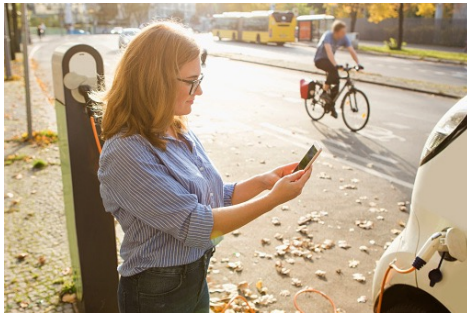


# Transformative Innovationen



## Die Suche nach den wichtigsten Hebeln der Großen Transformation

---

*Manfred Fishedick*

*Hans Haake*

*Karin Arnold*

*Thomas Götz*

*Lena Hennes*

*Jan Kaselofsky*

*Thorsten Koska*

*Anna Leipprand*

*Sascha Samadi*

*Dietmar Schüwer*

*Melanie Speck*

*Felix Suerkemper*

*Stefan Thomas*

*Johannes Venjakob*

*Justus von Geibler*

*Henning Wilts*

## Zukunftsimpuls 18 | Juni 2021

### Herausgeber:

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH  
Döppersberg 19  
42103 Wuppertal  
www.wupperinst.org

### Autorinnen und Autoren:

Prof. Dr.-Ing. Manfred Fishedick (manfred.fishedick@wupperinst.org),  
Hans Haake (hans.haake@wupperinst.org),  
Dr.-Ing. Karin Arnold, Thomas Götz, Lena Hennes, Jan Kaselofsky, Thorsten Koska,  
Dr. Anna Leipprand, Dr. Sascha Samadi, Dietmar Schüwer, Dr. Melanie Speck,  
Felix Suerkemper, Dr. Stefan Thomas, Dr. Johannes Venjakob, Dr. Justus von Geibler,  
Dr. Henning Wilts

### Bitte die Publikation folgendermaßen zitieren:

Fishedick, M., Haake, H., Arnold, K., Götz, T., Hennes, L., Kaselofsky, J., Koska, T.,  
Leipprand, A., Samadi, S., Schüwer, D., Speck, M., Suerkemper, F., Thomas, S., Venjakob, J.,  
von Geibler, J., Wilts, H. (2021). Transformative Innovationen (Zukunftsimpuls Nr. 18).  
Wuppertal Institut.

„Zukunftsimpulse“ liefern in loser Folge Thesen, Diskussionsbeiträge, Einschätzungen,  
Stellungnahmen und Forschungsergebnisse mit Bezug zu aktuellen politischen Debatten.  
Bis einschließlich Band 10 ist die Reihe unter dem Titel „Impulse zur Wachstumswende“ er-  
schienen.

**Bildquelle Titelseite:** Getty Images

Wuppertal, Juni 2021

ISSN 2701-3200

Der Text dieser Publikation steht unter der Lizenz „Creative Commons Attribution 4.0 International“ (CC BY 4.0).  
Der Lizenztext ist abrufbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## ▪ Inhaltsverzeichnis

▪	<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
1	<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
2	<b>Was sind und wofür brauchen wir Transformative Innovationen?</b>	<b>5</b>
3	<b>Transformative Innovationen und ihre Wirkungen</b>	<b>8</b>
4	<b>Von der Zukunftskunst über das Zukunftswissen zu den Transformativen Innovationen</b>	<b>10</b>
5	<b>Grenzen des Ansatzes</b>	<b>11</b>
6	<b>Erste Beispiele für Transformative Innovationen</b>	<b>12</b>
	TI_1: „Circular Tracking“ von Rohstoffen als Voraussetzung von effizienten Ressourcenkreisläufen	14
	TI_2: Gebäude-Photovoltaik als bürgernaher und flächenschonender Teil der Energiewende	17
	TI_3: Industriell genutzter grüner Wasserstoff als Grundlage einer klimaneutralen Industrie	21
	TI_4: One-Stop-Shops und Quartiersmanager als Antreiber einer rasanten energetischen Sanierung von Gebäuden	25
	TI_5: Grüne Nah- und Fernwärme als Hebel für eine emissionsfreie Wärmeversorgung	29
	TI_6: Systematische Nutzung von alternativen Wohlstandsindikatoren als Schritt zur Stärkung neuer Wohlstandsverständnisse	33
	TI_7: Neue Mobilitätsdienstleistungen in Integration mit dem öffentlichen Verkehr als Treiber für die Verkehrsverlagerung	36
	TI_8: Nachhaltige Gemeinschaftsverpflegung als Hebel für die Ernährungswende	40
▪	<b>Eine Zusammenfassung und eine Einladung</b>	<b>43</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>44</b>

## 1 Zusammenfassung

Seit mehr als zehn Jahren werden die Problemlagen durch das Überschreiten der planetaren Grenzen zunehmend offensichtlicher. Sie verdeutlichen mehr denn je die Dringlichkeit und Notwendigkeit einer Großen Transformation, die strukturelle Veränderungen einschließt. Die Große Transformation, eine grundlegende Anpassung unserer Gesellschaft an die Erfordernisse der Nachhaltigkeit, an Klima- und Ressourcenschutz, an globale Gerechtigkeit, muss und wird unsere Gesellschaft – ebenso wie unsere Wirtschaft – grundlegend in ihrer Struktur verändern. Manche Eckpunkte dieser Großen Transformation sind bekannt, aber wie jede große Veränderung in der Geschichte, ist sie angesichts komplexer Zusammenhänge weder genau vorherzusagen noch genau zu planen. Trotzdem braucht es neben einem grundsätzlichen Verständnis für die Zielrichtung der Transformation und für das Zusammenspiel von technologischen, ökonomischen, institutionellen und kulturellen Wirkungen, für die am Wuppertal Institut der Begriff der „Zukunftskunst“ (Schneidewind, 2018) geprägt wurde, auch eine politische und gesellschaftliche Diskussion zu konkreten Maßnahmen, die den erforderlichen Wandel hinreichend schnell und zielorientiert fördern können. Dies ist umso mehr erforderlich, als dass für die Umsetzung der Großen Transformation inkrementelle Veränderungen, die die Vergangenheit maßgeblich geprägt haben, nicht ausreichend sind, sondern viel weitgehendere Veränderungen notwendig sind.

Als Diskussionsgrundlage wird dazu der Ansatz der „Transformativen Innovationen“ vorgeschlagen, verstanden als sozio-technische Systeminnovationen, die maßgeblich, d. h. mit großer Wirkungstiefe, zur Großen Transformation und Nachhaltigkeit beitragen können. Sie haben eine besonders große Hebelwirkung und bieten die Chance, bestehende Systeme weit über ihren offensichtlichen Wirkungsbereich hinaus zu verändern und weitere Innovationsdynamiken in Gang zu setzen. Gleichzeitig sind mit ihnen strukturelle (zum Teil auch radikale) Auswirkungen verbunden, die häufig intendiert sind, weil sie grundlegend für die notwendigen Veränderungen sind, aber auch nicht intendiert sein können. In beiden Fällen ist es erforderlich ggf. flankierend einzugreifen und die ausgelösten Strukturveränderungen zum Beispiel in Bezug auf die Beschäftigungswirkung abzupuffern.

Dabei geht es nicht um einen einzelnen Innovationsansatz, denn keine der heute bekannten Transformativen Innovationen wird allein ausreichen. Die erforderlichen Innovationen sind vielfältig und schließen auch Veränderungen in unseren Wertesystemen, unseren politischen Prozessen und unserem ganz individuellen Verhalten ein. Um ein intelligentes Zusammenspiel der Optionen und deren zielführende Einbettung in das Umfeld zu ermöglichen, sollen „Transformative Innovationen“ mit ihren spezifischen (Wechsel-)Wirkungen besser verstanden werden.

Der hier vorliegende Zukunftsimpuls soll den Grundgedanken der Transformativen Innovationen und ihre Notwendigkeit beschreiben sowie erste Kandidaten für solche Transformativen Innovationen vorstellen. Und vor allem als Einladung dienen, gemeinsam mit dem Wuppertal Institut über solche Innovationen zu diskutieren, die irgendwo zwischen den großen Utopien und kleinen Nischenaktivitäten liegen. Denn es braucht nicht immer den ganz großen Wurf, um Veränderungen in Gang zu setzen.

## 2 Was sind und wofür brauchen wir Transformative Innovationen?

Warum dieser weitgehend neue, bisher meist in einem anderen Sinne verwendete<sup>1</sup>, Begriff?

Die Forderungen nach einer Großen Transformation und gesellschaftlichem Wandel haben die Nachhaltigkeitsdebatte der letzten Jahre sehr beeinflusst. Prägendes Element war dabei das Hauptgutachten »Welt im Wandel« des Wissenschaftlichen Beirates der Bundesregierung für Globale Umweltveränderungen (WBGU) aus dem Jahr 2011. Der WBGU nutzte den Begriff der Großen Transformation für den „nachhaltigen weltweiten Umbau von Wirtschaft und Gesellschaft“ (WBGU, 2011, S. 5). Der zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen, wie z. B. der Treibhausgasneutralität, erforderliche Wandel ist demnach hinsichtlich der Eingriffstiefe vergleichbar mit den beiden fundamentalen Transformationen der Weltgeschichte: der Neolithischen Revolution, also der Erfindung und Verbreitung von Ackerbau und Viehzucht, sowie der Industriellen Revolution, die von Karl Polanyi (1944) als „Great Transformation“ beschrieben wurde und den Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft beschreibt (WBGU, 2011, S. 5).

Angesichts der immer offensichtlicher werdenden Problemlagen durch das Überschreiten der planetaren Grenzen geht es nun um Geschwindigkeit, um Strukturveränderungen und um Komplexitätsreduktion. Die ökologischen Herausforderungen müssen weitaus schneller als bisher angegangen werden, um Zielsetzungen wie beispielsweise die Klimaneutralität (in Deutschland deutlich vor 2050) oder die Reduktion der Ressourcennutzung auf ca. 8 Tonnen pro Person und Jahr zu erreichen. Dafür werden inkrementelle Veränderungen nicht ausreichend sein, sondern ein teils radikaler Umbau von vorhandenen Strukturen notwendig sein. Dieser Umbau muss nicht nur umfassend beschrieben werden, sondern es braucht greifbare, abgegrenzte Handlungsfelder, die von der Politik und anderen Gruppen konkret angegangen werden können, und dies aufgrund des Zeitdrucks mit prinzipiell schon heute zur Verfügung stehenden Mitteln. Das hier in den Mittelpunkt gestellte Konzept der Transformativen Innovationen ist dabei keineswegs als eine Absage an die Sinnhaftigkeit des Weiterverfolgens großer Utopien oder die dringende Notwendigkeit der verstärkten Umsetzung kleinteiliger sozialer Innovationen vor Ort zu verstehen, sondern stellt ganz bewusst eine Ergänzung dar.

---

<sup>1</sup> Der Begriff der Transformativen Innovation ist bisher in der Transition-Forschung präsent, wird hier jedoch meist als „transformative social innovation“ verwendet, also mit einem Fokus, der technologische Innovationen ausnimmt und sich auf (lokale) soziale Innovationen fokussiert. Zudem wird eine Prognosefähigkeit ausgeschlossen (vgl. Loorbach et al., 2020), die jedoch bei aller Vorsicht für politische und gesellschaftliche Debatten notwendig ist. Im Rahmen des hier verfolgten Ansatzes werden Transformativen Innovationen deutlich breiter verstanden.

## **Transformative Innovationen liegen also in der Mitte:**

- *Zeitlich* in der Mitte zwischen unserem gegebenen System mit seinen Realitäten, seinen vielfältigen Hemmnissen und häufig begrenzt erscheinenden Handlungsmöglichkeiten und dem neuen, nachhaltigen System, das in den nächsten Jahrzehnten zwingend entstehen muss. Transformative Innovationen helfen als Verbindungsstücke die nachhaltige Zukunft in zentraler Weise mitzugestalten. Ihre wichtigsten Eigenschaften: Sie greifen praktische und definierte Problemlagen auf, wirken sich mit ambitionierten Zielen explizit in Richtung der Utopien einer Großen Transformation aus und sind gleichzeitig konkret im bestehenden System umsetzbar.
- *Systemisch* in der Mitte zwischen dem Gesamtsystem und den kleinen Nischen. Die Große Transformation als Ganzes ist abstrakt zu beschreiben, aber ein komplettes Programm für sie zu schreiben ist unmöglich angesichts der Komplexitäten und Unsicherheiten. Auch deshalb verlieren sich viele Handlungsvorschläge für die Große Transformation in der Nische: Urban Gardening, Repair Cafés, etc. sind dafür gute und wichtige Beispiele. Aus diesen Nischen entsteht Neues und es werden neue Realitäten „ausprobiert“. Gleichzeitig lassen sie sich selten entsprechend skalieren, der Weg in den Mainstream ist unklar. Die Transformativen Innovationen sind mit einem klaren Diffusionspotential verbunden.
- *Handlungsseitig* in der Mitte zwischen Komplexität und „Silver Bullet“-Lösungen. Die Große Transformation ist ein riesiges Projekt – keine Strategie und kein Masterplan kann die vielfältigen Herausforderungen des Anthropozäns einfach lösen. Vielfach schaffen Lösungsbeiträge für ein Problemfeld neue Herausforderungen an anderer Stelle, die es zu beachten gilt. So leistet eine komplett erneuerbare Energieversorgung wertvolle Beiträge für den Klimaschutz, braucht aber auch eine Menge natürlicher Ressourcen. Keine Technologie und auch kein politisches Steuerungselement kann entsprechend alle Widersprüche auflösen und ist konfliktfrei. Entsprechend werden die Transformativen Innovationen auch nicht als Silver Bullets verstanden, mit denen plötzlich alles ganz einfach wird. Aber es ist möglich, Innovationen zu identifizieren, die auch angesichts der beschriebenen Komplexität eine hervorgehobene Rolle spielen können. Ihnen sollte zukünftig eine besonders hohe Aufmerksamkeit zukommen, selbstverständlich ohne andere Innovationen komplett zurückzustellen, denn es braucht eine Vielzahl von guten Ideen, um den Herausforderungen, vor denen wir stehen, mit der notwendigen Geschwindigkeit erfolgreich begegnen zu können.
- *Inhaltlich* in der Mitte zwischen Narrativen und Technologien. Auch wenn die im Folgenden dargestellten Beispiele vielfach technologische Innovationen beinhalten, die eingebettet in soziale Systeme sind, so geht es ebenso um übergreifende Narrative – Erzählungen von Gesellschaft, Fortschritt, Wohlstand oder Wirtschaft, die sich verändern müssen. Dabei müssen sich auch neue Narrative, um für Klimaschutz und Ressourceneffizienz relevant zu werden, physisch in verringerter Beanspruchung von natürlichen Ressourcen niederschlagen, sei es über veränderten Konsum oder die Nutzung neuer Technologien.

**Kasten 1: Begriffsverständnis Transformative Innovationen**

Transformative Innovationen setzen an den zentralen sozio-technischen Problemfeldern an, stellen Lösungsansätze zur Verfügung und tragen insofern maßgeblich zur Großen Transformation und zu einer nachhaltigen Entwicklung bei. Als Systeminnovationen verbinden sie technische Neuerungen mit sozialen, organisationalen und institutionellen Veränderungen und schließen auch Anpassungen von politischen Rahmenbedingungen und Wertesystemen ein. Zentrales Merkmal von Transformativen Innovationen ist, dass sie eine besonders große Hebelwirkung haben, den Gesamtprozess einer großen Transformation zur Nachhaltigkeit voranzubringen (hohes transformatives Potential). Auch wenn die Transformativen Innovationen sich direkt in einzelnen Sektoren oder Anwendungsfeldern auswirken können, unterstützen ihre vielschichtigen und kraftvollen Wirkungen indirekt eine global und langfristig übertragbare Transformation der gesamten Gesellschaft.

### 3 Transformative Innovationen und ihre Wirkungen

Für die Umsetzung von Transformativen Innovationen ist es essentiell, dass ihre zentralen (potentiellen) Wirkungen systematisch erfasst werden und sie aus dem Systemzusammenhang heraus betrachtet werden. Erstens wird so erst begründbar, dass sie überhaupt transformativ sind, denn sie müssen tiefgehende, strukturverändernde Wirkungen haben und sich damit von inkrementellen Innovationen ohne starke systemische Wirkkraft abgrenzen. Zudem können so die Nachhaltigkeitspotentiale einer Innovation dargestellt werden. Dies sind in unserem Verständnis (mindestens) maßgebliche, direkte Wirkungen auf die Ziele von Klimaschutz und Ressourceneffizienz.

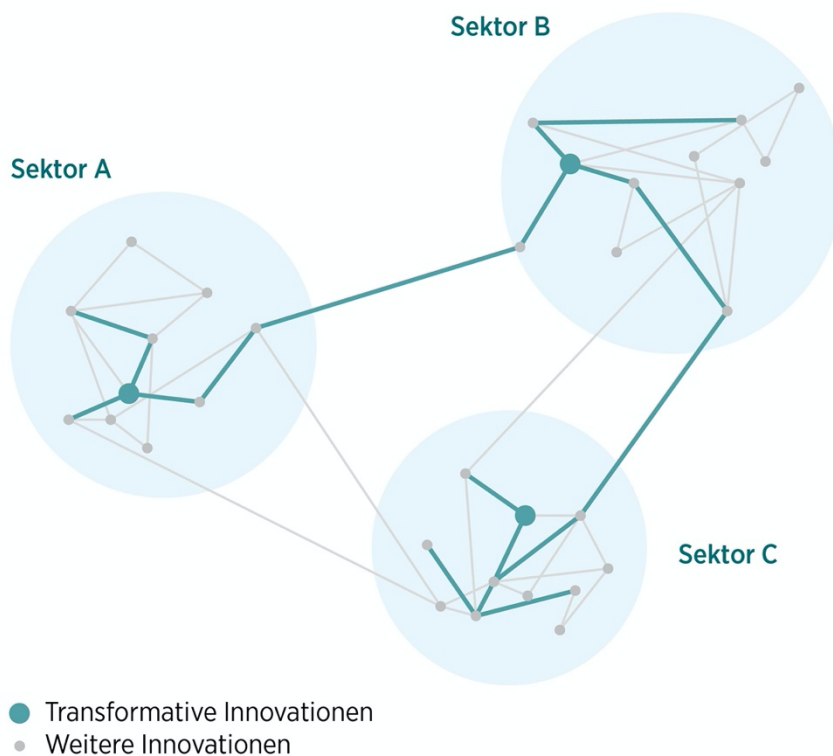
Um Aussagen über die Wirkung der Innovation zu treffen, sind die Begriffe „Potential“ und „Effekte“ zu unterscheiden: Effekte sind nur ex-post zu beobachten, Potentiale sind zukünftig und damit nur abschätzbar. Ist eine Innovation bereits in der Gesellschaft umgesetzt, können sowohl Nachhaltigkeits- als auch Veränderungseffekte erfasst und analysiert werden. Bei der Erfassung von Wirkungen in Bezug auf Nachhaltigkeit, ist ein Vergleich mit einer Referenz (oder Basisszenario) hilfreich, um die beobachteten oder potentiellen Veränderungen zu verdeutlichen.

Bei der Erfassung der transformativen Wirkung ist es wichtig, frühzeitig auch strukturelle Nebenwirkungen zu erfassen, und zwar sowohl positive wie auch negative Potentiale. Hier liegt eine zentrale Motivation des Ansatzes, denn fehlende Antworten auf den Strukturwandel, wie ihn die Nachhaltigkeit erfordert, haben die Große Transformation vielfach ausgebremst und drohen dies weiter zu tun. Dies gilt insbesondere, aber nicht nur, für sozialen Wirkungen, z. B. auf den Arbeitsmarkt. Denn tiefgehende Veränderungen verursachen Unsicherheiten und haben oft auch „Verliererinnen und Verlierer“ (vgl. Kommission Sicherheit im Wandel, 2019). Je besser diese Effekte vorhergesehen werden, desto besser können sie abgefangen und Lasten gerecht verteilt werden. Damit kann auch der Blick, nicht nur auf die unterschiedlichen betroffenen gesellschaftlichen Gruppen – Unternehmen und Arbeitnehmerinnen und -nehmer, Mieterinnen und Mieter sowie Vermieterinnen und Vermieter, Stadt und Land –, sondern auch auf zukünftige Generationen geschärft werden. Mit der Kohlekommission wurde ein Versuch unternommen, die Auswirkungen des überfälligen Kohleausstiegs in den betroffenen Regionen abzufangen. Derartige Debatten müssen noch viel früher geführt werden und proaktiv Konzepte entwickelt werden, wie z. B. potentielle Umbrüche in der Autoindustrie abgefangen werden können. Wenn die internationalen Klimaziele ernst genommen werden, und der Ressourcenverbrauch massiv reduziert werden soll, dann sind einige solcher Umbrüche schon jetzt ein Stück weit vorhersehbar.

Abbildung 1 zeigt beispielhaft anhand von drei Sektoren und in abstrakter Weise die bewusste Fokussierung auf einzelne, ausgewählte Transformative Innovationen (als grüne Knotenpunkte dargestellt). Innovationen und deren strukturverändernden Wirkungen. Es könnten, durch die grauen Knotenpunkte dargestellt, eine Vielzahl von Innovationen benannt werden, die in einem unendlich komplexen Netzwerk innerhalb von Sektoren, aber auch zwischen diesen, verbunden sind. Der Ansatz der Transformativen Innovationen fokussiert sich jedoch auf einzelne besonders



relevante Knotenpunkte, erfasst aber trotzdem ihre Wirkungen auf das breitere Geflecht von Innovationen.



**Abbildung 1: Systemische Wirkungszusammenhänge Transformativer Innovationen, abstrakt gezeigt in drei Sektoren. Quelle: Eigene Darstellung**

## 4 Von der Zukunftskunst über das Zukunftswissen zu den Transformativen Innovationen

Mit dem Konzept der Zukunftskunst und einer umfassenden Betrachtung der Großen Transformation (Schneidewind, 2018) hat das Wuppertal Institut einen Rahmen für die notwendigen Veränderungen gezeichnet. Der Ansatz der Transformativen Innovationen versteht sich als Weiterentwicklung, Fokussierung und selektive Vertiefung. Aus der großen Vielzahl von notwendigen Veränderungen im Rahmen einer Großen Transformation soll eine überschaubare Anzahl von besonders vielversprechenden Handlungsoptionen hervorgehoben werden. Das braucht selbstverständlich nicht weniger, sondern mehr Überblick über die kulturellen, politischen, ökonomischen und technologischen Aspekte und deren Zusammenspiel, wie es in der Zukunftskunst angelegt ist, denn erst in diesem wird eine Innovation transformativ.

Der Umgang mit Transformativen Innovationen braucht zudem auf einer anderen Ebene zusätzliches Wissen, „Zukunftswissen“ als Kombination von Ziel-, System- und Transformationswissen. Dies integriert Erkenntnisse über die bei der Gestaltung der Zukunft entscheidenden Ziele, die diesbezüglich auftretenden Konflikte, aber auch Synergiepotentiale (Zielwissen). Zusätzlich ist ein besseres Verständnis über die zu transformierenden Systeme notwendig, beispielsweise über die für dieses System entscheidenden Akteurinnen und Akteure und wie sie zu ihren Entscheidungen kommen, die sozio-technischen Interaktionen im System und die Abhängigkeit von äußeren Einflüssen (Systemwissen). Schließlich führt dies zu einem vermehrten Wissen über die konkreten Veränderungsmöglichkeiten von Systemen und damit Gestaltungsmöglichkeiten von Transformationen (Transformationswissen).

Die kontinuierliche Entwicklung von Zukunftswissen bei der Umsetzung von Transformativen Innovationen erfordert die intensive Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis, insbesondere mit den für die Gestaltung der Transformationsprozesse zentralen Akteuren aus Politik (auf europäischer, nationaler, regionaler und lokaler Ebene), Zivilgesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft/Bildung. Aufgrund der komplexen Akteurs- und Problemlagen für die Umsetzung von Transformativen Innovationen sollten dabei neben klassischen disziplinären Forschungsansätzen auch die Konzepte und Methoden der transdisziplinären und transformativen Forschung genutzt werden. Dazu gehört beispielsweise die Methodik der Experimente in „Reallaboren“ (vgl. z. B. Schneidewind & Scheck, 2013) und „Living Labs“ (vgl. z. B. Liedtke et al., 2015), die am Wuppertal Institut in vielen Projekten erfolgreich erprobt und stetig weiterentwickelt wird.

## 5 Grenzen des Ansatzes

Transformative Innovationen sind nicht als Ersatz für bisherige Zugänge zur „Großen Transformation“ zu verstehen, sondern als Ergänzung und praxisnahes Hilfsmittel für öffentliche Debatten und Politikberatung. Durch die vorgenommene Fokussierung der ökologischen Zieldimensionen einer Großen Transformation und das Ausblenden von Punktinnovationen, die als „weniger transformativ“ eingeordnet werden, entstehen unvermeidbar blinde Flecken. Dazu kommt, dass übergreifende gesellschaftliche Themen wie Ungleichheit, Machtverhältnisse, und Geschlechterverhältnisse schwieriger abzubilden sind als Innovationen mit technisch-ökonomischem Bezug, was ihre Bedeutung keineswegs in Abrede stellen soll. Positive Veränderungen in diesen Bereichen sind in hohem Maße transformativ und sowohl Bedingung als auch Ziel der Großen Transformation. Durch die Rückbindung an die aktuellen Verhältnisse und einen Anspruch auf „Umsetzbarkeit“ können ebenfalls noch weitergehende Ansätze mit eher revolutionärem Charakter aus dem Blickfeld geraten (auch wenn Transformative Innovationen in hohem Maße mit disruptiven, aber vielleicht nicht revolutionären Veränderungen verbunden sind). Durch die Fokussierung auf Innovationen, also neue Ideen, bleibt auch der wichtige Aspekt des „Weglassens“ auf der Strecke, obwohl gerade hier viel Potential für Einsparungen von Ressourcen und Emissionen liegen. Eine Ergänzung um einzelne „Transformative Exnovationen“ wäre also durchaus erstrebenswert. Dies wollen wir in einem nächsten Schritt aufgreifen.

## 6 Erste Beispiele für Transformative Innovationen

Im Folgenden werden acht Transformative Innovationen kurz beschrieben, um die abstrakte Darstellung des Ansatzes mit konkreten Beispielen zu erläutern. Die Beschreibungen folgen dabei weitgehend einer einheitlichen Form mit einer Einführung, zentralen Komponenten der Innovation, Wirkungsmechanismen, Umsetzungsschritten und -instrumenten und einem Fazit.

Die Auswahl der Beispiele folgt keinem klar definierten und quantitativen Kriterien- set. Die Entwicklung eines Kriteriensets für Transformative Innovationen ist ge- plant, es wird hinsichtlich einer Quantifizierung allerdings an gewisse Grenzen sto- ßen. Angesichts der Notwendigkeit, die Auswahl von Transformativen Innovationen auch mit angenommenen zukünftigen Entwicklungen zu begründen, werden quali- tative Einschätzungen immer eine wichtige Rolle spielen. Für die Auswahl der Bei- spiele waren folgende Aspekte leitend:

- Maßgeblicher Beitrag zu Treibhausgasneutralität und Ressourcenschonung
- Hohe Wirkungstiefe statt Wirkung in der Nische
- Radikale (disruptive) Innovationen statt inkrementelle Innovationen
- Systeminnovationen statt rein technologische Ansätze
- Systemverändernder bzw. systemprägender Charakter (Paradigmenwechsel)
- Realistische Umsetzbarkeit (keine Wunschträume, bei gleichzeitig aber durchaus hohem Ambitionsniveau)

Die ausgewählten Innovationen decken viele der zentralen Handlungsfelder für Nachhaltigkeit ab, in denen das Wuppertal Institut aktiv ist. Dazu gehören Energie, Industrie, Gebäude, Mobilität oder neue Wohlstandsmodelle. Sie sind jedoch nur als eine Auswahl zu verstehen, die ergänzt werden kann und muss.

Abbildung 2 zeigt die beispielhaften Transformativen Innovationen im Überblick und macht auch klar: Es gibt noch viele weitere Entwicklungen, Instrumente oder sonstige Innovationsbündel, die in ihrer transformativen Wirkung beschrieben werden können.

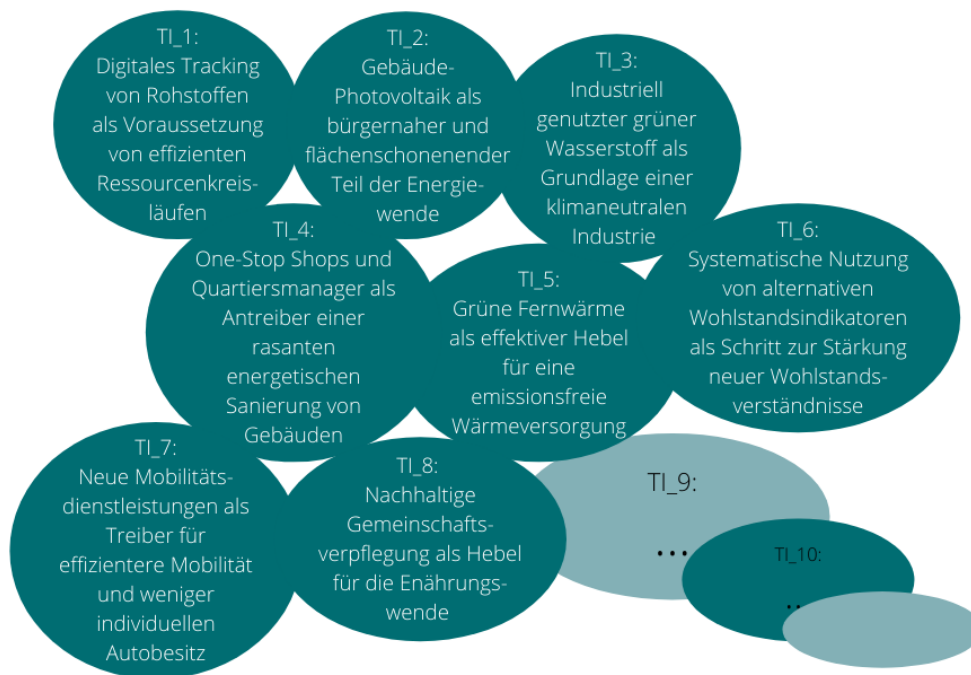


Abbildung 2: Beispiele für Transformative Innovationen (TI), Quelle: Eigene Darstellung

## **TI\_1: „Circular Tracking“ von Rohstoffen als Voraussetzung von effizienten Ressourcenkreisläufen**

1929 begann mit dem Crash der New Yorker Börse am „black friday“ die erste globale Weltwirtschaftskrise, mit katastrophalen sozio-ökonomischen Folgen, ausgelöst unter anderem durch Unkenntnis über die tatsächlich im Umlauf befindlichen Geldmengen. Als Konsequenz wurde damals das System der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung entwickelt, die Ausmaß und Richtung von Geldflüssen transparent macht und eine zentrale Grundlage jeglicher Wirtschaftspolitik darstellt. Eine analoge Transformative Innovation bedarf es heute für die Ressourcenwende: Die Menge der natürlichen Ressourcen, die die Menschheit in Anspruch nimmt hat 2020 erstmals die Grenze von 100 Mrd. Tonnen überschritten, liegt damit weit jenseits eines nachhaltigen „safe operating space“ und ist nach Einschätzungen für 50 % aller Treibhausgasemissionen und 90 % aller Verluste an Biodiversität verantwortlich (IRP, 2020).

Die zentrale Antwort auf dieses ressourcenverschwenderische Modell des „Produzieren-Nutzen-Wegwerfens“ liegt in der Gestaltung einer datengestützten, ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft, in der der Wert von Produkten und Rohstoffen so lange wie möglich erhalten bleibt. Trotz immer wieder betonter ökologischer und insbesondere ökonomischer Vorteile – beispielsweise die Europäische Kommission betont, dass Europa als wettbewerbsfähiger Industriestandort nur als Kreislaufwirtschaft eine Chance haben wird – stagniert die Transformation. Global gesehen verzeichnet z. B. der Global Circular Gap Report sogar einen Rückgang der Zirkularitätsraten.

Zentrale Hemmnisse dafür, Abfälle als Sekundärrohstoff zu nutzen, sind dabei die Intransparenz der Stoffströme, die Unkenntnis über ihre Zusammensetzung und die damit ausgelösten Kosten: Wann fällt wo welche Menge an Abfall in welcher Qualität an? Die Beantwortung dieser Fragen ist für die meisten Unternehmen so kostspielig, dass sie lieber weiter auf Primärressourcen und damit das klassische lineare System setzen. Wir stecken in einer Sackgasse, in der sich das eigentlich überlegene System der Kreislaufwirtschaft nicht durchsetzt, weil notwendige Informationen nicht verfügbar sind. Die begrenzte Verfügbarkeit und Qualität von Daten aus der Ökobilanzierung und anderer Umweltanalysen beeinträchtigen bislang sowohl evidenzbasierte Politikentscheidungen und ökologisches Unternehmensmanagement als auch nachhaltige Konsumententscheidungen.

Zentral notwendig ist daher ein Daten- und Rechnungssystem des „Circular Trackings“, über das genau solche Informationen erfasst und denen zugänglich gemacht werden, die statt auf lineare Modelle zu setzen, die Kreislaufwirtschaft voranbringen wollen. Informationen über die Zusammensetzung von Produkten, ihre Nutzung und ihren tatsächlichen Verbleib, sollen systematisch erfasst werden und die Grundlage bilden, umwelt- und ressourcenschonende Entscheidungen zu fällen und insbesondere zukünftige Rohstoffbedarfe stärker durch recycelte Materialien abzudecken. „Circular Tracking“ ist als Idee nicht neu, Konzepte eines „urban mining“ und „der ökologisch wahren Preise“ werden schon seit langem diskutiert. Durch die fortschreitende Digitalisierung ergeben sich jetzt ganz neue technologische Möglichkeiten, solche Konzepte in die Umsetzung zu bringen.

---

## Zentrale Komponenten

Circular Tracking als Innovationsansatz umfasst verschiedene Einzeltechnologien und Ansätze, die aktuell noch weitgehend isoliert oder nicht auf die Kreislaufwirtschaft orientiert entwickelt werden:

- Sogenannte Wasserkennzeichen oder Markersysteme ermöglichen die Nachverfolgung und gezielte Sortierung beispielsweise einzelner Verpackungen als Grundlage für ein Closed-loop-Recycling;
- Digitale Zwillinge, also virtuelle Abbildungen von Produktionsprozessen, erlauben vorab eine Bewertung der Recyclingfähigkeit von Produkten und Aufbau effizienter Verwertungssysteme;
- Barcodes und Apps ermöglichen den Abruf von produktspezifischen Umwelt- und Ressourcendaten für Produkte vor dem Kauf, erfassen Energie- und Ressourcendaten während der Nutzung, und weisen auf Wartungs-, Reparatur- und Verwertungsmöglichkeiten hin;
- Innovative Sensoriksysteme werden die Echt-Zeit-Erfassung von Stoffströmen ermöglichen, die heute erst Jahre später in Abfallstatistiken dokumentiert werden;
- „Big data analytics“ wird es ermöglichen, aus den Unmengen von dann erfassten Daten sinnvolle Prognosen über zukünftige Verfügbarkeiten von Sekundärrohstoffen abzuleiten.

Umwelt- und nachhaltigkeitsbezogene Berichtspflichten von Unternehmen werden zunehmend ausgeweitet, allerdings ist das Management von Nachhaltigkeitsdaten in Unternehmen inkl. der Datenerfassung zeitaufwändig und bisher kaum automatisiert.

Die Weiterentwicklung und insbesondere Kombination dieser Ansätze wird dazu führen, dass Transparenz für die Umwelt und Ressourcennutzung von Produkten und Dienstleistungen erhöht und die Transaktionskosten für Sekundärrohstoffe drastisch gesenkt werden: Abfall wird dann zu einem immer begehrteren Wirtschaftsgut, aus dem sich deutlich kostengünstigere Sekundärrohstoffe gewinnen lassen. Das ist bereits heute für einfache Massenströme wie Stahlschrott der Fall, wird aber in Zukunft auch die hochwertige Kreislaufführung komplexer Abfallströme wie Kunststoffe oder Elektroschrott ermöglichen. Möglich werden dann auch neue zirkuläre Geschäftsmodelle wie z. B. ein Materialleasing, das genau solche Informationen benötigt.

Eine umfassende Transformation zur Kreislaufwirtschaft hat das Potential, die heutigen CO<sub>2</sub> Emissionen zu halbieren, gleichzeitig rechnet die Europäische Kommission bei Umsetzung ihres Aktionsplans Kreislaufwirtschaft, der unter anderem die Einführung digitaler Produktpässe vorsieht, bis 2030 mit zusätzlichen 700.000 Arbeitsplätzen (European Commission, 2020)

Bei allen Erwartungen an das Circular Tracking müssen allerdings auch die dafür notwendigen Ressourcenaufwendungen und möglichen Rebound-Effekte mitgedacht werden. Die dafür notwendigen Sensoren, Datenzentren und

Speicherkapazitäten sind schon heute einer der Haupttreiber für den Verbrauch vieler kritischer Rohstoffe, gleichzeitig setzen billigere Sekundärrohstoffe natürlich auch Anreize, den Ressourcendurchsatz noch weiter zu erhöhen.

---

### Umsetzungsschritte und -instrumente

Ein konkreter Ansatz auf dem Weg zum Circular Tracking sind digitale Produktpässe, wie sie aktuell von der Europäischen Kommission, beispielsweise für Batterien, politisch vorangetrieben werden (vgl. Götz, Adisorn, Tholen, 2021). Für die konkrete Umsetzung des digitalen Produktpasses ergeben sich eine Vielzahl von sektor- und produktspezifischen sowie übergreifenden Fragen, die das Wuppertal Institut beispielsweise im Rahmen des Projekts CO:DINA<sup>2</sup> adressiert. Insbesondere mit Blick auf die Gestaltung einheitlicher Schnittstellen und Aspekte der Datensicherheit und des Verbraucherschutzes steht die bislang stark technisch geprägte Debatte noch ganz am Anfang.

Aufgrund der Komplexität der Akteursinteraktionen und Wirkungszusammenhänge bietet sich für eine Weiterentwicklung des Circular Tracking in einzelnen Sektoren und Pilotprodukten der Modus von Realexperimenten und transformativer Forschung an, um kontinuierlich für die Umsetzung in anderen Sektoren zu lernen.

---

### Fazit

Circular Tracking wird lineare Produktions- und Konsummuster disruptiv verändern, weil die ressourcenschonende Kreislaufwirtschaft plötzlich das bessere Geschäftsmodell wird. Unternehmen werden nicht dazu mehr gezwungen werden müssen, sich um ihre Abfälle zu kümmern – sie werden aus Eigeninteresse Rücknahme- und Kreislaufführungsprozesse installieren, um mit diesen Produkten erneut Wertschöpfung zu generieren.

Wie bei allen transformativen Innovationen sind dabei auch Risiken klar zu benennen, die bei der Gestaltung der Umsetzung berücksichtigt werden müssen: Zentrale Datensysteme können beispielsweise zur Monopolisierung von Märkten beitragen, riskieren den „gläsernen Konsumierenden“ und können, neben dem klaren Potential zur Ressourcenschonung, bei ihrer Anwendung auch zum Brandbeschleuniger des Ressourcenverbrauchs bei der Herstellung der zwingend erforderlichen digitalen Komponenten werden.

---

<sup>2</sup> <https://codina-transformation.de>, vgl. auch <https://myecocost.eu/>



## **TI\_2: Gebäude-Photovoltaik als bürgernaher und flächenschonender Teil der Energiewende**

Aktuelle Klimaschutzszenarien beschreiben für ein klimaneutrales Energiesystem die Notwendigkeit, die Kapazität von Photovoltaik (PV)-Dachanlagen auf einen Umfang von rund 150 bis 250 Gigawatt auszubauen. Gegenüber den aktuell rund 40 Gigawatt an installierten Dachanlagen stellt dies also etwa eine Vervier- bis Versechsfachung dar. Die hier beschriebene Transformative Innovation beschreibt die Bedingungen einer solchen Beschleunigung und ihre vielfältigen Auswirkungen auf das Energiesystem.

Der notwendige innovative Ansatz zielt angesichts der vielen aktuell vorliegenden strukturellen Hemmnisse darauf ab, dass sich breite Teile der Bevölkerung aktiv und mit finanziellem Nutzen an der Energiewende beteiligen und auf diese Weise die Akzeptanz für die notwendige Transformation in entscheidender Weise erhöht werden kann. Gegenüber anderen Arten der erneuerbaren Stromerzeugung hat die Gebäude-PV den großen Vorteil, dass sie nicht bzw. kaum um Flächen konkurrieren muss, die auch landwirtschaftlich genutzt werden könnten oder eine hohe Bedeutung für den Naturschutz haben. Mit Blick auf die Machbarkeit kommt diesem Segment der erneuerbaren Energien daher eine zentrale Bedeutung zu.

---

### **Zentrale Komponenten**

Die beschleunigte Erschließung der Gebäude-PV-Potenziale ist als ein Bündel mehrerer Innovationen zu verstehen. So sind zum einen innovative ergänzende politische Maßnahmen zur schnelleren Ausnutzung der vorhandenen Potenziale notwendig. Zum anderen ist, parallel zum beschleunigten Ausbau der Gebäude-PV, eine zeitnahe Stärkung und Modernisierung der Verteilnetze (inkl. einer stärkeren Digitalisierung zur Verbesserung der Auslastung dieser Netze) erforderlich, um die zusätzliche Stromerzeugung aus PV-Anlagen systemseitig aufnehmen zu können.

Schließlich kann eine Weiterentwicklung – sowohl bezüglich der technischen Eigenschaften als auch des Designs – und stärkere Praxiserprobung neuer Konzepte zur Integration von PV in die Gebäudehülle (Building Integrated Photovoltaik = BIPV) einen wichtigen Beitrag liefern, um das Potenzial günstiger erschließen zu können und die Akzeptanz zu verbessern. Zu erschließen sind ferner nicht nur die Dächer von Wohngebäuden, sondern auch und gerade die Dächer gewerblich genutzter Gebäude.

---

### **Erwartete Auswirkungen**

Die beschleunigte Erschließung von Gebäude-PV in der beschriebenen Form hätte direkte Auswirkungen auf Klima- und Ressourcenschutz, primär durch die Minderung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und des Verbrauchs von fossilen Energieressourcen infolge der Verdrängung von Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern (v. a. Kohle und Gas). Allerdings entsteht auch ein Mehrverbrauch von Silizium sowie bestimmten Metallen und seltenen Erden. Dieser ist abzufedern durch weitere

Effizienzfortschritte im Design und in der Produktion von Modulen, wo möglich und sinnvoll Materialsubstitution sowie ein konsequentes Recycling alter PV-Anlagen.

Darüber hinaus hätte eine beschleunigte Erschließung von Gebäude-PV viele positive indirekte Wirkungen in andere Bereiche der Energieversorgung bzw. andere Sektoren:

- Durch die dezentrale Stromgewinnung liegen die Orte für Stromerzeugung und Stromverbrauch (insbesondere in urbanen Räumen) nah beieinander, sodass Leitungsverluste und Belastungen der Übertragungsnetze verringert werden können.
- Aufdachanlagen reduzieren durch ihre Verschattung sommerliche Hitzelasten in Dachgeschosswohnungen oder in gewerblich genutzten Gebäuden und Hallen.
- Gebäudeintegrierte Anlagen übernehmen Funktionen der Gebäude-Außenhaut (Dächer, Fassaden) und können somit zur Ressourcenschonung (Einsparung von Dachziegeln etc.) beitragen.
- Auch sind netto-positive Arbeitsplatzeffekte zu erwarten. Zusätzliche Beschäftigungsmöglichkeiten bei den Anlagenherstellern, insbesondere aber in Bezug auf das Handwerk (Installation und Wartung) und dies auch in strukturschwachen Regionen, stehen den in der traditionellen Energiewirtschaft verdrängten Arbeitsplätze ausgleichend und vermutlich deutlich überkompensierend gegenüber. Notwendig dafür sind aber entsprechend umfangreiche Qualifizierungs- und Ausbildungsmaßnahmen.
- Eine höhere Akzeptanz für die Energiewende ist zu erwarten, da große Teile der Gesellschaft durch eigene PV-Anlagen(-Beteiligungen) finanziell mitprofitieren können.
- Elektroautos könnten sich schneller durchsetzen, wenn sie direkt (und besonders kostengünstig) durch eigene PV-Anlagen geladen werden, insofern würden zusätzliche beschleunigende Effekte für die Mobilitätswende ausgelöst werden.
- Die Umrüstung fossiler Heizungen auf Elektro-Wärmepumpen wird in Kombination mit eigener Stromerzeugung ebenfalls attraktiver.
- Die Batterieforschung und Markteinführung für stationäre PV-Anlagen befördern die Etablierung mobiler Batteriespeicher und umgekehrt; Zweitverwertungsmöglichkeiten von Batterien aus Elektroautos fördern den Gedanken der Ressourcen-/Materialeffizienz.
- Ein möglicherweise auch in Zukunft nur schleppender Ausbau der Windenergie an Land könnte teilweise kompensiert werden.

In folgenden Bereichen entstehen indirekte Auswirkungen, die abgeschwächt oder ausgeglichen werden müssen:

- Starke tages- und jahreszeitliche Unterschiede bei der Erzeugung stellen eine Herausforderung für das Stromsystem dar (abzufedern durch Ausbau der Kapazitäten an Kurz- und Langfristspeichern, z. B. Batterien oder Wasserstoff, sowie durch Erschließung der Flexibilitätspotenziale auf der Nachfrageseite).

- Kosten der Nutzung der PV-Stromerzeugungspotenziale an Gebäuden sind höher als für große Freiflächenanlagen und ggf. auch höher als für Onshore-Windenergie (abzufedern, indem Kosten v. a. während der Phase des starken Ausbaus transparent und sozial gerecht verteilt werden).
- Eine gewisse Flächennutzungskonkurrenz kann vorliegen, wenn PV-Anlagen alternative Nutzungen von Dachflächen (z. B. solarthermische Anlagen, Dachbegrünung u. a. zur Klimaanpassung und Dachterrassen) einschränken.

---

### **Umsetzungsschritte und -instrumente**

Eine Erschließung von Gebäude-PV kann beschleunigt werden, indem breite Teile der Gesellschaft (Hauseigentümerinnen und -eigentümer, Unternehmen des Wohnungsbaus, Energiegenossenschaften, Mieterinnen und Mieter – z. B. durch die Nutzung von „Balkon-Solaranlagen“) die vorhandenen Möglichkeiten schneller und konsequenter nutzen. Eine stärkere Dynamik war hier zuletzt ersichtlich, mit einem Rekordzubau an PV-Kleinanlagen mit einer Leistung von zusammen 1,1 GW<sub>p</sub> im Jahr 2020.

Damit das Wachstum beim Zubau zukünftig fortgesetzt werden kann, sollten seitens der Politik günstigere Rahmenbedingungen geschaffen werden. Hierzu zählen u. a.:

- Klares Bekenntnis zu einem höheren PV-Ausbau-Ziel in den kommenden Jahren und einer wichtigen Rolle für Gebäude-PV inkl. der Integration von PV in die Gebäudehülle.
- Sicherstellung einer wirtschaftlichen Investitionsmöglichkeit auch für kleinere und gebäudeintegrierte Anlagen durch differenzierte Vergütung.
- Schaffung von geeigneten Anreizmodellen für Betreiberinnen und Betreiber, so dass – unabhängig vom Eigenverbrauch – die maximale Dachfläche eines Gebäudes für die solare Nutzung entwickelt wird.
- Förderprogramme für Kommunen, um es ihnen zu erleichtern, die PV-Potenziale ihrer Gebäude (z. B. Schulen) zu realisieren, bei gleichzeitiger Vorreiterrolle des Bundes bei der PV-Installation auf Bundesgebäuden.
- Prüfung ordnungsrechtlicher Maßnahmen, um die Potenziale schneller erschließen zu können (z. B. Pflicht zur Installation von Solaranlagen auf geeigneten Dächern bei Neubau oder Verkauf von Immobilien oder bei Dachsanierungen).
- Schaffung von Rahmenbedingungen, die frühzeitige Investitionen in Verteilnetze und systemdienliche Stromspeicher ermöglichen.
- Schaffung einer positiven Ausbaumatmosphäre durch die Förderung von Akteursallianzen und konzertierte Aktionen zentraler Akteurinnen und Akteure gerade auf lokaler Ebene (z. B. durch gemeinsame Kommunikations- und Aktivierungskampagnen von lokalen Energieversorgern, der Stadtverwaltung, IHK und Handwerkskammern, Klimaallianzen etc.).

---

## Fazit

Eine beschleunigte Erschließung der Gebäude-PV-Potenziale ist als eine Transformative Innovation zu betrachten, da sie es ermöglichen kann, bedeutende Anteile der zukünftig vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Stromerzeugung zu decken. Gegenüber alternativen Formen erneuerbarer Stromerzeugung (insbesondere Windenergie und Biomasse) kann die Gebäude-PV hinsichtlich gesellschaftlicher Akzeptanz sowie Auswirkungen auf den Flächenbedarf und die Natur als besonders vorteilhaft eingeschätzt werden.

Aufgrund der Vielfältigkeit von Gebäude- und Eigentümerstrukturen kann der Ausbau der Gebäude-PV nicht zentral gesteuert werden und entzieht sich – anders als die Freiflächen-PV – weitgehend den Zugriffsmöglichkeiten professioneller Akteure im Energiemarkt. Der Ausbau der Gebäude-PV hat insofern einen **disruptiven Charakter**, weil er den stattfindenden Wandel des vormals fast ausschließlich zentral geprägten Stromsystems in Richtung eines dezentral geprägten Systems verstärkt und auch im Zusammenspiel mit dem Einsatz von Batterien auf Haushalts- oder Verteilnetzebene und in privaten Fahrzeugen neue Akteure („Prosumer“) und neue Geschäftsfelder entstehen lässt (z. B. im Bereich der Genossenschaften und des Energie-Contractings). Für das Erschließen der transformativen Wirkung der Gebäude-PV braucht es vor allem im Bereich der Aktivierung der Gebäudebesitzerinnen und -besitzer vielfältige Innovationen.

### **TI\_3: Industriell genutzter grüner Wasserstoff als Grundlage einer klimaneutralen Industrie**

Die Transformation der Industrie in Richtung Klimaneutralität stellt eine enorme Herausforderung dar, sie ist aber gleichzeitig eine der notwendigen Bedingungen, um den Wirtschaftsstandort Deutschland zukunftssicher zu gestalten. Ohne den Einsatz von klimafreundlich produziertem Wasserstoff wird beispielsweise die nachhaltige Transformation insbesondere der Stahl- und Chemieindustrie nicht machbar sein. Hier können einige Prozesse (etwa die Primärstahlproduktion und die Synthese von Methanol und Ammoniak) insbesondere über den Einsatz von Wasserstoff zu einer klimaneutralen Produktion transformiert werden. Außerdem kann klimafreundlich produzierter Wasserstoff fossile Brennstoffe in der Erzeugung von Prozesswärme und Dampf ersetzen. Die Erzeugungsrouten von Wasserstoff sind vielfältig, sowohl hinsichtlich der eingesetzten Energieträger, der resultierenden Emissionen und der Kosten. Zur Unterscheidung hat es sich durchgesetzt, von verschiedenen „farbigem“ Wasserstoff zu sprechen. Die Farben sind dabei symbolisch und beziehen sich auf den Erzeugungsprozess und nicht auf das eigentliche H<sub>2</sub>-Molekül.

---

#### **Zentrale Komponenten**

Die Etablierung industrieller Erzeugungs- und Nutzungspfade für klimaneutralen Wasserstoff erfordert ein Bündel an technischen und infrastrukturellen Innovationen. Je nach „Farbe“, also Erzeugungsart des Wasserstoffs, und Anwendung können sich die Komponenten der Erzeugung und der entsprechend benötigten Infrastruktur unterscheiden und auf unterschiedliche Bereiche transformativ einwirken.

Mit Blick auf den großmaßstäblichen Einsatz von Wasserstoff in der energieintensiven Industrie umfassen sie die Erzeugung, die Bereitstellung durch entsprechende Infrastrukturen (Pipelines vor Ort, Umwidmung von Erdgas-Pipelines, Infrastrukturen für erneuerbaren Strom und ggf. für abgeschiedenes CO<sub>2</sub>) und schließlich den Einsatz in industriellen Prozessen. Für den Einsatz bietet sich ein breites Portfolio an Anwendungen an, was die Innovationspotenziale unterstreicht. Einsatzmöglichkeiten bieten sich v. a. in der wasserstoffbasierten Stahlerzeugung und durch den Ersatz von fossilem Wasserstoff in der Chemieindustrie. Wasserstoff kann zusammen mit nicht-fossilem Kohlenstoff für die Herstellung von klimaneutralen chemischen Stoffen genutzt werden oder zur Erzeugung von Prozessdampf- und zur Hochtemperaturbereitstellung dienen. Während die skizzierten Anwendungsfelder sich primär auf die großen Unternehmen der Grundstoffindustrie richten, wird Wasserstoff in einem klimaneutralen Wirtschaftssystem letztlich aber auch in mittelständischen Unternehmen zur Anwendung kommen müssen, was aufgrund der breiteren geografischen Verteilung zusätzliche infrastrukturelle Herausforderungen schafft.

„Grüner“ Wasserstoff, der mittels Elektrolyse auf Basis von erneuerbarem Strom erzeugt wird, ist nahezu klimaneutral. Derzeit wird vor allem „grauer“ Wasserstoff verwendet, der aus Erdgas per Dampfreformierung gewonnen wird. Wird dabei zukünftig das entstehende CO<sub>2</sub> abgeschieden, spricht man von „blauem“ Wasserstoff – dabei können aber aufgrund der technisch begrenzten Abscheiderate nicht alle Emissionen vermieden werden. Diese Option wird auf dem Weg in Richtung

Klimaneutralität möglicherweise eine notwendige Brücke sein, die ggf. gegangen werden kann, wenn die heutigen, vorwiegend auf die fehlende gesellschaftliche Akzeptanz zurückzuführenden Hemmnisse, überwunden werden können. Im Sinne der Energiewende und des ambitionierten Klimaschutzes muss allerdings das Ziel sein, perspektivisch überwiegend oder ausschließlich klimaneutralen „grünen“ Wasserstoff zu verwenden. Importe von grünem und ggf. auch blauem Wasserstoff werden zur Deckung der Nachfrage in Deutschland eine wichtige Rolle spielen.

Die vielfältigen Erzeugungs- und Einsatzpfade von Wasserstoff weisen eine hohe technische und infrastrukturelle Komplexität auf. Gesellschaftliche Aspekte, die mit dem Ausbau der Nutzung klimaneutralen Wasserstoffs in der Industrie einhergehen, sind bislang kaum erforscht.

---

### **Erwartete Auswirkungen**

Bei einer erfolgreichen Umsetzung von industriellen Wasserstoffnutzungspfaden in der beschriebenen Form würden direkte Auswirkungen auf Klima- und Ressourcenschutz in folgender Form entstehen: Die entsprechenden Wirkungsdimensionen sind Minderung der Treibhausgasemissionen, Luftreinhaltung, Sicherung der Grundstoffbasis, Erweiterung der Möglichkeiten für Energiespeicherung sowie Schaffung von Flexibilität im Stromsystem und ein erweitertes Einsatzspektrum für erneuerbare Energien.

Im Sinne der transformativen Innovationen sind auch die indirekten Wirkungen von hoher Relevanz. So kann ein substantieller Beitrag zum Wirtschaftsstandort Deutschland bzw. zum Erhalt der Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen geleistet werden, wenn es gelingt, über den Einsatz von Wasserstoff in der energieintensiven Industrie die Bereitstellung klimaneutraler Produkte voranzutreiben und eine Vorreiterrolle einzunehmen. Schon heute ist absehbar, dass Klimaneutralität auch auf globaler Ebene zum zentralen Wettbewerbsfaktor werden wird, von den Konsumenten vorausgesetzt. Ein dynamischer heimischer Zubau von Anlagen zur Nutzung und Umwandlung erneuerbarer Energien und ein vorausschauender Ausbau der Wasserstoff-Infrastruktur müssen dabei zu einer kostengünstigen und sicheren (im Sinne von Versorgungssicherheit) Bereitstellung von klimaneutralem Wasserstoff beitragen. Auf diese Weise kann das Risiko von „Renewables-Pull“-Effekten, also der Abwanderung bestimmter energieintensiver Teile der Grundstoffindustrie aufgrund andernorts größerer und günstigerer Erneuerbaren-Energien-Potenziale, gemindert werden. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass CO<sub>2</sub>-neutrale Produktionsstandorte auch auf eine höhere gesellschaftliche Akzeptanz stoßen. Ebenso können derart tiefgreifende technische Innovationen in den Produktionsprozessen auch Impulse für Innovationen entlang der Wertschöpfungsketten entfalten und helfen, Exportpotentiale auf den wachsenden Weltmärkten zu erschließen. Auch hierin liegt ein Beitrag zur Stärkung der deutschen Industrieregionen. Eine gut etablierte klimaneutrale Wasserstoffbasis in der Industrie kann auch positive Effekte auf den Einsatz des Rohstoffs in anderen Sektoren (Mobilität und Gebäude) entwickeln.

---

## Umsetzungsschritte und -instrumente

Um das transformative Potenzial der wasserstoffbasierten Technologien in der Industrie zu realisieren, sind verschiedene Herausforderungen zu adressieren. Hierzu zählen vor allem die (noch) hohen Kosten bzw. fehlende Wirtschaftlichkeit, der Ausbau von Infrastruktur und der notwendige zusätzliche Ausbau von erneuerbaren Energien für die Produktion von grünem Wasserstoff. Die zentralen Akteure sind (Industrie-)Unternehmen, diese brauchen aber entsprechende Anreizsysteme, nicht zuletzt, weil sich gerade die Grundstoffindustrie im globalen Wettbewerb befindet.

Ein Zusammenspiel verschiedener Instrumente kann diese Herausforderungen adressieren. Hierzu gehört die Erhöhung der Ambition des EU-Emissionshandels (also höhere Zertifikat-Preise) und eine Berücksichtigung bzw. Anpassung der Regelungen für den Schutz vor Carbon-Leakage (z. B. durch eine möglichst internationale Angleichung der CO<sub>2</sub>-Bepreisung oder – falls dies nicht schnell genug umsetzbar ist – durch eine Grenzausgleichsabgabe). Wichtig sind zudem Herkunftsnachweise für Wasserstoff und Kriterien für die Produktion (z. B. Strombezugskriterien beim grünen Wasserstoff). Diese ermöglichen den Markthochlauf und stellen sicher, dass Elektrolyse zur Integration der erneuerbaren Energien ins Stromsystem beiträgt und dass es zu keinem reinen Verdrängungswettbewerb um erneuerbaren Strom kommt. Förderinstrumente (z. B. Klimaschutzverträge / Carbon Contracts for Difference zur Förderung der erhöhten Betriebskosten bei Wasserstoffanwendungen in der Industrie) liefern wichtige Anreize für die Produktion und Nutzung insbesondere von grünem Wasserstoff. Für die anstehenden Infrastrukturmaßnahmen werden Regulierungsinstrumente benötigt, um den Aufbau von Wasserstoffnetzen zu bewerkstelligen. Verstärkte Forschung und Entwicklung sowie Instrumente für den sukzessiven Aufbau von grünen Produktmärkten (z. B. Quoten für grünen Stahl in der Automobilindustrie oder Vorgaben seitens des Staates im Rahmen der öffentlichen Beschaffungsmaßnahmen) ergänzen die notwendige Instrumentenliste.

Die möglichen gesellschaftlichen Hemmnisse sollten durch entsprechende Informations- und Partizipationsformate adressiert werden. Analog zum „Bürgerdialog Stromnetze“ könnte ein „Bürgerdialog Wasserstoffinfrastruktur“ eventuellen Akzeptanzproblemen begegnen.

---

## Fazit

Die Herausforderungen für eine industrielle Wasserstoffnutzung sind aus technischer und ökonomischer Perspektive groß. Gleichzeitig liegt hierin eine der zentralen Möglichkeiten, die energieintensive Industrie auf eine erneuerbare Energiebasis umzustellen und damit einen entscheidenden Beitrag zum Klimaschutz, aber gleichzeitig auch zur Stabilisierung und Sicherung des Industriestandorts zu leisten. Mit Blick auf den innovativen Charakter können Großvorhaben und Prozessumstellungen in der Grundstoffindustrie einen starken Impulscharakter für die vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten haben bzw. sie induzieren hier zum Teil weitgehende und auch disruptive Änderungen. Disruptive Wirkungen ergeben sich auch durch die notwendige Umwandlung des Erdgasnetzes, das über die letzten Jahrzehnte zu einem zentralen „Backbone“ des Energiesystems ausgebaut worden ist. Erdgas wird als fossiler Energieträger zunehmend aus dem System verschwinden und durch Wasserstoff ersetzt werden. Die sukzessive Umstellung der Transport- und Verteilnetze ist dabei eine große logistische Herausforderung und erfordert technisch wie auf der Ebene der Planung und Steuerung innovative Ansätze. Die Politik muss die richtigen Rahmenbedingungen schaffen, damit die notwendigen Investitionen frühzeitig erfolgen und die Industrie auf den Transformationspfad einschwenken kann. Neben den technologischen und infrastrukturellen Ansätzen, ist es gerade der notwendige Politikmix, der aufgrund der Vielschichtigkeit einen hochinnovativen Ansatz erfordert und maßgeblich das transformative Potenzial der Wasserstoffwirtschaft bestimmen wird.



## **TI\_4: One-Stop-Shops und Quartiersmanager als Antreiber einer rasanten energetischen Sanierung von Gebäuden**

Ein klimaneutraler Gebäudebestand ist ein entscheidender Baustein sowohl für die Energiewende als auch für die urbane Wende. Diese Transformation erfordert sowohl technische Innovationen – insbesondere Niedrigstenergiegebäude und grüne Wärme sowohl im Neubau als auch bei der Modernisierung des Bestands – als auch neue Geschäftsmodelle und einen kulturellen Wandel, die alle durch zum Teil innovative institutionelle Rahmenbedingungen unterstützt werden müssen.

Gebäude dienen zum Wohnen, Arbeiten, Produzieren, Einkaufen, für Freizeit und Gesundheitsversorgung. Sie alle zusammen benötigen für Bau, Renovierung und Betrieb rund ein Drittel der Energie und verursachen bis zu 40 Prozent der Treibhausgas-Emissionen in Deutschland. Das muss und kann sich ändern: Bis spätestens 2045 muss auch der Gebäudebestand klimaneutral sein, folgt man den aktuellen Beschlüssen der Bundesregierung im Rahmen der Anpassung des Klimaschutzgesetzes (Bundesregierung, 2021). Das wird möglich durch Neubauten, die als Niedrigstenergiegebäude heute schon klimaneutral sein können und bei der Renovierung des Gebäudebestandes durch das Erschließen von Energieeffizienzpotenzialen von 80 Prozent oder mehr. Weil der Neubau pro Jahr nur weniger als ein Prozent des Bestandes beträgt und weil renovieren ressourceneffizienter als abreißen und neu bauen ist, kommt es vor allem darauf an, die bestehenden Gebäude besser zu dämmen, auch Lüftung, Klima, Beleuchtung energetisch zu optimieren und die Gebäude mit grüner Wärme und Photovoltaik (PV) zu versorgen. Grüne Nah- und Fernwärme (TI\_5) sowie Gebäude-PV (TI\_2) werden an anderer Stelle beschrieben, hier soll es um die Wege zu Niedrigstenergiegebäuden gehen.

Die energetische Renovierung von Gebäuden weist komplexe Akteurskonstellationen auf, die aufgrund der unterschiedlichen Motivationslagen der Gebäudebesitzerinnen und -besitzer für die Umsetzung herausfordernd sind. Es braucht daher ein vielfältiges und gut aufeinander abgestimmtes Maßnahmenpaket, um die Potenziale zu erschließen und einen klimaneutralen Gebäudebestand zu erreichen (vgl. auch Wuppertal Institut, 2021, S. 21ff). An dieser Stelle sollen zwei innovative Instrumente genauer betrachtet werden, die für die Wirksamkeit des Politikpakets einen entscheidenden Impuls geben und daher als transformative Innovation angesehen werden können: One-Stop-Shops und Quartiersmanagement.

---

### **Zentrale Komponenten**

Niedrigstenergiegebäude stellen zunächst eine technische Innovation dar. Auch wenn das gültige Gebäudeenergiegesetz den aktuellen Mindeststandard als Niedrigstenergiegebäude bezeichnet, um den Vorgaben der EU formal zu entsprechen, erfordert ein klimaneutraler Gebäudebestand eine ambitioniertere Definition. Es wäre zudem wirtschaftlich, Niedrigstenergiegebäude im Neubau als KfW-Effizienzhaus 40+ oder Passivhaus zu definieren; durch entsprechende Förderung wäre bei der Modernisierung des Bestands der Standard KfW-Effizienzhaus 55 anzustreben.

Um den gesamten Gebäudebestand bis 2045 oder besser noch früher klimaneutral zu machen, müssten nach aktuellen Szenarien (z. B. Agora Energiewende 2020:

Klimaneutrales Deutschland) jährlich mindestens 2 Prozent, besser 3 oder 4 Prozent der Gebäude renoviert werden. Dazu müssten für jedes Gebäude, das nicht neueren Standards (ab ca. 2002) entspricht, die Renovierungsschritte und deren Wirtschaftlichkeit in einem individuellen Sanierungsfahrplan (iSFP) erarbeitet werden. Für die Umsetzung gibt es bereits umfangreiche Förderprogramme - 2021 bis zu 6 Mrd. Euro -, die verstetigt und so weiterentwickelt werden sollten, dass sie die Lücke zur Wirtschaftlichkeit bzw. Warmmietenneutralität für die Renovierung zum Niedrigstenergiegebäude weitgehend schließen. Diese Lücke wird übrigens kleiner, wenn der nationale CO<sub>2</sub>-Preis erhöht wird und wenn der Anteil, der bei vermieteten Gebäuden an die Mietenden weitergegeben werden darf, mit besserem energetischem Zustand zunimmt.

Es bleibt aber die Frage: Wie kann die Renovierung (schnell) mit Informationen vorbereitet und in der Umsetzung hinreichend einfach gemacht werden, um die Bereitschaft zu erhöhen? Technologische Innovationen können helfen, so z. B. die verstärkte Anwendung der Digitalisierung durch die Vorausplanung von Sanierungsmaßnahmen durch einen „Digital Twin“ bzw. die serielle, industrielle Vorfertigung von Sanierungselementen (Energiesprung Konzept, das in den Niederlanden entwickelt wurde). Ganz entscheidend ist aber: Es braucht „Kümmerer“, und dies ist, organisatorisch und politisch, die eigentliche transformative Innovation: One-Stop-Shops und Quartiersmanagement, die vom Bund weitgehend finanziert und von den Kommunen getragen werden. Sie unterstützen Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer dabei, die Renovierung durch einen individuellen Sanierungsfahrplan vorzubereiten und Firmen zur Ausführung zu beauftragen und dabei nach Möglichkeit durch Bündelung von Projekten die Kosten zu senken und die Sanierung zu beschleunigen (nach dem Vorbild des ‚Energiesprung‘). Sie begleiten die Umsetzung mit Beratung und Qualitätskontrolle und helfen schließlich bei der Dokumentation der Ergebnisse in einer Gebäude(energie)datenbank bzw. einem digitalen Gebäude-Logbuch – eine weitere Innovation, die von der EU-Kommission kürzlich vorgeschlagen wurde. Für One-Stop-Shops bestehen verschiedene Ausgestaltungsmodelle. Die hier vorgeschlagenen One-Stop-Shops in kommunaler Trägerschaft sollen den Eigentümerinnen und Eigentümern in allen Aspekten einer energetischen Renovierung überwiegend kostenlos beratend und prozessbegleitend zur Seite stehen. Der One-Stop-Shop unterstützt die Eigentümerinnen und Eigentümer in allen mit der energetischen Renovierung verbundenen Aufgaben: von Planung, über Finanzierung und Beantragung von Fördermitteln bis zur Auswahl von Handwerkerinnen und Handwerkern. Quartiersmanagerinnen und -manager für Renovierungen bieten die Unterstützung aktiv in ihrem jeweiligen Quartier an.

Zeitgleich sollte die Politik Rahmenbedingungen schaffen, die es privatwirtschaftlichen Unternehmen erlauben, als All-inclusive-One-Stop-Shop auf geeigneten Märkten zu agieren. Bei diesem Modell übernimmt der One-Stop-Shop die Gesamtverantwortlichkeit für sämtliche mit der energetischen Renovierung verbundenen Aufgaben. Die Eigentümerinnen und Eigentümer müssen in diesem Modell nur einen einzigen Vertrag, und zwar mit dem One-Stop-Shop, schließen und können alle weiteren Aufgaben in die Verantwortung des One-Stop-Shops legen.

---

## Erwartete Auswirkungen

Niedrigstenergiegebäude mit grüner Wärme und Photovoltaik würden als primäre Effekte den Primärenergieverbrauch im Gebäudebereich um deutlich mehr als 50 % senken und den fossilen Anteil, – und damit die Treibhausgasemissionen – sogar um 100 %. Entsprechend niedrigere Energierechnungen sind eine weitere positive direkte Wirkung. Um den gesamten Gebäudebestand bis spätestens 2045 klimaneutral zu machen, müsste, wie oben dargestellt, die Renovierungsrate schrittweise auf bis zu 4 % pro Jahr gesteigert werden.

Der genaue Anteil der innovativen Instrumente One-Stop-Shops und Quartiersmanagementan dieser Beschleunigung der energetischen Renovierungsrate ist aufgrund der Vielschichtigkeit der Einflussfaktoren nicht zu bestimmen, aber es ist klar: ohne sie geht es nicht.

Und die beschleunigte Renovierung würde positive soziale, wirtschaftliche und ökologische Wirkungen in folgenden Bereichen entfalten<sup>3</sup>:

- weniger Energiearmut durch niedrigere Energierechnungen (bei entsprechender Förderung und Regulierung),
- bessere Gesundheit und mehr Komfort auch weil Niedrigstenergiegebäude Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung erfordern
- mehr Jobs durch die neuen Instrumente direkt aber besonders durch die angestoßenen Renovierungen (Voraussetzung dafür ist allerdings ein umfassendes Ausbildungs- und Qualifizierungsprogramm um die notwendigen Fachkräfte verfügbar zu machen)
- regionale/lokale Wertschöpfung durch die angestoßenen Renovierungen
- vermiedene Schadstoffemissionen durch weniger Heizenergieverbrauch und grüne Wärme
- reduzierter Ressourcenverbrauch: zwar werden für die Renovierung Ressourcen benötigt, die Einsparung bei der Energieversorgung überwiegt diesen in Bezug auf den kumulierten Energiebedarf für die Herstellung der Dämmmaterialien aber deutlich. Bei den Dämmstoffen selber kommt es dagegen darauf an, verstärkt auf nachhaltige Materialien zu setzen und die Entsorgung gleich mitzudenken.

---

## Umsetzungsschritte und -instrumente

Koordinierende One-Stop-Shops und Quartiersmanagement sollten nahe an den Menschen sein und die lokale Situation kennen. Sie sollten daher von den Kommunen als gemeinnützige Einrichtungen geschaffen und getragen werden, aber lokale Akteurinnen und Akteure (wie Wohnungsgesellschaften, Haus&Grund, Mieterbund, Energieberaterinnen und -berater, Handwerk, Architektinnen und Akteure, Baubranche, Stadtwerke, Sparkasse und andere Banken) in die Umsetzung und die

---

<sup>3</sup> vgl. <https://combi-project.eu/>

Ansprache von Haus- sowie Wohnungseigentümerinnen und -eigentümer (als potenzielle Investorinnen und Investoren), aber auch von Mieterinnen und Mieter (als Betroffene), einbinden.

Manche Leistungen könnten durch Honorare oder Provisionen zur Finanzierung der neuen Einrichtungen beitragen, aber das birgt die Gefahr, das Ansehen als neutrale, weil nicht-kommerzielle Instanz zu verlieren. Daher ist eine weitgehende Förderung (z. B. 80 %) durch den Bund angezeigt. Bund und Länder sollten zudem das entstehende Netzwerk von One-Stop-Shops und Quartiersmanagement mit Beratung und Support, Werkzeugen und Informationen durch die Deutsche Energie-Agentur und die Landesenergieagenturen unterstützen.

Der größte Teil der Energieberatung, insbesondere die individuellen Sanierungsfahrpläne, bleibt auf jeden Fall bei den freien Energieberaterinnen und -beratern, und die Renovierung selbst bleibt die Aufgabe von Handwerk und Baubranche.

Die durch den Bund geförderten One-Stop-Shops sollten als „Grundversorgung“ renovierungswilliger Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer in allen Regionen Deutschlands, ob ländlich oder urban, als erste Anlaufadresse eingerichtet werden. Davon unabhängig sollten die Rahmenbedingungen so angepasst werden, dass über die „Grundversorgung“ hinausgehende, in der Regel privatwirtschaftliche All-inclusive One-Stop-Shops am Renovierungsmarkt agieren können. Ein solches Angebot einer vollständigen Verantwortungsübernahme (ggf. bis hin zu garantierten Energieeinsparungen) kann das staatlich finanzierte Angebot ergänzen und den mit einer energetischen Renovierung verbundenen Aufwand für Gebäudeeigentümerinnen und -eigentümer zusätzlich reduzieren.

---

## Fazit

Mit der Renovierung zum Niedrigstenergiegebäude mit grüner Wärme und Photovoltaik verändern unser Gebäudebestand und unser Konzept von Gebäuden ihren Charakter, weil Gebäude damit vom Energieverbraucher in vielen Fällen im Jahresmittel sogar zur Energiequelle werden können. Zugleich schafft die Transformation zum klimaneutralen Gebäudebestand moderne und komfortable Gebäude. Zu Ende gedacht, hat dies disruptiven Charakter, weil damit auch substantielle Veränderungen auf die bisherigen Versorgungsstrukturen (z. B. Erdgasverteilsysteme) zukommen.

One-Stop-Shops und Quartiersmanagement sind dabei entscheidend für die Wirkung des Gesamtpaketes der Politik für die Transformation zum klimaneutralen Gebäudebestand: Sie organisieren die Transformation vor Ort, von den systematischen Entscheidungsgrundlagen (z. B. individuelle Sanierungsfahrpläne) über den Anschlag der Umsetzung und die Bündelung von Kräften, bis zur Vereinfachung, Beschleunigung und Kostensenkung. One-Stop-Shops und Quartiersmanagement können daher zusammenfassend als Transformative Innovation angesehen werden.

## TI\_5: Grüne Nah- und Fernwärme als Hebel für eine emissionsfreie Wärmeversorgung

Ein Ausbau der grünen Nah- und Fernwärme ist ein zentrales Element auf dem Weg zu einer vollständig erneuerbaren Energieversorgung. Wärmenetze können Sektor-kopplungsanlagen (hocheffiziente Kraft-Wärme-(Kälte-)Kopplung und Power-to-Heat) einbinden und eine Vielfalt an zukunftsfähigen Wärmequellen (Solarthermie, Geothermie, Umweltwärme, Biomasse, biogene Abfälle und erneuerbare Gase) sowie Abwärme (kommunal oder industriell) kostengünstig einsammeln, speichern und verteilen. Neben der Wärmepumpe und der dezentralen Solarthermie kann die grüne Nah- und Fernwärme somit insbesondere in verdichteten städtischen Räumen und in Quartieren eine weitere tragende Säule einer zukünftigen Gebäudewärmeversorgung werden. Für die wirtschaftliche Nutzung von Abwärme, Tiefengeothermie (Beispiel München), Wärme aus der Abfallverbrennung oder für die saisonale Speicherung von Solarwärme (Beispiel Dänemark) sind Wärmenetze i. d. R. unverzichtbar. Sie tragen somit zur Diversifizierung und zur verstetigten Nutzung von Wärmequellen bei. Ein (ergänzender) Einsatz von Power-to-Heat-Anlagen in Wärmenetzen kann zudem das Stromsystem unterstützen, stetig steigende Anteile fluktuierender erneuerbarer Energien zu realisieren.

Der Bedarf nach grüner Nah- und Fernwärme entsteht nicht zuletzt aus einer weiteren transformativen Innovation bzw. einem disruptiven Strukturwandel, der hier nicht im Detail behandelt wird: dem Ausstiegsbeschluss aus der Verstromung von Stein- und Braunkohle. Gerade Steinkohle-Heizkraftwerke stellen aktuell eine zentrale Säule der Fernwärmeversorgung dar. Sie sollen bis spätestens 2034 vollständig außer Betrieb gehen und sind zu ersetzen. Die in den letzten Jahrzehnten mit hohem Aufwand aufgebauten Fernwärmeversorgungsstrukturen sollten erhalten bleiben und im Sinne einer klimaverträglichen Wärmeversorgung genutzt werden.

In den vergangenen Jahren sind einige Kommunen erste Schritte in Richtung einer grünen Nah- und Fernwärmeversorgung gegangen. Der Anteil erneuerbarer Energien an der leitungsgebundenen Wärmeversorgung ist aktuell mit knapp 18 % (davon 17 Prozentpunkte Biomasse und biogener Siedlungsabfall) im Jahr 2020 jedoch immer noch gering (BDEW, 2021).

---

### Zentrale Komponenten

Erster Schritt ist eine systematische Analyse, unter welchen Gegebenheiten der Ausbau der leitungsgebundenen Wärmeversorgung in Hinblick auf eine zukünftig klimaneutrale Energieversorgung sinnvoll ist und in welchen Fällen eher eine dezentrale klimaneutrale Wärmeversorgung – z. B. über Wärmepumpen – angestrebt werden sollte. Dabei sind die derzeitigen und zukünftig zu erwartenden Potenziale industrieller und kommunaler Abwärmequellen sowie erneuerbarer Energien (inkl. Abfallverbrennung) zur Wärmeversorgung zu berücksichtigen. Die aus volkswirtschaftlicher Sicht nachteilige Verlegung und Instandhaltung doppelter Infrastrukturen (Gas- und Wärmenetze) sollte dabei vermieden werden.

In einem nächsten Schritt wird zur Realisierung der identifizierten Wärmeversorgungspotenziale in vielen Kommunen ein Ausbau bzw. eine Verdichtung bestehender Wärmenetze und ggf. parallel schrittweise ein Rückbau von Gasnetzen notwendig sein.

Gleichzeitig ist sicherzustellen, dass ein möglichst hoher Anteil der zu versorgenden Gebäude durch energetische Sanierungsmaßnahmen in der Lage ist, eine ausreichende Raumwärmeversorgung auch mit geringen Vorlauftemperaturen zu ermöglichen. Dazu kann eine Aufteilung der Wärmenetze in Subnetze mit niedrigerem Temperaturniveau (z. B. in Neubaugebieten oder energetisch sanierten Quartieren) bis hin zur Kalten Nahwärme (Vorlauftemperaturen bei ca. 10 bis 20 °C) sinnvoll sein.

Schließlich bedarf es innovativer energiepolitischer Rahmenbedingungen sowie förderpolitischer Maßnahmen, um die verfügbaren grünen Wärmequellen zu erschließen und den Ausbau der Wärmenetze und Wärmespeicher rechtzeitig zu initiieren.

---

### **Erwartete Auswirkungen**

Bei einem erfolgreichen Ausbau der grünen Nah- und Fernwärme würden CO<sub>2</sub>-Emissionen und der Verbrauch von fossilen Energieressourcen durch die Erschließung zusätzlicher erneuerbarer Energiequellen direkt reduziert.

Weitere positive Auswirkungen wären indirekt zu erwarten:

- Minderung der Kosten der Energiewende durch ein i. d. R. langfristig relativ günstiges Wärmeversorgungssystem
- Stärkung lokaler Wertschöpfung auch in strukturschwachen Regionen durch Nutzung der vor Ort vorhandenen Potenziale (Abwärme, erneuerbare Energien)
- Minderung der Importabhängigkeit (bezüglich Erdgas und Heizöl, perspektivisch auch bezüglich der Importe von klimaneutralem Strom oder PtX-Energieträgern)
- Bereitstellung von Speicherkapazitäten (über Wärmespeicher) und damit Stabilisierung und effizientere Nutzung von erneuerbaren Energien in ihren Fluktuationen (Sektorkopplung).

Bei einigen Auswirkungen ist die Bewertung schwieriger bzw. werden politische Instrumente nötig, die Investitionen unterstützen und Fehlanreize vermeiden:

- Hoher Investitionsbedarf bei langen Amortisationszeiten (aber gegebener Wirtschaftlichkeit)
- Reduzierter Anreiz zur energetischen Sanierung, unter anderem durch hohe Fixkosten, aber geringe variable Kosten von Wärme
- Konkurrenz zu Gasnetzen, die perspektivisch für Wasserstoff bzw. synthetische Gase aus erneuerbarem Strom genutzt werden.

---

## Umsetzungsschritte und -instrumente

Zwar gibt es bereits bestehende Förderprogramme, die den beschriebenen Aus- und Umbau umfassend und aus systemischer Perspektive unterstützen (zum Beispiel das Förderprogramm „Wärmenetzsysteme 4.0“, sowie verschiedene KWK-Förderprogramme), dennoch ist eine kurzfristige Ausweitung der Förderprogramme sinnvoll. Hiermit können der Ausstieg aus der Kohleverstromung und zugleich der Einstieg in die Nutzung industrieller und kommunaler Abwärmepotenziale flankiert werden. Die Kommunen könnten kurz- bis mittelfristig lokal konjunkturfördernde Investitionen veranlassen.

Konkret werden folgende Maßnahmen beziehungsweise Instrumente als zielführend für die Entwicklung einer zukunftsfähigen leitungsgebundenen Wärmeversorgung angesehen:

- Verbindliche flächendeckende kommunale Wärme-Masterpläne entwickeln (siehe zum Beispiel Vorreiter Dänemark oder Baden-Württemberg) und Fernwärmevorranggebiete ausweisen mit der klaren Zielvorgabe der perspektivischen Umstellung auf grüne Nah- und Fernwärme
- Auf Basis dieser Masterpläne: Ausbau weiterer und Umbau der bestehenden Wärmenetze unter anderem über eine Ausweitung bestehender Förderprogramme
- Systematischer Einstieg in die Nutzung industrieller und kommunaler Abwärmepotenziale
- Rechtliche Hürden überwinden für energetische Gebäudesanierungen im Besitz von Wohnungseigentümergeinschaften und für die Realisierung von Quartierswärmeversorgungen
- Schaffung von Anreizen zur energetischen Sanierung auch für fernwärmever sorgte Gebäude, etwa über angepasste Primärenergiefaktoren (Umstellung von „Stromgutschriftmethode“ auf sachgerechtere „Carnot-Methode“ bei der Bewertung von Wärme aus KWK), Energieflattrates für Hocheffizienzgebäude und Belohnsysteme für niedrige Vor- und Rücklauftemperaturen
- Einführung von digitalen LowEx-Abrechnungssystemen für Fernwärme mit rücklauf temperaturabhängigem Bonus-Malus-System (Belohnung von Wärmedämmmaßnahmen und Anreiz zur Nutzung von Flächenheizkörpern).

---

## Fazit

Der Ausbau der grünen Nah- und Fernwärme ist als Transformative Innovation zu verstehen, da sie nicht nur bedeutende Teile der zukünftigen lokalen erneuerbaren und abwärmebasierten Wärmeversorgung kostengünstig bereitstellen kann, sondern auch die erneuerbare Stromproduktion entlastet und für andere Anwendungen freistellt. Eine schrittweise Absenkung der Netztemperaturen und parallel eine Gebäudeeffizienzstrategie auf der Nachfrageseite kann dabei systemdienlich wirken, da sie eine Wärmeversorgung auf möglichst niedrigem Temperaturniveau („LowEx“) erlauben. Zudem kann durch Wärmespeicher in Kombination mit Sektorkopplung (KWK und Power-to-Heat) Flexibilität und Stabilität für die Stromnetze zur Verfügung gestellt werden. Durch die Stärkung der lokalen Wertschöpfung entstehen zudem signifikante gesellschaftliche Co-Benefits.

Der disruptive Charakter der grünen Nah- und Fernwärme hat zwei Ebenen: Zum einen entsteht aus der Entscheidung aus der Kohleverstromung auszusteigen ein erheblicher Druck zum Umbau der Systeme (in diesem Fall der Fernwärmesysteme), zum anderen entstehen ganz neue vielschichtige Strukturen, indem die Wärme aus einem Technologiemix und über regional deutlich breiter verteilte Einspeisepunkte bereitgestellt wird.



## TI\_6: Systematische Nutzung von alternativen Wohlstandsindikatoren als Schritt zur Stärkung neuer Wohlstandsverständnisse

Die Transformative Innovation „Neue Fortschrittsindikatoren“ beschreibt weniger die Entwicklung (hier liegt viel vor) als die dauerhafte systematische Erhebung von besseren Indikatorsystemen für gesellschaftlichen Fortschritt und deren konsequente Nutzung in öffentlichen Debatten wie auch bei politischen Entscheidungen. Sie wäre ein zentraler Teil einer „Wohlstandswende“, die ein grundsätzliches Neu-Justieren unseres Wirtschaftssystems mit einer Reduktion von Wachstumszwängen bedeuten würde. Seit vielen Jahren gibt es Versuche aus Zivilgesellschaft und Wissenschaft, phasenweise auch in der Politik, derartige Indikatoren (-systeme) zu etablieren, die Dominanz von Wirtschaftsindikatoren, die als Fortschrittsindikatoren weit jenseits ihrer eigentlichen Aussagekraft verwendet werden, ist jedoch ungebrochen.

---

### Zentrale Komponenten

Wenn auf unterschiedlichen Ebenen neue Indikatoren für Fortschritt entwickelt werden müssen (zu deren Begründung und der Kritik an BIP & Co. als faktische Fortschrittsindikatoren vgl. z. B. Stiglitz et al. 2018), so geht es nur in einem ersten Schritt um die Entwicklung solcher Indikatorsysteme (also die „Invention“, die einer technischen Erfindung gleichkommt). Unterschiedlichste Vorschläge stehen zur Verfügung, sie wurden sowohl konzeptionell begründet als auch in verschiedenen partizipativen und politischen Verfahren entwickelt. Trotzdem ist eine **Weiterentwicklung** grundsätzlich notwendig, ebenfalls eine **Festlegung** von Ländern, Kommunen oder anderen Organisationen auf eine der vielen Optionen (monetäre Indikatoren, Dashboard Lösungen, Indices). Im Rahmen einer Weiterentwicklung vorhandener Indikatorsysteme ist es wichtig, diese auch als „Transformative Indikatoren“ zu denken, die von ihrer potentiellen Wirkung her gedacht werden und nicht nur von der besten Abbildung der Realität her. Dabei gilt es, auch den Zusammenhang zwischen Produktions- und Konsummustern und möglichen ökologischen und sozialen Belastungen besser zu verstehen, um beispielsweise über Verbraucherpanel eine bessere Differenzierung sozial-ökologischer Lagen zu ermöglichen oder das Monitoring von Wirkmechanismen zwischen Nachhaltigkeitszielen, politischen Maßnahmen und Innovationsprozessen, auch Transformativen Innovationen, zu verbessern.

Für eine mögliche Weiterentwicklung und Festlegung bietet es sich an, auf ein Stück weit etablierte Lösungen zurück zu greifen. Die OECD hat hier mit ihrem Better Life Index nicht nur eine Grundlage vorgelegt, sondern diese auch in unzähligen Berichten ausdifferenziert und mit Daten hinterlegt. Aber auch der Indikatorenbericht des Statistischen Bundesamtes zur nachhaltigen Entwicklung erfasst viele der relevanten Zahlen, seine „Statusübersicht“ versucht einen Überblick zu schaffen, aber faktisch entwickelt die hohe Zahl der Einzelindikatoren und deren Kommunikation als „Nachhaltigkeit“ – nicht „Wohlstand“ trotz vielen Jahren der Berichterstattung bisher keine transformative Wirkung.

Im nächsten Schritt wären eine **Verstetigung** und **Professionalisierung** der Erhebung und Aufbereitung notwendig. Im Rahmen der Enquete Kommission Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität (Deutscher Bundestag, 2013) wurde diese Rolle unter anderem dem statistischen Bundesamt zugeschrieben. Die notwendigen Daten müssten in Teilen häufiger und systematischer erhoben werden, so ist z. B. die Datenlage zur Biodiversität dauerhaft unbefriedigend, eine Berichterstattung im Quartal, wie sie für Wirtschaftsdaten möglich ist, wäre aktuell kaum umsetzbar.

Im dritten und letzten Schritt wäre die Berücksichtigung neuer Indikatorsysteme in **politischen Entscheidungen** und **öffentlichen Debatten** sicherzustellen. Investitionen, Industriepolitik, Steuersystem, sie wären im Idealfall alle an geeigneten Indikatoren ausgerichtet. Auch hierfür gibt es vielfältige Vorschläge, wie z. B. bei der Aufstellung von Haushalten, Nachhaltigkeitsindikatoren zu integrieren wären. Die öffentlichen Debatten könnten sowohl von Seiten der Politik als auch durch die Medien beeinflusst werden, indem regelmäßig und mit ähnlicher Intensität über alternative Indikatoren berichtet wird, wie über die Wirtschaftszahlen.

---

### Erwartete Auswirkungen

Alternative Indikatoren sind nur ein Teil, allerdings ein greifbarer und zeitnah umsetzbarer Teil, einer weitergehenden Wohlstandswende. Aktuell führen viele Institutionen und Strukturen dazu, dass gar nicht die Dinge maximiert werden, die Menschen am wichtigsten sind. Materieller Wohlstand steigt, während vielfach sozialer Zusammenhalt, Sicherheit oder Umweltqualität sinken. Ein alternatives Indikatorsystem könnte die Chancen von (Politik-) Maßnahmen verbessern, die einen klaren Schwerpunkt auf ökologische und soziale Ziele legen, auch wenn zumindest kurzfristige wirtschaftliche Nachteile zu erwarten sind. Eine tatsächlich gleichwertige Behandlung von sozialen und ökologischen Zielen im Dreiklang der Nachhaltigkeit wäre besser gewährleistet. Ein primär materielles Wachstum könnte so gebremst werden.

Wenn letzteres gelingt, ergibt sich eine klare Wirkung auf Emissionen und Ressourcenverbrauch, da deren Anstieg primär durch steigenden materiellen Wohlstand getrieben wurde und wird.

Viele Analysen schreiben einer damit möglichen Post-Wachstums-Ökonomie (die nicht zwingend ein Wachstum der Wirtschaft ausschließt, aber weniger abhängig von diesem ist, vgl. Petschow et al., 2018) auch verschiedene positive soziale Auswirkungen zu, wenn die durch Steigerungslogiken („hedonic treadmill“) hervorgerufenen negativen psychischen Effekte reduziert werden (vgl. Jackson, 2021).

Wachstumslogiken sind, wie spätestens Piketty (2014) nachgewiesen hat, allerdings auch mit Verteilungsfragen verbunden. So ist davon auszugehen, dass ein Verzicht auf immer weiterwachsenden materiellen Wohlstand auch eine bessere Verteilung desselben nötig machen würde. Dem stehen klare Interessen gegenüber. Wenn Umverteilung jedoch nicht gelingt, könnte ein Wachstumsverzicht im schlimmsten Fall bedeuten, dass Wege aus der Armut versperrt werden. Allerdings sollte eine

konsequente Nutzung von alternativen Indikatoren dies verhindern können, da diese Verteilung und Armut direkt in den Blick genommen werden kann.

---

### **Umsetzungsschritte und -instrumente**

Während eine breitere Wohlstandswende, die Befreiung von Wachstumszwängen bedeutet, von vielen gesellschaftlichen Akteuren vorangetrieben werden muss, ergibt sich bei der Veränderung der dominanten Indikatoren eine besondere Rolle für die Politik, die sich selber an andere Indikatoren binden könnte und damit auch Sichtbarkeit und eine mediale Berichterstattung einfordern würde. Die Instrumente zur Umsetzung sind im ersten Schritt relativ niederschwellig:

- Schaffung von entsprechenden Abteilungen bei den statistischen Ämtern
- regelmäßige Berichte z. B. in Pressekonferenzen oder Berichten der Ministerien auf Landes- oder Bundesebene

Grundsätzlich zeigen viele Befragungen und Beteiligungsprozesse ein durchaus schon vorhandenes breiteres Verständnis von Wohlstand, an das eine solche Berichterstattung anknüpfen könnte.

---

### **Fazit**

Alternative Indikatoren für Fortschritt können als Transformative Innovation gesehen werden, da das Streben nach Wachstum, gemessen in BIP und verwandten Kennzahlen, fast alle gesellschaftlichen Bereiche durchzieht und vielfach das Verfolgen ökologischer und sozialer Ziele deutlich erschwert. Gesellschaftliche Paradigmen können nur bedingt gezielt verändert werden, aber mit der Anpassung von Indikatorsystemen gibt es ein starkes Werkzeug, um eine Neujustierung zu ermöglichen. Wird Wohlstand zukünftig anders definiert als bisher, ist die Wirkung auf Produkt- und Materialbedarf evident, inklusive der damit verbundenen strukturell wirksamen Verringerung der Nachfrage nach Primärmaterialien.

## **TI\_7: Neue Mobilitätsdienstleistungen in Integration mit dem öffentlichen Verkehr als Treiber für die Verkehrsverlagerung**

Die Verkehrsverlagerung vom Auto auf den Umweltverbund (Bus und Bahn, Fuß- und Radverkehr sowie Sharing-Mobilität) ist ein wesentliches Element einer ambitionierten Verkehrswende im Personenverkehr. Mit dem motorisierten Individualverkehr, d.h. vor allem dem privat genutzten Auto, werden drei Viertel aller Personenkilometer zurückgelegt, und dieser Anteil ist in den letzten Jahrzehnten nur geringfügig zurückgegangen. Grund dafür ist die Attraktivität des Autos, das im bestehenden autogerechten Verkehrssystem eine Mobilität von Tür zu Tür zu jeder Zeit und an fast allen Orten ermöglicht. Der Öffentliche Verkehr ist gleichzeitig oft mit langen Fahrzeiten, fehlenden Verbindungen, häufigen Umstiegen und mangelndem Komfort verbunden. Die Bedingungen für den Radverkehr sind schwierig und Sharing-Angebote bestehen meist nur in großen Städten.

Neue Mobilitätsdienstleistungen bieten die Chance, diese Defizite des Umweltverbunds zu verringern und ihn zu einer integrierten, schnellen, verlässlichen und attraktiven Alternative zum Auto auszubauen. Mit Carsharing, Fahrradverleihsystemen und On-Demand-Ridepooling können Mobilitätsangebote für die erste und letzte Meile einer Wegekette geschaffen werden. Mobilstationen ermöglichen den reibungslosen Umstieg zwischen Verkehrsmitteln und intermodale Apps machen die Routenplanung und Buchung im Umweltverbund einfacher und verlässlicher. In einem integrierten Umweltverbund stellen neue Mobilitätsdienstleistungen wichtige Bindeglieder da, um möglichst nahtlose Wegeketten von Tür zu Tür zu ermöglichen – nicht nur im Zentrum großer Städte, sondern auch am Stadtrand, in Kleinstädten oder im ländlichen Raum.

---

### **Zentrale Komponenten**

Die Innovation der mit dem öffentlichen Verkehr integrierten Mobilitätsdienstleistungen basiert auf verschiedenen Entwicklungen.

Ein wichtiger Treiber ist die technologische Innovation der Digitalisierung: auf der Anbieterseite ermöglicht sie eine flexible und schnelle Organisation von Verkehrsangeboten, Echtzeit-Informationen zur Disposition von Sharing-Fahrzeugen und der bedarfsgesteuerten Routenplanung. Auf der Seite der Nutzenden ermöglichen Smartphones mit mobilem Internet die ad-hoc Information und komfortable Buchung von Mobilitätsdienstleistungen. Eine weitere Grundlage für Mobilitätsdienstleistungen sind geänderte Muster im Mobilitätshandeln: Mit einer Tendenz zum „Nutzen statt besitzen“ bei jüngeren Generationen geht die Bedeutung des Autobesitzes zurück, während die Akzeptanz von Sharing-Mobilität zunimmt. Auf diesen Grundlagen sind verschiedene innovative Organisations- und Geschäftsmodelle einer „Mobility-as-a-service“ entstanden, die in Kombination zu einem integrierten Umweltverbund weiterentwickelt werden können. Zu diesen zählen:

- Sharing-Dienste für verschiedene Verkehrsmittel: Carsharing, Fahrradverleihsysteme (auch mit Pedelecs oder Lastenrädern), E-Scooter-Sharing bieten flexibel buchbare Verkehrsmittel. Leihräder und E-Roller können in einer Wegekette für

die erste oder letzte Meile kombiniert mit dem ÖV eingesetzt werden, Carsharing kann zusammen mit dem Öffentlichen Verkehr das private Auto ersetzen. Die Sharing-Angebote können sowohl stationsbasiert als auch free-floating angeboten werden, beide Formen sind auch kombinierbar.

- **On-Demand-Ridepooling:** On-Demand-Angebote sind individuell buchbare Fahrten und können je nach Ausgestaltung entweder von Tür zu Tür oder für ein dichtes Netz virtueller Haltepunkte gebucht werden. Beim Ridepooling werden mehrere Fahrtwünsche auf einer gemeinsamen Route in Kleinbussen gebündelt. Ridepooling-Dienste wurden zunächst in großen Städten erprobt, das neue Personenbeförderungsgesetz ermöglicht nun ihre reguläre Umsetzung als Teil des öffentlichen Verkehrsangebots. Künftig können sie den ÖPNV gerade abseits der Stadtzentren ergänzen und machen ihn dadurch attraktiver, weil sie auf die Wünsche der Fahrgäste nach Fahrzeit, Abfahrts- und Zielort eingehen können.
- Mobilstationen dienen als intermodale Knotenpunkte, an denen der Umstieg zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln einer Wegekette möglich ist. Sie sind an Haltestellen und Bahnhöfen oder in Quartieren gelegen und bieten verschiedene Sharing-Verkehrsmittel, Ladepunkte für E-Fahrzeuge, sichere Abstellanlagen für Fahrräder und weitere Elemente wie z. B. Packstationen oder smarte Schließfächer.
- Intermodale Apps ermöglichen Informationen und die Buchung möglichst aller verfügbaren Mobilitätsangebote – also öffentliche Verkehrsmittel und verschiedene Sharing-Angebote. Sie ermöglichen die unkomplizierte Planung nahtloser Wegekette, ohne dass für jedes Mobilitätsangebot ein eigenes Nutzerkonto angelegt und eine eigene App installiert werden muss. Eine einheitliche, auf open data basierende Buchungsplattform für alle Angebote kann daher Nutzungshemmnisse abbauen.
- Autonome Fahrzeuge für On-Demand-Dienste können mittelfristig die Betriebskosten deutlich senken, da die im Verhältnis zur Zahl der Fahrgäste hohen Aufwände für Fahrpersonal dadurch reduziert werden.
- Um die neuen Mobilitätsdienstleistungen mit dem ÖPNV möglichst nahtlos mit dem öffentlichen Verkehr zu integrieren, müssen die genannten Komponenten aufeinander abgestimmt umgesetzt werden.

---

### **Erwartete Auswirkungen**

Wenn neue Mobilitätsdienstleistungen mit dem Umweltverbund integriert umgesetzt und auf hohem Qualitätsniveau angeboten werden, kann dies Wege mit Bus und Bahn, Sharing-Verkehrsmitteln, dem Rad und zu Fuß insgesamt attraktiver machen, weil Wegekette einfacher, schneller und komfortabler werden. Damit können verschiedene Wirkungen hinsichtlich der Verkehrsmittelnutzung erzielt werden:

- Steigerung der Nutzungsanteile der Verkehrsmittel des Umweltverbundes und Rückgang der Nutzung von privaten Pkw

- Rückgang der Pkw-Besitzquote, wenn sich Mobilitätsroutinen des Nutzens statt Besitzens mittelfristig im Alltag etablieren
- Verbesserung der Mobilität von Menschen ohne Auto durch Verfügbarkeit von Mobilitätsdiensten auch in peripheren Regionen
- Rückgang der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs: Zwar sind einzelne Verkehrsmittel wie Car-Sharing und On-Demand-Verkehr nicht wesentlich weniger THG-intensiv als private Pkw, aber durch die Aufwertung des gesamten Umweltverbundes steigen die Nutzungsanteile Null- und Niedrigemissionsfahrzeuge wie ÖPNV, Bahn oder Fahrrad
- Entlastung des Straßenraums durch geringere Nutzung von Straßen und Parkplätzen, Rückgang von Verkehrsstaus und Unfällen
- Gesundheitliche Wirkungen durch den Rückgang von Lärm und Luftschadstoffen sowie durch körperliche Betätigung beim Radfahren und Zufußgehen
- Etablierung neuer Geschäftsmodelle für die Umsetzung der Mobilitätsdienste
- Nach anfänglich hohen Zusatzkosten für Aufbau und Betrieb von Sharing-Diensten und Ridepooling auch in nachfrageschwachen Regionen gehen diese mittelfristig aufgrund höherer Nutzungsquoten, aber auch aufgrund autonomer Fahrzeuge zurück

---

### **Umsetzungsschritte und -instrumente**

Technisch und organisatorisch sind die meisten der neuen Mobilitätsdienstleistungen bereits umfassend erprobt und werden vielfach bereits erfolgreich umgesetzt. Zur Etablierung eines flächendeckenden, umfassenden und mit dem öffentlichen Verkehr integrierten Angebots neuer Mobilitätsdienstleistungen sind jedoch verschiedene politische Rahmenbedingungen notwendig, da viele Dienste insbesondere außerhalb großer Städte nicht profitabel sind und daher ohne öffentliche Finanzierung nicht angeboten werden.

- Deutschlandweite Definition von Qualitätsniveaus des Umweltverbundes – etwa zur Verfügbarkeit von Sharing-Verkehrsmitteln in Städten und Gemeinden, zu Taktung, Haltestellennetz und Bedienzeitraum von öffentlichem Verkehr, zur Verfügbarkeit von On-Demand-Angeboten und zur Ausstattung von Mobilstationen – in Abhängigkeit von Raumtyp und verkehrlichen Kennzahlen
- Co-Finanzierung des Aufbaus und des Betriebs der Verkehrsangebote und von Mobilstationen durch den Bund
- Verpflichtung aller Mobilitätsanbietenden zum Teilen von Daten zu den Mobilitätsangeboten auf einer „open data“-Plattform und zur Beteiligung an übergreifenden Buchungssystemen
- Vereinfachtes, Verkehrsverbund-übergreifendes Ticketing für alle Angebote des Öffentlichen Verkehrs und von damit verbundenen Mobilitätsdiensten

---

## Fazit

Neue Mobilitätsdienstleistungen bieten die Möglichkeit, eine attraktive öffentliche Mobilität für alle zu ermöglichen – nicht nur in großen Städten, sondern auch auf dem Land. Damit wird die heute vielfach bestehende Abhängigkeit vom eigenen Auto reduziert – ein Umstieg vom Auto auf den Umweltverbund und eine Transformation des Verkehrssystems kann damit umfassend gefördert werden. Komplementär zur Förderung dieser transformativen Innovation sind für die Verkehrsverlagerung aber auch Maßnahmen notwendig, die den Verkehr mit dem privat genutzten Auto weniger attraktiv machen.

## TI\_8: Nachhaltige Gemeinschaftsverpflegung als Hebel für die Ernährungswende

Durch die zunehmende Verlagerung von Mahlzeiten aus dem privaten in den öffentlichen Bereich kann die Außer-Haus Verpflegung einen relevanten Beitrag zur Ernährungswende liefern. Mit circa 40% der ernährungsbedingten Konsumausgaben stellt die Außer-Haus Verpflegung den zweitwichtigsten Absatzkanal<sup>4</sup> nach dem Lebensmitteleinzelhandel dar (BVE, 2020, Quack und Teufel, 2020). Die Nutzung dieses Potenzials für die Ernährungswende ist vor allem in der Gemeinschaftsverpflegung vielversprechend. Im Gegensatz zur Individualgastronomie (wie zum Beispiel Restaurants oder die Systemgastronomie) werden in der Gemeinschaftsgastronomie fest definierte Personengruppen in diversen Lebenssituationen (im Betrieb, Klinik- und Pflegeeinrichtungen sowie in Schul- und Bildungseinrichtungen) verpflegt. Die Gemeinschaftsverpflegung ist damit über gesetzliche Standards und Richtlinien sehr gut steuerbar<sup>5</sup>. Eine feste Gästestruktur, die z. B. in Krankenhäusern oder Kitas gegeben ist, gibt Planungssicherheit und ermöglicht die Berücksichtigung spezifischer Bedürfnisse der Essensteilnehmenden. Das größte Potenzial der Gemeinschaftsverpflegung ergibt sich durch die signifikante Hebelwirkung infolge der hohen Anzahl an ausgegebenen Menüs. Schon kleine Veränderungen der Rezepte können hohe Einsparungen bewirken. Würden beispielsweise nur in der Betriebsverpflegung 50 % der ausgegebenen Gerichte nach „klimafreundlichen“ Rezepturen zubereitet, könnten bundesweit mindestens 1,3 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub>-Äq- pro Jahr eingespart werden - dies entspricht den Emissionen die durch 90 Erdumrundungen mit dem Flugzeug entstehen (Speck et al., 2020).

---

### Zentrale Komponenten und Umsetzungsschritte

Eine nachhaltige Gemeinschaftsverpflegung, die im Rahmen der Ernährungswende dazu beiträgt, die planetaren Grenzen einzuhalten ist gekennzeichnet durch weniger tierische Produkte (Fleisch und Milcherzeugnisse), weniger Lebensmittelabfälle, mehr Hülsenfrüchte, mehr Produkte aus ökologischer Landwirtschaft und Menüs, die Biodiversität schonen. Zusätzlich muss die Wertschätzung privater Verbraucherinnen und Verbraucher für nachhaltige Lebensmittel und Ernährungsweisen gesteigert werden (Speck, 2020; Spiller et al., 2020; Willet et al., 2019; Poore & Nemecek, 2018).

Diesen Zielen stehen verschiedene Barrieren entgegen. Auf Seite der Gäste hemmen tief verwurzelte Ernährungsgewohnheiten und klare Präferenzen für „Lieblingsgerichte“ die Umsetzung nachhaltiger Speisepläne mit einem höheren Anteil vegetarischer und veganer Produkte. Defizite in der Aus- und Weiterbildung führen zu

---

<sup>4</sup> Die Corona-bedingte Schließung der Gastronomie hat starke Umsatzeinbußen verursacht, führte durch die vermehrte Nutzung von Lieferdiensten und Take-Away-Angeboten jedoch zu einem Verschwimmen der Grenzen zwischen der Verpflegung außer Haus und im Privaten. Zukünftig ist wieder von einem starken Umsatzplus in der Außer-Haus-Gastronomie auszugehen.

<sup>5</sup> Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) hat im Jahr 2020 aktualisierte Empfehlungen für verschiedene Settings der Gemeinschaftsgastronomie herausgegeben, die als Orientierungsrahmen dienen und die mittlerweile auch ökologische Auswirkungen des Mahlzeitenverzehr berücksichtigen.



fehlenden Kompetenzen seitens Köchinnen und Köchen, Küchenleitung und anderer Mitarbeitenden hinsichtlich der nachhaltigeren Planung und Zubereitung von Mahlzeiten. Hinzu kommt ein hoher Kostendruck und eine hohe Preissensitivität der Gäste sowie fehlende Strukturen in der Beschaffung von Zutaten. Vor allem Bio-Lebensmittel werden noch nicht in den geforderten Verarbeitungsstufen angeboten oder sind nicht mit der Kostenkalkulation vereinbar.

Um das Potenzial der Gemeinschaftsverpflegung vor dem Hintergrund dieser Barrieren trotzdem auszuschöpfen, sind zwei wesentliche Instrumente vielversprechend:

- 1 | Nachhaltigkeit als zentraler Teil der Aus- und Weiterbildung: In Ausbildungsrahmenplänen von Köchinnen und Köchen ist die Zubereitung pflanzlicher Lebensmittel im Vergleich zu tierischen unterrepräsentiert, biologische Produkte sowie vegetarische oder vegane Gerichte werden nicht explizit thematisiert. Nachhaltigkeit sollte nicht am Rand als Zusatz behandelt werden, sondern als Standard, als normale Praxis etabliert werden. Dazu sollte die Zubereitung vegetarischer und veganer Gerichte oder Möglichkeiten zur Reduzierung des Fleischanteils wesentlich in der Ausbildung sein. Auch Prozesse zur Verminderung von Lebensmittelabfällen sowie energieeffizientes Kochen muss in Lehrpläne aufgenommen werden. Auch in der Aus-, Weiter- und Fortbildung von weiteren relevanten Akteurinnen und Akteuren wie Verpflegungsverantwortlichen müssen diese Themen adressiert werden. Gewinnbringend kann hier auch die Adressierung der Gästekommunikation, die Präsentation von nachhaltigen Speisen oder Ansätzen aus der Verhaltenspsychologie (z. B. Nudging) sein.
- 1 | Dreh- und Angelpunkt sind die angebotenen Mahlzeiten. Dafür sollten verbindliche Richtlinien erlassen werden: Die verpflichtende Umsetzung verfügbarer Mindeststandards wie der DGE-Standards (ggf. mit einer noch weitergehenden anteiligen Steigerung pflanzlicher Komponenten) in allen Sektoren der Gemeinschaftsverpflegung führt dazu, dass gleichzeitig schmackhafte, gesunde und klimafreundliche Gerichte zum Standard werden. Bundeskantinen sollten mit gutem Beispiel vorangehen. Die Verantwortung für die Entscheidung für ein nachhaltiges Gericht wird dann nicht mehr auf die Konsumierenden verlagert. Ein Steuerelement kann auch eine verpflichtende Integration von Nachhaltigkeitskriterien in Vergabe- und Beschaffungsrichtlinien sein (z. B. ein festgeschriebener Anteil von Bio-Lebensmitteln wie in einigen Kommunen und Berlin bereits umgesetzt oder eine verbindliche Menüplanung mit max. einem Fleisch- und einem Fischgericht sein). Nicht zuletzt sollten Kosten der Verpflegung anders verteilt werden. Die beitragsfreie Mittagsmahlzeit in Kita und Schule schafft hier einen ersten großen Beitrag.

---

### Erwartete Auswirkungen

Werden die genannten zwei Instrumente genutzt, kann eine nachhaltige Gemeinschaftsverpflegung durch ihre große Hebelwirkung dazu führen, dass Treibhausgasemissionen – insbesondere durch tierische Produkte – signifikant reduziert werden. Auch weitere negative Effekte der industriellen Landwirtschaft, wie unter anderem die Verschlechterung der Bodenqualität, die Gefährdung der Biodiversität oder

die Grundwasserbelastung mit Nitrat können abgemildert werden. Durch die Verminderung tierischer Produkte und die Erhöhung des Bio-Anteils wird das Tierwohl gesteigert. Ökologisch gestaltete Menüpläne sind meist auch gesünder: Sie enthalten durch weniger tierische Produkte und mehr pflanzlichen Lebensmitteln weniger gesättigte Fettsäuren, Salz und Zucker, dagegen mehr Ballaststoffe, ungesättigte Fettsäuren, Vitamine und Mineralstoffe. Auch kann eine Gemeinschaftsverpflegung, die verdeutlicht, dass schmackhafte Gerichte und Nachhaltigkeit kein Widerspruch sind – insbesondere in Verbindung mit intelligenten Kommunikationsmaßnahmen – dazu führen, dass Konsumierende Lebensmittel wieder mehr wertschätzen und nachhaltige Ernährungsweisen auch im privaten Konsum angestoßen werden. Zu prüfen bleiben soziale Auswirkungen durch die veränderten Nachfragestrukturen auf die konventionelle Landwirtschaft – insbesondere die Viehhaltung. Die möglicherweise negativen Effekte auf Arbeitsplätze in diesem Sektor können aber durch einen erhöhten Bedarf nach Arbeitskräften im ökologischen Sektor ausgeglichen werden, z. B. die Novellierung der Düngeverordnung zeigt hier erste Ansatzpunkte, die Strukturen verändern. Parallel muss es an dieser Stelle koordinierte und finanzielle Unterstützung für die Landwirtschaft geben. Auch darf eine nachhaltige Gemeinschaftsverpflegung sozial benachteiligte Gruppen nicht ausschließen. Eine Erhöhung der Verbraucherpreise muss durch kluge Mischkalkulationen ausgeglichen werden, um Ernährungsarmut entgegenzuwirken.

---

## Fazit

Die aktive Förderung einer nachhaltigen Gemeinschaftsverpflegung ist als transformative Innovation zu betrachten, da durch ihre enorme Hebelwirkungen schon mit einfachen Maßnahmen ein relevanter Beitrag zur Ernährungswende geliefert werden kann. Es können Impulse in vorgelagerte Bereiche (Handel und Produzierende), wie auch in nachgelagerte (Konsumierende), entstehen, wodurch eine Wirkung weit über die ursprüngliche Innovation hinaus entwickelt werden kann. Wird Nachhaltigkeit in der Aus- und Weiterbildung verankert und teils durch Richtlinien festgeschrieben, kann sie einen strukturverändernden Charakter haben, weil nachhaltige Ernährung zum Standard wird, und das überall. Der Bund sollte hier vorangehen und durch mehr Verbindlichkeit (Richtlinien, Senkung der MwSt. in öffentlichen Verpflegungseinrichtungen) den gesamten Sektor bei der Transformation unterstützen.

## ▪ Eine Zusammenfassung und eine Einladung

Auf Basis der Konzeption der Transformativen Innovationen und der Diskussion der ersten Beispiele lassen sich folgende Kernaussagen zusammenfassen:

- Die ökologischen Herausforderungen erfordern eine weitaus schnellere Anpassung von Strukturen in allen gesellschaftlichen Bereichen als sie bisher stattfindet.
- Eine zentrale Rolle für den notwendigen Wandel spielen Transformative Innovationen, da weit tiefere Veränderungen notwendig sind als inkrementelle Verbesserungen, die bisher vorherrschend waren.
- Es ist möglich, Transformative Innovationen als konkrete Innovationsbündel zu identifizieren, die besonders stark in das System eingreifen und es in Richtung Nachhaltigkeit bewegen.
- Die Transformativen Innovationen müssen konkret und abgrenzbar bleiben, um in gesellschaftlichen Debatten relevant zu sein, gleichzeitig sollten ihre direkten und indirekten Wirkungen möglichst weitgehend erfasst werden.

Der Ansatz der Transformativen Innovationen ist ein Diskussionsbeitrag in der oft frustrierenden Situation, dass viele konkrete Handlungsoptionen für Nachhaltigkeit angesichts der Größe der Herausforderungen gänzlich unzureichend erscheinen und große Gesamtkonzepte nicht einfach in einer pluralen Gesellschaft umzusetzen sind.

Sowohl die konzeptionellen also auch methodischen Grundlagen der Transformativen Innovationen als auch die Auswahl und Beschreibung der einzelnen Innovationen werden im Wuppertal Institut und mit seinen Kooperationspartnerinnen und -partnern weiterentwickelt werden. Besonders die Möglichkeiten und Grenzen, komplexere soziale Innovationen, neue Narrative, Bewusstseinsveränderungen oder andere politische Strukturen als Transformative Innovationen zu erfassen, werden wichtige Aspekte des Austausches sein und hoffentlich zur Intensivierung und Erweiterung der Diskussion und Kooperationen führen. Gleiches gilt für die möglichst richtungssichere Prognose von Elementen des Strukturwandels, die frühzeitig sozial abgefedert werden müssen. Wir laden Sie herzlich zum Dialog und zur Zusammenarbeit zum Thema der Transformativer Innovationen ein.

## Literaturverzeichnis

- BDEW (2021). *Fernwärme: 126 Milliarden Kilowattstunden*. BDEW Zahl der Woche, verfügbar unter [www.bdew.de/presse/presseinformationen/zdw-fernwaerme-126-milliarden-kilowattstunden/](http://www.bdew.de/presse/presseinformationen/zdw-fernwaerme-126-milliarden-kilowattstunden/)
- BVE (2020) *Jahresbericht 2020*. <https://www.bve-online.de/presse/infothek/publikationen-jahresbericht/bve-jahresbericht-ernaehrungsindustrie-2020>
- Bundesregierung (2021). *Entwurf eines Ersten Gesetzes zur Änderung des Bundes-Klimaschutzgesetzes*, Bundestagsdrucksache 19/30230.
- Deutscher Bundestag (2013). *Schlussbericht der Enquete-Kommission „Wachstum, Wohlstand, Lebensqualität – Wege zu nachhaltigem Wirtschaften und gesellschaftlichem Fortschritt in der Sozialen Marktwirtschaft“*.
- European Commission (2020). *A new Circular Economy Action Plan*. For a cleaner and more competitive Europe. COM(2020) 98 final.
- Geibler, J. v.; Riera, N.; Echternacht, L.; Björling, S.; et al. (2015). *myEcoCost. Forming the Nucleus of a Novel Environmental Accounting System: Vision, prototype and way forward*. Wuppertal Spezial 50, Institut Wuppertal Institut.
- Götz, T., Adisorn, T., & Tholen, L. (2021). *Der Digitale Produktpass als Politik- Konzept*. Wuppertal Report Nr. 20. Wuppertal Institut.
- IRP (2020). *Resource Efficiency and Climate Change: Material Efficiency Strategies for a Low-Carbon Future*. Hertwich, E., Lifset, R., Pauliuk, S., Heeren, N. A report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenya.
- Jackson, T. (2021): *Post Growth: Life after Capitalism*. Polity, Cambridge.
- Kommission Sicherheit im Wandel (2019). *Abschlussbericht Gesellschaftlicher Zusammenhalt in Zeiten stürmischer Veränderungen*. Zentrum Liberale Moderne.
- Liedtke, C., Baedeker, C., Hasselkuß, M., Rohn, H., & Grinewitschus, V. (2015). *User-integrated innovation in Sustainable Living Labs: An experimental infrastructure for researching and developing sustainable product service systems*. Journal of Cleaner Production, 97, 106-116.
- Loorbach, D, Wittmayer, J., Avelino, F., von Wirth, T., Frantzeskaki, N., (2020). *Transformative Innovation and translocal diffusion*. Environmental Innovations and Societal Transition 35, 251-260.
- Petschow, U., Lange, S., Hofmann, D., Pissarskoi, E., aus dem Moore, N., Korfhage, T., Schoofs, A., & Ott, H. (2018). *Gesellschaftliches Wohlergehen innerhalb planetarer Grenzen: Der Ansatz einer vorsorgeorientierten Postwachstumsposition* (No. 89/2018; Texte, p. 194). UBA.
- Piketty, T., & Goldhammer, A. (2014). *Capital in the Twenty-First Century*. Harvard University Press, Cambridge.
- Polanyi, K. (1944). *The Great Transformation: The Political and Economic Origins of Our Time*. Boston, MA: Beacon Press.
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). *Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers*. Science, 360(6392), 987–992.
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020). *Klimaneutrales Deutschland*. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende und Stiftung Klimaneutralität.
- Quack, D., & Teufel, J. (2020). *Working Paper: Politikempfehlungen für eine nachhaltige Transformation der Gemeinschaftsverpflegung* [Working Paper 5/2020]. Ökoinstitut.
- Schneidewind, U. (2018). *Die Große Transformation – Eine Einführung in die Kunst gesellschaftlichen Wandels*. S. Fischer Verlag, Frankfurt am Main.
- Schneidewind, U., & Scheck, H. (2013). *Die Stadt als “Reallabor” für Systeminnovationen*. In: J. Rückert-John (Ed.), Soziale Innovation und Nachhaltigkeit, 229-248.

- Speck, M., Bienge, K., Wagner, L., Engelmann, T., Schuster, S., Teitscheid, P., & Langen, N. (2020). *Creating sustainable meals supported by the NAHGAST online tool—approach and effects on GHG emissions and use of natural resources*. *Sustainability*, 12(3), 1136.
- Spiller, A., Renner, B., Voget-Kleschin, L., Arens-Azevedo, U., Balmann, A., Biesalski, H. K., ... & Weingarten, P. (2020). *Politik für eine nachhaltigere Ernährung: Eine integrierte Ernährungspolitik entwickeln und faire Ernährungsbedingungen gestalten*. *Berichte über Landwirtschaft-Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft*.
- Stiglitz, J., Fitoussi, J. & Durand, M. (2018): *Beyond GDP: Measuring What Counts for Economic and Social Performance*. OECD Publishing, Paris.
- WGBU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (2011). *Welt im Wandel: Gesellschaftsvertrag für eine Große Transformation*. Zusammenfassung für Entscheidungsträger. WGBU, Berlin.
- Willett, W., Rockström, J., Loken, B., Springmann, M., Lang, T., Vermeulen, S., ... & Murray, C. J. (2019). *Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems*. *The Lancet*, 393(10170), 447-492.
- Wuppertal Institut (2021). *Zeit für den Kurswechsel: hin zu einer klimagerechten, ressourcenleichten Gesellschaft* (Zukunftsimpuls Nr. 17).