



Nachhaltige Wirtschaft
Nationales Forschungsprogramm

Überblick über den Forschungsstand im NFP 73

Politische Rahmenbedingungen und Konsum- und Produktionsmuster für eine nachhaltige Wirtschaft.



FONDS NATIONAL SUISSE
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS
FONDO NAZIONALE SVIZZERO
SWISS NATIONAL SCIENCE FOUNDATION

Inhaltsverzeichnis

o. Vorwort	3
1. Einleitung	5
2. Wissenschaftliche Erkenntnisse	6
2.1 Nachhaltiges Finanzierungswesen und Gouvernance	6
2.2 Städte und Mobilität	8
2.3 Kreislaufwirtschaft und Bauwesen	10
2.4 Lieferketten	12
2.5 Nachhaltiges Verhalten	14
2.6 Landwirtschaft, Ernährung und Forstwirtschaft	16
3. Bedeutung des NFP 73 für die Praxis	19
3.1 Brücken schlagen zwischen Forschung und Privatsektor	19
3.2 Interdisziplinarität und Zusammenarbeit als Schlüssel für den Wissenstransfer	20
4. Zusammenfassung und Ausblick	21
Projektliste und Literaturverzeichnis	22
Impressum	26

NFP 73
 Schweizerischer Nationalfonds (SNF)
 Wildhainweg 3
 CH-3001 Bern
 T +41 (0)31 308 22 22
 E nfp73@snf.ch
 W www.nfp73.ch

Vorwort

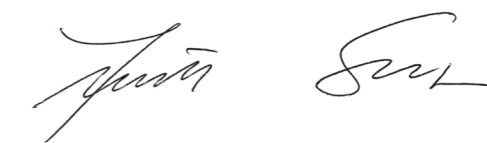
Der Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft betrifft sowohl die heutigen als auch künftige Generationen und setzt eine langfristige Perspektive voraus. Im Gegensatz zu der aktuellen Handlungsdringlichkeit während der COVID-19-Pandemie, ist somit ein längerfristiger Wandel hin zu einer Gesellschaft zu gestalten, die weniger verletzlich und risikoresistenter ist. Diese Einsicht ist zentral für den Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft. Für die Politik bedeutet dies unter anderem, dass sie Kosten und Nutzen langfristig ins Gleichgewicht bringen und gleichzeitig für Fairness und Chancengleichheit sorgen muss. Noch wissen wir nicht genau, wie die Vor- und Nachteile einer solchen Transformation aussehen. Diese Wissenslücke zu schliessen, ist der Hauptzweck des Nationalen Forschungsprogramms «Nachhaltige Wirtschaft: ressourcenschonend, zukunftsfähig, innovativ» (NFP 73). Neue Erkenntnisse aus dem NFP 73 können die Schweiz bei der Bewältigung künftiger Herausforderungen unterstützen.

Bei wegweisenden Entscheidungen in einer komplexen Welt kann die Wissenschaft hilfreiche Instrumente und Empfehlungen bereitstellen. Im Rahmen des NFP 73 werden solche Instrumente zum Nutzen der Umwelt, der Wirtschaft und der Gesellschaft erforscht. Damit die Erkenntnisse glaubwürdig und relevant sind, müssen sie erarbeitet, geprüft und mit allen Beteiligten diskutiert werden.

Der vorliegende Bericht gibt zur Halbzeit des Programms einen ersten Überblick über den Forschungsstand im NFP 73. Er ist so aufgebaut, dass die einzelnen Abschnitte unabhängig voneinander gelesen werden können. Alle Aussagen in diesem Bericht basieren auf Ergebnissen, die mit den Forschungsprojekten gewonnen wurden. Interessierte finden die relevanten Publikationen im Literaturverzeichnis.



Prof. Dr. Regina Betz
 Co-Präsidentin NFP 73



Prof. Dr. Gunter Stephan
 Co-Präsident NFP 73

1. Einleitung

Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft

Das Ziel des NFP 73 besteht darin, wissenschaftliche Erkenntnisse für eine nachhaltige Wirtschaft bereitzustellen – für eine Wirtschaft, die natürliche Ressourcen sparsam nutzt, Wohlstand schafft und die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Wirtschaft stärkt.

Geeignete politische Rahmenbedingungen mit wirtschaftlichen Anreizen sowie nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster tragen dazu bei, dass die Umstellung auf eine nachhaltige Wirtschaft zum Wohl der Bevölkerung gelingt.

Ziele und Bedeutung des NFP 73

Das NFP 73 berücksichtigt ökologische, wirtschaftliche und gesellschaftliche Aspekte und analysiert die natürlichen Ressourcen auf allen Stufen der Wertschöpfungskette. Das Forschungsprogramm verfolgt folgende Ziele:

- Wissenschaftliche Erkenntnisse zum besseren Verständnis und zur Förderung einer nachhaltigen Wirtschaft gewinnen.
- Chancen und Risiken für die global vernetzte Schweizer Wirtschaft identifizieren.
- Abhängigkeiten und Unsicherheiten der gewählten Massnahmen und Instrumente aufzeigen.
- Zukünftige Handlungsfelder identifizieren und spezifische Anwendungsbereiche vorschlagen.

Das NFP 73 finanziert anwendungsorientierte Forschung und koordiniert diese durch systematisches Monitoring und Wissensaustausch.

Dieser Bericht verfolgt die folgenden Zwecke:

- Wirtschaft, Verbände, Politik und Verwaltung über den Forschungsstand des NFP 73 informieren.
- Erste wissenschaftliche Ergebnisse präsentieren und die Bedeutung der vier neuen Projekte erklären.
- Bedeutung und mögliche Wirkungen der bereits gewonnenen Erkenntnisse aufzeigen.
- Chancen und Herausforderungen einer nachhaltigen Wirtschaft aufzeigen und konkrete Auswirkungen in den Themenbereichen des NFP 73 darlegen.

Eine umfassende, integrierte und zielgruppenspezifische Aufbereitung der Ergebnisse folgt in der Synthesephase ab Ende 2020.

“ Die Forschung muss Lösungen bereitstellen zur Entkoppelung des Wirtschaftswachstums und der Wohlstandvermehrung vom Ressourcenverbrauch.
Ruedi Noser, Ständerat ”

Fakten und Zahlen zum NFP 73

Den Kern des NFP 73 bilden 29 Forschungsprojekte mit 66 Projektleitenden, 30 Postdocs, 45 Doktorierenden, 39 weiteren Mitarbeitenden unterschiedlicher Disziplinen und Forschungseinrichtungen aus der ganzen Schweiz sowie über 60 privaten und 50 nicht-akademischen Partnern.

Die Ziele für eine nachhaltige Entwicklung (SDG) im NFP 73

Angesichts der aktuellen Übernutzung natürlicher Ressourcen sind Kreativität und Innovationen gefordert, um die UNO-Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDG) wie vorgesehen bis 2030 zu erreichen.

Das NFP 73 hat auch den Anspruch, zur Erreichung dieser Ziele beizutragen. Viele der 29 Projekte befassen sich mit bestimmten SDG, so zum Beispiel mit:

- SDG 9 Industrie, Innovation und Infrastruktur;
- SDG 11 Nachhaltige Städte und Gemeinden;
- SDG 12 Verantwortungsbewusste Konsum- und Produktionsmuster;
- SDG 13 Klimawandel;
- SDG 15 Leben an Land.

Die Umstellung auf eine nachhaltige Wirtschaft wird Gewinner und Verlierer erzeugen und könnte sich kurzfristig negativ auf Wachstum und Beschäftigung auswirken. Deshalb ist es wichtig, potenzielle Zielkonflikte zwischen verschiedenen SDG zu berücksichtigen.



Ziele für nachhaltige Entwicklung



Hintere Reihe v.l.n.r.:
Susanne Blank
Prof. em. Anne Petitpierre-Sauvain
Dr. Barbara Dubach
Prof. Dr. Katharina Michaelowa
Mittlere Reihe von v.l.n.r. :
Prof. Dr. Helga Weisz
Prof. Dr. Regina Betz
Prof. Dr. Gunter Stephan
Prof. Dr. Alison Anderson
Vordere Reihe v.l.n.r.:
Dr. Michael Obersteiner
Dr. Pascal Walther
Prof. Dr. Roberto Zoboli
Abwesend:
Prof. Dr. Andrea Baranzini

2. Wissenschaftliche Erkenntnisse

2.1 Nachhaltiges Finanzierungswesen und Gouvernance

Die rechtlichen und sozialen Rahmenbedingungen im Finanzsektor, haben einen Einfluss auf den Arbeitsmarkt und die Akzeptanz politischer Massnahmen.

Nachhaltige Finanzierung soll Firmen zu Investitionen in Projekte motivieren, die umweltfreundlich sind und das Wohl der Gesellschaft insgesamt verbessern. Zur Förderung eines solchen Finanzierungswesens braucht es fundiertes Wissen über die relevanten Berufsqualifikationen und über notwendige Veränderungen in der Gouvernance sowie über Wechselwirkungen zwischen staatlichen Massnahmen und privaten Initiativen.

Der technologische Wandel, insbesondere hin zu sauberen Technologien, ist ein Kernelement der Transformation hin zu einer nachhaltigen Wirtschaft. Voraussetzung dafür sind hinreichende Investitionen und entsprechend qualifizierte Arbeitskräfte. Diese auszubilden, bedeutet eine Herausforderung für den Bildungsbereich. Jede Investitionsentscheidung beruht auf Vertrauen und dem Abwägen von Risiken und Unsicherheiten. Entsprechend kann die Politik mit geeigneten Signalen solche Investments fördern.

Nachhaltiges Finanzierungswesen
Die Projekte über das nachhaltige Finanzierungswesen erforschen die Auswirkungen von Investitionsentscheidungen beim Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft.

Das Projekt **nachhaltiges Finanzierungswesen** zeigt, dass «grüne» oder «nachhaltige» Unternehmensanleihen bei Investoren, die sich für verantwortungsvolle Anlagen interessieren, auf Anklang stossen. Es handelt sich bei diesen Anleihen um festverzinsliche Wertpapiere im Sinne der «ESG»-Kriterien mit Vorgaben für die Bereiche Umwelt (Environmental), Gesellschaft (Social) und Unternehmensführung (Governance). Bisher schneiden solche Unternehmensanleihen finanziell eher besser ab als traditionelle Obligationen. Solche Anlagen unterstützen den Effekt

von steuerlichen Anreizen, die ähnliche Ziele verfolgen. Dies verstärkt einerseits die positiven Auswirkungen einer nachhaltigen Politik und trägt andererseits zum allgemeinen Wohl der Gesellschaft bei.

Die Schweizer Wirtschaft hat die Chance, beim internationalen Übergang zu einem nachhaltigen Finanzwesen eine wichtige Rolle zu spielen. Dafür spricht auch, dass derzeit viele Investmentfonds und institutionelle Investoren hohe Bargeldbestände halten, ebenso wie Mikrofinanzinstrumente und Impact Funds. Eine Machbarkeitsstudie im Rahmen dieses Projekts hat gezeigt, dass eine Schweizer Nachhaltigkeitsbörse (SwiSOX), an der Finanzinstrumente zur Unterstützung einer nachhaltigen Wirtschaft gehandelt würden, ein innovatives Instrument zur Förderung eines nachhaltigen Finanzwesens sein könnte (siehe Abbildung 1).

Das Projekt **Finanzierung von Cleantech** verwendet Textmining-Methoden und erstellt damit historische Indizes über Umweltregulierungen auf der Grundlage von Zeitungartikeln zur Umwelt- und Klimapolitik. Ankündigungen über umweltpolitische Massnahmen haben demnach aufgrund der starken Abhängigkeit der Branche von öffentlicher Unterstützung spürbare Auswirkungen auf die Bereitschaft der Anleger, in Cleantech-Investments zu investieren. Wenn Investoren die Umweltpolitik als ungewiss wahrnehmen, hat dies somit eine stark bremsende Wirkung auf Cleantech-Investments.

Gouvernance
Die Gouvernance-Projekte befassen sich mit den Herausforderungen im Arbeitsmarkt auf dem Weg zu einer nachhaltigen Wirtschaft und mit den Auswirkungen freiwilliger Umweltinitiativen von Unternehmen.

“ Ob ein Land beim Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft zu den Gewinnern oder Verlierern gehören wird, hängt weitgehend von der Berufsstruktur im Land ab. **Niggli und Rutzer**, Forschende des Projekts Arbeitsmarkteffekte einer grünen Volkswirtschafts. ”

Erste Ergebnisse des Projekts **Arbeitsmarkteffekte einer nachhaltigen Volkswirtschaft** zeigen, dass in der Schweiz ein wesentlicher Teil der Beschäftigten bereits über die Qualifikationen verfügt, die in einer nachhaltigen Wirtschaft gefragt sind. Diese betreffen hauptsächlich die sogenannten MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik). Wichtig sind aber auch Soft Skills wie Unternehmergeist. Der Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft in der Schweiz stellt die Unternehmen und die Verantwortlichen im Bildungssystem vor gewisse Herausforderungen.

Das Projekt **Freiwillige Umweltinitiativen der Privatwirtschaft** zeigt eine hohe Zustimmung der Bevölkerung zu strengen staatlichen Regulierungen in den Bereichen Umwelt- und Sozialverträglichkeit. Die Unternehmen hingegen bevorzugen in der Regel eine Selbstregulierung mit freiwilligen Massnahmen zur Eindämmung der negativen Auswirkungen der Wirtschaftstätigkeit auf die Umwelt und die Gesellschaft. Freiwillige Massnahmen von Unternehmen können jedoch die Unterstützung der Bevölkerung für staatliche Umweltmassnahmen verringern. Welche Art von Regulierung die Bevölkerung bevorzugt, hängt in der Regel von ihrer Wahrnehmung der Beziehung zwischen Regierung und Privatsektor ab.

Chancen und Herausforderungen
Ein nachhaltiges Finanzierungswesen leistet einen wichtigen Beitrag zur Neuausrichtung von Volkswirtschaften. Es regt dazu an, bestehende Produktionsstrukturen durch saubere zu ersetzen. Die Finanzbranche kann jedoch die Investoren nur für nachhaltige Finanzierungsprodukte gewinnen, wenn sie Vertrauen genießt und wenn empirische Belege über die Vorteile solcher Produkte vorliegen.



Die Unternehmen und die Entscheidungsträger im Schweizer Bildungssystem sind mit dem Anspruch konfrontiert, den Anforderungen einer nachhaltigeren Wirtschaft gerecht zu werden. Dieser Wandel schafft je nach Berufsfeld Gewinner und Verlierer. Die bestehende Aus- und Weiterbildung muss deshalb angepasst werden. Notwendig ist allenfalls eine aktive Förderung technischer Qualifikationen, da in der «nachhaltigen Wirtschaft» diese Berufe dominieren.

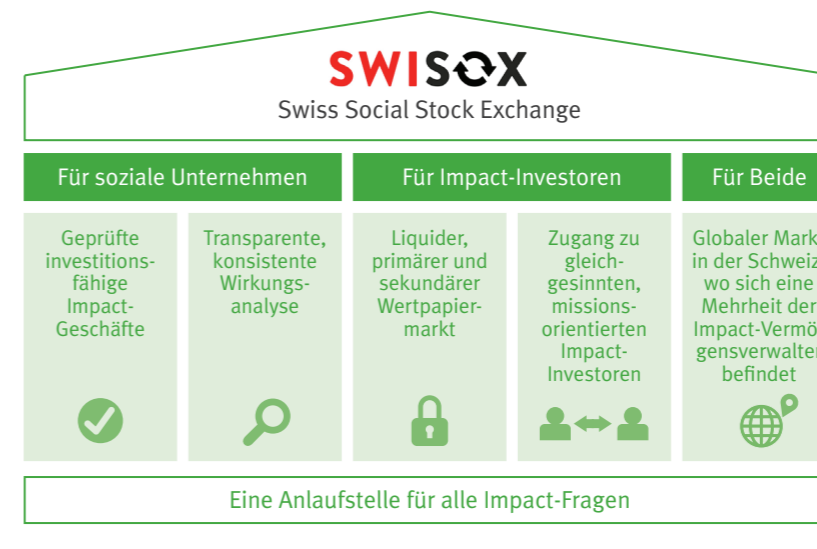
Die individuelle Reaktion auf staatliche Massnahmen und privatwirtschaftliche Initiativen ist unterschiedlich. Wer die Beziehung zwischen Privatsektor und Staat als synergistisch wahrnimmt, unterstützt im Allgemeinen eine Selbstregulierung im privaten Sektor, stellt sich aber auch nicht gegen staatliche Interventionen. Hingegen unterstützen Personen, welche diese Beziehung als antagonistisch sehen, eher entweder die Selbstregulierung des privaten Sektors oder eine staatliche Regulierung.

Bedeutung und Auswirkungen
Nachhaltige Finanzierung ist eine Art kooperative Selbstregulierung, da sie Regulierungskompetenzen teilweise von staatlichen Einrichtungen zu privaten Akteuren verlagert. Staatliche Initiativen und eine Politik der Beaufsichtigung von Unternehmen und zur Durchsetzung von Transparenz und Zuverlässigkeit schaffen und so die nachhaltige Finanzierung stärker mobilisieren. Erste Ergebnisse mit einem allgemeineren Ansatz weisen darauf hin, dass strenge staatliche Rahmenbedingungen zur «Co-Regulierung» durch Staat und Finanzbranche in der Bevölkerung Zustimmung finden. Diese vorläufigen Erkenntnisse lassen den Schluss zu, dass klare staatliche Vorgaben die Wirksamkeit der Bemühungen in der Privatwirtschaft stärken könnten.

Weitere Forschungsarbeiten, insbesondere im Hinblick auf rechtliche Fragen, werden mit zwei zusätzlichen Projekten durchgeführt: **Rechtliche Rahmenbedingungen für eine ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft** und **Diversifizierte Ernährungssysteme dank nachhaltiger Handelsbeziehungen**.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Schweizer Nachhaltigkeitsbörse

Eine Studie im Rahmen des Projekts **Nachhaltiges Finanzierungswesen** bestätigt die Machbarkeit einer Schweizer Nachhaltigkeitsbörse (SwiSOX). Unternehmen, die einen sozialen oder ökologischen Zweck verfolgen und gleichzeitig Rentabilität anstreben, könnten eines Tages an der SwiSOX kotiert werden.



“ Was du heute kannst besorgen,
das verschiebe nicht auf morgen.
Benjamin J. Franklin ”

2.2 Städte und Mobilität

Der Verkehr und der Gebäudesektor spielen in der Schweiz eine Schlüsselrolle zur Einhaltung des Reduktionsziels des Bundesrats für Treibhausgasemissionen bis 2050.

Zur Senkung der CO₂-Emissionen durch Verkehr und Wohnen sind einschneidende Massnahmen erforderlich, unter anderem Änderungen des Lebensstils, was durch staatliche Instrumente gefördert werden sollte.

Verkehr und Wohnen verursachen in der Schweiz rund 60% der CO₂-Emissionen (BFS, 2018). Gemäss einer Materialflussanalyse (MFA) im Rahmen des Projekts **Postfossile Städte** ist das vom Bundesrat angestrebte Ziel einer klimaneutralen Schweiz bis 2050 mit den aktuellen politischen Massnahmen für das Wohnungswesen (siehe Abbildung 2) nicht erreichbar. Damit Entscheidungsträger die Optionen zur CO₂-Eindämmung vergleichen können, müssen sie die Zielkonflikte und Synergien zwischen den Massnahmen verstehen. Mit dem im Projekt entwickelten neuartigen Simulationsspiel kann abgeschätzt werden, wie sich bestimmte Massnahmen, Fristen und Verzögerungen auswirken.

Im Bereich Verkehr verdeutlichen im Rahmen des Projekts **Klimaneutrale Mobilität ohne wirtschaftliche Einbusen** berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle (CGE) und Stock-Flow-Verkehrsmodelle, dass technologische Optimierungen, z.B. Änderungen im Kraftstoffmix, geringerer Energieverbrauch pro Fahrzeug, Verschiebungen im Flottenmix und Effizienzsteigerungen wie höhere Auslastungsfaktoren, allein nicht ausreichen, die gesetzten Reduktionsziele zu erreichen.

Daher ist eine Verkehrsverlagerung durch regulatorische Massnahmen und Verhaltensänderungen hin zu alternativen Verkehrsformen erforderlich. Eine wichtige Innovation der Analyse besteht darin, dass erstmals auch die verbleibende Lebensdauer der bestehenden Fahrzeugflotte berücksichtigt wird, bis das letzte Fahrzeug aus dem System ausscheidet.

Chancen und Herausforderungen
Städte bieten vielfältige Möglichkeiten zur Etablierung einer nachhaltigen Wirtschaft und zur Entwicklung von Strategien für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft (siehe Kapitel 2.3 **Kreislaufwirtschaft, Bauwesen**). Dazu gehören neue Infrastrukturen, die eine Verlagerung hin zu Fahrgemeinschaften und zur Nutzung des öffentlichen Verkehrs fördern, sowie weniger Wohnfläche pro Person. Die Schweizer Wirtschaft könnte von dieser Verlagerung profitieren, indem sie neue Produkte und Leistungen für den Verkehr entwickelt. Dank des Simulationsspiels verstehen die Anwender die Zielkonflikte und Synergien zwischen den Hauptakteuren besser, und erhalten Einblick in die damit verbundenen Energie- und Materialflüsse sowie die resultierenden systemischen Effekte.

Zentrale Herausforderungen sind Verhaltensänderungen (siehe Kapitel 2.5 **Nachhaltiges Verhalten**), die Machbarkeit institutioneller Massnahmen, die Lösung von Zielkonflikten, der Umgang mit Rebound-Effekten und die Suche nach einer gemeinsamen Sprache. Notwendig sind zum Beispiel Massnahmen, die Veränderungen im Reiseverhalten wie das Umsteigen auf alternative Verkehrsmittel auslösen, sowie eine CO₂-Abgabe auf Wohngebäude in der Schweiz.

Bedeutung und Auswirkungen
Das NFP 73 bietet einen Rahmen, in dem durch die Analyse verschiedener Szenarien interaktiv Wege in eine nachhaltigere Zukunft aufgezeigt werden können. Dies hat grosse politischer Bedeutung und verdeutlicht, wie wichtig es ist, über Prozesse und Erfahrungen bei der Transformation zu einer nachhaltigeren Wirtschaft nachzudenken.

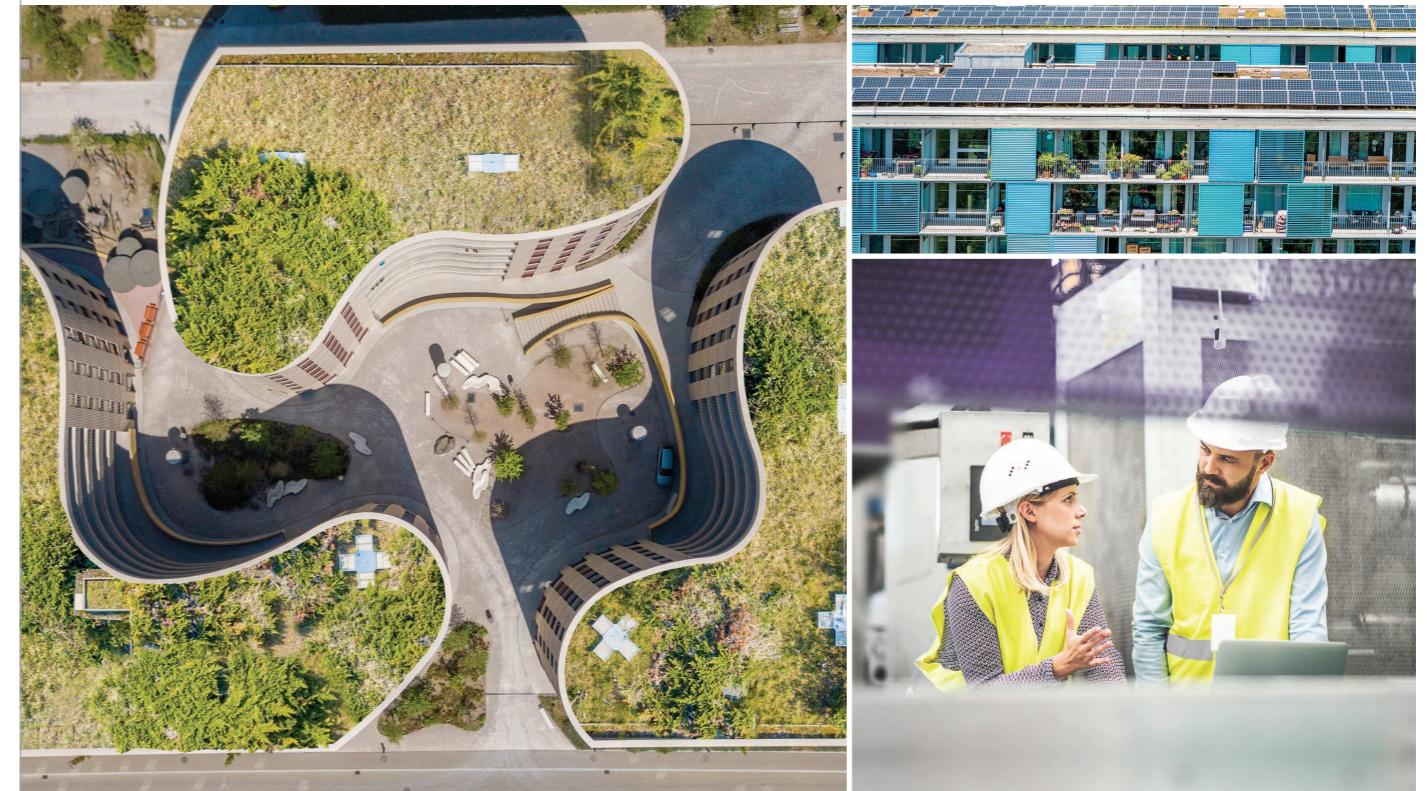


Abbildung 2: Massnahmen und Änderung der Lebensweise, um die Ziele für 2050 zu erreichen

Eine vom Projekt **Postfossile Städte** durchgeführte Materialflussanalyse (MFA) für den schweizerischen Wohngebäudepark bestätigt, dass eine Kombination aus CO₂-Abgabe, Gebäudeprogrammen und Verhaltensänderungen notwendig ist, um bis 2050 das Ziel der CO₂-Neutralität zu erreichen.

Die MFA zeigt, dass zur Erreichung der Ziele für 2050 folgende Massnahmen notwendig sind:

- 1 Sofortiger Beginn mit dem Bau von Wohngebäuden, die praktisch energieneutral sind.
- 2 Erhöhung der Renovationsquote von 1% auf 3%.
- 3 Renovation von Gebäuden auf den niedrigsten technisch möglichen Energiebedarf.
- 4 Schnelleres Ersetzen von Heizungen, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, mit Übergang zu einem vollständig fossilfreien Energiesystem bis 2050.

Beispiele für Änderungen im Lebensstil sind:

- 1 Geringere Wohnfläche pro Kopf (von 47 auf 41 m²/Kopf).
- 2 Präferenz für Mehrfamilienhäuser bei Neubauten.
- 3 Verringerung der beheizten Fläche durch Verzicht auf das Heizen von Räumen ausserhalb der Wohnräume (z.B. Treppenhaus, Keller, Estrich).
- 4 Raumtemperatur von maximal 20°C.

“ Die Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen bringt nachhaltige Lösungen hervor, die weit über das hinausgehen, was bei alleinigem Vorgehen möglich wäre. ”
Anonymer Industriepartner

2.3 Kreislaufwirtschaft und Bauwesen

Die Kreislaufwirtschaft muss ein breites Spektrum von Nachhaltigkeitszielen erfüllen. Wichtig sind dabei sowohl ökologische als auch gesellschaftliche und wirtschaftliche Aspekte.

Verschiedene Projekte liefern relevante Ergebnisse für die Kreislaufwirtschaft in der Schweiz. Sie generieren neues Wissen über Materialien und die industriellen Dimensionen der damit verbundenen Wertschöpfungsketten in der Kreislaufwirtschaft, von Kunststoffen bis zu Industrieabfällen.

Wohnen liegt im Kern des Alltagslebens und ist ein wesentliches Element der Nachhaltigkeit. Das Bauwesen spielt daher eine zentrale Rolle im System der Materialflüsse. Während von der zunehmenden Kreislauf- und Materialeffizienz in diesen Sektoren positive Umwelteffekte zu erwarten sind, gilt es in diesem Prozess auch die wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit zu berücksichtigen. Diese umfassende Sicht der Nachhaltigkeit muss ebenfalls für andere Sektoren gelten, z.B. für Kreislaufstrategien in der Wasserversorgung und im Gesundheitswesen.

Erste Ergebnisse der Projekte decken bei den Geschäfts- und Politikstrategien für die Kreislaufwirtschaft Wissenslücken auf, die durch die Entwicklung innovativer Wissenstools geschlossen werden können.

Im Projekt **Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft** wurden Umweltindikatoren für Kreislaufwirtschaftsketten in der Schweiz entwickelt. Mit Ökobilanz-Messungen (Life Cycle Assessment, LCA) wird der ökologische Wert beziffert, der dank Wiederverwendung, Wiederaufbereitung, Reparatur oder Recycling bewahrt wird. Für Isolations- und Verpackungsmaterial wird der durch effizientere Kreisläufe erzeugte finanzielle Wert quantifiziert. Mit einer Fallstudie zu Wärmeisolationsmaterial in Wohngebäuden in der Schweiz wurden Möglichkeiten zum Schliessen der Ressourcenkreisläufe identifiziert. Eine dynamische Materialflussanalyse (MFA) für diese Materialien

prognostiziert für das Jahr 2055 eine Recyclingquote von 10% bei unveränderten Bedingungen. Falls die Rückbaumethoden und die Schadstoffbeseitigung verbessert werden, würde die Recyclingquote auf 62% steigen und die Klimabelastung um 30% reduziert (siehe Abbildung 3). Ein weiterer Schwerpunktbereich ist die Wertschöpfungskette von Kunststoffverpackungen in der Schweiz unter Einbezug der internationalen Verbindungen. Derzeit werden die Mechanismen zur Neugestaltung dieser Wertschöpfungskette untersucht.

Das Projekt **Abstimmung von Ressourcenpolitik und Geschäftsstrategien im Bau-sektor** verbindet die systemdynamische Modellierung mit einer integrierten Bewertung der ökologischen und ökonomischen Auswirkungen von Geschäftsstrategien im Baustoffsektor. Der transdisziplinäre Forschungsansatz beruht auf einer engen Zusammenarbeit mit Partnern aus der Baubranche. Sowohl die systemdynamischen als auch die Bewertungsmodelle basieren auf MFA auf verschiedenen Stufen wie Unternehmen und Regionen. Erste Ergebnisse zeigen, dass die verschiedenen Strategien im Abfall- und Ressourcenmanagement und in der Siedlungsentwicklung einen starken Einfluss auf Entscheidungen in der Material- und Bauindustrie haben. Gewisse Anreize wirken jedoch gegensätzlich, was zu einer ineffizienten Nutzung der natürlichen Ressourcen führt.

Das Potenzial für Kreisläufe im Wohnungswesen wurde durch integrierte Modellierungen zu Mieterverhalten, Wohnungsmärkten und Umweltbelastungen im Projekt **Ökologischer Fussabdruck im Wohnungswesen** untersucht. Die Präferenzen der Mieter können vielfältige und manchmal negative Auswirkungen auf die Umsetzung nachhaltiger Strategien für das Wohnungswesen haben. Der ökologische Fussabdruck von Wohnbauten kann nicht

allein für sich betrachtet werden, weshalb es bei der Entwicklung nachhaltiger Strategien für Wohngebäude sowohl die Strategien der Eigentümer als auch die Wahlfreiheit der Menschen zu berücksichtigen gilt.

Spitäler sind nachhaltig, wenn über den gesamten Lebenszyklus die negativen Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft minimiert werden und der Nutzen optimiert wird. Mit dem Projekt **Ressourceneffizienz in Schweizer Spitälern** wurde eine umfassende Bewertung anhand von Indikatoren zum Material- und Energieverbrauch in Partnerspitälern durchgeführt. Zur Gewinnung repräsentativer Daten über den Ressourcenverbrauch in Schweizer Spitälern wurde eine gesamtschweizerische Befragung durchgeführt. Sie diente dazu, in Spitälern Abläufe zu identifizieren, die ein Optimierungspotenzial für mehr Nachhaltigkeit bieten. Dazu gehören zum Beispiel die Versorgung mit Energie, Lebensmitteln (Catering) und Medikamenten, eine effizientere Logistik und Innovationen wie Smart Labels zur Überwachung der Temperatur von wärmeempfindlichen Medikamenten über die gesamte Lieferkette.

Die Bedeutung kleiner, modularer Infrastruktursysteme für eine nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft wird im Projekt **Herausforderungen modularer Wasserinfrastrukturen** untersucht. Die Dynamik in der Industrie, mögliche Pilotmärkte und neue Gouvernanzmodelle können diese Systeme fördern. Es werden neue Methoden zur Kosten-Nutzen-Analyse entwickelt, um verschiedene Umsetzungsstrategien zu vergleichen. Berücksichtigt wird dabei ein ausgewogenes Verhältnis von Umwelt- und Gesellschaftsnutzen sowie wirtschaftlicher Machbarkeit. Die Chancen und Herausforderungen dieser neuen Optionen für die Schweizer Siedlungswasserwirtschaft werden unter Einbezug von Regulatoren und Versorgern erforscht.

Das Projekt **Labor für eine Kreislaufwirtschaft** definiert den Begriff der Kreislaufwirtschaft mit einem interdisziplinären Ansatz als Wirtschaftssystem, das Güter und Leistungen innerhalb der physikalischen und ökologischen Belastungsgrenzen der Erde produziert und so die Voraussetzung für das Wohl und die Gesundheit der Gesellschaft schafft. Zur Realisierung der ökologischen und ökonomischen Chancen der Kreislaufwirtschaft sind angepasste Geschäftsmodelle erforderlich. Es wurden 38 «Kreislaufmuster» identifiziert und kategorisiert, die Unternehmen helfen, nachhaltige Kreislaufösungen aufzubauen. Mit der anschaulichen «Circular-Canvas»-Methodik können verschiedene Geschäftsmodelle in einem Kreislauf-Ökosystem kombiniert werden und so das Verständnis und die Beurteilung der Machbarkeit für die Unternehmen verbessern.

Die Projekte unterstreichen, dass es in der Schweiz zunehmend «Kreislauf»-Ideen gibt und dass daraus neue Produkte, Verfahren und Geschäftsideen entstehen können. Beim Versuch, «First Mover» zu sein, gilt es einerseits Innovationsbarrieren aufgrund einer zögerlichen Anpassung der Regulierung an die Kreislaufwirtschaft zu berücksichtigen und andererseits Geschäftsmodelle dem Kreislaufansatz anzupassen. In Kombination mit der Beseitigung von politischen und regulatorischen Unsicherheiten kann eine strukturierte Interaktion zwischen Forschung und Akteuren aus Industrie, Politik und Gesellschaft die Risiken für Unternehmen der Kreislaufwirtschaft reduzieren.

Eine weitere gemeinsame Erkenntnis der verschiedenen Projekte ist, dass Kreisläufe nicht zwingend Nachhaltigkeit bedeuten. Deshalb ist für die einzelnen Strategien zu belegen, dass ihre ökologischen und sozioökonomischen Auswirkungen nachhaltig sind, was auch beinhaltet, dass sie den Menschen Wahlfreiheit bieten und der Nutzen fair geteilt wird.

Chancen und Herausforderungen

Herausforderungen für eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft bestehen insbesondere

in den Wertschöpfungsketten des Bau- und Wohnungswesens, da diese Sektoren enorme Materialmengen verarbeiten und ihnen für eine nachhaltige Wirtschaft eine Schlüsselrolle zukommt.

In der Baubranche sind aktuell die Preise für Kies in vielen Regionen der Schweiz niedrig, weshalb aus Kostengründen aufgearbeitete Bauabfälle verdrängt werden. Regulatorische Hürden für Sekundärbaustoffe wirken in dieselbe Richtung und verhindern, dass sich der Kreislauf schliesst. Daher dürfte die Reduktion ökologischer Auswirkungen von Kies und Beton unter anderem von einem verantwortungsvollen Umgang mit Primärrohstoffen und von den Bestimmungen zur Landnutzung abhängen.

Der Bausektor muss genügend Wohnraum für die weiterwachsende Bevölkerung in der Schweiz bereitstellen, gleichzeitig aber Änderungen im Lebensstil und höheren Umwelтанforderungen Rechnung tragen. Die Mieterpräferenzen haben jedoch ein hohes Gewicht, und diese zu verstehen,

ist eine Voraussetzung für die Konzeption von Wohnungen, die Marktpotenzial haben und gleichzeitig nachhaltig sind.

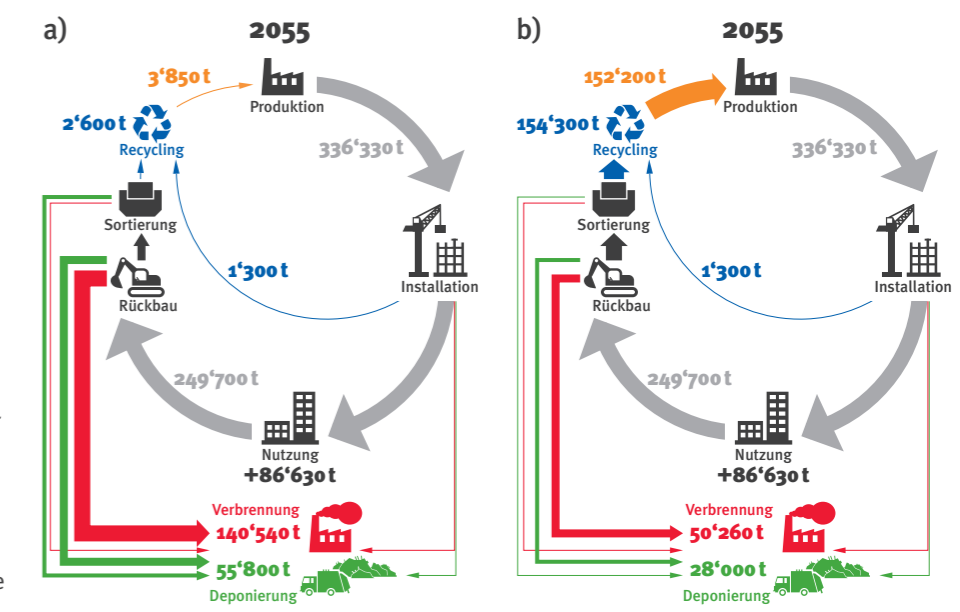
Bedeutung und Auswirkungen

Bei den meisten Projekten werden die üblichen Grenzen zwischen den Disziplinen und zwischen Wissenschaft und Praxis gesprengt, um zukunftsweisende Lösungen und praxisorientierte Werkzeuge bereitstellen zu können. In gewissen Fällen sind die Ergebnisse insofern neu, als eine spezifische Anwendung entwickelt wird, in anderen Fällen sind die Methoden neu, zum Beispiel eine Kombination von verschiedenen Modellierungen. Es wurden und werden weiterhin neue Datensätze und Informationsgrundlagen erstellt, die verschiedenen Anwendern zur Verfügung stehen sollen.

An den Projekten sind Partner aus der Industrie beteiligt, die aktiv zur Forschung beitragen. Im Rahmen der Projekte wurden zahlreiche Workshops und Diskussionen durchgeführt, die zeigten, dass sich diese Partner sehr stark einbringen.

Abbildung 3: Zwei Szenarien zu Isolationsmaterialien und Recyclingquoten für 2055

Das Projekt **Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft** zeigt die Isolationsmaterialflüsse im Jahr 2055 (a) für das Grundszenario und (b) für ein Szenario mit intensiverem Recycling.



“ Die Messung und Überwachung sowohl des Materialverbrauchs als auch der dadurch verursachten Umweltauswirkungen ist zentral für eine erfolgreiche Umstellung auf nachhaltige Lieferketten.
 Anonymer Experte ”

2.4 Lieferketten

Nachhaltige Lieferketten minimieren die negativen ökologischen und gesellschaftlichen Auswirkungen und die Gefahr von Versorgungsunterbrüchen.

Der Bund, staatliche Versorgungsbe- triebe, Unternehmen und die Indus- trie sind bei der Optimierung ihrer Lieferketten zu mehr Nachhaltigkeit mit unterschiedlichen Herausforde- rungen und Chancen konfrontiert.

Das Import-BIP-Verhältnis von 54% im Jahr 2018 zeigt, dass die Schweizer Wirt- schaft stark von den globalen Märkten abhängt. Das Wissen über die Risiken der globalen Schweizer Lieferketten und ihrer Auswirkungen auf die Nachhaltig- keit ist jedoch lückenhaft. Zur Optimie- rung der Nachhaltigkeit von Schweizer Lieferketten muss der Bedarf an Daten, Nachhaltigkeitsstandards und Risiko- bewertungsansätzen der privaten und staatlichen Akteure abgeklärt werden, auch sind rechtliche Hürden zu berück- sichtigen. Mit dem NFP 73 werden mehrere dieser Fragen erforscht.

Pro Kopf gehören die Umweltauswir- kungen der globalen Lieferketten der Schweiz weltweit zu den höchsten.

Zur Beurteilung der Risiken sowie der öko- logischen und sozialen Auswirkungen des Schweizer Liefernetzwerks benötigt die Poli- tik umfassende, aggregierte und regelmä- sig aktualisierte Daten. Den Ausgangs- punkt des Projekts **Transparente Umweltbe- wertung und Nachhaltigkeitsanalyse des Schweizer Endverbrauchs** bildet die Er- kenntnis, dass die Schweizer Lieferketten in bestehenden Datenbanken wie ecoinvent, Exiobase oder Social Hotspots Database un- vollständig vertreten und die Daten inkon- sistent sind. Mit ergänzenden Datensätzen, kritischen Überlegungen und Simulations- modellen wird die Datenauflösung und -vollständigkeit verbessert und die Unsi- cherheit in den Datensätzen reduziert.

Ein weiterer Ansatzpunkt besteht in einem Fokus auf ausgewählte Lieferketten. Damit lassen sich quantitative und qualitative sozioökonomische Bedingungen bestim- men, die einen Einfluss auf die Nachhaltig- keit haben.

Beim Projekt **Nachhaltigere Wertschöp- fungsketten** liegt der Fokus auf Kakao- farmen, die zwei Schokoladehersteller in der Schweiz beliefern. Die ersten Ergeb- nisse, die auf LCA und Originaldaten von 200 Kakaofarmen basieren, zeigen bei vergleichbaren Betrieben der Lieferkette grosse Unterschiede hinsichtlich Bio- diversität, Kinderarbeit und Geschlechter- gleichstellung. Zentral ist die Erkenntnis, dass Transparenz zwischen den Akteuren der Wertschöpfungskette ein Schlüssel- faktor für mehr Nachhaltigkeit bei Klein- bauern ist, da dies langfristige Beziehun- gen fördert. Solche Beziehungen sind eine Voraussetzung für gezielte Investitionen in den Aufbau von Kapazitäten zur wirk- samen Bewältigung sozialer und ökologi- scher Herausforderungen.

In der Schweiz werden jährlich über 40 Milliarden Franken für öffentliche Beschaffungen ausgegeben, was 8,5% des Endkonsums entspricht. Mit dem Projekt **Nachhaltigkeit im öffentlichen Be- schaffungswesen** wird untersucht, wie die öffentliche Beschaffung in der Schweiz ge- regelt ist, welche Anreize und Hemmnisse von der aktuellen Regulierung ausgehen und wie diese geändert werden muss, damit sie ein nachhaltiges Beschaffungs- wesen fördert. Das Projekt stellte fest, dass der Detaillierungsgrad zur Berücksichtigung der Nachhaltigkeit bei öffent- lichen Ausschreibungen insbesondere in der Europäischen Union nicht geeignet ist für das Beschaffungsvolumen, die Art der

beschafften Produkte und die Entschei- dungskultur in der Schweiz. Die Liste der Nachhaltigkeitsindikatoren, die derzeit im öffentlichen Beschaffungswesen der EU verwendet wird, ist zu lang und bürokra- tisch und als Benchmark für die Schweiz nicht zu empfehlen. Die freiwillige Norm ISO 20400 funktioniert gut, ist aber in Bezug auf Nachhaltigkeit eher allgemein gehalten. Das Projektteam erarbeitete deshalb eine Liste mit 10 thematischen Nachhaltigkeitsindikatoren, spezifischen Teilindikatoren und einem Entschei- dungsbaum. Dies gewährleistet einen angem- esenen Detaillierungsgrad bei öffentlichen Ausschreibungen für nachhaltige Aufträge und lässt den Vergabestellen im Einzelfall genügend Spielraum und Verantwortung.

Das Projekt **Nachhaltigkeitsfussabdruck der Schweiz** zeigt, dass die Treibhausgas- emissionen der globalen Lieferketten des Schweizer Konsums, die sogenannten kon- sumbasierten Emissionen, pro Kopf welt- weit zu den höchsten gehören und weit höher sind als die Emissionen der Schweiz, die sogenannten produktionsbasierten Emissionen. Dasselbe gilt für den ökologi- schen Fussabdruck anderer Elemente des schweizerischen Endkonsums wie Land- oder Wasserverbrauch. Bei CH₄ und CO₂ wirkt sich ein Wirtschaftswachstum stärker auf die konsumbasierten Emissionen aus als auf die produktionsbasierten. Viele Schweizer Unternehmen wenden zur Min- derung ihrer Umweltauswirkungen eigene Nachhaltigkeitsstandards an (siehe Ab- bildung 4). Diese sind aber je nach Bran- che unterschiedlich verbreitet und ausgestat- tet. Viele Nachhaltigkeitsstandards, insbesondere im Landwirtschafts- und Kosmetikbereich, geben einheimischen Produkten den Vorrang, was zu Konflikten mit dem Handelsrecht führen kann.

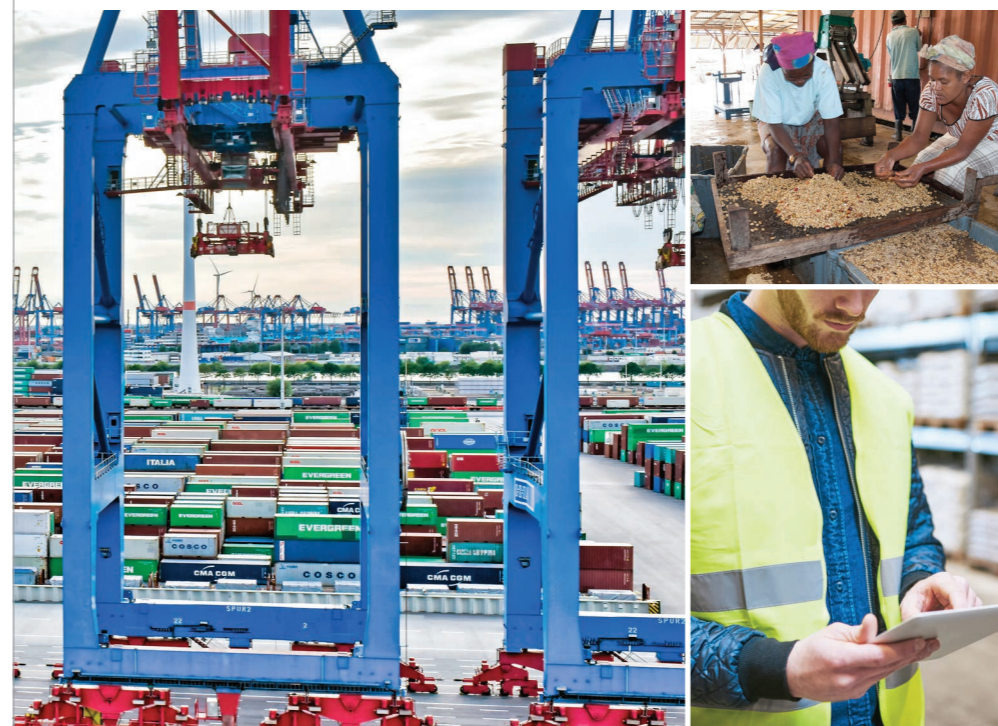
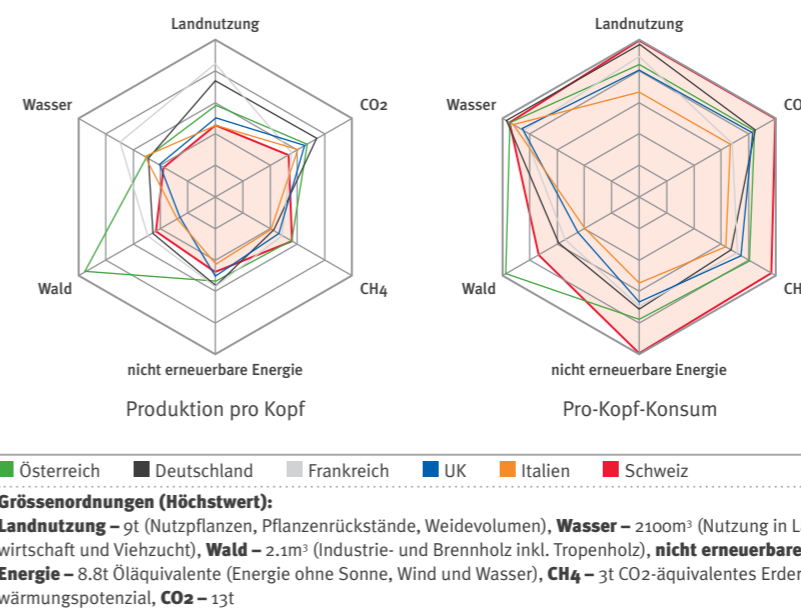


Abbildung 4: Ökologischer Fussabdruck der Schweiz

Das Projekt **Nachhaltigkeitsfussabdruck der Schweiz** zeigt beim ökologischen Fussabdruck pro Kopf grosse Unterschiede zwischen Produktion und Konsum. Dies bedeutet, dass der Fussabdruck der Importe grösser ist als der Fussabdruck der Inlandproduktion.



Chancen und Herausforderungen
 Neue Berechnungsmethoden dürften es künftig ermöglichen, die Risiken und die Nachhaltigkeit der globalen Schweizer Lieferketten zuverlässig und umfassend zu bewerten. Im Rahmen von gemeinsamen Projekten mit Forschenden können Schweizer Unternehmen die Nachhaltigkeit ihrer Zulieferer detailliert analysieren und die Nachhaltigkeit der Lieferkette in ihre Geschäftsmodelle integrieren. Auch öffent- liche Beschaffungsstellen und die Regulie- rungsbehörden erhalten damit zuverlässige Orientierungshilfen, damit sie sich in der komplexen Regulierungslandschaft zu- rechtfinden und die Bestimmungen so anpassen können, dass diese zu mehr Nachhaltigkeit beitragen. Herausforderun- gen sind dabei die enorme Komplexität der globalen Lieferketten, der ökologischen und sozialen Auswirkungen sowie der bestehenden Regulierungen zur Ent- kopplung von Wirtschaftswachstum und Umweltauswirkungen. Schlüsselemente zur Bewältigung dieser Herausforderungen sind Investitionen ins Sozialkapital, Trans-parenz und das richtige Gleichgewicht zwischen Standardisierung und Flexibilität sowie ein kohärenter Rechtsrahmen.

Bedeutung und Auswirkungen
 In den vergangenen Jahrzehnten haben viele einkommensstarke Länder wie die Schweiz Produktionskapazitäten in Niedriglohnländern mit tieferen Umwelt- und Sozialstandards ausgelagert. Die Risiken dieses Ansatzes wurden in der COVID-19-Pandemie deutlich: Im Gesun- deitswesen sind wichtige Schutzausrüs- tungen und medizinische Geräte knapp, die Preise explodieren und die Politik über- legt, Unternehmen im eigenen Land zur Pro- duktion dringend benötigter medizinischer Güter zu zwingen. Die Ergebnisse dieser Projekte werden der Schweizer Politik und den Schweizer Unternehmen helfen, die globalen Lieferketten in ihre Reporting- systeme einzubeziehen, die Risiken und die Nachhaltigkeit dieser Ketten im Auge zu behalten und rechtliche und wirtschaft- liche Herausforderungen anzugehen.

“ Es war für mich sehr hilfreich, regelmässig Angaben zu meinem Stromverbrauch zu erhalten und zu sehen, wie weit ich von meinem Ziel entfernt bin. Ich habe mir mehr Gedanken über mein Verhalten und die Auswirkungen auf den Stromverbrauch gemacht. ”

Anonymer Mieter eines teilnehmenden Haushalts

2.5 Nachhaltiges Verhalten

Das Verhalten der Unternehmen und Menschen spielt bei der Umstellung auf eine nachhaltige Wirtschaft eine Schlüsselrolle.

Politische Massnahmen und technologischer Fortschritt sind wichtige Faktoren auf dem Weg zu mehr Nachhaltigkeit. Letztendlich wird es jedoch vom Verhalten der Unternehmen und der Bevölkerung abhängen, ob solche Massnahmen Wirkung zeigen und die Wirtschaft nachhaltiger wird oder nicht.

Manchmal werden umweltfreundliche Produkte oder Technologien selbst dann nicht konsumiert oder genutzt, wenn sie erschwinglich sind. In anderen Fällen sind die Effizienzgewinne bei der Nutzung natürlicher Ressourcen aufgrund von Rebound-Effekten massiv geringer als erwartet. Manchmal sind Umweltmassnahmen aufgrund unerwarteter Verhaltenseffekte wirkungslos, oder sie verursachen unbeabsichtigte negative Auswirkungen. Mit den Projekten im Rahmen des NFP 73 wird das Verhalten der Menschen und der Unternehmen analysiert und in Erfahrung gebracht, wie es in Richtung einer nachhaltigen Wirtschaft ausgerichtet werden kann.

Umweltidentität und -bewusstsein bestimmen das Verhalten von Menschen, und nachhaltige Entscheidungen in einem Bereich wirken sich nicht negativ auf andere Bereiche aus. Auch beeinflussen Verhaltensänderungen Geschäftsentscheidungen.

Das nachhaltige Verhalten von Menschen und Unternehmen wird in fünf miteinander zusammenhängenden Forschungsprojekten untersucht – drei davon haben erste Ergebnisse bereitgestellt. Das Hauptziel des Projekts **Der Einfluss von Umweltidentitäten** besteht darin, zu analysieren, was eine Umweltidentität ausmacht und wie diese Identität aktiviert und dadurch nachhaltiges Verhalten gefördert werden kann. Erste Ergebnisse weisen darauf hin, dass zumindest kurzfristig Informationen über die ökologischen Folgen persönlicher

Entscheidungen einen grösseren Einfluss auf nachhaltiges Verhalten haben als auf persönliche Werte. Mit anderen Worten: Unabhängig von der Umwelteinstellung einer Person hat es höchstwahrscheinlich einen Einfluss auf ihr ökologisches Verhalten, wenn sie an ihre Verbindung zur Natur erinnert wird.

Während sich dieses erste Projekt auf die Einflussfaktoren individueller Entscheidungen konzentriert, wird im Projekt **Nachhaltiges Konsumverhalten** untersucht, ob Verhaltensänderungen in einem Bereich positive oder negative Auswirkungen auf das Verhalten in anderen Bereichen haben. Erste Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Spillover-Effekte nicht negativ sind, sondern eher in eine positive Richtung gehen dürften, z.B. dass Stromsparen auch zu einem geringeren Wasserverbrauch führt (siehe Abbildung 5). Dabei scheinen gewisse Cluster von Umweltverhaltensweisen enger miteinander zusammenzuhängen als andere. Zum Beispiel hängen Stromsparen und Wassersparen eher zusammen als Stromsparen und Recycling. Die Wirksamkeit politischer Massnahmen zur Förderung der Nachhaltigkeit scheint im Wesentlichen von direkten Wirkungen abzuhängen und nicht durch unerwünschte Nebeneffekte geschmälert zu werden.

Fördern Verhaltensmechanismen, die Personen dazu motivieren, weniger natürliche Ressourcen zu verbrauchen (sogenannte «Nudges»), auch umweltfreundliche Geschäftslösungen? Mit dem Projekt **Sanfte Schubser für KMUs** werden anhand von Verhaltensexperimenten Geschäftsentscheidungen untersucht, um in Erfahrung zu bringen, wie sich mit Nudges das Verhalten von Unternehmen lenken lässt. Erste Ergebnisse zeigen, dass Nudges in Form von ökologischen Informationen und finanziellen Anreizen bei kleinen und mit-

tlern Unternehmen (KMU) zu funktionieren scheinen. Eine wirksame Motivation für nachhaltiges Verhalten sind Informationen über ökologisch vorbildliche Konkurrenzunternehmen, mit denen sich ein Unternehmen vergleichen kann. Bereits ein geringer zeitlicher oder finanzieller Aufwand hält KMU allerdings davon ab, Massnahmen für mehr Nachhaltigkeit zu ergreifen. Wenn Mitarbeitende in die Massnahmen für mehr Nachhaltigkeit einbezogen werden, kann dies einen positiven Spillover-Effekt auf spätere Entscheidungen haben, was die vorläufigen Ergebnisse bestätigen würde, dass keine signifikanten negativen Spillover-Effekte ausgelöst werden.

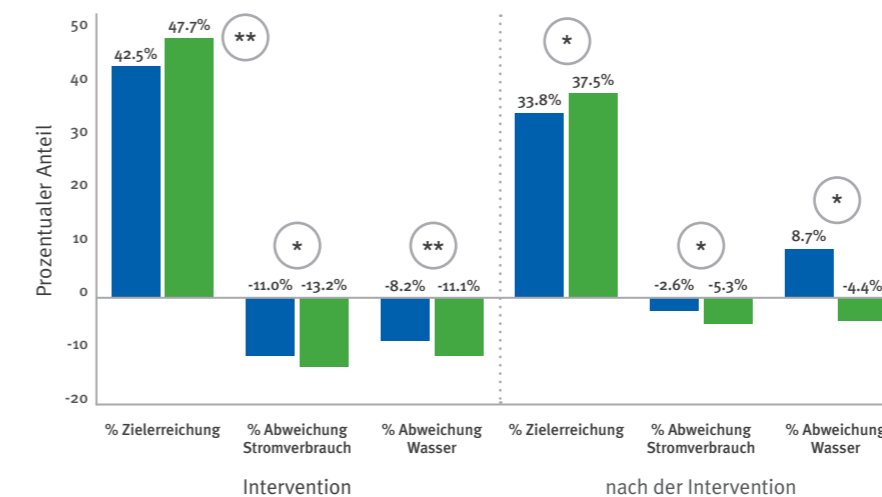
Die bisherigen Ergebnisse der Forschungsprojekte zeigen, dass sich politische Massnahmen direkt auf das Verhalten von Menschen und Unternehmen auswirken und zu einer nachhaltigeren Nutzung von Ressourcen beitragen können. Ein nachhaltigeres Verhalten in einem Bereich wirkt sich nicht durch Spillover-Effekte negativ auf andere Bereiche aus. Umweltpolitische Massnahmen müssen jedoch sorgfältig ausgestaltet sein, da Unternehmen bereits auf geringe Zusatzkosten empfindlich reagieren und bei Haushalten die Gefahr besteht, dass sie technologische Fortschritte durch Verhaltensänderungen kompensieren.

Zwei weitere Projekte werden die Untersuchungen zu den Motivationen und Hürden für ein nachhaltiges Konsumentenverhalten ergänzen. Das Projekt **Rebound Effekte der Sharing Economy** untersucht die Netto-Umwelteffekte beim Peer-to-Peer-Sharing und prüft Massnahmen zur Maximierung der positiven Effekte bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Rebound-Effekten. Analog werden mit dem Projekt **Lebensdauererlängerung für Mobilgeräte** Verhaltensmassnahmen der Konsumenten für eine längere Nutzungsdauer zum Beispiel von Smartphones analysiert.



Abbildung 5: Keine negativen Spillover-Effekte von Stromeinsparungen auf den Wasserverbrauch

Im Projekt **Nachhaltiges Konsumverhalten** wurde ein Feldexperiment durchgeführt, bei dem Haushalte Anreize zur Reduktion des Stromverbrauchs erhielten. Die teilnehmenden Haushalte (grüne Balken) reduzierten ihren Energieverbrauch stärker als Haushalte, die sich kein Stromsparziel gesetzt hatten (Kontrollgruppe, blaue Balken).



■ Kontrollgruppe ■ Teilnehmenden Haushalte

Wilcoxon Mann-Whitney-Tests an unabhängigen Beobachtungen (Haushalten) zur Bestätigung der Unterschiede zur Kontrollgruppe: *90% Signifikanz **95% Signifikanz ***99% Signifikanz

Chancen und Herausforderungen

Herausforderungen sind der begrenzte Einfluss des Konsumverhaltens sowie die Tatsache, dass bisher vor allem kurzfristige Wirkungen gemessen wurden, während die langfristigen Effekte noch quantifiziert werden müssen. Chancen ergeben sich daraus, dass Massnahmen, die ein nachhaltigeres Verhalten der Haushalte fördern, ohne negative Spillover-Effekte zu funktionieren scheinen. Die Erkenntnis, dass Nudges in Geschäftsmodelle integriert werden können, um Reboundeffekte zu verhindern, eröffnet weitere Chancen.

Bedeutung und Auswirkungen

Erste Ergebnisse weisen darauf hin, dass freiwillige Ansätze die herkömmlichen Strategien – staatliche Vorschriften und Kontrollen sowie Lenkungsmaßnahmen wie Umweltabgaben – sinnvoll ergänzen können. Nachhaltige Verhaltensweisen können gefördert werden, indem zum Beispiel mit Sensibilisierungskampagnen das Denken der Menschen beeinflusst oder indem mit langfristigeren Ansätzen wie Erziehungsprogrammen ihre Umweltidentität geprägt wird. Dabei wurden keine negativen Spillover-Effekte beobachtet. Dies bedeutet, dass die Kosten gezielter staatlicher Aktionen für mehr Nachhaltigkeit keine Mehrkosten durch Kompensationseffekte in anderen Bereichen auslösen. Analog können verhaltensökonomische Anstösse (Nudges) ein nachhaltiges Verhalten bei den KMU fördern, insbesondere Informationen zu ihrem Abschneiden gegenüber anderen.

“ Die Analyse verdeutlicht die Notwendigkeit, bei der Bewertung der Nachhaltigkeit verschiedener Ernährungsstile vielfältige Indikatoren zu berücksichtigen. ”
Canxi Chen, Forscherin im Projekt Ernährungs- und Umweltauswirkungen des schweizerischen Lebensmittelverzehrs.

2.6 Landwirtschaft, Ernährung und Forstwirtschaft

Eine Ökosystemtransformation in Richtung zu mehr Nachhaltigkeit bedingt den Einbezug der Personen, die solche Leistungen konsumieren, in gemeinsame Strategien der Produzenten.

Land- und Forstwirtschaft produzieren Waren und Dienstleistungen für die Gesellschaft. Die Lebensmittelproduktion belastet jedoch die natürlichen Ressourcen, die Umwelt und die Gesellschaft.

Es sind Aktionen und Verhaltensänderungen in und von der Schweiz nötig, die den Übergang zu einer nachhaltigen Landnutzung fördern. Potenzielle Synergien und Zielkonflikte müssen von der Land- und Forstwirtschaft, der Lebensmittelindustrie und der Politik erkannt und berücksichtigt werden. Im Rahmen des NFP 73 werden mit neuartigen Daten, Methoden und Ergebnissen aus Pilotprojekten wissenschaftliche Erkenntnisse mit dem Ziel gewonnen, diese Synergien und Zielkonflikte zu identifizieren und die Entwicklung nachhaltiger Land- und Forstwirtschaftsmethoden zu erforschen.

Ein verbindendes Element der Projekte besteht in der transdisziplinären Zusammenarbeit mit relevanten Akteuren. Dies gewährleistet die Entwicklung eines robusten Instrumentariums zur Unterstützung einer nachhaltigen Landnutzung.

Das Projekt **Zusammenspiel von Ökonomie und Ökologie in Schweizer Landwirtschaftsbetrieben** zeigt zwischen den Betrieben in der Schweiz substanzielle Unterschiede bezüglich Umweltwirkungen und Wirtschaftlichkeit auf. Dies weist darauf hin, dass Optimierungspotenzial besteht, das die Betriebe mit Best Practices ausschöpfen könnten. Die Performance verschiedener Input-Output-Produktionssysteme auf der Stufe der Produktgruppen wird bewertet, indem die Ökoeffizienz auf Produktstufe gemessen wird, d.h. die Produktion wird mit Indikatoren zu den Umweltauswirkungen ins Verhältnis ge-

setzt. Es sind sowohl Synergien als auch Zielkonflikte zwischen Umwelt- und Wirtschaftsleistung zu beobachten. Die Ökoeffizienz kann je nach Produktgruppe sowohl innerhalb eines Betriebs als auch zwischen Betrieben variieren.

Im Projekt **Digitale Innovationen für eine nachhaltige Landwirtschaft** werden experimentelle und wirtschaftliche Analysen kombiniert, um zu erforschen, wie der ökologische Fussabdruck der Landwirtschaft verkleinert werden kann. Es braucht räumlich und zeitlich hochauflösende Beobachtungsdaten, damit Düngemittel im Sinne einer klimaverträglichen Landwirtschaft optimaler eingesetzt werden können. Wirtschaftlichkeitsanalysen zeigen, dass Daten von drohnenbasierten Monitoringsystemen zu einem sparsameren Düngereinsatz beitragen. Der Wert solcher Informationen ist allerdings für den einzelnen Schweizer Landwirtschaftsbetrieb unter den aktuellen Bedingungen eher gering. Deshalb wird die Effizienz und Wirksamkeit von Strategien für die Präzisionslandwirtschaft in der Schweiz davon abhängen, wie die Betriebe bei der Anwendung neuer Technologien zusammenarbeiten und ob sie von den Anbietern so unterstützt werden, dass sie den relativ geringen Nutzen ausschöpfen können. Dies könnte Bedenken über die Marktmacht und die Datenhoheit aufwerfen.

Im Projekt **Ernährungs- und Umweltauswirkungen des schweizerischen Lebensmittelverzehrs** wurde ein neuartiges Rahmenwerk entwickelt: Unter Verwendung von LCA wurde eine multiindikatorbasierte Umwelt- und Ökosystemfolgenabschätzung mit einer Bewertung zur Qualität und Erschwinglichkeit von Lebensmitteln

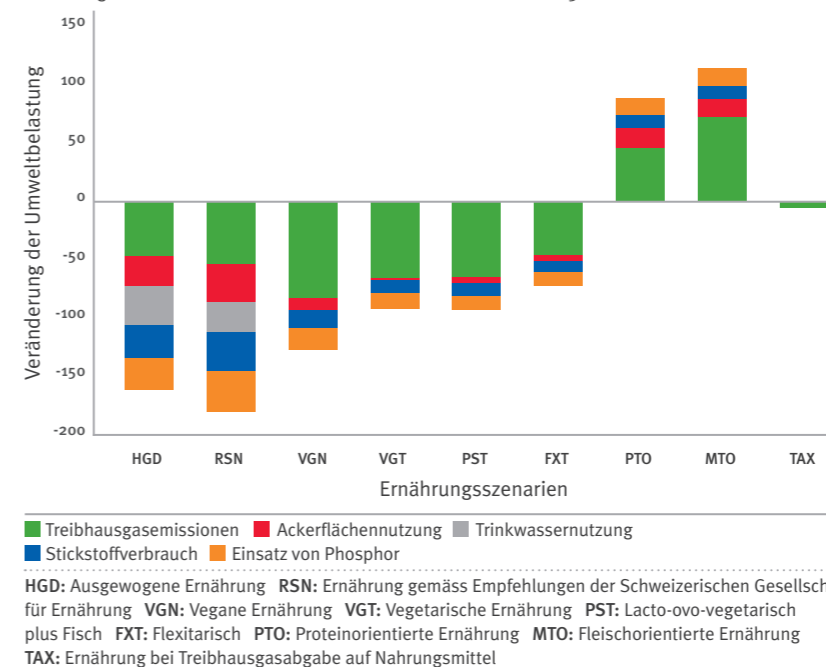
kombiniert. Mit dem neuen Wissen über das Schweizer Ernährungssystem und seine Auswirkungen stehen klarere und «fairere» Nachhaltigkeitsanalysen zur Verfügung. Gemäss diesen Ergebnissen würde eine Ernährung gemäss den Empfehlungen der Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE) die Umweltauswirkungen um 36% reduzieren, die Kosten um 33% senken und die Gesundheitsauswirkungen um 2,7% verbessern (siehe Abbildung 6). Um unsere Ernährung nachhaltig zu gestalten, müssten wir erheblich weniger Fleisch und Pflanzenöle konsumieren, weniger Getreide, Knollengemüse und Fischprodukte essen und gleichzeitig den Konsum von Hülsenfrüchten, Nüssen, Kernen, Früchten und Gemüse erhöhen.

Globale Trends und regionale Veränderungen bedeuten für die nachhaltige Bereitstellung von Ökosystemleistungen in Schweizer Wäldern eine Herausforderung. Mit dem Projekt **Ökosystemleistungen von Wäldern** werden bestehende Waldmodelle so angepasst, dass nachhaltige Lösungen für die Waldbewirtschaftung entstehen. Erste Ergebnisse zeigen, dass Schweizer Wälder sehr empfindlich auf den Klimawandel reagieren. Insbesondere müssen Fichtenbestände ausserhalb ihres natürlichen Habitats in «hitzebeständigere» Wälder umgewandelt werden. Es werden Indikatoren sowohl für die Holzwirtschaft als auch für diverse Ökosystemleistungen wie Kohlenstoffbindung, Schutzfunktion und Biodiversität analysiert. Die Modelle sind so ausgestaltet, dass sie sich als Entscheidungshilfetool eignen, und sie werden iterativ mit Fachleuten aus der Praxis getestet. So können Strategien zur Bereitstellung von Ökosystemleistungen auf regionaler bis auf nationaler Ebene ex-ante getestet werden.



Abbildung 6: Szenarien zum Ernährungsstil und Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit

Mit dem Projekt **Ernährungs- und Umweltauswirkungen des schweizerischen Lebensmittelverzehrs** wurde der ökologische Fussabdruck von neun verschiedenen Ernährungsstilen im Vergleich mit der heutigen Ernährung analysiert. Eine Umstellung von der heutigen Ernährung auf die von der SGE empfohlene Ernährung führt zur grössten Reduktion des Fussabdrucks mit durchschnittlich -36% für die fünf untersuchten Bereiche.



Das Projekt **Versicherungswerte von Waldökosystemen** analysiert, wie eine nachhaltige Waldbewirtschaftung zur Gefahrenprävention beitragen und im Sinne einer innovativen Versicherungslösung finanziell interessant sein kann. Mit dem Projekt konnten verschiedene Waldbewirtschaftungslösungen definiert werden, mit denen sich die gravitativen Naturgefahren für weiter unten liegende Wirtschaftsgüter reduzieren lassen. Der Schutz vor Naturgefahren wurde sowohl durch ein spezielles Steinschlagsimulationsmodell als auch mit Feldexperimenten nachgewiesen. Die wirtschaftliche Komponente des Projekts zeigt, dass bei den Haushalten die Bereitschaft besteht, Waldeigentümer für zusätzliche Waldbewirtschaftungsleistungen zu entschädigen, die der Prävention von Lawinen und Steinschlag dienen. Derzeit werden die potenziellen Erfolgsfaktoren für die Entwicklung eines operativen Geschäftsmodells gemeinsam mit Fachleuten aus der Praxis untersucht, und es wurden förderliche institutionelle Rahmenbedingungen identifiziert, teilweise anhand empirischer Erkenntnisse.

Im Projekt **Zielkonflikte in der Forstwirtschaft** wurde ein allgemeinerer Rahmen zur Analyse von Konflikten entwickelt. Als Beispiel wurde die Waldrodung zur Schaffung von Infrastruktur für eine nachhaltige Wirtschaft in der Schweiz untersucht. Bisher wurden mit dem Projekt Informationen auf regionaler Ebene gesammelt, um die

rechtlichen Rahmenbedingungen zu beschreiben und bestehende Zielkonflikte aufzudecken. Die bisherigen Ergebnisse weisen darauf hin, dass der Übergang zu einer nachhaltigeren Wirtschaft in der Schweiz zu einem langsamen, aber kontinuierlichen Anstieg von Waldrodungen im Mittelland und in den Alpen geführt hat. Treiber sind dabei die erneuerbaren Energien und die Infrastruktur für den öffentlichen Verkehr. Nun werden Lösungsansätze zur Bewältigung von Zielkonflikten erarbeitet. Erste Ergebnisse weisen auf die Frage der Eigentümerstruktur in einem breiteren wirtschaftlichen Kontext hin. Dies könnte eine Gelegenheit für Instrumente, die auf Eigentumsrechten basieren, eröffnen.

Eine Transformation in Richtung Nachhaltigkeit erfordert vielseitige Ansätze, die abgestimmt sind auf den sozio-ökonomischen Kontext, die jeweiligen ökologischen Bedingungen und die kulturellen Unterschiede. Die Projektreihe ermöglicht Rückschlüsse von lokal angepassten Lernexperimenten auf das Verhalten grösserer Populationen. Das Ziel von mehr Nachhaltigkeit im Kontext des Schweizer Landnutzungssystems erfordert Verhaltensänderungen, die auf eine kritische Masse skalierbar sind, damit eine breiter angelegte Transformation stattfinden kann. Die im Rahmen des NFP 73 entwickelten Daten und Instrumente können eine solche Transformation wirkungsvoll begleiten.

Chancen und Herausforderungen

Veränderungen im Lebensstil, neue Technologien und eine sich rasch wandelnde natürliche Umgebung bieten der Wissenschaft die Chance, evidenzbasierte Impulse für gesellschaftliche Veränderungen zu entwickeln. Hemmend könnten sich Bedenken über einen Missbrauch von Daten über Landwirtschaftsbetriebe sowie rechtliche Rahmenbestimmungen zur Verwendung neuer Technologien erweisen. Akzeptanzprobleme stellen sich allenfalls auch bei wissenschaftlichen Erkenntnissen, die aus neuen Datenquellen gewonnen werden. Gleichzeitig ermöglichen diese Erkenntnisse eine stärker integrierte Politik zur Regelung der Ressourcenbewirtschaftung, des Lieferkettenmanagements und des Konsumverhaltens. Die Projekte unterstützen die Bewusstseinsbildung und die Quantifizierung des Nutzens von Lösungen aus der Natur, sowohl in finanzieller Hinsicht als auch in Bezug auf den Respekt vor dem unschätzbaren Beitrag der Natur für die Menschen.

Bedeutung und Auswirkungen

Die Projekte tragen mit neu erarbeitetem Wissen und Nachweisen dazu bei, dass lokal angepasste Ökosystemleistungen auf allgemeinere Entscheidungsprozesse im privaten und öffentlichen Bereich übertragbar sind. Konsistente lokale oder nationale Beiträge zu den SDG scheinen in den Bereichen Landwirtschaft, Ernährung und Forstwirtschaft wichtig. Entscheidungsprozesse zur Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen bergen die Gefahr von Zielkonflikten zwischen verschiedenen Ökosystemen. Dies gilt beispielsweise für Wälder, Felder und Landwirtschaftsbetriebe ebenso wie für Konsumententscheidungen. Deshalb präsentieren die Projekte ein «Was-ist-wenn»-Szenario für Landnutzungsentscheidungen, die heute getroffen werden müssen, deren Nutzen und Risiken aber erst sehr viel später eintreten werden. Mit den Projekten werden Erkenntnisse gewonnen, die eine Voraussetzung dafür sind, dass die Industrie massgeschneiderte Produkte herstellen kann, dass die politischen Instrumente wirksamer und präziser werden und dass die Variabilität der Ökoeffizienz verstanden und quantifiziert werden kann.

Beitrag des NFP 73 zur Agrarpolitik ab 2022 (AP 22+)

Wie kann die umweltfreundliche Produktion gestärkt und die Zukunft der Bauern gesichert werden?

Aus dem NFP 73 sind Beiträge zu erwarten, wie diese beiden Ziele der AP22+ effizient erreicht werden können. Welche neuen Technologien spielen eine Rolle, welche nicht, und welche Politikmassnahmen begünstigen eine Zielerreichung? Es steht der effizientere Einsatz von Stickstoff, Pflanzenschutzmitteln als auch die Reduktion von Treibhausgasemissionen im Vordergrund.

Des Weiteren sind Hinweise zu erwarten, welche Betriebe aus ökonomischer und ökologischer Perspektive besonders günstig abschneiden, was die Erfolgsfaktoren sind und wie sie sich verbessern können. Dies erlaubt Schlüsse für die Umsetzung der AP22+.

3. Bedeutung des NFP 73 für die Praxis

3.1 Brücken schlagen zwischen Forschung und Privatsektor

Innovationen für eine nachhaltige Wirtschaft erfordern häufig Systemänderungen, von denen ganze Industriezweige betroffen sind.

Die Projekte im Rahmen des NFP 73 berücksichtigen dies und bauen Brücken zwischen Forschung und Industrie. Dieses Kapitel präsentiert Beispiele von Projekten mit einer Zusammenarbeit zwischen Forschung und Privatwirtschaft.

Mehr als 11 Branchen und 60 Unternehmen sind am Programm beteiligt. Mehrere Forschungsprojekte messen die Auswirkungen neuer Technologien oder erarbeiten neue Geschäftsmodelle für die Bereiche Ökodesign, Recycling, Aufbereitung und Kreislaufwirtschaft. Auf Unternehmensebene erfordert dies vielfältige spezifische Anpassungen der Geschäftspraktiken.

Die nachfolgenden Projekte sind Beispiele für bestehende Kooperationen:

- Im Projekt **Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft** besteht eine Zusammenarbeit mit Unternehmen aus dem Isolationssektor zur Bestimmung des Potenzials von geschlossenen Kreislaufsystemen für Isolationsmaterial und zur Reduktion des indirekten Energiebedarfs konventioneller und energieeffizienter Gebäude.
- Im Projekt **Nachhaltiges Finanzierungswesen** wurde eine Machbarkeitsstudie zur Schaffung einer vollwertigen Schweizer Nachhaltigkeitsbörse (SWISOX) für nachhaltige Unternehmen durchgeführt.
- Im Projekt **Nachhaltiges Konsumverhalten** wird gemeinsam mit einem der grossen Immobilienunternehmen der Schweiz eine Strategie erarbeitet, mit der die CO₂-Emissionen der Liegenschaften nicht mit Gebäudeinvestitionen reduziert werden sollen, sondern durch Verhaltensänderungen.

- In Zusammenarbeit mit Landwirtschaftsbetrieben, Bauernverbänden und der öffentlichen Verwaltung soll mit dem Projekt **Digitale Innovationen für eine nachhaltige Landwirtschaft** gezeigt werden, dass die Präzisionslandwirtschaft und andere «intelligente Technologien» die Landwirtschaft effizienter machen können.
- Im Projekt **Abstimmung von Ressourcenpolitik und Geschäftsstrategien im Bausektor** werden für eine Fallstudienanalyse Daten von sieben Unternehmen gesammelt, die Sand, Kies, Zement, Beton und Dienstleistungen in den Bereichen Logistik, Bau und Abfallmanagement produzieren.
- Das Projekt **Versicherungswerte von Waldökosystemen** analysiert, wie eine nachhaltige Waldbewirtschaftung zur Gefahrenprävention beitragen und sich in Form von innovativen privaten Versicherungslösungen auch finanziell auszahlen kann.

Für eine erfolgreiche Umsetzung ist die Skalierbarkeit solcher Innovationen zentral. Da mit den Projekten vor allem Konzepte entwickelt werden, muss die Skalierung durch lokal akzeptierte Organisationen erfolgen. Ein spezifischer NFP 73 Syntheseprozess und gemeinsame Co-Creation Labs bieten Gelegenheit, Forschung und Praxis zusammenzubringen und dieses Potenzial auszuschöpfen.

3.2 Interdisziplinarität und Zusammenarbeit als Schlüssel für den Wissenstransfer

Interdisziplinarität und die Zusammenarbeit mit nicht-akademischen Partnern sind für den Wissenstransfer und eine erfolgreiche Umsetzung der Erkenntnisse aus dem NFP 73 zentral.

Bereits haben zahlreiche Initiativen zum Wissenstransfer und zur Zusammenarbeit mit beteiligten Akteuren stattgefunden. Zudem zeugen die Anerkennung und das Engagement von privater Seite und staatlichen Akteuren vom Potenzial des NFP 73.

Im Laufe des NFP 73 werden zunehmend auch Aktivitäten zur Kommunikation und zum Wissenstransfer durchgeführt. Diese reichen von wissenschaftlichen Artikeln und Informationen auf projektspezifischen Websites bis zu Präsentationen und Dialogen bei Veranstaltungen von öffentlichen und privaten Akteuren.

Abbildung 7: Aktivitäten zum Wissenstransfer

Nachfolgend ein Überblick zu diesen Aktivitäten:

- 55** wissenschaftliche Artikel
- 47** Artikel in Zeitungen, Zeitschriften oder Fachzeitschriften
- 189** Präsentationen oder Besuche an akademischen Konferenzen, Workshops oder Universitätsvorlesungen
- 153** Events mit öffentlichen oder privaten Akteuren
- 23** Projekte mit enger Partnerschaft mit nicht-akademischen Akteuren, und bei der Mehrheit der Projekte eine Zusammenarbeit mit betroffenen Akteuren
- 10** Projekte mit projektspezifischem Beratungsgremium
-  Verschiedene Themen-Workshops auf Programmebene

Erwartungen involvierter Akteure

Von Beginn an werden im NFP 73 die Erwartungen der involvierten Akteure einbezogen. Damit wird sichergestellt, dass das Forschungsprogramm greifbare Auswirkungen hat und einen Beitrag zur systematischen Transition der Schweizer Gesellschaft und Wirtschaft leisten kann.

Die Leitungsgruppe und die Projektteams engagieren sich für eine Analyse der aktuellen wirtschaftlichen Trends, innovativer Ideen und Best Practices sowie für relevante wissenschaftliche Publikationen, Beiträge an Konferenzen und die Schaffung von Karrieremöglichkeiten für junge Forschende.

Das Sounding Board und die Projektpartner erwarten Ergebnisse über Systemgrenzen und Schwachpunkte sowie neue Erkenntnisse und innovative Ansätze zur Umsetzung einer nachhaltigen Wirtschaft in der Schweiz. Nach Ansicht der Mitglieder des Sounding Boards lässt sich dies am besten mit praxis- und anwendungsorientierten Ergebnissen, einem optimalen Mix aus politischen Instrumenten und wirtschaftlichen Anreizen sowie spezifischen Aktivitäten für die verschiedenen Zielgruppen erreichen.

Während sich dieser Überblick über den Forschungsstand des NFP 73 an alle betroffenen Akteure richtet, werden bis zur Programmsynthese zielgruppenspezifische Initiativen zum Wissenstransfer entwickelt.



4. Zusammenfassung und Ausblick

Ein erfolgreicher Übergang zu einer nachhaltigen Wirtschaft erfordert neue Geschäftsmodelle für wichtige Branchen, ein innovatives und nachhaltiges Finanzierungswesen sowie Verhaltensänderungen beim Konsum.

Das NFP 73 generiert Wissen für die Transition zu einer nachhaltigen Wirtschaft, identifiziert ungenutztes Potenzial für mehr Ressourceneffizienz und trägt zu einer breiten Palette von SDG bei. Der geplante Syntheseprozess wird einen Mehrwert schaffen, der über die Erkenntnisse der einzelnen Projekte hinausgeht.

Die Projekte im NFP 73 liefern neue Mess- und Bewertungstools, die sich als Hilfsmittel eignen, wenn für eine Wertschöpfungskette zum Beispiel eine Kreislaufstrategie entwickelt oder wenn ein Geschäftsmodell konzipiert wird, das Materialkreisläufe schliesst und die Ressourceneffizienz verbessert. Zum Beispiel kann im **Wohnungs- und Bauwesen** die Recyclingquote für Isolationsmaterial mit besseren Rückbaumethoden und Schadstoffbeseitigung von heute 10% auf 60% erhöht werden. Zusätzliches Potenzial wurde ausserdem bei der Betonproduktion identifiziert, wenn Rohstoffe für die Produktion von Zementklinker durch Bau- und Abbruchabfälle ersetzt werden.

Im **Landwirtschaftssektor** zeigen neue Methodenkombinationen, dass zwischen den Produktgruppen ein signifikantes Effizienzpotenzial besteht, etwa zwischen rotem Fleisch und Kichererbsen als Proteinlieferanten. Während die Projektergebnisse darauf hinweisen, dass digitale Innovationen wie Drohnen und Sensoren für die Präzisionslandwirtschaft den einzelnen Landwirtschaftsbetrieben nur einen geringen Nutzen durch Einsparungen bei den Düngemittelkosten bringen dürften, können die in diesem Projekt entwickelten neuen Vertragsformen dazu beitragen, dieses Hindernis zu überwinden.

Aufgrund des starken **Finanzsektors** kann die Schweiz bei Initiativen für nachhaltige Finanzierungen eine Vorreiterrolle einnehmen. Ein innovativer Vorschlag, der mit einem der Projekte entwickelt wurde, ist in diesem Zusammenhang eine Schweizer Nachhaltigkeitsbörse (SwiSOX). Weil die **Beschäftigten** in der Schweiz bereits über die Qualifikationen verfügen, die typischerweise in grünen Berufsfeldern erforderlich sind, scheint die Schweiz für die Transition zu einer nachhaltigeren Wirtschaft gut gerüstet, was die Ressourcen an Finanz- und Humankapital betrifft. Die Treibhausgasemissionen im Zusammenhang mit den globalen Lieferketten für den Schweizer Konsum gehören pro Kopf zu den höchsten der Welt. Die vielfältigen Versuche von privaten und staatlichen Akteuren, die Lieferketten in der Schweiz nachhaltiger zu gestalten, unterscheiden sich je nach Branche und Ebene (Bund, Kanton, Gemeinde) substantiell.

Doch die Umstellung auf eine nachhaltige Wirtschaft wird mit einer Fokussierung allein auf finanzielle und technische

Aspekte nicht gelingen. Ebenso wichtig ist die Konsumseite und insbesondere das **Verhalten der Menschen**. Ermutigend ist, dass mit den Forschungsprojekten beim umweltfreundlichen Verhalten keine negativen Spillover-Effekte festgestellt wurden. Zum Beispiel erwiesen sich Interventionen zur Reduzierung des Strom- oder Warmwasserverbrauchs eines Haushalts als wirksam, ohne dass gleichzeitig unerwünschte Nebeneffekte auftraten. Die Simulationen und Modelle prognostizieren, dass technologische Neuerungen und Effizienzgewinne allein nicht ausreichen werden, wenn die Schweiz bis 2050 ihr Ziel der Klimaneutralität erreichen will.

Im **Verkehrs- und Bauwesen** sind weitere Veränderungen notwendig, z.B. bei den Reisegewohnheiten und Wohnfläche. Weil dies die Einstellungen und Präferenzen der Menschen betrifft, müssen die Haushalte als wichtige Verbündete in diese Transition einbezogen werden. Zudem scheint bereits ein geringer zeitlicher oder finanzieller Aufwand KMU davon abzuhalten, Massnahmen für mehr Nachhaltigkeit umzusetzen.

Damit Unternehmen und Einzelpersonen zu mehr Nachhaltigkeit motiviert werden können, insbesondere durch das Ausschöpfen des Potenzials von Kreisläufen, Reparaturen und Verhaltensänderungen, ist es wichtig, staatliche Interventionen sorgfältig zu konzipieren und durchdacht umzusetzen. Aufgrund der Erkenntnis, dass Kreisläufe nicht zwingend nachhaltig sind, muss eingehender erforscht werden, wie eine nachhaltige Kreislaufwirtschaft gewährleistet werden kann. Nach wie vor bestehen Hürden, die der Optimierung der Kreisläufe in den verschiedenen Wertschöpfungsketten im Weg stehen, unter anderem regulatorische Hemmnisse und potenzielle Reboundeffekte. Diese werden mit mehreren neuen Projekten analysiert.

Zur Bestimmung der Bereiche und Lösungen, die zu mehr Nachhaltigkeit beitragen können, werden im Rahmen von Co-Creation Labs Fachleute aus Forschung, Praxis und der öffentlichen Verwaltung im Syntheseprozess zusammenarbeiten. Dies wird auch die Integration der Ergebnisse in einen übergeordneten Kontext und die Formulierung konkreter Empfehlungen erleichtern. Zudem werden die Forschenden weiter vielfältige Daten sammeln. Während der Synthese des NFP 73 werden diese Daten zusammengestellt und verglichen, um zu gewährleisten, dass sie qualitativ hochwertig und für relevante Nutzer leicht zugänglich sind. Damit die Zielgruppen direkt Zugang zu diesen Erkenntnissen, Schlussfolgerungen und Empfehlungen des Forschungsprogramms haben, werden die Produkte der Programmsynthese über ein Webportal präsentiert.

Projektliste und Literaturverzeichnis

Alle Aussagen in diesem Bericht basieren auf Ergebnissen der Forschungsprojekte, die in den wissenschaftlichen Zwischenberichten oder Publikationen aufgeführt sind. Das Literaturverzeichnis enthält eine Auswahl von Publikationen, die die Forschungsergebnisse untermauern.

Nachhaltiges Finanzierungswesen und Gouvernance

Projekt Bernauer, Th., Scholderer, J.

Freiwillige Umweltinitiativen der Privatwirtschaft

- Kolcava, D., Rudolph, L., Bernauer, T. (2020). Voluntary business initiatives can reduce public pressure for regulating firm behaviour abroad. *Journal of European Public Policy* (forthcoming) 1-24. <https://doi.org/10.1080/13501763.2020.1751244>
- Kolcava, D., Bernauer, T. (2020). Greening the Economy Through Voluntary Private Sector Initiatives or Government Regulation? A Public Opinion Perspective [Preprint]. *Open Science Framework*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/zsk43>
- Rudolph, L., Kolcava, D., Bernauer, T. (2019). International norms and public demand for home-country regulation of multinational firms abroad [Preprint]. *Open Science Framework*. <https://doi.org/10.31219/osf.io/y3cbp>

Projekt Bürgi Bonanomi, E., Mann, S., Belser, E.M.

Diversifizierte Ernährungssysteme dank nachhaltiger Handelsbeziehungen

Dies ist ein Forschungsprojekt der zweiten Ausschreibung. Bisher noch keine Publikationen.

Projekt Heselhaus, S.

Rechtliche Rahmenbedingungen für eine ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft

Dies ist ein Forschungsprojekt der zweiten Ausschreibung. Bisher noch keine Publikationen.

Projekt Noailly J., de Rassenfosse G.

Finanzierung von Cleantech

Bisher noch keine Publikationen.

Projekt Rochet, J.-C., Balkenhol, B., Gibson Brandon, R.

Nachhaltiges Finanzierungswesen

- Gibson, R., Krueger, P., Riand, N., Schmidt, P. (2020). ESG Rating Disagreement and Stock Returns. Swiss Finance Institute Research Paper No. 19-67. European Corporate Governance Institute – Finance Working Paper No. 651/2020. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3433728>

- Gibson, R., Glossner, S., Krueger, P., Matos, P., Steffen, T. (2020). Responsible Institutional Investing Around the World. Swiss Finance Institute Research Paper No. 20-13: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3525530>
- Gibson, R., Krueger, P. (2018). The Sustainability Footprint of Institutional Investors Swiss Finance Institute Research Paper No. 17-05. European Corporate Governance Institute (ECGI)-Finance Working Paper No. 571/2018: <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2918926>

Projekt Weder, R., Kägi, W.

Arbeitsmarkteffekte einer grünen Volkswirtschaft

- Lobsiger, M. (2020). Jobs with Green Potential in Switzerland: Demand and possible Skills imbalances. BSS Working Paper, https://www.bss-basel.ch/files/artikel/Jobs_with_green_potential_in_Switzerland_09_06_2020.pdf
- Niggli, M., Rutzer, C. (2020). Environmental Policy and Heterogeneous Labor Market Effects: Evidence from Europe. WWZ Working Papers, <https://edoc.unibas.ch/77038/>

Städte und Mobilität

Projekt Maibach, M., Bretschger L.

Klimaneutrale Mobilität ohne wirtschaftliche Einbussen

Bisher noch keine Publikationen.

Projekt Wäger P., Müller, B.D., Hilty, L.

Postfossile Städte

- Roca-Puigròs, M., Billy, R., Gerber, A., Wäger, P., Müller, D. (2020). Pathways for a carbon neutral *Swiss residential building stock*. *Buildings and Cities*. Under review.

Weitere Referenzen

- Bundesamt für Umwelt (2019). *Treibhausgasemissionen in der Schweiz. Entwicklung in CO₂-Äquivalente und Emissionen nach Sektoren 1990-2017*
- European Academies Science Advisory Council EASAC (2019). *Decarbonisation of transport: options and challenges*. EASAC policy report 37

Kreislaufwirtschaft und Bauwesen

Projekt Frankenberger, K., Nahrath, S., Favre, A.-C., Hirschier, R.

Labor für eine Kreislaufwirtschaft

- Desing, H., Brunner D., Takacs F., Erkman S., Narath S., Hirschier R. and Frankenberger K. (2020). A Circular Economy within the planetary boundaries: towards a resource-based, systemic approach. *Resources, Conservation & Recycling* 155, 104673 (14 pp.). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104673>

Projekt Hoffmann, V., Hellweg, S.

Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft

- Wiprächtiger, M., Haupt, M., Heeren, N., Waser, E., Hellweg, S. (2020). A framework for sustainable and circular system design: development and application on thermal insulation materials. *Resources, Conservation & Recycling*. Vol. 154. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104631>
- Haupt, M., Hellweg, S. (2019). Measuring the Environmental Sustainability of Circular Economy. *Environmental and Sustainability Indicators*. Vol. 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2019.100005>

Projekt Kytzia, S., Opitz, C., Hügel, K., Bunge, R., Scheidegger, A.

Abstimmung von Ressourcenpolitik und Geschäftsstrategien im Bausektor

- Meglin, R., Kliem, D., Scheidegger, A., & Kytzia, S. (2019). Business-models of gravel, cement and concrete producers in Switzerland and their relevance for resource management and economic development on regional a scale. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323, 12170. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012170>
- Kliem, D., Scheidegger A. (2020). Participative Governance of the Swiss Construction Material Industry: Transitioning Business Models and Public Policy. In: *Bianchi C, Rich E, Luna-Reyes LF (eds) Enabling Collaborative Governance through Systems Modeling Methods, Springer Nature, Switzerland*, ISBN: 978-3-030-42969-0

Projekt Thalmann, P., Hellweg, S., Binder C.:

Ökologischer Fussabdruck im Wohnungswesen

- Pagani, A., Binder, C.R. (2019). Towards housing sustainability: a framework for the decision-making process of tenants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 323, 012093-012093, <http://doi.org/10.1088/1755-1315/323/1/012093>

Projekt Truffer B., Maurer M., Müller A., Lieberherr E.
Herausforderungen modularer Wasserinfrastrukturen

- Pakizer, K., Lieberherr, E. (2018). Alternative governance arrangements for modular water infrastructure: An exploratory review. *Competition and Regulation in Network Industries*. 19(1-2), 53-68. <https://www.researchcollection.ethz.ch/handle/20.500.11850/309237>

Projekt Stucki M., Meyer S., Wibbeling S.
Ressourceneffizienz in Schweizer Spitälern

- Stucki, M., Keller, R., Muir, K. (2018). Green Hospital: Bringing Life Cycle Innovation into the Healthcare Sector. *1st Life Cycle Innovation Conference*. Germany, Berlin. https://www.greenhospital.ch/publications/20180831_Muir_LCIC_Session11.pdf
- Keller, R., Stucki, M., (2020). Spitäler im Umwelt-Benchmarking. *IUNR-Magazin Nr. 0120, ZHAW*. <https://issuu.com/zhawlifesciences/docs/iunr-magazin/18>

Lieferketten

Projekt Francois J.

Nachhaltigkeitsfussabdruck der Schweiz

- Fernández-Amador, O., Francois, J.F., Oberdabernig, D.A., Tomberger, P. (2020). The methane footprint of nations: Stylized facts from a global panel dataset. *Ecological Economics*. 170. Article 106528. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106528>
- Fernández-Amador, O., Francois, J.F., Oberdabernig, D.A., Tomberger, P. (2020). A detailed international dataset on energy usage for economic sectors. *WTI-NRP73 Technical Report No. 1, Mimeo*, World Trade Institute, University of Bern.
- Fernández-Amador, O., Francois, J.F., Oberdabernig, D.A. and Tomberger, P. (2020). Construction of international production- and consumption-based inventories on forest, land and water usage. *WTI-NRP73 Technical Report No. 2, Mimeo*, World Trade Institute, University of Bern.

Projekt Mutel C., Wäger P., Pauliuk, S.

Transparente Umweltbewertung und Nachhaltigkeitsanalyse des Schweizer Endverbrauchs

Bisher noch keine Publikationen.

Projekt Schader C.

Nachhaltigere Wertschöpfungsketten

- Schader, C., M. Curran, A. Heidenreich, J. Landert, J. Blockeel, L. Baumgart, B. Ssebunya, S. Moakes, S. Marton and G. Lazzarini (2019). Accounting for uncertainty in multi-criteria sustainability assessments at the farm level: Improving the robustness of the SMART-Farm Tool. *Ecological Indicators* 106, p. 105503. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105503>
- Ssebunya, B. R., C. Schader, L. Baumgart, J. Landert, C. Altenbuchner, E. Schmid and M. Stolze (2019). Sustainability Performance of Certified and Non-certified Smallholder Coffee Farms in Uganda. *Ecological Economics* 156, pp. 35-47. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.09.004>

Projekt Seele P., Stürmer M., De Rossa F.

Nachhaltigkeit im öffentlichen Beschaffungswesen

- De Rossa Gisimundo, F. (2019). Nachhaltigkeit und Protektionismus im öffentlichen Beschaffungswesen. *recht. Zeitschrift für juristische Weiterbildung und Praxis*, 166-179. https://www.iwr.unibe.ch/unibe/portal/fak_rechtwis/e_dep_dwr/inst_iwr/content/e36453/e162340/e172868/e172869/files904438/2019_03_jutzirecht_ger.pdf

- Welz, T., Stürmer, M. (2020). Sustainability of ICT hardware procurement in Switzerland. *Proceedings of the 7th International Conference on ICT for Sustainability*. <https://orcid.org/0000-0001-9038-4041>
- Knebel, S., Stürmer, M., De Rossa Gisimundo, F., Hirsiger, E., Seele, P. (2019). 9.5 trillion USD for Sustainability: A Literature Review on Sustainable Public Procurement. *Research Gate*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36358.22089>

Weitere Referenzen

- Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO (2014). Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems (SAFA). <http://www.fao.org/nr/sustainability/sustainability-assessments-safa/en/>

Nachhaltiges Verhalten

Projekt Binder R.C., Gutner S., Ritzén S.

Rebound Effekte der Sharing Economy

Dies ist ein Forschungsprojekt der zweiten Ausschreibung. Bisher noch keine Publikationen.

Projekt Blumer B.Y., Hilty L., Stucki M.

Lebensdauererlängerung für Mobilgeräte

Dies ist ein Forschungsprojekt der zweiten Ausschreibung. Bisher noch keine Publikationen.

Projekt Czellar S.

Der Einfluss von Umweltidentitäten

Bisher noch keine Publikationen.

Projekt Schmitz J.

Sanfte Stubser für KMUs

Bisher noch keine Publikationen.

Projekt Schubert R.

Nachhaltiges Konsumverhalten

- Portmann, J., Ghesla, C., Schubert, R. (2020). Behavioral spillovers in environmental behavior – Domains, links, economic and psychological factors. In: *Quah, Euston, Schubert, Renate (eds.): Sustainability and Environmental Decision Making*. Springer.

Landwirtschaft, Ernährung und Forstwirtschaft

Projekt Finger R., Huber R., Buchmann N., Walter A.

Digitale Innovationen für eine nachhaltige Landwirtschaft

- Finger, R., Swinton, S., El Benni, N., Walter, A. (2019). Precision Farming at the Nexus of Agricultural Production and the Environment. *Annual Review of Resource Economics* 11. <https://doi.org/10.1146/annurev-resource-100518-093929>
- Walter, A., Finger, R., Huber, R., Buchmann, N. (2017). Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*. 114 (24) 6148-6150. <https://doi.org/10.1073/pnas.1707462114>

Projekt Mathys A.

Ernährungs- und Umweltauswirkungen des schweizerischen Lebensmittelverzehrs

- Chaudhary, A., Gustafson, D., Mathys, A. (2018). Multi-indicator sustainability assessment of global food systems. *Nature communications*, 9(1), 1-13. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-03308-7>
- Chen, C., Chaudhary, A., Mathys, A. (2019). Dietary change scenarios and implications for environmental, nutrition, human health and economic dimensions of food sustainability. *Nutrients*, 11(4), 856. <https://doi.org/10.3390/nu11040856>
- Chen, C., Chaudhary, A., Mathys, A. (2020). Nutritional and Environmental Losses Embedded in Global Food Waste. *Resources, Conservation & Recycling*. (160) Article 104912. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104912>.

Projekt Nemecek T., El Benni N.

Zusammenspiel von Ökonomie und Ökologie in Schweizer Landwirtschaftsbetrieben

Bisher noch keine Publikationen.

Project Olschewski R., Hanewinkel M., Bartelt P.,

Yousefpour R.

Versicherungswerte von Waldökosystemen

Bisher noch keine Publikationen.

Projekt Schulz T., Zabel von Felten A., Lieberherr E.

Zielkonflikte in der Forstwirtschaft

- Creutzburg, Leonard; Ohmura, Tamaki; Lieberherr, Eva (2020). A gift programme for sustainable forest management? A Swiss perspective on public policies and property rights. *Geographica Helvetica* 74: 69-80. <https://doi.org/10.5194/gh-75-69-2020>
- Schulz, Tobias; Lieberherr, Eva (2020). Regulierungen im Waldbereich im Wandel: Gefahrenabwehr, Multifunktionalität und Koordination. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen* 171(1):3-10. <https://szf-jfs.org/doi/abs/10.3188/szf.2020.0003>

Projekt Thürig E., Rohner B.

Ökosystemleistungen von Wäldern

- Temperli, C.; Blattert, C.; Stadelmann, G.; Brändli, U.; Thürig, E. (2020). Trade-offs between ecosystem service provision and the predisposition to disturbances: a NFI-based scenario analysis. *Forest Ecology and Management*. 477: 27 (17 pp.). <https://doi.org/10.1186/s40663-020-00236-1>

Impressum

Der Überblick zum Forschungsstand im Nationalen Forschungsprogramm «Nachhaltige Wirtschaft» (NFP 73) wurde mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds entwickelt und publiziert.

Für die Forschungsergebnisse sind die jeweiligen Forschungsteams verantwortlich, für den vorliegenden Bericht ist die Leitungsgruppe zuständig. Ihre Meinung stimmt nicht notwendigerweise mit derjenigen der Mitglieder des Sounding Boards, des Schweizerischen Nationalfonds oder der Forschungsteams überein.

Herausgeber

Leitungsgruppe des NFP 73 Nachhaltige Wirtschaft

Leitungsgruppe

Die Leitungsgruppe ist verantwortlich für die erfolgreiche Durchführung des Programms. Die Mitglieder sind:

- Prof. Dr. Regina Betz, Center for Energy and the Environment, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) (Co-Präsidentin)
- Prof. Dr. Gunter Stephan, Volkswirtschaftliches Institut, Universität Bern (Co-Präsident)
- Prof. Dr. Alison Anderson, School of Government, University of Plymouth, UK
- Prof. Dr. Andrea Baranzini, Haute Ecole De Gestion (HEG), Genf
- Dr. Michael Obersteiner, Internationales Institut für angewandte Systemanalysen (IIASA) Österreich
- Prof. em. Anne Petitpierre-Sauvain, Faculté de droit, Université de Genève
- Dr. Pascal Sieber, sieber & partners, Innosuisse
- Prof. Dr. Helga Weisz, Forschungsbereich Transdisziplinäre Konzepte & Methoden Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) und Institut für Kulturwissenschaften, Humboldt-Universität zu Berlin
- Prof. Dr. Roberto Zoboli, Fakultät für Politik- und Sozialwissenschaften, Katholische Universität Mailand

Delegierte der Abteilung Programme des Nationalen Forschungsrates

Prof. Dr. Katharina Michaelowa, Institut für Politikwissenschaft, Universität Zürich

Bundesvertreterin

Susanne Blank, Bundesamt für Umwelt BAFU

Leiterin Wissenstransfer

Dr. Barbara Dubach, engageability, Zürich

Programm Manager

Dr. Pascal Walther, Schweizerischer Nationalfonds, Bern

Sounding Board

Das Sounding Board sorgt für die Umsetzung der Forschungsergebnisse in die Praxis. Die Mitglieder sind:

- Daniel Dubas, Bundesamt für Raumentwicklung ARE
- Kurt Lanz, Economiesuisse
- Dr. Michael Matthes, Scienceindustries
- Martina Munz, Nationalrätin
- Ruedi Noser, Unternehmer und Ständerat
- Dr. Christine Roth, Swissmem
- Dr. Monica Rubiolo, Staatssekretariat für Wirtschaft SECO
- Dr. Thomas Wiedmer, Dozent und Verwaltungsrat im Finanzbereich
- Dr. Christian Zeyer, Swisscleantech
- Franziska Zoller, WWF

Konzept und redaktionelle Arbeit

Prof. Dr. Regina Betz, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW)

Dr. Barbara Dubach, engageability, Zürich

Dr. Pascal Walther, Schweizerischer Nationalfonds, Bern

Lektorat

Jonathan Ballantine (Englisch), Madrid

Grafisches Design

red Gráfica netz Grafik, Zürich und Palma

Fotos

Marco Finsterwald Fotografie, Agefotostock, Fotolia, Shutterstock

Druck auf Anfrage

Vögeli AG, Langnau

Copyright

© 2020 Schweizerischer Nationalfonds, Bern

Die Publikation einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ausserhalb der Grenzen des Urheberrechtes ist ohne Zustimmung des SNF unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

DOI

10.46446/UeberblickForschungsstand_nfp73.2020.1.de

Diese Publikation kann in drei Sprachen (deutsch, französisch oder englisch) kostenlos bestellt werden:
Schweizerischer Nationalfonds, Abteilung Programme, NFP 73, 3001 Bern oder nfp73@snf.ch

www.nfp73.ch





Nachhaltige Wirtschaft
Nationales Forschungsprogramm