

Michaela Trippl*

Neue Entwicklungen in der geographischen Innovationsforschung

* michaela.tripp@univie.ac.at, IGFR, Universität Wien

eingereicht am: 05.05.2020, akzeptiert am: 06.07.2020

Innovationen gelten als zentrale Triebkraft für wirtschaftliche und soziale Entwicklung. Die geographische Innovationsforschung hat in den letzten Jahren neue Einsichten zu den Ursachen und Folgen der ungleichen räumlichen Verteilung von Innovationsaktivitäten vorgelegt. Dieser Beitrag bietet einen Überblick zu den wichtigsten Erkenntnissen auf diesem Gebiet und zeigt auf, wie diese ihren Niederschlag in neuen Ansätzen der Innovationspolitik gefunden haben. Abschließend wird die Herausbildung einer kritischeren Sicht auf die Zielsetzungen von Innovation diskutiert. Nicht nur neue Lösungen, die dem Wirtschaftswachstum dienen, sondern Innovationen, die zur Lösung großer gesellschaftlicher Herausforderungen beitragen können stehen dabei zunehmend im Interesse der geographischen Innovationsforschung.

Keywords: Geographie der Innovation, regionale Innovationssysteme, innovationsbasierter Strukturwandel, regionale Innovationspolitik, große gesellschaftliche Herausforderungen

New developments in geographical innovation research

Innovation is seen as a key driver of economic and social development. Over the last years, scholarly work on the geography of innovation has offered new insights into the causes and consequences of the uneven distribution of innovation activities in space. This article offers an overview on the most important insights on this topic and shows how research in this field has inspired new approaches to innovation policy. Finally, the article points to the emergence of a more critical view on the purpose of innovation and reflects on how research on the geography of innovation is shifting from an exclusive focus on new solutions for economic growth towards the exploration of innovation activities that help to solve grand societal challenges.

Keywords: geography of innovation, regional innovation systems, innovation-based structural change, regional innovation policy, grand societal challenges

1 Einleitung

Was haben neue Impfstoffe, selbstfahrende Autos, Pflegeroboter, Smart Clothes, Urban Gardening und Mehrgenerationenhäuser gemeinsam? Es handelt sich allesamt um neue Lösungen technologischer oder auch sozialer Natur. Setzen sich solche Lösungen in der Wirtschaft und Gesellschaft durch, spricht man von Innovationen. Die Bedeutung von Innovation für die ökonomische und soziale Entwicklung gilt als unumstritten (OECD 2018). Nicht alle Regionen (und Länder) bieten aber ein Umfeld, in dem sich Innovationsprozesse dynamisch entfalten können. Innovationsaktivitäten weisen eine ausgeprägte Konzentration in bestimmten Regionen auf und sind durch einen lokal-global konfigurierten Austausch von Wissen

(und anderer Ressourcen) geprägt. Wie lässt sich die räumliche Dimension von Innovationsaktivitäten und Wissensflüssen erklären? Im folgenden Beitrag sollen einige wichtige Erkenntnisse, welche wirtschaftsgeographische Arbeiten in den letzten Jahren zu dieser Frage hervorgebracht haben, rekapituliert werden.

2 Innovationen: Begriffsabgrenzung und Typen

Wirtschaftsgeographische Beiträge haben sich lange Zeit vor allem an Schumpeters (1935) ökonomischer Konzeption von Innovation orientiert und waren somit durch einen Fokus auf technologische Innovation für Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftswachstum

geprägt. Erst in der jüngeren Vergangenheit haben soziale Innovationen (Moulaert & MacCallum 2019) und – wie weiter unten in Kapitel 7 näher erläutert – neue Lösungen, die nicht ökonomischen Zielen dienen sondern auf die Bewältigung großer gesellschaftlicher Herausforderungen ausgerichtet sind, große Beachtung erfahren.

Viele Abgrenzungsversuche des Innovationsbegriffs beinhalten dennoch einen Verweis auf Schumpeter (1935), der Innovationen als die erfolgreiche Durchsetzung neuer Kombinationen von Produktionsmitteln definierte und eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Innovationstypen vornahm. Dazu zählen die Herstellung neuer Güter (Produktinnovation), (technologische) Neuerungen in der Herstellung bestehender Produkte (Verfahrens- bzw. Prozessinnovation), die Erschließung neuer Absatzmärkte oder neuer Bezugsquellen von Rohstoffen, Halbfabrikaten, etc. sowie die Durchführung einer Neuorganisation (wie etwa die Schaffung oder Abschaffung einer Monopolstellung). Schumpeters Definition hat teilweise ihren Niederschlag in heute gängigen Unterscheidungen zwischen Produktinnovationen (Waren und Dienstleistungen) und Geschäftsprozessinnovationen (OECD 2018) gefunden. Letztere umfassen Prozessinnovationen, organisatorische Innovationen und Marketinginnovationen, also Innovationsaktivitäten, die zur Herstellung von Waren oder Dienstleistungen beitragen (OECD 2018).

Innovationen lassen sich auch nach dem Ausmaß ihrer Radikalität und ihren Auswirkungen auf die Wirtschaft und Gesellschaft unterscheiden. Hier ist eine Differenzierung zwischen inkrementellen und radikalen Innovationen sowie technologischen Revolutionen gängig (siehe auch Maier et al. 2012). Inkrementelle Innovationen stellen kleinere, kontinuierlich stattfindende Veränderungen an Produkten bzw. Verfahren dar und kommen häufig durch Vorschläge von Mitarbeiter/innen oder Nutzer/innen zustande. Radikale Innovationen wie beispielsweise die Einführung vorher unbekannter Produkte oder die Anwendung völlig neuer Verfahren im Produktionsprozess sind weitaus seltener. Sie sind oft das Ergebnis von Forschung und Entwicklung in Unternehmen oder Universitäten. Bei technologischen Revolutionen handelt es sich um fundamentale Änderungen von techno-ökonomischen Paradigmen (Freeman & Perez 1988). Sie beruhen auf sogenannten Basisinnovationen und betreffen viele Wirtschaftszweige, indem sie deren Produktionsverfahren und Kostenstrukturen verändern. Sie können auch völlig neue Branchen entstehen lassen. Klassische Beispiele sind die Dampfmaschine oder auch die Elektrotechnik, das Automobil, die Informations- und Kommunikationstechnologien sowie die Bio- und Nanotechnologie. Die breite

Durchsetzung von solchen generischen Technologien, die in vielen Branchen Anwendung finden, geht mit umfangreichen Auswirkungen auf weite Teile der Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt einher und erfordert umfassende strukturelle Anpassungserfordernisse in der Wissenschaft, im Ausbildungssystem und bei den institutionellen Rahmenbedingungen.

3 Räumliche Verteilung von Innovationsaktivitäten

Aus der Perspektive der Geographie ist vor allem die räumliche Verteilung von Innovationsaktivitäten von Interesse. Eine Vielzahl von wissenschaftlichen Arbeiten weist in diesem Zusammenhang auf die starke räumliche Konzentration von Innovationsaktivitäten in bestimmten Regionen hin (Feldman & Kogler 2010). In den seit Jahren regelmäßig von der Europäischen Kommission publizierten Regional Innovation Scoreboards wird dies für Europa besonders deutlich (für die aktuelle Version, siehe European Union 2019). Als besonders innovativ gelten Metropolitanregionen und größere Städte, während traditionellen Industrieregionen und peripheren Gebieten häufig eine geringe Innovationskraft bescheinigt wird. Die Innovationspotenziale und -kapazitäten von Regionen variieren also enorm. Warum bestehen solche Unterschiede? Seit den 1980er Jahren wurden verschiedene territoriale Innovationsmodelle (für einen Überblick siehe Moulaert & Sekia 2003) entwickelt, die hierfür einen Erklärungsrahmen bieten. Zu den bekanntesten zählen die Ansätze zu Industriedistrikten, innovativen Milieus, lernenden Regionen und regionalen Innovationssystemen (RIS). Das RIS-Konzept hat dabei die größte Aufmerksamkeit in wissenschaftlichen und innovationspolitischen Debatten erfahren (Asheim et al. 2019), weshalb es im Folgenden näher dargestellt wird.

Regionale Innovationssysteme

Der RIS-Ansatz wurde bereits in den 1990er Jahren von führenden Wirtschaftsgeographen wie Philipp Cooke, Björn Asheim und Arne Isaksen vorgelegt und seitdem kontinuierlich weiterentwickelt (für eine Diskussion der Pionierarbeiten und Folgebeiträge zu RIS siehe Asheim et al. 2019). Wie andere Varianten von Innovationssystemansätzen ist auch das RIS-Konzept durch eine holistische und interdisziplinäre Perspektive geprägt, welche eine Vielzahl von interdependenten Faktoren von Innovation berücksichtigt. Dazu zählen neben ökonomischen auch organisatorische, soziale und institutionelle Determinanten. RIS bestehen aus drei Kernelementen, nämlich Akteur/innen, Netzwerken und Institutionen.

Akteur/innen sind die in der Region angesiedelten Unternehmen und Branchen sowie unterschiedliche Unterstützungseinrichtungen, welche für die Generierung, den Austausch und die Verwertung von Wissen verantwortlich sind. Wichtige Unterstützungsorganisationen sind etwa Universitäten, Fachhochschulen, Wissenschaftsparks, Inkubatorzentren oder auch Technologietransfereinrichtungen. Auch die Politik und regionale Entwicklungsagenturen stellen wichtige Akteur/innen in RIS dar. Ihnen kommt bei der Förderung von Innovationsaktivitäten, bei der Netzbildung zwischen Innovationsakteur/innen und bei der Entwicklung regionaler Innovationsstrategien eine wichtige Rolle zu. Jüngere Arbeiten verweisen zudem auf die Bedeutung neuer Innovationsakteur/innen wie Nutzer/innen oder zivilgesellschaftliche Organisationen (Warnke et al. 2016).

Die Vertreter/innen des RIS-Ansatzes gehen davon aus, dass Innovationsprozesse durch Interdependenzen und vielfältige Interaktionen innerhalb von *Netzwerken* geprägt sind. Der Zusammenarbeit und dem Wissensaustausch zwischen verschiedenen Organisationen werden große Bedeutung beigemessen. Die oben genannten Akteur/innen sind also im Idealfall durch vielfältige Verflechtungen miteinander verbunden. Wissen kann etwa durch Auftragsforschung oder den Erwerb von Lizenzen am Markt zugekauft werden. Aber auch formale und informale – zunehmend internetbasierte – Kooperationen stellen einen wichtigen Mechanismus für den Wissensaustausch dar. Schließlich spielen auch sogenannte Wissensexternalitäten (beispielsweise durch die Mobilität von Arbeitskräften zwischen Organisationen oder durch das Beobachten und die Imitation von Konkurrent/innen) eine Rolle (Tödtling et al. 2006).

Aufbauend auf Einsichten der Institutionenökonomik schreibt der RIS-Ansatz *Institutionen* einen maßgeblichen Einfluss auf Innovationen zu (Zukauskaitė et al. 2017). Sowohl formale Institutionen (wie zum Beispiel Gesetze, Verordnungen, Regulierungen, Standards) wie auch informale Institutionen (wie etwa Traditionen, Normen, Routinen oder auch die Innovations- und Kooperationskultur in einer Region) sind dabei von Relevanz. Die institutionellen Bedingungen können für die Entstehung und Diffusion von Innovationen in Regionen sowohl förderlich wie auch hemmend sein.

RIS sind in global konfigurierte Produktions- und Innovationsnetze eingebunden und mit Unternehmen, Universitäten etc. in anderen Regionen verbunden. Sie stellen folglich offene Systeme dar. Die Offenheit von RIS manifestiert sich zudem in dem Einfluss, den nationale und internationale Politikmaßnahmen auf das Innovationsgeschehen einer Region haben können. Das Innovationsgeschehen in einzelnen Re-

gionen hängt also nicht nur von Steuerungsleistungen der regionalen Politikebene ab, sondern auch von Initiativen und Maßnahmen, welche seitens des Nationalstaates und z. B. der Europäischen Union gesetzt werden.

Wie kann der RIS-Ansatz nun die ungleiche räumliche Verteilung von Innovationsaktivitäten erklären? Regionen weisen unterschiedliche Ausstattungen mit Akteur/innen, Netzwerken und Institutionen auf und variieren daher in ihren Innovationspotenzialen. Je nach betrachtetem Regionstyp lassen sich spezifische Konfigurationen von RIS (Tödtling & Trippel 2005) identifizieren. In größeren Städten und metropolitanen Regionen findet man häufig eine Vielzahl unterschiedlicher Branchen (also diversifizierte Wirtschaftsstrukturen) und Unterstützungseinrichtungen. Man spricht von sogenannten „thick and diversified RISs“ (Isaksen & Trippel 2016), also RIS, die durch eine große Dichte und Diversität von Unternehmen sowie organisatorischen und institutionellen Unterstützungsstrukturen charakterisiert sind. In diesem Regionstyp sind die Innovationspotenziale daher häufig in verschiedenen Feldern stark ausgeprägt. In traditionellen Industrieregionen (wie etwa alten Industriegebieten) hingegen sind stark spezialisierte Wirtschaftsstrukturen anzutreffen, d. h. eine oder wenige Branchen sind dominant. Auch die – zumeist durchaus gut entwickelten – Unterstützungsstrukturen sind einseitig auf die vorherrschenden Branchen ausgerichtet. In wirtschaftsgeographischen Arbeiten wird hierfür die Bezeichnung „thick and specialised RIS“ (RIS mit dichten und spezialisierten Strukturen) verwendet (Isaksen & Trippel 2016). Die Innovationspotenziale sind dementsprechend auf wenige Felder beschränkt. In peripheren Regionen findet man – wenn überhaupt – nur schwach entwickelte Clusterstrukturen sowie eine geringe Anzahl von Universitäten, Fachhochschulen und anderen Unterstützungseinrichtungen. Man spricht von sogenannten „thin RIS“ (Isaksen & Trippel 2016), also RIS mit geringen Innovationspotenzialen.

Exkurs: Innovation in der Peripherie

Die oben beschriebenen Standortnachteile, die periphere Regionen für innovative Akteur/innen haben, sollten nicht zu dem Schluss verleiten, dass Unternehmen in solchen Regionen keine Innovationen hervorbringen würden. Sie innovieren aber anders als Unternehmen in Regionen mit besser entwickelten RIS-Strukturen (Isaksen 2015; Shearmur 2015). Unternehmen in peripheren Regionen wenden spezifische Innovationsstrategien an, um die wenig förderlichen regionalen Umfeldbedingungen zu kompensieren. Dazu zählen etwa eine stärkere Einbindung

in außerregionale Innovationsnetzwerke oder der Aufbau und die Akkumulation von Kompetenzen innerhalb des Unternehmens, um die eingeschränkten Möglichkeiten eines Wissensaustausches in der Region auszugleichen. Manche periphere Regionen können sogar Vorteile für innovative Unternehmen bieten (Grabher 2018; Mayer & Baumgartner 2014). Dazu zählen etwa der Schutz vor ungewollten Wissens-Spillovers und die Nutzung der Peripherie als Experimentierraum, wo völlig neue Lösungen – geschützt vom Mainstream und den dominanten Regimes in urbanen Zentren – getestet und weiterentwickelt werden können (Eder & Trippl 2019).

4 Geographie der Wissensbeziehungen und Wissensbasen

Auch die räumliche Dimension von Wissensflüssen bildet einen wichtigen Gegenstand wirtschaftsgeographischer Analysen. Es liegen zahlreiche Arbeiten vor, welche die Wissenszirkulation innerhalb von und zwischen Regionen untersucht und damit zu einem besseren Verständnis der relativen Bedeutung von regionalen und globalen Innovationszusammenhängen beigetragen haben (Binz & Truffer 2017; Isaksen & Trippl 2017a). Diese hängt zum einen von der *Verfügbarkeit* von Wissen in der Region ab, zu deren Erläuterung das RIS-Konzept herangezogen werden kann: Akteur/innen in dünnen RIS sind in größerem Ausmaß darauf angewiesen regionsexterne Wissensquellen anzuzapfen, als solche in RIS mit dichten Strukturen. In Letzteren ist die Wissenszirkulation auf regionaler Ebene deutlich intensiver; gleichzeitig haben sie aufgrund ihrer Innovationskraft bessere Chancen in globalen Innovationsnetzwerken als attraktive Kooperationspartner/innen wahrgenommen zu werden, außerregionales Wissen zu absorbieren und in der Region zu verankern (Trippl et al. 2018).

Es lassen sich aber auch klare Branchenunterschiede erkennen. Branchen sind in unterschiedlichem Ausmaß auf die Verfügbarkeit von Wissen in der Region und auf leistungsfähige RIS angewiesen. Für manche Branchen sind die Einbindung in globale Innovationszusammenhänge und der Austausch von Wissen, das über lange Distanzen transferiert werden kann, wichtiger. Bereits in den 1960er Jahren hat Polanyi (1967) Fragen zur *Transferierbarkeit* von Wissen aufgeworfen und eine Unterscheidung zwischen stillschweigendem (implizitem) und kodifiziertem (explizitem) Wissen getroffen. Ersteres beschreibt das situationsabhängige Hintergrundwissen, das oft nur schwer kommuniziert werden kann. Es inkludiert Erfahrungen, Routinen und Praktiken und ist an Personen und Organisationen gebunden. Explizites

Wissen hingegen ist Wissen, das in abstrakter Form vorliegt. Es lässt sich relativ einfach in Form von Tabellen, Modellen oder Standards auf Datenträgern speichern und kann mittels moderner Kommunikationstechnologien in Sekundenschnelle um die ganze Welt gelangen. Implizites Wissen hingegen kann nur in sozialen Interaktionen ausgetauscht und erlernt werden und hat dadurch eine geringere Transferierbarkeit als explizites Wissen.

Jüngere Forschungsarbeiten bauen auf diesen Einsichten auf und zeigen, dass Branchen unterschiedliche Wissensbasen (Asheim et al. 2011) aufweisen. In Branchen mit einer analytischen Wissensbasis (Biotechnologieindustrie, Informations- und Kommunikationstechnologiesektor etc.) spielt explizites Wissen eine große Rolle. Wissen wird durch die Anwendung von wissenschaftlichen Prinzipien und Methoden in unternehmensinternen Forschungsabteilungen generiert und in Form von Berichten, Datenbanken oder Patenten dokumentiert. Neben unternehmensinterner Forschung ist auch die Zusammenarbeit mit Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen von großer Bedeutung. In Branchen mit einer synthetischen Wissensbasis wie dem Maschinenbau, der Metallverarbeitung oder dem Anlagenbau hingegen sind vor allem implizites Wissen, praktische Fähigkeiten und *learning by doing* im Innovationsprozess von besonderer Relevanz. Wissen wird in erster Linie mit Kundinnen und Kunden und Lieferantinnen und Lieferanten ausgetauscht. Auch in Branchen mit einer symbolischen Wissensbasis dominiert implizites Wissen. Die wesentlichen Interaktionen finden hier in temporär gebildeten Projektteams statt. Typische Beispiele sind etwa die Mode- oder Musikindustrie.

Solche branchenspezifischen Innovationsprozesse und die unterschiedliche Bedeutung verschiedener Wissensarten spiegeln sich in der räumlichen Konfiguration von Wissensbeziehungen wider. Je nachdem, welche Branchen respektive Wissensbasen in einer Region vorherrschen, lassen sich andere Muster beobachten. So sind Regionen mit einer analytischen Wissensbasis stark in globale Wissensbeziehungen eingebunden, während solche mit einer synthetischen oder symbolischen Wissensbasis in höherem Ausmaß eine regional und national konfigurierte Wissenszirkulation aufweisen (Martin & Moodysson 2013).

5 Innovationsbasierter Strukturwandel in Regionen

Die Herausbildung neuer wirtschaftlicher Aktivitäten und die Modernisierung traditioneller Branchen sind abhängig von der Entstehung und Diffusion von In-

novationen. Die Frage, wo und wie neue Branchen entstehen, ist bereits lange Gegenstand wirtschaftsgeographischer Forschung (Chapman & Walker 1991; Storper & Walker 1989). In den letzten Jahren setzte aber eine Intensivierung der Forschungsanstrengungen auf diesem Gebiet ein. Das steht in engem Zusammenhang mit dem Bedeutungsgewinn der evolutionären Wirtschaftsgeographie (EWG).

Lange Zeit stand das Phänomen der Pfadabhängigkeit, also die Frage, warum Branchen und ganze regionale Wirtschaftssysteme einmal eingeschlagene Wege nur schwer wieder verlassen und in einen Lock-in geraten können, im Zentrum der Aufmerksamkeit. Dieses Phänomen kann verschiedene Ursachen haben. Neben klassischen Lokalisationseffekten spielen auch die Abhängigkeit von natürlichen Ressourcen, sogenannte „sunk costs“ („Quasi-Irreversibilität“ von Investitionen in die Kapitalausstattung einer Region und ihre physische Infrastruktur) oder regionale Traditionen eine Rolle. Auch interregionale Abhängigkeiten und Interdependenzen, die beispielsweise durch die Einbindung von Regionen in globale Produktionsnetzwerke entstehen können, werden in der Literatur als mögliche Ursachen für regionale Pfadabhängigkeit genannt (Martin & Sunley 2006). Seit Mitte der 2000er Jahre hat sich das Interesse der wirtschaftsgeographischen Forschung verschoben. Anstelle der Erklärung von Pfadabhängigkeit und negativem Lock-in stehen nun die Untersuchung der Mechanismen neuer Pfadentwicklungen im Zentrum der Aufmerksamkeit (Martin & Sunley 2006; Martin 2010). Ron Boschma und Koen Frenken, zwei Hauptvertreter der holländischen Schule der EWG, haben dazu einflussreiche Beiträge geleistet (Boschma & Frenken 2011). Sie argumentieren, dass neue Branchen in der Regel aus alten heraus entstehen. Dieser Prozess wird als *Branching* bzw. *verwandte Diversifikation* bezeichnet. Dabei werden über einen langen Zeitraum akkumulierte Kompetenzen und (technologisches) Wissen von bestehenden Branchen in neue übertragen. Eine Region, die beispielsweise auf die Herstellung von Traktoren spezialisiert ist, kann neue Spezialisierungsmuster in der Automobilproduktion entwickeln, weil die Kompetenzen in beiden Bereichen ähnlich (bzw. „verwandt“) sind. *Unverwandte Diversifikation* ist aber ebenfalls möglich (Boschma 2017). Beispielsweise kann eine Region, welche auf die Herstellung von pharmazeutischen Produkten spezialisiert ist, eine neue Spezialisierung in der Luftfahrtindustrie entwickeln. Die notwendigen Kompetenzen dieser beiden Branchen unterscheiden sich aber stark. Die Herausbildung neuer wirtschaftlicher Aktivitäten, die eine solche geringe „Verwandtschaft“ zur regionalen Wissensbasis aufweisen, gilt daher als Ausnahmefall (Boschma 2017).

In anderen wissenschaftlichen Beiträgen wird die dichotomische Unterscheidung zwischen verwandter und unverwandter Diversifikation als zu einfach betrachtet. Es wird eine differenziertere Sichtweise eingenommen und eine Unterscheidung zwischen verschiedenen Pfadentwicklungstypen vorgeschlagen (Isaksen et al. 2018). Die radikalste Form des Wandels wird als *Pfadkreation* bezeichnet. Pfadkreation bezeichnet die Herausbildung völlig neuer Branchen basierend auf radikal neuen Technologien, wissenschaftlichen Entdeckungen, neuen Geschäftsmodellen oder nutzer/innengetriebenen und sozialen Innovationen. *Pfadtransplantation* meint die Etablierung einer bestehenden – für die Region aber neuen – Branche. Hier werden Wissen und andere Ressourcen, die für die Entstehung und das Wachstum einer Branche nötig sind, von außen importiert. Das kann etwa durch ausländische Direktinvestitionen oder auch durch den Zuzug (bzw. die Anwerbung) von hochqualifizierten Arbeitskräften zu Stande kommen. *Pfaddiversifizierung* bedeutet, dass sich eine neue Branche aus in der Region bestehenden (älteren) Branchen herausentwickelt. Dabei werden – wie oben beschrieben – verwandte und unverwandte Kompetenzen, Wissen und andere Ressourcen von alten in neue Branche gelenkt. Pfaddiversifizierung entspricht damit den Diversifikationskonzepten von Boschma (2017). Im Unterschied zu Pfadkreation, -transplantation und -diversifizierung, die alle die Herausbildung neuer Branchen in Regionen erklären, lenkt das Konzept der *Pfaderneuerung* den Blick auf Transformationsprozesse in bereits länger bestehenden Branchen, also auf *on-path changes*. Pfaderneuerung beschreibt radikalere Änderungen innerhalb älterer Branchen basierend auf der Integration neuer Technologien oder auch organisatorischer Innovationen.

Neben diesen positiven Formen der Pfadentwicklung werden noch die *Pfadfortsetzung* und der *Niedergang von Pfaden* unterschieden. Pfadfortsetzung meint, dass Unternehmen einer Branche inkrementelle Innovationen entlang etablierter technologischer Trajektorien vornehmen. Pfadfortsetzung bedeutet somit Kontinuität und eben nicht Wandel. Der Niedergang von Pfaden kann sehr unterschiedliche Ursachen haben (Blazek et al. 2019). Zumeist mangelt es an der Fähigkeit, radikal(er)e Formen von Innovation zu generieren.

Regionen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Fähigkeit neue Entwicklungspfade einzuschlagen. In der einschlägigen Literatur (Isaksen & Trippl 2016) wird davon ausgegangen, dass urbane Zentren gute Voraussetzungen für Pfadkreation und Pfaddiversifikation aufweisen, während traditionelle Industriegebiete und periphere Regionen im Vergleich dazu schlechtere Bedingungen bieten. In diesen Regionstypen ist vielmehr die Transplantation neuer Pfade von außen

bzw. die kontinuierliche Erneuerung bestehender Branchen wahrscheinlich. Aller Wahrscheinlichkeit zum Trotz lässt sich aber manchmal auch in entwicklungsschwächeren Regionen die Herausbildung neuer Entwicklungspfade beobachten. Ein besonders anschauliches Beispiel aus Österreich stellt dabei der Softwarepark Hagenberg (SPH) im oberösterreichischen Mühlviertel dar (Isaksen & Trippl 2017b), welcher heute als einer der international erfolgreichsten Wissenschaftsparks gilt. In dieser peripheren Region haben sich seit Beginn der 1990er Jahre zahlreiche Forschungsinstitute, Unternehmen und Ausbildungseinrichtungen angesiedelt, die eng miteinander kooperieren. Der positive Entwicklungsprozess wurde wesentlich von einem Universitätsprofessor initiiert und über den Zeitverlauf gestaltet. Auch die Politik hat mit verschiedenen Unterstützungsmaßnahmen eine wichtige Rolle gespielt.

Das Beispiel des SPH dient auch als Hinweis darauf, dass ein Fokus auf Strukturen bzw. strukturelle Voraussetzungen zur Beschreibung von Pfadentwicklungen nicht ausreicht, sondern um eine Agency-Perspektive erweitert werden muss. Damit wird der Blick auf die Pionier/innen bzw. Schlüsselakteur/innen des Wandels gelegt. Diese verfügen über Fach-, Führungs- und Netzwerkkompetenzen und können Barrieren für neue Entwicklungspfade, die sich aus ungünstigen strukturellen Voraussetzungen ergeben, überwinden bzw. die Potenziale, die in günstigen strukturellen Bedingungen zu finden sind, nutzen. Die Pionier/innen des Wandels mobilisieren weitere Akteur/innen (wie etwa Innovator/innen oder Investor/innen) und Ressourcen für die Entwicklung neuer bzw. für die Transformation bestehender Pfade (Simmie et al. 2014). Jüngste Forschungsarbeiten (Trippl et al. 2020a) haben untersucht, welche Rolle diesen Akteur/innen bei der Rekonfiguration von Innovationssystemen, in die die Branchenpfade eingebettet sind, zukommt. Eine Transformation von Innovationssystemen ist deshalb nötig, weil für neue Pfadentwicklung die Schaffung neuer bzw. die Anpassung bestehender Systemressourcen erforderlich ist. Solche Ressourcen umfassen nicht nur technologisches Wissen (wie von konventionellen EWG-Modellen der holländischen Schule betont), sondern auch Marktwissen, finanzielle Ressourcen, Gesetze, Regulierungen, geteilte Zukunftserwartungen etc. Wie solche Ressourcen modifiziert werden, wurde kürzlich beispielsweise für die traditionellen Automobilregionen Steiermark, Toronto und Göteborg untersucht (Baumgartinger-Seiringer et al. 2020; Trippl et al. 2000b): Diese Regionen stehen durch Mobilitätsinnovationen wie selbstfahrende Autos, Elektromobilität und Carsharing vor der Herausforderung ihre Automobilpfade zu erneuern und ihre Innovationssysteme zu adaptieren. Forschungs-

ergebnisse zeigen, dass Akteur/innen des Wandels aus unterschiedlichen Bereichen Änderungsprozesse in den organisatorischen und institutionellen Unterstützungsstrukturen vornehmen, um die Generierung neuen Wissens, die Entwicklung neuer Qualifikationen, die Anpassung regulatorischer Rahmenbedingungen, die Legitimation der Mobilitätsinnovationen und die Marktformation zu ermöglichen.

Regionen, in denen ein innovationsbasierter Strukturwandel nicht gelingt, haben nicht nur mit ökonomischen und sozialen Problemen zu kämpfen. Auch politische Folgen lassen sich beobachten. Der Wirtschaftsgeograph Andrés Rodríguez-Pose (2018) hat eine vielbeachtete Publikation vorgelegt, in der er argumentiert, dass sich Menschen in diesen Regionen häufig von der Politik im Stich gelassen fühlen, was sich in Protesten an der Wahlurne manifestiert. Laut Rodríguez-Pose (2018) stellt anhaltende territoriale und soziale Ungleichheit einen Grund (neben anderen) für das Aufkommen des Rechtspopulismus in verschiedenen Ländern und Regionen dar. Damit wird die Aufmerksamkeit auf die Rolle der Regional- und Innovationspolitik gelenkt.

6 Regionale Innovationspolitik

Die oben dargelegten Entwicklungslinien der geographischen Innovationsforschung haben ihren Niederschlag in Diskussionen zur Ausgestaltung der *regionalen Innovationspolitik* gefunden. Unter diesem Begriff sollen hier politische Strategien und Maßnahmen zur Förderung von Innovationsaktivitäten in und für Regionen verstanden werden.

Für die regionale Ebene wird bereits seit langem argumentiert, dass Innovationsdefizite stark zwischen Regionstypen variieren (Tödtling & Trippl 2005). Einige Metropolregionen etwa leiden unter Fragmentierung, also zu schwachen Netzwerken zwischen den einzelnen RIS-Elementen. In alten Industrieregionen hingegen sind häufig negative Lock-in-Tendenzen zu beobachten. Periphere Regionen haben mit „organisational thinness“, also mit schwach entwickelten Wirtschaftsstrukturen und einer Unterausstattung von organisatorischen und institutionellen Unterstützungsstrukturen, zu kämpfen (siehe dazu auch oben). Diese Beobachtungen haben Tödtling und Trippl (2005) zum Schluss geführt, dass ein „one-size-fits-all“-Ansatz in der Innovationspolitik der falsche Weg ist und diese vielmehr regionsspezifisch ausgestaltet werden sollte.

Dieser Gedanke hat sich in der wissenschaftlichen Diskussion und zum Teil in der Politikpraxis durchgesetzt und liegt auch dem neuen innovationspolitischen Paradigma der Europäischen Kommission zu

Grunde. Dieses trägt den klingenden Namen „Smart Specialisation“ und zielt darauf ab, in allen Regionen der Europäischen Union Innovationsaktivitäten und neue Entwicklungspfade zu fördern (Foray 2015; European Commission 2012). Regionale Akteur/innen sollen dabei, aufbauend auf regionsspezifischen Potenzialen, Innovationsfelder identifizieren, die zu neuen ökonomischen Aktivitäten oder zur Pufferneuerung führen können und Strategien zu deren Nutzung ausarbeiten. Die schnelle und weite Verbreitung von Smart Specialisation ist nicht zuletzt dadurch bedingt, dass die Europäische Kommission den Zugang zu Fördertöpfen an die Bedingung geknüpft hat, dass Regionen eine solche Smart-Specialisation-Strategie vorlegen können. Jüngste vergleichende Untersuchungen der bisher gewonnenen Erfahrungen zeigen allerdings, dass Smart Specialisation zwar in hochentwickelten Regionen erfolgreich umgesetzt wird, aber in entwicklungsschwachen Regionen an eine Vielzahl von Barrieren zu stoßen scheint (McCann & Ortega-Argilés 2016; Trippel et al. 2019): Neben beschränkten ökonomischen Potenzialen für neue innovationsbasierte Entwicklungspfade sind es vor allem politische und institutionelle Faktoren, der Widerstand regionaler Eliten, die ihre Interessen bedroht sehen, und eine mitunter schwach ausgeprägte Kooperationskultur, welche die Entwicklung und Implementierung von Smart-Specialisation-Strategien erschweren. Damit wird deutlich, dass ohne institutionellen Wandel Innovationspolitik in und für diese Regionen häufig zum Scheitern verurteilt ist (Rodríguez-Pose & Di Cataldo 2015).

7 Innovationen für große gesellschaftliche Herausforderungen

Die bisherigen Ausführungen waren durch eine Schwerpunktsetzung auf die ökonomische Konzeption von Innovation geprägt. Technologische Innovationen, die dem Wirtschaftswachstum und der ökonomischen Wettbewerbsfähigkeit dienen, standen – und stehen immer noch – im Zentrum des Interesses von wirtschaftsgeographischen Arbeiten. In der jüngeren Vergangenheit wird der Blick aber immer mehr auf Innovationen gelenkt, die einen Beitrag zur Lösung sogenannter „grand societal challenges“ leisten können.

In diesem Zusammenhang wird eine Reihe kritischer Fragen gestellt: Ist Innovation immer gut (Soete 2013; Godin 2015)? Wer profitiert von Innovationen? Welche Innovationen sind gesellschaftlich wünschenswert? Welche Richtung sollte ein innovationsbasierter Strukturwandel nehmen und wer entscheidet über diese Richtung? Fragen zur Zielori-

entierung („directionality“) von RIS (Bryden & Gezelius 2017; Schlaile et al. 2017) und wie die Politik diese gestalten kann, stehen im Zentrum des Interesses. Immer mehr Arbeiten zum Thema „verantwortungsvolle Forschung und Innovation“ beschäftigen sich genau mit solchen Problemstellungen (Genus & Stirling 2018). Der gesellschaftliche Nutzen von Forschung und Innovation rückt vermehrt in den Blickpunkt.

Den Hintergrund für diese Diskussion bilden aktuelle große gesellschaftliche Herausforderungen. Hierzu zählen neben dem Klimawandel und der Umweltzerstörung (siehe dazu unten) auch globale Finanz- und Wirtschaftskrisen, die Überalterung der Gesellschaft in sogenannten Industrienationen, die rasant fortschreitende Urbanisierung, Landnutzungskonflikte, Ernährungsicherung oder Pandemien. Innovationen, die dazu beitragen können, die Herausforderungen, welche sich aus diesen Dynamiken ergeben, zu bewältigen, stehen daher derzeit besonders im Fokus.

Große Aufmerksamkeit kommt gegenwärtig globalen Umweltproblemen zu. Seit Jahren warnen Wissenschaftler/innen davor, dass der Mensch durch sein Handeln die Grundlagen von Ökosystemen gefährdet und ein neues Erdzeitalter, das sogenannte Anthropozän, begonnen hat (Steffen et al. 2007). Die Überlastung der natürlichen Lebensgrundlagen und die Gefährdung der zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten der Menschheit durch unsere heutige Lebensweise sind nicht mehr zu leugnen. Globale Dynamiken wie der Klimawandel, der Verlust der Biodiversität und Ressourcenverknappung stellen ernsthafte Bedrohungen dar (Steffen et al. 2015).

Die (evolutionäre) Wirtschaftsgeographie hat Fragestellungen zu Innovationen, welche eine Transformation in Richtung ökologische Nachhaltigkeit fördern können, erstaunlich lange ignoriert (Patchell & Hayter 2013). In den letzten Jahren wurden aber zunehmend Beiträge zu „grünen Innovationen“ (siehe etwa Schiederig et al. 2012) und zur sogenannten „geography of sustainability transitions“ (Truffer & Coenen 2012; Hansen & Coenen 2015) publiziert. Wirtschaftsgeographische Beiträge beschäftigen sich unter anderem mit der Frage, in welchen Regionen und mittels welcher Mechanismen innovative grüne bzw. nachhaltige Branchen entstehen (Cooke 2008; Marra et al. 2017). Ein gutes Beispiel hierfür sind etwa erneuerbare Energien. Vor allem die Herausbildung und die Entwicklungsverläufe der Windindustrie, Photovoltaik oder auch der Biomasse- und Biogasbranche in verschiedenen Ländern und Regionen wurden intensiv erforscht (siehe z. B. Binz & Truffer 2017; MacKinnon et al. 2019). Die Entwicklung neuer grüner Branchen wird heute, neben der Inten-

tion Entwicklungen des Klimawandels entgegenzusteuern, oft als Chance gesehen, den Niedergang alter Branchen zu kompensieren, neue Arbeitsplätze zu schaffen und das Wirtschaftswachstum anzukurbeln. Die Möglichkeiten und Grenzen grüner Pfaderneruerung in Regionen, wie etwa der Einsatz von Umweltschutztechnologien in traditionellen Wirtschaftszweigen für eine ressourceneffizientere und weniger umweltbelastende Produktion, sind ebenfalls Gegenstand von Untersuchungen (Trippl et al. 2020a).

Auch regionale Experimente mit und die Anwendung von Nachhaltigkeitsinnovationen zur Lösung von konkreten Problemen vor Ort erfahren Interesse (Tödting et al. 2020). Beispiele sind Initiativen, die auf die Implementierung von Elektromobilität oder die Versorgung mit erneuerbarer Energie in der Region abzielen. Auch wenn die Technologien hierfür zumeist in anderen Regionen entwickelt und produziert wurden, erfordern solche Initiativen Lern- und Innovationsaktivitäten, die mit Experimenten, respektive dem Testen, der Anpassung an den spezifischen Kontext und schließlich der Verbreitung der neuen Lösung in der Region verbunden sind (Hodson et al. 2017). Diese Arbeiten sind durch die Transformationsforschung (Loorbach et al. 2017) inspiriert. Ein prominenter Ansatz ist die Mehrebenen-Perspektive (Geels 2005). Diese weist darauf hin, dass die Entwicklung von disruptiven Nachhaltigkeitsinnovationen in sogenannten Nischen stattfindet. Nischeninnovationen werden als systemtransformierende Innovationen beschrieben, die in ihren frühen Entwicklungsphasen, gegenüber den vorherrschenden Problemlösungsmodellen der dominierenden soziotechnischen Regimes, nicht wettbewerbsfähig sind und daher Schutz benötigen (etwa durch Förderung durch die öffentliche Hand). Im Fokus stehen dabei komplexe sozio-technische Systeme wie etwa das fossile Automobilitätsregime oder Energiesysteme, welche auf Erdöl und Atomkraft beruhen. Die etablierten Akteur/innen in solchen pfadabhängigen Systemen bringen Innovationen hervor, die dem Systemerhalt dienen (z. B. ein besserer Dieselmotor), aber eben keinen Beitrag zu Nachhaltigkeitstransformationen leisten. Solche Transformationen benötigen vielmehr Nischeninnovationen mit disruptivem Potenzial (z. B. Elektromobilität). Gelingt deren Hochskalierung, dann können sie alternative Problemlösungsmodelle begründen und alte verdrängen. Arbeiten aus der Geographie haben gezeigt (für einen Überblick hierzu siehe Hansen & Coenen 2015), dass sich Nachhaltigkeitstransformationen in verschiedenen geographischen Kontexten in Abhängigkeit von der Ausstattung mit natürlichen Ressourcen, vorherrschenden technologischen und industriellen Spezialisierungen, informalen regionsspezifischen

Institutionen, etablierten Governance-Netzwerken und Politikansätzen sowie je nach Einbindung in lokal-globale Produktions- und Innovationsnetzwerke unterschiedlich vollziehen. Auch die Fragen, inwieweit man Städte und Regionen nutzen kann, um darin Nischen zu entwickeln, und welche Charakteristika urbane und regionale Experimentieräume aufweisen, steht auf der Forschungsagenda von Geographinnen und Geographen (Karvonen & van Heur 2014; von Wirth et al. 2019).

Die Annahmen der oben skizzierten Forschungsbeiträge sind jedoch nicht frei von Kritik. So gehen etwa die Arbeiten zu grünem Wachstum davon aus, dass eine Verknüpfung von ökonomischen und ökologischen Zielen nicht nur möglich, sondern auch sinnvoll ist. Es ist aber keinesfalls unumstritten, dass Umweltprobleme durch grünes Wachstum gelöst werden können (Bina 2013). In einer Reihe von Beiträgen wird das Festhalten am Wachstumsziel hinterfragt. Mit Hinweis auf biosphärische Grenzen (Haberl et al. 2011) wird eine Abkehr vom derzeitigen Wachstumsparadigma und ein Übergang zu einer Postwachstumsökonomie gefordert (siehe etwa Gibbs & O'Neill 2017). Auch der starke Fokus einiger wirtschaftsgeographischer Beiträge auf grüne technologische Innovationen ist auf Kritik gestoßen. So wird argumentiert, dass „technological fixes“ zur Bewältigung von Umweltproblemen nicht ausreichend sind. Gefordert wird vielmehr ein Übergang zu neuen soziotechnischen Systemen. Dies erfordert neben technologischen auch soziale Innovationen sowie einen tiefgreifenden institutionellen und ökonomischen Wandel, der durch neue Politikansätze (Tödting & Trippl 2018) wie etwa durch eine radikale transformatorische Innovationspolitik (Schot & Steinmüller 2018) gestützt werden sollte. Letztere stellt die Förderung von Systeminnovationen für eine umfassende Transformation von Produktions- und Konsumtionsmustern und Lebensstilen in den Vordergrund.

Die Geographie sieht sich mit der Herausforderung konfrontiert, in Zukunft intensiver als bislang die räumliche Dimension von Transformationsprozessen in Richtung Nachhaltigkeit zu erforschen und Erklärungen zu liefern, warum diese in verschiedenen Regionen in spezifischen Formen, unterschiedlichen Geschwindigkeiten und mit variierendem Erfolg ablaufen. Und es gilt der Frage nachzugehen, welche Steuerungsleistungen der Politik auf lokaler bzw. regionaler Ebene (im Zusammenspiel mit nationalen und internationalen Politikansätzen) besonders gut geeignet sind, um Nachhaltigkeitstransformationen nicht nur zu initiieren, sondern auch zu beschleunigen.

Acknowledgement

Die Publikation dieses Beitrags wurde durch den OpenAccess-Fonds der Universität Wien unterstützt.

Literatur

- Asheim, B., R. Boschma & P. Cooke (2011): Constructing regional advantage: platform policies based on related variety & differentiated knowledge bases. In: *Regional Studies* 45(7). S. 893–904.
- Asheim, B., A. Isaksen & M. Trippel (2019): *Regional Innovation Systems – An Advanced Introduction*. Edward Elgar, Cheltenham.
- Baumgartinger-Seiringer, S., J. Miörner & M. Trippel (2020): Towards a stage model of regional industrial path transformation. In: *Industry and Innovation*. (In Druck). doi: 10.1080/13662716.2020.1789452
- Bina, O. (2013): The green economy and sustainable development: an uneasy balance? In: *Environment Planning C Government and Policy* 31(6). S. 1023–1047.
- Binz, C. & B. Truffer (2017): Global Innovation Systems – a conceptual framework for innovation dynamics in transnational contexts. In: *Research Policy* 46. S. 1284–1298.
- Blazek, J., V. Kveton, S. Baumgartinger-Seiringer & M. Trippel (2019): The dark side of regional industrial path development: towards a typology of trajectories of decline. *European Planning Studies*. (In Druck)
- Boschma, R. & K. Frenken (2011): The emerging empirics of evolutionary economic geography. In: *Journal of Economic Geography* 11(2). S. 295–307.
- Boschma, R. (2017): Relatedness as driver of regional diversification: a research agenda. In: *Regional Studies* 51(3). S. 351–364.
- Bryden, J. & S. S. Gezelius (2017): Innovation as if people mattered: the ethics of innovation for sustainable development. In: *Innovation and development* 7(1). S. 101–118.
- Chapman, K. & D. Walker (1991): *Industrial location. Principles and policies*. Blackwell, Oxford.
- Cooke, P. (2008): Regional Innovation Systems, Clean Technology & Jacobian Cluster-Platform Policies. In: *Regional Science Policy & Practice* 1(1). S. 23–45.
- Eder, J. & M. Trippel (2019): Innovation in the periphery: compensation and exploitation strategies. In: *Growth and Change* 50. S. 1511–1531.
- European Commission (2012): *Guide to research and innovation strategies for smart specialisations (RIS3)*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- European Union (2019): *Regional Innovation Scoreboard 2019*. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Feldman, M.P. & D. Kogler (2010): Stylized facts in the geography of innovation. In: Hall, B. H. & N. Rosenberg (Hrsg.): *Handbook of the Economics of Innovation* Vol. 1. Elsevier, Amsterdam. S. 381–410.
- Foray, D. (2015): *Smart specialization: Opportunities and challenges for regional innovation policies*. Routledge, Abingdon.
- Freeman, C. & C. Perez (1988): Structural crisis of adjustment, business cycles and investment behaviour. In: Dosi, G., C. Freeman, R. Nelson, G. Silverberg & L. Soete (Hrsg.): *Technical Change and Economic Theory*. Pinter, London.
- Geels, F. W. (2005): Co-evolution of technology and society: the transition in water supply and personal hygiene in the Netherlands (1850–1930): a case study in multi-level perspective. In: *Technology in Society* 27. S. 363–397.
- Genus, A. & A. Stirling (2018): Collingridge and the dilemma of control: towards responsible and accountable innovation. In: *Research Policy* 47(1). S. 61–69.
- Gibbs, D. & K. O’Neill (2017): Future green economies and regional development: A research agenda. In: *Regional Studies* 51(1). S. 161–173.
- Godin, B. (2015): *Innovation Contested: The Idea of Innovation over the Centuries*. Routledge, New York.
- Grabher, G. (2018): Marginality as strategy: Leveraging peripherality for creativity. In: *Environment and Planning A: Economy and Space* 50(8). S. 1785–1794.
- Haberl, H., M. Fischer-Kowalski, F. Krausmann, J. Martinez-Alier & V. Winiwarter (2011): A socio-metabolic transition towards sustainability? Challenges for another Great Transformation. In: *Sustainable development* 19(1). S. 1–14.
- Hansen, T. & L. Coenen (2015): The geography of sustainability transitions: Review, synthesis and reflections on an emergent research field. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions* 17. S. 92–109.
- Hodson, M., F. Geels & A. McMeekin (2017): Reconfiguring urban sustainability transitions, analysing multiplicity. In: *Sustainability* 9(2). S. 299.
- Isaksen, A. (2015): Industrial development in thin regions: Trapped in path extension? In: *Journal of Economic Geography* 15(3). S. 585–600.
- Isaksen, A. & M. Trippel (2016): Regional industrial path development in different types of regions: a conceptual analysis. In: Parrilli, D., R. Fitjar, A. Rodriguez-Pose (Hrsg.): *Innovation drivers and regional innovation strategy*. Routledge, London. S. 66–84.
- Isaksen, A. & M. Trippel (2017a): Innovation in space. The mosaic of regional development patterns. In: *Oxford Review of Economic Policy* 33(1). S. 122–140.
- Isaksen, A. & M. Trippel (2017b): Exogenously led and policy-supported new path development in peripheral regions: Analytical and synthetic routes. In: *Economic Geography* 93(5). S. 436–457.
- Isaksen, A., F. Tödting & M. Trippel (2018): Innovation policies for regional structural change: combining actor-

- based and system-based strategies. In: Isaksen, A., R. Martin & M. Trippl (Hrsg.): *New avenues for regional innovation systems – theoretical advances, empirical cases and policy lessons*. Springer, Cham. S. 221–238.
- Karvonen, A. & B. van Heur (2014): *Urban Laboratories: Experiments in Reworking Cities*. In: *International Journal of Urban and Regional Research* 38(2). S. 379–392.
- Loorbach, D., F. Frantzeskaki & F. Avelino (2017): *Sustainability transitions research: transforming science and practice for societal change*. In: *Annual Review of Environment and Resources* 42. S. 599–626.
- MacKinnon, D., S. Dawley, M. Steen, M.-P. Menzel, A. Karlsen, P. Sommer, G. H. Hansen & H. E. Normann, (2019): *Path creation, global production networks and regional development: a comparative international analysis of the offshore wind sector*. In: *Progress in Planning* 130. S. 1–32.
- Maier, G., F. Tödtling & M. Trippl (2012): *Regional- und Stadtökonomik* 2. 4. Aufl. Springer, Wien.
- Marra, A., P. Antonelli & C. Pozzi (2017): *Emerging green-tech specializations and clusters – A network analysis on technological innovation at the metropolitan level*. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67. S. 1037–1046.
- Martin, R. & P. Sunley (2006): *Path dependence and regional economic evolution*. In: *Journal of Economic Geography* 6(4). S. 395–437.
- Martin, R. (2010): *Roepke lecture in economic geography – rethinking regional path dependence: beyond lock-in to evolution*. In: *Economic Geography* 86(1). S. 1–27.
- Martin, R. & J. Moodysson (2013): *Comparing knowledge bases: on the geography and organization of knowledge sourcing in the regional innovation system of Scania, Sweden*. In: *European Urban and Regional Studies* 20(2). S. 170–187.
- Mayer, H. & D. Baumgartner (2014): *The role of entrepreneurship and innovation in peripheral regions*. In: *disP – The Planning Review* 50(1). S. 16–23.
- McCann, P. & R. Ortega-Argilés (2016): *The early experience of smart specialization implementation in EU Cohesion Policy*. In: *European Planning Studies* 24(8). S. 1407–1427.
- Moulaert, F. & F. Sekia (2003): *Territorial innovation models: a critical survey*. In: *Regional Studies* 37(3). S. 289–302.
- Moulaert, F. & D. MacCallum (2019): *Advanced Introduction to Social Innovation*. Edward Elgar, Cheltenham.
- OECD & Eurostat (2018): *Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation*, 4. Aufl. OECD Publishing, Paris/Luxembourg.
- Patchell, J. & R. Hayter (2013): *Environmental and evolutionary economic geography: time for EEG2*. In: *Geografiska Annaler. Series B. Human Geography* 95(2). S. 111–130.
- Polanyi, M. (1967): *The Tacit Dimension*. Anchor Books, New York.
- Rodríguez-Pose, A. (2018): *The revenge of the places that don't matter (and what to do about it)*. In: *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society* 11. S. 189–209.
- Rodríguez-Pose, A. & M. Di Cataldo (2015): *Quality of government and innovative performance in the regions of Europe*. In: *Journal of Economic Geography* 15(4). S. 673–706.
- Simmie, J., R. Sternberg, R. & J. Carpenter (2014): *New technological path creation: Evidence from the British and German wind energy industries*. *Journal of Evolutionary Economics* 24(4). S. 875–904.
- Schlaile, M., S. Urmetzer, V. Blok, A. D. Andersen, J. Timmermans, M. Mueller, J. Fagerberg & A. Pyka (2017): *Innovation systems for transformations towards sustainability? Taking the normative dimension seriously*. In: *Sustainability* 9. S. 1–20.
- Schumpeter, J. (1935): *Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung: eine Untersuchung über Unternehmergewinn, Kapital, Kredit, Zins und den Konjunkturzyklus*. Duncker & Humblot, München (1. Aufl.: 1911).
- Schiederig, T., F. Tietze & C. Herstatt (2012): *Green innovation in technology and innovation management – an exploratory literature review*. In: *R&D Management* 42(2). S. 180–192.
- Schot, J. & W.E. Steinmueller (2018): *Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change*. In: *Research Policy* 47. S. 1554–1567.
- Shearmur, R. (2015): *Far from the madding crowd: Slow innovators, information value, and the geography of innovation*. In: *Growth and Change* 46(3). S. 424–442.
- Soete, L. (2013): *'Is innovation always good?'* In: Fagerberg, J., B.R. Martin & E.S. Andersen (Hrsg): *Innovation Studies: Evolution and Future Challenges*. Oxford University Press, Oxford. S. 134–144.
- Steffen, W., P.J. Crutzen & J.R. McNeill (2007): *The anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature*. In: *Ambio* 36(8). S. 614–621.
- Steffen, W., K. Richardson, J. Rockström et al. (2015): *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*. In: *Science* 347(6223). doi: 10.1126/science.1259855
- Storper, M., & R. Walker (1989): *The capitalist imperative. Territory, technology, and industrial growth*. Basil Blackwell, New York.
- Tödtling, F. & M. Trippl (2005): *One size fits all? Towards a differentiated regional innovation policy approach*. In: *Research Policy* 34(8). S. 1203–1219.
- Tödtling, F. & M. Trippl (2018): *Regional innovation policies for new path development – beyond neoliberal and traditional systemic views*. In: *European Planning Studies* 26(9). S. 1779–1795.
- Tödtling, F., P. Lehner & M. Trippl (2006): *Innovation in knowledge intensive industries: The nature and geography of knowledge links*. In: *European Planning Studies* 14(8). S. 1035–1058.

- Tödting, F., M. Tripl & A. Frangenheim (2020): Policy options for green regional development: adopting a production and application perspective. In: *Science and Public Policy*. (In Druck)
- Tripl, M., M. Grillitsch & A. Isaksen (2018): Exogenous sources of regional industrial change: Attraction and absorption of non-local knowledge for new path development. In: *Progress in Human Geography* 42(5). S. 687–705.
- Tripl, M., E. Zukauskaitė & A. Healy (2019): Shaping Smart Specialisation: The Role of Place-Specific Factors in Advanced, Intermediary and Less-Developed European Regions. In: *Regional Studies*. (In Druck). doi: 10.1080/00343404.2019.1582763
- Tripl, M., S. Baumgartinger-Seiringer, A. Frangenheim, A. Isaksen, & J. O. Rypestol (2020a): Unravelling green regional industrial path development: Regional preconditions, asset modification and agency. In: *Geoforum* 111. S. 189–197.
- Tripl, M., S. Baumgartinger-Seiringer, E. Goracinova & D. Wolfe (2020b): Automotive regions in transition: preparing for connected and automated vehicles. PEGIS Working Papers No. 2020/02, University of Vienna.
- Truffer, B. & L. Coenen (2012): Environmental Innovation and Sustainability Transitions in Regional Studies. In: *Regional Studies* 46(1). S. 1–21.
- Von Wirth, T., L. Fuenfschilling, N. Frantzeskaki & L. Coenen (2019): Impacts of urban living labs on sustainability transitions: mechanisms and strategies for systemic change through experimentation. In: *European Planning Studies* 27(2). S. 229–257.
- Warnke, P., K. Koschatzky, E. Dönitz, A. Zenker, T. Stahlecker, O. Som, K. Cuhls, & S. Güth (2016): Opening up the innovation system framework towards new actors and institutions. Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis No. 49. Fraunhofer ISI, Karlsruhe.
- Zukauskaitė, E., M. Tripl & M. Plechero (2017): Institutional thickness revisited. In: *Economic Geography* 93(4). S. 325–345.