

Nationales Forschungsprogramm NFP 71
Energie effiziente und CO2-freie urbane Logistik
Energy efficient and CO2-free Urban Freight Logistics

Szenarien 2050 – Die Methodik und die Geschichten dahinter

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Das Forschungsprojekt „Energieeffiziente und CO2-freie urbane Logistik“ ist angesiedelt im Nationalen Forschungsprogramm 71 „Steuerung des Energieverbrauchs“ und wird vom Konsortium RAPP Trans AG / Interface Politikstudien Forschung Beratung / ETH Zürich bearbeitet. Im Rahmen des dritten Arbeitspakets der Phase I hat das Forschungsprojekt zum Ziel Szenarien für das Jahr 2050 zu entwickeln um anschliessend darauf basierend eine Quantifizierung der Auswirkungen der Szenarien auf den Energie- und den CO2-Verbrauch in der Logistik vorzunehmen. Das vorliegende Arbeitspapier umschreibt erstens die Vorgehensweise für die Szenarienbildung, zweitens werden die ermittelten Szenarien miteinander verglichen und genauer umschrieben.

2 Vorgehensweise für die Szenarienbildung

Das Vorgehen bei der Bildung der Szenarien orientierte sich methodisch stark an der Studie „Delivering Tomorrow“ der Deutschen Post.¹ Im Wesentlichen handelt es sich dabei um eine *Wechselwirkungsanalyse* (Cross Impact Analysis), welche sich als *qualitativer Ansatz* auf Expertenurteile und den Stand der Forschung abstützt. Bei dieser Form der Szenariotechnik geht es darum, Szenarien als *konsistente Kombination von Schlüsselfaktoren* (bzw. denkbarer Ausprägungen solcher Schlüsselfaktoren) zu erarbeiten.

Wie bei jeder Form der Szenarienbildung geht es auch bei der Wechselwirkungsanalyse nicht darum, die Wahrscheinlichkeit von zukünftigen Zuständen zu ermitteln. Das Ziel ist vielmehr, denkbare Entwicklungsmöglichkeiten aufzuzeigen, die in Abhängigkeit bestimmter Rahmenbedingungen variieren. Es werden konsistente Zukunftsbilder entwickelt, die einen Möglichkeitsraum für die zukünftige Entwicklung aufspannen und vor dem Hintergrund der Frage „Was wäre wenn...“ Entscheidungsgrundlagen für die Politik liefern.

Dabei wurde eine vom Zentrum für interdisziplinäre Risiko- und Innovationsforschung der Universität Stuttgart entwickelte Methodik und Software („SzenarioWizard4“) verwendet, denn das Verfahren lässt sich bei komplexen Fragestellungen in der letzten Phase nur mehr rechnergestützt bewältigen.² Das Vorgehen gliederte sich in die folgenden Schritte:

¹ http://www.dpdhl.com/de/logistik_populaer/zukunftsstudien/delivering_tomorrow_logistik_2050.html.

² <http://www.cross-impact.de>.

- Definition der denkbaren *Einflussfaktoren* auf die Zielerreichung einer CO₂-freien urbanen Logistik und deren Umfeld, bezogen auf den Szenariohorizont im Jahre 2050 in der Schweiz. Diese Einflussfaktoren werden durch die Experten (in unserem Fall neun Personen aus dem Forschungsteam) bestimmt, auf Basis eines möglichst vollständigen Überblicks über die relevante Forschungsliteratur.
- Reduktion der betrachteten Einflussfaktoren auf eine wesentlich kleinere Anzahl von *Schlüsselfaktoren* auf Basis einer Relevanzanalyse, welche die aktivsten Treiber der Entwicklung bestimmt. Die Relevanzanalyse wurde wiederum expertengestützt durchgeführt und im Rahmen eines projektinternen Workshops validiert.
- Anschliessend wurden – auch hier wieder unter Bezug der aktuellen Literatur – für jeden Schlüsselfaktor zwei bis vier *Ausprägungen* ermittelt, welche die wichtigsten denkbaren Entwicklungen dieser Schlüsselfaktoren aufzeigen. Jeder Experte beurteilte danach in einer Matrix und richtungsabhängig die Einflüsse der Ausprägungen aufeinander.³
- *Szenariokonstruktion*: Die so erhaltenen Daten wurden anschliessend in die Software „SzenarioWizard4“ überführt, welche anhand eines mathematischen Algorithmus⁴ nach in sich konsistenten Szenarien suchte. Ein Szenario besteht nach diesem Schritt aus einer konsistenten Kombination von Ausprägungen jedes Schlüsselfaktors.
- Im nächsten Schritt wurde die Robustheit der Ergebnisse in einer *Sensitivitätsanalyse* geprüft.
- Im letzten Schritt wurde auf der Basis der konsistenten Ausprägungen der Szenarien „die Geschichten“ dazu erarbeitet und von den Experten validiert.

2.1 Grundlagen

Folgende Grundlagen wurden für den Szenarioprozess herangezogen:

Interne Grundlagen (separate Arbeitspapiere, die beim Forschungsteam zur Verfügung stehen)

- Systemlandkarte (Abgrenzung der Themen, welche zu behandeln sind)
- Ist-Zustand/State of the art (als Startpunkt)
- Trends and Drivers (als Grundlage für mögliche Entwicklungsrichtungen)
- Framework Conditions (als Startpunkt, mit Hinweisen auf zu erwartende Veränderungen)

³ Beurteilt wurde für jede Kombinationsmöglichkeit der Ausprägungen: Inwiefern beeinflusst die Ausprägung X die Ausprägung Y? Und richtungsabhängig auch: inwiefern beeinflusst Ausprägung Y die Ausprägung A?

⁴ Das der Wechselwirkungsanalyse zugrundeliegende Konsistenzprinzip fordert, dass für jeden Deskriptor (in unserem Fall entspricht dies der Ausprägung eines Schlüsselfaktors) genau der Zustand ausgewählt ist, auf den die Summe der Einflüsse der anderen Deskriptoren am stärksten verweist, also der Zustand mit der maximalen Punktschwere innerhalb der Wirkungsbilanz des Deskriptors. Sollte dies für einen Deskriptor nicht gegeben sein, dann gilt die entsprechende im Szenario getroffene Annahme als unplausibel, da mehr bzw. gewichtigere Argumente für eine andere Annahme sprechen.

Vgl. Weiterführend: Kosow H. (2015): New outlooks in traceability and consistency of integrated scenarios. Eur J Futures Res 3:16, DOI 10.1007/s40309-015-0077-6 sowie Schweizer V.J., Kurniawan J.H. (2016): Systematically linking qualitative elements of scenarios across levels, scales, and sectors. Environmental Modelling & Software, 79 (Mai 2016), 322-333, DOI:10.1016/j.envsoft.2015.12.014. >>

Extern

- Analyse der wissenschaftlichen Literatur zu Logistiktrends und Szenarien ganz allgemein als Teil der umfassenden Literaturanalyse im ersten Arbeitsschritt.
- ARE Verkehrsperspektiven bis 2040 (in Erarbeitung)
- Energieperspektiven 2050
- BFS (3 Szenarien für Bevölkerungsentwicklung bis 2045)
- Delivering Tomorrow; Logistik 2050 Eine Szenario Studie (Deutsche Post)

2.2 Einflussfaktoren

In einem ersten Schritt wurden im Projektteam die relevanten Umfeldthemen für die urbane Logistik bestimmt. Als Resultat entstand eine Liste von 22 Einflussfaktoren:⁵

- Kaufkraft/ Einkommensniveau
- BIP
- Vorherrschende Konsumpräferenzen
- Politische Stabilität
- Demografischer Wandel
- Ausmass des Klimawandels
- Energiepreis
- Energiemix
- Regulierung des Logistik und Transportsektor
- Regulierung Umwelt-, Energie- und Verkehrssystem
- Ressourcen der öffentlichen Hand
- Räumliche Verteilung Industrie und Handel
- Räumliche Verteilung von Logistikstandorten
- Individualisierung der Kundenbedürfnisse
- Resilienz
- Outsourcing vom Verlager zur Logistik
- Outsourcing von Logistik zu Endkunden
- Belastung der Verkehrsinfrastruktur
- Angebot für Logistikzwecke je Verkehrsträger
- IuK-Systeme in innerbetrieblichen Prozessen
- IuK-Systeme im Transport
- Technologie und Materialien

2.3 Schlüsselfaktoren und deren Ausprägungen

Im Rahmen einer sogenannten Relevanzanalyse wurde danach die Liste der Einflussfaktoren auf die folgende eine Liste von neun Schlüsselfaktoren reduziert:

- Kaufkraft/ Einkommensniveau/BIP
- Vorherrschende Konsumpräferenzen
- Ausmass des Klimawandels

⁵ Sicher könnte man sich weitere Einflussfaktoren vorstellen, vor dem Hintergrund aktueller Diskussion um die Terrorismusbekämpfung etwa den Faktor „Security“. Auf Basis der erwähnten Grundlagen entschied sich das Forschungsteam aber für die vorliegende Liste.

- Energie: Angebot und Nachfrage
- Regulierung
- Räumliche Verteilung: Angebot und Nachfrage
- Belastung der Verkehrsinfrastruktur
- Zusammenarbeit in der Wirtschaft (Outsourcing)
- Technologien und Materialien im Transport

Da es methodisch zentral ist, die Zahl der Schlüsselfaktoren eher klein zu halten, erlaubt die Methode auch die Definition von recht allgemein gehaltenen Faktoren wie etwa. „Technologien und Materialien im Transport“. Wichtig ist, dass die für jeden der neun Schlüsselfaktoren anschliessend ermittelten Ausprägungen, möglichst den gesamten Möglichkeitsraum abdecken.⁶ Das Projektteam hat für alle Ausprägungen eine Einschätzung zur Wirkung auf die jeweils anderen Ausprägungen vorgenommen, insgesamt hat somit jeder der beteiligten Experten drei Bewertungsschritte vorgenommen. Im Sinne eines Delphi-Ansatzes wurde allen Beteiligten die Mittelwerte aller Bewertungen zur Verfügung gestellt verbunden mit der Möglichkeit, die eigene Beurteilung auf Basis des Gruppenurteils revidieren zu können (und nicht zuletzt um fehlerhafte Eingaben korrigieren zu können).

2.4 Szenarienkonstruktion

Die so erhaltenen Daten wurden nun in den „SzenarioWizard4“ überführt.⁷ Insgesamt hat die Software vier Szenarien als konsistent beurteilt (vgl. Anhang für Auflistung aller vier Szenarien). Die drei ersten Szenarien unterschieden sich nur minim, weshalb entschieden wurde, das Szenario 3 stellvertretend für alle drei Szenarien zu vertiefen.⁸

Es konnten somit zwei konsistente Szenarien (im Folgenden als Szenario A und B bezeichnet) ermittelt werden, welche im folgenden Kapitel einander gegenübergestellt und näher umschrieben werden (eine Auflistung aller Szenarien mit den Ausprägungen findet sich im Anhang). Beide Szenarien können aufgrund der Analyse als in sich sehr konsistent betrachtet werden.⁹ Szenario A weist eine etwas höhere Konsistenz auf als Szenario B.¹⁰ Beide Szenarien skizzieren eine Zukunft, welche eine Entwicklung im Sinne der Vision einer CO₂ freien und energieeffizienten urbanen Logistik bis 2050 als nicht vor vornherein aussichtslos erscheinen lassen. Interessanterweise wiesen diesbezüglich eher „pessimistische“ Szenarien tiefere Konsistenzwerte auf.

⁶ Ein Auflistung der unterschiedlichen Ausprägungen der Schlüsselfaktoren und deren Beschreibungen findet sich im Anhang.

⁷ Indem der Maximal- und der Minimalwert ausgeschlossen und von den restlichen Werten der Mittelwert berechnet wurde, konnte für jede einzelne Wirkungsbeziehung die Grundeinschätzung des Projektteams ermittelt werden.

⁸ Zur Vereinfachung wird das vierte Szenario des Outputs in diesem Papier anschliessend als Szenario 2 bezeichnet (für eine Auflistung aller Szenarien vgl. Anhang).

⁹ In der Logik der Wechselwirkungsanalyse heisst dies: Es gibt in beiden Szenarien nur wenige negative Einflüsse zwischen einzelnen Schlüsselfaktoren.

¹⁰ Der Wert liegt bei Szenario A bei 90 Punkten und bei Szenario B bei 85 Punkten. Würden alle Schlüsselfaktoren einen maximal positiven Einfluss auf die anderen Schlüsselfaktoren ausüben (Wert +4), ergäbe sich ein maximal mögliches Wirkungstotal von 288. Der Varianzbereich des Wirkungstotals liegt demzufolge bei -288 bis +288. Der Maximalwert kann jedoch nicht als Referenz genommen werden, da bei zahlreichen Kombinationen von Schlüsselfaktoren die Kausalität nur in die eine Richtung, jedoch nicht in die andere Richtung vorliegt. Beispielsweise hat der globale Klimawandel Auswirkungen auf die wirtschaftliche Entwicklung in der Schweiz, während umgekehrt das Wirtschaftswachstum in der Schweiz keine signifikanten Auswirkungen auf die weltweite Erderwärmung aufweist. Wir beurteilen allgemein die Konsistenz beider Szenarien als hoch, da erstens der Konsistenz eindeutig im positiven Bereich liegt und zweites nur wenige negative Wirkungen innerhalb der beiden Szenarien vorliegen (-6 in Szenario 1, -13 in Szenario 2).

3 Die zwei Szenarien im Vergleich

Die folgende Abbildung zeigt die beiden ermittelten Szenarien im direkten Vergleich zueinander. Der Vergleich basiert auf 13 Kriterien, für welche bei beiden Szenarien angegeben wird, ob diese in einem Szenario eher oder sehr stark (Pfeil nach oben) respektive eher nicht oder überhaupt nicht vorliegen (Pfeil nach unten).¹¹

Zusätzlich zu den zwei Szenarien wurde ein drittes „alternatives“ Szenario ermittelt, innerhalb welchem von einem anhaltend hohen Energieangebot und einer weiterhin zunehmenden Energienachfrage ausgegangen wird (Ausprägung „Weiter wie bisher“ beim Schlüsselfaktor „Energie: Angebot und Nachfrage“). Dies um den Vergleich mit einer Entwicklung ohne weitere Massnahmen, das heisst beispielweise auch ohne Umsetzung der Politik einer Energiewende zu ermöglichen.¹² Dieses Szenario erwies sich aber als vergleichsweise weniger konsistent und wurde deshalb nicht weiterverfolgt.¹³

Vergleichskriterien	Szenario A	Szenario B	Alternatives Szenario
BIP	↗	↗	↗
Sozialer Ausgleich	↑	↓	↓
Konsumniveau	→	↑	↑
Umweltqualität	→	↓	↓
Energieangebot	↘	↑	↑
Energienachfrage	↓	↘	↑
Regulierungsdichte	↑	↓	↓
Verdichtung Siedlungsstruktur	↑	↓	↓
Konzentration der Logistikstandorte	↘	↑	↑
Nähe der Logistikstandorte zu Ballungsräumen	↑	↓	↓
Auslastung der Verkehrskapazitäten	↗	→	↑
Konzentration der Wirtschaftsakteure	↓	↗	↗
Technologie- und Materialentwicklung im Transport	→	↗	↑

Hinweis: Die Ausprägung Energieangebot und Energienachfrage wurden bei alternativem Szenario vorgängig festgelegt.

Mit Ausnahme des Wirtschaftswachstums zeigt sich bei allen Kriterien ein Unterschied zwischen den beiden Szenarien.

¹¹ Die Kriterien basieren mehrheitlich auf den Schlüsselfaktoren, welche für die Szenarienbildung zugrunde gelegt wurden. Vereinzelt wurden die Schlüsselfaktoren in zwei oder drei Kriterien unterteilt.

¹² Ein Szenario mit einem stagnierenden oder gar sinkenden BIP wurde jedoch bewusst nicht konstruiert, weil zurzeit alle langfristigen Prognosen des Bundes von einem mittleren Wachstum von mindestens 0.8% ausgehen.

¹³ Dieses alternative dritte Szenario wurde vom in der Software angewendeten Algorithmus nicht als ausreichend konsistent beurteilt und erschien deshalb nicht beim Output der Analyse. Vom Szenario B unterscheidet sich dieses vor allem durch die noch zunehmende Belastung der Verkehrsinfrastruktur mit den damit verbundenen Problemen und disruptiven Veränderungen im Bereich Technologien und Materialien.

- Während in Szenario A das Wirtschaftswachstum mit einer solidarischen Aufteilung der anfallenden Gewinne einhergeht, nehmen die sozialen Ungleichheiten in Szenario B verstärkt zu.
- Szenario A beschreibt bezüglich Energie den Weg in Richtung hin zu einer 2000-Watt-Gesellschaft, welche durch eine starke Abnahme der Nachfrage nach Energie gekennzeichnet ist und durch eine stark in richtige ökologische Nachhaltigkeit regulierende Politik gefördert wird. Szenario B zeichnet sich ebenfalls durch eine – wenn auch weniger starke – Abnahme der Energienachfrage aus, welche aber nicht durch die 2000-Watt-Gesellschaft, sondern durch Effizienzgewinne im Energiebereich getrieben ist. Die Politik greift entsprechend deutlich weniger regulierend ein und betreibt eine „Laissez-faire“-Politik der freien Märkte.
- Während in Szenario A ökologische Erfolge hinsichtlich des Klimawandels, des Flächen- und Infrastrukturverbrauchs erzielt werden können (Polyzentrische Schweiz gekoppelt mit Paradigmenwechsel im Verkehr hin zu geglätteten Spitzen), schreiten in Szenario B die Erderwärmung und die Zersiedelung der Landschaft in grossen Schritten voran.
- Die Logistik bedient in Szenario A die Zentren mit Verteilstandorten in der Nähe der Kernstädte. In Szenario B ist sie aufgrund der anhaltenden Flächennutzung zu wenig zentrumsnahen aber stark konzentrierten Versorgungsstrukturen angehalten.
- Während die Wirtschaft in Szenario B von Mega-Konzernen dominiert ist, welche die auf Materialismus ausgerichteten Konsumpräferenzen der Gesellschaft bedienen, charakterisiert sie sich in Szenario A stärker durch eine Vernetzung wenig kleinerer Unternehmen, welche auf der Nachfrageseite auf eine abnehmende Bedeutung des „Besitzens“ von materiellen Gütern (Stichwort „Sharing Economy“) treffen.
- Während in Szenario A die technologische Entwicklung im Transportbereich eine untergeordnete Rolle spielen, lässt sich in Szenario B eine beschleunigte Entwicklung feststellen.

Die vorliegende Gegenüberstellung anhand der Vergleichskriterien ergibt noch kein komplettes, fassbares Bild über die beiden Szenarien. In einem nächsten Schritt ist es deshalb sinnvoll, die einzelnen Ausprägungen der Schlüsselfaktoren innerhalb der Szenarien in Beziehung zueinander zu stellen und die Geschichte hinter dem mathematischen konstruierten Bild der Schweiz im Jahr 2050 zu erzählen. Das folgende Kapitel geht eingehender auf die beiden Szenarien im Jahr 2050 und die Geschichte wie es dazu kam ein.

4 Die Szenarien und ihre Geschichten dahinter

In diesem Kapitel werden beide ermittelten Szenarien im Hinblick auf die Logistik in der Schweiz genauer umschrieben. Dabei wird zuerst auf das eigentliche Resultat des Szenarios, die Situation im Referenzjahr 2050 eingegangen, anschliessend wird versucht den Weg, wie es dazu kam, nachzuzeichnen.

4.1 Szenario A:¹⁴ Schonung natürlicher Ressourcen

4.1.1 Das Umfeld der urbanen Logistik in der Schweiz im Jahr 2050

Die Logistik sieht sich im Jahr 2050 einem Umfeld gegenüber, welches den Schutz natürlicher Ressourcen hochhält. Betrug der jährliche CO₂-Ausstoss pro Kopf anfangs des Jahrtausends noch mehr als 7 Tonnen, beträgt er inzwischen nur noch 2 Tonnen pro Kopf. Aufgrund einer deutlichen Senkung des Energieverbrauchs ist das Ziel der 2000-Watt-Gesellschaft in greifbare Nähe gerückt.

Eine wirksame übergeordnete Raumplanung hat dazu geführt, dass die bebaute Fläche in der Schweiz seit längerem nicht mehr zugenommen hat. Das Bevölkerungswachstum findet konzentriert in den vier Metropolitanräumen Zürich, Basel, Region Lémanique und Bern statt. Gleichzeitig haben sich Luzern, der Kanton Tessin, der Jura, das Aareland und die Nordostschweiz zu klein- und mittelstädtisch geprägten Räumen verdichtet. Entsprechend dieser polyzentrischen Raumverteilung ist auch die Logistikbranche strukturiert: Sowohl in der Nähe der grossstädtisch als auch der klein- und mittelstädtisch geprägten Räumen bilden sich Netzwerke zwischen Industrie, Handel und Logistik, womit Produktion und Nachfrage räumlich eng verbunden ist.

Nicht nur der verminderte Landverbrauch trägt zur Schonung natürlicher Ressourcen bei, sondern auch die geänderten Konsumpräferenzen in der Gesellschaft. Sharing Economy durchdringt den Alltag der Menschen, praktisch alle materiellen Güter und auch die meisten Dienstleistungen können geteilt werden. Während das Besitzen von Materiellem an Bedeutung verloren hat, bleibt der Konsum von physischen Gütern und immateriellen Dienstleistungen weiterhin wichtig. Dabei wird auf gesunde, hochwertige und nachhaltig produzierte Produkte aus der näheren Umgebung Wert gelegt. Der „everywhere- and anytime“-Konsum bleibt für den Endkunden zwar wichtig, eine ressourcenschonende Produktion und Zulieferung der Produkte (etwa dem Gedanken der crowd logistics folgend, wonach etwa Handwerker, Aussendienstmitarbeiter oder Pensionierte in die Distributionskette eingegliedert werden) wird dabei aber mindestens genauso geschätzt.

Im Verkehr führt ein sämtliche Verkehrsträger umfassendes leistungs- und verbrauchsabhängiges Mobility Pricing als zentrale Stellschraube zu einer besseren Auslastung der bestehenden Kapazitäten. Das Umfeld für die Logistik ist allgemein positiv tangiert: Durch die geglätteten Verkehrsspitzen kann die Zuverlässigkeit bei den Zustellungen gesteigert werden, gleichzeitig ermöglichen die zentrumsnah errichteten Logistikstandorte eine schnelle und effiziente Belieferung des Endkunden. Autonom fahrende Fahrzeuge haben inzwischen die konventionellen Autos und Transporter weitgehend abgelöst und bieten den Logistikunternehmen neue Möglichkeiten für effiziente Zustellungen auf der letzten Meile. Neben Last- und Lieferwagen werden auch autonome Kleinstfahrzeuge eingesetzt, welche auch Fuss- und Radwege benützen können. Der Schienenpersonenverkehr und der Schienengüterverkehr sind automatisiert. Das gleiche gilt für die Verdichtung des Feinverteilungsnetzes im öffentlichen Verkehr (Tram, Bus) und die erheblichen Qualitätssteigerungen im Langsamverkehr, welche gegenüber einer räumlichen Ausdehnung der S-Bahn-Netze priorisiert werden. Bezogen auf die Treibstoffe erfolgt die Mobilität im Jahr 2050 praktisch ausschliesslich emissionsfrei. Die Elektromobilität profitiert von den grossen

¹⁴ Entspricht Szenario 3 gemäss der Darstellung im Anhang.

technologischen Fortschritten bei der Speicherung von Energie. Biotreibstoffe kommen komplementär dazu zum Einsatz; im Güterverkehr ersetzen sie fossilen Diesel sogar komplett.

Zwar hat das politische Ziel einer 2000-Watt-Gesellschaft das Wirtschaftswachstum etwas gedämpft, eine zunehmende Konsumverlagerung von materiellen zu immateriellen Gütern, die Nutzung von Skaleneffekten durch die räumliche Verdichtung, die Effizienzgewinne im Verkehr und in der Technologie allgemein und ein intensivierter Wissensaustausch zwischen Unternehmen tragen in der Endsumme jedoch zu einem im internationalen Vergleich nach wie vor sehr hohen Wohlstandsniveau in der Schweiz bei. Hierzu steuert auch die Logistik ihren Anteil bei: Die horizontale Kooperation von Logistikunternehmen gewährleistet einen hohen und flexiblen Service-Level für die Endkunden (höhere Verfügbarkeit, Realisierung von Zeitvorteilen, Qualitätsverbesserung). Durch eine firmenübergreifende Planung von Material-, Informations- und Finanzmittelflüssen können zusätzlich erhebliche Effizienzgewinne erzielt werden. Im Rahmen der Distributionsketten ist der Einsatz von Big Data weit verbreitet und ermöglicht eine noch feingliedrigere und flexiblere Bedienung von Endkundeninteressen, was insbesondere auch auf die Zustellung auf der letzten Meile zutrifft. Der Wettbewerb findet so nicht mehr zwischen einzelnen Unternehmen, sondern zwischen einzelnen Wertschöpfungsnetzwerken statt.

Der hohe Kooperationsgrad in der Logistikbranche fördert innovative Lösungen mit hoher Wertschöpfung. Aufgrund der relativ hohen Kosten im Bereich Forschung & Entwicklung und der nur zaghaften Anschubfinanzierungen durch die öffentliche Hand bleiben disruptive Technologiesprünge jedoch aus. Standard geworden ist der 3-D-Drucker, dank welchem materielle Güter auch in kleineren Mengen dezentral, vollautomatisiert und effizient produziert werden können.

4.1.2 Wie es dazu kam

Der Promotor der Entwicklung hin zu dieser ressourcenschonenden Schweiz war die Politik, getragen von einem breit abgestützten gesellschaftlichen Grundkonsens. Unterschiedliche regulierende Eingriffe haben dazu geführt, dass das anfangs Jahrtausendwende noch sehr visionär umschriebene Ziel einer 2000-Watt-Gesellschaft bereits Mitte des 21. Jahrhunderts in einzelnen Städten erreicht werden konnte, in anderen zumindest in greifbare Nähe gerückt ist.

Ende der 2010er Jahre wurde der endgültige Beschluss für den Ausstieg aus der Kernenergie gefasst und in der Folge auch umgesetzt. Dieser Grundsatzentscheid bedingte umfassende Massnahmen zur Förderung der Energieeffizienz einerseits und der alternativen Energiequellen andererseits. Für Ersteres sah sich der Bund veranlasst in Koordination mit den Kantonen die Siedlungsentwicklung besser abzustimmen und in einem umfassenden nationalen Raumentwicklungskonzept überregionale Zentren als Entwicklungsschwerpunkte zu definieren. Nebst dem so herbeigeführten geringeren Flächenverbrauch intensivierten die Kantone ihre Bemühungen im Gebäudebereich; in den 2020er Jahren waren Minergie-Bauten der Standard, in den 2030er und 2040er Jahren setzten sich Nullemissionshäuser zusehends durch. Die verstärkte Förderung der erneuerbaren Energiequellen erfolgte durch eine Anpassung der kantonalen Richtpläne und eine Beteiligung des Bundes an grösseren Bauvorhaben wie Windparks, Grosswasserkraftwerken und Geothermie-Anlagen. Die nach dem Atomausstieg kurzfristig entstanden Lücken werden mit Energieimporten und einem zurückhaltenden Bau von fossilen Gaskombikraftwerken geschlossen.

Die Bemühungen für eine höhere Energieeffizienz und eine nachhaltigere Energieproduktion tragen in den 2030er Jahren erste Früchte. Der Energieverbrauch (Dauerverbrauch) konnte bis Mitte der 2030er Jahre auf rund 4000 Watt pro Person gesenkt werden, die Treibhausgasemissionen verharren jedoch auf einem weiterhin relativ hohen Niveau von 5 Tonnen pro Person. Die Politik sieht sich zu dieser Zeit einer nächsten grossen Herausforderung gegenüber: Aufgrund des anhaltenden Bevölkerungswachstums und des weiterhin hohen Anteils des motorisierten Individualverkehrs am gesamten Verkehrsaufkommen stossen die verfügbaren Verkehrskapazitäten endgültig an ihre Grenzen. Inzwischen sind ausserdem autonome Fahrzeuge und die Automatisierung des Schienenverkehrs von den Behörden zugelassen. Sie führen kurzfristig zwar zu einer effizienteren Nutzung der Kapazitäten auf der Strasse. In der mittleren und langen Frist steigt jedoch die Attraktivität dieser Mobilitätsform derart stark, dass die verfügbaren Strassenverkehrskapazitäten an ihre Grenzen stossen. Ein kontinuierlicher Ausbau der bestehenden Infrastruktur ist nicht nur aufgrund der beschränkten Ressourcen der öffentlichen Hand zusehends schwierig, sondern wird auch in der öffentlichen Meinung als immer weniger opportun betrachtet. Im Zuge dieses Paradigmenwechsels wird ein angebotsorientiertes Mobility Pricing mehrheitsfähig. Zuerst auf einzelne Regionen und Verkehrsmittel beschränkt wird das Instrument 2040 schweizweit und verkehrsmittelübergreifend eingeführt. ICT-Entwicklungen machen dies ohne grosse Transaktionskosten möglich.

Die Verteuerung der Mobilität und die damit einhergehende Entkopplung des Wirtschaftswachstums vom Verkehrswachstum, die Effizienzgewinne im Gebäude- und Technologiebereich sowie der gestoppte Flächenverbrauch verdeutlichten in den 2040er Jahren immer mehr, was im Jahr 2050 endgültig Tatsache wurde: Die Bevölkerung der Schweiz konnte ihren spezifischen Ressourcenverbrauch derart senken, dass die Vision der 2000-Watt-Gesellschaft inzwischen in greifbare Nähe gerückt ist. Inzwischen wohnen rund 10 Millionen in der Schweiz, wobei das Bevölkerungswachstum sich auf die urbanen Zentren beschränkte. Da Wohn- und Arbeitsorts aufgrund der räumlichen Verdichtung zusehends näher rückten und das verdichtete Bauen innerhalb der Zentren nochmals intensiviert wurde, kann die Schweiz mit dieser Bevölkerungszunahme gut umgehen. Insgesamt tragen die florierenden urbanen Gebiete mit ihrer hohen Angebotsqualität und ihrer internationalen Ausstrahlung damit massgeblich zu einer sehr hohen Lebensqualität in der Schweiz im Jahre 2050 bei.

4.2 Szenario B:¹⁵ Liberalisierung und Technologiesprünge

4.2.1 Das Umfeld der urbanen Logistik der Schweiz im Jahr 2050

Die Schweizer Wirtschaft und damit auch die Logistikbranche können im Jahr 2050 immer noch Erfolge verzeichnen. Das BIP pro Kopf ist im internationalen Vergleich immer noch eines der höchsten und Schweizer Unternehmen vermögen sich erfolgreich auf den Weltmärkten zu behaupten. Die positiven Wirtschaftszahlen haben ihre Ursache in erster Linie in dem anhaltend hohen Konsumniveau der Gesellschaft, im Kontext eines internationalen Handelsvolumens, das nochmals stark zugenommen hat. Sowohl Konsum als auch Eigentum von materiellen Gütern haben nach wie vor eine hohe Bedeutung, was auch Implikationen für die Logistikunternehmen hat: Der Endkunde wünscht eine Belieferung sofort und überall,

¹⁵ Entspricht Szenario 3 gemäss der Darstellung im Anhang.

weshalb die Behörden Anlieferrestriktionen in den Städten gelockert haben, was aufgrund der emissionsarmen Fahrzeuge bei der betroffenen Bevölkerung auf Akzeptanz stösst.

Die hohe Kaufkraft in Kombination mit den weiterhin stark vorherrschenden materialistischen Werthaltungen hat auch seine Auswirkungen auf den Flächenverbrauch in der Schweiz. Die durchschnittlich beanspruchte Wohnfläche pro Person hat sich in den letzten vier Jahrzehnten kontinuierlich erhöht. Umzonungen von Kultur- zu Bauland haben dazu geführt, dass sich die urbanen Gebiete inzwischen bis weit in die vormals ländlichen Regionen erstrecken. Die Logistik kann ihre Standorte entsprechend nicht verstärkt nach verschiedenen Zentren ausrichten, sondern muss Strukturen für die Bedienung einer dispersen Nachfrage bereithalten. Die Länge der Transportwege von nationalen Hubs zu regionalen und lokalen Verteilplattformen nimmt gegenüber heute noch zu, die Zusammenführung von Lieferungen in zentralen City-Hubs vor der letzten Meile gestalten sich demgegenüber eher schwierig.

Die Politik ist geprägt von geringen staatlichen Eingriffen und einer starken Liberalisierung in den unterschiedlichsten Bereichen der Gesellschaft. Märkte sind inzwischen durchwegs global und werden von wenigen Grosskonzernen geprägt. Der Logistik kommt hierbei eine zentrale Rolle zu. Einerseits hat sie für zuverlässige, schnelle und flexible Lieferketten zwischen Unternehmen vom Rohstoff bis zum Endprodukt zu sorgen. Andererseits stellt sie eine Just-in-Time Belieferung der Endkunden sicher; vor allem mit Produkten aus aller Welt, während die Nachfrage nach lokalen und spezialisierten Produkten aus der Schweizer Binnenwirtschaft kontinuierlich abgenommen hat. Was in der Schweiz in den 2010er Jahren bereits weit verbreitet ist, ist 2050 die Regel: Eingekauft wird im Internet, wo von internationalen Anbietern aus einer riesigen Produktpalette ausgewählt werden kann, mit der Erwartung, dass die bestellte Ware wenn möglich gleich noch am nächsten Tag vor der Haustüre angeliefert wird. 3-D-Drucker ermöglichen eine dezentrale und auf individuelle Bedürfnisse abgestützte Produktion von materiellen Gütern, der Logistik kommt dabei bei der Belieferung der Drucker mit Rohstoffen eine zentrale Rolle zu. Zwar erweist sich das dezentrale Drucken bei einer Vielzahl von Gütern als effizient, hochkomplexe Produkte werden aber weiterhin an zentralen Produktionsstandorten erstellt um von den Skaleneffekten der Massenproduktion zu profitieren. Der drohende Klimakollaps kann 2050 aufgrund von enormen Effizienzgewinnen in der Produktion und beim Transport abgewendet werden. Indem erneuerbare Energie nun in grossem Umfang gespeichert werden kann, spielen fossile Energiequellen kaum mehr eine Rolle. Die Elektromobilität hat sich im Verkehr grosse Marktanteile gesichert, insbesondere der Güterverkehr kann sich von fossilen Treibstoffen praktisch gänzlich lösen. Es zeigt sich die grosse Bedeutung der technologischen Entwicklungen der letzten Jahrzehnte: Fahrzeuge fahren praktisch ausschliesslich autonom, sind vernetzt und mit hochintelligenter Technologie unterwegs. Der Schienenverkehr ist automatisiert. Die individualisierte Mobilität gewinnt gegenüber dem öffentlichen Verkehr an Attraktivität, wobei die Grenzen zwischen diesen Verkehrsangeboten zusehends fließender werden. Aufgrund der technologischen Entwicklungen ist ein Ausbau der Strasseninfrastruktur jedoch nur in den seltensten Fällen nötig. Für die Logistik stellen die Verkehrsinfrastruktur und die ergänzende Technologie zur Steuerung des Verkehrs damit gute Rahmenbedingungen bereit: Güterverkehrsfahrzeuge können problemlos ins Verkehrssystem eingefügt werden und die Zuverlässigkeit bei der Zustellung auf der letzten Meile bleibt gewährleistet.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass die technologischen Entwicklungen die negativen ökologischen Auswirkungen des anhaltend hohen Wirtschaftswachstums bis zu einem gewissen Grad auffangen können. In der Logistik zeigt sich dies durch neue effiziente

Fertigungstechniken, dem Einsatz leichter neuer Materialien und der Nutzung der Möglichkeiten, welche das autonome Fahren mit sich bringt. Der hohe Durchdringungsgrad neuer Technologien in der Logistik hat ein hohes Innovationspotenzial für sämtliche durch die Logistik vernetzten Wirtschaftsakteure und Branchen zur Folge und trägt dazu bei, dass den sehr hohen Ansprüche der konsumfreudigen Gesellschaft Rechnung getragen werden kann. Trotz dieser Entwicklungen sind die räumlichen und energetischen Konsequenzen der Konsumgesellschaft klar sichtbar: Der Flächenverbrauch hat aufgrund der flächendeckenden Nachfrage stark zugenommen und Rebound-Effekte führen dazu, dass trotz der Effizienzgewinne im Energie- und Verkehrsbereich der spezifische Energieverbrauch weniger als erwartet gesunken ist. Die Situation in der Schweiz steht damit im Kontext einer globalen Entwicklung. Das Klima hat sich in den letzten drei Jahrzehnten mit 3 Grad deutlich stärker erwärmt, als man es anfangs des Jahrtausends ursprünglich an den internationalen Klimakonferenzen anvisiert hatte. Extremereignisse (Überschwemmungen, Steinschläge usw.) haben auch in der Schweiz immer wieder negative Folgen für die Infrastrukturen und den Verkehrsbetrieb. Dürren auf der ganzen Welt haben grosse Migrationswellen zur Folge, welche auch die Schweiz vor grosse Herausforderungen stellt.

4.2.2 Wie es dazu kam

Mit der Energiestrategie 2050 hat der Bundesrat im Jahr 2012 auf die Reaktorkatastrophe in Fukushima reagiert und neben dem Ausstieg aus der Atomkraft die Erschliessung von Energieeffizienzpotenzialen und eine verstärkte Nutzung der erneuerbaren Energien als Ziel gesetzt. Schon bald wurde die Energiewende jedoch nicht mehr als dringlich erachtet. 2018 lehnte die Bevölkerung die Energiestrategie ab und der Bundesrat musste die eingeschlagene energiepolitische Richtung überdenken. Das Abstimmungsergebnis hatte seine Auswirkungen: Politische Bemühungen zu einer über Preiserhöhungen herbeigeführten effizienteren Energienutzung und für staatlich geförderte erneuerbare Energiequellen waren nicht mehr mehrheitsfähig. Vor dem Hintergrund einer globalisierten Weltwirtschaft welche immer mehr regionale Märkte erschliesst, galt es die wettbewerblichen Vorteile der Schweizer Unternehmen nicht aufs Spiel zu setzen. Der Abbau von internationalen Handelshemmnissen und eine zunehmende Liberalisierung in der Wirtschafts- und Sozialpolitik waren fortan angesagt.

Die Liberalisierungswelle hatte in der Energie- und Umweltpolitik zur Folge, dass der Staat zusehends von regulierenden Eingriffen absah. Im Technologiebereich stellte er aber ideale Rahmenbedingungen für innovative Entwicklungen bereit. Im Verkehrsbereich wird das autonome Fahren bereits Mitte der 2020er Jahre von den Behörden zugelassen, zehn Jahre später wurde es zum Standard auf dem Schweizer Verkehrsnetz. Die Automatisierung des Schienenverkehrs schrittweise bis 2050 umgesetzt. Die Industrie profitiert von einer rasanten Entwicklung der 3-D-Drucktechnologie und bahnbrechende Forschungserfolge beim Speichern von Energie verhelfen der ganzen Wirtschaft zu grossen Effizienzgewinnen. Es sind diese Effizienzgewinne, welche es der Bevölkerung ermöglichen ihr hohes Konsumniveau aufrechtzuerhalten. Das Einkaufen in den Ladengeschäften hat Ende der 2020er Jahre immer mehr ausgedient, diese haben für den Kunden 2050 primär die Funktion, die Ware vor Ort zu betrachten, zu erleben und sie allenfalls gleich vor Ort bestellen zu können. Das Internetzeitalter hat in der Konsumgesellschaft noch einmal eine neue Dimension erreicht.

Im Zuge all dieser Entwicklung schreitet die Bevölkerungsentwicklung kontinuierlich voran. Die Grenze von 10 Millionen wird bereits im Jahr 2040 überschritten, bis 2050 bevölkern rund 11 Millionen Menschen die Schweiz. Aufgrund dieser Entwicklung und dem stetig wachsenden

Pro-Kopf-Flächenverbrauch geht die Zersiedelung weiter. Zwischen Zürich und Aarau verschwinden die Grenzen zusehends. Die grossen Distanzen zwischen Wohn- und Arbeitsort führen dazu, dass das Verkehrsaufkommen auf hohem Niveau verbleibt.

International machen sich verstärkt die Auswirkungen der globalen Klimaerwärmung bemerkbar. Die Migrationsströme haben Mitte der 2040er Jahre in der Schweiz eine neue Rekordmarke erreicht. Nebst vor Naturkatastrophen flüchtenden Asylsuchenden, hat die Schweiz auch grosse Mengen von Wirtschaftsmigrantinnen und -migranten zu bewältigen. Brasilien, China und Indien – anfangs Jahrtausend noch als Schwellenländer bezeichnet und inzwischen zu den internationalen wirtschaftsmächtigsten Staaten gehörend – emittieren weiterhin auf hohem Niveau Treibhausgase. Die westlichen Länder – und darunter auch die Schweiz – sind deshalb äusserst zaghaft bei der Umsetzung unilateraler Massnahmen zur Verbesserung des Klimas.

Bisher haben Technologie- und Effizienzsprünge einen ökologischen Kollaps verhindert, die schlechte Umweltqualität stellt 2050 jedoch eine globale Herausforderung dar, welcher sich die internationale Staatengemeinschaft in Zukunft stellen müssen.

5 Vergleich der Szenarien in den Energieperspektiven und die ARE-Szenarien

Die hier beschriebenen Szenarien sind aus methodischen Gründen nicht direkt vergleichbar weder mit den Szenarien der Energieperspektiven des Bundes (2001)¹⁶ und noch mit den aktualisierten, noch nicht veröffentlichten ARE-Szenarien 2050, welche beide primär die Quantifizierung wichtiger Kerngrössen anstrebten. Die von uns erarbeiteten Umfeldszenarien versuchen demgegenüber, die wechselseitigen Wirkungszusammenhänge zwischen gesellschaftlichen, technologischen, politischen, räumlichen und wirtschaftliche Aspekte qualitativ zu beschreiben (Wechselwirkungsanalyse, Cross Impact Analysis).

Eine Quantifizierung der Situation 2050 auf der Basis unserer Szenarien erfolgt in einem nächsten eigenständigen Arbeitsschritt. Dort werden wir auch im Sinne eines Vergleichs den Bezug zu den Energieperspektiven und den ARE-Szenarien suchen.

Zudem fokussieren wird auf die (urbane) Logistik, während in den anderen erwähnten Szenarien der Personenverkehr mindestens den gleichen Stellenwert erhält wie der Güterverkehr.

Als inhaltliche Differenz zu den anderen Szenarien sticht unseres Erachtens vor allem der Faktor Technologie hervor: Die Entwicklung in diesem Feld hat sich in den letzten Jahren als ungewöhnlich dynamisch erwiesen, was unsere Beurteilungen mit Sicherheit stark beeinflusst hat.

¹⁶ http://www.bfe.admin.ch/themen/00526/00527/index.html?dossier_id=05024&lang=de

6 Anhang

6.1 Schlüsselfaktoren und deren Ausprägungen

Schlüsselfaktor	Ausprägungen	Beschreibung
Kaufkraft/ Einkommensniveau/BIP	Kontinuität und Solidariät	Das reale BIP steigt bis 2050, auf moderatem Niveau, getrieben insbesondere auch durch das Bevölkerungswachstum. Die Binnennachfrage bleibt dadurch auch hoch. Das Pro-Kopf Einkommen ist weltweit noch eines der höchsten; die Einkommensverteilung bleibt stabil. Um den Wohlstand aller und auf einem gleichmässigen Niveau zu halten, steigen die staatlichen Abgaben und Vorsorgeleistungen.
	Kontinuität und wachsende Ungleichheit	Das reale BIP steigt bis 2050, auf moderatem Niveau, getrieben insbesondere auch durch das Bevölkerungswachstum. Die ökonomischen Ungleichheiten verschärfen sich. Die Kaufkraft einer dünnen Elite erhöht sich extrem während sie bei den mittleren und unteren Einkommen sinkt. Hohe Wohn- und Gesundheitskosten verringern zudem für die Mehrheit der Bevölkerung das verfügbare Einkommen
	Stagnation und Verteilungskämpfe	Die Schweiz verliert den Anschluss an die Spitzengruppe der wohlhabendsten Länder. Das BIP wächst anfänglich noch leicht, stagniert dann aber. Entsprechend sinkt auch die Zuwanderung und die Überalterung der Bevölkerung akzentuiert sich. Für die ganze Bevölkerung bedeutet dies ein Schrumpfen des ökonomischen Spielraums und wachsende Verteilungskämpfe.
Vorherrschende Konsumpräferenzen	Sharing Economy	Der Besitz physischer Güter verliert an Relevanz, die gemeinsame zeitliche begrenzte Nutzung von Ressourcen gewinnt an Bedeutung. Zugang ist wichtig, nicht der Besitz. Konsum von materiellen Gütern und immateriellen Dienstleistungen stehen aber weiterhin im Vordergrund. Gesunde, hochwertige und nachhaltige hergestellte Produkte bringen hohen sozialen Status
	Materialistische Gesellschaft	Die Megatrends Individualisierung und Globalisierung halten an und verstärken sich gar noch. Lockere Bindungen und zunehmend heterogene soziale Milieus dominieren. Der Besitz materieller Güter und/oder die Wahl globaler Reisedestinationen bleiben ein/werden zum Statussymbol. Eine Mehrheit der Konsumenten präferiert die Sofort- und Überall-Angebote. Die Produktvielfalt wächst weiter und entsprechend die Varianz an gewünschten Anforderungen an Logistik (Laufzeit, Zeitfenster, usw.)
	Suffizienzorientierung	Konsum als Leitmotiv der Gesellschaft verliert an Stellenwert. Grosse Teile der Bevölkerung streben eine suffizienzorientierte Lebensführung an. Immaterielle Güter werden im Vergleich zu materiellen immer wichtiger. Konsumgüter und Freizeitdestinationen werden vermehrt im Nahraum gesucht, teilweise verbunden mit bewusstem Konsumverzicht. Die Bedeutung von Just-in Time Lieferungen und der damit verbundene Druck auf die Logistikbranchen nimmt ab.
Ausmass des Klimawandels	Starker Klimawandel	Stetige Zunahme der Emissionen bis 2050; Temperaturanstieg um 2-3°C; Zu erwarten sind: Heisse trockene und lange Sommer, etwa Halbierung der Frosttage; Viele Extremereignisse (u.a. Starkniederschläge), mit Folgen für Infrastruktur und Betrieb des Verkehrs. Zunehmende Migrationsströme belasten Politik und Wirtschaft
	Schwacher Klimawandel	Senkung der CO2 Emissionen um mindestens 50% bis 2050; Temperaturanstieg um 1-2°C; Gegenüber dem Szenario vorher stark abgeschwächte aber ähnliche Entwicklungen
Energie: Angebot und Nachfrage	Weiter wie bisher	Stilllegung Kernkraftwerke bis ca. 2035. Fossile Brennstoffe stehen global genügend zur Verfügung und werden weiterhin genutzt im Transport, Energienachfrage steigt weiter für alle Energieträger. Energiepreise steigen nur leicht. Der Gesamtenergieverbrauch nimmt weiter zu.
	2000 Watt Gesellschaft	Vorzeitiger Ausstieg der Schweiz aus der Kernenergie bis 2025?, bestehende Kraftwerke werden vorzeitig abgestellt; neue Antriebe stärker auf Stromproduktion angewiesen, fossile Brennstoffe verknappt. Der Energieverbrauch pro Kopf wird reduziert durch intelligente Steuerung und verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen, politisch gewollte deutliche Steigerung der Energiepreise. Der Gesamtenergieverbrauch nimmt stark ab.
	Energie wird knapp	Die Energienachfrage steigt stärker als prognostiziert, alternative Angebote decken Nachfrage nicht komplett, Kernenergie bleibt Option mit Laufzeitverlängerungen, weiterhin Stromimporte; fossile Brennstoffe und Elektrizität werden als Energieträger im Transport stark nachgefragt, deutliche Steigerung der Energiepreise. Der Gesamtenergieverbrauch nimmt weiter zu.
	Extreme Effizienzrevolution	Technologischer Fortschritt erlaubt extreme Effizienzgewinne in der Produktion und beim Transport. Umfassende Nutzung der Energie. Wasserstoff löst Speicherproblematik für Energie. Fossile Energie spielt keine Rolle mehr und die Energiepreise steigen nicht oder sinken sogar. Der Gesamtenergieverbrauch nimmt stark ab.
Regulierung	Schonung natürlicher Ressourcen	Die Steuerung von Angebot und Nachfrage zielt auf Ressourcenschonung, insbesondere auch auf einen geringen Flächenverbrauch. Plafonierung Verkehr, strenge Emissionsvorschriften. Marktregulierung: Status Quo?
	Liberalisierung	Schutz des freien Marktes, weitere Öffnung und Liberalisierung der Märkte Abbau bestehender Regulierungen (insbesondere auch Abschaffung der kleinen Kabotage).
	Neuer	Tendenz zur Abschottung vom globalen Markt, Schutz des Binnenmarkts als oberste

	Protektionismus	Prämisse, Schutz primär des Arbeitsmarktes teilweise aber auch Importhindernisse, als Folge davon treffen Retorsionsmassnahmen des Auslandes die Exportindustrie.
Räumliche Verteilung Angebot und Nachfrage	Polyzentrische Schweiz zentrale Versorgung	Übergeordnete Planung. Schweizer Wachstum findet kontrolliert und staatlich reguliert in den Zentren verschiedener Gewichtung statt. Zentren werden dichter, können mehr Funktionen aufnehmen und bieten eine Mischung an Funktionen. Die Siedlungsqualität für Bewohner ist innen am höchsten (Bemerkungen: mit der Verdichtung nimmt die Siedlungsqualität doch wieder ab? Ist das schlüssig). Der Urbanisierungsgrad ist gestiegen, stagniert auf einem hohen Niveau. Landreserven werden nur zögerlich freigegeben. Industrie, Handel und Logistik sind ausserhalb der Zentren angesiedelt um die Wohnqualität in Städten zu erhöhen. Versorgung findet von wenigen Orten aus in die Zentren der Schweiz durch effiziente Logistik statt, die sich durch technologischen Fortschritt siedlungsverträglich integriert.
	Polyzentrische Schweiz dezentrale Versorgung	Übergeordnete Planung. Schweizer Wachstum findet kontrolliert und staatlich reguliert in den Zentren verschiedener Gewichtung statt. Zentren werden dichter, können mehr Funktionen aufnehmen und bieten eine Mischung an Funktionen. Die Siedlungsqualität für Bewohner variiert über alle Zonen. Der Urbanisierungsgrad ist gestiegen, stagniert auf einem hohen Niveau. Landreserven werden nur zögerlich freigegeben. Für Industrie und Handel sind zentrumsnahe Flächen gesichert. Produktion/Angebot und Nachfrage sind räumlich eng verbunden.
	Flächennutzung in der Schweiz (Zersiedlung)	Schwache Koordination der Planung. Geringere Landpreise in der Peripherie fördern Nachfrage auch in ländlichen Regionen. Die Siedlungsfläche wächst schneller als die Bevölkerung. Wachstum findet in der Fläche statt. Die Landreserven gehen zur Neige. Höchster Urbanisierungsgrad durch Miteinbezug der vormals ländlichen Regionen. Hohe Kapazität in den Transportnetzen bleibt essentiell. Industrie und Handel mit angeschlossener Logistik verteilen sich über die Fläche, um die weitläufige Nachfrage zu befriedigen.
Belastung der Verkehrsinfrastruktur	Kontinuität	Unter moderater Energie-, Umwelt- und Verkehrspolitik: Weitere Zunahmen im GV und PV bis zur Sättigung der bestehenden Infrastruktur zu Spitzenzeiten; Induzierter Verkehr nach Ausbaumassnahmen verschafft keine nachhaltige Entspannung; zunehmende Stauzeiten im Strassenverkehr; Kapazitäten im Bahnverkehr ausgelastet. Investitionen in Infrastruktur nehmen weiter zu. Kapazität erhöht, Auslastung sehr hoch, Laufzeiten stagnieren, Zuverlässigkeit sinkt leicht.
	Geglättete Spitzen	Struktureller gesellschaftlicher Wandel führt zur Verteilung des Verkehrs auf Tagesdauer; stärkere Nutzerfinanzierung mit Verteilfunktion (Mobility Pricing), abnehmende Verkehrsnachfrage im privaten Verkehr aber Nutzung der Infrastruktur weiterhin nur knapp unter Kapazitätsgrenze, Fokus auf Unterhalt. Kapazität erhöht, Auslastung auf hohem Niveau, aber verteilt über den Tag, Laufzeiten stagnieren, Zuverlässigkeit leicht verbessert.
	Abnehmende Verkehrsleistung	Nach innen gerichtete Siedlungsentwicklung, neue Modelle für Arbeitszeit und -ort, kurze Wege zwischen Aktivitäten (Arbeit, Freizeit und Wohnraum) ermöglichen abnehmende Distanzen und weniger Wege. Verlagerung der Mobilität auf den Langsamverkehr und Sharing von Verkehrsmitteln nimmt stark zu. Kapazität konstant, Auslastung gesenkt, Laufzeiten beschleunigt, Zuverlässigkeit verbessert.
	Verkehrsleistungszunahme mit Effizienz	Durch Vernetzung der Fahrzeuge und intelligente, automatisierte sowie autonome Technologien nimmt die Kapazität der existierenden Infrastruktur deutlich zu. Auf Strasse und Schiene wird ein öffentliches Netz angeboten, dass individuelle Mobilität bietet. Fahrzeuge befinden sich nicht im Privatbesitz von Einzelnen. Die Verkehrsleistung nimmt zwar stark zu, die Infrastrukturkapazität kann dies aber dank technologischem Eingriff aufnehmen. Einreihung von Güterverkehrsfahrzeugen problemlos. Bestehende Infrastruktur bietet langfristig Kapazitätsreserven (evtl. teilweise Rückbau), Erhalt und ergänzende Verknüpfungen stehen im Vordergrund. Kapazität technisch stark erhöht (bei konstantem Infrastrukturbestand), Auslastung hoch aber optimiert, Laufzeiten optimal, Zuverlässigkeit optimal.
Zusammenarbeit in der Wirtschaft (Outsourcing)	Kooperationen und Netzwerke	Weltweit gültige Standards und Schnittstellen, grösstenteils mit Open Source Zugang erleichtern die Zusammenarbeit; regionale Unterschiede durch unterschiedliche Anbieter. Innovationen durch neue Unternehmen in Kooperationen oder Erweiterung des Angebots; Logistik-Endkunden und Verlagerer können aus mehreren Alternativen wählen. Letzte Meile ist flexibel zwischen Logistiker und Endkunde verhandelbar. Produktion kann dank technischem Fortschritt (z.B. 3D-Druck) auch in kleineren Mengen dezentral, vollautomatisiert und effizient stattfinden. Flexibler Service-Level, mit sehr hoher Auswahl für Endkunden. Kooperationsgrad hoch, Outsourcing der Logistik: hoch.
	Mega-Konzerne	Wenige Verlagerer-Konzerne (international platziert) haben durch Integration und Übernahme eigene Logistik-Systeme geschaffen, mit eigenen Standards. Konkurrenz unter Konzernen und gleichförmige Angebote der Anbieter stehen nebeneinander, sind aber nicht alle überall verfügbar. Service-Level hoch, aber wenig Auswahl für Endkunden. Kooperationsgrad gering, Logistik wird verstärkt integriert.
	Steuerung zur Ressourceneffizienz	Logistik fokussiert auf Gesamteffizienz im System, ähnlich Ko-Modalität. Zusammenlegung und Optimierung von Bedienpunkten im städtischen Bereich, Gebietsaufteilungen unter öffentlicher Aufsicht (City-Logistik). Produktion fokussiert als wichtigsten Faktor auf die Nachhaltigkeit (durch öffentliche Hand gesteuert) und bleibt räumlich begrenzt bzw. setzt starke Bündelung. Regionaler Fokus, aber geringerer Service-Level und weniger Auswahl für Endkunden. Kooperationsgrad hoch,

		Outsourcing der Logistik nur in Teilbereichen/bestimmten Gebiete.
Technologien und Materialien im Transport	Kontinuierliche Entwicklung	"Heutige Trends wurden mit Erfolg weitergeführt. E-Mobilität dominiert, Verbrennungsmotoren kommen teilw. noch zum Einsatz, automatische und autonome Fahrzeuge sind weit verbreitet. Neue Technologien werden nicht schneller als in der Vergangenheit hervorgebracht. Hohe Kosten im R&D hindern beschleunigte Entwicklung, Zurückhaltung der öffentlichen Hand und privater Investoren bei unsicheren Technologieentwicklungen. Durchdringungsgrad neuer Technologien der Logistik: mässig; Durchdringungsgrad neuer Technologien der Gesellschaft: mässig
	Beschleunigte Entwicklung	Trends zeigten sich als wirkungsvoll, Anstrengungen wurden intensiviert und die Entwicklung im Fahrzeug- und Infrastrukturbereich hat einen signifikanten Fortschritt ermöglicht. Neue Fertigungstechniken und Materialien ermöglichen Kosteneinsparungen bei neuen technologischen Lösungen und ein höheres Innovationspotential. Durchdringungsgrad neuer Technologien der Logistik: hoch; Durchdringungsgrad neuer Technologien der Gesellschaft: hoch
	Disruptiver Technologiesprung	Neue Antriebstechnologien mit verschiedenen Treibstoffvarianten, Infrastrukturinnovationen (z.B. Cargo sous terrain) und Materialien erlauben weit fortgeschrittene Effizienz im Transport. Leichte neue Materialien, Robotik (auch Drohnen), 3D-Druck, zentrale automatisierte Steuerung des Verkehrs (auch autonomes Fahren insb. in der Logistik), hocheffiziente neue Antriebe. Dabei sind die Technologien miteinander verknüpft und kommunizieren untereinander und völlig automatisiert. in allen Industrie- und Logistikbereiche (Internet der Dinge). Durchdringungsgrad neuer Technologien der Logistik: sehr hoch; Durchdringungsgrad neuer Technologien der Gesellschaft: sehr hoch.

6.2 Auflistung aller vom Software-Algorithmus ausgewiesenen Szenarien

Szenario Nr. 1	Szenario Nr. 2	Szenario Nr. 3	Szenario Nr. 4
Kaufkraft/ Einkommensniveau/BIP: Kontinuität und Solidarität			Kaufkraft/ Einkommensniveau/BIP: Kontinuität und wachsende Ungleichheit
Vorherrschende Konsumpräferenzen: Sharing Economy			Vorherrschende Konsumpräferenzen: Materialistische Gesellschaft
Ausmass des Klimawandels: Schwacher Klimawandel			Ausmass des Klimawandels: Starker Klimawandel
Energie: Angebot und Nachfrage: 2000 Watt Gesellschaft			Energie: Angebot und Nachfrage: Extreme Effizienzrevolution
Regulierung: Schonung natürlicher Ressourcen			Regulierung: Fortschreitende Liberalisierung
Räumliche Verteilung Angebot und Nachfrage: Polyzentrische Schweiz mit dezentraler Versorgung			Räumliche Verteilung Angebot und Nachfrage: Flächennutzung in der Schweiz
Belastung der Verkehrsinfrastruktur: Geglättete Spitzen	Belastung der Verkehrsinfrastruktur: Verkehrsleistungszunahme mit Effizienz	Belastung der Verkehrsinfrastruktur: Geglättete Spitzen	Belastung der Verkehrsinfrastruktur: Verkehrsleistungszunahme mit Effizienz
Zusammenarbeit in der Wirtschaft (Outsourcing): Kooperationen und Netzwerke		Zusammenarbeit in der Wirtschaft (Outsourcing): Steuerung zur Ressourceneffizienz	Zusammenarbeit in der Wirtschaft (Outsourcing): Mega-Konzerne
Technologien und Materialien im Transport: Kontinuierliche Entwicklung			Technologien und Materialien im Transport: Beschleunigte Entwicklung

Hinweis: Die Liste umfasst alle Szenarien, welche vom Algorithmus der Software als ausreichend konsistent beurteilt wurden.

6.3 Alternatives Szenario: Ausprägungen der Schlüsselfaktoren

Kaufkraft/ Einkommensniveau/BIP:	Kontinuität und wachsende Ungleichheit
Vorherrschende Konsumpräferenzen:	Materialistische Gesellschaft
Ausmass des Klimawandels:	Starker Klimawandel
Energie: Angebot und Nachfrage:	Weiter wie bisher
Regulierung:	Fortschreitende Liberalisierung
Räumliche Verteilung Angebot und Nachfrage:	Flächennutzung in der Schweiz
Belastung der Verkehrsinfrastruktur:	Kontinuität
Zusammenarbeit in der Wirtschaft (Outsourcing):	Mega-Konzerne
Technologien und Materialien im Transport:	Disruptiver Technologiesprung

Hinweis: Die grün eingefärbte Ausprägung wurde vorgängig fixiert. Das Szenario umfasst jene Kombination von Ausprägungen, welche die höchste Konsistenz unter der Voraussetzung der fixierten Ausprägung aufweisen.

6.4 Gegenüberstellung der Szenarien anhand von Vergleichskriterien

	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4	Alternatives Szenario
BIP	↗	↗	↗	↗	↗
Soziale Ungleichheit	↑	↑	↑	↓	↓
Konsumniveau	→	→	→	↑	↑
Umweltqualität	→	→	→	↓	↓
Energieangebot	↘	↘	↘	↑	↑
Energienachfrage	↓	↓	↓	↘	↑
Regulierungsdichte	↑	↑	↑	↓	↓
Verdichtung Siedlungsstruktur	↑	↑	↑	↓	↓
Konzentration der Logistikstandorte	↘	↘	↘	↑	↑
Nähe der Logistikstandorte zu Ballungsräumen	↑	↑	↑	↓	↓
Auslastung der Verkehrskapazitäten	↗	→	↗	→	↑
Konzentration der Wirtschaftsakteure	↓	↓	→	↗	↗
Technologie- und Materialentwicklung im Transport	→	→	→	↗	↑

Hinweis: Energieangebot und Energienachfrage wurden bei alternativem Szenario vorgängig festgelegt.

Interface Politikstudien Forschung Beratung GmbH

Ueli Haefeli

Tobias Arnold

Daniel Matti

Luzern, 7. Juli 2016