unter Umständen mit den operativen Prozessen der Systeme, denen die außerschulischen Akteur\_innen angehören, kollidieren (Darnhofer et al., 2008). Insofern TD Zusammenarbeit nicht explizit Teil der wissenschaftlichen Erkenntnis ist, können der organisatorische Aufwand sowie die Schwierigkeit in einem klassischen Verständnis von Wissenschaft abstraktes, wissenschaftliches Wissen mit außerwissenschaftlichen Erfahrungswissen zu verbinden, eine Barriere für die Zusammenarbeit mit Wissenschaftler\_innen darstellen (Darnhofer et al., 2008; Lawrence, 2015).

Die strukturelle Verankerung von TD Bildung erfordert die Etablierung von Lehrstühlen an Hochschulen, die sich mit Transdisziplinarität im Bildungs- und Schulkontext sowie der dafür notwendigen Didaktik auseinandersetzen (Bertschy et al., 2013; Germ, 2018). Darüber hinaus sind Veränderungen in den Ausbildungscurricula der Hochschulen im Bereich der Lehrer\_innenbildung und -weiterbildung unerlässlich (Verweis auf Option 4\_09).

#### 04\_16.3.2. Erwartete Wirkungsweise und Transformationspotenzial

Die Chance für Schüler\_innen, Lehrer\_innen und außerschulische Akteur\_innen, anhand TD Bildung einen starken Beitrag zum Gemeinwohl zu leisten und die eigene Lebenswelt in der Gegenwart und in der Zukunft aktiv mitzugestalten, führt zu einer Demokratisierung des Lernens (Clarke & Ashhorst, 2018; Darnhofer et al., 2008; Golja et al., 2018; Hanschitz et al., 2009; Stauffacher et al., 2006).

Indem sich Schüler\_innen intensiv mit realweltlichen Herausforderungen beschäftigen, lernen sie sich mit Problemstellungen zu identifizieren und übernehmen Verantwortung für ihr eigenes Handeln (Chawla & Cushing Flanders, 2007; Ernst, Blood & Beery, 2017; Hanschitz et al., 2009; Holbrook & Rannikmäe, 2007). Die aktive Auseinandersetzung mit einer Problemstellung kann zur individuellen und kollektiven Bewusstseinsbildung beitragen (Hanschitz et al., 2009), wodurch nachhaltiges Handeln bestärkt wird (Jensen & Schnack, 1997; Jensen, 2002). Darüber hinaus kann sich der Einbezug der Interessen und Perspektiven der Schüler\_innen positiv auf deren intrinsische Motivation auswirken (Stauffacher et al., 2006).

Durch die Zusammenarbeit sowie den kontinuierlichen Austausch mit außerschulischen Akteur\_innen, werden sowohl inter- und intrapersonale Kompetenzen, wie Dialogfähigkeit, Konsensbildung und Konfliktlösungsfähigkeit, als auch organisatorische Kompetenzen gefördert (Holbrook & Rannikmäe, 2007; Kleihauer & Führ, 2018; Pearce et al., 2018; Pedaste et al., 2015). Schüler\_innen (können) lernen, ihre eigenen Perspektiven aktiv einzubringen und durch die Reflexion und das Kennenlernen unterschiedlicher Ansichten, ihre eigene(n) neu zu denken (Hanschitz et al., 2009). Der Austausch fördert gegenseitiges Lernen und kann zu einer individuellen Weiterentwicklung aller Beteiligten sowie aller beteiligten Institutionen führen (Darnhofer et al., 2008; Hanschitz et al., 2009; Scholz, 2001; Vilsmaier et al., 2015).

Forschendes Lernen in einem realen Kontext kann das Verständnis der Schüler\_innen für wissenschaftliche Vorgehensweisen stärken und sie können lernen, wissenschaftliche Erkenntnisse und Methoden sowie erworbene außerwissenschaftliche Kompetenzen auf eigene Bedürfnis- und Problemlagen zu übertragen (Fortuin & van Koppen, 2016; Holbrook & Rannikmäe, 2007; Pearce et al., 2018; Pedaste et al., 2015; Schneider & Wildt, 2009; UNESCO, 2019).

Aufgrund des transdisziplinären Austauschs und der Überwindung disziplinärer Grenzen innerhalb der Schule und während der Zusammenarbeit mit außerschulischen Akteur\_innen, lernen die Schüler\_innen vernetzt und außerdem vorausschauend zu denken und zu planen (Forum für Klima und *Global Change* Schweizerische Akademie der Naturwissenschaft (ProClim), 1997; Pearce et al., 2018). Schüler\_innen haben folglich die Möglichkeit, sich von einem traditionellen disziplinorientierten (auswendig) Lernenden zu einer sozial kompetenten Person zu entwickeln (Clarke & Ashhorst, 2018; Hiller, 2012; Kleihauer & Führ, 2018; Leal Filho, 2018), die ihre eigenen Werte vermittelt, sachlich fundierte Urteile bildet und verantwortungsvoll in verschiedenen Bereichen ihrer Lebenswelt agiert (Künzli David, Gysin & Bertschy, 2016). Diese Kompetenzen werden von einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung gefordert und sind in Bezug auf komplexe und unsichere Herausforderungen auch dringend nötig (UNESCO, 2014b, 2019; Wiek et al., 2015).

Studien, die sich mit transdisziplinärer Zusammen-

arbeit in der Forschung und Bildung auseinandersetzen, demonstrieren, dass infolge des Austauschs und der Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteur\_innen neben deren Bewusstsein für sozial relevante Probleme auch deren Selbstwirksamkeit erhöht wird. Zudem fördert TD Bildung transformatives Lernen, das einen Ausgangspunkt für nachhaltiges Handeln bildet (Deisenrieder, Kubisch, Keller & Stötter, 2020; Keller et al., 2019; Kuthe et al., 2019; Walter et al., 2007). Die Verankerung der TD in der Schule hat demnach das Potenzial, entscheidend zu einer sozialen Transformation beizutragen (Bentz & O'Brien, 2019; Fazey et al., 2018).

#### **04\_16.3.3. Bisherige Erfahrung mit dieser Option oder ähnlichen Optionen**

##### **a) K.i.d.Z.21 – kompetent in die Zukunft**

Das Projekt *k.i.d.Z.21 - kompetent in die Zukunft*, das im Jahr 2012 durch die Arbeitsgruppe *Education and Communication for Sustainable Development* des *Instituts für Geographie der Universität Innsbruck* (Tirol, Österreich) gemeinsam mit dem *Karl-von-Closen-Gymnasium* Eggenfelden (Bayern, Deutschland) ins Leben gerufen wurde, basiert auf dem Gedanken einer **inter- und transdisziplinären Forschungs-Bildungs-Kooperation sowie auf einem moderat konstruktivistischen Verständnis des Lernens**. Inzwischen besteht das Netzwerk aus Süd- und Nordtiroler, Oberösterreichischer und Bayerischer Schulen sowie Wissenschaftler\_innen, Student\_innen und über 100 Expert\_innen in den Bereichen Klimawandel und Tourismus, Umweltethik, Kryo-, Bio- und Pedosphäre. Bereits über 2.500 Schüler\_innen waren bzw. sind Teil des Projektes. Ziel der Zusammenarbeit ist die Bewusstseinsbildung in Bezug auf den Klimawandel und dessen Folgeerscheinungen. Die teilnehmenden Schüler\_innen sollen im Hinblick auf zukünftige Herausforderungen gestärkt werden und außerdem soll ihre Handlungs- und Anpassungsfähigkeit erhöht werden (Keller et al., 2019; Oberrauch et al., 2015; Stötter et al., 2016).

***k.i.d.Z.21* setzt die Forderungen einer TD Bildung um**, indem Schüler\_innen innerhalb eines Schuljahres in **mehreren Modulen mit außerschulischen Akteur\_innen einen TD Dialog auf Augenhöhe** führen. In der *Kick-Off* Veranstaltung zu Beginn des Schuljahres treten die **Schüler\_innen zum ersten Mal mit (wissenschaftlichen) Expert\_innen, Politiker\_innen, Umweltaktivist\_innen und Peers** in Kontakt, um gemeinsam in einem interaktiven Setting über den Klimawandel **zu diskutieren, ihre Perspektiven einzubringen sowie unterschiedliche Sichtweisen kennenzulernen**. Während des Schuljahres wird das Thema Klimawandel in mehreren Schulfächern im Sinne des **moderaten Konstruktivismus** (Basten et al., 2015) **schüler\_innenzentriert** behandelt. Des Weiteren entwickeln die Schüler\_innen selbstständig (in Gruppen) **Forschungsprojekte zum Thema Klimawandel**, die sich interdisziplinär einordnen lassen. Dabei sind in den letzten Jahren **kreative, transformative Projekte entstanden**, z. B. „*Bike for Future*“, was von Schüler\_innen des *Karl-von-Closen-Gymnasium* Eggenfelden entwickelt wurde, um Mitschüler\_innen und Lehrer\_innen, aber auch ihre Familien von den Vorteilen des Fahrradfahrens zu überzeugen.

Die **Forscher\_innenwoche** am Ende des *k.i.d.Z.21* Schuljahres bildet das Highlight der Forschungs-Bildungs-Kooperation. In den **Forscher\_innen** Wochen bekommen die Schüler\_innen die Möglichkeit, den **Klimawandel gemeinsam mit Wissenschaftler\_innen sowie Student\_innen in einem realweltlichen Setting** im Hochgebirge **aktiv zu erforschen**. Die



wissenschaftlichen Expert\_innen aus den Bereichen Klimawandel, Tourismus, Umweltethik, Glaziologie, Botanik und Bodenkunde unterstützen die Schüler\_innen bei deren Forschung; von der Entwicklung einer Forschungsfrage über die Datenerhebung und -auswertung bis hin zur Präsentation der Ergebnisse. Am letzten Tag der Forscher\_innenwoche, dem Synthesetag, reflektieren die Schüler\_innen ihre Forschung und das Thema Klimawandel und haben zudem die Chance, sich mit lokalen Expert\_innen auszutauschen.

Die kontinuierliche **wissenschaftliche Begleitung des Projektes** demonstriert den **Erfolg der Forschungs-Bildungs-Kooperation und folglich das Potenzial TD Bildung**. Wissenschaftliche Analysen zeigen, dass die Schüler\_innen nach dem *k.i.d.Z.21* Schuljahr ein höheres Bewusstsein für den Klimawandel haben, sich besser vorbereitet in Bezug auf den Klimawandel fühlen und in ihrer Handlungsfähigkeit bestärkt wurden (Keller et al., 2019; Kuthe et al., 2019). Darüber hinaus zeigt eine Studie von Keller et al. (2019), dass die Forscher\_innenwoche, in der die Schüler\_innen über eine Woche mit (wissenschaftlichen) Akteur\_innen in **einen TD Dialog treten und aktiv forschen, einen höheren Lerneffekt erzielt** als traditioneller Unterricht zum Thema Klimawandel (Keller et al., 2019).

Um das Potenzial einer **TD Bildung über mehrere Schulstufen auszuweiten**, baut das Projekt *k.i.d.Z.21 aCtion2*, das Ende 2020 ins Leben gerufen wurde, auf *k.i.d.Z.21* auf und bringt die Schüler\_innen **aktiv zum Handeln**. Neben dem Berechnen des CO<sub>2</sub>-Verbrauches ihrer Schule, unterstützen und beraten die Schüler\_innen Unternehmen in ihrer Umgebung, um auch deren CO<sub>2</sub>-Bilanz zu verbessern.

Des Weiteren bekommen alle an *k.i.d.Z.21* teilnehmenden Lehrer\_innen die Möglichkeit, eine Weiterbildung zu besuchen, in der das *k.i.d.Z.21* Projekt vorgestellt wird und die Lehrer\_innen auf interaktive Art und Weise in einer Forscher\_innenwoche die zugrundeliegenden pädagogisch-didaktischen Kompetenzen erwerben können.

#### **b) Young Science Initiativen**

Die *österreichische Agentur für Bildung und Internationalisierung (OeAD)* **fördert durch die Young Science Initiativen die Umsetzung TD Bildung**. Die *Young-Science-Initiativen unterstützen die Zusammenarbeit zwischen jungen Menschen und Forschungsinstitutionen innerhalb und außerhalb des Schulkontextes. Die Initiativen umfassen sowohl **Schulbesuche von Forscher\_innen** als auch die **Zusammenarbeit zwischen Schulen und Forschungsinstitutionen in Forschungsprojekten**. Eine **langfristige Umsetzung von Partnerschaften wird durch das Young Science Gütesiegel für Forschungspartnerschulen** gefördert.*

*Young Science* unterstützt ebenfalls die **kurzfristige Zusammenarbeit zwischen Schulen und wissenschaftlichen Akteur\_innen** und folglich die einfache Integration **TD Bildung in Lehrpläne, wodurch TD Bildung bereits kurzfristig umsetzbar ist**. Innerhalb von speziell an Schulen gerichtete **Citizen Science Projekte** haben Schüler\_innen die Möglichkeit, von zu Hause aus oder in der Natur aktiv zu forschen.

Von Seiten des *Bundesministerium, Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF)* werden Kinder- und Jugenduniversitäten gefördert und dabei jungen Menschen die Möglichkeit geboten, u. a. in Vorlesungen und Exkursionen Wissenschaft und Forschung aktiv zu erleben (*Young Science*, 2021).

Dieser kurze Auszug aus den zahlreichen *Young Science* Projekten zeigt, wie TD Bildung kurzfristig auf erfolgreiche Weise in den Schulalltag integriert werden kann.

#### **04\_16.3.4. Zeithorizont der Wirksamkeit**

##### **Kurzfristig**

Zunehmend komplexe Herausforderungen und dynamische Kontexte erfordern nicht nur in der Forschung, sondern auch in der Schul- und Hochschulbildung eine transdisziplinäre Betrachtungsweise. TD Bildung kann sowohl in der Schulbildung als auch in der Hochschulbildung kurzfristig umgesetzt werden, wie anhand des Klimawandelbildungsprojektes k.i.d.Z.21 und der transdisziplinären Zusammenarbeit innerhalb von *Young Science* verdeutlicht wird. Die Umsetzung von TD Bildung bedingt den Aufbau von Partnerschaften und die Zusammenarbeit zwischen Forschung, Schul- und Hochschulbildung sowie mit lokalen Akteur\_innen (H2). Projektwochen bieten die Möglichkeit, TD Bildung kurzfristig in Schulen und Hochschulen umzusetzen. Die Förderung TD Bildung während eines Schuljahres, in dem Schüler\_innen mehrmals in Kontakt mit außerschulischen Akteur\_innen treten und gemeinsam an realweltlichen Problemen forschen, führt bereits zur Bewusstseinsbildung in Bezug auf sozial relevante Problemstellungen und zu einem höheren Lerneffekt der Schüler\_innen, wie durch k.i.d.Z.21 verdeutlicht wird (siehe hierzu auch Keller et al., 2019; Kuthe et al., 2019).

##### **Mittelfristig**

Mittelfristig ist die Förderung und die Pflege von Partnerschaften zwischen Forschung, Schul- und Hochschulbildung sowie außerschulischen Akteur\_innen erforderlich (H2), um eine kontinuierliche Zusammenarbeit zu erleichtern und um die Barrieren und Systemwiderstände involvierter Institutionen bezüglich der Zusammenarbeit gemeinsam abzubauen. Darüber hinaus muss/soll die Zusammenarbeit und der Erfahrungsaustausch von Lehrer\_innen unterschiedlicher Disziplinen mittelfristig gefördert werden (M1). Dies bietet Lehrer\_innen zusätzlich die Möglichkeit, sich über pädagogisch-didaktische und organisatorische Kompetenzen, die für TD Bildung notwendig sind, auszutauschen sowie pädagogisch-didaktische Methoden neu zu denken und diese gemeinsam zu entwickeln (M3, M4, M7). Um TD Bildung zu erleichtern, ist außerdem eine Öffnung der Schulcurricula in Bezug auf festgelegte Lerninhalte und -ziele (M5) sowie die Ausrichtung von Schulcurricula an Kompetenzen (M6) im Sinne einer Bildung für Nachhaltige Entwicklung erforderlich (UNESCO, 2017, 2019).

##### **Langfristig**

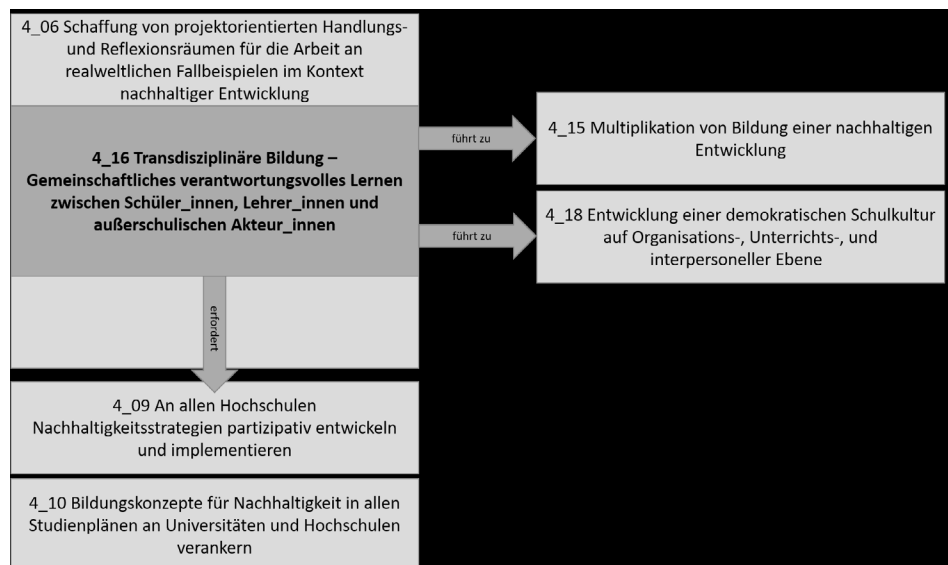
Das langfristige Ziel ist die formale und strukturelle Verankerung TD Bildung im österreichischen Schul- und Hochschulsystem und weiters die notwendige Berücksichtigung von TD Bildung in der Forschung (H1). Dies erfordert eine Berücksichtigung in den Schulcurricula sowie in den Hochschulcurricula, im Speziellen in der Lehrer\_innenbildung und in der Weiterbildung bereits aktiver Lehrer\_innen. Letzteres erfordert den Aufbau von Lehrstühlen (H1), die sich mit TD Bildung und der dafür notwendigen Didaktik auseinandersetzen und das Neudenken pädagogisch-didaktischer Methoden (M7). Durch die formale und strukturelle Verankerung TD Bildung und die Möglichkeit, dass sich Schüler\_innen über ihre gesamte Schullaufbahn hinweg gemeinsam mit außerschulischen Akteur\_innen mit sozial relevanten Problemstellungen auseinandersetzen können, kann durch Bewusstseinsbildung in Bezug

auf sozial relevante Problemstellungen, den Austausch multiperspektivischer Betrachtungsweisen sowie durch Multiplikation von Bildung langfristig eine Transformation von gesellschaftlichen Einstellungen, Werten und Lebensstilen gefördert werden und folglich ein Beitrag zur Erreichung der Ziele der *Sustainable Development Goals* in Richtung einer Nachhaltigen Entwicklung geleistet werden (Vereinte Nationen [UN], 2020).

#### 04\_16.3.5. Vergleich mit anderen Optionen, mit denen das Ziel erreicht werden kann

- *Entwicklung einer demokratischen Schulkultur auf Organisations-, Unterrichts-, und interpersoneller Ebene [Target 4.7 – Option 04\_18]:* In der TD Bildung definieren Schüler\_innen partizipativ die Lerninhalte und sind Mitgestalter\_innen ihres eigenen Lernprozesses. Daher trägt diese Option zu einer demokratischen Schulkultur bei. Darüber hinaus fördert eine demokratische Schulkultur die Umsetzung transdisziplinärer Bildung.
- *Schaffung von projektorientierten Handlungs- und Reflexionsräumen für die Arbeit an realweltlichen Fallbeispielen im Kontext nachhaltiger Entwicklung [Target 4.7 – Option 04\_06]:* Diese Option bietet Raum für die Umsetzung TD Bildung.
- *Multiplikation von Bildung einer Nachhaltigen Entwicklung [Target 4.7 – Option 04\_15]:* TD Zusammenarbeit fördert den Dialog zwischen Schüler\_innen, Lehrer\_innen und außerschulischen Akteur\_innen aufgrund dessen findet eine Multiplikation von und durch Bildung statt.

#### 04\_16.3.6. Interaktionen mit anderen Optionen



**Abb. O\_4-16\_5** Interaktion Transdisziplinärer Bildung mit anderen Optionen. Quelle: eigene Darstellung.

**// Fig. O\_4-16\_6** Interaction of Transdisciplinary Education with other options. Source: own elaboration.

#### **04\_16.3.7. Offene Forschungsfragen**

Wie können Systemwiderstände von Bildungs-, Forschungs- und Partnerinstitutionen in Bezug auf transdisziplinäre Zusammenarbeit überwunden werden?

In welchen Formaten kann transdisziplinäre Zusammenarbeit langfristig und wirkungsvoll im Schulkontext eingeführt werden?

## Literatur

- Barth, M. (2016). Kompetenzentwicklung angehender Sachunterrichtslehrkräfte zwischen disziplinärer Verortung und interdisziplinärer Herausforderung: Einlassungen aus der Sicht der Bildung für nachhaltige Entwicklung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 34(3), 294–304.
- Basten, M., Greiff, S., Marsch, S., Meyer, A., Urhahne, D. & Wilde, M. (2015). Kurzsкала zur Messung gemäßigt konstruktivistischer Prozessmerkmale (Kurz-PgK) im Biologieunterricht. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 43–57.
- Baumber, A., Kligyte, G., van der Bijl-Brouwer, M. & Pratt, S. (2020). Learning together: a transdisciplinary approach to student-staff partnerships in higher education. *Higher Education Research & Development*, 39(3), 395–410. <https://doi.org/10.1080/07294360.2019.1684454>
- Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BBWF). Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich, Artikel 1 Änderung der Lehrpläne der allgemein bildenden höheren Schulen. BBWF, 2016, 1–278.
- Beecroft, R. (2019). Das „Transformative Projektseminar“ – didaktische Ansätze und methodische Umsetzung. In R. Defila & A. Di Giulio (Hrsg.), *Transdisziplinär und transformativ forschen*, Band 2 (S. 293–303). Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Bell, D. V. J. (2016). Twenty-first Century Education: Transformative Education for Sustainability and Responsible Citizenship. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 18(1), 48–56. <https://doi.org/10.1515/jtes-2016-0004>
- Bentz, J. & O'Brien, K. (2019). ART FOR CHANGE: Transformative learning and youth empowerment in a changing climate. *Elem Sci Anth*, 7(52), 1–19. <https://doi.org/10.1525/elementa.390>
- Bertschy, F., Künzli, C. & Lehmann, M. (2013). Teachers' Competencies for the Implementation of Educational Offers in the Field of Education for Sustainable Development. *Sustainability*, 5(12), 5067–5080. <https://doi.org/10.3390/su5125067>
- Berzonsky, C. L. & Moser, S. C. (2017). Becoming homo sapiens sapiens: Mapping the Psycho-Cultural Transformation in the Anthropocene. *Anthropocene*, (20), 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2017.11.002>
- Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H. & Krathwohl, D. R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives. The Classification of Educational Goals*. London: Longmans, Green and Co LTD.
- Buhren, C. G. & Rolff, H.-G. (2012). *Handbuch Schulentwicklung und Schulentwicklungsberatung (Pädagogik)*. Weinheim: Beltz.
- Chawla, L. & Cushing Flanders, D. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research*, 13(4), 437–452. <https://doi.org/10.1080/13504620701581539>
- Clarke, E. & Ashhorst, C. (2018). Making Collective Learning Coherent: An Adaptive Approach to the Practice of Transdisciplinary Pedagogy. In D. Fam, L. Neuhauser & P. Gibbs (Hrsg.), *Transdisciplinary Theory, Practice and Education* (S. 151–165). *The Art of Collaborative Research and Collective Learning*. Cham: Springer International Publishing.
- Clarke, E. (2016). *The synergies of difference: Strengthening transdisciplinary research practice through a relational methodology*. Canberra: The Australian National University.
- Darnhofer, I., Auer, I., Eckmüller, O., Gaube, V., Kirchengast, A., Loibl, W. et al. (2008). *Forschungs-Bildungs-Kooperation - Erste Erfahrungen aus Transdisziplinärer Forschung mit Kindern und Jugendlichen*. CCP 2, 45–59.
- Defila, R. & Di Giulio, A. (Hrsg.). (2019). *Transdisziplinär und transformativ forschen*, Band 2. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27135-0>
- Deisenrieder, V., Kubisch, S., Keller, L. & Stötter, J. (2020). Bridging the Action Gap by Democratizing Climate Change Education—The Case of k.i.d.Z.21 in the Context of Fridays for Future. *Sustainability*, 12(5), 1748. <https://doi.org/10.3390/su12051748>
- Dobozy, E. & Dalziel, J. (2016). Transdisciplinary Pedagogical Templates and their Potential for Adaptive Reuse. *Journal of Interactive Media in Education*, 8(1), 1–11. <https://doi.org/10.5334/jime.402>
- Duffy, T. M., Lowyck, J., Jonassen, D. & Welsh, T. M. (1993). *Designing environments for constructive learning*. Berlin: Springer.
- Duit, R., Treagust, D. & Widodo A. (2013). *Teaching science for conceptual change: Theory and practice*. In S. Vosniadou (Hrsg.), *Educational psychology handbook series: International handbook of research on conceptual change* (2nd edition, S. 487–503). New York: Routledge/Taylor & Francis.
- European Citizen Science Association (ECSA) (2020). *Citizen Science*, European Citizen Science Association. Zugriff am 20.11.2020. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1068278](https://ecsa.citizen-science.net/Ernst, J., Blood, N. & Beery, T. (2017). Environmental action and student environmental leaders: exploring the influence of environmental attitudes, locus of control, and sense of personal responsibility. Environmental Education Research</i>, 23(2), 149–175. <a href=)
- European Commission (European Union, Hrsg.). (2021). *Responsible research & innovation*. Zugriff am 30/04/21. Verfügbar unter: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/responsible-research-innovation>
- Fazey, I., Schäpke, N., Caniglia, G., Patterson, J., Hultman, J., van Mierlo, B. et al. (2018). Ten essentials for action-oriented and second order energy transitions, transformations and climate change research. *Energy Research & Social Science*, 40, 54–70. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.026>
- Finke, P. (2014). *Citizen Science. Das unterschätzte Wissen der Laien*. München: oekom Verlag.
- Fortuin, K.P.J. & van Koppen, C.S.A. (2016). Teaching and learning reflexive skills in inter- and transdisciplinary research: A framework and its application in environmental science education. *Environmental Education Research*, 22(5), 697–716. <https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1054264>
- Forum für Klima und Global Change Schweizerische Akademie der Naturwissenschaft. (1997). *Forschung zu Nachhaltigkeit und Globalem Wandel - Wissenschaftspolitische Visionen der Schweizer Forschenden* (2. Aufl.) (ProClim- Forum für Klima und Global Change, Hrsg.). Bern: Schweizerische Akademie der Naturwissenschaften SANW. Zugriff am 30.07.2020. Verfügbar unter: <http://www.proclim.unibe.ch/visions.html>
- Freire, P. (1970). *Pedagogy of the Oppressed*. New York: The Continuum International Publishing Group Inc.
- Freire, P. (1981). *Education for critical consciousness*. New York: Continuum.
- Garzotto, F. & Gonella, R. (2011). *Children's Co-design and Inclusive Education* (Proceedings of the 10th International Conference on Interaction Design and Children, ed.). New York, NY: ACM Special Interest Group on Computer-Human Interaction.
- Germ, A. (2018). *Transdisziplinärer Geographieunterricht – Diskussion und erste Anregungen*. GEOGRAZ, (62), 8–13. Zugriff am 30.12.2020. Verfügbar unter: <https://unipub.uni-graz.at/geograz/periodical/titleinfo/2676889>
- Gibbons, M., Limoges, C. & Nowotny, H. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage Publications Ltd.
- Golja, T., McClean, S. & Jordan, K. (2018). *Collective Learning in an Industry-Education- Research Test Bed*. In D. Fam, L. Neuhauser & P. Gibbs (Hrsg.), *Transdisciplinary Theory, Practice and Education* (S. 185–199). *The Art of Collaborative Research and Collective Learning*. Cham: Springer International Publishing.
- Habermas, J. (1981). *The theory of communicative action: Lifeworld and system: A critique of functionalist reason*. Boston: Beacon.
- Hanschitz, R.-C., Schmidt, E. & Schwarz, G. (2009). *Transdisziplinarität in Forschung und Praxis. Chancen und Risiken partizipativer Prozesse* (Schriften zur Gruppen- und Organisationsdynamik). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hiller, G. G. (2012). *Anreize zur Etablierung einer neuen Lehr-Lernkultur an Hochschule*. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 7(3), 1–15.
- Hirsch Hadorn, G., Hoffmann-

- Riem, H., Biber-Klemm, S., Grosenbacher-Mansuy, W., Joye, D., Pohl, C. et al. (Hrsg.). (2008). *Handbook of Transdisciplinary Research*. Dordrecht: Springer. Verfügbar unter: 978-1-4020-6699-3
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Holbrook, J. & Rannikmäe, M. (2007). The Nature of Science Education for Enhancing Scientific Literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347–1362. <https://doi.org/10.1080/09500690601007549>
- Iyer-Raniga, U. & Andamon, M. M. (2016). Transformative learning: innovating sustainability education in built environment. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 17(1), 105–122. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2014-0121>
- Jantsch, E. (1970). Inter- and transdisciplinary university: a systems approach to education and innovation. *Policy Sciences*, (1), 403–428. <https://doi.org/10.1007/BF00145222>
- Jantsch, E. (1972). Towards interdisciplinarity and transdisciplinarity in education and innovation. In Apostel L., Berger G., A. Briggs & Michaud G. (Hrsg.), *Interdisciplinarity: problems of teaching and research in universities* (S. 97–121). Paris: University of Nice.
- Jensen, B. B. (2002). Knowledge, Action and Pro-environmental Behaviour. *Environmental Education Research*, 8(3), 325–334. <https://doi.org/10.1080/13504620220145474>
- Jensen, B. B. & Schnack, K. (1997). The Action Competence Approach in Environmental Education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163–178. <https://doi.org/10.1080/1350462970030205>
- Kaplan, A. M. & Haenlein, M. (2016). Higher education and the digital revolution: About MOOCs, SPOCs, social media, and the Cookie Monster. *Business Horizons*, 4(59), 441–450. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2016.03.008>
- Keller, L. (2017). Sustainable Development? - Let us change concepts. Theoretical and Practical Contributions to the Transformation of Society, Science, Knowledge, and Education from a Geographer's Perspective. Habilitation Thesis for Geography. University of Innsbruck, University of Innsbruck, Innsbruck.
- Keller, L., Stötter, J., Oberrauch, A., Kuthe, A., Körfgen, A. & Hüfner, K. (2019). Changing Climate Change Education: Exploring moderate constructivist and transdisciplinary approaches through the research-education co-operation k.i.d.Z.21. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 28(1), 35–43. <https://doi.org/10.14512/gaia.28.1.10>
- Kleihauer, S. & Führ, M. (2018). Herausforderung transdisziplinäre Lehre: Aufbau des praxisorientierten Master-Studiengangs RASUM an der Hochschule Darmstadt. In W. Leal Filho (Hrsg.), *Nachhaltigkeit in der Lehre* (S. 449–468). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Klein T., J. (2018). Learning in Transdisciplinary Collaborations: A Conceptual Vocabulary. In D. Fam, L. Neuhauser & P. Gibbs (Hrsg.), *Transdisciplinary. Theory, Practice and Education* (S. 11–23). *The Art of Collaborative Research and Collective Learning*. Cham: Springer International Publishing.
- Klein T., J., Grossenbacher-Mansuy, W., Häberli, R., Bill, A., Scholz, R. W. & Welti, M. (Hrsg.). (2001). *Transdisciplinarity: Joint Problem Solving among Science, Technology, and Society. An Effective Way for Managing Complexity*. Basel: Springer Basel AG.
- Krütli, P., Stauffacher, M., Flüeler, T. & Scholz, R. W. (2010). Functional-dynamic public participation in technological decision-making: site selection processes of nuclear waste repositories. *Journal of Risk Research*, 13(7), 861–875. <https://doi.org/10.1080/13669871003703252>
- Kubisch, S., Parth, S., Deisenrieder, V., Oberauer, K., Stötter, J. & Keller, L. (2021). From Transdisciplinary Research to Transdisciplinary Education—The Role of Schools in Contributing to Community Well-Being and Sustainable Development. *Sustainability*, 13(1), 306. <https://doi.org/10.3390/su13010306>
- Künzli David, C., Gysin, S. & Bertschy, F. (2016). Sachunterricht als inter- und transdisziplinär konstituiertes Fach. - Ansprüche an die Unterrichts-gestaltung und Überlegungen im Hinblick auf die Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 34(3), 305–316.
- Kuthe, A., Keller, L., Körfgen, A., Stötter, J., Oberrauch, A. & Höferl, K.-M. (2019). How many young generations are there? – A typology of teenagers' climate change awareness in Germany and Austria. *The Journal of Environmental Education*, 50(3), 172–182. <https://doi.org/10.1080/00958964.2019.1598927>
- Lang, D. J., Wiek, A., Bergmann, M., Stauffacher, M., Martens, P., Moll, P. et al. (2012). Transdisciplinary research in sustainability science: practice, principles, and challenges. *Sustainability Science*, 7(S1), 25–43. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0149-x>
- Lawrence, R. J. (2015). Advances in transdisciplinarity: Epistemologies, methodologies and processes. *Futures*, 65, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2014.11.007>
- Leal Filho, W. (Hrsg.). (2018). *Nachhaltigkeit in der Lehre*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56386-1>
- Merck, J. & Beermann, M. (2014). Wissensintegration auf Augenhöhe – Die Bedeutung praxisnaher, transdisziplinärer Lehre im Kontext nachhaltigkeitsbezogener Studienfächer. *uwf UmweltWirtschaftsForum*, 22(4), 227–231. <https://doi.org/10.1007/s00550-014-0313-8>
- Mezirow, J. (1997). *Transformative Learning: Theory to Practice*. New Directions for Adult and Continuing Education, 74, 5–12.
- Miranda, M. A. de. (2004). The Grounding of a Discipline: Cognition and Instruction in Technology Education. *International Journal of Technology and Design Education*, (14), 61–77. <https://doi.org/10.1023/B:IT-DE.0000007363.44114.3b>
- Moore, J. (2005). Is Higher Education Ready for Transformative Learning? *Journal of Transformative Education*, 3(1), 76–91. <https://doi.org/10.1177/1541344604270862>
- Moser, S. C. (2016). Can science on transformation transform science? Lessons from co-design. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 20, 106–115. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.10.007>
- Mulcahy, D., Cleveland, B. & Aberton, H. (2015). Learning spaces and pedagogic change: envisioned, enacted and experienced. *Pedagogy, Culture & Society*, 23(4), 575–595. <https://doi.org/10.1080/14681366.2015.1055128>
- Nowotny, H. (1999). The Need for Socially Robust Knowledge. *Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis*, 8(3/4), 12–16.
- Nowotny, H. (2003). Democratizing expertise and socially robust knowledge. *Science and Public Policy*, 30(3), 151–156.
- Nowotny, H., Scott, P. & Gibbons, M. (2001). *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Cambridge: Polity Press.
- O'Brien, K. (2012). Global environmental change II. *Progress in Human Geography*, 36(5), 667–676. <https://doi.org/10.1177/0309132511425767>
- Oberrauch, A., Keller, L., Riede, M., Mark, S., Kuthe, A., Körfgen, A. et al. (2015). „k.i.d.Z.21 – kompetent in die Zukunft“ – Grundlagen und Konzept einer Forschungs-Bildungs-Kooperation zur Bewältigung der Herausforderungen des Klimawandels im 21. Jahrhundert. *GW-Unterricht*, 139(3), 19–31.
- Onwu, G. (2017). Towards a Socially Responsible Science Education. In B. Akpan (Hrsg.), *Science Education: A Global Perspective* (S. 235–251). Cham: Springer.
- Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO) (2014a). *Shaping the future we want: UN Decade of Education for Sustainable Development (2005-2014)*. Final Report. Paris.
- Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO) (2014b). *UNESCO Roadmap zur Umsetzung des Weltaktionsprogramms „Bildung für nachhaltige Entwicklung“*.
- Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO) (2017). *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris. Zugriff am 29/09/20.
- Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO) (Hrsg.). (2019). *Education for Sustainable Development*. Zugriff am 30/04/21. Verfügbar unter:

- <https://en.unesco.org/themes/education-sustainable-development>
- Padrós, M., Garcia, R., Mello, R. de & Molina, S. (2011). Contrasting Scientific Knowledge With Knowledge From the Lifeworld: The Dialogic Inclusion Contract. *Qualitative Inquiry*, 17(3), 304–312. <https://doi.org/10.1177/1077800410397809>
- Parth, S., Schickl, M., Keller, L. & Stötter, J. (2020). Quality Child–Parent Relationships and Their Impact on Intergenerational Learning and Multiplier Effects in Climate Change Education. Are We Bridging the Knowledge–Action Gap? *Sustainability*, 12(17), 7030. <https://doi.org/10.3390/su12177030>
- Pearce, B., Adler, C., Senn, L., Krütli, P., Stauffacher, M. & Pohl, C. (2018). Making the Link Between Transdisciplinary Learning and Research. In D. Fam, L. Neuhauser & P. Gibbs (Hrsg.), *Transdisciplinary. Theory, Practice and Education* (S. 167–183). *The Art of Collaborative Research and Collective Learning*. Cham: Springer International Publishing.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T. de, van Riesen, S. A.N., Kamp, E. T. et al. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pohl, C. & Hirsch Hadorn, G. (2008). Methodological challenges of transdisciplinary research. *Natures Sciences Sociétés*, 16(2), 111–121. <https://doi.org/10.1051/nss:2008035>
- Pohl, C., Krütli, P. & Stauffacher, M. (2018). Teaching Transdisciplinarity Appropriately for Students' Education Level. *GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society*, 27(2), 250–252. <https://doi.org/10.14512/gaia.27.2.14>
- Pruneau, D., Gravel, H., Bourque, W. & Langis, J. (2003). Experimentation with a socio-constructivist process for climate change education. *Environmental Education Research*, 9(4), 429–446. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1080/1350462032000126096>
- Reid, W. V., Chen, D., Goldfarb, L., Hackmann, H., Lee, Y. T., Mokhele, K. et al. (2010). Environment and development. *Earth system science for global sustainability: grand challenges*. Science (New York, N.Y.), 330(6006), 916–917. <https://doi.org/10.1126/science.1196263>
- Reinmann, G. & Mandl, H. (2006). Unterrichten und Lernumgebungen gestalten. In A. Krapp & B. Weidemann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 613–658). Weinheim: Beltz.
- Renkl, A. (1996). Träges Wissen: Wenn Erlerntes nicht genutzt wird. *Psychologische Rundschau*, 47(2), 78–92.
- Renn, O. (2019). Geleitwort. In R. Defila & A. Di Giulio (Hrsg.), *Transdisziplinär und transformativ forschen*, Band 2. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Russell, J. (2010). A philosophical framework for an open and critical transdisciplinary inquiry. In A. V. Brown, J. A. Harris & J. Russell (Hrsg.), *Tackling wicked problems: Through the transdisciplinary imagination* (S. 31–60). London: Earthscan.
- Schneider, R. M. & Wildt, J. (2009). Forschendes Lernen und Kompetenzentwicklung. In L. Huber & Hellmer, J., Schneider, F. (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Studium. Aktuelle Konzepte und Erfahrungen* (S. 53–68). Bielefeld: Universitäts-Verlag.
- Scholz, R. W. (2001). The Mutual Learning Sessions. In J. Klein T., 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. 117–129). Basel: Springer Basel AG.
- Scholz, R. W. & Steiner, G. (2015a). The real type and ideal type of transdisciplinary processes: part II—what constraints and obstacles do we meet in practice? *Sustainability Science*, 10(4), 653–671. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0327-3>
- Scholz, R. W. & Steiner, G. (2015b). The real type and ideal type of transdisciplinary processes: part I—theoretical foundations. *Sustainability Science*, 10(4), 527–544. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0326-4>
- Schultz, A. (1972). *The phenomenology of the social world*. London: Heinemann Educational.
- Shaw, C., Brady, L. M. & Davey, C. (2011). *Guidelines for Research with Children and Young People* (National Children's Bureau Research Centre, Hrsg.). London. Zugriff am 10.10.2016. Verfügbar unter: <https://www.nfer.ac.uk/pdf/NCBguidelines.pdf>
- Silvertown, J. (2009). A new dawn for citizen science. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(9), 467–471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>
- Sinatra, G. M., Kienhues, D. & Hofer, B. K. (2014). Addressing Challenges to Public Understanding of Science: Epistemic Cognition, Motivated Reasoning, and Conceptual Change. *Educational Psychologist*, 49(2), 123–138. <https://doi.org/10.1080/00461520.2014.916216>
- Sipos, Y., Battisti, B. & Grimm, K. (2008). Achieving transformative sustainability learning: engaging head, hands and heart. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 9(1), 68–86. <https://doi.org/10.1108/14676370810842193>
- Sleurs, W. (2008). Competencies for ESD (Education for Sustainable Development) teachers. A framework to integrate ESD in the curriculum of teacher training institutes. Brussels. Zugriff am 30.12.2020
- Stauffacher, M. (2006). Beyond neocorporatism: new practices of collective decision making: transdisciplinary case studies as a means for societal learning in sustainable development. Zürich: Universität Zürich. <https://doi.org/10.5167/UZH-163449>
- Stauffacher, M., Flüeler, T., Krütli, P. & Scholz, R. W. (2008). Analytic and Dynamic Approach to Collaboration: A Transdisciplinary Case Study on Sustainable Landscape Development in a Swiss Prealpine Region. *Systemic Practice and Action Research*, 21(6), 409–422. <https://doi.org/10.1007/s11213-008-9107-7>
- Stauffacher, M., Walter, A. I., Lang, D. J., Wiek, A. & Scholz, R. W. (2006). Learning to research environmental problems from a functional socio-cultural constructivism perspective. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 7(3), 252–275. <https://doi.org/10.1108/14676370610677838>
- Stötter, J., Keller, L., Lütke-Spatz, L., Oberrauch, A., Körfgan, A. & Kuthe, A. (2016). *Kompetent in die Zukunft : Die Forschungs-Bildungs-Kooperation zur Klimawandelbildung k.i.d.Z.21 und k.i.d.Z.21-Austria*. GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society, 25(3), 214–216. <https://doi.org/10.14512/gaia.25.3.19>
- Tobias, S. & Duffy, T. M. (Hrsg.). (2009). *Constructivist instruction: Success or failure?* New York: Routledge/Taylor & Francis.
- Universität für Bodenkultur Wien. (2020). Österreich forscht. [www.citizen-science.at](http://www.citizen-science.at). Zugriff am 29.11.2020. Verfügbar unter: <https://www.citizen-science.at/>
- Vereinte Nationen (UN) (2003). *World Youth Report: The Global Situation of Young People*. Zugriff am 08.10.2020. Verfügbar unter: *World Youth Report: The Global Situation of Young People*. Vereinte Nationen (UN) (Department of Economic and Social Affairs, Hrsg.). (2020). *The 17 Goals*. Zugriff am 14/07/20. Verfügbar unter: <https://sdgs.un.org/goals>
- Vilsmaier, U., Brandner, V. & Engbers, M. (2017). Research In-between: The Constitutive Role of Cultural Differences in Transdisciplinarity. *Transdisciplinary Journal of Engineering & Science*, 8(1). <https://doi.org/10.22545/2017/00093>
- Vilsmaier, U., Engbers, M., Luthardt, P., Maas-Deipenbrock, R. M., Wunderlich, S. & Scholz, R. W. (2015). Case-based Mutual Learning Sessions: knowledge integration and transfer in transdisciplinary processes. *Sustainability Science*, 10(4), 563–580. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0335-3>
- Walter, A. I., Helgenberger, S., Wiek, A. & Scholz, R. W. (2007). Measuring societal effects of transdisciplinary research projects: design and application of an evaluation method. *Evaluation and Program Planning*, 30(4), 325–338. <https://doi.org/10.1016/j.evalprog-plan.2007.08.002>
- Wamsler, C. (2017). Stakeholder involvement in strategic adaptation planning: Transdisciplinarity and co-production at stake? *Environmental Science & Policy*, 75, 148–157. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.03.016>
- Weichselgartner, J. & Truffer, B. (2015). From Knowledge Co-production to Transdisciplinary Research: Lessons from the Quest to Produce Socially Robust Knowledge. In B. Werlen (Hrsg.), *Global Sustainability. Cultural perspectives and challenges for transdisciplinary integrated research* (S. 89–106).

Cham: Springer International Publishing.

Werlen, B. (Hrsg.). (2015). Global Sustainability. Cultural perspectives and challenges for transdisciplinary integrated research. Cham: Springer International Publishing.

Wiek, A., Bernstein, M., Foely, R., Cohen, M., Forrest, N., Kuzdas, C. et al. (2015). Operationalising competencies in higher education for sustainable development. In M. Barth, G. Michelsen, M. Rieckmann & I. Thomas (Hrsg.), Routledge Handbook of Higher Education for Sustainable Development (S. 241–260). London: Routledge International Handbooks.

Wiek, A., Farioli, F., Fukushi, K. & Yarime, M. (2012). Sustainability science: bridging the gap between science and society. *Sustainability Science*, 7(S1), 1–4. <https://doi.org/10.1007/s11625-011-0154-0>

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) (2011). *Welt im Wandel. Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*; [Hauptgutachten (2., veränd. Aufl.)]. Berlin: Wissenschaftlicher Beirat Globale Umweltveränderungen.

Yarime, M., Trencher, G., Mino, T., Scholz, R. W., Olsson, L., Ness, B. et al. (2012). Establishing sustainability science in higher education institutions: towards an integration of academic development, institutionalization, and stakeholder collaborations. *Sustainability Science*, 7(S1), 101–113. <https://doi.org/10.1007/s11625-012-0157-5>

Young Science. (2021). Zentrum für die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Schule (Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, Hrsg.). Wien. Zugriff am 30/04/21. Verfügbar unter: <https://youngscience.at/de/>