



# Entwicklung Bauwerk Schweiz (EBS) – Hauptthemen – Versuch zu einem Überblick

Arbeitsdokument der Startgruppe EBS  
Fassung vom 30.06.2021

Verfasser: Dr. Fritz Hunkeler, Hunkeler Ingenieurberatung, Möriken  
hunkeler@ingenieurberatung.ch

Mitglieder der Startgruppe (einfache Gesellschaft):

Empa: vertreten durch Dr. Peter Richner, Peter Matt (Projektleiter),  
Dr. Fritz Hunkeler (Stv. Projektleiter) und Prof. Dr. Laurent Vulliet.  
Geschäftsführer: Dr. Hans-Rudolf Ganz.

Kontakt: Dr. Fritz Hunkeler, Möriken, hunkeler@ingenieurberatung.ch  
Geschäftsstelle EBS, c/o Dr. Hans Rudolf Ganz, Bösinggen, hganz@sunrise.ch

## **Vorbemerkung**

Dieses Dokument ist ein Arbeitspapier, das in keiner Weise Anspruch auf Vollständigkeit oder Ausgewogenheit erhebt.

Das Arbeitspapier enthält Aussagen/Zitate aus Berichten und Webseiten zu den Themen, die für das Projekt EBS von besonderer Bedeutung sind. Sowohl die Auswahl und die einzelnen zusätzlichen Kommentare sind persönlich gefärbt! Für eine allfällige Weiterverwendung sind die Originaltexte zu verwenden und zu referenzieren.

Dieses Dokument soll einen Einstieg in die breite Fülle von Themen vermitteln und als Anregung für Diskussionen und zur Formulierung des Handlungsbedarfs in den verschiedenen Teilbereichen dienen.

Bei allen hier behandelten Themen besteht auf der gesellschaftlichen und politischen wie auch auf der technischen Ebene eine grosse Dynamik, so dass die hier festgehaltenen Aussagen laufend überprüft und ggf. aktualisiert und ergänzt werden müssen.

Die Hauptarbeit an diesem Bericht wurde im Sommer 2020 abgeschlossen. Seither sind viele Tagungen, Workshops, Untersuchungen und Studien durchgeführt und neue Forschungsberichte publiziert worden. Auf politischer Ebene fanden in dieser Zeit breite Diskussionen zu verschiedenen hier bedeutsamen Themen statt, z.B. (abgelehntes) CO<sub>2</sub>-Gesetz, Klimawandel (Wetterextreme), Mobilität (Corona-bedingte Veränderungen der Wohn und Arbeitsbedürfnisse), Sachplan Verkehr, Mikroverunreinigungen im Trinkwasser. Diese wurden nicht mehr berücksichtigt.

Das Inhaltsverzeichnis des Dokumentes ist ungekürzt. Die Stichworte in den Untertiteln sollen dem Leser als Kompass in der grossen Fülle von Informationen dienen.

Auf Grund der beschränkten Mittel des Projekts wurde auf eine Nachbearbeitung der Gliederung und der Formatierung des Arbeitsdokuments verzichtet.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Zweck des vorliegenden Berichtes .....</b>	<b>7</b>
<b>2. Bauwerk Schweiz.....</b>	<b>7</b>
2.1 Bedeutung .....	7
2.2 Anpassungsdruck .....	9
2.3 Governance .....	9
2.4 Nachhaltigkeit / Ressourcen .....	9
2.5 Kostenwahrheit und Mobility Pricing .....	10
2.6 Hochbau / Gebäude.....	10
2.7 Verkehrsinfrastruktur (Bahn und Schiene).....	11
2.7.1 Personenverkehr MIV und ÖV .....	11
2.7.2 Güterverkehr (Schiene und Strasse).....	12
2.8 Trinkwassernetz.....	13
2.9 Entsorgungsnetze.....	14
2.9.1 Abwasser / Strassenentwässerung / Regenwasser .....	14
2.9.2 Kehrriech.....	14
2.9.3 Deponien.....	14
2.10 Abgrenzungen .....	14
2.11 Fokus EBS: Zuordnung/Bewertung von Themen und Bauwerken – Ein Versuch .....	15
2.11.1 Einordnung der bauwerkspezifischen Bedeutung der Themen.....	15
2.11.2 Einordnung der Bauwerke in der Matrix Wirkungs- und Verbesserungspotenzial und Handlungsbedarf .....	16
2.11.3 Erläuterungen zum Handlungsbedarf .....	17
<b>3. Megatrends.....</b>	<b>18</b>
3.1 Übersicht (→ Megatrends und Raumentwicklung Schweiz, Rat für Raumordnung (ROR), 2019) .....	18
3.2 Weitere für das EBS wichtige (Mega)trends .....	18
3.3 Andere wichtige Themen .....	18
3.4 Shaping the Future of Construction – A Breakthrough in Mindset and Technology.....	19
3.5 MEGATRENDS 2050 – Un aperçu de l'avenir.....	19
3.6 School of Architecture, Civil and Environmental Engineering (ENAC .....	22
3.7 Migration «Ähnlich wie eine Kurtaxe».....	22
3.8 Was ein 5G-Moratorium für die Schweiz bedeuten würde.....	22
3.9 European Construction Monitor 2017–2018: A looming new construction crisis? .....	23
3.10 Megatrends.....	23
3.11 Future Skills.....	23
<b>4. Klimawandel.....</b>	<b>24</b>
4.1 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Aktionsplan 2014 – 2019 .....	24
4.2 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Aktionsplan 2020 – 2025 .....	26
4.3 Evaluation der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel: Modul A .....	27
4.4 Anpassung an den Klimawandel – Bedeutung der Strategie des Bundesrates für die Kantone, BAFU 2015 .....	28
4.5 Kriterien zur Beurteilung und Abgrenzung von Anpassungsmassnahmen .....	29
4.6 National Centre for Climate Services NCCS.....	29
4.6.1 Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel.....	29
4.6.2 Klimawandel und Bevölkerungsschutz.....	30
4.7 swisscleantech, <a href="https://www.swisscleantech.ch/verband/">https://www.swisscleantech.ch/verband/</a> .....	30
4.7.1 Die Hitze bleibt draussen .....	31
4.7.2 KlimaBau – Planen angesichts des Klimawandels Energiebedarf und Behaglichkeit heutiger Wohnbauten bis ins Jahr 2100 .....	31
4.8 Infrastrukturtagung 2019: Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastrukturen.....	31
4.9 Bedeutung des Klimawandels für die Infrastrukturen in der Schweiz .....	31
<b>5. Energie, Energieziel 2050.....</b>	<b>31</b>
5.1 News NFP 70/71 - Energienetze sind noch nicht bereit für die Zukunft.....	31
5.2 Mehr Geld für erneuerbare Energien.....	32
5.3 Bundesrat will einheimische erneuerbare Energien stärken und Strommarkt öffnen.....	32
5.4 Strommarktöffnung (StromVG) .....	33
5.5 Stärkung erneuerbare Energien (EnG).....	33
5.6 Programmstrategie – EnergieSchweiz 2021 bis 2030 .....	34
5.7 Swiss Competence Center for Energy Research – Future Energy Efficient Buildings & Districts – Research and Innovation Roadmap 2017-2020, 2017.....	34
5.8 SWEET: SWiss Energy research for the Energy Transition – Short Overview on the Funding Program, BFE, 26 February 2020 .....	36
5.9 75 Millionen Franken in Wirkung bis verzehnfachen (Kanton Aargau) .....	36
5.10 Global Powers of Construction .....	37
5.11 Neues Energiegesetz für den Kt. Zürich .....	37
5.12 Energiestrategie 2050 in Gefahr.....	38
5.13 Lösung für das Energieproblem: Ein Haus, das ohne Heizung auskommt.....	38
5.14 Energieautarke Schweizer Haushalte bis 2050? .....	39

5.15	Wärme und Kälte aus dem See .....	41
5.15.1	Schlagzeilen.....	41
5.15.2	Thermische Nutzung von Seen und Flüssen – Potenzial der Schweizer Oberflächengewässer.....	41
5.15.3	Koordinierte Energienutzung aus Gewässern.....	42
<b>6.</b>	<b>Nachhaltigkeit .....</b>	<b>43</b>
6.1	Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016–2019, Bundesrat, 2016 .....	43
6.1.1	Handlungsfeld 2 – Siedlungsentwicklung, Mobilität und Infrastruktur : Langfristige Vision .....	43
6.1.2	Handlungsfeld 3 – Energie und Klima: Langfristige Vision.....	44
6.1.3	Handlungsfeld 4 – Natürliche Ressourcen: Langfristige Vision.....	45
6.2	Evaluation der Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016-2019 .....	45
6.2.1	5.1. Gesamtbeurteilung.....	45
6.2.2	Empfehlung 3: SNE inhaltlich fokussieren .....	46
6.2.3	Management Response des ARE.....	46
6.3	Zukunft: Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030 .....	46
6.3.1	Ausgangspunkt .....	46
6.3.2	Der Bund stärkt die Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung .....	46
6.3.3	Klimaziel 2050.....	47
6.3.4	Langfristige Klimastrategie.....	47
6.3.5	Klimaziel 2050: Netto-Null Treibhausgasemissionen (CO <sub>2</sub> Netto Null 2050) .....	47
6.3.6	Ergänzende Hinweise .....	48
6.3.7	Umwelterstörung durch Subventionen von Bund und Kantonen§.....	50
6.4	Totalrevision des CO <sub>2</sub> -Gesetzes.....	51
6.4.1	Bundesrat legt die nächste Etappe der Schweizer Klimapolitik fest.....	51
6.4.2	Die Massnahmen nach Sektoren .....	51
6.4.3	Faktenblatt 5: Gebäudeprogramm, 4. September 2019.....	53
6.4.4	Faktenblatt 6: Subsidiäre CO <sub>2</sub> -Grenzwerte für Gebäude, 4. September 2019.....	53
6.4.5	Kosten der CO <sub>2</sub> -Abgabe – Kritik vom HEV Schweiz .....	54
6.5	So hat sich die Umwelt in der Schweiz verändert.....	55
6.6	Neuer Nachhaltigkeitsbericht der UNO, Interview mit Thomas Brey, Prof. und Direktor am CDE, Zentrum für nachhaltige Entwicklung, Uni Bern .....	55
6.7	NFP 68 Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden (2013 – 2017, 13 Mio. CHF) .....	55
6.7.1	Gesamtsynthese .....	56
6.7.2	Thematische Synthesen.....	56
6.8	Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz – Zeitlicher Verlauf 1996 – 2015 .....	57
6.8.1	Ausgangslage und Zielsetzung.....	57
6.8.2	Entwicklung der Gesamtumweltbelastung .....	58
6.8.3	Einschätzung des Reduktionsbedarfs für die Gesamtumweltbelastung (UBP).....	58
6.8.4	Auswirkungen möglicher Zukunftsentwicklungen.....	59
6.8.5	Schlussfolgerungen .....	59
6.9	Zielbilder für eine planetenverträgliche, zukunftsfähige Schweiz. Eine Einladung zur Diskussion mit einer Skizzierung zukunftsfähiger Systeme Wohnen & Bauen, Mobilität & Transport, Ernährung. ....	61
6.9.1	Ziel und Anspruch dieser Arbeit.....	61
6.9.2	Management Summary: Die vier Zielbilder auf einen Blick .....	61
6.10	Strategie und Massnahmen Ressource Boden .....	62
6.11	NFP 73 Nachhaltige Wirtschaft (2017 – 2023, 20 Mio. CHF) .....	62
6.11.1	Übersicht.....	62
6.11.2	Ziele für nachhaltige Entwicklung.....	63
6.11.3	Projekte.....	63
6.11.4	Stand der Arbeiten .....	63
6.12	Impulsprogramm 2020/2030 von energie-wende-ja und Greenpeace.....	65
<b>7.</b>	<b>Digitalisierung .....</b>	<b>65</b>
7.1	Digital Society Initiative der Uni Zürich .....	65
7.2	Digital in Engineering and Construction - Future of Construction – The Transformative Power of Building Information Modeling .....	65
7.3	Emerging Trends in Real Estate® Reshaping the future – Europe 2018.....	67
7.4	Turning point for the construction industry – The disruptive impact of Building Information Modelling (BIM) .....	67
7.5	Strategie «Digitale Schweiz» (BR 2018).....	69
7.6	Positionspapier des Koordinationsorgans für Geoinformation des Bundes GKG .....	70
7.7	Der Bundesrat schafft ein Kompetenzzentrum für Datenwissenschaft .....	71
7.8	NFP 75 Big Data (2017 – 2023, 25 Mio. CHF) .....	71
7.8.1	Übersicht.....	71
7.8.2	Projekt „Das kombinierte Potenzial von erneuerbaren Energieträgern in Gebäuden“ (01.05.2017 - 30.04.2021, 0.59 Mio. CHF) .....	71
7.8.3	Datenspuren nutzen für die Verbesserung der Verkehrssysteme.....	72
7.9	NFP 77 Digitale Transformation (2020 – 2025, 30 Mio. CHF) .....	73
7.9.1	Übersicht.....	73
7.9.2	Projekte.....	73

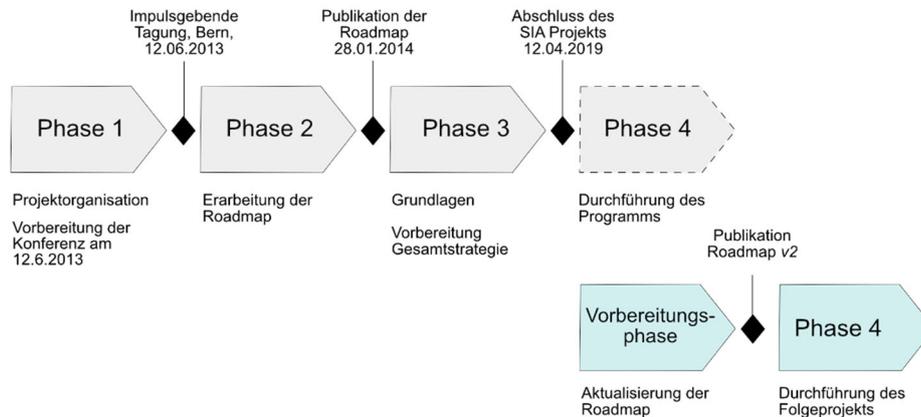
<b>8. Kreislaufwirtschaft, Grüne Wirtschaft, Recycling</b> .....	<b>74</b>
8.1 19.4296 MOTION: Recyclingbaustoffe. Vorbildfunktion des Bundes.....	74
8.1.1 Eingereichter Text.....	74
8.1.2 Begründung .....	74
8.1.3 4 Erwägungen der Kommission .....	74
8.2 Recycling .....	75
8.3 Bericht über die Versorgung der Schweiz mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen (Bericht mineralische Rohstoffe) – Aktuelle Situation sowie Massnahmen zur langfristigen Versorgung .....	75
8.3.1 5. Empfehlungen für eine langfristige Sicherung der Versorgung mit mineralischen Rohstoffen.....	75
8.3.2 6. Schlussbemerkungen.....	75
8.4 Grüne Wirtschaft: Übergreifende Instrumente .....	76
8.5 Grüne Wirtschaft: BAFU: Bericht «Grüne Wirtschaft – Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz», .....	76
8.5.1 Ausgangslage .....	76
8.5.2 Stand der Umsetzung .....	76
8.5.3 Weiterentwicklung der Grünen Wirtschaft.....	76
8.5.4 Ausblick.....	77
8.6 Dialogportal Grüne Wirtschaft.....	77
8.7 Ressourcen-Trialog .....	77
8.8 RessourcenEFFizienz Schweiz REFF – Grundlagenbericht zur Ressourceneffizienz und Rohstoffnutzung .....	78
8.8.1 Zusammenfassung .....	78
8.8.2 Reduktionspotenziale.....	78
8.8.3 Folgerungen.....	78
8.9 Umwelt & Ressourcen: Ausblick 2050.....	79
8.9.1 Ausgangslage und Ziele.....	79
8.9.2 Resultate.....	79
8.9.3 Klima: Strategische Ziele .....	80
8.9.4 Rohstoffe: Strategische Ziele und Weichenstellungen.....	80
8.9.5 Folgerungen und weitere Schritte .....	81
8.9.6 Kommentar .....	81
8.10 Die Verluste von Energie und Rohstoffen im Bau reduzieren .....	81
<b>9. Demografischer Wandel und Migration</b> .....	<b>83</b>
<b>10. Naturgefahren</b> .....	<b>83</b>
10.1 Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz – Bericht des Bundesrats in Erfüllung des Postulats 12.4271 Darbellay vom 14.12.2012, BAFU 2016 .....	83
10.1.1 Handlungsfelder und Massnahmen .....	83
10.1.2 Fazit .....	83
10.2 Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT .....	84
10.3 Erdbebenrisiko grosser Gebäudebestände – Stufenweises Verfahren zur Identifizierung von kritischen Gebäuden, BAFU, Bern, 2020.....	84
10.4 Schutz der Bevölkerung vor Radon .....	85
<b>11. Mobilität (MIV, Bahn)</b> .....	<b>86</b>
11.1 SAE International gemäss Wikipedia (31.03.2020) .....	86
11.2 ASTRA zu selbstfahrenden Fahrzeugen .....	87
11.2.1 Übersicht.....	87
11.2.2 Forschung.....	88
11.3 Bundesrat legt nächste Schritte zu Mobility Pricing fest .....	90
11.4 Auto-Mobilität. Fahren ohne FahrerIn oder Fahrer. Verkehrspolitische Auswirkungen .....	90
11.5 Automatisiertes Fahren in der Schweiz: Das Steuer aus der Hand geben? .....	90
11.6 Konzeptbericht Mobility Pricing – Ansätze zur Lösung von Verkehrsproblemen für Strasse und Schiene in der Schweiz .....	90
11.7 Zukunft Mobilität Schweiz – UVEK-Orientierungsrahmen 2040.....	91
11.8 Mobilitätsszenarien für die Schweiz – Überlegungen der SBB AG.....	91
11.9 Die VBZ tüfteln an neuen Ideen für den öffentlichen Verkehr.....	93
11.10 Das Auto hat die besten Zeiten noch vor sich .....	93
11.11 Unterwegs mit smarten Assistenten – Ein Szenario zum Reisen der Zukunft, GDI Gottlieb Duttweiler Institute, 2019 .....	93
11.12 Eigene Fahrstreifen für autonomes Fahren .....	95
11.13 Mobilität der Zukunft .....	95
11.13.1 Evolution der Mobilität.....	95
11.13.2 Das Manifest zur Mobilität der Zukunft.....	97
11.13.3 on demand SAL (Stadt, Agglomeration, Land).....	97
11.13.4 Kombinierte Mobilität mit selbstfahrenden Fahrzeugen .....	98
11.13.5 Centre de Transport, EPFL.....	98
11.13.6 Mobilitätsforschung an der ETHZ.....	99
11.13.7 Move – die Mobilität der Zukunft (Forschung an der Empa) .....	99
11.13.8 E-Auto vs. Brennstoffzellen-Auto .....	100
11.13.9 Können selbstfahrende Autos den Zusammenbruch der städtischen Mobilität stoppen? .....	102

11.14	Nachhaltige Antriebskonzepte und Energieträger .....	104
11.15	Veloweggesetz für bessere und sicherere Velowege sorgen .....	104
11.16	Roadmap Elektromobilität 2022.....	104
11.17	Auto der Zukunft .....	105
11.18	Mobilität der Zukunft, Kostenwahrheit u.a.....	106
11.19	Nationales Personenverkehrsmodell: Neues Planungsinstrument für Raum und Mobilität .....	109
11.20	Pauschaltarife wie das GA und die Autobahnvignette gehören abgeschafft.....	110
11.21	Die Zukunft der Arbeit: Das Büro ist in der Cloud .....	111
11.22	Kosten der Mobilität.....	112
11.23	Weitere Stichworte.....	113
<b>12.</b>	<b>Wasser.....</b>	<b>115</b>
12.1	Zustand und Entwicklung Grundwasser Schweiz – Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA, Stand 2016.....	115
12.1.1	3.3.1 Modul QUANT (Quantität).....	115
12.1.2	5.5 Analyse → Auswirkungen Klimaänderung tendenziell gering .....	115
12.1.3	Chlorothalonil-Metaboliten im Trinkwasser .....	115
12.1.4	Kunststoffe in der Umwelt: .....	116
12.2	Wasserführung und Abflussregime der Fliessgewässer .....	116
12.2.1	Folgen des Klimawandels für den Wasserhaushalt .....	116
12.2.2	Klimaänderung und Hydrologie.....	116
12.2.3	Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel.....	117
12.2.4	Synthesebericht .....	117
12.2.5	Wasserwirtschaft.....	118
12.3	Grundlagen für die Wasserversorgung 2025 – Risiken, Herausforderungen und Empfehlungen.....	119
12.4	Ergebnisse des NFP 61"Nachhaltige Wassernutzung" (2008 – 2014, 12 Mio. CHF) .....	119
12.4.1	Was ändert sich im Wasserhaushalt der Schweiz? .....	120
12.4.2	Wo besteht Handlungsbedarf?.....	121
12.4.3	Nachhaltige Wassernutzung: «Gesunde Gewässer reagieren weniger empfindlich auf Veränderungen» .....	124
12.5	Abwasser.....	124
12.5.1	Kommunale Abwasserreinigung .....	124
12.5.2	Siedlungsentwässerung.....	125
12.5.3	Entwässerung von Verkehrswegen.....	125
12.5.4	Abwasserentsorgung 2025 in der Schweiz .....	125
12.5.5	Sanierungsfall Abwassersystem .....	128
12.5.6	Unser Abwasser ist das Trinkwasser unserer Nachbarstaaten.....	129
12.6	Eawag 129	
12.6.1	Die Neuerfindung des stillen Örtchens, 19. November 2019 .....	129
12.6.2	Abteilung Wasserressourcen und Trinkwasser .....	129
12.6.3	Regionale Wasserversorgung Basel-Landschaft 21 .....	129
12.6.4	Wasserversorgung – Vorprojekt Standortbestimmung im Auftrag des BAFU (2009).....	129
12.7	Bald auf dem Trockenen?.....	131
12.7.1	Schmelzende Gletscher füllen die Flüsse .....	131
12.7.2	Auch künftig Wasser im Überfluss .....	132
12.8	Bergwälder graben dem Flachland in Zukunft das Wasser ab – ETH Forscher haben herausgefunden, dass bewaldete Berggebiete mehr Wasser verdunsten als bisher angenommen. ....	132
12.9	Wasserverbrauch und -versorgung in der Schweiz (SVGW).....	132
12.10	Zustand der Schweizer Fliessgewässer – Ergebnisse der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) 2011–2014 .....	135
12.11	Einsatz von Pestiziden.....	136
12.12	Leitungskataster Schweiz – LKCH.....	136
12.12.1	Leitungskataster Schweiz – Machbarkeitsstudie.....	136
12.12.2	Leitungskataster Schweiz – LKCH – Vision, Strategie und Konzept.....	137
<b>13.</b>	<b>Bahn/Personenverkehr (SBB).....</b>	<b>138</b>
13.1	Strategie SBB AG 2020 (2017).....	138
13.2	Mobilitätsszenarien für die Schweiz.....	139
13.3	Energie- und CO <sub>2</sub> -Ausstoss im Vergleich .....	141
13.4	Kontakt mit W. Stohler .....	141
13.5	„Mobilitäts-Inkubator“ der SBB.....	143
13.6	Zusammenfassung .....	143
<b>14.</b>	<b>Güterverkehr .....</b>	<b>144</b>
14.1	Cargo sous terrain .....	144
14.1.1	Gesamtlogistik .....	144
14.1.2	City-Logistik .....	144
14.1.3	Technik .....	145
14.1.4	CST-Gesetz .....	145
14.1.5	Bundesrat unterstützt Cargo sous terrain mit Spezialgesetz, 29. Jan. 2020.....	145
14.2	Verlagerung des Güterverkehrs von Schiene auf die Strasse (Alpeninitiative).....	146
14.3	Perspektiven des Schweizerischen Güterverkehrs bis 2040 .....	147

14.3.1	Verkehrsströme im Güterverkehr 2015 .....	147
14.3.2	Perspektiven des Schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040, ARE 2016 .....	147
14.3.3	Verlagerungsbericht 2019 .....	148
14.3.4	Bahn-Ausbauschnitt 2035 .....	149
14.3.5	Programm Agglomerationsverkehr .....	149
14.4	Strategiepapier VöV .....	149
14.5	Cargo mit Logistikdrohnen .....	150
<b>15.</b>	<b>Raumentwicklung .....</b>	<b>151</b>
15.1	Megatrends und Raumentwicklung Schweiz, Rat für Raumordnung (ROR), 2019 .....	151
15.1.1	Zusammenfassung .....	151
15.2	Landschaftskonzept Schweiz (LKS) .....	152
15.3	Verstädterung der Schweiz .....	153
<b>Beilage:</b>	<b>NFP 70/71 «Energie» (Zusammenfassung)</b>	<b>155</b>

## 1. Zweck des vorliegenden Berichtes

Der vorliegende Bericht entstand im Rahmen der Vorbereitung für die Phase 4 des Projektes Entwicklung Bauwerk Schweiz (EBS).



*Ablauf des Projekts EBS*

Dieser Bericht soll den Anschluss an die Tagung von 2013 [EBS 2013a] und an die Roadmap von 2014 [EBS 2014] herstellen. Insbesondere sollen darin die seit damals stattgefundenen, für das Bauwerk Schweiz wichtigen gesellschaftlichen, technischen und politischen Veränderungen dargestellt werden. Die Treiber für Veränderungen sollten identifiziert werden.

Der vorliegende Bericht diene als Basis für das Dokument «Roadmap – Umsetzung» [EBS 2021], das die Startgruppe für die Vorbereitung der Phase 4 des Projektes EBS erarbeitet hat.

### Referenzen

- |          |  |
|----------|--|
| EBS 2013 | Entwicklung Bauwerk Schweiz (EBS), Tagung „Zukunft Bauwerk Schweiz – Herausforderungen, Strategien und Massnahmen“, 12.06.2013, Bern (deutsch und französisch). Tagungsdokumentation (1 Bundesordner). |
| EBS 2014 | F. Hunkeler und P. Matt, Entwicklung Bauwerk Schweiz (EBS) – Roadmap, Januar 2014. Umfang ca. 130 Seiten.  |
| EBS 2021 | Entwicklung Bauwerk Schweiz (EBS) – Roadmap – Umsetzung, 30.06.2021  |

Die oben aufgeführten Dokumente können von der Homepage der Empa herunter geladen werden.

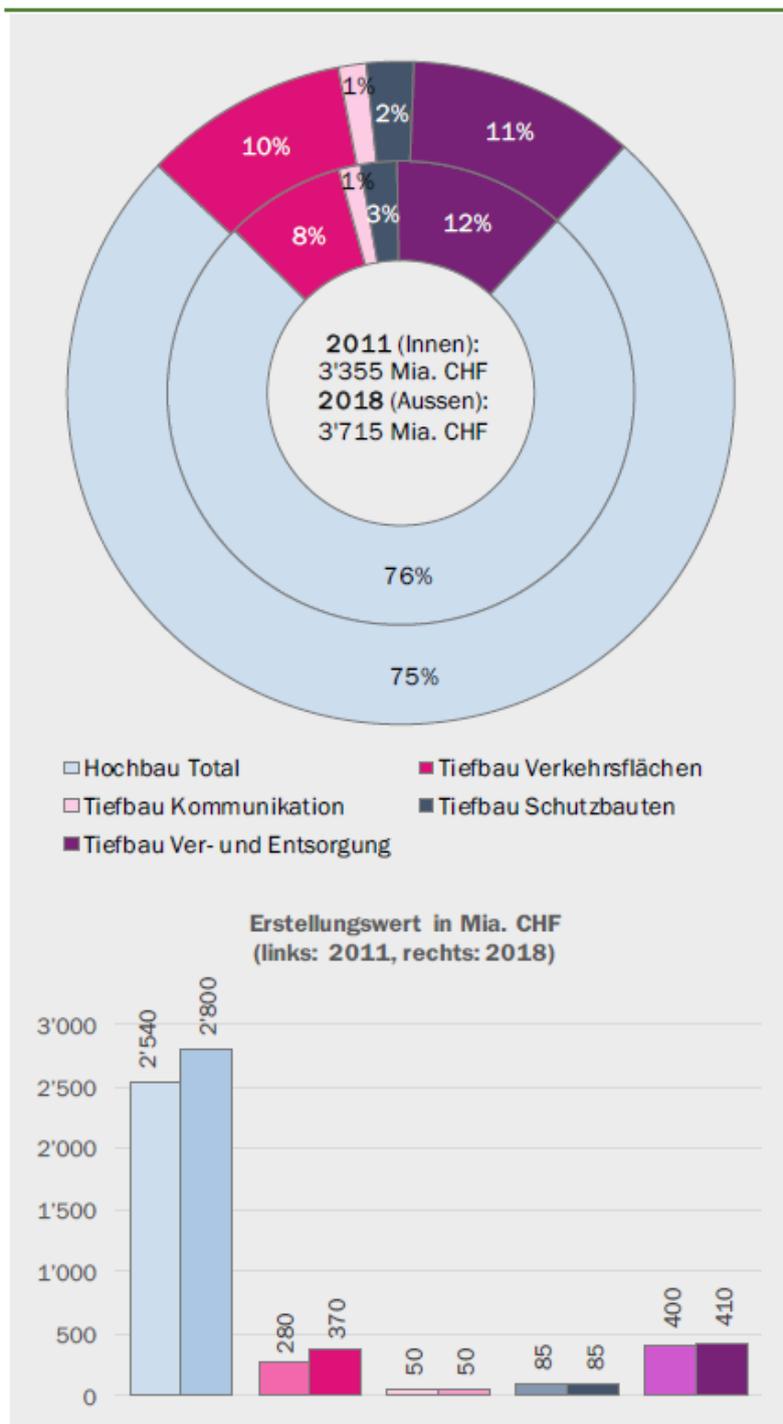
## 2. Bauwerk Schweiz

### 2.1 Bedeutung

Unter dem Begriff «Bauwerk Schweiz» werden sämtliche Bauten unserer Gesellschaft verstanden: Hochbauten, Verkehrsbauten, Energiegewinnung, Ver- und Entsorgungsnetze etc.

Das „Bauwerk Schweiz“ ist ein zentraler Pfeiler unseres Wohlstandes; doch es steht unter einem grossem Anpassungsdruck. Dafür sind verschiedene Dinge verantwortlich.

Bereits in der Roadmap von 2014 wurde auf die wirtschaftliche Bedeutung des Bauwerks Schweiz hingewiesen. In einer Publikation vom März 2020 (Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Immobilienwirtschaft der Schweiz, Bundesamt für Wohnungswesen und HEV Schweiz) wird neueres Zahlenmaterial präsentiert. Gemäss diesem Bericht liegt der Erstellungswert aller Bauten der Schweiz bei rund 3'715 Mia. CHF. Der Hochbau ist mit 75 % (2'800 Mia. CHF) das gewichtigste Segment.



Quellen: Berechnungen pom+ basierend auf Arealstatistik 2018 und div. kantonale Gebäudeversicherungen 2017; Lukic und Forster (2017); div. Netzzustandsberichte Schienenverkehr; Schalcher et al. (2011); Hoffmann et al. (2014).

Abbildung 5: Erstellungswerte des Bauwerks Schweiz

Im erwähnten Bericht wird die Bedeutung der Immobilienwirtschaft wie folgt beschrieben: Die Immobilienwirtschaft trägt mit 11 % einen beachtlichen Teil zur Schweizer Wirtschaftsleistung bei. Werden die Mieteinnahmen und die Eigenmieten der privaten Haushalte ebenfalls hinzugezählt, beläuft sich der Anteil auf 17 % des BIP, was einer Bruttowertschöpfung von 114 Milliarden CHF entspricht. Insgesamt generiert die Immobilienwirtschaft rund 566'000 Vollzeitäquivalente Stellen (VZÄ), was 14 % aller Beschäftigten in der Schweiz entspricht. Zusätzlich kümmern sich weitere 62'500 Vollzeitäquivalente um die Betriebsliegenschaften in den übrigen Branchen. Damit arbeiten also insgesamt nahezu 630'000 Personen oder fast jeder sechste Beschäftigte in der Schweiz immobilienbezogen. Von grosser Bedeutung ist ebenfalls die steuerliche Wirkung der Immobilienwirtschaft: Der öffentlichen Hand fließen allein aus

den Steuerwirkungen der Immobilienwirtschaft pro Jahr rund 15.9 Milliarden CHF an Steuern zu. Diese Fakten unterstreichen die Wichtigkeit der Immobilienwirtschaft für die Volkswirtschaft der Schweiz.

## 2.2 Anpassungsdruck

Die in den folgenden Kapitel 3 bis 15 erläuterten Themen haben mehrheitlich direkte Auswirkungen auf das Bauwerk Schweiz oder stehen mit diesem in unterschiedlichen Wechselwirkungen.

Nachfolgend wird ein erster Versuch gemacht, dies zu visualisieren.

## 2.3 Governance

Der Begriff „Governance“ ist unscharf. Im Kontext dieses Berichtes wird der Begriff eng gefasst und darunter die Aufgabenteilung zwischen den verschiedenen Staatsebenen (Gemeinden, Kantone und Bund) und die Zuteilung der dazu nötigen Ressourcen sowie die Steuerung und Koordination der Tätigkeiten (z.B. Kommunikation) und Prozesse verstanden.

In der weiter gefassten Definition werden auch private Organisationen, Firmen etc. einbezogen, um Interessenskonflikte frühzeitig zu erkennen und den nötigen Interessensausgleich zwischen allen Betroffenen und Beteiligten zu erreichen.

Eine gute Governance schafft Transparenz, Glaubwürdigkeit und Akzeptanz.

Gute Governance setzt nicht nur Visionen voraus. Ebenso wichtig, vielleicht sogar noch wichtiger, sind die daraus abgeleiteten konkreten Ziele und Aktionspläne für die Umsetzung.

## 2.4 Nachhaltigkeit / Ressourcen

Eine nachhaltige Entwicklung ermöglicht, dass auch die künftigen Generationen ihre Bedürfnisse zu befriedigen können. Die Nachhaltigkeit bezieht in der Regel auf soziale, ökonomische und ökologische Aspekte des menschlichen Tuns.



Die Nachhaltigkeit sollte sich im Idealfall auf ökologische, ökonomische und soziale Aspekte beziehen [Wikipedia, 20.07.2020].

Bei den Themen, die für die Entwicklung Bauwerk Schweiz wichtig sind, stehen die Ressourcen (Boden, Baumaterialien, Abfälle, etc.) im Vordergrund.

Daher wird in diesem Bericht der Begriff „Ressourcen“ stellvertretend für den Begriff „Nachhaltigkeit“ verwendet. Die sozialen und ökonomischen Aspekte treten damit etwas in den Hintergrund.

## 2.5 Kostenwahrheit und Mobility Pricing

Am 16. Juni 1993 reichte Nationalrat Bundi eine Parlamentarische Initiative "Kostenwahrheit im Verkehr" (93.439) ein. Diese verlangte, den Grundsatz der Kostenwahrheit im Verkehr in der Bundesverfassung zu verankern. Weiter sollen, auf dem Weg der Gesetzgebung, die Verkehrsträger im Rahmen des Verursacherprinzips, verpflichtet werden, für ihre externen Kosten aufzukommen. Rund 8 Jahre später, am 12.06.2001, wurde die Initiative vom Nationalrat abgeschrieben.

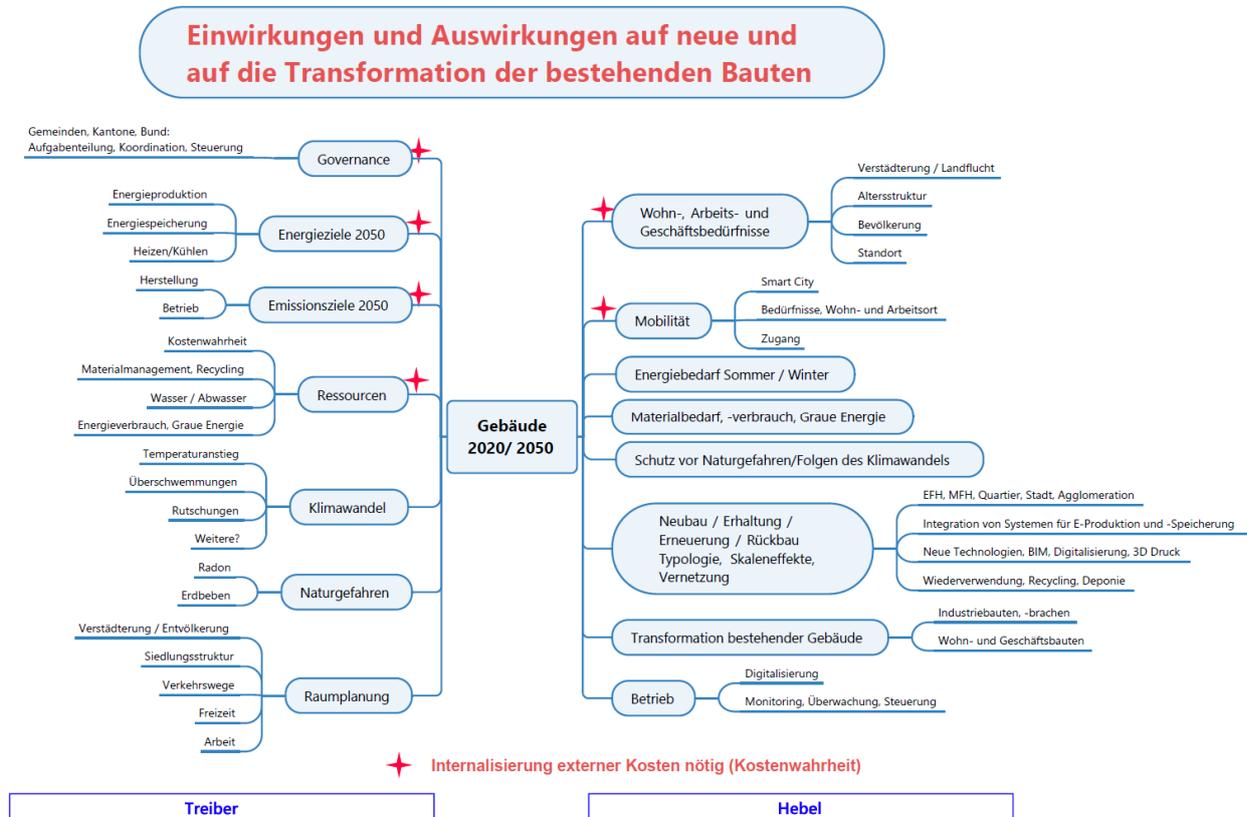
Seither ist dieses Thema immer wieder auf die politische Agenda gebracht worden, ohne dass dazu die notwendigen Grundlagen (Klärung der Ziele, Systemgrenzen, Abgrenzungen, Kostenfolgen etc.) erarbeitet wurden. Solche Grundlagen sind für die politischen Entscheide zwingend.

Die Kostenwahrheit ist eine zentrale Basis, um die Weichen für eine nachhaltige Entwicklung richtig zu stellen. Dies nicht nur für den privaten und öffentlichen Verkehr sowie den Güterverkehr, sondern z.B. auch beim Bau und Betrieb von Gebäuden (Stromverbrauch, Heizung). Die Umlegung der wahren Kosten auf die effektiv genutzten Strecken (MIV oder ÖV) ist ein sehr ambitioniertes Ziel. Die damit verbundene Umstellung vom bisherigen System mit Abgaben, Steuern etc. auf das neue System erfordert viel Überzeugungsarbeit auf allen politischen Ebenen, bei den Anbietern und Nutzern.

Das Mobility Pricing hat, wie es heute zumeist eingesetzt, nichts mit der Kostenwahrheit zu tun. Es wird lediglich zur Steuerung (Reduktion) des Verkehrsvolumens. Basis für das Pricing ist nicht die Kostenwahrheit, sondern die Wirkung der den Verkehrsteilnehmern auferlegten zusätzlichen Kosten. Mobility Pricing wird daher vornehmlich in den Städten eingesetzt. Das zukünftige Mobility Pricing muss, um das nachhaltige Verkehrsverhalten zu fördern, auf der Kostenwahrheit beruhen.

## 2.6 Hochbau / Gebäude

Mindmap zum Thema «Gebäude»



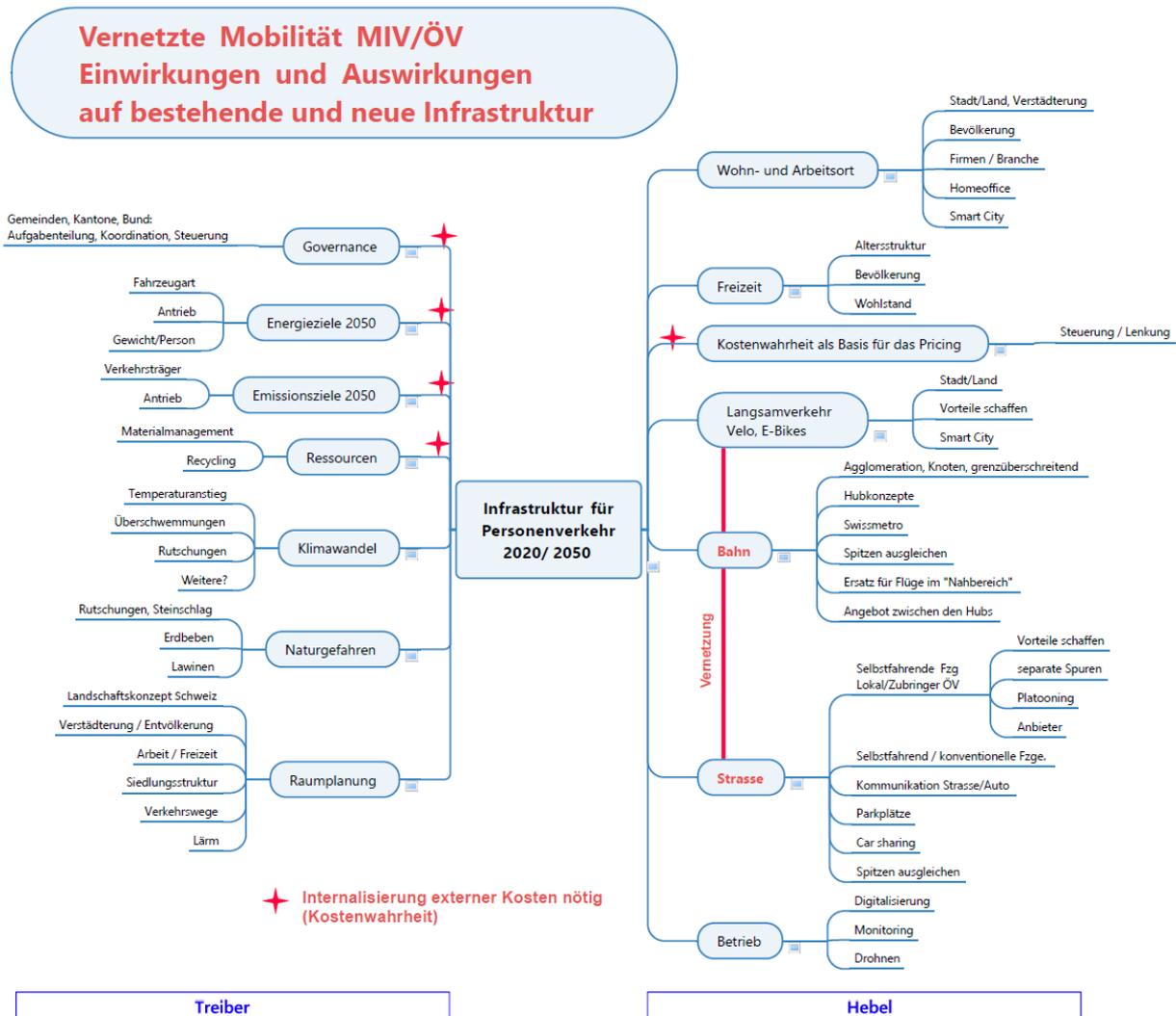
Überlegungen/Fragen:

1. Wie kann das heute vorhandene Wissen gebündelt und in die Praxis überführt werden sowie das systemisches Denken und Handeln unter allen Beteiligten gefördert werden?
2. Mit welchen Mitteln kann die Transformation des heutigen Gebäudebestandes auf die neuen Anforderungen beschleunigt werden?

## 2.7 Verkehrsinfrastruktur (Bahn und Schiene)

### 2.7.1 Personenverkehr MIV und ÖV

Mindmap zum Thema «Personenverkehr»

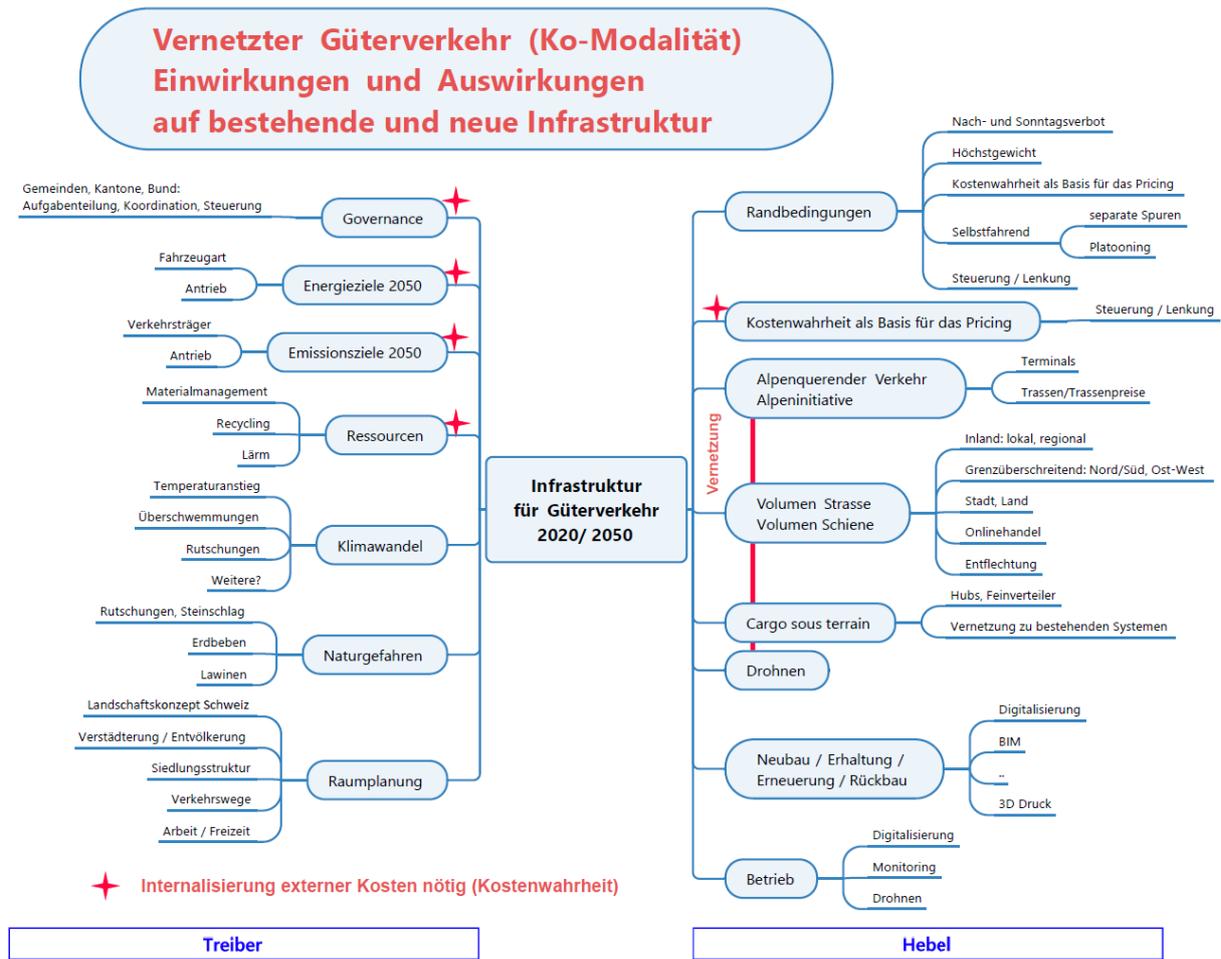


Überlegungen/Fragen:

1. Die Energiestrategie und die Emissionsziele 2050 werden die private Mobilität (MIV mit Berufs- und Freizeitverkehr) revolutionieren. Beim öffentlichen Verkehr (ÖV) wird dies in einem weit geringeren Masse der Fall sein. Mit einem echten Mobility Pricing – basierend auf der Kostenwahrheit aller Verkehrsträger – können die nötigen Veränderungen/Anpassungen beschleunigt werden.
2. „Neue Mobilität“: (Teil)Ersatz für MIV leichte (ohne unnötiges Gewicht, z.B. keine Knautschzone) selbstfahrende Fahrzeuge mit wenig Energieverbrauch für 1 bis 4 Personen. Die Fahrzeuge werden nicht mehr gekauft. Sie gehören dem Anbieter (z.B. VBZ, SBB oder Private) und werden nach Bedarf abgerufen. Stichwort: Uber ohne Fahrer.
3. Welche Anpassungen sind bei unserer Verkehrsinfrastruktur an die „neuen“ Mobilität nötig?
4. Soll/kann das ASTRA den Übergang zu selbstfahrenden Fahrzeugen beschleunigen/erleichtern?
5. Wie muss die Strassenverkehrsinfrastruktur für das Mit- bzw. Nebeneinander von konventionell gesteuerten und selbstfahrenden Fahrzeugen gestaltet werden?

**2.7.2 Güterverkehr (Schiene und Strasse)**

Mindmap zum Thema «Güterverkehr»

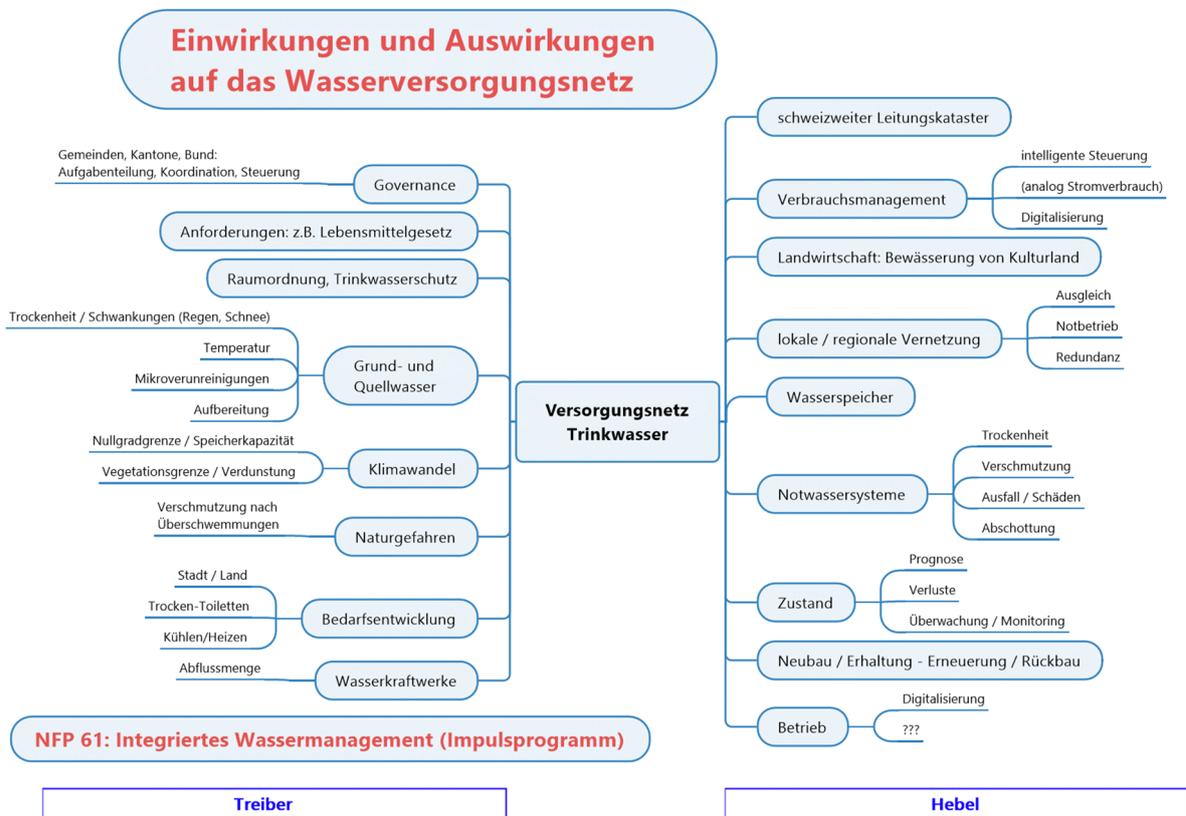


Überlegungen/Fragen:

1. Wie stark wirkt sich die Umsetzung der Energiestrategie und der Emissionsziele 2050 auf das Volumen und die Art des Güterverkehrs aus?
2. Welchen Einfluss könnte die Abwälzung der wahren Kosten des Güterverkehrs auf das Verhalten der Nutzer/Kunden bzw. auf das transportierte Volumen haben?
3. Welche politischen Entscheide und Massnahmen sind nötig, um die Ko-Modalität verstärkt umzusetzen und nachhaltiger zu gestalten?
4. Ist «Cargo sous terrain» die Lösung für die Zukunft oder eher das Hubkonzept der SBB? Ist ökonomisch und ökologisch sinnvoll beides nebeneinander voranzutreiben?

## 2.8 Trinkwassernetz

Mindmap zum Thema «Trinkwassernetz»



Überlegungen/Fragen:

- Mit welchen Auswirkungen des Klimawandels auf die Trinkwasserversorgung ist zu rechnen? Sind Anpassungen nötig und wenn ja, welche?
  - Steigende Nullgrad- bzw. Schneegrenze
  - steigende Vegetationsgrenze → erhöht Verdunstung → reduzierte Wasserabfluss ins Mittelland
  - im Winter mehr Wasser, im Sommer weniger Wasser
  - Absenkung des Grundwasserspiegels, saisonal / in (mehrjährigen Trockenperioden)
  - Verknappung (lokal, regional)
  - Temperaturanstieg (Bodentemperatur im Sommer) → Hygiene? Lebensmittelgesetz
  - Verunreinigungen
  - ..
- Ist es möglich, dass Erdsonden im Grundwasser wegen der Auswirkungen des Klimawandels nicht mehr betrieben werden können/dürfen?

## 2.9 Entsorgungsnetze

### 2.9.1 Abwasser / Strassenentwässerung / Regenwasser

Mindmap zum Thema «Abwassernetz»



Überlegungen/Fragen:

1. Welche Anforderungen werden die Abwasserreinigungsanlagen in Zukunft zu erfüllen haben (Entfernen von Mikroverunreinigungen aller Art, inkl. Hormone)?
2. Wie wirkt sich der Klimawandel mit extremen Wetterlagen (Starkniederschlägen und langen Trockenperioden) auf den Betrieb des Abwassernetzes und der Abwasserbehandlung aus?
3. Wie wirken sich die zunehmenden Anforderungen an das abgeleitete Abwasser auf den Betrieb von Abwasserreinigungsanlagen aus?
4. Wie kann die regionale Vernetzung gefördert und die Effizienz und Effektivität der Abwasserreinigungsanlagen gesteigert werden?
5. Mit welchen Forderungen könnten unsere Nachbarstaaten an unser «Abwasser» stellen?

### 2.9.2 Kehricht

Wurde vorerst zurückgestellt.

### 2.9.3 Deponien

Wurde vorerst zurückgestellt.

## 2.10 Abgrenzungen

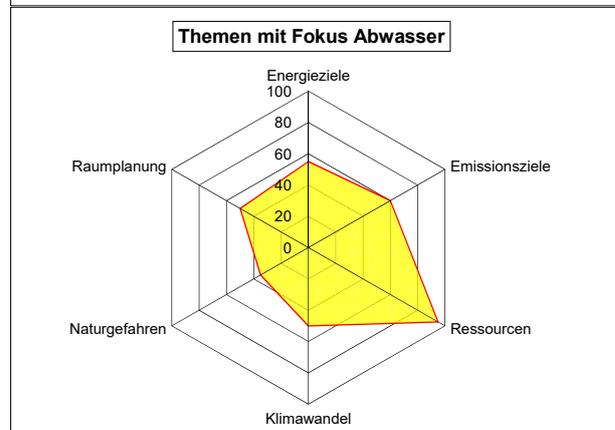
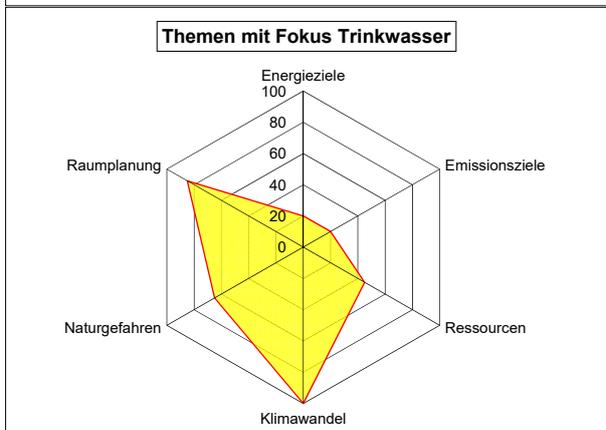
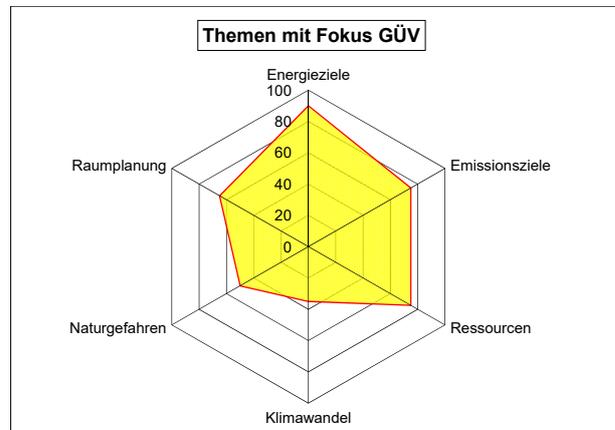
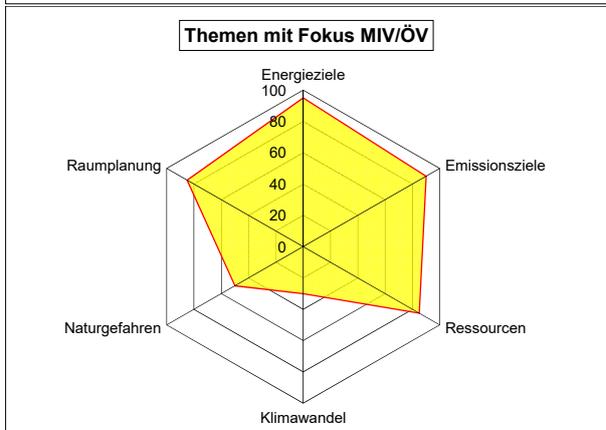
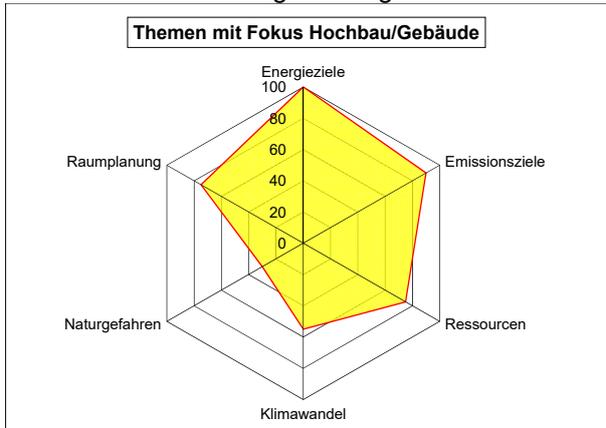
Folgende wichtige Themen wurden aus verschiedenen Gründen zurückgestellt. Sie werden nicht oder nur am Rande angesprochen:

- Raumplanung
- Rechtliche Aspekte
- Gesellschaftliche, soziale Fragen (Alterung, Altersstruktur)
- Kern- und Wasserkraft: wenige Player, die keine Hilfestellung brauchen
- Stromübertragungsnetze
- Mobilfunknetze inkl. Antennen
- Flugverkehr
- ...

**2.11 Fokus EBS: Zuordnung/Bewertung von Themen und Bauwerken – Ein Versuch**

**2.11.1 Einordnung der bauwerkspezifischen Bedeutung der Themen**

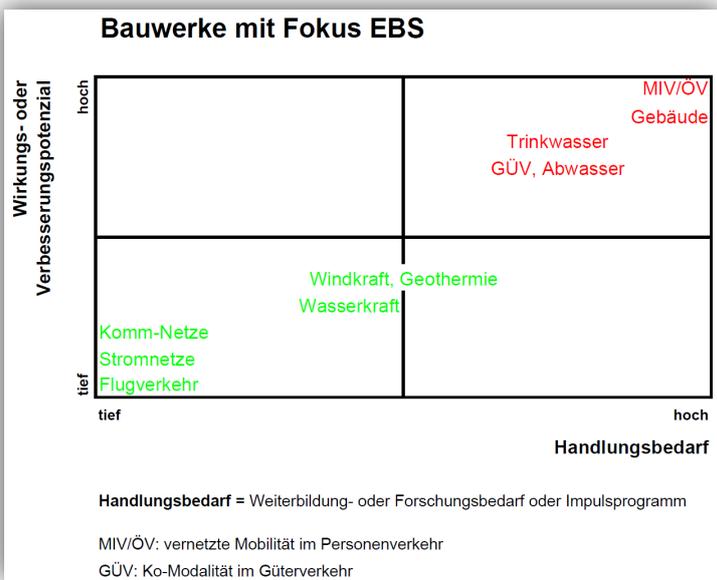
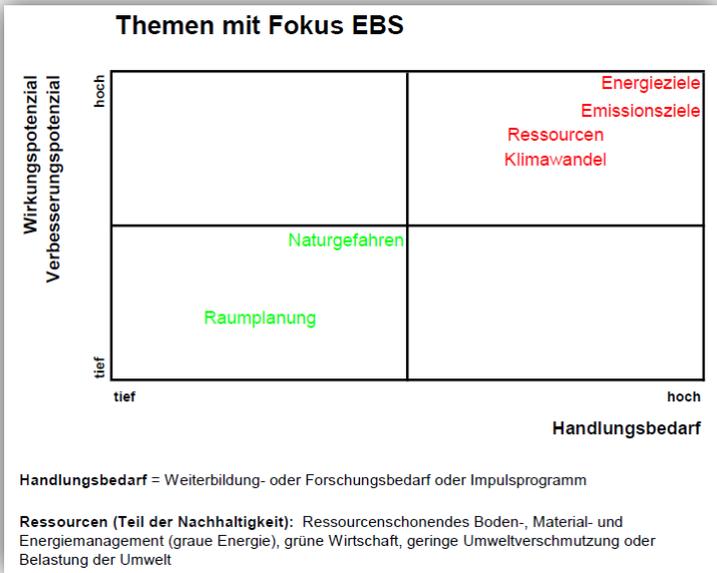
Die Mittelwerte der Bewertung der Mitglieder der Startgruppe für die Vorbereitung der Phase 4 des Projektes EBS sind nachfolgend dargestellt. Teilweise sind die Abweichungen gross.



Themen	Varianz (4 Personen der Projektgruppe)				
	Hochbau/ Gebäude	MIV/ÖV	GÜV	Trinkwas- ser	Ab- wasser
Energieziele	0%	2%	5%	0%	17%
Emissionsziele	18%	9%	15%	0%	17%
Ressourcen	19%	3%	3%	36%	9%
Klimawandel	15%	28%	23%	0%	33%
Naturgefahren	28%	17%	17%	3%	26%
Raumplanung	11%	19%	13%	10%	17%

Markiert sind Werte ≥ 20%

**2.11.2 Einordnung der Bauwerke in der Matrix Wirkungs- und Verbesserungspotenzial und Handlungsbedarf**



<b>EBS: Handlungsbedarf bei Bauwerken</b>	
	<p>Unter dem Begriff Weiterbildung werden Aktivitäten zusammengefasst, mit dem Ziel das vorhandene Wissen im Rahmen von Veranstaltungen, Kursen, Workshops etc. in den Alltag überzuführen. Zielpublikum: Personen, Gruppen, Unternehmungen, Verbände etc. inkl. Bauherren.</p> <p>Unter dem Begriff Impulsprogramm werden sämtliche Aktivitäten verstanden, um das vorhandene Wissen aus Forschung, Pilotanwendungen, Leuchtturmprojekten usw. aufzuarbeiten und in Form von Dokumentationen, Tools etc. für alle beteiligten Fachpersonen verfügbar zu machen, damit das Wissen im Baualltag um- und eingesetzt werden können.</p> <p>Unter Forschung wird die wissenschaftliche Bearbeitung von Themen aller Art verstanden mit dem Ziel, neue Erkenntnisse zu gewinnen oder frühere zu bestätigen.</p>

Die Themen «Gebäude» und «Personenverkehr (MIV/ÖV)» sollten auf Grund der grossen Bedeutung (Langfristigkeit der Investitionen, hohe Kosten, grosse Hebelwirkung bezgl. Nachhaltigkeit) mit hoher Priorität behandelt werden. Für das Thema «Gebäude» wurde bei der Innosuisse ein Projektvorschlag eingereicht, der die erste Hürde nahm und nun weiter bearbeitet wird.

### 2.11.3 Erläuterungen zum Handlungsbedarf

Die Weiterbildung und das Impulsprogramm können ähnlich aufgebaut und organisiert werden wie die vom Parlament beschlossenen Impulsprogramme IP BAU (Erhaltung und Erneuerung), IP PACER (Programme d'action énergies renouvelables) und IP RAVEL (Rationelle Verwendung von Elektrizität), die in den Jahren 1990 – 1996 mit einem Kreditvolumen von rund 50 Mio. CHF durchgeführt wurden (Unterlagen sind vorhanden). Die gegen 800 Kurse wurden von insgesamt 34'000 Fachleuten besucht. Gegen 200 Schulungsdokumentationen und Software Tools wurden erarbeitet und mit einer totalen Auflage von 350'000 Stück abgegeben. Es hat sich damals bewahrheitet, dass ein Veränderungsprozess durch Schulung der Beteiligten am wirksamsten ist.

Im Vorwort zur IP-BAU-Dokumentation „Betoninstandsetzung mit System“ (Leitung der AG: P. Matt, 1993) findet sich folgender spezifischer Text (vom damaligen Bundesamt für Konjunkturfragen [heute SECO] formuliert:

*Mit den Impulsprogrammen, die in enger Kooperation von Wirtschaft, Schulen und Bund durchgeführt werden, soll ein Beitrag zu einem verstärkt qualitativ orientierten Wirtschaftswachstum, d.h. zu einer rohstoff-, energie- und umweltschonenden Produktion bei gleichzeitig verstärktem Einsatz von Fähigkeitskapital geleistet werden. .... Wissenslücken bei vielen Beteiligten – Eigentümer, Behörden Planer, Unternehmer und Arbeitskräfte aller Stufen – sind zu schliessen, damit die technische und architektonische Qualität unserer Bauten, aber auch die funktionale, wirtschaftliche und kulturelle Bedeutung vieler Quartiere, Dorf- und Stadtteile erhalten oder verbessert werden können.*

Seither gab es mehrere Nationale Forschungsprogramme, die sich mit unterschiedlichen Themen des «Bauwerks Schweiz» befassen haben. Wertvolle Erkenntnisse hat beispielsweise das NFP 54 „Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung“ ergeben (NFP 54, 2005 – 2012). Das Programm mit einem Finanzrahmen von 13 Mio. CHF begann 2005 und wurde 2011 abgeschlossen. Es hatte zum Ziel, „für verschiedene Akteure (öffentliche Hand, Wirtschaft, Bauherrschaft) Grundlagen zur Erarbeitung praxistauglicher Instrumente zu liefern, die für eine zukünftig verbesserte Beachtung von Grundsätzen der nachhaltigen Entwicklung im Bereich des Bauwesens und der Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung erforderlich sind“. Nach heutigem Kenntnisstand ist dieses Umsetzungsziel bis anhin nicht erreicht worden.

In den letzten Jahren sind weitere Programme hinzugekommen, die mehr oder weniger eng zum Thema „Entwicklung Bauwerk Schweiz“ gehören:

- NFP 61: "Nachhaltige Wassernutzung", 2010 – 2014, 12 Mio. CHF
- NFP 64: "Chancen und Risiken von Nanomaterialien", 2010 – 2016, 12 Mio. CHF
- NFP 65: "Neue urbane Qualität", 2010 – 2014, 5 Mio. CHF
- NFP 68: "Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden", 2013 – 2018, 13 Mio. CHF
- NFP 70: "Energiewende", 2014 – 2019, 37 Mio. CHF
- NFP 71: "Steuerungsmöglichkeiten des Endenergieverbrauchs"; 2014 – 2019, 8 Mio. CHF
- NFP 73: "Nachhaltige Wirtschaft", 2017 – 2023, 20 Mio. CHF
- NFP 75: "Big Data", 2017 – 2023, 25 Mio. CHF
- NFP 77: "Digitale Transformation", 2020 – 2025, 30 Mio. CHF

### 3. Megatrends

#### 3.1 Übersicht (→ Megatrends und Raumentwicklung Schweiz, Rat für Raumordnung (ROR), 2019)

Auszug:

2.1 Was sind Megatrends?

2.2 Wichtige Megatrends für die Raumentwicklung in der Schweiz

- Globalisierung
- Digitalisierung
- Individualisierung
- Demographischer Wandel und Migration
- Klimawandel

2.3 Besonderheiten und gegenseitige Abhängigkeiten der Megatrends

2.4 Steigende Unsicherheiten prägen unser Handeln

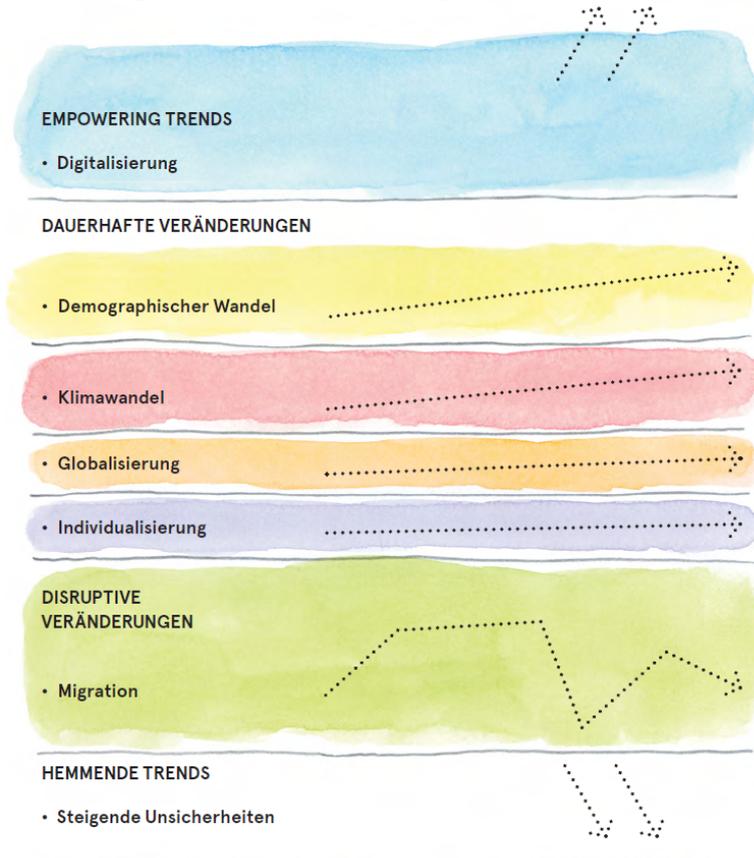


Abbildung 7: Die Megatrends und ihre Ausrichtungen (eigene Darstellung)

#### 3.2 Weitere für das EBS wichtige (Mega)trends

- Verstädterung (Entvölkerung in den Bergen)
- Nachhaltigkeit
- Energieziele (Bund 2050)
- Emissionsziele (Agenda 2030, Bund 2050)
- 3D-Druck?
- Grüne Wirtschaft (Materialmanagement, Recycling, etc.)
- ...

#### 3.3 Andere wichtige Themen

- Lärm
- Drohnen
- Biodiversität
- ...

### 3.4 Shaping the Future of Construction – A Breakthrough in Mindset and Technology

WEF, Prepared in collaboration with The Boston Consulting Group, May 2016

Multiple global megatrends are shaping the future of construction. Consider just two developments: first, 30% of global greenhouse gas emissions are attributable to buildings (at the same time, the UK government has set a target for 2025 of 50% reduction in today's level of greenhouse gas emissions in the country's built environment); second, the population of the world's urban areas is increasing by 200,000 people per day, all of whom need affordable housing as well as social, transportation and utility infrastructure. Such trends pose challenges but also offer opportunities; either way, they require an adequate response from the industry as a whole



Figure 2: Megatrends Shaping the Construction Industry's Future

### 3.5 MEGATRENDS 2050 – Un aperçu de l'avenir

Projet de Systèmes Civils, EPFL – ENAC, Automne 2017, Romain Savoy

# Megatrends 2050

## DEMOGRAPHIE



- Augmentation de la population mondiale**
- Vieillesse de la population
  - Augmentation de l'espérance de vie



- Migration**
- Opportunités pour le pays hôte
  - Bonne intégration nécessaire



- Urbanisation**
- Densité de population élevée
  - Enjeux pour rendre ces zones « vivables »

## ECONOMIE



- Marchés émergents**
- Croissance intéressante à exploiter
  - Nouveaux acteurs importants sur la scène internationale



- Monde multipolaire**
- Emergence de nouvelles puissances économiques
  - Renversement du classement des PIB

## GÉOPOLITIQUE



- Nouvelle répartition des pouvoirs**
- Fin de la toute puissance occidentale
  - Réformes dans les institutions internationales



- Défense et protection**
- Responsabilité partagée au niveau international
  - Cyberdéfense, terrorisme, catastrophes environnementales, entre autres

## TECHNOLOGIE



- Big Data**
- Une mine d'or d'informations
  - Enjeux quant à la protection des données



- Robotique**
- Gain substantiel en productivité, en temps, en qualité,...



- Intelligence Artificielle**
- « Raisonner » à l'image de l'Homme
  - Gain en productivité dans de nombreux domaines



- Humanité augmentée**
- Collaboration de l'Humain et de la Machine
  - Multiplication des possibilités de l'être humain



- Impression 3D**
- Une technologie innovante bientôt accessible
  - Une nouvelle manière de concevoir et de produire

## ENVIRONNEMENT



- Changement Climatique**
- Limiter nos émissions de gaz à effet de serre
  - Un des plus grands enjeux de ce siècle



- Pollution**
- Enjeu de santé publique
  - Offrir un monde durable aux générations futures



- Raréfaction des ressources**
- Nécessité de trouver des alternatives
  - Développement de l'économie circulaire



- Transition énergétique**
- Abandon de l'atome et des énergies fossiles dès que possible
  - Recours à des énergies renouvelables et propres

## SOCIÉTÉ



- Inégalités sociales**
- Polarisation de la société et émergence de tensions sociales
  - Frein au développement économique global



- Santé publique**
- Enjeu important de ce siècle car lié à d'autres *Megatrends*
  - Volonté d'améliorer les conditions de vie dans notre société



- Education**
- Réformes dans le système éducatif
  - Préparer la jeunesse aux défis qui l'attendent



- Mobilité**
- Potentiel technologique extraordinaire
  - Offrir un système de transport efficace et propre

## La Construction en 2050 - Megatrends

### URBANISATION



- Densité de population toujours plus élevée
- Impact sur l'industrie de la construction



Toujours plus haut,...



..., toujours plus bas,...



..., toujours plus dense.

### ENVIRONNEMENT & DURABILITE



- Empreinte environnementale importante de l'industrie de la construction
- Nécessité de rendre celle-ci plus « propre »



Améliorer la production des matériaux et leur utilisation



Améliorer l'efficacité énergétique du parc immobilier

### ECONOMIE



- Opportunité dans les pays en développement
- Croissance économique rime avec besoins en infrastructures



Partenariats Public-Privé

- Comblent les lacunes financières avec de l'investissement privé
- Bénéfices sur tous les fronts d'après certains - Nuisible d'après d'autres

### TECHNOLOGIE



Impression 3D

- Révolution dans la manière de produire
- Gain en temps, en argent, en qualité,...



Matériaux

- Innovations en passe d'arriver sur le marché
- ...mais boudées, faute d'informations,...
- ... au profit des matériaux classiques



Robotique

- ...physique d'une part,...
- ...numérique de l'autre.
- Gain en productivité à tout point de vue



Building Information Modeling (BIM)

- Collaboration facilitée entre les parties prenantes
- Gestion plus aisée de tous les paramètres du projet (Délais, coûts, durabilité,...)



Digitalisation

- Nouveaux outils numériques de modélisation, de visualisation, d'aide à la décision
- Accès au Big Data

### ORGANISATION



Planification

- Point noir de bon nombre de projets
- Plusieurs stratégies pour gagner en efficacité



Gestion de projet – LEAN Management

- « Réduire le gaspillage et optimiser les processus »
- Un chantier sur des « post-it »



Préfabrication

- Méthode de production reconnue pour ses avantages en terme d'efficacité, de coûts,...
- Nécessité de mettre à bas les a priori



Formation et Gestion des Compétences

- Promotion de cette industrie auprès de la jeunesse et conservation des travailleurs du secteur
- Perspectives de carrière intéressantes et conditions de travail attrayantes



Implication de l'Etat

- Partie prenante très importante en qualité d'investisseur, de maître d'ouvrage et d'organe institutionnel
- Responsabilité dans la transformation de l'industrie de la construction

### 3.6 School of Architecture, Civil and Environmental Engineering (ENAC)

NAC School of Architecture, Civil and Environmental Engineering - Self-Assessment Report 2019 – Volume A → Research topics.

### 3.7 Migration «Ähnlich wie eine Kurtaxe»

Nach Einschätzung des Ökonomen Reiner Eichenberger ist der Schaden aus der derzeitigen Zuwanderung grösser als der Nutzen. Er sagt, wie die Bilanz ins Plus gebracht werden kann.

Weltwoche, 16.01.2019

<https://www.weltwoche.ch/ausgaben/2019-3/inland/ahnlich-wie-eine-kurtaxe-die-weltwoche-ausgabe-3-2019.html>

### 3.8 Was ein 5G-Moratorium für die Schweiz bedeuten würde

Avenir Suisse, April 2020, Jürg Müller und Basil Ammann

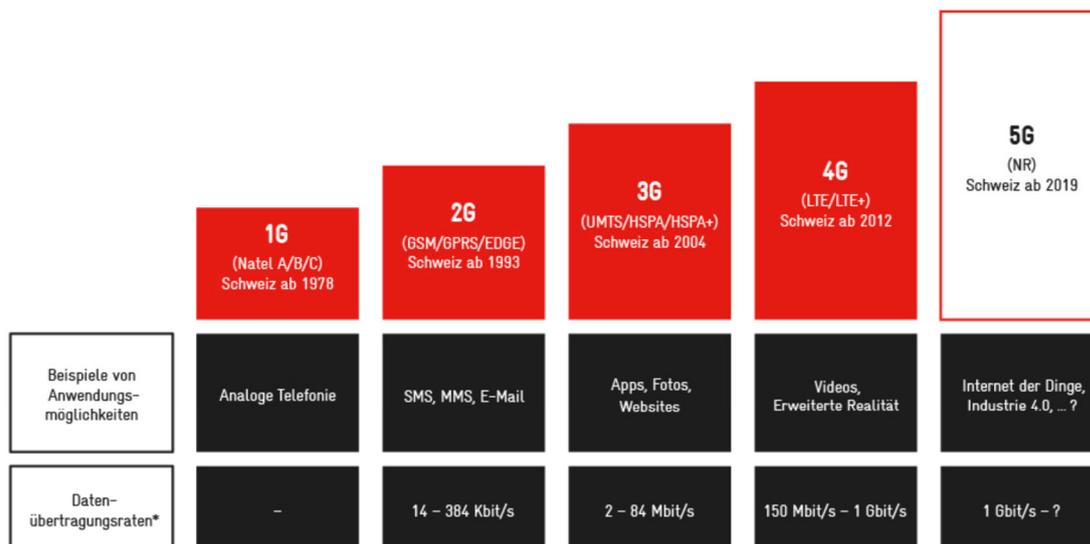
Die Einführung des neuen Mobilfunkstandards 5G hat in der Schweiz hohe Wellen geworfen. Verschiedene Bürgerbewegungen befürchten, dass sich die neue Technologie negativ auf Mensch und Umwelt auswirken könnte. Neben drastischen Einschränkungen der Mobilfunktechnologie wird auch ein generelles 5G-Moratorium erwogen. In dieser Analyse untersucht Avenir Suisse die potenziellen Folgen solcher Massnahmen.

Bei der Schlüsselinfrastruktur der 2020er Jahre streben derzeit verschiedene Nationen nach der Technologieführerschaft. Während auf globaler Ebene eine Art Wettrennen um 5G entbrannt ist, wollen hierzulande gewisse Kreise die Zeit anhalten lassen und die Modernisierung der Mobilfunknetze um jeden Preis verhindern. Mit gleich fünf geplanten Volksinitiativen wird sich vielleicht demnächst das Schweizer Stimmvolk der Schicksalsfrage stellen müssen: Soll das Land von einer progressiven auf eine konservative Grundhaltung gegenüber neuen Technologien umschwenken?

Abbildung 1

#### Die Ahnengalerie des Mobilfunkstandards

Die Mobilfunktechnologie hat sich in den letzten Jahrzehnten in Schüben entwickelt. Dabei gab es aber auch innerhalb der Mobilfunkstandards immer wieder Verbesserungen, wie die grosse Spanne bei den Datenübertragungsraten zeigt.



\*Bei den Datenübertragungsraten handelt es sich um grobe Angaben. Die Informationen unterscheiden sich je nach Quelle, und die technischen Maximalwerte werden in der Praxis kaum je erreicht.

Quelle: (European 5G Observatory, 2020; Swisscom, 2010, 2015, 2016), eigene Darstellung

### 3.9 European Construction Monitor 2017–2018: A looming new construction crisis?

Deloitte, July 2018

We are pleased to present the seventh edition of the European Construction Monitor, which looks at the latest market developments, trends and merger & acquisitions in the European construction industry. This 2017-2018 publication complements the “European Powers of Construction” (EPoC), a Deloitte research paper examining the status of major European-listed construction companies.

Highlights in this publication

- Almost all construction firms want to lead in digital but construction companies have not yet utilized M&A to realize their “digital” agenda
- M&A activity within the European construction sector is finally picking up
- M&A activity indicates a focus on strengthening “their classic” position in local construction markets
- Supply chain pressure remains a major issue in Northwestern Europe, resulting in a looming new construction crisis
- Industrialization of the construction sector a “must” issue (again)

### 3.10 Megatrends

<https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/>

Behandelt diverse Megatrends.

### 3.11 Future Skills

[https://www.gdi.ch/de/publikationen/studien-buecher/future-skills?utm\\_source=mailing\\_studien\\_200526&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=futureskills20](https://www.gdi.ch/de/publikationen/studien-buecher/future-skills?utm_source=mailing_studien_200526&utm_medium=email&utm_campaign=futureskills20)

Während über Jahrzehnte von mehr Wohlstand, Fortschritt und Freiheit ausgegangen wurde, scheint die Zeit der Linearität endgültig vorbei.

Die neue GDI-Studie «Future Skills» entwirft vier Szenarien für das Jahr 2050 und leitet davon ab, welche Fähigkeiten für diese Zukünfte notwendig sind:

- Kollaps: Von internationalem Handel abgeschnittene lokale Gemeinschaften müssen sich in den Ruinen einer globalisierten und industrialisierten Welt neu organisieren.
- Gig-Economy-Prekariat: Aufgrund technologisch bedingter Arbeitslosigkeit buhlen Menschen als digitale Tagelöhner in einer durchökonomisierten Welt um rar gesäte Jobs.
- Netto-Null: Die Gesellschaft muss sich einschneidende persönliche Einschränkungen auferlegen. Das übergeordnete Ziel ist die vollständige Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen.
- Vollautomatisierter KI-Luxus: Dank Maschinen muss niemand mehr arbeiten. Menschen stehen vor der Herausforderung, ihrem Leben Sinn zu geben und angesichts der überlegenen künstlichen Intelligenzen ihre persönliche Autonomie zu bewahren.

Für jede dieser Welten leitet die GDI-Studie Fähigkeiten und Eigenschaften ab, um bestehen und gedeihen zu können. Und sie diskutiert, wie man Zukunftsgestaltung erlernen könnte.



Hinweis: Gemäss [https://de.wikipedia.org/wiki/Gig\\_Economy](https://de.wikipedia.org/wiki/Gig_Economy) versteht man unter Gig Economy Folgendes: Gig Economy (von englisch gig für „Auftritt“ und economy für „Wirtschaft“) bezeichnet einen Teil des Arbeitsmarktes, bei dem kleine Aufträge kurzfristig an unabhängige Selbständige, Freiberufler oder geringfügig Beschäftigte vergeben werden. Dabei dient häufig eine Onlineplattform als Mittler zwischen Kunde und Auftragnehmer, die Rahmenbedingungen setzt und deren Betreiber eine Provision einbehält.

## 4. Klimawandel

### 4.1 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Aktionsplan 2014 – 2019

Zweiter Teil der Strategie des Bundesrates vom 9. April 2014

Im vorliegenden Aktionsplan sind die Anpassungsmassnahmen der Bundesämter zusammengefasst, mit welchen die Chancen des Klimawandels genutzt, die Risiken minimiert und die Anpassungsfähigkeit von Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt gesteigert werden sollen. Beim Aktionsplan handelt es sich um den zweiten Teil der bundesrätlichen Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Der erste Teil mit den Zielen, Herausforderungen und Handlungsfeldern wurde am 2. März 2012 vom Bundesrat gutgeheissen.

54 der insgesamt 63 Massnahmen sind Aktivitäten in den Sektoren Wasserwirtschaft, Umgang mit Naturgefahren, Landwirtschaft, Waldwirtschaft, Energie, Tourismus, Biodiversitätsmanagement, Gesundheit und Raumentwicklung. Die Erarbeitung und Umsetzung der Massnahmen erfolgt im Rahmen der jeweiligen Sektorpolitik. Dadurch können die Massnahmen bestmöglich auf die bestehenden sektorpolitischen Instrumente abgestimmt und in die Strategien der einzelnen Sektorpolitiken integriert werden. Die meisten dieser Massnahmen zielen darauf ab, die Rahmenbedingungen für Anpassungen an den Klimawandel zu überprüfen oder die Wissensgrundlagen durch Monitoring und Forschung zu verbessern.

Neun Massnahmen sind sektorenübergreifend ausgerichtet. Sie sollen die Wissensgrundlagen sowie die Handlungsfähigkeit durch Koordination, Information und Sensibilisierung verbessern. Im Vordergrund stehen die regelmässige Aufdatierung der Klimaszenarien und der hydrologischen Szenarien, die schweizweite Analyse der Chancen und Risiken des Klimawandels sowie die Zusammenarbeit und Koordination der Anpassung zwischen Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden.

Die Umsetzung des Aktionsplans ist mit einem finanziellen und personellen Ressourcenbedarf verbunden. Aufgrund des unterschiedlichen Konkretisierungsgrades der Massnahmen kann dieser nicht abschliessend beziffert, sondern nur grob geschätzt werden. Die Anpassungsmassnahmen beanspruchen auf Bundesebene jährlich ungefähr 5 bis 7 Millionen Franken in den Jahren 2014 / 2015 und ungefähr 40 Millionen Franken in den Jahren 2016 bis 2019. Der Arbeitsaufwand für die Umsetzung der Massnahmen beläuft sich auf ungefähr 9 Personenjahre im Jahr 2014 und ungefähr 13 bis 15 Personenjahre in den Jahren 2015 bis 2019. Die Umsetzung der Massnahmen wird in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden Ressourcen erfolgen.

Die effektiven Kosten der Anpassung an den Klimawandel dürften aber wesentlich höher liegen. Dies v. a. deshalb, weil die Anpassung auch bei den Kantonen und Gemeinden Kosten verursachen wird, die hier nicht berücksichtigt sind. Zudem ist davon auszugehen, dass die Kosten für die Anpassung in Zukunft mit fortschreitendem Klimawandel stark zunehmen werden. Die frühzeitige Anpassung an die erwarteten Auswirkungen wird aber wesentlich günstiger sein als das spätere Beheben der Schäden.

Anhang – Massnahmen der Bundesämter

- A1 Wasserwirtschaft
- A2 Umgang mit Naturgefahren → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- A3 Landwirtschaft
- A4 Waldwirtschaft
- A5 Energie → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- A6 Tourismus
- A7 Biodiversitätsmanagement
- A8 Gesundheit
- A9 Raumentwicklung → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- A10 Wissensgrundlagen für die Anpassungsstrategie → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- A11 Koordination und Umsetzung der Anpassungsstrategie in Zusammenarbeit mit den Kantonen, Städten und Gemeinden

Abbildung 9.3 Wirkungsmodell Anpassung an den Klimawandel mit Evaluationsgegenständen und Evaluationsinstrumenten.

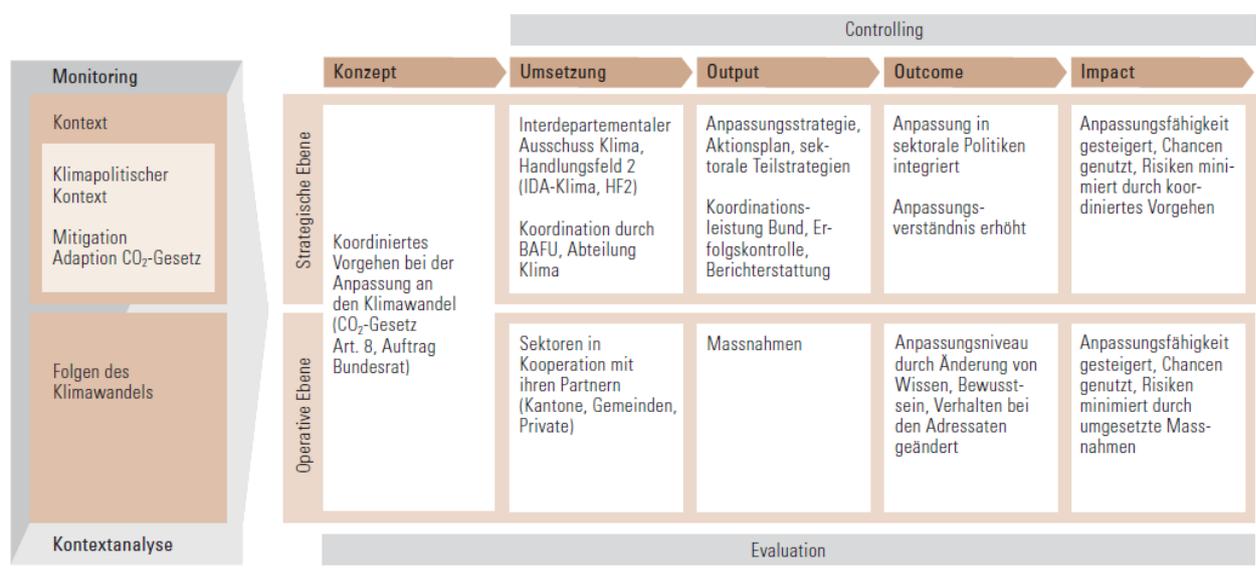
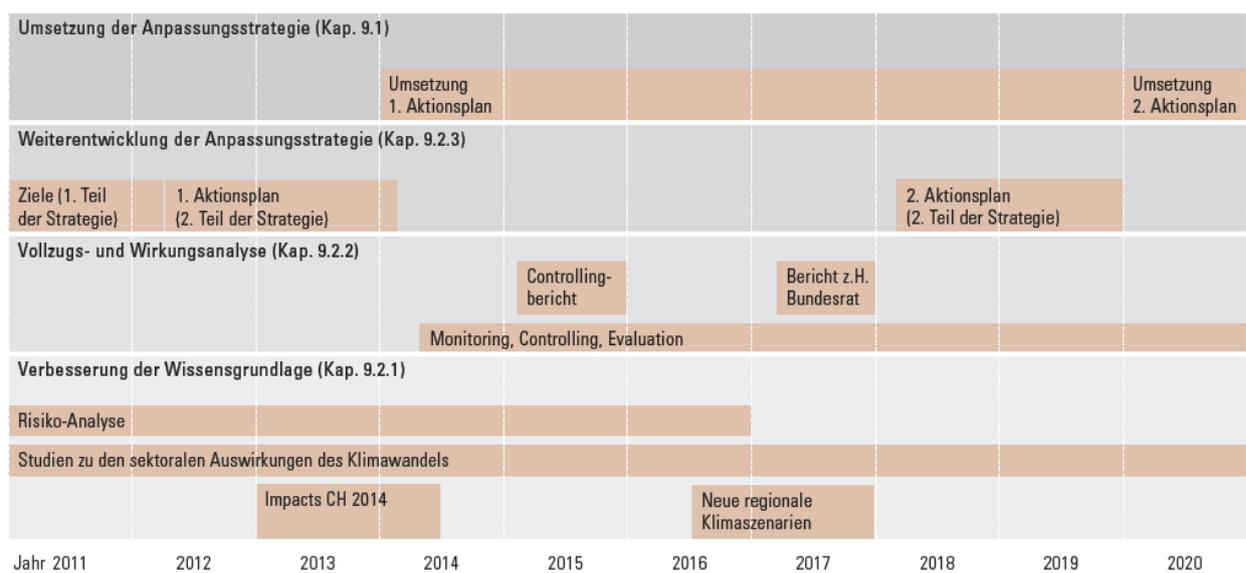


Abbildung 9.4 Übersicht über die verschiedenen Aktivitäten zur Umsetzung und Weiterentwicklung der Anpassungsstrategie in den kommenden Jahren.



Gemäss dem Aktionsplan 2020 – 2025 ist der Stand der Umsetzung der Massnahmen gemäss dem Aktionsplan 2014 – 2019 wie folgt:

Der Stand der Umsetzung der Massnahmen ist in Abbildung 5.1 in der Übersicht dargestellt. Die Schlussbilanz zur Umsetzung der Massnahmen im Aktionsplan zur Anpassung an den Klimawandel 2014–2019 fällt positiv aus. 14 Massnahmen wurden abgeschlossen, 28 sind in der Umsetzung fortgeschritten und 19 befinden sich in der Anfangsphase. Die Umsetzung von zwei Massnahmen wurde zurückgestellt (AP1-l4 und AP1-e8, vgl. Tab. 5.1).

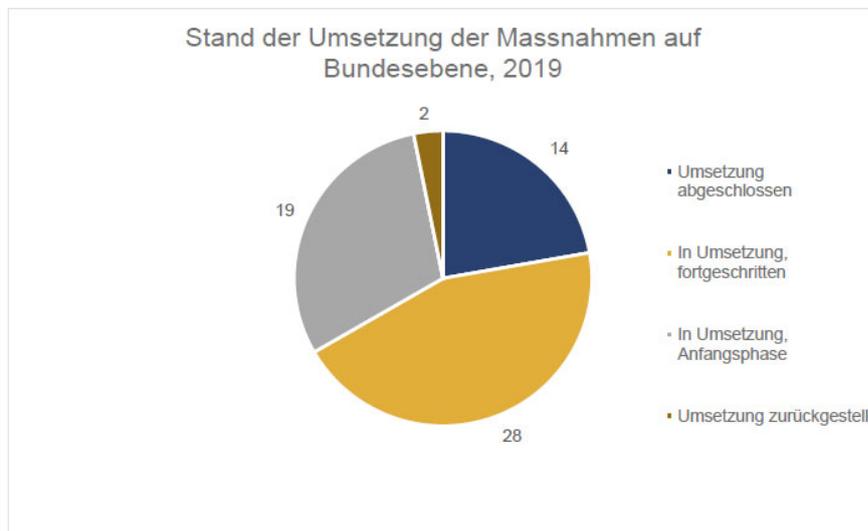


Abb. 5.1: Stand der Umsetzung der Massnahmen auf Bundesebene<sup>1</sup>

## 4.2 Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz – Aktionsplan 2020 – 2025

<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id->

Am 19.08.2020 verabschiedete der Bundesrat Aktionsplan für 2020–2025. Dieser setzt die bisherige Politik fort und enthält Massnahmen, um die Risiken des Klimawandels zu bewältigen und die Anpassungsfähigkeit von Natur, Gesellschaft und Wirtschaft zu steigern.

Der Aktionsplan 2020–2025 umfasst 75 Massnahmen auf Bundesebene. 63 dieser Massnahmen sind Aktivitäten in den Sektoren Wasserwirtschaft, Umgang mit Naturgefahren, Bodenschutz, Landwirtschaft, Waldwirtschaft, Energie, Wohnungswesen, Tourismus, Biodiversitätsmanagement, Gesundheit (Mensch und Tier) und Raumentwicklung. 12 Massnahmen sind sektorenübergreifend ausgerichtet. Sie haben die Verbesserung der Wissensgrundlage, den Wissenstransfer, die Koordination und die Förderung der Umsetzung der Anpassungsstrategie zum Ziel.

Der Klimawandel wirkt sich sowohl direkt als auch indirekt über Veränderungen der Umweltsysteme auf die menschlichen Aktivitäten und Infrastrukturen aus. Viele dieser Auswirkungen betreffen Sektoren, für die der Bund nebst anderen Akteuren zuständig ist (vgl. Abb. 1).

Bei den sektorenübergreifenden Herausforderungen handelt es sich um jene aus dem ersten und zweiten Teil der Anpassungsstrategie, ergänzt mit weiteren, die im Rahmen der Analyse der klimabedingten Risiken und Chancen in der Schweiz (vgl. Kap. 4.1) identifiziert wurden (nachfolgend Klima-Risikoanalyse genannt):

- Zunehmende Hitzebelastung
- Zunehmende Sommertrockenheit
- Zunehmendes Hochwasserrisiko
- Abnehmende Hangstabilität und zunehmende Massenbewegungen
- Steigende Schneefallgrenze
- Veränderung der Sturm- und Hagelaktivität
- Beeinträchtigung der Wasser-, Boden- und Luftqualität
- Veränderung der Lebensräume, Artenzusammensetzung und Landschaft
- Verbreitung von Schadorganismen, Krankheiten und gebietsfremden Arten
- Verbesserte Standortbedingungen
- Indirekte Auswirkungen des Klimawandels im Ausland auf die Schweiz
- Unerwartete Ereignisse und kombinierte Risiken

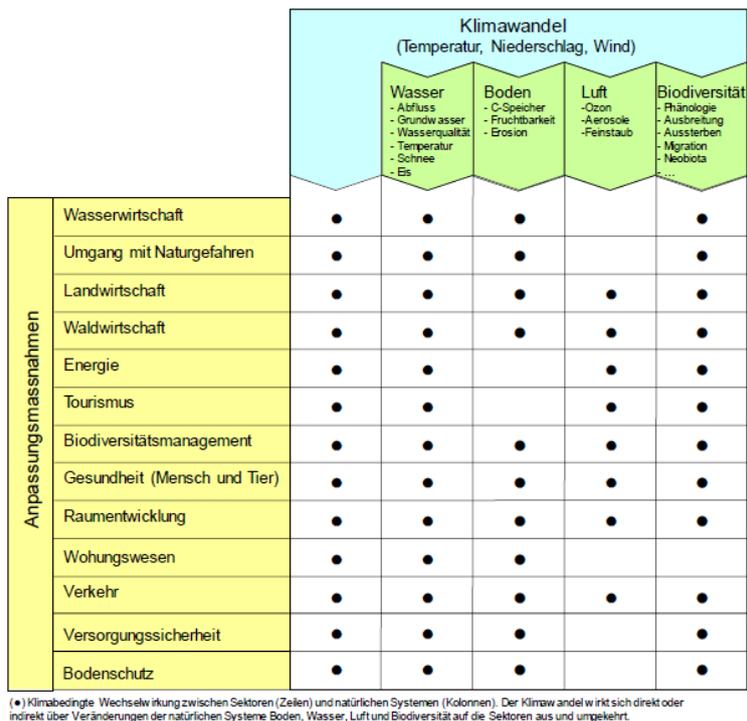


Abb. 1: Direkte und indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Sektoren

Die Herausforderungen «Veränderung der Sturm- und Hagelaktivität», «Verbesserte Standortbedingungen», «Indirekte Auswirkungen des Klimawandels im Ausland auf die Schweiz» und «Unerwartete Ereignisse und kombinierte Risiken» wurden aus der Klima-Risikoanalyse als inhaltliche Weiterentwicklung der Anpassungsstrategie übernommen. Die Herausforderung «Verbesserte Standortbedingungen» fasst die Chancen des Klimawandels zusammen. «Unerwartete Ereignisse und kombinierte Risiken» steht für Risiken, deren Eintrittswahrscheinlichkeit nicht quantifizierbar ist, die aber von grosser Tragweite sein könnten. In der Klima-Risikoanalyse werden sie als «Wildcard-Risiken» bezeichnet.

In einem sektorenübergreifendes Forschungsprogramm des NCCS sollen die Auswirkungen des Klimawandels u.a. auch auf kritische Infrastruktur untersucht werden.

Anmerkung des Autors:

- Bedeutung der Trockenheit auf die Aufkonzentration von Schadstoffen im Trinkwasser und auf die geringere Verdünnung von Schadstoffen vom Abwasser aus Kläranlagen muss noch stärker beachtet werden.
- Mögliche Forderungen von Nachbarstaaten an die Wasserqualität unser Fliessgewässer ist nicht thematisiert. In Anbetracht der politischen Bedeutung und der Langfristigkeit von Prozessen und Massnahmen sollte dies eine hohe Priorität haben.

### 4.3 Evaluation der Strategie zur Anpassung an den Klimawandel: Modul A

Schlussbericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU)  
Luzern, den 17. Februar 2017

Auf der Basis dieser Schlussfolgerungen formulieren wir folgende Empfehlungen:

- 5 Koordination Studien und Berichterstattung  
Wir empfehlen, den Mehrwert der vom BAFU in Auftrag gegebenen Studien und Arbeiten besser zuhanden der beteiligten Akteure zu kommunizieren, damit sowohl die beteiligten Bundesstellen als auch die kantonalen Fachstellen das Vorhaben erfassen und den Nutzen erkennen können
- 6 Unterstützung auf den Ebenen Kantone, Gemeinden und Dritte  
Die Verbreitung der Informationen und die Sensibilisierung auf den Ebenen Gemeinden und Dritte ist zu verstärken. Dazu sind die geeigneten Informationskanäle und Zuständigkeiten zu klären und festzulegen sowie der Einsatz praxistauglicher Instrumente voranzutreiben (viele Grundlagen bestehen, andere müssen noch erarbeitet werden).

**Die wichtigsten Herausforderungen bei der Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz und ihr Bezug zu den Sektoren.**

	Wasserwirtschaft	Umgang mit Naturgefahren	Landwirtschaft	Waldwirtschaft	Energie	Tourismus	Biodiversitätsmanagement	Gesundheit	Raumentwicklung
Grössere Hitzebelastung in Agglomerationen und Städten									
Zunehmende Sommertrockenheit									
Steigendes Hochwasserrisiko									
Abnehmende Hangstabilität und häufigere Massenbewegungen									
Steigende Schneefallgrenze									
Beeinträchtigung der Wasser-, Boden- und Luftqualität									
Veränderung von Lebensräumen, Artenzusammensetzung und Landschaft									
Ausbreitung von Schadorganismen, Krankheiten und gebietsfremden Arten									
Monitoring und Früherkennung									
Unsicherheiten und Wissenslücken									
Sensibilisierung, Information und Koordination									
Ressourcenbedarf und Finanzierung									

Quelle: BAFU

#### 4.4 Anpassung an den Klimawandel – Bedeutung der Strategie des Bundesrates für die Kantone, BAFU 2015

Die Auswirkungen des Klimawandels stellen die Schweiz vor Herausforderungen, die je nach Region unterschiedlich ausgeprägt sind:

- Die Hitzebelastung in den Agglomerationen und Städten nimmt zu.
- Trockenperioden werden im Sommer häufiger, länger und intensiver.
- Das Hochwasserrisiko steigt.
- In den Alpen, Voralpen und im Jura werden Erdbeben, Steinschlag, Felsstürze und Murgängen häufiger.
- Die Schneefallgrenze steigt.
- Die Wasser-, Boden- und Luftqualität werden beeinträchtigt.
- Die Lebensräume, die Zusammensetzung der Arten und auch die Landschaft verändern sich.
- Die Gefahr steigt, dass sich Schadorganismen, Krankheiten und invasive gebietsfremde Arten ausbreiten.

**Abb. 6** > Die wichtigsten Herausforderungen (Zeilen) bei der Anpassung an den Klimawandel und die Massnahmen gemäss Aktionsplan nach Sektoren (Spalten)

In Farbe = Relevante Kombinationen von Herausforderungen und Sektoren gemäss Aktionsplan.

	Wasserwirtschaft	Umgang mit Naturgefahren	Landwirtschaft	Waldwirtschaft	Energie	Tourismus	Biodiversitätsmanagement	Gesundheit	Raumentwicklung
Grössere Hitzebelastung in Agglomerationen und Städten									
Zunehmende Sommertrockenheit und verändertes Wasserdargebot (2.1.2)									
Steigendes Hochwasserrisiko									
Abnehmende Hangstabilität und häufigere Massenbewegungen									
Steigende Schneefallgrenze									
Beeinträchtigung der Wasser-, Boden- und Luftqualität									
Veränderung von Lebensräumen, Artenzusammensetzung und Landschaft									
Ausbreitung von Schadorganismen, Krankheiten, gebietsfremde Arten									

Quelle: Schweizerische Eidgenossenschaft (2014), Anpassung an den Klimawandel in der Schweiz. Aktionsplan 2014–2019, S. 22

#### 4.5 Kriterien zur Beurteilung und Abgrenzung von Anpassungsmassnahmen

Ergebnisbericht im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU), 2018

#### 4.6 National Centre for Climate Services NCCS

<https://www.nccs.admin.ch/nccs/de/home.html>

Themenschwerpunkte und weitere fachliche Aktivitäten:

- Neue Schweizer Klimaszenarien CH2018
- Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- Schadorganismen an Kulturpflanzen
- Waldfunktionen und Klimawandel
- Klimawandel und Bevölkerungsschutz → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- Gesundheit des Menschen
- Tiergesundheit und Lebensmittelsicherheit
- Hagelklima Schweiz
- Weitere fachliche Aktivitäten.

##### 4.6.1 Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel

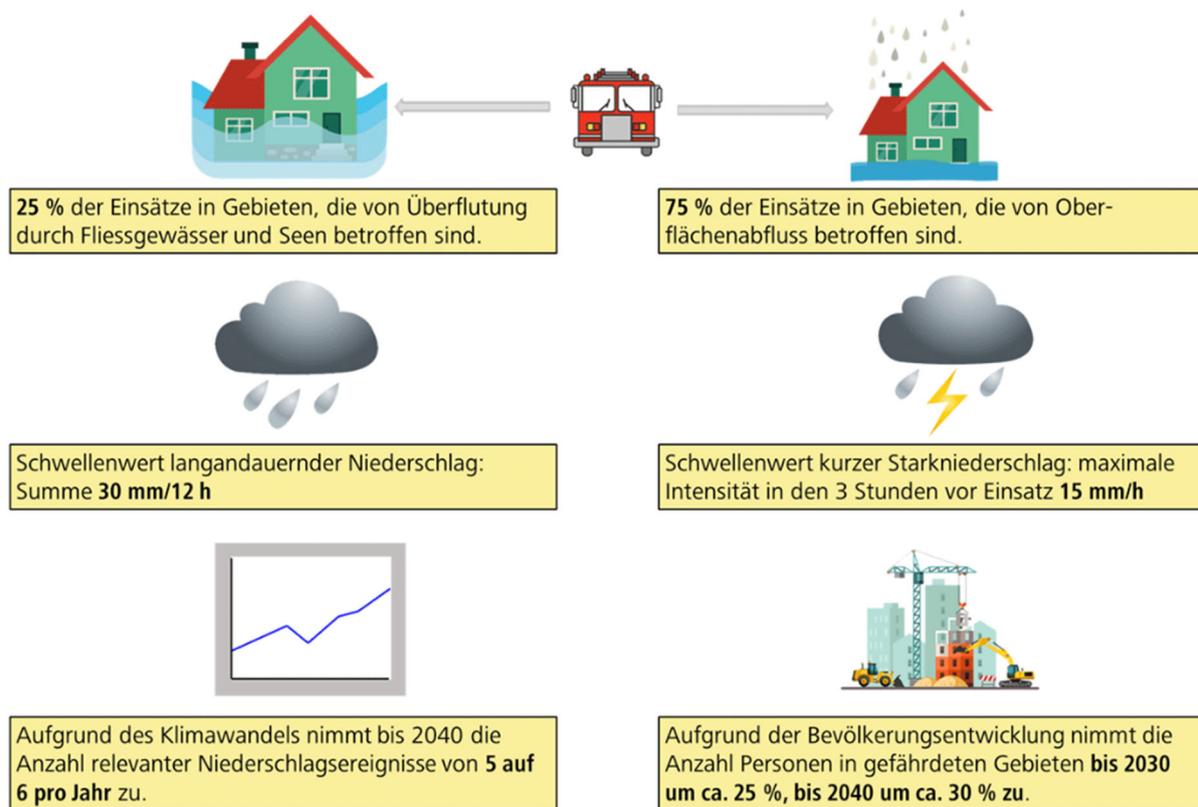
Der Klimawandel beeinflusst den gesamten Wasserkreislauf. Dabei ändern sich die zeitliche und örtliche Verfügbarkeit von Oberflächen- und Grundwasser sowie auch die Wasserqualität und Gewässerökologie. Betroffen sind zahlreiche Wirtschaftsbereiche wie Wasserkraft, Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung, Hochwasserschutz, Tourismus, Schifffahrt und Landwirtschaft. Um Massnahmen zu erarbeiten, mit denen sich die Schweiz an diese Veränderungen anpassen kann, müssen die Prozesse des Wasserkreislaufs und deren Entwicklung besser erfasst und verstanden werden. Dies erfordert nicht nur das kontinuierliche Monitoring der Veränderungen im Wasserkreislauf, sondern auch das Verständnis der zentralen physikalischen und chemischen Prozesse und deren Zusammenspiel. Das Programm Hydro-CH2018 erhebt deshalb unter der Leitung der Abteilung Hydrologie des BAFU und in Zusammenarbeit mit den führenden Forschungsinstitutionen die hydrologischen Grundlagen zum Klimawandel in der Schweiz.

- Synthesebericht

Dieser Bericht soll eine anwendergerechte Synthese des aktuellen Wissenstandes im Bereich der Hydrologie und der Wasserwirtschaft sowie Empfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel liefern (erscheint 2020).

#### 4.6.2 Klimawandel und Bevölkerungsschutz

Der Klimawandel hat zur Folge, dass Wetterextreme zunehmen, und zwar sowohl hinsichtlich Häufigkeit als auch Intensität. Bereits heute lässt sich in vielen Gebieten eine Zunahme von Starkniederschlägen feststellen. Dies wird sich auf das Schadenausmass auswirken. Auch die Häufigkeit und der Umfang der erforderlichen Interventionen von Einsatzkräften des Bevölkerungsschutzes werden zunehmen. Die Herausforderung des Klimawandels für den Bevölkerungsschutz wird schon seit mehreren Jahren thematisiert. Die Auswirkungen und die daraus abzuleitenden Massnahmen wurden aber bis anhin nur allgemein festgehalten.



#### 4.7 swisscleantech, <https://www.swisscleantech.ch/verband/>

Der Wirtschaftsverband swisscleantech zählt über 350 Mitglieder aus allen Branchen. Unsere Mitglieder setzen sich fürs Klima ein und haben deshalb unsere Charta unterzeichnet. Gemeinsam bewegen wir Politik und Gesellschaft und sorgen dafür, die Schweiz bis spätestens 2050 CO<sub>2</sub>-neutral zu machen. So geht Wirtschaft klimatauglich.

- **Gletscher-Initiative**  
Aufgrund der Corona-Krise liegen die Sammel- und Behandlungsfristen von eidgenössischen Volksbegehren still. Dies gilt auch für die bereits eingereichte Gletscher-Initiative. Da der Bundesrat die Arbeiten nicht komplett aufschieben will, hat er das UVEK beauftragt, einen direkten Gegenentwurf zu erarbeiten. Im Gegensatz zur Initiative soll darin kein explizites Verbot fossiler Energieträger in der Verfassung verankert werden.
- **CO<sub>2</sub>-Neutrale Schweiz**  
Das Klimaabkommen von Paris ist ein deutliches Signal an die Unternehmen: Die Schweiz muss CO<sub>2</sub>-neutral werden. Das eröffnet neue Chancen. Um diese nutzen zu können, braucht die Schweiz ambitionierte Klimaziele. Dass mit der Revision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes die Weichen jetzt richtig gestellt werden, dafür machen wir uns stark.
- **Zukunftsfähige Stromversorgung**  
Um die Klimaerwärmung zu begrenzen, müssen die erneuerbaren Energien kräftig ausgebaut werden. Wir setzen uns dafür ein, dass Investoren dafür in der Schweiz das passende Umfeld vorfinden. Deshalb engagieren wir uns bei der Neugestaltung des Schweizer Strommarktes. Damit sich innovative Geschäftsmodelle auszahlen und ergänzende Stromimporte aus dem europäischen Ausland sichergestellt bleiben.

#### **4.7.1 Die Hitze bleibt draussen**

Beobachter Extra 7/2020

Temperaturanstieg, mehr heisse Tage und Tropennächte. Mehr Energie für Kühlung, Bauen für das Jahr 2060.

→ Siehe **Kapitel 4.2.**

#### **4.7.2 ClimaBau – Planen angesichts des Klimawandels Energiebedarf und Behaglichkeit heutiger Wohnbauten bis ins Jahr 2100**

Hochschule Luzern – Technik & Architektur, Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE  
Schlussbericht, 29.12.2017

Die vorliegende Studie untersucht den Einfluss des Klimawandels auf den Energiebedarf und die Behaglichkeit von Wohnbauten in der Schweiz bis ins Jahr 2100. Dazu wurde der Schweizer Wohnbaupark anhand von vier realen Beispielgebäuden (zwei Altbauten und zwei Neubauten) repräsentiert. Das künftige Klima wurde in erster Linie mit Hilfe des Szenarios A1B des IPCC [11], welches einem mittleren Treibhausgasszenario entspricht, für die Periode 2045-2074 abgebildet. Thermische Gebäudesimulationen mit den Klimadaten dieser Periode wurden mit solchen von 1980-2009 verglichen.

Die Simulationsergebnisse zeigen bedeutende Auswirkungen des Klimawandels auf den Energiebedarf und die Behaglichkeit in Gebäuden. Reduziert sich der Heizwärmebedarf um 20-30%, steigt der Klimakältebedarf hingegen exponentiell an. Dieser wird im Schweizer Mittelland rund die Hälfte des Heizwärmebedarfs betragen. Behagliche Temperaturen in den Innenräumen werden nur durch optimale Nutzung des Sonnenschutzes und einer genügenden Nachtauskühlung der Gebäude gewährleistet werden können. Die Automatisierung dieser Systeme und der Gebäudeentwurf, insbesondere die Befensterung (Qualität, Ausrichtung, Fläche, Öffnungsmöglichkeit, Beschattung usw.) werden eine zentrale Rolle hinsichtlich der Behaglichkeit und der Robustheit gegenüber dem Klimawandel spielen.

#### **4.8 Infrastrukturtagung 2019: Auswirkungen des Klimawandels auf die Infrastrukturen**

UVEK, 10.10.2019

Mit dem Klimawandel nehmen Hitzeperioden, Steinschläge und Felsstürze zu – und damit die Schäden an Schienen und Strassen. Gleichzeitig sinken durch höhere Temperaturen und Trockenheit die Einnahmen der Wasserkraftwerke. Diese Entwicklung kann mittelfristig bis zu eine Milliarde Franken pro Jahr kosten. So lautet das Resultat einer Studie, welche das UVEK am diesjährigen Infrastrukturtag in Zürich vorgestellt hat.

#### **4.9 Bedeutung des Klimawandels für die Infrastrukturen in der Schweiz**

© Swiss Economics SE AG, Stand der Literatur

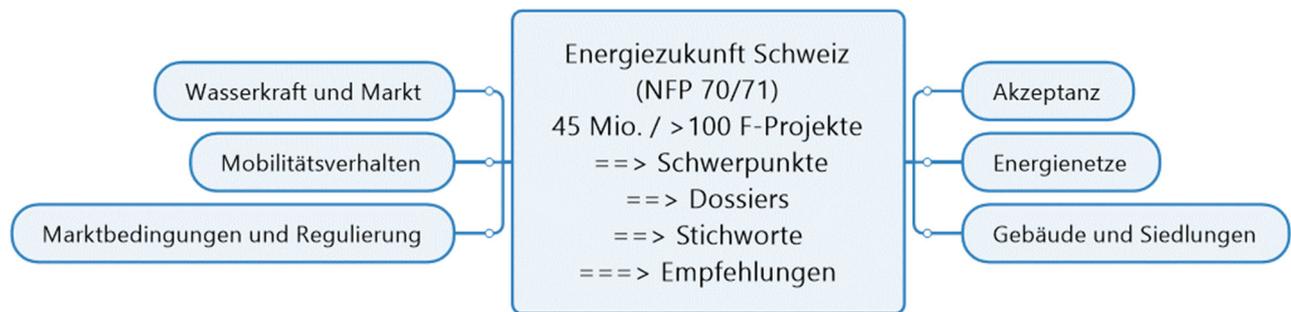
Christian Jaag, Nina Schnyder, Bericht, 11. Oktober 2019

Wie wird sich der Klimawandel auf die Schweizer Infrastrukturektoren auswirken? Im Rahmen eines Literaturüberblicks werden Studien aus dem In- und Ausland ab dem Jahr 2007 ausgewertet. Die zusätzlichen Schäden entstehen durch den schleichenden Klimawandel und Extremereignisse. Neben dem Transport- und dem Energiesektor sind auch die Wasserversorgung, Industrieinfrastrukturen, soziale Infrastrukturen und der Tourismus betroffen. Obwohl der Klimawandel insgesamt mehr Schaden als Nutzen bringt, hat er auch positive Auswirkungen. Zum Beispiel kommt es zu weniger kältebedingten Schäden an Strassen und Schienen und die Ausgaben für Heizenergie sinken. Mit steigenden Temperaturen nimmt auch die relative Attraktivität der Schweiz als Sommer-Tourismusdestination zu. Sämtliche verfügbaren Quantifizierungen der Auswirkungen des Klimawandels sind allerdings noch mit grossen Unsicherheiten behaftet.

### **5. Energie, Energieziel 2050**

#### **5.1 News NFP 70/71 - Energienetze sind noch nicht bereit für die Zukunft**

Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist als Beilage diesem Bericht angefügt.



Die Energienetze in der Schweiz sind zuverlässig und stabil – doch es mangelt ihnen an Flexibilität: Auf der Angebotsseite fehlen neue Speicherlösungen für Strom und Wärme, auf der Nachfrageseite ein automatisiertes Lastmanagement. Zudem müssen die Synergiepotenziale zwischen den verschiedenen Energieträgern genutzt werden. Zu diesem Schluss kommt das Nationale Forschungsprogramm «Energie».

«Angesichts einer zunehmend dezentralen Energiebereitstellung, vor allem durch die vermehrte Einspeisung von Solar- und Windenergie, braucht es mehr Anstrengungen und Investitionen zur Modernisierung der Energienetze für Strom, Gas und Wärme», so Prof. Dr. Hans-Rudolf Schalcher, Präsident der Leitungsgruppe des Nationalen Forschungsprogramms «Energiewende» (NFP 70). «Zugleich eröffnen die Digitalisierung, innovative Speicher- und Lastmanagementverfahren sowie dynamische Tarifmodelle neue Möglichkeiten», fährt Schalcher fort. Die nun veröffentlichte Synthese «Energienetze» des Nationalen Forschungsprogramms «Energie» gibt konkrete Handlungsempfehlungen für verschiedene Akteure.

NFP 70, 14.01.2020

Aussteigen ist möglich ... wenn wir wollen

- Transformation des Energiesystems ist technisch und finanziell machbar
- Alle sind gefordert – an Akzeptanz und Wissen fehlt es aber noch

## 5.2 Mehr Geld für erneuerbare Energien

Um die Klimaziele zu erreichen, will der Bundesrat die Wasser- und Windkraft stärker fördern und subventionieren. Aargauer Zeitung, 04.04.2020

- Investitionsbeiträge für diverse erneuerbare Energieproduzenten
- Einspeisevergütung durch Investitionsbeiträge ersetzen
- Vernehmlassung bis Juli 2020.

## 5.3 Bundesrat will einheimische erneuerbare Energien stärken und Strommarkt öffnen

Medienmitteilung vom 03.04.2020

Der Bundesrat schlägt vor, den Strommarkt für alle Kunden zu öffnen. Dies dient dazu, die dezentrale Stromproduktion zu stärken und die erneuerbaren Energien besser in den Strommarkt zu integrieren. Das UVEK wird dazu bis Anfang 2021 eine Änderung des Stromversorgungsgesetzes (StromVG) erarbeiten. Das hat der Bundesrat an seiner Sitzung vom 3. April 2020 beschlossen. Zudem möchte er die Förderbeiträge für einheimische erneuerbare Energien verlängern und wettbewerbler ausgestalten. Damit will er der Strombranche die nötige Planungs- und Investitionssicherheit geben sowie die Versorgungssicherheit der Schweiz stärken. Das revidierte Energiegesetz (EnG) geht nun in die Vernehmlassung. Diese dauert bis zum 12. Juli 2020.

Aus der Vernehmlassung zum Stromversorgungsgesetz ging hervor, dass die volle Marktöffnung mehrheitlich unterstützt wird, aber auch mehr Investitionsanreize für die einheimischen erneuerbaren Energien gewünscht werden. Der Bundesrat beauftragte das UVEK in der Folge, Eckwerte für eine vollständige Marktöffnung zu erarbeiten und parallel dazu eine Vernehmlassungsvorlage zur Revision des Energiegesetzes vorzulegen.

Der Bundesrat strebt konkret folgende Anpassungen an:

#### 5.4 Strommarktöffnung (StromVG)

Wie die Grossverbraucher (über 100'000 kWh/Jahr) sollen neu auch Haushalte und kleine Betriebe ihren Stromlieferanten frei wählen dürfen. Sie haben aber auch das Recht, in der Grundversorgung zu bleiben oder vom freien Markt wieder zur Grundversorgung zurückzukehren. Die Verteilnetzbetreiber liefern in der Grundversorgung standardmässig Schweizer Strom aus 100% erneuerbaren Energien. Die erneuerbaren Energien werden so stärker unterstützt als es in der Vernehmlassungsvorlage vorgeschlagen worden war. Diese sah lediglich einen Mindestanteil an erneuerbarer Energie vor. Die Notwendigkeit für die Fortführung der Angemessenheitsüberprüfung der Tarife und Produktvorgaben in der Grundversorgung soll nach zehn Jahren evaluiert und danach bei Bedarf angepasst werden.

Der Bundesrat verspricht sich von der Neugestaltung des Strommarkts eine Stärkung der dezentralen Stromproduktion und damit eine bessere Integration der erneuerbaren Energien in den Strommarkt.

Wer beispielsweise Solarenergie produziert, kann den überschüssigen Strom im Quartier verkaufen. Damit ermöglicht die Öffnung des Strommarkts lokale Lösungen wie Quartierstrom-Märkte und Energiegemeinschaften.

Zur Absicherung gegen ausserordentliche Extremsituationen soll zudem eine Speicherreserve geschaffen werden. Sie wird jährlich durch die nationale Netzgesellschaft Swissgrid ausgeschrieben und über die Netznutzungstarife finanziert. An der Ausschreibung können sich alle Betreiber von Energiespeichern oder flexible Verbraucher am Schweizer Stromnetz beteiligen, die technisch dafür geeignet sind. Zudem soll der Bundesrat künftig Ausschreibungen für einen verstärkten Zubau von inländischen, erneuerbaren Stromproduktionskapazitäten durchführen, falls sich eine Gefährdung der Versorgungssicherheit in den Wintermonaten abzeichnen sollte.

Ausserdem soll die Transparenz erhöht und der Schutz der Verbraucher gestärkt werden. Weitere Bereiche, etwa das Messwesen, werden neu geregelt (vgl. Faktenblatt StromVG). Die vom Bundesrat festgelegten Eckwerte bilden die Grundlage zur Erarbeitung der Gesetzesrevision.

#### 5.5 Stärkung erneuerbare Energien (EnG)

Damit die einheimischen erneuerbaren Energien ausgebaut werden, braucht die Strombranche Planungssicherheit und bessere Investitionsanreize. Die Fördermassnahmen sollen darum weitergeführt, zugleich aber auch marktnäher ausgestaltet werden.

Das Energiegesetz soll dazu wie folgt revidiert werden:

- Die bereits bestehenden Richtwerte für den Ausbau der Wasserkraft und der anderen erneuerbaren Energien für 2035 sollen zu verbindlichen Ausbauzielen erklärt werden. Entsprechend sollen die heute bis 2030 befristeten Investitionsbeiträge für Photovoltaikanlagen, Biomasse und Wasserkraft bis Ende 2035 verlängert werden. Zudem soll ein Ausbauziel für 2050 ins Gesetz aufgenommen werden. Für die Zeit nach 2035 können im Rahmen des im EnG verankerten Monitorings zusätzliche Massnahmen beantragt werden, wenn der Zubau mit erneuerbaren Energien den Zubaupfad zu stark unterschreiten sollte.
- Die Förderung soll grundsätzlich in Sinne der Kontinuität und Vorhersehbarkeit mit den bestehenden Instrumenten weitergeführt werden. Ein grundsätzlicher Systemwechsel mit völlig neuen Instrumenten hätte negative Auswirkungen auf den Zubau und die Fördereffizienz.
- Künftig sollen auch neue Wind-, Kleinwasser- und Biogasanlagen sowie Geothermie-Kraftwerke Investitionsbeiträge beantragen und damit auch einen Teil der Planungskosten decken können. Sie erhalten ab 2023 aber keine Einspeisevergütungen mehr.
- Im Solarbereich werden die heute fixen Einmalvergütungen für grosse Photovoltaik-Anlagen durch Beiträge ersetzt, die über Ausschreibungen (Auktionen) festgelegt werden. Dabei erhält jener Produzent den Zuschlag, der eine bestimmte Menge Solarenergie am günstigsten produziert.
- Die Fördermittel für Investitionsbeiträge für neue Grosswasserkraftwerke werden verdoppelt. Besonders bedeutsame Anlagen (grosse zusätzliche Jahresproduktion, substantielle Speichererweiterung, wichtiger Beitrag zur Winterproduktion) können bei der Förderung zudem prioritär behandelt werden.
- Die Kosten für die angepassten Fördermassnahmen betragen rund 215 Millionen Franken pro Jahr. Die Finanzierung erfolgt durch den bereits heute bestehenden Netzzuschlag. Dieser bleibt bei 2,3 Rp./kWh.
- Mit den vom Bundesrat angestrebten Änderungen kann die Schweiz ihre Stromproduktion aus erneuerbaren Energien erhöhen (EnG), diese besser in den Strommarkt integrieren (StromVG) und die Versorgungssicherheit der Schweiz stärken. Die Gesetzesänderungen dienen zudem dazu, die Klimaziele zu erreichen.

Details sind im erläuternden Bericht zur Vernehmlassungsvorlage zu finden.

## **5.6 Programmstrategie – EnergieSchweiz 2021 bis 2030**

BFE; 16. Dezember 2019

### Zusammenfassung

EnergieSchweiz ist die zentrale Plattform des Bundes für Sensibilisierung, Information, Beratung, Aus- und Weiterbildung sowie für die Qualitätssicherung in den Themengebieten Energieeffizienz und erneuerbare Energien. EnergieSchweiz ist ein integraler Bestandteil des Massnahmenmix der Schweizer Energiepolitik. Dabei orientiert sich das Programm an den im Energiegesetz festgelegten Zielvorgaben für den Energie- und den Stromverbrauch sowie der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien. Das Programm verstärkt und ergänzt mittels freiwilliger Massnahmen die Wirkungen der anderen Fördermassnahmen. EnergieSchweiz zielt vor allem auf den Abbau nicht preislicher Hemmnisse und entsprechender Transaktionskosten, die der Realisierung von Effizienzmassnahmen und der Ausschöpfung des Potenzials an erneuerbaren Energien entgegenstehen.

Die Programmstrategie EnergieSchweiz 2021–2030 baut auf dem vom Bundesrat im Jahr 2018 verabschiedeten strategischen Auftrag EnergieSchweiz 2021–2030 auf und konkretisiert diesen. Folglich dient die vorliegende Programmstrategie den Programmverantwortlichen und den Projekt-begleitenden als Orientierung bei der Bestimmung der konkreten Massnahmen und der Ressourcenallokation sowie den internen und externen Stakeholdern als Basis für ein gemeinsames Verständnis der Ausrichtung von EnergieSchweiz.

Die bisherigen Schwerpunkte von EnergieSchweiz werden durch prioritäre Handlungsfelder ersetzt. Dies entspricht den aktuellen Bedürfnissen bezüglich Flexibilität und Priorisierung von Energie-Schweiz. Die drei prioritären Handlungsfelder sind:

- G: Gebäudeeffizienz und erneuerbare Energien für private Haushalte (vgl. Kapitel 3)
- M: Mobilität von privaten Haushalten und Unternehmen (vgl. Kapitel 4)
- A: Anlagen und Prozesse in Industrie und Dienstleistungen (vgl. Kapitel 5)

Diese drei Handlungsfelder sind verantwortlich für total 74 Prozent des Endenergieverbrauchs der Schweiz. Entsprechend sollen für Massnahmen in diesen drei Handlungsfeldern mindestens drei Viertel des Gesamtbudgets von EnergieSchweiz eingesetzt werden.

Die prioritären Handlungsfelder werden durch weitere Handlungsfelder, u.a. Grossanlagen für erneuerbare Energie und Netze und Speicher ergänzt. Die Handlungsfelder werden durch Querschnittsthemen unterstützt. Diese umfassen die Aus- und Weiterbildung, Städte, Gemeinden, Quartiere und Regionen, Kommunikation, Zusammenarbeit mit dem Klimaprogramm des BAFU, Digitalisierung sowie Innovation. Die Querschnittsthemen sind zentral, um die prioritären Handlungsfelder zu adressieren.

Kommentar: Kap. 3 „Gebäude und erneuerbare Energien in privaten Haushalten“, insbesondere auch die Kap. 3.1.4 „Hemmnisse und 3.3 „Massnahmen“ enthalten wertvolle Hinweise.

## **5.7 Swiss Competence Center for Energy Research – Future Energy Efficient Buildings & Districts – Research and Innovation Roadmap 2017-2020, 2017**

Beteiligte: EMPA, ETHZ, EPFL, Uni Genève, FH NW-CH, FH Zentral-CH

The aim of the Swiss Competence Center for Energy Research – Supply of Electricity (SCCER-SoE) is to carry out innovative and sustainable research in the areas of geo-energy and hydropower.

The SCCER-SoE researches, develops, and tests new technologies and optimizes existing infrastructures for energy production in the future. Working in close cooperation with the industry, the SCCER-SoE creates innovative research units, establishes technology platforms, invests in laboratories, and coordinates national as well as international research projects. These are financed by a number of different sources.

In 2017, the second phase of the SCCER-SoE started and will last until 2020. During this time, the SCCER-SoE expands its focus on seven pilot and demonstration projects, conducted with industry partners, to validate the technologies and proposed solutions.

As a national network, the SCCER-SoE brings together the expertise from 30 Swiss scientific institutions, industrial enterprises, and federal agencies. Its activities are undertaken in coordination with the Swiss Federal Office of Energy (SFOE). The SCCER-SoE is financed by the Swiss National Science Foundation (SNSF) and the Swiss Innovation Agency Innosuisse. The latter is also responsible for the supervision of the SCCER-SoE.

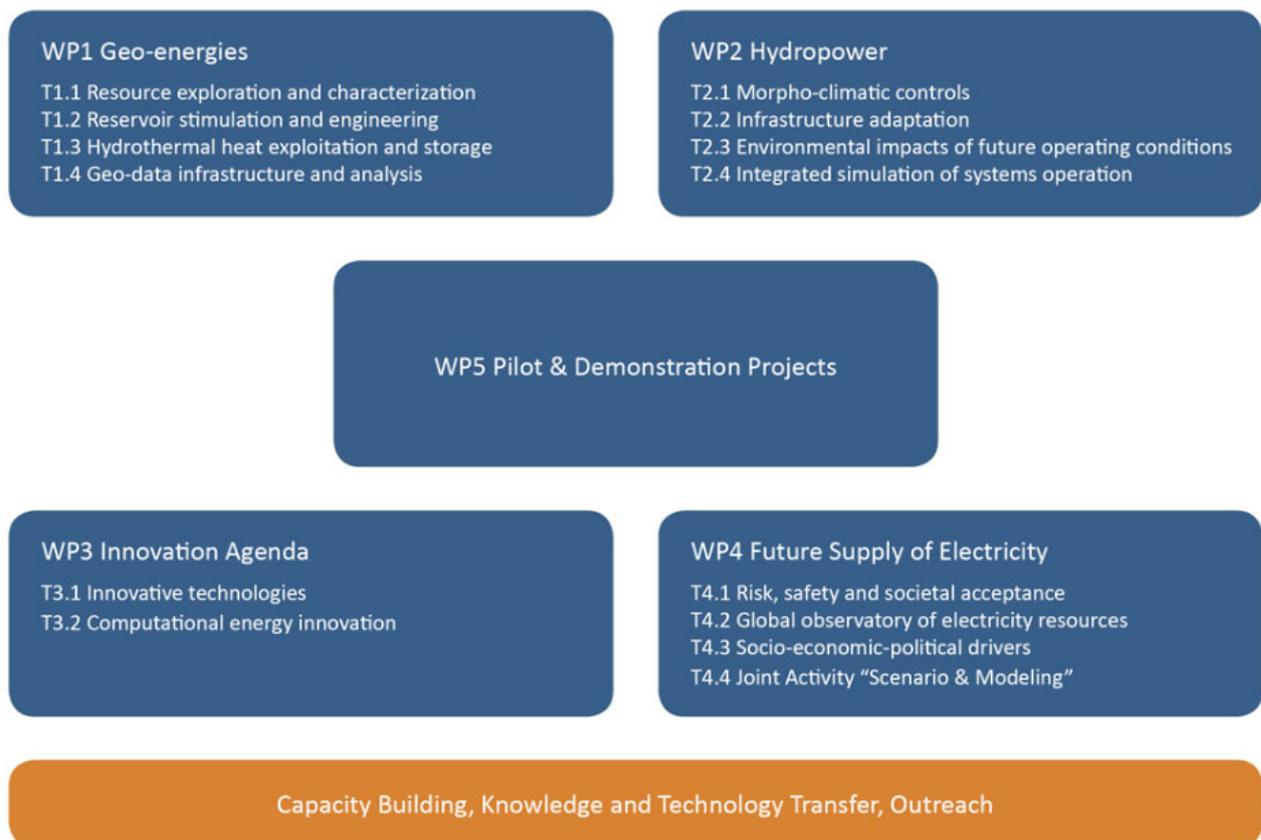
- Energiebedingte CO<sub>2</sub>-Emission von Gebäuden um den Faktor 3 reduzieren
- Systeminnovation als der Treiber der Energiewende
- Forschungsthemen

1. Lücke zwischen Planungs- und Betriebswerten reduzieren (Performance Gap)
2. Aktive Rolle für Gebäude im Energiesystem
3. Erneuerbare, dezentrale Energiesysteme (RDES)
4. Digitalisierung
5. Smart & Resilient Cities/Communities
  - Transformation zu nachhaltigen Gebäuden und Arealen

Output: <https://www.sccer-feebd.ch/>

- Diverse Fachpublikationen, keine Publikationen nach 2018
- Tagungen
- News

Unten sind die Work Packages aufgeführt.



Zurzeit ist in ein White Paper (Requirement no. 1) in Arbeit und soll im Juni 2020 veröffentlicht werden. Ein Entwurf liegt vor (vertraulich). Darin werden die wichtigsten Erkenntnisse zusammengefasst und Empfehlungen für die Politik und die öffentliche Verwaltung gemacht.

Die erarbeiteten Forschungsergebnisse und Erkenntnisse werden in die Transformation des Gebäudebestandes wie auch in die lokale Optimierung des Energieflusses einfließen.

## 5.8 SWEET: SWiss Energy research for the Energy Transition – Short Overview on the Funding Program, BFE, 26 February 2020

SWEET (SWiss Energy research for the Energy Transition) is a new funding program managed and operated by the Swiss Federal Office of Energy (SFOE). It is designed for the 12 year period lasting from 2021 to 2032 and complements existing SFOE programs.

The purpose of SWEET is to facilitate transdisciplinary research and innovation activities with a clear focus towards Switzerland's Energy Strategy 2050<sup>1</sup> and the country's climate policy goals<sup>2</sup>. Funding will be available across the range from application-oriented basic research to preparations for deployment. Unlike other instruments, SWEET is specifically designed to enable transdisciplinary consortia to pursue portfolios of interrelated projects of varying maturity in the research and innovation cycle.

In a series of thematic calls, SWEET will invite consortia to propose portfolios of interrelated research and innovation projects. Successful consortia will receive subsidiary funding to pursue their projects over a 6-8 year period. Pending Parliament's approval, the first funding decisions will be taken in 2021.

SWEET calls will be published on a periodic basis. The first call is expected to be launched in the summer of 2020.

## 5.9 75 Millionen Franken in Wirkung bis verzehnfachen (Kanton Aargau)

Aargauer Zeitung, 06.04.2020

Förderprogramm Energie 2021–2024; Verpflichtungskredit, ANHÖRUNGSBERICHT, 18. März 2020

Massnahme	Beiträge				Totale
	2021	2022	2023	2024	
M-01: Wärmedämmung Fassade, Dach, Wand und Boden gegen Erdreich	13'140'000	13'140'000	13'140'000	13'140'000	52'560'000
M-14: Bonus Gebäudehülleneffizienz	920'000	920'000	920'000	920'000	3'680'000
M-12: Umfassende Gesamtsanierung mit Minergie-Zertifikat (ohne Etappierung)	80'000	80'000	80'000	80'000	320'000
M-16: Ersatzneubau Minergie-P	320'000	320'000	320'000	320'000	1'280'000
M-08: Solarkollektoranlage	430'000	430'000	430'000	430'000	1'720'000
M-05: Luft/Wasser-Wärmepumpe	930'000	930'000	930'000	930'000	3'720'000
M-06: Sole/Wasser-, Wasser/Wasserwärmepumpe	830'000	830'000	830'000	830'000	3'320'000
M-02: Pelletfeuerungen mit Tagesbehälter	30'000	30'000	30'000	30'000	120'000
M-03: Automatische Holzfeuerungen bis 70 kW <sub>FL</sub> Feuerungswärmeleistung	190'000	190'000	190'000	190'000	760'000
M-04: Automatische Holzfeuerungen über 70 kW <sub>FL</sub> Feuerungswärmeleistung	170'000	170'000	170'000	170'000	680'000
M-18: Neubau/Erweiterung Wärmenetz, Neubau/Erweiterung Wärmeerzeugungsanlage	560'000	560'000	560'000	560'000	2'240'000
Pilotanlagen (nicht Globalbeitragsberechtigigt)	500'000	500'000	500'000	500'000	2'000'000
<b>Total Förderbeitrag</b>	<b>18'100'000</b>	<b>18'100'000</b>	<b>18'100'000</b>	<b>18'100'000</b>	<b>72'400'000</b>

Abbildung 1 Geplanter Einsatz der Fördermittel in Franken. Die Mittelverwendung ist noch nicht abschliessend bestimmt und wird bei Bedarf auf die Bestimmungen des CO<sub>2</sub>-Gesetzes angepasst (siehe Kapitel 2.2.2).

Basis: Strategie Kanton Aargau, energieAARGAU, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Beschlossen vom Grosse Rat am 2. Juni 2015





Der doch schon fast revolutionäre Entwurf wurde von der grossen Mehrheit der Parteien und der Bevölkerung ohne grossen Aufschrei aufgenommen. Dies zeigt, dass die Zeit für grosse Veränderungen gekommen ist. Der Entscheid fällt in der Abstimmung vom 21.11.2021.

### 5.12 Energiestrategie 2050 in Gefahr

SRF: [https://www.srf.ch/news/wirtschaft/zu-langsam-bei-sonne-und-wind-energiestrategie-2050-in-gefahr?wt\\_mc\\_o=srf.share.app.srf-app.email](https://www.srf.ch/news/wirtschaft/zu-langsam-bei-sonne-und-wind-energiestrategie-2050-in-gefahr?wt_mc_o=srf.share.app.srf-app.email)

Nur 5 von 29 untersuchten europäischen Ländern produzieren pro Kopf weniger Strom aus Sonne und Wind als die Schweiz.

Wasserkraftwerke produzieren mehr als die Hälfte des Schweizer Stroms, Kernkraftwerke etwa ein Drittel. Sonnenstromanlagen und Windräder aber nur 4.2 Prozent. Deutschland dagegen produzierte letztes Jahr bereits ein Drittel des Stroms aus neuen erneuerbaren Quellen, Dänemark über die Hälfte.

Schaut man nur auf die Sonnenstromproduktion, so liegt die Schweiz europaweit immerhin auf Rang 7. Trotzdem hält die Energiestiftung fest, dass die 2017 vom Volk beschlossene Energiestrategie so nicht aufgehen könne. Beim aktuellen Tempo könnten die Schweizer Atomkraftwerke erst gegen Ende des Jahrhunderts durch Sonnen- und Windstrom ersetzt werden, betont Felix Nipkow.

### 5.13 Lösung für das Energieproblem: Ein Haus, das ohne Heizung auskommt

<https://www.tagesanzeiger.ch/ein-haus-das-ohne-heizung-auskommt-385143422169>

Das radikal reduzierte System des Architekten Dietmar Eberle überzeugt immer mehr Bauherren.

75 Zentimeter dicke Mauern, die nur aus Backstein bestehen, isolieren gut und machen das Raumklima träge. Wenige, aber hohe Fenster lassen im Sommer nicht viel Hitze hinein und bringen das Licht im Winter bis tief in die überhohen Räume. Und eine intelligente Steuerung reagiert auf die Werte, die die Sensoren zu CO<sub>2</sub>-Gehalt, Luftfeuchte und Temperatur aufzeichnen, damit das Gebäude im Gleichgewicht bleibt. So bewegt sich die Raumtemperatur immer zwischen 22 und 26 Grad, daher der Name des Systems: «2226».

In den dicken Mauern steckt viel graue Energie. Doch diesen Nachteil kompensiert das Haus in Emmenbrücke, weil es fast keine Haustechnik und kein Untergeschoss hat, beides energieaufwendige Bereiche. Die Konstruktion ist zudem langlebiger: Die Backsteinwände sind gebaut für ein Jahrhundert, die Technik in einem normalen Haus muss nach zwanzig Jahren ausgetauscht werden. Allerdings reduzieren die mächtigen Mauern die nutzbare Fläche, und die über drei Meter hohen Räume brauchen Platz, was sich je nach Baurecht unterschiedlich stark auf das maximal mögliche Bauvolumen auswirkt. «Die Technikschränke in einem herkömmlichen Gebäude nehmen allerdings auch Quadratmeter weg», sagt Stephan Marending. Die überhohen Räume bieten zudem mehr als Licht und Luft, sie erhöhen die Aufenthaltsqualität und damit potenziell die Mieteinnahmen.

Mit der Klimaerwärmung wird es im Sommer mehr Tropennächte geben. Wenn die Temperatur in der Nacht nie unter 20 Grad fällt, wird es schwierig, das Haus natürlich zu kühlen. «Dank der dicken Mauern spürt man die Sommerhitze im Innenraum allerdings erst mit einer grossen Verzögerung», erklärt Marending. Seine Berechnungen zeigen: Das System hält auch in Zukunft die Balance – bis auf ein paar Hitzetage pro Jahr, an denen es in exponierten Räumen etwas wärmer werden könnte. Ob das Konzept auch für Wohnbauten und in dichten Stadtlagen funktioniert, muss es erst noch in der gebauten Realität beweisen.

#### 5.14 Energieautarke Schweizer Haushalte bis 2050?

ETH Zürich, 04.03.2020

<https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2020/03/energieautarke-schweizer-haushalte.html>

Im Rahmen einer Masterarbeit untersuchten ein ETH-Student und sein Betreuer, ob mittels Photovoltaik Energie-selbstversorgende Haushalte in der Schweiz bis Mitte Jahrhundert technisch und wirtschaftlich machbar sind.

Bis 2050 könnten viele Ein- und Mehrfamilienhäuser in der Schweiz mit Photovoltaik genügend Energie für den Eigenbedarf produzieren – Heizen und das Aufladen von Elektrofahrzeugen miteingerechnet.

Die Studie legt nahe, dass eine vollständige Selbstversorgung bis 2050 für Ein- und Mehrfamilienhäuser in der Schweiz über verschiedene Nutzungsmuster hinweg technisch durchaus möglich ist. Leicht realisierbar wäre Autarkie demnach für energiebewusste Einfamilienhaushalte, die Elektromobile weniger oft und über kürzere Distanzen verwenden.

Im Gegensatz dazu würde ein Mehrfamilienhaus mit konventionellem Energiebedarf und häufigeren und längeren Autofahrten Fortschritte bei der Effizienz der Photovoltaik-Technologie erfordern. Zudem müssten das gesamte Dach und der grösste Teil der Fassade mit Solarpaneelen bedeckt sein. «Potenzielle Konflikte etwa mit Vorschriften zum Erscheinungsbild denkmalgeschützter Gebäude berücksichtigt die Studie nicht.

Beispiele für die Energieproduktion mit Fassadenelementen (neben PV-Anlagen auf den Dächern) gibt es schon einige. Hier besteht noch Forschungsbedarf und den technischen und ästhetischen Anforderungen gerecht zu werden. Die EPFL forscht dazu an der Empa Dübendorf in der NEST-Unit «SolAce» (<https://www.empa.ch/web/s604/solaceopening>).



*Verschiedenfarbige Solarmodule zieren die Fassade der Wohnüberbauung in Männedorf.*

(Quelle: Aargauer Zeitung, Freitag, 3. Juli 2020, Seite 6, [https://www.aargauerzeitung.ch/leben/leben/die-energie-ist-gratis-so-schoen-wohnt-es-sich-im-kraftwerk-138342843?utm\\_source=shared-email&utm\\_medium=shared&utm\\_campaign=Social%20Media](https://www.aargauerzeitung.ch/leben/leben/die-energie-ist-gratis-so-schoen-wohnt-es-sich-im-kraftwerk-138342843?utm_source=shared-email&utm_medium=shared&utm_campaign=Social%20Media))



MFH Neubau in Pfäffikon ZH (Stand Mai 2020), Foto Büro: Setz Architektur AG, Rapperswil

Gemäss einer Studie vom Juni 2020 der Beratungsunternehmen TEP Energy und Ecoplan im Auftrag der Wärme Initiative Schweiz ist der Verzicht auf Öl und Gas bei Gebäuden und Industrie bis 2050 möglich. Doch dafür braucht es viel höhere Heizöl- und Gaspreisesowie den breiten Einsatz neuer Technologien und Vorschriften (<https://waermeinitiative.ch/de/argumente>).

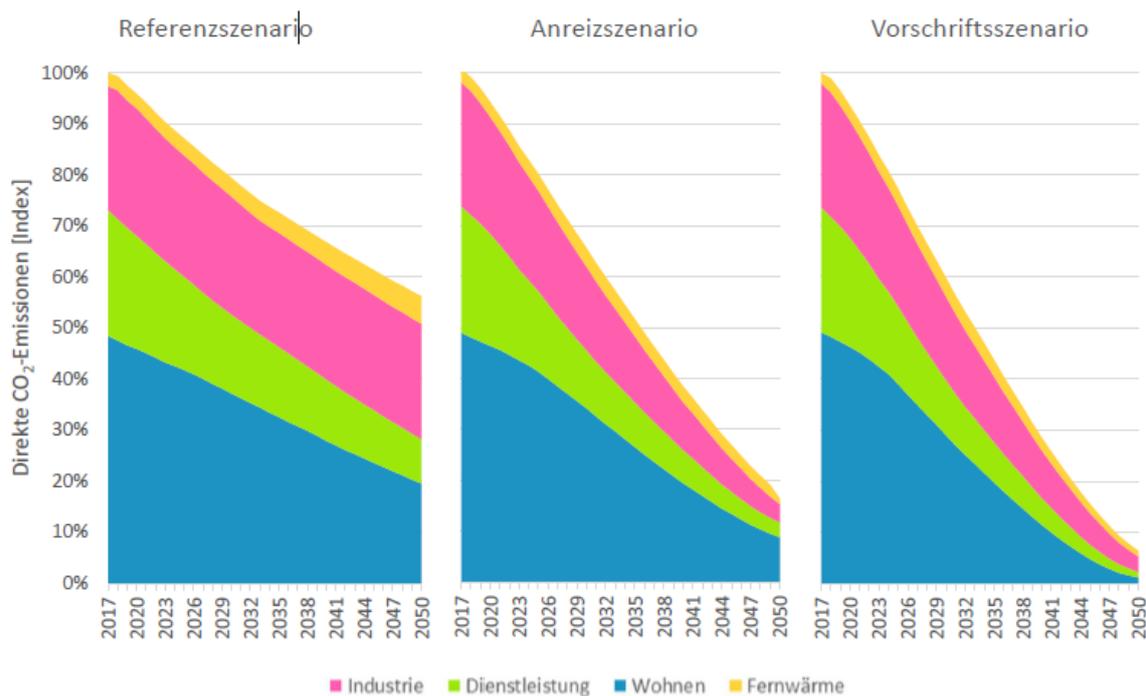
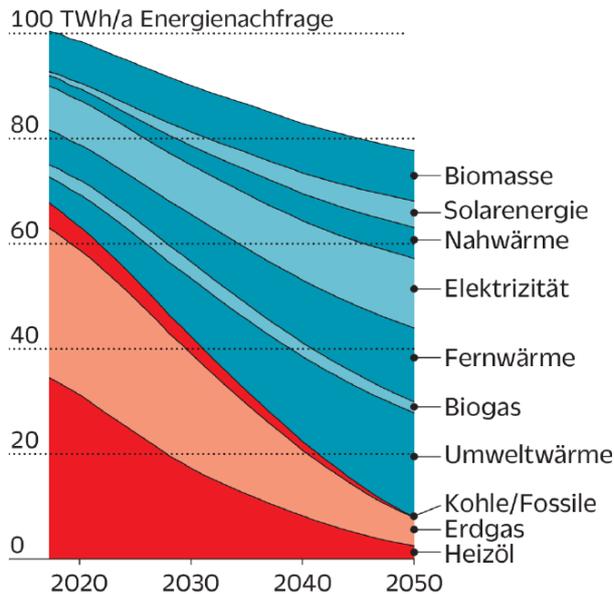


Abbildung 25 Kumulierte direkte Emissionen (indexiert) der Nachfragesektoren sowie der Fernwärme an den Gesamt-CO<sub>2</sub>-Emissionen 2017 (100 % = 18,5 Mio. t CO<sub>2</sub>)

Quelle: TEP Energy, 15.05.2020

## Prognostizierte Entwicklung der umweltfreundlichen Heizsysteme bei Einführung von Anreizsystemen



<https://nzzas.nzz.ch/wirtschaft/klimaschutz-die-schweiz-laesst-sich-co2-frei-beheizen-ld.1559971>

Trotz allen bisherigen Bemühungen liegt noch ein weiter Weg noch vor uns. So lag der Anteil von Neubauten mit PV-Anlagen im Kanton Aargau in den Jahren 2010-2016 nur bei rund 5% (<https://www.aargauerzeitung.ch/aargau/kanton-aargau-erst-jeder-20-neubau-hat-ein-solardach-das-koennte-sich-bald-aendern-136425773>). Mit dem revidierte Energiegesetz wollte der Kanton Aargau der Zubau von erneuerbaren Energien beschleunigen (z.B. mit Vorgaben für die Elektrizitätserzeugung zur Deckung des Eigenbedarfs von Gebäuden). Die Vorlage wurde vom Volk am 27.09.2020 aber abgelehnt.

### 5.15 Wärme und Kälte aus dem See

#### 5.15.1 Schlagzeilen

[https://www.nzz.ch/waerme\\_und\\_kaelte\\_aus\\_dem\\_see-1.3868560](https://www.nzz.ch/waerme_und_kaelte_aus_dem_see-1.3868560), 15.10.2009

Der Energiebedarf des Spitals Männedorf soll künftig zu wesentlichen Teilen mit Strom und Zürichseewasser gedeckt werden, das über ein System von Wärmetauschern und -pumpen auf die gewünschte Temperatur gebracht wird. Wie aus einer Mitteilung vom Mittwoch hervorgeht, ist die thermische Seewasser-Nutzung zunächst für Heizung und Raumkühlung, mittelfristig aber auch für die Kühlung grösserer Spezialgeräte vorgesehen.

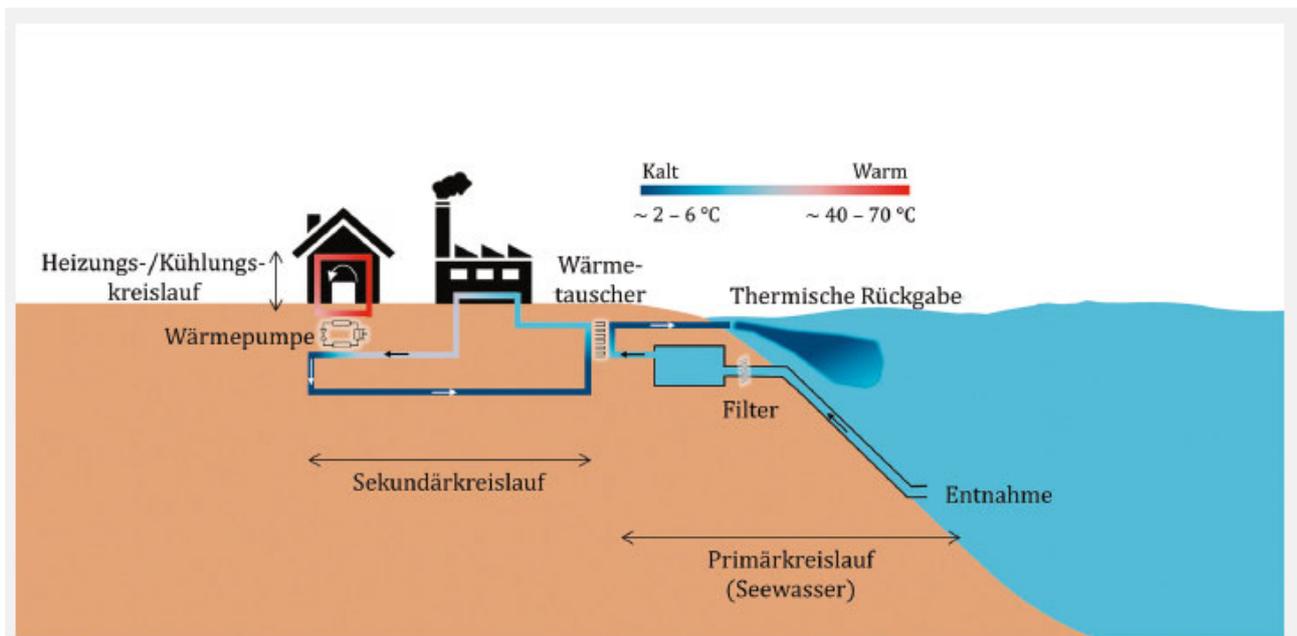
<https://www.nzz.ch/wissenschaft/waerme-aus-dem-see-ld.1538386?reduced=true>, 18.02.2020

Die Schweizer Seen kühlen auch im tiefsten Winter meist nicht unter fünf Grad ab. Mehrere Versorger wollen diese Wärme nutzen, um Stadtquartiere zu beheizen. Das Konzept ist klimafreundlich – aber teuer.

#### 5.15.2 Thermische Nutzung von Seen und Flüssen – Potenzial der Schweizer Oberflächengewässer

Adrien Gaudard; Martin Schmid; Alfred Wüest, Eawag, AQUA & GAS No 2 | 2018

Die Schweizer Oberflächengewässer enthalten sehr grosse Mengen erneuerbarer thermischer Energie, wovon ein Teil zum Heizen und Kühlen nahe gelegener Infrastrukturen genutzt werden kann. Dieser Artikel präsentiert eine Abschätzung des thermischen Potenzials der wichtigsten Schweizer Seen und Flüsse, vergleicht dieses Potenzial mit der regionalen Nachfrage und fasst die mit der Nutzung dieser thermischen Energie verbundenen Überlegungen und technischen Schwierigkeiten zusammen.



### Schlussfolgerungen

Hinsichtlich der energiepolitischen Ziele – nachhaltige Energieversorgung, Verminderung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen – ist die Nutzung der Gewässer als Wärme- und Kältequellen sehr attraktiv. Das Potenzial der Schweizer Seen und Flüsse ist beträchtlich und meist deutlich grösser als die Nachfrage – mit Ausnahme gewisser sehr dicht besiedelter Gebiete. In der Praxis können vor allem kleinere Flüsse nicht das ganze Jahr effektiv genutzt werden, da ihre Temperatur entweder im Winter zu tief oder im Sommer zu hoch ist. Mit einer durchdachten Konzeption der Systeme zur thermischen Nutzung und einer Koordination zwischen den verschiedenen Akteuren können die möglichen Auswirkungen auf die Ökosysteme vermieden oder in genügendem Masse minimiert werden [9].

Die Nutzung des vorhandenen Potenzials wird vor allem durch wirtschaftliche und gesetzliche Anforderungen beschränkt. Zudem sind von der Nutzung eines Gewässers verschiedene, sich zum Teil widersprechende Interessen betroffen (Produktion erneuerbarer Energie, Gewässerschutz, Bau von Infrastrukturen usw.), die von verschiedenen Instanzen vertreten werden (Kantone, Gemeinden, Energielieferanten und Konsumenten, Umweltverbände, Privatunternehmen usw.). Dadurch werden Projekte komplex, die Kosten werden erhöht und die Planungs- und Umsetzungsphasen werden verlängert. Auf lange Sicht und bei guter Planung kann die thermische Nutzung eines Gewässers sowohl ökonomisch wie auch ökologisch nachhaltig gestaltet werden.

### 5.15.3 Koordinierte Energienutzung aus Gewässern

PEAK-Vertiefungskurs Heizen und Kühlen mit Seen und Flüssen, 8. Nov. 2017, Kastanienbaum

Felix Schmid, Energieplaner der Stadt Zürich, felix.o.schmid@zuerich.ch

[https://thermdis.eawag.ch/static/templates/files/PEAK/7\\_Energieplanung-StadtZuerich\\_FelixSchmid.pdf](https://thermdis.eawag.ch/static/templates/files/PEAK/7_Energieplanung-StadtZuerich_FelixSchmid.pdf)

#### Energienutzung aus Gewässern gemäss Konzept Energieversorgung 2050

- 170 GWh/a aus Grundwasser entspricht 120 Anlagen à 1 MW Leistung
- 70 GWh/a aus gereinigtem Abwasser entspricht dem Bedarf von rund 15'000 Wohnungen
- 100 GWh/a aus dem Zürichsee und der Limmat (ohne Kühlenergie) ergibt Wasserentnahme aus dem See von 0.9 m<sup>3</sup>/s (Wasserversorgung Zürich: 1.3 m<sup>3</sup>/s), erfordert Leitungsnetz von 35 km Länge bzw. Erschliessung von 200 ha Siedlungsgebiet

#### Schlussfolgerungen und Fragen

- Viele Projekte zur Energienutzung aus Gewässern sind durch Kältebedarf getrieben.
- Während die Wärmenutzung zu einer Abkühlung der Gewässer führt, hat die Kältenutzung eine Erwärmung der Gewässer zur Folge.
- Inwiefern sind solche thermischen Veränderungen von Gewässern zusätzlich zu den übrigen anthropogenen thermischen Belastungen von Flüssen und Seen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit vertretbar?

## 6. Nachhaltigkeit

### 6.1 Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016–2019, Bundesrat, 2016

#### 1.1 EINLEITUNG

Seit 1997 legt der Bundesrat seine Politik für die nachhaltige Entwicklung der Schweiz in seiner Strategie Nachhaltige Entwicklung fest. Diese wird seit 2008 regelmässig im Rahmen des vierjährigen Legislaturzyklus aktualisiert. Mit dem Bundesbeschluss vom 25. Juni 2011 hat das Parlament dem Bundesrat den Auftrag erteilt, eine Aktualisierung der Strategie Nachhaltige Entwicklung im Hinblick auf die Legislaturperiode 2015–2019 vorzunehmen.

Die Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016–2019 legt fest, welche politischen Schwerpunkte der Bundesrat für die nachhaltige Entwicklung mittel- bis langfristig setzt. Es werden entsprechende Massnahmen aufgeführt, die im Rahmen der Legislaturperiode durch den Bund dafür umgesetzt werden. Die Strategie zeigt zudem auf, welchen Beitrag die Schweiz zur Erreichung der globalen Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung (Agenda 2030) der Vereinten Nationen in der Legislaturperiode leistet. Künftig ist eine möglichst umfassende Ausrichtung der Strategie auf die Agenda 2030 anzustreben, um damit den Schweizer Beitrag zur Erreichung der globalen Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDG) bis 2030 sicherzustellen.

Die Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016–2019 enthält einen Aktionsplan mit 9 Handlungsfeldern:

- (1) Konsum und Produktion.
- (2) Siedlungsentwicklung, Mobilität und Infrastruktur → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- (3) Energie und Klima → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- (4) Natürliche Ressourcen → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- (5) Wirtschafts- und Finanzsystem
- (6) Bildung, Forschung, Innovation
- (7) Soziale Sicherheit
- (8) Gesellschaftlicher Zusammenhalt und Gleichberechtigung zwischen den Geschlechtern
- (9) Gesundheit.

#### 6.1.1 Handlungsfeld 2 – Siedlungsentwicklung, Mobilität und Infrastruktur : Langfristige Vision

Agglomerationen, städtische und ländliche Räume sowie Berggebiete nutzen ihre spezifischen Entwicklungsmöglichkeiten in grenzüberschreitender Zusammenarbeit. Das Kulturland ist weitgehend erhalten und der Umgang mit Landschaft erfolgt schonend und unter Erhaltung des regionsspezifischen Charakters.

Die Verkehrssysteme und die Siedlungsentwicklung sind aufeinander abgestimmt. Die Verkehrsträger sind systematisch vernetzt und ergänzen sich optimal. Das gesamte Verkehrssystem ist langfristig und verursachergerecht finanziert und umweltverträglich. Multifunktionale Zentren verknüpfen Arbeits-, Freizeit-, Wohn- und Konsumangebote und sorgen damit für kurze Wege und ein gemässigt Verkehrsaufkommen.

Das Bevölkerungs- und Arbeitsplatzwachstum konzentriert sich auf bereits besiedelte Gebiete. Siedlungen zeichnen sich durch eine hohe Lebens- und Umweltqualität, Sicherheit und Baukultur aus, der Denkmalbestand ist erhalten. Erholungsgebiete und naturnahe Freiräume bilden ein attraktives Netzwerk für Freizeit, Naturerlebnisse, Bewegung und Sport und unterstützen das soziale Leben und die ökologische Vernetzung.

Die Erneuerung und Weiterentwicklung von Hochbauten und Infrastrukturen berücksichtigen deren gesamten Lebenszyklus. Sowohl der Bau als auch der Betrieb erfolgen wirtschaftlich, ressourcenschonend, sozialverträglich, naturgefahrengerecht und risikobewusst.

##### Ziel 2.1

Die Raumentwicklung ist polyzentrisch und zeichnet sich durch ein starkes Städtetz aus. Die regionalen Stärken sind genutzt.

##### Ziel 2.2

Die Zersiedlung ist eingedämmt, und das Siedlungswachstum findet nur innerhalb von vorgesehenen Entwicklungsgebieten und Korridoren statt. Kulturland und Naturräume sind weitgehend vor einer weiteren Überbauung geschützt.

##### Ziel 2.3

Neuer Wohnraum entsteht über eine qualitativ hochwertige bauliche Innenentwicklung. Es bestehen ausreichend auf die Bedürfnisse der Bewohnerinnen und Bewohner ausgerichtete Freiräume.

#### Ziel 2.4

Hoch- und Tiefbauten werden nach anerkannten Standards der Nachhaltigkeit geplant, erstellt, betrieben und weiterentwickelt. Sie stellen eine über den gesamten Lebenszyklus optimierte Lösung dar.

#### Ziel 2.5

Bei der Siedlungsentwicklung ist das baukulturelle Erbe weit möglichst erhalten, bei Sanierungen und Neubauten herrscht eine qualitativ hochstehende Baukultur.

#### Ziel 2.6

Für die Bedürfnisse von Sport und Bewegung stehen die erforderlichen Infrastrukturen sowie Bewegungsräume inner- und ausserhalb des Siedlungsgebiets zur Verfügung.

#### Ziel 2.7

Die Absicherung der Mobilitätsbedürfnisse erfolgt effizient, wirtschaftlich und ökologisch durch ein intermodal vernetztes und optimal ausgelastetes Verkehrssystem.

#### Ziel 2.8

Die Verkehrsinfrastruktur beschränkt sich auf die zu erfüllende Funktion, sorgt für eine angemessene Erschliessung und garantiert die qualitative und quantitative Leistungsfähigkeit des Verkehrssystems.

#### Ziel 2.9

Siedlungen und Infrastrukturen sind angemessen vor Naturgefahren geschützt.

### **6.1.2 Handlungsfeld 3 – Energie und Klima: Langfristige Vision**

Der Energiebedarf wird ohne klimarelevante CO<sub>2</sub>-Emissionen und aus erneuerbaren, sicheren Quellen gedeckt. Es besteht ein effizientes länderübergreifendes und stabiles System für Erzeugung, Speicherung und Verteilung erneuerbarer Energien zugunsten einer hohen Versorgungssicherheit. Das inländische wirtschaftlich nutzbare Potenzial zur Erzeugung von Strom und Wärme aus erneuerbarer Energie ist bei systematischer und transparenter Interessenabwägung betreffend anderen Nutzungen und unter Wahrung der biologischen und landschaftlichen Vielfalt ausgeschöpft. Der Primärenergiebedarf ist auf 2000 Watt pro Person stabilisiert.

Die Treibhausgasemissionen sind so weit reduziert, dass sie dem angemessenen Beitrag der Schweiz am Ziel entsprechen, die globale Klimaerwärmung auf weniger als 2 °C gegenüber vorindustriellen Werten zu beschränken. Für die Anpassung an den Klimawandel und den Schutz vor Naturgefahren weisen Gesellschaft, Wirtschaft und Ökosysteme eine ausreichende Kapazität, Widerstandsfähigkeit und Flexibilität gegenüber sich verändernden Lebens- und Umweltbedingungen auf.

#### Ziel 3.1

Die Treibhausgasemissionen sind gegenüber 1990 um 50 % gesenkt, und davon sind mindestens 30 % durch Massnahmen im Inland erfolgt (durchschnittliche Reduktion 2021– 2030 von minus 25 % bzw. 35 %).

#### Ziel 3.2

Der durchschnittliche Energieverbrauch pro Person ist gegenüber dem Stand im Jahr 2000 um 34 % gesenkt (16 % bis 2020 und 43 % bis 2035).

#### Ziel 3.3

Der durchschnittliche Stromverbrauch pro Person ist gegenüber dem Stand im Jahr 2000 um 10 % gesenkt (3 % bis 2020 und 13 % bis 2035).

#### Ziel 3.4

Die durchschnittliche inländische Produktion von Elektrizität aus erneuerbaren Energien liegt bei mindestens 49 TWh (davon 37 TWh durch Wasserkraft; 51 TWh insgesamt).

#### Ziel 3.5

Die Konsequenzen des Klimawandels für Naturgefahrenprozesse sind bekannt, und Veränderungen von Risiken werden frühzeitig erkannt.

#### Ziel 3.6

Die Risiken des Klimawandels sind minimiert, die klimabedingten Chancen genutzt, Bevölkerung, Sachwerte und natürliche Lebensgrundlagen geschützt und die Anpassungsfähigkeit von Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft gesteigert.

### 6.1.3 Handlungsfeld 4 – Natürliche Ressourcen: Langfristige Vision

Die quantitativen und qualitativen planetaren Belastbarkeits- und Nutzungsgrenzen der natürlichen Ressourcen (u. a. Biodiversität, Landschaft, Boden, Luft, Wasser, Wald sowie erneuerbare und nicht erneuerbare Rohstoffe für die energetische oder stoffliche Nutzung) sind eingehalten. Der Druck auf die Ökosysteme ist begrenzt, sodass diese ihre Funktionen weiterhin wahrnehmen können, resilient bleiben und die Erhaltung der Artenbestände gewährleistet ist. Der für die Erhaltung der Ressourcen erforderliche Raum ist gesichert. Die durch die Schweiz im In- und Ausland verursachte Umweltbelastung ist auf ein naturverträgliches Mass gesenkt.

#### Ziel 4.1

Eine ökologische Infrastruktur von Schutzgebieten und Vernetzungsgebieten ist aufgebaut; der Zustand der natürlichen Lebensräume sowie die Erhaltungssituation der Arten haben sich verbessert.

#### Ziel 4.2

Die Funktionen des Bodens sind langfristig erhalten. Bodennutzungen führen zu keiner Degradierung, und wo möglich werden Böden und ihre Funktionalität wiederhergestellt.

#### Ziel 4.3

Die Bewirtschaftung und Nutzung des Waldes erfolgen effizient und naturnah. Alle Waldfunktionen werden gleichwertig erfüllt, und der Wald bleibt in seiner räumlichen Verteilung grundsätzlich erhalten und nimmt in seiner Fläche nicht ab.

#### Ziel 4.4

Die Landschaft wird unter Wahrung ihres Charakters weiter-entwickelt und gestaltet. Die Landschaftsleistungen sind anerkannt und gesichert.

#### Ziel 4.5

Die Land- und Ernährungswirtschaft ist wettbewerbsfähig, resilient, umweltschonend und ressourceneffizient entlang der gesamten Lebensmittelkette.

## 6.2 Evaluation der Strategie Nachhaltige Entwicklung 2016-2019

Bundesamt für Raumentwicklung ARE, 2019

Das ARE hat als Kompetenzzentrum des Bundes für nachhaltige Entwicklung und als für die Strategie Nachhaltige Entwicklung (SNE) verantwortliches Amt eine externe Evaluation der SNE 2016-2019 in Auftrag gegeben. Die Evaluation wurde vom Beratungsunternehmen Infrac von November 2018 bis Juni 2019 durchgeführt und fokussierte unter anderem auf die folgenden Fragen:

- Inwiefern wurden die Ziele der SNE 2016-2019 erreicht?
- Inwiefern hat die SNE zur Erreichung der Ziele der Agenda 2030 beigetragen?
- Was ist bei der Erneuerung der SNE zu berücksichtigen?

### 6.2.1 5.1. Gesamtbeurteilung

Es ist unbestritten, dass es eine Strategie Nachhaltige Entwicklung braucht. Diese dient insbesondere dazu, den in der Bundesverfassung enthaltenen Auftrag an den Bund umzusetzen, eine nachhaltige Entwicklung anzustreben (Artikel 2 und Artikel 73). Die SNE ist ein wichtiges Signal gegen aussen, dass der Bund diesen Verfassungsauftrag wahrnehmen will. Zudem dient die Strategie als Referenzrahmen für die Akteure des Bundes, aber auch für bundesexterne Akteure.

Die Strategie schafft eine Übersicht zu den Themen, Zielen und Massnahmen, welche der Bund im Bereich der nachhaltigen Entwicklung bearbeitet bzw. anstrebt und umsetzt, und bietet damit eine Orientierung für Bundesstellen, Kantone, Gemeinden und nichtstaatliche Akteure. Sie gibt zudem bestehenden Massnahmen des Bundes eine erhöhte Legitimation und Aufmerksamkeit.

Die mangelnde Verbindlichkeit der Strategie und der geringe politische Wille sind aus unserer Sicht wichtige Gründe dafür, dass die Strategie bei der Umsetzung nicht ihre volle Wirkung entfaltet. Schwierig ist zudem der Bezug zur Agenda 2030, welcher in der aktuellen Strategie noch nicht genügend geklärt werden konnte. Weiter ist unklar, wie die Massnahmen auf strategischer Ebene ausgewählt werden, wodurch die thematischen Ziele nicht gezielt bearbeitet werden können. Schliesslich findet keine systematische Überprüfung der Umsetzung der Strategie statt, weder bezüglich der Erreichung ihres Hauptziels der Gewährleistung einer kohärenten Politik für die nachhaltige Entwicklung noch der Erreichung inhaltlicher Ziele.

Unter diesen Voraussetzungen überrascht es nicht, dass die Strategie nur beschränkt Wirkung entfalten kann. Ihr Einfluss auf Sektoralpolitiken und eine kohärente Politik der nachhaltigen Entwicklung ist gering, es

fehlen dazu die politische Unterstützung, die institutionellen Voraussetzungen, die Instrumente und die Ressourcen. Wir stellen deshalb fest, dass sich die Voraussetzungen, um die Wirksamkeit der SNE zu verbessern, seit der letzten externen Evaluation 2011 kaum verbessert haben. Im Hinblick auf die Erneuerung der Strategie beurteilen wir allerdings positiv, dass der Bundesrat mit der neuen bundesinternen Organisationsstruktur und dem festgelegten Politikzyklus für nachhaltige Entwicklung wichtige institutionelle und prozedurale Pflöcke eingeschlagen hat. Damit werden Voraussetzungen geschaffen, um einige der identifizierten Defizite zu beheben und die künftige SNE zu stärken.

→ 10 Empfehlungen

### 6.2.2 **Empfehlung 3: SNE inhaltlich fokussieren**

Wir empfehlen dem Bundesrat, die Kernelemente der SNE mit Zweck, Leitlinien, Aktionsplan mit Zielen und Massnahmen beizubehalten, aber die Strategie inhaltlich stärker zu fokussieren. Anstelle der heutigen Handlungsfelder empfehlen wir maximal vier bis fünf thematische Schwerpunkte mit entsprechenden Zielen und Massnahmen. Diese sollen Sektor übergreifend sein und dort gesetzt werden, wo der Handlungsbedarf besonders gross ist. Im Sinne einer tatsächlichen Fokussierung würden wir die Schwerpunkte inhaltlich enger fassen als die heutigen Handlungsfelder. Die Schwerpunkte sollen mittelfristig wirken und können für die gesamte Dauer bis 2030 formuliert werden. Im Aktionsplan können die Schwerpunkte präzisiert werden und mit Massnahmen mit einem Zeithorizont von vier Jahren definiert werden.

Entsprechend der inhaltlichen Fokussierung empfehlen wir, auf den heutigen breiten Massnahmenkatalog zu verzichten und stattdessen neue Massnahmen zu formulieren, die einen Bezug zu den Schwerpunkten haben und zur Umsetzung dieser Schwerpunkte beitragen.

Auch wenn durch die Fokussierung auf Schwerpunktthemen die Sammlung der Aktivitäten des Bundes im Bereich der nachhaltigen Entwicklung verloren geht, überwiegen nach unserer Einschätzung die Vorteile. Eine Fokussierung erlaubt es, einen Aktionsplan mit inhaltlichem Mehrwert zu entwickeln, die beschränkten Mittel gezielter einzusetzen, die Koordination zwischen den beteiligten Bundesämtern zu verbessern und die Kommunikation gezielter zu gestalten und zu verstärken.

### 6.2.3 **Management Response des ARE**

Empfehlung 3: SNE inhaltlich fokussieren

- Stellungnahme: Die SNE 2016-2019 war bisher inhaltlich sehr breit und hat Ziele und Massnahmen für viele nachhaltigkeitsrelevante Themenbereiche festgelegt.
- Massnahmen: Alle Bundesstellen sind grundsätzlich dazu angehalten, die Agenda 2030 im Rahmen ihrer sektoralpolitischen Zuständigkeiten umzusetzen. Die SNE 2030 wird ergänzend dazu auf sektorenübergreifende Schwerpunktthemen mit besonderem Handlungsbedarf für die Schweiz fokussieren. Über den Aktionsplan werden konkrete Massnahmen identifiziert, um diese Herausforderungen anzugehen.

## 6.3 **Zukunft: Strategie Nachhaltige Entwicklung 2030**

### 6.3.1 **Ausgangspunkt**

<https://www.eda.admin.ch/agenda2030/de/home/strategie/strategie-nachhaltige-entwicklung.html>

In der Strategie Nachhaltige Entwicklung zeigt der Bundesrat auf, welche politischen Schwerpunkte er für die nachhaltige Entwicklung mittel- bis langfristig setzt. Sie ist das hauptsächliche Instrument zur Umsetzung der Agenda 2030 in der Schweiz.

Die Strategie Nachhaltige Entwicklung (SNE) ist ein übergeordnete Strategie des Bundesrats und mit der Legislaturplanung verknüpft. Sie zeigt auf, in welche Richtung sich die Schweiz in wichtigen Bereichen weiterentwickeln soll. Die Agenda 2030 und ihre Ziele für nachhaltige Entwicklung (SDGs) bildet dabei den Referenzrahmen für die Strategie. Bereits in der SNE 2016-2019 sind viele Anforderungen der SDGs in zentralen Themenbereichen der Strategie verankert. Die kommende Strategie wird vollständig auf die Agenda 2030 ausgerichtet und basiert auf den im Länderbericht 2018 ausgewiesenen Herausforderungen. Sie ist auf den Zeitraum von 2020 bis 2030 ausgerichtet, um eine optimale Abstimmung mit der Agenda 2030 sicherzustellen und eine längerfristige Planungssicherheit und Kontinuität zu gewährleisten. Der Aktionsplan der SNE wird zusammen mit der Legislaturplanung im Vierjahresrhythmus aktualisiert. Dies erfolgt 2020, 2024 und 2028.

### 6.3.2 **Der Bund stärkt die Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung**

<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-74413.html>

Bern, 22.03.2019 - Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 22. März 2019 zwei Delegierte für die Agenda 2030 gewählt. Die Agenda 2030 ist der globale Referenzrahmen für nachhaltige Entwicklung und der Bezugspunkt für die Nachhaltigkeitspolitik der Schweiz. Der Bundesrat misst ihr eine hohe Bedeutung bei und

stärkt ihre Umsetzung durch eine neue bundesinterne Organisationsstruktur. Kernelemente sind die Schaffung eines interdepartementalen Direktionskomitees und die Wahl von zwei Delegierten. Die neue Struktur ermöglicht die vollständige Verankerung der Agenda 2030 in der Verwaltung. Umgesetzt wird die Agenda 2030 weiterhin im Rahmen der Sektoralpolitiken der Bundesstellen und Departemente.

### 6.3.3 Klimaziel 2050

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klimaziel-2050.html>

Aktuell berät das Parlament eine Totalrevision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes, die Ziele und Instrumente zur Verminderung des Treibhausgasausstosses für den Zeitraum bis 2030 vorsieht. Gleichzeitig gilt es, die längerfristige Entwicklung über 2030 hinaus vorzubereiten. Der Bundesrat hat deswegen am 28. August 2019 beschlossen, dass die Schweiz bis 2050 ihre Treibhausgasemissionen auf Netto-Null absenken soll. Das CO<sub>2</sub>-Gesetz wurde bei der Volksabstimmung vom 13.06.2021 abgelehnt.

Zur Konkretisierung dieses Ziels erarbeitet das BAFU aktuell eine langfristige Klimastrategie, die aufzeigen wird, wie die Schweiz dieses Ziel erreichen kann. Die langfristige Klimastrategie schafft gleichzeitig den Rahmen für eine Diskussion der Rolle negativer Emissionstechnologien in der zukünftigen Klimapolitik der Schweiz.

### 6.3.4 Langfristige Klimastrategie

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/fachinformationen/klimaziel-2050/langfristige-klimastrategie.html>

Die Schweiz hat im Oktober 2017 das Übereinkommen von Paris ratifiziert und sich damit zu dessen Zielen und Verpflichtungen bekannt. Unter anderem lädt das Übereinkommen alle Vertragsparteien ein, langfristige Klimastrategien zu erarbeiten. Darin sollen sie aufzeigen, wie sie ihre Emissionen langfristig entsprechend den Klimazielen absenken werden. Auch die Schweiz kommt dieser Aufforderung nach. Sie nutzt diese Gelegenheit, um die Zielsetzung für das Jahr 2050 zu konkretisieren.

### 6.3.5 Klimaziel 2050: Netto-Null Treibhausgasemissionen (CO<sub>2</sub> Netto Null 2050)

Medienmitteilung der Bundesrates vom 28.8.2019: <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/mitteilungen.msg-id-76206.html>.

Der Bundesrat hat am 28. August 2019 beschlossen, dass die Schweiz bis 2050 ihre Treibhausgasemissionen auf Netto-Null absenken soll.<sup>1</sup> «Netto-Null» wird als Zielgrösse verwendet, weil eine vollständige Vermeidung aller Emissionen technisch nicht möglich ist. Die Zementproduktion, die Abfallverbrennung oder die Landwirtschaft werden auch längerfristig noch Treibhausgasemissionen verursachen. Diese verbleibenden Emissionen müssen deshalb durch den Einsatz von negativen Emissionstechnologien ausgeglichen werden (siehe entsprechendes Unterkapitel). Netto-Null ist dann erreicht, wenn die Bilanz zwischen ausgestossenen und der Atmosphäre entnommenen Emissionen genau ausgeglichen ist. Gemäss Beschluss des Bundesrates soll dies spätestens im Jahr 2050 der Fall sein.

Der Bundesrat hat dem BAFU den Auftrag erteilt, gemeinsam mit weiteren betroffenen Bundesämtern eine langfristige Klimastrategie zu erarbeiten und diese dem Bundesrat bis Ende 2020 zur Genehmigung vorzulegen. Die langfristige Klimastrategie wird aufzeigen, wie die Schweiz die Zielsetzung für das Jahr 2050 erreichen kann, welche Massnahmen dafür erforderlich sind und wie sich die Emissionen in den verschiedenen Sektoren bis dahin entwickeln sollten.<sup>2</sup>

Mit dem Klimaziel 2050 reagiert der Bundesrat auf die aktuellen wissenschaftlichen Grundlagen, die der Weltklimarat (IPCC) 2018 in seinem Sonderbericht zur Eindämmung der globalen Erwärmung auf maximal 1,5°C zusammengefasst hat.<sup>3</sup> Demnach müssen die weltweiten CO<sub>2</sub>-Emissionen bis Mitte des Jahrhunderts Netto-Null erreichen, und auch die Emissionen der übrigen Treibhausgase wie Methan und Lachgas müssen bedeutend reduziert werden. Nur dann ist es mit genügend hoher Wahrscheinlichkeit möglich, die globale Erwärmung auf 1,5°C zu begrenzen. Dieses Ziel hat sich die internationale Staatengemeinschaft im Übereinkommen von Paris gesetzt.

Das Klimaziel 2050 ist nicht Teil der laufenden Totalrevision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes.<sup>4</sup> Diese deckt den Zeitraum bis zum Jahr 2030 ab und legt dafür Ziele und Massnahmen fest. Das Klimaziel 2050 hat also aktuell den Status einer Absichtserklärung und ist nicht gesetzlich verbindlich. Die Schweiz wird diese Zielsetzung im Jahr 2020 aber auch auf internationaler Ebene ankündigen und beim Sekretariat der Klimarahmenkonvention (UNFCCC) eingeben.

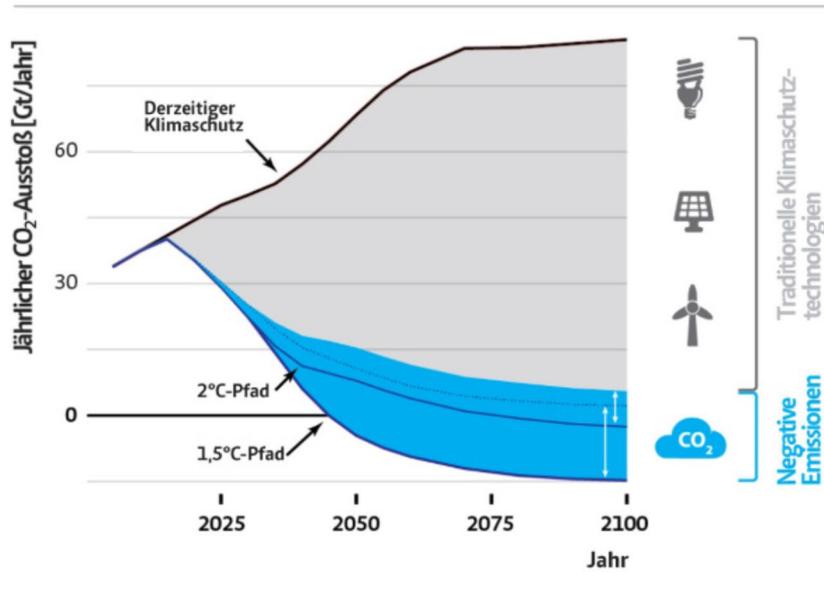
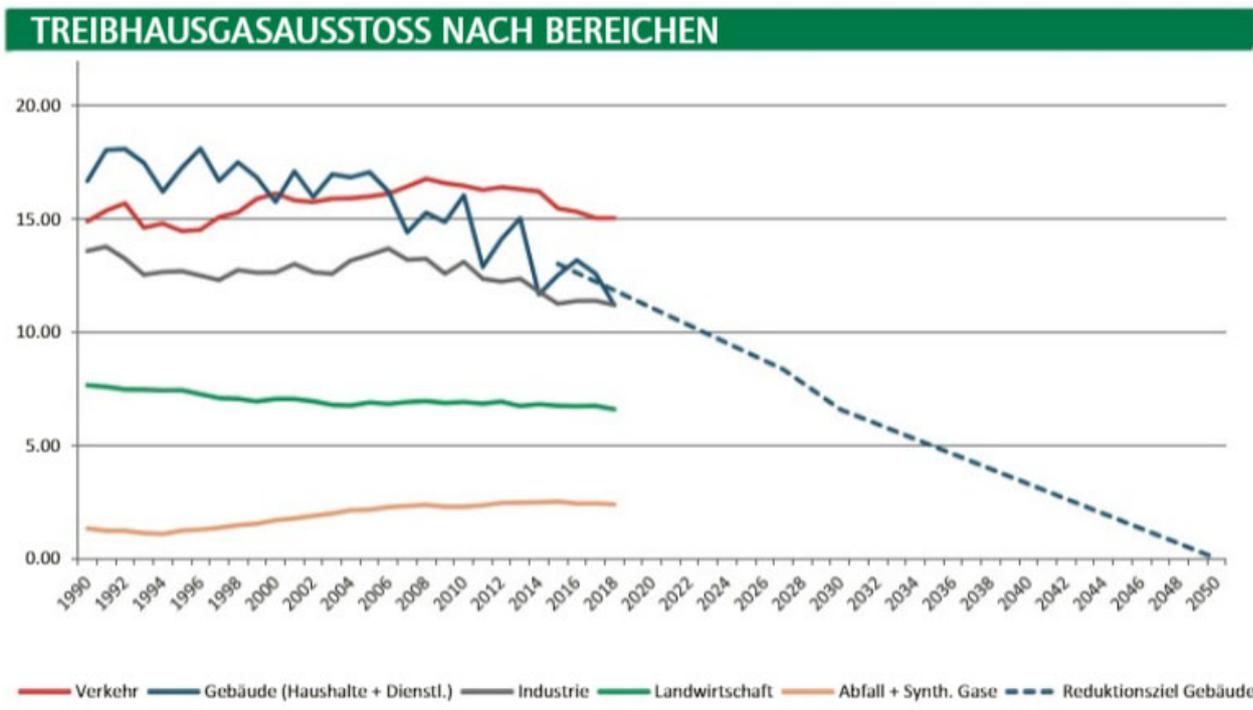


Abbildung 1: Zusammenspiel Emissionsreduktion – NET (Quelle: Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change)

### 6.3.6 Ergänzende Hinweise

Die folgende Grafik [HEV, Nr. 9, Mai 2020, Seite 5] zeigt den Verlauf des Treibhausgasausstosses für verschiedene Sektoren seit 1990 und eine Trendlinie bis 2050. Auch wenn bei den Gebäuden schon viel erreicht wurde, ist eine sehr hohe Reduktionsrate nötig, um das Emissionsziel 2050 zu erreichen. Mit Ausnahme der Industrie hat sich bei den anderen Sektoren nicht viel getan.



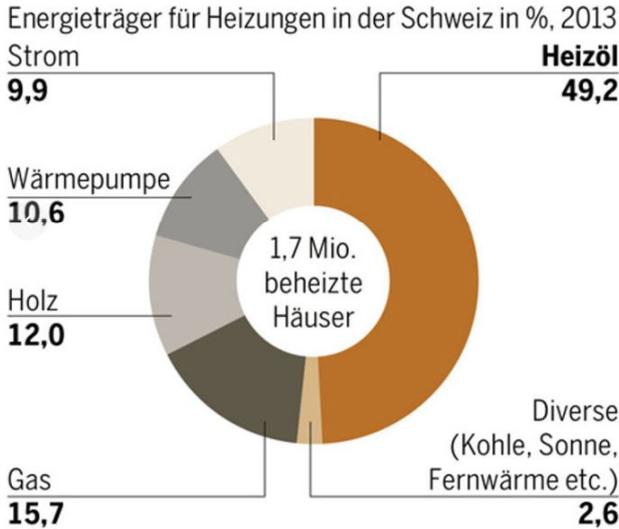
Treibhausgasausstoss nach Bereichen in Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent seit 1990. Deutlich sind die grossen Erfolge im Gebäudebereich in den letzten 15 Jahren zu erkennen.

GRAFIK BAFU/HEV

ETH-Professoren wollen Ölheizungen verbieten

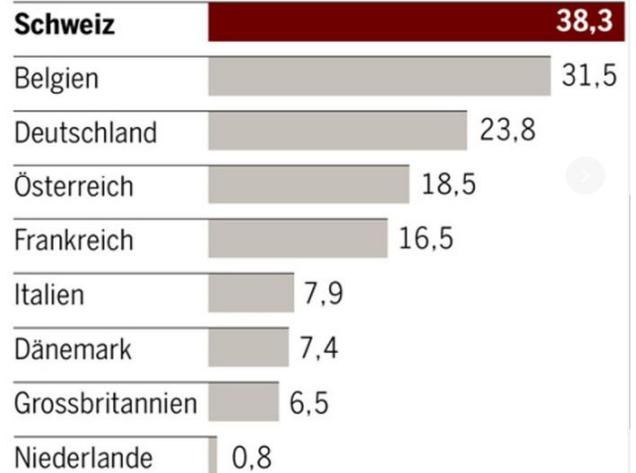
<https://www.tagesanzeiger.ch/zuerich/stadt/ethprofessoren-wollen-oelheizungen-verbieten/story/13864387>,  
25.08.2015

## Schweizer heizen vorwiegend mit Öl



TA-Grafik/Quelle: Bundesamt für Statistik, WWF/Eurostat

Anteil Öl am Energieverbrauch privater Haushalte in %



Weg vom Erdölland, Tagesanzeiger, 03.12.2018

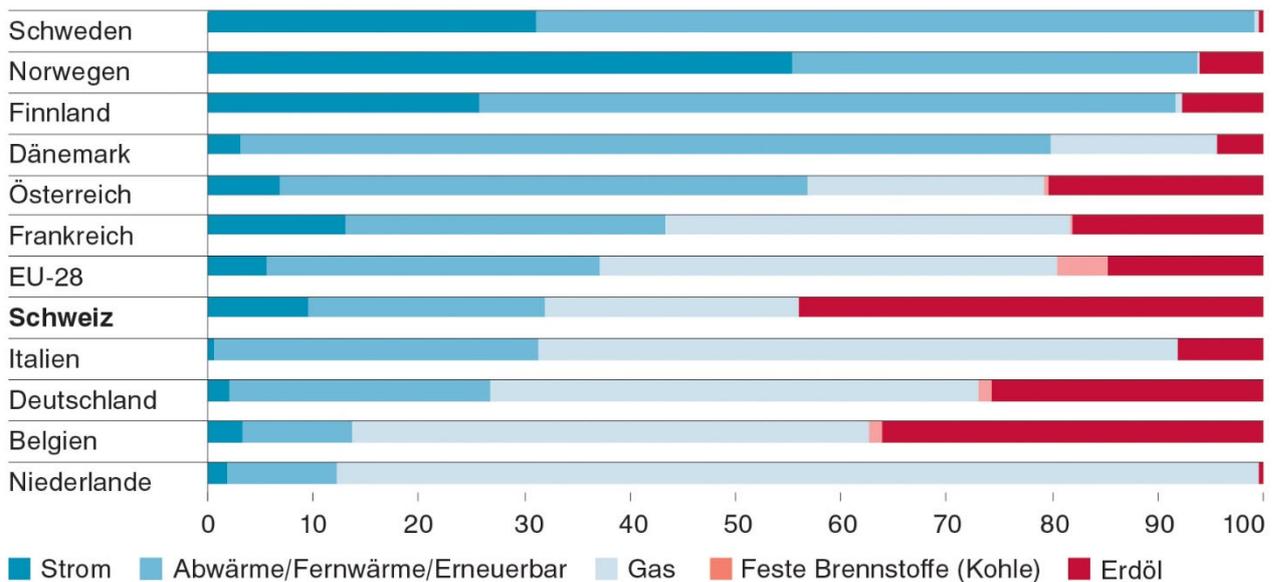
<https://www.tagesanzeiger.ch/wissen/technik/weg-vom-erdoelland/story/16947306>

Kein Land in Europa verheizt pro Kopf so viel Erdöl wie die Schweiz. Sie hätte aber das Potenzial zur Vorzeigeneration.

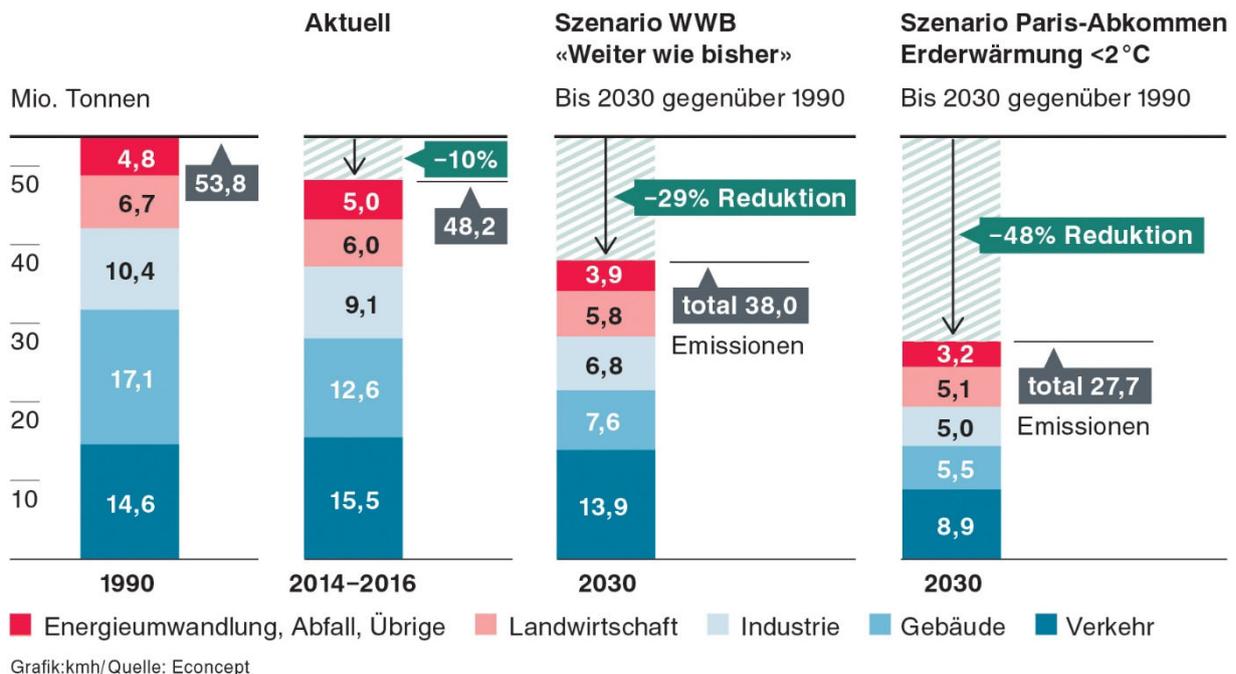
## Klimaschutz im Vergleich

### Wie in den Privathaushalten Europas geheizt wird

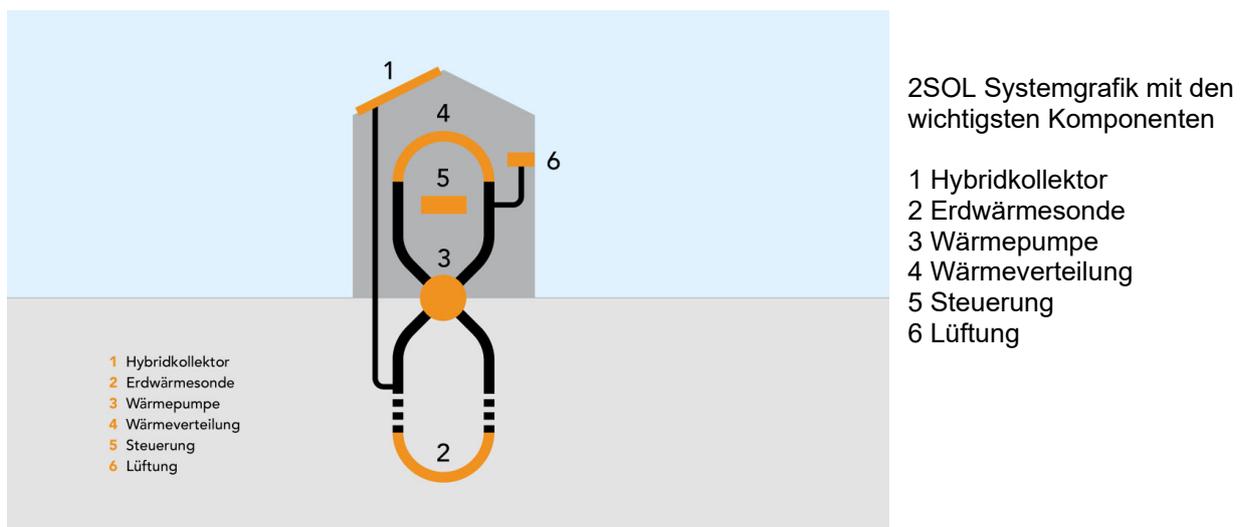
In ausgewählten Ländern 2016 in %



## Treibhausgasemissionen im Inland – Zwei Szenarien für die Schweiz



Als Alternative zu den heutigen PV-Anlagen wird von Prof. Leibundgut, ETHZ, das System 2SOL propagiert (<https://www.2sol.ch/de/system>). 2SOL nutzt erneuerbare, lokal verfügbare Energien und versorgt Gebäude CO<sub>2</sub>-frei mit Strom, Wärme und Kälte.



Das System 2SOL erntet solare Energie in thermischer und elektrischer Form und nutzt das Erdreich als saisonalen Speicher. Von dem Grundgedanken, die im Sommer auf dem Dach geerntete überschüssige Sonnenenergie im Erdreich zu speichern, um sie dann jederzeit und bei Bedarf nutzen zu können, leitet sich der Name des Systems ab.

### 6.3.7 Umweltzerstörung durch Subventionen von Bund und Kantonen§

Um den Verlust an Biodiversität zu stoppen, unterstützen Bund und Kantone verschiedene biodiversitätsfördernde Massnahmen. Vielfältige Subventionen hingegen schädigen direkt oder indirekt Biodiversität.

Über 160 Subventionen im Umfang von rund 40 Mia. CHF schaden der Biodiversität in der Schweiz. Dies ist das Fazit der Studie «Biodiversitätsschädigende Subventionen in der Schweiz» der Eidg. Forschungsanstalt WSL und des Forums Biodiversität der Akademie der Naturwissenschaften Schweiz, die im August 2020 publiziert wurde.

Dabei hat sich die Schweiz im Rahmen der Biodiversitätskonvention verpflichtet, biodiversitätsschädigende Subventionen bis 2020 anzupassen oder abzuschaffen.

Neben der Forst- und Landwirtschaft sind es auch Segmente vom Bauwerk Schweiz (Verkehr, Energiekonsum und -produktion, Siedlungsentwicklung)

Die identifizierten biodiversitätsschädigenden Subventionen gehören zum Instrumentarium zahlreicher Sektoralpolitiken, sind also breit verankert.

Von den identifizierten biodiversitätsschädigenden Subventionen wurden 40 % zur Abschaffung empfohlen. Bei 9 % konnte keine Empfehlung gegeben werden. Bei 51 % empfehlen wir eine Umgestaltung oder Umleitung der Subventionen. Bei deren Realisierung dürften die politischen und administrativen Schwierigkeiten bei 18 % gering sein, bei 51 % mittel und bei 31 % hoch.

## **6.4 Totalrevision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes**

### **6.4.1 Bundesrat legt die nächste Etappe der Schweizer Klimapolitik fest**

<https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaeft?AffairId=20170071>

An seiner Sitzung vom 1. Dezember 2017 hat der Bundesrat die Botschaft zur Totalrevision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes für den Zeitraum 2021-2030 sowie die Botschaft zur Genehmigung des Abkommens zwischen der Schweiz und der Europäischen Union über die Verknüpfung der Emissionshandelssysteme (EHS) verabschiedet. Es handelt sich hierbei um die nächste Etappe der Schweizer Klimapolitik.

Im Oktober 2017 ratifizierte die Schweiz das Klimaübereinkommen von Paris. Damit verpflichtet sie sich, ihre Emissionen gegenüber dem Stand von 1990 zu halbieren. In seiner Botschaft vom 1. Dezember 2017 zur Totalrevision des CO<sub>2</sub>-Gesetzes legt der Bundesrat dar, wie diese Verpflichtung auf nationaler Ebene konkretisiert werden soll. Der Bundesrat will den Übergang zu einer treibhausgasarmen Wirtschaft weiter vorantreiben und dabei auf bewährte Instrumente setzen. Durch eine Weiterführung und punktuelle Verschärfung der Instrumente in den Bereichen Verkehr, Gebäude und Industrie sollen die Treibhausgasemissionen in der Schweiz bis 2030 um mindestens 30 Prozent gegenüber 1990 reduziert werden. Maximal 20 Prozent sollen im selben Zeitraum über Massnahmen im Ausland erbracht werden. Dadurch verstärkt die Schweiz ihren Beitrag zur Begrenzung der globalen Klimaerwärmung auf weniger als zwei Grad, bzw. sogar auf maximal 1,5 Grad Celsius.

### **6.4.2 Die Massnahmen nach Sektoren**

Im **Verkehr**, durch den am meisten Treibhausgasemissionen verursacht werden, sollen die Emissionen durch eine Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Treibstoffen sinken. Parallel dazu ist geplant, die CO<sub>2</sub>-Emissionsvorschriften für neue Fahrzeuge im Einklang mit denjenigen in der Europäischen Union schrittweise weiter zu verschärfen. Der Anteil der Emissionen aus Treibstoffen, der von den Treibstoffimporteuren kompensiert werden muss, kann bis auf 90 Prozent erhöht werden, wobei mindestens 15 Prozent der CO<sub>2</sub>-Emissionen aus dem Verkehr in der Schweiz zu kompensieren sind. Angerechnet wird dabei auch der Einsatz erneuerbarer Treibstoffe.

Im **Gebäudebereich**, dem zweitgrössten Emittenten, wird die CO<sub>2</sub>-Abgabe auf Brennstoffe weitergeführt. Der Abgabesatz kann auf maximal 210 Franken pro Tonne CO<sub>2</sub> erhöht werden. Das über eine Teilzweckbindung der CO<sub>2</sub>-Abgabe finanzierte Gebäudeprogramm läuft 2025 aus. Sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus diesem Bereich nicht um mindestens 50 Prozent bis 2026 und 2027, werden ab 2029 landesweit einheitliche Grenzwerte für Gebäude eingeführt.

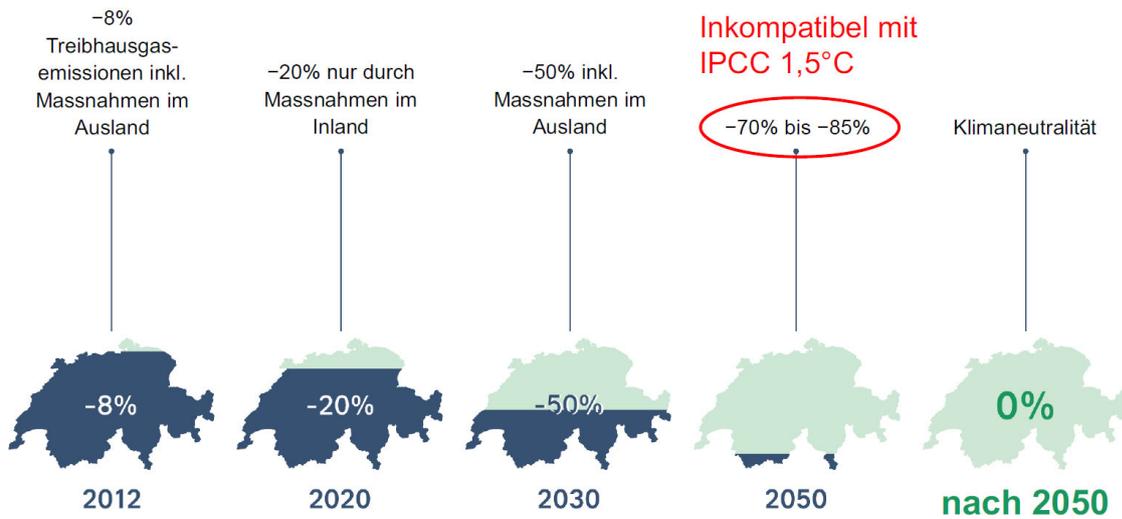
...Industrie, Landwirtschaft

...Anpassung an den Klimawandel.

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/recht/totalrevision-co2-gesetz.html>



## Meilensteine der Schweizer Klimapolitik



Basisjahr 1990: 53,7 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalente

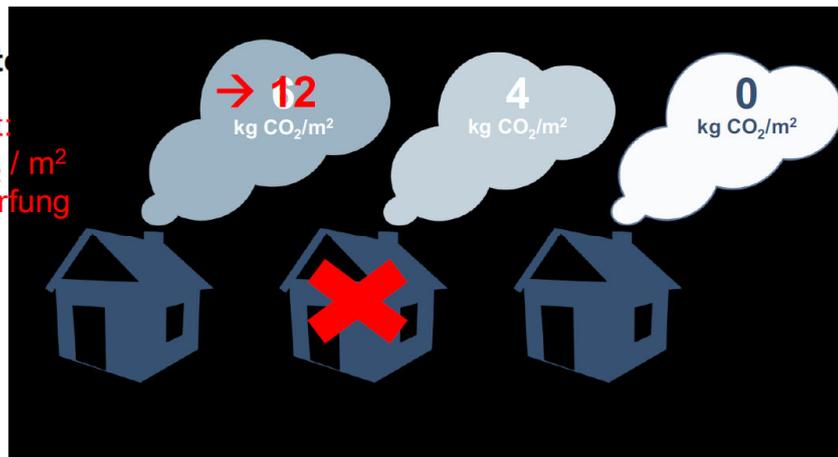


## CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für Gebäude

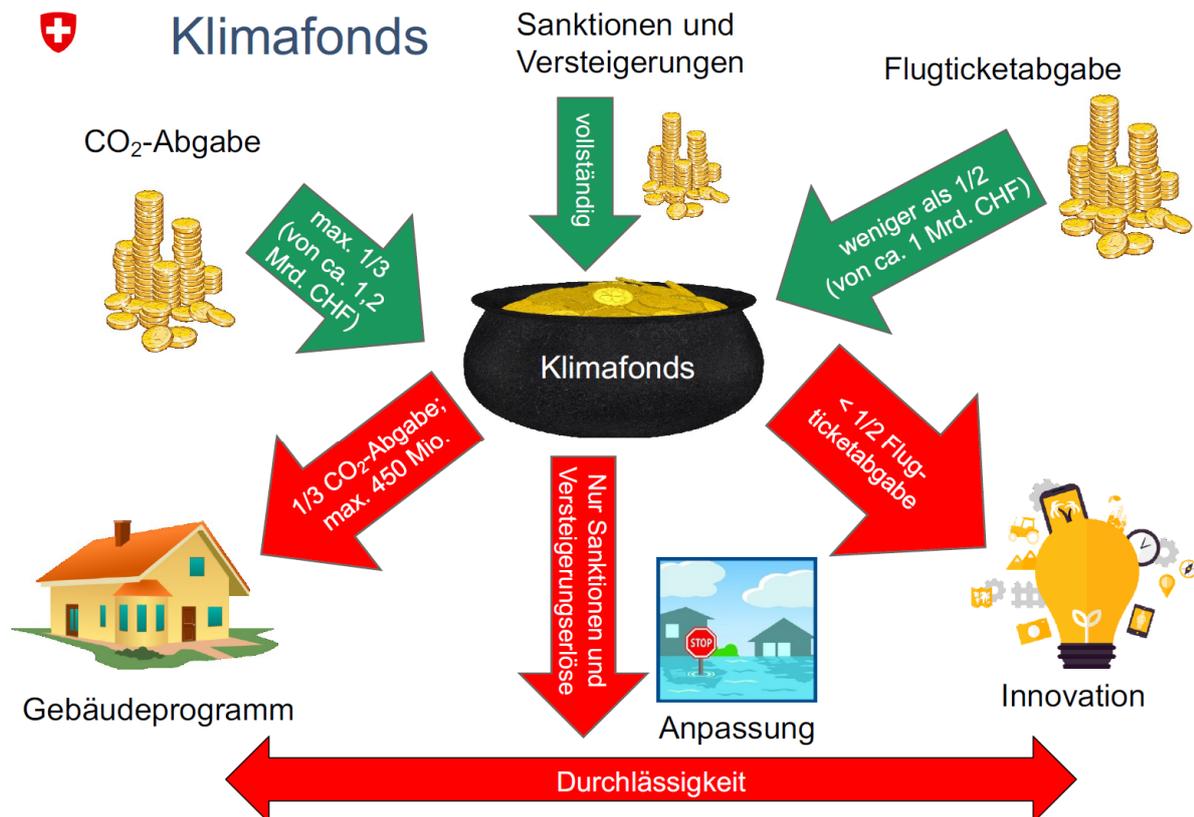
Subsidiär, wenn die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Gebäuden bis 2026/27 gegenüber 1990 weniger als 50% gesunken sind.

### Grenzwerte

Minderheit:  
12 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup>  
+ Verschärfung



Mehrheit: Direkte Einführung von 20 kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup> für bestehende Bauten ab 2023 + Verschärfung um 5 kg alle 5 Jahre



Medienhintergrundgespräch Totalrevision CO<sub>2</sub>-Gesetz nach 2020 | Stand der parlamentarischen Beratungen  
Bundesamt für Umwelt BAFU

21

#### 6.4.3 Faktenblatt 5: Gebäudeprogramm, 4. September 2019

Das Gebäudeprogramm fördert die energetische Sanierung von Gebäuden sowie Investitionen in erneuerbare Energien, die Abwärmenutzung und die Optimierung der Gebäudetechnik. Seit 2010 ist rund ein Drittel der Einnahmen aus der → CO<sub>2</sub>-Abgabe für die Finanzierung des Gebäudeprogramms zweckgebunden. Die verfügbaren Mittel wurden 2018 aufgestockt und die Mittelverwendung wurde auf die direkte Nutzung der Geothermie ausgeweitet. Die Finanzierung erfolgt mittels Globalbeiträgen an die Kantone.

Mit der Gesetzesrevision wird die Laufzeit des Programms bis Ende 2025 befristet und der Förderschwerpunkt auf die Sanierung der Gebäudehülle gelegt. Ab 2029 kann der Bundesrat → subsidiäre CO<sub>2</sub>-Grenzwerte festlegen, falls die Emissionen des Gebäudesektors nicht wie erwartet sinken.

Die Kommission des Ständerats spricht sich gegen eine Befristung des Gebäudeprogramms aus und will zudem die Förderzwecke des Programms mit dessen Überführung in den neu zu schaffenden → Klimafonds ausweiten.

#### 6.4.4 Faktenblatt 6: Subsidiäre CO<sub>2</sub>-Grenzwerte für Gebäude, 4. September 2019

Nach Auslaufen des → Gebäudeprogramms (Ende 2025) soll die finanzielle Förderung CO<sub>2</sub>-armer Gebäude durch Emissionsvorschriften abgelöst werden. Grundlage für diese Vorschriften bildet das Ziel der Kantone, die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus Gebäuden bis 2050 um mindestens 80 Prozent unter das Niveau von 1990 zu senken.<sup>1</sup> Aus diesem Ziel kann für die Periode 2026–2027 ein Zwischenziel für die durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen von bestehenden und neuen Bauten abgeleitet werden. Wird dieses Zwischenziel verfehlt, sollen frühestens ab 2029 als subsidiäre Massnahme landesweit einheitliche CO<sub>2</sub>-Grenzwerte gelten.

Bei bestehenden Bauten würden die CO<sub>2</sub>-Grenzwerte zum Zeitpunkt des Ersatzes von Heizungsanlagen zum Tragen kommen. Neubauten dürften dagegen bei einer Zielverfehlung ab 2029 grundsätzlich kein CO<sub>2</sub> durch die Verbrennung von Brennstoffen mehr ausstossen.

Da erneuerbare Heizsysteme in Neubauten bereits heute dem Standard entsprechen, wären von CO<sub>2</sub>-Grenzwerten ab 2029 v.a. Anlagen in Altbauten betroffen. Standortabhängig können beim Heizungsersatz im Vergleich zu fossilen Anlagen Minderkosten (z.B. bei Einbau einer Luftwärmepumpe) oder Mehrkosten entstehen (z.B. wenn keine Luftwärmepumpe möglich oder kein Fernwärmenetz verfügbar ist).

Gebäudebesitzer mit erneuerbarem Heizsystem profitieren, da die CO<sub>2</sub>-Abgabe entfällt und sie trotzdem an der Rückverteilung der Abgabe teilhaben. Diese Effekte sind auch für Mieter vorteilhaft, sofern ihnen diese Kostenreduktionen weitergegeben werden.

Negative Effekte ergeben sich für Branchen, deren Geschäftsmodell direkt oder indirekt an fossile Heizsysteme bzw. den Verbrauch fossiler Brennstoffe gekoppelt ist.

#### 6.4.5 Kosten der CO<sub>2</sub>-Abgabe – Kritik vom HEV Schweiz

<https://www.presseportal.ch/de/pm/100000982/100837494>

Der HEV Schweiz kritisiert die mögliche CO<sub>2</sub>-Abgabe als teuer. In einer Stellungnahme vom 26.11.2019 schreibt er:

Die Einführung eines CO<sub>2</sub>-Ausstossgrenzwertes von 20 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>a entspricht bei einem Einfamilienhaus der Anforderung der Energieeffizienzklasse C (Anm.: Siehe nachfolgende Tabelle der Klassen). Aktuell befinden sich 80% der Bauten in den darüber liegenden Energieeffizienzklassen D bis G. Für diese Bauten bedeutet der Heizungsersatz in Zukunft einen Wechsel auf erneuerbare Energien bei doppelt so hohen Investitionskosten oder eine Gebäudehüllensanierung welche ebenfalls mit CHF 100'000 bis CHF 150'000 zu Buche schlagen dürfte. Wird der Grenzwert innert zehn Jahren gar noch halbiert, führt dies ab dem Jahr 2033 zu Kosten bei einem Heizungsersatz von über CHF 180'000, da ein Heizungsersatz ohne Hüllensanierung nicht mehr möglich sein wird. Bei Mehrfamilienhäusern werden diese Kosten entsprechend höher ausfallen. Aufgrund der tiefen Grenzwerte aus dem CO<sub>2</sub>-Gesetz werden die MuKE n beinahe gegenstandslos. Entsprechend wichtig scheint es den Kantonen zu sein, die MuKE n noch vor dem CO<sub>2</sub>-Grenzwert einführen zu können.

Gemäss Medienmitteilung vom 26.11.2019 (<https://www.parlament.ch/press-releases/Pages/mm-urek-n-2019-11-26.aspx>) hat die nationalrätliche Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie zusammen mit den Kantonen einen Kompromiss gefunden und eine Regelung ausgearbeitet, damit die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei den Gebäuden massgeblich reduziert werden können. Die Kommission gewährt den Kantonen, die die Mustervorschriften 2014 der Kantone im Energiebereich umgesetzt haben, eine Übergangsfrist.

Kommentar: Das Klimaziel 2050 wird ohne Anreize und wesentliche Investitionen nicht zu erreichen sein.

#### Klasse Effizienz der Gebäudehülle Gesamtenergieeffizienz

Klasse	Effizienz der Gebäudehülle	Gesamtenergieeffizienz
<b>A</b>	Hervorragende Wärmedämmung (Dach, Fassade, Keller), Fenster mit Dreifach-Wärmeschutzverglasungen (z.B. Minergie-P)	Hocheffiziente Gebäudetechnik für Heizung und Warmwasser, effiziente Beleuchtung und Geräte, Einsatz erneuerbarer Energien und Eigenstromerzeugung (z.B. Minergie-A)
<b>B</b>	Heutige Neubauten erreichen aufgrund der gesetzlichen Anforderungen die Kategorie B.	Gebäudehülle und Gebäudetechnik im Neubaustandard, Einsatz erneuerbarer Energien (Beispiel Minergie-Systemerneuerung)
<b>C</b>	Altbauten mit umfassend erneuerter Gebäudehülle (Beispiel Minergie-Systemerneuerung)	Umfassende Altbausanierung (Wärmedämmung und Gebäudetechnik), meist kombiniert mit erneuerbaren Energien
<b>D</b>	Nachträglich gut und umfassend gedämmter Altbau, jedoch mit verbleibenden Wärmebrücken.	Weitgehende Altbausanierung, jedoch mit deutlichen Lücken oder ohne den Einsatz von erneuerbaren Energien.
<b>E</b>	Altbauten mit erheblicher Verbesserung der Wärmedämmung, inkl. neuer Wärmeschutzverglasung	Teilsanierte Altbauten, z.B. neue Wärmeerzeugung und evtl. neue Geräte und Beleuchtung.
<b>F</b>	Gebäude, die teilweise gedämmt sind.	Bauten mit einzelnen neuen Komponenten oder Einsatz erneuerbarer Energien.
<b>G</b>	Altbauten ohne oder mit mangelhafter nachträglicher Dämmung und grossem Sanierungspotential	Altbauten mit veralteter Anlagentechnik und ohne Einsatz erneuerbarer Energien, die ein grosses Verbesserungspotential aufweisen.

Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK)

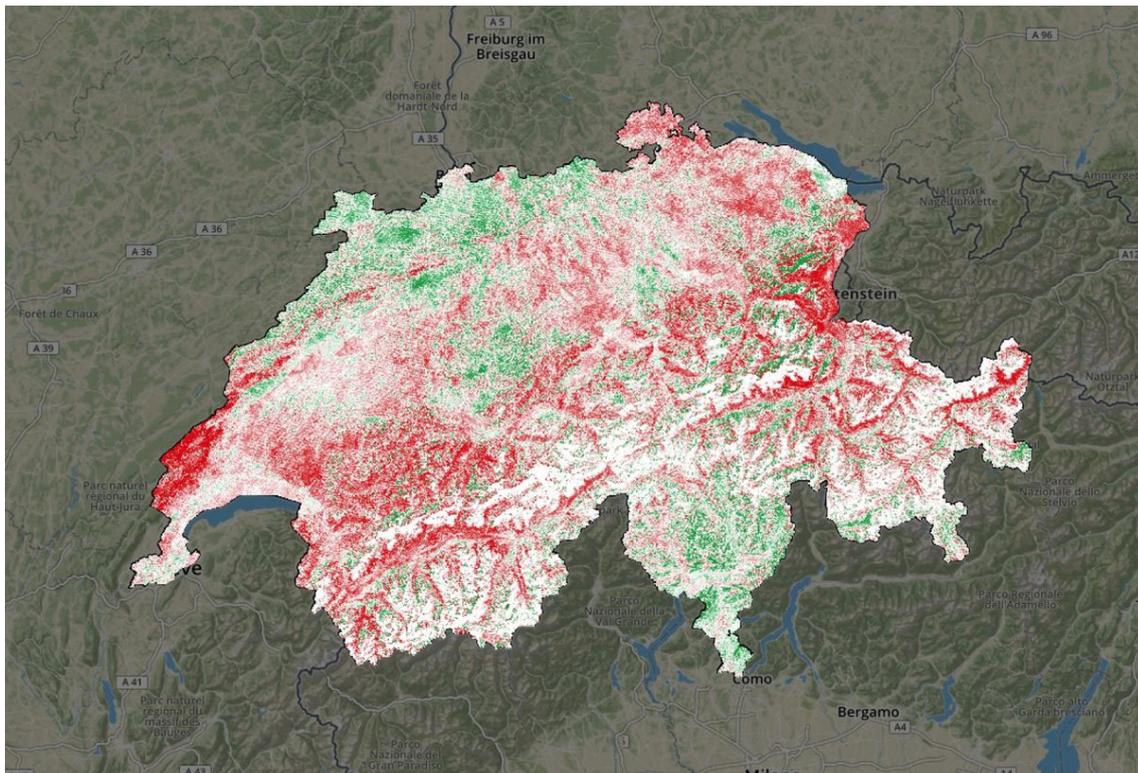
## 6.5 So hat sich die Umwelt in der Schweiz verändert

Tagesanzeiger, 26.01.2020

Forschende aus Zürich und Genf bringen Ordnung ins Meer der Klimadaten. Ihre Ergebnisse könnten der Gesetzgebung dienen.

- ⇒ Nutzung der Satellitendaten / hohe Rechenleistung nötig
- ⇒ Uni Zürich und Genf

Erstmals getestet wurde der Swiss Data Cube 2016 von den Vereinten Nationen in Genf, nun wird er in Zusammenarbeit mit den Universitäten Genf und Zürich sowie der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft weiterentwickelt.



*So hat sich die Schneedecke in den letzten 20 Jahren verändert: Die Fläche des Dauerschnees (rot) hat um 4 Prozent abgenommen, während die Fläche, auf der selten Schnee liegt (grün), um 8 Prozent zugenommen hat. (Bild: Swiss Data Cube)*

## 6.6 Neuer Nachhaltigkeitsbericht der UNO, Interview mit Thomas Breu, Prof. und Direktor am CDE, Zentrum für nachhaltige Entwicklung, Uni Bern

<https://nzzas.nzz.ch/wissen/uno-nachhaltigkeitsbericht-wissenschaft-muss-loesungen-liefern-ld.1508583?reduced=true>

Der Bericht zeigt, dass die Welt weit von nachhaltiger Entwicklung entfernt ist. Die Wissenschaft habe zu lange bloss Erklärungen geliefert, statt Lösungen eingebracht, sagt der Berner Entwicklungsexperte Thomas Breu.

## 6.7 NFP 68 Nachhaltige Nutzung der Ressource Boden (2013 – 2017, 13 Mio. CHF)

Das NFP 68 legte Grundlagen für eine nachhaltige Nutzung des Bodens in der Schweiz vor. Dabei wurden sowohl die ökologischen als auch die ökonomischen Leistungen des Bodens berücksichtigt. Das Konzept der Ökosystemleistungen erlaubte es, die Bodenfunktionen und ihren Beitrag an das menschliche Wohlbefinden in Wert zu setzen. Fünf thematische Synthesen und eine Gesamtsynthese präsentieren die Ergebnisse und Empfehlungen.

### 6.7.1 Gesamtsynthese

#### NFP 68 Gesamtsynthese (2018)

Der Bericht stellt die natürlichen Funktionen des Bodens und seine Leistungen für die Gesellschaft in den Mittelpunkt. Es wird ein Weg zu einer nachhaltigen Bodenpolitik beleuchtet, mit der Notwendigkeit der Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure im Bereich der Nutzung, der Bewirtschaftung und des Schutzes des Bodens.

### 6.7.2 Thematische Synthesen

Die fünf thematischen Synthesen sind aus einem intensiven Dialog der Forschenden mit Vertreterinnen und Vertretern der Praxis hervorgegangen. Sie richten sich an ein Fachpublikum und geben Antworten für verschiedene Politikbereiche auf Herausforderungen im Umgang mit dem Boden.

#### Thematische Synthese 1: Boden und Nahrungsmittelproduktion (2018)

Zeigt auf, wie eine bodenschonende Bewirtschaftung in der Landwirtschaftspolitik besser verankert werden kann.

#### Thematische Synthese 2: Boden und Umwelt (2018)

Fokussiert auf Ansätze zur Verminderung der Bodenverdichtung und den Verlust an organischer Bodensubstanz, aber auch auf die Bedeutung des Bodens als Speicher und Quelle von Treibhausgasen.

#### Thematische Synthese 3: Eine Bodenagenda für die Raumplanung (2018)

Macht Vorschläge, wie die Bodenqualität in die Entscheidungsprozesse der Raumplanung integriert werden kann.

#### Thematische Synthese 4: Bodeninformations-Plattform Schweiz (2018)

Präsentiert eine Strategie, um die Lücke bezüglich der Bodeninformationen zu schliessen.

#### Thematische Synthese 5: Wege zu einer nachhaltigen Bodenpolitik (2018)

Nennt die Handlungsfelder, die für einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Boden entscheidend sind.

Zu folgenden Themen werden Empfehlungen abgegeben:

- Der Boden erfüllt vielfältige Funktionen.
- Die bauliche Entwicklung ist die grösste Gefahr für Schweizer Böden.
- Die Schweiz verfügt über leistungsfähige Böden.
- In der Schweiz fehlen flächendeckende Bodeninformationen.
- Die Produktion von Landwirtschafts- und Industriegütern im Ausland beansprucht ein Mehrfaches der Schweizer Landesfläche.
- Die Bodenqualität ist eine von der Politik und der Gesellschaft vernachlässigte Grösse.

#### **Die bauliche Entwicklung ist die grösste Gefahr für Schweizer Böden.**

Mit der Versiegelung des Bodens als Folge des Bauens droht in der Regel der vollständige Ausfall der Bodenfunktionen und der damit verbundenen Leistungen. Eine nachhaltige Bodennutzung erfordert, dass dieser Verlust reduziert und mittelfristig limitiert wird. Möglichkeiten dazu bietet insbesondere die Raumplanung, indem sie die Bodenqualität berücksichtigt. Ein konsequentes Flächenmanagement (Rückzonungen, Abtausch von Bauzonen, Baulandumlegungen, Bekämpfung der Baulandhortung) ist als Bestandteil einer haushälterischen Bodennutzung unumgänglich. Die Auswirkungen heutiger Raumplanungsentscheide zeigen sich meist erst in zwei bis drei Jahrzehnten; gleichzeitig verengt sich der Handlungsspielraum rasant. Die Umsetzung muss deshalb heute starten.

Dazu wird empfohlen:

- die Bodenqualität als massgebliche Entscheidungsgrösse in die Raumplanungsgesetzgebung zu integrieren und dabei auch jene Böden zu berücksichtigen, die nicht als Fruchtfolgefleichen klassiert sind,
- den fortschreitenden Verlust qualitativ hochwertiger Böden unter Verwendung von Bodenindexpunkten als Steuerungsinstrument (inkl. Kontingentierung) zu begrenzen,
- den Druck zur Innenentwicklung aufrechtzuerhalten und Bauweisen zu fördern, die den Erhalt der Bodenfunktionen (z.B. Retention oder Filtration) ermöglichen.

Hinweis: Der Bundesrat hat am 8. Mai 2020 die Bodenstrategie Schweiz verabschiedet. Diese ist ein Orientierungsrahmen, damit auch künftige Generationen von den vielfältigen Leistungen des Bodens profitieren können (siehe Kap. 6.10).

## 6.8 Umwelt-Fussabdrücke der Schweiz – Zeitlicher Verlauf 1996 – 2015

BAFU, 2018

### 6.8.1 Ausgangslage und Zielsetzung

Weltweit nimmt der Druck auf die Umwelt kontinuierlich zu. Während in der Schweiz viele wichtige lokale Umweltprobleme wirksam angegangen werden, übersteigen aus globaler Perspektive der Verbrauch und die Schädigung natürlicher Ressourcen die Belastbarkeitsgrenzen des Planeten: So werden beispielsweise Regenwälder abgeholzt, Böden verlieren an Fruchtbarkeit, und die Biodiversität nimmt ab, Meere werden mit Stickstoff belastet, und die Emissionen von Treibhausgasen beeinflussen das Klima. Unser Konsumverhalten ist an dieser Übernutzung mitbeteiligt, denn es wirkt sich nicht allein auf unsere nächste Umgebung aus, sondern auch global und vielfältig über die Lieferketten und nachgelagerten Prozesse. So wird etwa für die Herstellung von Schokolade in tropischen Ländern Kakao angebaut, und für Smartphones wird in afrikanischen Minen Coltan abgebaut. Bei einer stark auf Dienstleistungen ausgerichteten und global vernetzten Volkswirtschaft wie derjenigen der Schweiz sind diese im Ausland verursachten Umweltbelastungen besonders relevant.

#### *Ressourcenschonende und zukunftsfähige Wirtschaft*

Sowohl die Strategie Nachhaltige Entwicklung wie auch die Arbeiten des Bundes zur Grünen Wirtschaft verfolgen das Ziel, die natürlichen Ressourcen zu schonen und gleichzeitig die Schweizer Wirtschaft zu stärken: Die Umweltbelastung durch Konsum und Produktion in der Schweiz soll reduziert werden, auch unter Berücksichtigung der im Ausland mitverursachten Umweltbelastungen.

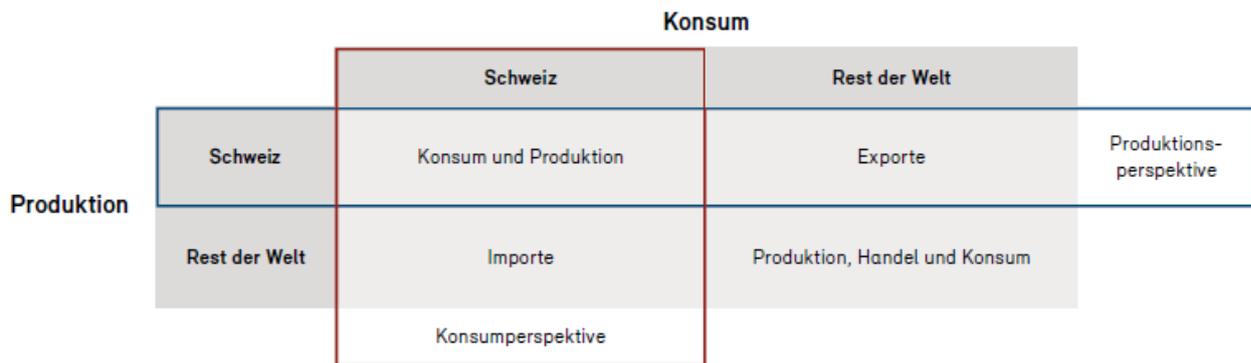
Eine Betrachtung der durch die Schweiz verursachten Umweltbelastung kann insbesondere aus zwei komplementären Perspektiven erfolgen, die Antworten auf unterschiedliche Fragen liefern:

- In der sogenannten Produktionsperspektive steht die inländische Umweltbelastung durch Unternehmen und Haushalte im Vordergrund. Die Umweltbelastung aufgrund von importierten Rohstoffen, Zwischenprodukten und Gütern sowie Dienstleistungen ist nicht einbezogen.
- Die Konsumperspektive (hier auch Fussabdruckperspektive) hingegen geht von den in der Schweiz konsumierten Produkten aus. Sie rechnet der Schweiz die Umweltbelastungen zu, die durch den Konsum in unserem Land weltweit verursacht werden. Dabei wird die gesamte Lieferkette der konsumierten Produkte einbezogen. Diese Perspektive steht im Vordergrund des vorliegenden Berichts.

Die beiden Perspektiven sind in Abb. A dargestellt.

Für eine umfassende Betrachtung der Umweltbelastung durch Schweizer Konsum und Wirtschaft sind beide Ansätze nötig. Während die Konsum- bzw. Fussabdruck-Perspektive die Lieferketten einbezieht und somit berücksichtigt, wenn Umweltbelastung ins Ausland verlagert wird, ist die Produktionsperspektive zentral, um Emissionen und den Zustand der Umwelt im Inland zu messen. Letztere Perspektive wird beispielsweise in den internationalen Klimaverhandlungen verwendet und ist zurzeit im Umwelt-Monitoring vorherrschend – wobei die Fussabdruck-Perspektive international immer mehr Beachtung findet. Die im Folgenden präsentierten Resultate unterstreichen die Wichtigkeit einer komplementären Anwendung von Konsum- und Produktionsperspektive.

Dieser Bericht aktualisiert und erweitert frühere Berechnungen (Frischknecht et al. 2014; Jungbluth et al. 2011) zur Entwicklung der Umweltbelastung im In- und Ausland, die durch den Schweizer Endkonsum verursacht wird, für den Zeitraum von 1996 bis 2015. Diese Umweltbelastung wird sowohl in der Gesamtsicht als auch für einzelne Umweltaspekte analysiert und diskutiert.



Nach Dao et al. (2015).

**Abbildung A:** Produktionsperspektive, Aussenhandel und Konsumperspektive. Die Grafik zeigt den Zusammenhang zwischen der Produktions- und der Konsumperspektive. Produktion, Konsum und Handel beziehen sich auf Waren und Dienstleistungen

### 6.8.2 Entwicklung der Gesamtumweltbelastung

Abnahme der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung pro Person

Bei jährlichen Schwankungen zeigt der Gesamtumweltbelastungs-Fussabdruck pro Person einen abnehmenden Trend (vgl. Abb. C): Er sank zwischen 1996 und 2015 um 19 % von 29,0 auf 23,4 Millionen UBP pro Person. Diese Abnahme ist jedoch nicht ausreichend, um ein Belastungsniveau zu erreichen, das mit den Zielen der Schweizer Umweltpolitik vereinbar ist (vgl. unten).

Die bisherige Entwicklung ist u. a. auf Erfolge im Inland bei der Luftreinhaltung sowie beim Schutz der Ozonschicht und der Gewässer zurückzuführen. Hinzu kommen nicht quantifizierte Effekte durch Veränderungen in Menge und Zusammensetzung der Nachfrage nach Gütern und Dienstleistungen (gültig für alle Indikatoren). Abb. C zeigt zudem den stetig abnehmenden Inlandanteil der konsumbedingten Gesamtumweltbelastung. Im Jahr 2015 verursachte der Konsum in der Schweiz rund drei Viertel seiner Umweltbelastung im Ausland.

Gesamtumweltbelastung nimmt in absoluten Grössen leicht ab. Drei Viertel der Umweltbelastungen werden im Ausland verursacht. Aufgrund der Bevölkerungszunahme im Betrachtungszeitraum von 17 % sank die absolute Gesamtumweltbelastung von 1996 bis 2015 deutlich weniger als die Pro-Kopf-Umweltbelastung (–6 gegenüber –19 %).

### 6.8.3 Einschätzung des Reduktionsbedarfs für die Gesamtumweltbelastung (UBP)

Die Gesamtumweltbelastung (in UBP) übersteigt massiv den kritischen Fluss<sup>9</sup>, der sich aus den Zielwerten der Schweizer Umweltpolitik fürs Inland ergibt. Der kritische Fluss ist 40 % tiefer als die Gesamtumweltbelastung im Inland (Produktionsperspektive, aktueller Fluss<sup>10</sup>) und 74 % tiefer als der Gesamtumweltbelastungs-Fussabdruck (Konsum- bzw. Fussabdruckperspektive) (vgl. Abb. H). Eine Gegenüberstellung mit der Konsumperspektive setzt eine Anwendung der Schweizer Umweltziele auf das Ausland (bzw. auf die ausländischen Lieferketten) voraus.

Gesamtumweltbelastung des Konsums mehr als drei Mal so hoch wie langfristig verträglich  
Gestützt auf die vorgenannten Eckwerte und unter Berücksichtigung der planetaren Belastbarkeitsgrenzen (vgl. oben) ist davon auszugehen, dass die heutige Gesamtumweltbelastung des Konsums einer in der Schweiz lebenden Person mehr als drei Mal so hoch ist wie das durch die Schweizer Umweltpolitik implizierte, langfristig verträgliche Mass.<sup>11</sup>

Die Schweiz orientiert sich mit der Strategie Nachhaltige Entwicklung (Schweizerischer Bundesrat 2016a) und den Massnahmen zur Grünen Wirtschaft (BAFU 2016a) an den planetaren Belastbarkeitsgrenzen. Auch die EU hat sich mit dem 7. Umweltaktionsprogramm unter dem Titel «Gut leben innerhalb der Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten»<sup>12</sup> eine ähnliche Vision gesetzt. Der Vergleich der Schweizer Fussabdrücke mit den planetaren Belastbarkeitsgrenzen und den Schweizer Umweltzielen hat gezeigt: Die bisher umgesetzten Massnahmen reichen nicht aus, um die Umweltbelastung auf ein planetenverträgliches Mass zu reduzieren.

#### 6.8.4 Auswirkungen möglicher Zukunftsentwicklungen

Ausgewählte mögliche Zukunftsentwicklungen in den Bereichen Energie (E), Wohnen (W), Mobilität (M), Ernährung (L) und Industrie (I) wurden ausgehend von bestehenden Studien analysiert. Die Auswirkungen werden für bestimmte Umwelt-Fussabdrücke aufgezeigt. Dabei handelt es sich weder um Prognosen noch um umfassende Szenarien. Vielmehr wird der Einfluss einzelner, bedeutender Variablen auf die Umwelt-Fussabdrücke abgeschätzt.

##### Energie und Wohnen

*E1) Richtwerte der Energiestrategie* (basierend auf dem Volksentscheid zum Energiegesetz): Die im revidierten Energiegesetz bis 2035 festgelegten (Inland-)Ziele können die Gesamtumweltbelastung pro Kopf um rund 9 % und den Treibhausgas-Fussabdruck pro Kopf um rund 12 % senken.

*W1) Veränderungen bezüglich bewohnter Fläche und Heizenergieverbrauch* (gestützt auf ein interkantonales politisches Leitbild)<sup>15</sup>: Verbesserungen im Gebäudepark (höhere Energieeffizienz und vermehrter Einsatz erneuerbarer Energieträger) können unter Berücksichtigung der Zunahme der Wohnfläche pro Kopf die Gesamtumweltbelastung um gut 4 % und den Treibhausgas-Fussabdruck um knapp 9 % reduzieren (jeweils pro Person).

*W2) Veränderung der Bausubstanz des Gebäudeparks* (basierend auf einer Kombination von erwarteter und wünschbarer Entwicklung): Die pro Kopf verbauten Baumaterialien nehmen in den nächsten Jahrzehnten insgesamt ab. Die Zusammensetzung verändert sich in Richtung umweltintensiverer Materialien wie Beton, Metalle, Isolationsmaterialien und Kunststoffe. Deshalb bleiben Gesamtumweltbelastung, Treibhausgas-Emissionen und Energieverbrauch der Bausubstanz des Gebäudeparks pro Kopf insgesamt praktisch unverändert. Die bessere Isolation trägt allerdings wesentlich zum Reduktionspotenzial von W1 bei.

<sup>15</sup> Diese Zukunftsentwicklung ist eine thematische Teilmenge der Zukunftsentwicklung E1. Die mit E1 gemeinsamen Elemente sind aber nicht abgestimmt auf die Richtwerte des geltenden Energiegesetzes.

##### Mobilität

*M1) Verkehrsperspektiven* (basierend auf erwarteter Entwicklung): *Die gemäss Verkehrsperspektiven* des Bundes erwarteten Verbesserungen bei der Treibstoffeffizienz sowie der moderat steigende Anteil an Elektrofahrzeugen führen zu einer Reduktion der spezifischen Umweltbelastung des Strassenverkehrs. Die Reduktion wird allerdings durch die erwartete Zunahme der Verkehrsleistung weitgehend kompensiert, sodass die Gesamtumweltbelastung pro Person lediglich um 1 % und der Treibhausgas-Fussabdruck pro Person um 2 % sinken. Um eine relevante Verbesserung im (terrestrischen) Verkehr zu erreichen, wären somit ein rascherer Übergang zu alternativen Antriebssystemen, eine Reduktion des Fahrzeuggewichts und/oder eine Stabilisierung/Reduktion der Fahrzeugkilometer notwendig.

*M2) Entwicklung des Flugverkehrs* (basierend auf erwarteter Entwicklung): Die gemäss Luftfahrtpolitischem Bericht erwartete deutlich steigende Nachfrage nach Flugreisen bis 2030 lässt den Treibhausgas-Fussabdruck pro Person bei gleichbleibender Energieeffizienz der Flugzeuge um mehr als 5 % und die Gesamtumweltbelastung pro Person um 2 % ansteigen. Dies verdeutlicht die hohe Bedeutung der Mengenentwicklung des Flugverkehrs für den Treibhausgas-Fussabdruck und die Dimension der Herausforderung für die Fluggesellschaften und Flugzeugbauer.

##### Ernährung

...

##### Industrie und deren Lieferketten

...

#### 6.8.5 Schlussfolgerungen

Abnahme der inländischen und Zunahme der importierten Umweltbelastung

Die vorliegenden Berechnungen machen deutlich, dass die Umweltschutzbemühungen im Inland Wirkung zeigen und dass die inländische Gesamtumweltbelastung pro Kopf und absolut in den letzten 20 Jahren bei gleichzeitig zunehmender Bevölkerung deutlich gesunken ist. Diese Erfolge – insbesondere in der Luftreinhaltung und bei der Reduktion ozonschichtabbauender Stoffe – werden aber durch steigende Umweltauswirkungen im Ausland teilweise neutralisiert.

##### Jährliche Schwankungen

Im Gegensatz zur inländischen Umweltbelastung (gemäss Produktionsperspektive) unterliegt die Gesamtumweltbelastung in der Konsumperspektive stärkeren Schwankungen. Die jährlichen Unterschiede können Veränderungen in der konsumbedingten Umweltbelastung nicht zuverlässig abbilden. Um die Entwicklung zu

beurteilen, sollte das Augenmerk deshalb auf die in Zehnjahresperioden erkennbaren Unterschiede statt auf jährliche Schwankungen gelegt werden.

#### Handlungsbedarf

Es ist davon auszugehen, dass ein Konsum natürlicher Ressourcen im Rahmen des «safe operating space», also im Rahmen der Belastbarkeitsgrenzen des Planeten, mindestens zwei Drittel unter der heutigen Gesamtumweltbelastung des Konsums liegt – und für das zentrale Umweltthema Klimaschutz um ein Vielfaches tiefer. Eine Weiterführung der bisherigen Trends führt nicht zu Fussabdrücken, welche mit den Belastbarkeitsgrenzen des Planeten vereinbar sind. Punktuelle Verbesserungen reichen nicht aus, um die Umwelt-Fussabdrücke auf das geforderte Mass zu reduzieren. Erforderlich ist eine umfassende Herangehensweise, die in den Bereichen Ernährung, Wohnen und Mobilität sowohl das Konsumverhalten als auch die Umwelteffizienz in der Produktion berücksichtigt. Aufgrund des hohen und steigenden Auslandanteils müssen die Hotspots entlang der gesamten Lieferkette ins Auge gefasst werden.

Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Staat haben bereits eine breite Palette von sinnvollen Massnahmen eingeleitet. Ein Beispiel sind freiwillige Standards unterschiedlicher Strenge und Glaubwürdigkeit im Bereich Rohstoffe (Kakao, Soja, Palmöl, Biomaterial, Holz, Fisch und Torf) oder im Gebäudebereich (Standard Nachhaltiges Bauen Schweiz SNBS, Minergie-Eco und SuRe für Infrastrukturen). Es ist die gemeinsame Verantwortung der unterschiedlichen Akteure, dieses Engagement zu verstärken, sodass

- die Entwicklung innovativer, umwelteffizienter, schnell skalierbarer Nischentechnologien gefördert und deren Markteinstieg unterstützt wird;
- freiwillige Standards für besonders umweltrelevante Produkte höchste qualitative Ansprüche erfüllen;
- ressourceneffiziente Ansätze sich auch im grossen Massstab durchsetzen;
- Investitionsentscheide in private und öffentliche Infrastrukturen (z. B. Gebäudepark, Verkehrsinfrastrukturen) auf eine ressourcenschonende, dekarbonisierte und in Kreisläufen funktionierende Wirtschaftsweise ausgerichtet sind.

#### Ganzheitlicher Zielrahmen und Fortschrittsmessung

Notwendig sind deshalb ein klarer Zielrahmen und eine konsequente Messung der Fortschritte. Die vorliegenden Fussabdruck-Indikatoren ergänzen das bestehende, auf das Inland ausgerichtete Monitoring-System um eine entscheidende Perspektive. Sie sollten deshalb vermehrt als Referenz für politische und unternehmerische Weichenstellungen genutzt werden (vgl. u. a. Potting et al. 2017). Die Sustainable Development Goals (Agenda 2030 der Vereinten Nationen) als wichtiger und wertvoller Orientierungsrahmen sollten auch mit Blick auf die gesamte Lieferkette konkretisiert werden, sodass sie für die Entwicklung der Schweiz in Richtung einer ressourcenschonenden und zukunftsfähigen Wirtschaftsweise als Wegweiser eingesetzt werden können.

Die vorliegende Studie liefert Grundlagen, welche die klassischen Umweltindikatoren um den immer wichtigeren Auslandteil ergänzen (Fussabdruck-Perspektive). In verschiedenen Bereichen flossen erste Fussabdruck-Indikatoren bereits ein (national z. B. in den Bericht zur Grünen Wirtschaft und in das Indikatorensystem der Nachhaltigen Entwicklung MONET; international z. B. in die Berichterstattung der Europäischen Umweltagentur EEA oder bei den Green Growth Indicators der OECD). Wir empfehlen, sie künftig noch stärker und systematisch zur Messung der Fortschritte der globalen Agenda 2030 (Sustainable Development Goals), in der umweltpolitischen und in der unternehmerischen Entscheidungsfindung einzusetzen.

#### Weiterer Forschungsbedarf

Die verwendete Methodik der Kombination von nationalen Umweltstatistiken, Handelsstatistik und Ökobilanzdaten (hier «TRAIL-Methode» genannt) hat sich bewährt. Erstmals wurden für die Erhebung der konsumbedingten Umweltauswirkungen eines Landes die Empfehlungen der beim Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) angesiedelten Life Cycle Initiative zu regionalisierten Fussabdruck-Indikatoren umgesetzt. Die Fortschritte in Bezug auf regionalisierte Umweltindikatoren und regionalisierte Sachbilanzdaten in den Bereichen Land- und Wassernutzung ermöglichen ein gleichzeitig umfassendes und differenziertes Bild der konsumbedingten Auswirkungen auf den Wasserstress und die Biodiversität.

Weiterer Forschungsbedarf besteht im Bereich von zeitlich und regional differenzierten Ökobilanzdaten zu industriellen Produkten und Konsumgütern aus dem aussereuropäischen Raum, welche die ausländische Entwicklung der Umweltauswirkungen in der Produktion von Waren oder die Veränderung der Umweltintensität von Dienstleistungen über die Jahre abbilden. Die Modellierung von Umwelt-Fussabdrücken ist immer mit Annahmen und Vereinfachungen verbunden. Die Zuverlässigkeit der Fussabdruck-Indikatoren konnte aber dank methodischer Weiterentwicklungen erhöht werden

## 6.9 Zielbilder für eine planetenverträgliche, zukunftsfähige Schweiz. Eine Einladung zur Diskussion mit einer Skizzierung zukunftsfähiger Systeme Wohnen & Bauen, Mobilität & Transport, Ernährung.

Müller Matthias, Chrenko Richard, Janssen Edwin, Perret Samuel, Zirhan Stefan (2016)  
Auftraggeber: BAFU

### 6.9.1 Ziel und Anspruch dieser Arbeit

Ausgehend von dem naturwissenschaftlich begründeten Handlungsbedarf (z.B. Dao et al. 2015) zur Erreichung einer zukunftsfähigen (=planetenverträglichen) Wirtschaft synthetisiert diese Arbeit umfassende publizierte Zielbilder (wie "Vision 2050" oder "Growth Within"), so dass die wichtigsten Merkmale der planetenverträglichen Wohn-, Mobilitäts- und Ernährungssystemen fassbar werden: Was sind die Merkmale und Prinzipien dieser Zielbilder? Wo zeigen sie Konvergenz, wo Divergenz? Das Papier hat nicht den Anspruch, neues Fachwissen zu generieren oder den Stand des heutigen Wissens umfassend darzustellen.

Der Anspruch dieser Arbeit besteht vielmehr darin, die Auseinandersetzung mit diesen Zielbildern anzuregen.

Entsprechend enthält sie auch qualitative Einschätzungen aus Sicht der Autoren darüber, wie die Transformation hin zu den Zielzuständen gelingen könnte (z.B. Bedeutung inkrementeller Effizienzverbesserungen, Bedarf an "game-changing" Systemveränderungen, Bedeutung der Zusammenarbeit über klassische Geschäftsfeld-Grenzen hinaus) sowie Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

### 6.9.2 Management Summary: Die vier Zielbilder auf einen Blick

Grüne Wirtschaft (Auszug)

- Die Wirtschaft unterliegt den Systembedingungen/Erfolgsprinzipien für Umwelt und Gesellschaft (z.B. keine systematische Zunahme der Konzentration von belastenden Stoffen in der Natur, siehe Kapitel 1.3, Seite 11).
- Material-Produktion bedeutet, in und über "Material-Banken"/-Depots Material aufzubereiten und zu verteilen. Wer Material zurückgibt, erhält eine Entschädigung. Ziel ist: kein Material-Verlust.
- Es herrscht kein Mangel an Energie aus erneuerbaren Quellen.
- Von Menschen initiierte Chemie (zur Produktion von Menschen gemachten Substanzen), ist ungefährlich oder idealerweise Teil des biologischen Kreislaufs.
- Digitalisierung schafft volle Transparenz im Lebenszyklus/in der Supply Chain und ermöglicht eine Vollkosten-Rechnung.
- Mess-Kontroll-Systeme stellen sicher, dass der Footprint wirtschaftlicher Tätigkeit planetenverträglich ist.

Wohnen und Bauen (Auszug)

- Die Bau-Planung plant immer auch das "end of life", bzw. die Neu-, Anders-Nutzung oder den Rückbau (und die Rückführung der Materialien in das Material-Depot).
- Raumplanung wird zum urbanen Planen und stellt sicher, dass Land verdichtet genutzt wird. Es wird tendenziell restriktivere Rahmenbedingungen punkto Landverbrauch geben.
- Abfälle auf der Baustelle bei Neu-, Aus- und Umbau (und in der Herstellung der Baustoffe) werden konsequent wiederverwertet. Persistente Schadstoffe gelangen nicht in die Natur.
- Häuser sind Kraftwerke. Der "Energie-Überschuss" kann z. Bsp. dem Transport-System zur Verfügung stehen (oder wird gespeichert).
- Modulares Bauen und flexible Nutzung ermöglichen einen planetenverträglichen Fussabdruck von Bau, Betrieb und Neunutzung.
- Künftige Bau-Labels befassen sich mit Wirtschaftlichkeit und Wohlbefinden, weil die ökologischen Herausforderungen gemeistert sein werden.

Mobilität und Transport (Auszug)

- Die Leistung, bzw. der Service "Mobilität" steht im Vordergrund und nicht die Wahl des Transportmoduls (-mittels).
- Leitsysteme, die den Bedarf an Mobilität mit der Leistungsfähigkeit der Infrastruktur und der automatisierten Transportmodule koordinieren, erhöhen Sicherheit, Komfort und Wirtschaftlichkeit.
- Leitsysteme könnten einen Rückbau der Infrastruktur und damit die Rückgewinnung an Land erlauben.
- Die Energie besteht zu 100% aus erneuerbaren Quellen. Wahrscheinlich dominiert Elektrizität. Lokale Speicherung ersetzt einen Teil des Netzwerkes.
- Digitalisierung der Arbeitsplätze und virtuelle Kommunikation könnten zu einer Reduktion der individuellen Personen-Kilometer führen.

### Ernährung (Auszug)

- Kein Abfall, resp. etablierte Prozesse, die 100%-Wiederverwertung von Nährstoffen sicherstellen.
- Produktivitätsverbesserung erfolgt durch eine Landwirtschaft der Vielfalt und smartere Produktion (Precision Farming, evt. bodenunabhängige Produktion).
- Verpackungen enthalten keine giftigen Stoffe. Sie sind idealerweise biologisch abbaubar.
- Der Konsum von Fleisch und tierischen Nahrungsmittel ist pro Kopf reduziert.
- Der Import von Lebensmitteln erfolgt innerhalb der Systembedingungen/Erfolgsprinzipien für Umwelt und Gesellschaft.
- Der Einsatz von Düngern ist durch digitale Steuerungssysteme optimiert. Die Bodenqualität regeneriert. Kosten reduziert.

## 6.10 Strategie und Massnahmen Ressource Boden

<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-79055.html>

Der Bundesrat beschliesst am 08.05.2020 die Strategie und Massnahmen für die Ressource Boden. Der Boden in der Schweiz wird von vielen Seiten beansprucht, zunehmend überbaut und belastet. Der Bundesrat hat darum an seiner Sitzung vom 8. Mai 2020 die Bodenstrategie Schweiz sowie ein Massnahmenpaket zur nachhaltigen Sicherung der Ressource Boden verabschiedet. Gemäss der Bodenstrategie soll bis 2050 unter dem Strich kein Boden mehr verloren gehen. Mit dem überarbeiteten Sachplan Fruchtfolgeflächen werden zudem die fruchtbarsten Landwirtschaftsböden der Schweiz langfristig besser gesichert.

Voraussetzung für einen nachhaltigen Umgang mit der Ressource Boden ist, dass verlässliche Bodeninformationen verfügbar sind. In der Schweiz ist dies nicht flächendeckend der Fall. Mit dem Kompetenzzentrum Boden schafft der Bund eine nationale Beratungs- und Servicestelle für Bodeninformationen. Sie wird die Erhebung der noch fehlenden Daten fachlich unterstützen, koordinieren sowie die gewonnenen Informationen den Vollzugsbehörden und Privaten zugänglich machen. Der Bund wird bis Ende 2021 ein Konzept für eine schweizweite Bodenkartierung und deren Finanzierungsmöglichkeiten ausarbeiten.

## 6.11 NFP 73 Nachhaltige Wirtschaft (2017 – 2023, 20 Mio. CHF)

### 6.11.1 Übersicht

Das NFP 73 ist das erste Nationale Forschungsprogramm, das sämtliche natürlichen Ressourcen erfasst und alle Stufen der Wertschöpfungskette betrachtet sowie eine ganzheitliche Betrachtung von Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft anstrebt.

Jede menschliche Aktivität geht einher mit der Nutzung von Gütern und Leistungen, die auf natürlichen Ressourcen basieren. Natürliche Ressourcen sind aber nur begrenzt regenerationsfähig und werden zunehmend knapper. Eine nachhaltige Wirtschaft beachtet, dass nicht erneuerbare Ressourcen knapp werden und in welchem Ausmass sich erneuerbare Ressourcen regenerieren. Zudem sollen die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit sowie die soziale Wohlfahrt gefördert werden.

Das NFP 73 erarbeitet Handlungs- und Orientierungswissen für eine nachhaltige Wirtschaft.

### Ausbau der Wissensbasis

Das NFP 73 will dazu beitragen, die Wissensgrundlage für die Ressourcenabhängigkeiten und den -verbrauch der Schweiz zu verbessern. Die internationale Vergleichbarkeit und Einheitlichkeit der Daten soll gewährleistet und bereits heute verfügbare Erkenntnisse und Daten berücksichtigt werden.

### Chancen und Risiken

Eine nachhaltige Wirtschaft birgt Chancen und Risiken – für Produzenten und Konsumenten, für einzelne Wirtschaftszweige und die Schweizer Volkswirtschaft. Das NFP 73 analysiert Potenziale und schätzt Kosten und Nutzen einer nachhaltigen Wirtschaft ein.

### Massnahmen und Instrumente

Eine Entkopplung des Ressourcenverbrauchs von der Wirtschaftstätigkeit und Wohlfahrt der Gesellschaft setzt nicht nur technologischen Wandel voraus, sondern auch die entsprechende Gestaltung der politischen Rahmenbedingungen und den Einsatz ökonomischer Instrumente. Das NFP 73 untersucht Effizienz und Effektivität verschiedener Massnahmen und deren optimale Kombination.

## Unternehmensanwendungen

Die Entwicklung und der Vertrieb innovativer Produkte und Dienstleistungen sowie "sauberer" Technologien können Wettbewerbsvorteile mit sich bringen. In Pilotprojekten sollen zusammen mit Unternehmen oder Unternehmensgruppen wissenschaftliche Erkenntnisse in konkrete Anwendungen überführt und erprobt werden.

### 6.11.2 Ziele für nachhaltige Entwicklung

Die Ziele für nachhaltige Entwicklung der Agenda 2030 sind politische Zielsetzungen der Vereinten Nationen (UN), die der Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung auf ökonomischer, sozialer sowie ökologischer Ebene dienen sollen.

Der Bundesrat misst der Agenda 2030, die im September 2015 von der UN-Generalversammlung verabschiedet wurde, grosse Bedeutung bei. Obwohl sie völkerrechtlich nicht bindend ist, beabsichtigt der Bundesrat, sie sowohl in der Schweiz als auch weltweit umzusetzen.

Die Themen des NFP 73 sind einzelnen Zielen für nachhaltige Entwicklung der Agenda 2030 – ohne einen Bezug zu den Unterzielen herzustellen – zugeordnet, wobei Beiträge zu anderen Zielen nicht ausgeschlossen sind. Die wichtigsten Ziele sind:

- Ziel 9: Industrie, Innovation und Infrastruktur: Einen widerstandsfähige Infrastruktur aufbauen, breitenwirksame und nachhaltige Industrialisierung fördern und Innovationen unterstützen.
- Ziel 11: Nachhaltige Städte und Gemeinden: Städte und Siedlungen, inklusiv, sicher, widerstandsfähig und nachhaltig machen.
- Ziel 12: Verantwortungsvoller Konsum und Produktion: Für nachhaltige Konsum und Produktionsmuster sorgen.
- Ziel 15: Leben an Land: Landökosysteme schützen, wiederherstellen und ihre nachhaltige Nutzung fördern.

### 6.11.3 Projekte

- Alle Projekte Siehe Abbildung
- Kreislaufwirtschaft → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- Finanzwesen
- Bauwesen → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- Städte und Mobilität → von besonderem Interesse für das Projekt EBS
- Forstwirtschaft
- Landwirtschaft und Ernährung
- Lieferketten
- Nachhaltiges Verhalten
- Gouvernanz

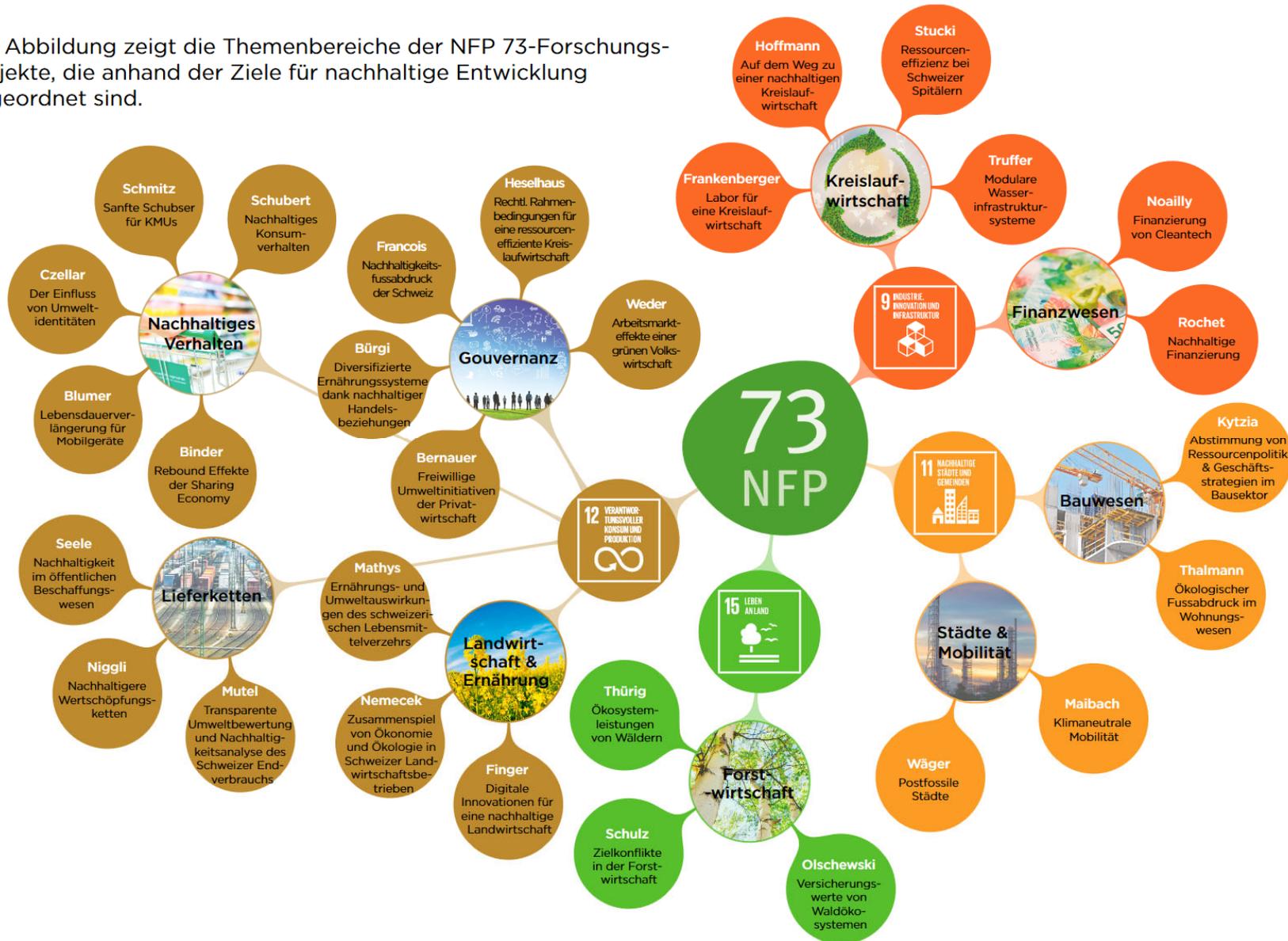
#### Laufende Forschungsprojekte von besonderem Interesse für EBS

- Abstimmung von Ressourcenpolitik und Geschäftsstrategien im Bausektor  
Prof. Dr. Susanne Kytzia
- Auf dem Weg zu einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft  
Prof. Dr. Volker Hoffmann
- Herausforderungen modularer Wasserinfrastrukturen  
Prof. Dr. Bernhard Truffer
- Klimaneutrale Mobilität ohne wirtschaftliche Einbussen  
Markus Maibach
- Labor für eine Kreislaufwirtschaft  
Prof. Dr. Karoline Frankenberger
- Ökologischer Fussabdruck im Wohnungswesen  
Prof. Dr. Philippe Thalmann

### 6.11.4 Stand der Arbeiten

Auf der Webseite des NFP 73 sind kaum brauchbare Informationen zum Stand der o.g. Projekte vorhanden. Deshalb wurden die Projektleiter am 22.05.2020 per Mail angeschrieben und um Dokumente (Zwischenberichte, Publikationen, Vorträge etc.) gebeten.

Die Abbildung zeigt die Themenbereiche der NFP 73-Forschungsprojekte, die anhand der Ziele für nachhaltige Entwicklung angeordnet sind.



## **6.12 Impulsprogramm 2020/2030 von energie-wende-ja und Greenpeace**

Am 29.04.2020 wurde von den Vereinen energie-wende-ja und Greenpeace das „Impulsprogramm 2020/2030 – Für Beschäftigung – Nachhaltige Entwicklung“ zur Bekämpfung der Folgen der Corvi-19-Pandemie und des Klimawandels vorgestellt.

Die Finanzierung soll über den Bund in Kooperation mit der Schweizerischen Nationalbank sichergestellt werden. Insgesamt sind 100 Milliarden Franken für die drei Massnahmenpakete (Sofortmassnahmen, Stützung der Nachfrage, Impulsprogramm 2020/2030) inklusive Reserven bereit zu stellen. Ziel des gesamten Programms soll es sein, die Wirtschaft aus der Talsohle herauszuholen und gleichzeitig die Anforderungen an eine nachhaltige, klimagerechte Wirtschaft und Gesellschaft zu erfüllen.

Die Autoren halten im Vorwort fest, dass die Studie in wenigen Wochen entstanden ist. Das Echo auf die Soweit erkennbar, hat diese Initiative in der politischen Landschaft und in den Medien wenig Echo ausgelöst.

## **7. Digitalisierung**

### **7.1 Digital Society Initiative der Uni Zürich**

Die Digitalisierung verändert Wissenschaft und Gesellschaft grundlegend. Dieser Prozess der Digitalisierung stellt bestehende Paradigmen in Frage, ermöglicht neue Ansätze für Forschung und Lehre und erfordert neue Kompetenzen in einer sich rasch verändernden gesellschaftlichen Realität. Es ist die Aufgabe aller wissenschaftlichen Disziplinen und der Gesellschaft als Ganzes, diese Entwicklungen kritisch zu reflektieren und zu gestalten.

Deshalb wurde an der Universität Zürich die Digital Society Initiative ins Leben gerufen, die sich dieser Aufgabe annimmt und somit die Universität Zürich national und international als Kompetenzzentrum für die kritische Reflexion aller Aspekte der digitalen Gesellschaft positionieren will.

Das Impulsprogramm berücksichtigt Ziele der Klimapolitik und der Nachhaltigkeit und richtet sich an die Bereiche Mobilität, öffentlicher Verkehr, Sanierung Gebäudepark, Solarenergie, Abfallwirtschaft, Landwirtschaft, Flugverkehr und Wirtschaft (vergl. dazu Kapitel 3). Die konjunkturell ausgerichteten kurzfristigen und die mittelfristig ausgerichteten strukturellen Massnahmen des Impulsprogrammes sollen gleichzeitig zu einer CO<sub>2</sub>-freien Schweiz beitragen.

Die Massnahmen des Impulsprogrammes werden also auf einen Zeithorizont von 5 bis 10 Jahren ausgerichtet und basieren auf einer Strategie, die den Zeithorizont 2040 bis 2050 hat.

### **7.2 Digital in Engineering and Construction - Future of Construction – The Transformative Power of Building Information Modeling**

Boston Consulting Group BCG, 2016

AT A GLANCE

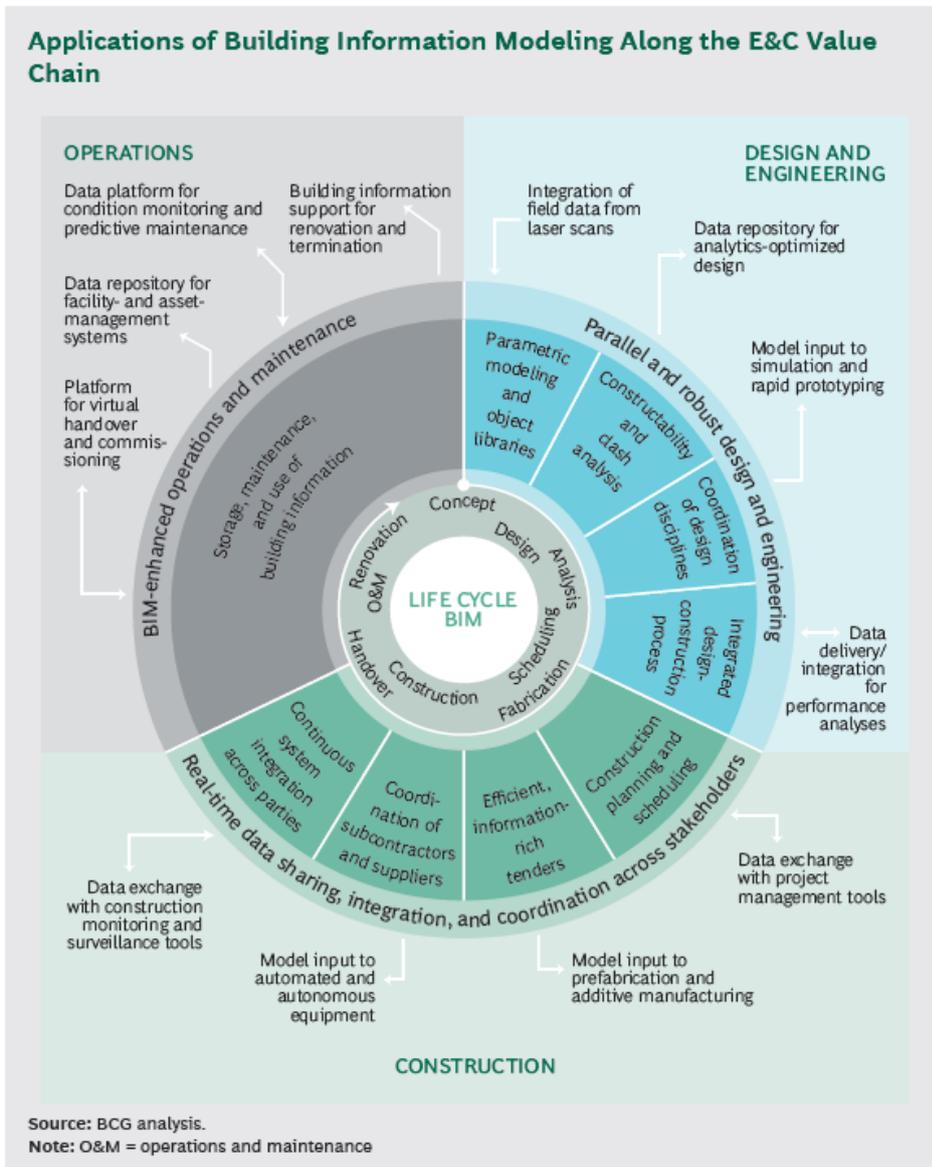
The engineering and construction (E&C) industry is ripe for change: labor productivity in construction has been stagnating for decades, and companies have been slow to adapt and innovate. They are about to be transformed, however, by digital technologies, at the core of which is building information modeling (BIM). The effect will be to reduce a project's life-cycle costs by almost 20% and substantially improve completion time, quality, and safety.

**DIGITAL OPPORTUNITIES AND IMPACT**

Many incumbents in this fragmented industry have been struggling to adopt and benefit from BIM and complementary technologies. The barriers are now falling. We describe a wide range of successful implementations, highlighting opportunities along the E&C value chain. And BCG's holistic analysis of three prototypical projects—for the commercial, infrastructure, and industrial sectors—demonstrates the tremendous efficiency and productivity gains for the industry as a whole.

**IMPLICATIONS FOR STAKEHOLDERS**

The gap between digital leaders and laggards is widening. E&C companies must develop new skills, business models, and processes—or lose out; technology providers must meet those needs; and governments must promote innovation.



### 7.3 Emerging Trends in Real Estate® Reshaping the future – Europe 2018

PWC, Urban Land Institute,

Real estate is being reshaped by social, demographic and technological change. And as the industry leaders interviewed for Emerging Trends Europe make clear, they are not simply talking about, but acting upon, this challenge.

Figure 4-1 Emerging trends ... 2030



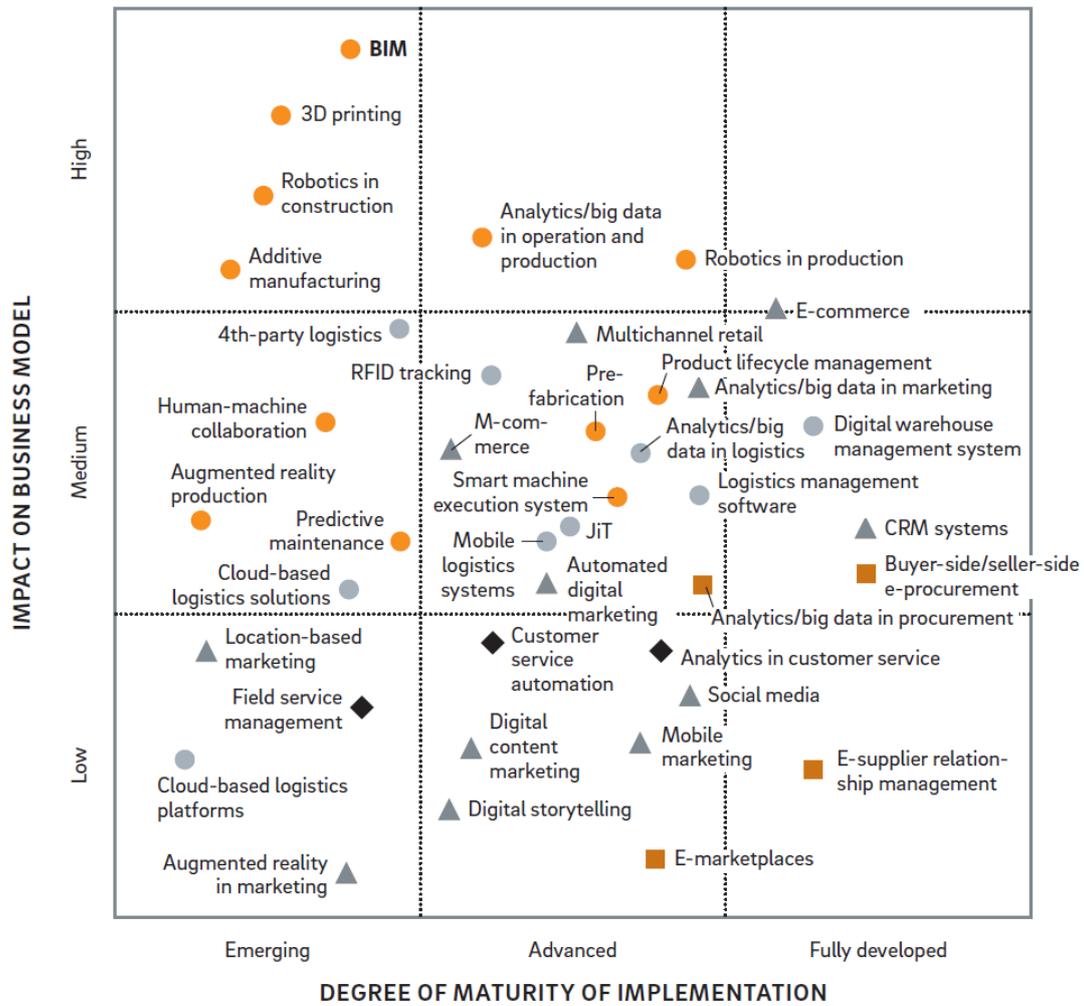
Source: Emerging Trends Europe survey 2018  
Answers to the question: "What do you consider will be the biggest trend impacting real estate between now and 2030?"

### 7.4 Turning point for the construction industry – The disruptive impact of Building Information Modelling (BIM)

Roland Berger Focus, September 2017

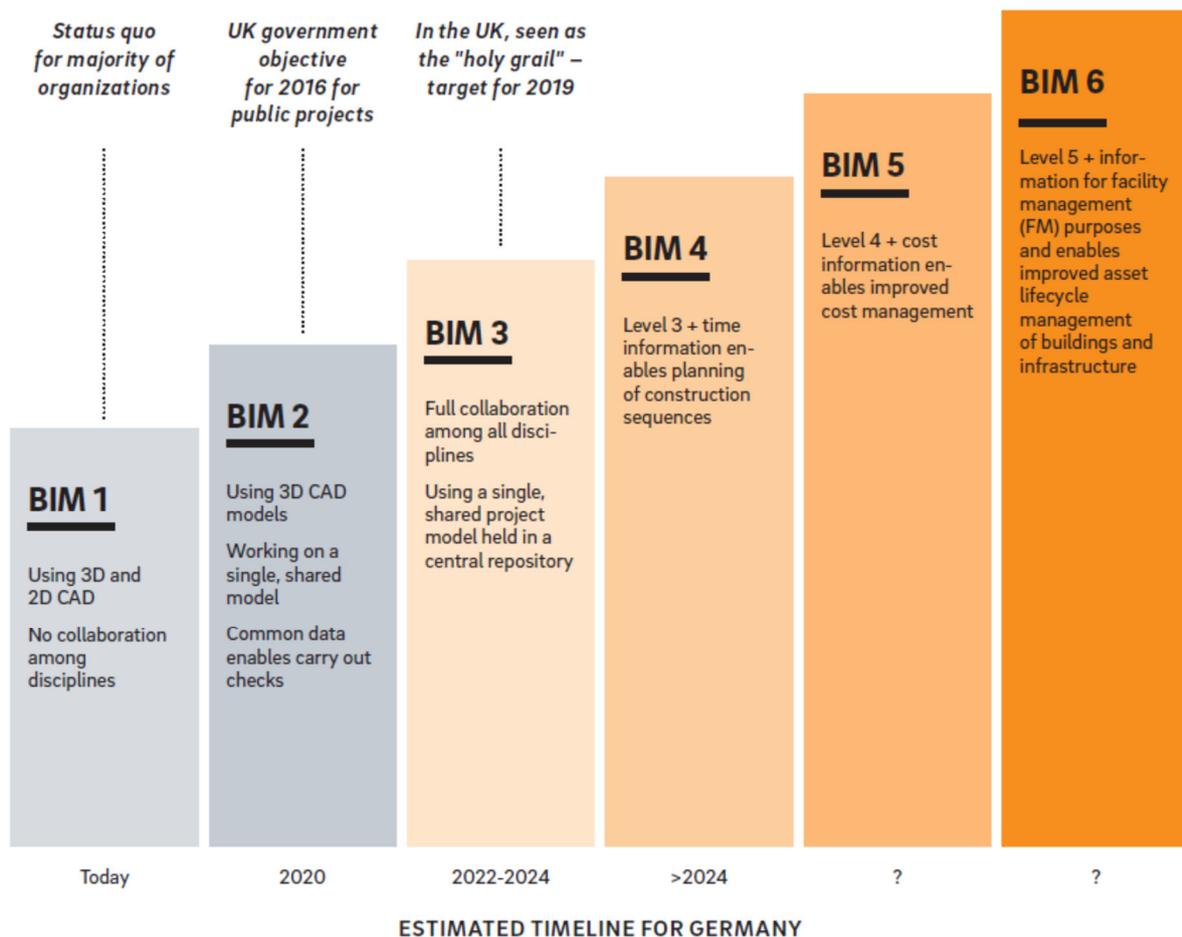
In this Roland Berger report, we examine BIM technology and its potential effects on the industry. Our analysis and recommendations are based on our own project experience, intensive research, and in-depth interviews with a wide range of stakeholders. The interviews were conducted in early 2017 with 20 selected BIM experts from across Europe.

When BIM really takes off as a platform, it could do to the construction industry what the Amazon platform has done to retail. BIM's disruptive force is in the power shift it brings among the parties that design, engineer, build and operate a building. All stakeholders can use BIM to collaborate better, but the top companies will be those that use BIM to improve current business models and create new ones.



- Procurement
- Logistics
- Production/construction
- ◆ Aftersales/End-customer marketing
- ▲ Marketing and sales

Source: Roland Berger "Digitization in construction" study



## 7.5 Strategie «Digitale Schweiz» (BR 2018)

<https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/kommunikation/digitale-schweiz.html>

Die fortschreitende Digitalisierung in allen Lebensbereichen bietet zahlreiche Chancen für Wirtschaft und Gesellschaft. Mit der Strategie «Digitale Schweiz» soll das Land das Potential der Digitalisierung konsequent nutzen können. Entscheidend ist dabei, dass Behörden, Wirtschaft, Forschung und Zivilgesellschaft eng zusammenarbeiten.

Die Gesellschaft, die Wirtschaft wie auch der Staat sind allesamt von der zunehmenden Digitalisierung betroffen. Ziel muss es sein, diesen Transformationsprozess zum Nutzen des Gemeinwesens zu gestalten. Die Ausgangslage für eine konsequente Nutzung der Digitalisierung in der Schweiz ist gut, denn das Land verfügt über gut ausgebaute Telekom-Infrastrukturen und der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ist weit verbreitet. Vor diesem Hintergrund versteht sich die Strategie „Digitale Schweiz“ als Dachstrategie, welche die zahlreichen bereits laufenden Aktivitäten und die bestehenden Expertengruppen aufeinander abstimmen soll.

### Aktionsfelder

In seiner Strategie hat der Bundesrat acht Aktionsfelder definiert, in denen es im Zuge der Digitalisierung Herausforderungen zu bewältigen und Chancen zu ergreifen gilt:

- Bildung, Forschung und Innovation
- Infrastruktur (→ siehe Kap. 4. 2 nachfolgend)
- Sicherheit
- Natürliche Ressourcen und Energie
- Politische Partizipation und E-Government
- Wirtschaft
- Daten, digitale Inhalte und künstliche Intelligenz
- Soziales, Gesundheit und Kultur
- Internationales Engagement

#### 4.2. Infrastruktur (aus Strategiebericht)

Hochwertige, effiziente und sichere Netzinfrastrukturen bilden das Rückgrat für das erfolgreiche Funktionieren von Wirtschaft und Gesellschaft im digitalen Zeitalter. Eine zuverlässige, international konkurrenzfähige und preiswerte Kommunikationsnetzwerkinfrastruktur ist Voraussetzung für die Entwicklung von neuen Lebens- und Arbeitsformen, Dienstleistungen und Produkten. Zudem braucht es ausreichende Frequenzressourcen sowie innovations- und investitionsfördernde Rahmenbedingungen für die Weiterentwicklung möglichst störungsfreier Kommunikationsnetzinfrastrukturen.

Die hohe Qualität eines effizienten und umweltverträglichen Gesamtverkehrssystems und dessen internationale Einbindung sind zentrale und unabdingbare Standortfaktoren für Wirtschaft und Gesellschaft und eine Voraussetzung für eine hohe Lebensqualität für alle Einwohnerinnen und Einwohner dieses Landes. Die Zunahme von automatisierten Fahrzeugen auf Strasse und Schiene, die zunehmende Elektrifizierung von Fahrzeugen, Drohnen, neue Mobilitätsdienstleistungen sowie die Digitalisierung in der Logistik werden den Personen- und Güterverkehr in den nächsten Jahren verändern und sich auch auf die räumliche Entwicklung auswirken. Diese Herausforderungen sind gemeinsam anzugehen.

Dank mehr Information über die verschiedenen Mobilitätsangebote können die Mobilitätsteilnehmerinnen und -teilnehmer diese einfacher vergleichen und individuell kombinieren. Mobilitätsentscheidungen werden insgesamt rationaler und tragen zur Energie- und Ressourceneffizienz bei. Multimodale Mobilitätsdienstleistungen haben ein grosses Potenzial für die Nutzerinnen und Nutzer, die Wirtschaft und die öffentliche Hand. Der digitale Vertrieb ermöglicht neue Formen von Kundeninteraktion. Insgesamt schafft dies die Grundlage für die Entwicklung und Bereitstellung von neuen Angeboten durch die Wirtschaft.

Grundlegendokumente zum Thema „Mobilität in der Schweiz ist intelligent, vernetzt und in allen Bereichen effizient“:

- Zukunft Mobilität Schweiz – UVEK-Orientierungsrahmen 2040 vom 15. August 2017 (siehe Kap. 11.7);
- Positionspapier des Koordinationsorgans für Geoinformation des Bundes GKG (siehe Kap. 7.8).

#### 7.6 Positionspapier des Koordinationsorgans für Geoinformation des Bundes GKG

<https://www.geo.admin.ch/de/ueber-geo-admin/organisation.html>

Die Umgestaltung des geografischen Raumes und die Entwicklung der digitalen Technologie sind zwei Phänomene, die sich kaum voneinander trennen lassen. Mit der digitalen Technologie steigt auch die Zahl der an Gestaltungsprozessen beteiligten Akteure, nicht zuletzt durch heute sehr selbstbewusst auftretende Bürgerinnen und Bürger, sodass die territoriale Ordnungspolitik an Komplexität zunimmt. Immer mehr Personen, anthropomorphe oder physische Objekte oder Phänomene haben ihr - in der Regel geolokalisiertes - digitales Pendant. Geolokalisierte Daten und Datenströme werden immer zahlreicher, sind in Echtzeit verfügbar und stehen im Mittelpunkt eines zeitgemässen Flächenmanagements.

Gebiete, die von diesen neuen digitalen Handlungsmustern besonders stark betroffen sind, verzeichnen einen Zuwachs an neuen, auch gesellschaftlich relevanten Geoinformationen. Neue Werkzeuge zur Datenanalyse wurden geschaffen. «Data Scientists» und «Geodata Scientists» haben eine neue Wissenschaft begründet. Für das Geoinformationswesen ist dies eine bedeutsame Entwicklung, denn es tauchen ganz neue geografische Daten auf, die bisher nie gemessen wurden, geschweige denn Berücksichtigung fanden. Hierbei denken wir an Daten des Internets der Dinge (IoT) oder von den Bürgern selbst gelieferte Daten. Wissenschaft und Technik entwickeln sich fortan in eine neue Richtung: Rohdaten werden umgewandelt in eher «intelligente» Daten, die sich für die aufkommenden «Smart Cities» eignen und nutzen lassen. Die neue dynamische Datenverwaltung (Big Data, Daten zur prädiktiven Analyse, IoT, BIM, Linked Data, usw.) liefert somit einen wichtigen Beitrag zur Veränderung der Grundsätze öffentlichen Handelns, die dann auf mehr Effizienz in ökologischer und finanzieller Hinsicht oder auf mehr Wohlstand für die Bürger gerichtet sind. Kurzum: hier entsteht ein neuer Motor für die Geografischen Informationssysteme der jeweiligen Gebiete.

In gleicher Weise, wie die Schweiz als Land sich über ein bestimmtes Gebiet erstreckt, lässt die Digitale Schweiz neue digitale Territorien entstehen, die es zu verstehen, zu modellieren, zu kartieren und zu regeln gilt, um eine gute Regierungsführung zu gewährleisten. Wirtschaftliche, politische, strategische oder administrative Entscheidungen stützen sich immer stärker auf diese digitalen Modellierungen der Realität, die nicht nur aus - meist geolokalisierten - digitalen Daten oder Datenströmen bestehen, sondern auch aus Algorithmen (Machine Learning, Artificial Intelligence), die es beherrschen zu lernen und vielleicht zu regeln gilt. All dies bedeutet auch, bestimmte Aufgaben des Staates (und seiner Verwaltungsinstanzen), insbesondere diejenigen des Garanten der Verfahren, der Messungen und der Qualität der Daten zu überdenken. Denn es

geht fortan um mehr als die klassische Erfassung, Analyse, Auswertung und Abgabe der Daten des jeweiligen Gebiets, nämlich darum, wirklich intelligente Daten («Smart Data») zu entwickeln. Und es geht auch darum, eine veritable Plattform zur Aufbereitung geografischer Daten im Dienste der Bürger und der Unternehmen zu schaffen.

Die Hoheit über die Daten und der nötigen Schlüsselregister (insbesondere mit Raumbezug) hat der Staat.

## **7.7 Der Bundesrat schafft ein Kompetenzzentrum für Datenwissenschaft**

Bern, 13.05.2020 - Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 13. Mai 2020 beschlossen, ein nationales Kompetenzzentrum für Datenwissenschaften (Data Science Competence Center) zu schaffen. Es soll die Bundesverwaltung bei der Bewältigung komplexer Aufgaben unterstützen.

Die Datenwissenschaft gewinnt zunehmend an Bedeutung, nicht zuletzt in der öffentlichen Verwaltung. Sie umfasst sogenannt «intelligente» Berechnungen (Algorithmen), mit denen bestimmte komplexe Aufgaben automatisiert werden können. Dadurch kann der Bund seine Aufgaben effizienter erfüllen.

Das Bundesamt für Statistik (BFS) wird dieses interdisziplinäre Zentrum per 1. Januar 2021 einrichten. Als Kompetenzzentrum für die öffentliche Statistik in der Schweiz hat das BFS langjährige Erfahrung im Umgang mit komplexen Fragestellungen und grossen Datenvolumen. Es verfügt zudem über einen eigenen Dienst für Methodik.

Das neue Zentrum wird die Bundesverwaltung darin unterstützen, Projekte im Bereich Datenwissenschaft umzusetzen. Dazu sollen der Wissenstransfer innerhalb der Bundesverwaltung sowie der Austausch mit wissenschaftlichen Kreisen, Forschungsinstituten und den für die praktische Anwendung zuständigen Stellen begünstigt werden.

Das Kompetenzzentrum wird insbesondere dazu beitragen, unter Berücksichtigung des Datenschutzes transparente Informationen zu produzieren. Entsprechend der Verpflichtung im Legislaturprogramm 2019-2023 stellt das Zentrum keine Konkurrenz für private Unternehmen dar.

## **7.8 NFP 75 Big Data (2017 – 2023, 25 Mio. CHF)**

### **7.8.1 Übersicht**

Die Forschung im NFP 75 verfolgt drei Schwerpunkte: technische Fragen, gesellschaftliche Nutzen und praktische Anwendungen.

Das Modul Informationstechnologie (9 Mio. CHF) befasst sich mit der Datenanalytik (Analyse, Auswertung, maschinelles Lernen), Datenmanagement-Services und auch mit Fragen bezüglich Sicherheit, Zugriffskontrolle und Vertrauen.

Das zweite Modul befasst sich mit gesellschaftlichen Herausforderungen (5 Mio. CHF) und analysiert die gesellschaftliche Akzeptanz von Big Data, regulatorische Herausforderungen, wirtschaftliche und soziale sowie bildungsbezogene Nutzen.

Im dritten Modul (9 Mio. CHF) geht es um Anwendungen von Big Data in verschiedenen Gesellschaftsbereichen, z. B. Medizin, Verkehr und Bevölkerungsschutz.

Im Verkehr, in der Medizin, im Katastrophenschutz, im Energiemanagement – die Möglichkeit von sehr praktischen und nützlichen Anwendungen grosser Datenmengen kennt schier keine Grenzen. Einige dieser Anwendungen sollen im Modul 3 entwickelt werden.

Im Modul 3 sind zwei Projekte von Interesse für EBS.

### **7.8.2 Projekt „Das kombinierte Potenzial von erneuerbaren Energieträgern in Gebäuden“ (01.05.2017 - 30.04.2021, 0.59 Mio. CHF)**

Professor Jean-Louis Scartezzini, Laboratoire d'énergie solaire et physique du bâtiment, EPFL

#### Projektbeschreibung

Es ist nicht leicht, das Potenzial eines städtischen Gebiets für hybride erneuerbare Energien (Hybrid Renewable Energy Potential: HyREP) einzuschätzen. Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung eines neuartigen Konzepts für HyREP-Prognosen in der Schweiz, das sich auf Big-Data-Technologien und moderne maschinelle Lernverfahren stützt.

Gebäude haben den grössten Anteil am Energiebedarf der Schweiz. Sie verbrauchen mehr als 40 % der gesamten Energie und mehr als 32 % der Elektrizität. Eine Senkung des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen setzt voraus, dass unsere Gebäude bedeutend energieeffizienter werden und vorrangig erneuerbare Energien nutzen. Die Einschätzung des Potenzials für einen kombinierten Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden wird daher für die Schweiz immer wichtiger – vor allem für Gemeinden, Hauseigentümer und öffentliche Energieversorger. Solche Einschätzungen liefern nützliche Informationen über das Potenzial, das in der Energieerzeugung sowie bei Sparmassnahmen vorhanden ist.

#### Hintergrund

HyREP-Systeme kombinieren Solar- und Windenergie mit oberflächennaher geothermischer Energie. Solche Systeme tragen in Gebäuden dazu bei, die Grösse von autonomen Energiesystemen, die notwendige Energiespeicherkapazität und die Gesamtbetriebskosten beträchtlich zu reduzieren. Mit Blick auf die Energiewende ist es wichtig, das Potenzial für den kombinierten Einsatz von erneuerbaren Energien in Gebäuden genauer zu erfassen und die Entscheide von Anspruchsgruppen sowie die Bauvorschriften in der Schweiz durch datengestützte Verfahren zu untermauern

#### Ziele

Statt sich auf das Potenzial einzelner Energieträger zu konzentrieren, untersucht das Projekt das kombinierte Potenzial erneuerbarer Energieträger (HyREP). Wir entwickeln zudem datengestützte Konzepte zur Modellierung von Umweltdaten und für die Analyse von 3D-Gebäudedaten. Ferner werden wir unsere Ergebnisse nach den für 2035 und 2050 prognostizierten Klimaszenarien auswerten, eine Datenbank über den Einsatz erneuerbarer Energien in Gebäuden aufbauen sowie die erneuerbaren Energien kartieren

#### Bedeutung / Anwendung

Dank der im Rahmen dieses Projekts eingesetzten Big-Data-Technologien können wir erstmals das Energiesparpotenzial für Gebäude in der gesamten Schweiz einschätzen. Die Ergebnisse werden sehr wahrscheinlich die Energiepolitik der städtischen Regionen in der Schweiz beeinflussen. Die Methoden können aber auch für andere Länder von Nutzen sein. Mithilfe der Datenbank für erneuerbare Energien in Gebäuden (Building Renewable Energy Database) lassen sich die Energieeinsparungen und die Energieversorgung einzelner Gebäude oder ganzer Siedlungen überall in der Schweiz visualisieren.

#### Stand der Arbeiten

Es liegt diverse Publikationen, aber noch keine zusammenfassenden Berichte vor.

### **7.8.3 Datenspuren nutzen für die Verbesserung der Verkehrssysteme**

**(01.04.2017 - 31.12.2020, 0.66 Mio. CHF)**

Prof. Kay W. Axhausen, Institut für Verkehrsplanung und Transportsysteme, ETH Zürich

#### Projektbeschreibung

Smartphone-Nutzer erzeugen täglich eine grosse Menge an Bewegungsdaten. Städte könnten diese Daten anonymisiert nutzen, um ihre Verkehrssysteme zu optimieren. Dieses Projekt möchte mit der Entwicklung eines Mobility-Pricing-Ansatzes zu diesen Optimierungen beitragen.

Dank der Zusammenarbeit mit einem Mobilfunkbetreiber stehen dem Projekt vier aussergewöhnlich detaillierte Datensätze zur Verfügung:

- ein aggregierter Datensatz zum Fernreiseverhalten, der erstmals eine korrekte Schätzung der Touren über 50 km ermöglicht
- Anonymisierte 50'000 Personentage, um neue Algorithmen zur Erkennung der täglichen Verhaltensmuster zu entwickeln
- Anonymisierte 10'000 Personenwochen, um detaillierte Modelle des Verkehrsverhaltens zu schätzen
- Aggregierte durchschnittliche stündliche Nachfrage pro Monat von jeder Schweizer Gemeinde zu jeder anderen unter Einhaltung des Datenschutzes fliessen die Arbeiten in die Erstellung und Kalibrierung des Schweiz-Modells ein, das wir auf der Grundlage der individuenbasierten Software MATSim erstellen.

#### Hintergrund

Auf vielen städtischen Strassen und Schienen kommt es in Spitzenzeiten zu Engpässen, doch in der übrigen Zeit ist die Infrastruktur nur schwach ausgelastet. Smartphone-Daten geben ein umfassendes Bild der Nutzung der Stadt. Dieses Projekt wird aufgrund von anonymisierten Daten von Mobilfunk-Abonnenten ein individuen-basiertes Modell der Schweiz verbessern – und einen Ansatz mit unterschiedlichen Transportpreisen entwickeln, das die Schweizer Verkehrspolitik unterstützen kann.

### Ziele

Wir werden beispielhaft auf der Grundlage von anonymisierten Mobilfunk-Datensätzen neue Auswertemethoden entwickeln. Die Auswertung der elektronischen Spuren soll die bisherige individuen-basierte Simulation verbessern – und beispielhaft die Möglichkeiten, Kosten und Grenzen eines Schweizer Mobility-Pricing-Ansatzes erkunden und optimieren.

### Anwendung

Mit grossen Datenmengen lassen sich Verkehrsmodelle schneller erstellen und besser kalibrieren. Die Modelle dienen der besseren Steuerung der Verkehrssysteme und sollen so helfen, die Belastungsspitzen der Infrastruktur zu brechen. Das mit den Projektdaten optimierte MATSim-Modell der Schweiz und die Ergebnisse zum Mobility Pricing haben das Potenzial, einen wesentlichen Beitrag zur Optimierung der Verkehrssysteme zu leisten, was die Wohlfahrt aller erhöhen kann.

### Stand der Arbeiten

Es liegt diverse Publikationen, aber noch keine zusammenfassenden Berichte vor.

## **7.9 NFP 77 Digitale Transformation (2020 – 2025, 30 Mio. CHF)**

### **7.9.1 Übersicht**

Das Hauptziel des Programms besteht darin, Wissen über die Chancen, Risiken, Herausforderungen und Lösungen der Digitalisierung für die Gesellschaft zu erarbeiten.

Im Rahmen des NFP werden die Auswirkungen des digitalen Wandels in der Schweiz analysiert sowie mögliche Interventionen, Experimente und Lösungen entwickelt, die dazu beitragen, Chancen optimal zu nutzen und auf Risiken angemessen reagieren zu können und damit die Grundlagen für eine optimale Steuerung und Governance des laufenden und zukünftigen digitalen Wandels zu schaffen.

Umgesetzt wird dieses Ziel folgendermassen:

- Durch eine Analyse der Inhalte, Tools und Institutionen der formalen und der informellen Bildung im Zusammenhang mit dem laufenden digitalen Wandel unter Berücksichtigung der gesamten Lebensspanne eines Menschen und sämtlicher Ausbildungsstufen und -arten.
- Durch ein besseres Verständnis darüber, wie der digitale Wandel (1) die Vorstellungen der Menschen von ethischem Verhalten (auf individueller oder gesellschaftlicher Ebene) und die Erarbeitung von Vertrauenswürdigkeit verändert und (2) so ausgestaltet werden kann, dass Individuen und Gesellschaften profitieren und gleichzeitig die Vertrauenswürdigkeit, die gesellschaftlichen Werte und die Grundrechte bewahrt werden.
- Durch den Erwerb von Wissen über Chancen und Risiken des digitalen Wandels auf allen Stufen der Schweizer Wirtschaft (Makro-, Meso- und Mikroebene), und für die einzelnen Regionen und Raumtypen (urbaner und ländlicher Raum) durch die Identifizierung der Abhängigkeiten des Wandels auf struktureller Ebene und durch die Analyse von Chancen und Risiken auf dem Arbeitsmarkt. Diese Ergebnisse werden unter besonderer Berücksichtigung der politischen, sozialen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Schweiz erarbeitet, indem die Auswirkungen dieser Veränderungen auf Politikbereiche wie die Regional- und Raumentwicklung, Mobilität, Gesundheit und Umwelt berücksichtigt werden.

### **7.9.2 Projekte**

Von insgesamt 324 eingegangenen Projektskizzen wurden 90 Forschungsgruppen eingeladen, ein detailliertes Gesuch einzureichen. 89 Gesuche wurden eingereicht. Alle Eingaben wurden durch die Leitungsgruppe und durch externe Experten im Peer-Review-Verfahren bewertet. Aus diesem Prozess sind 37 Projekte hervorgegangen und zur Bewilligung vorgeschlagen worden.

Die Projekte sind in drei Module gebündelt, die jeweils unterschiedliche Aspekte des digitalen Wandels untersuchen:

- Module 1 - Education, learning and digital change
- Module 2 - Ethics, trustworthiness and governance
- Module 3 - Digital economy and labour market

Die Eckdaten der bereits bewilligten Projekte finden sich auf Liste unten, ausführlichere Beschreibungen folgen ab Mai 2020. Darin konnte kein Projekttitel ausgemacht werden, der auf einen direkten Bezug zum Projekt EBS schliessen liess.

## **8. Kreislaufwirtschaft, Grüne Wirtschaft, Recycling**

### **8.1 19.4296 MOTION: Recyclingbaustoffe. Vorbildfunktion des Bundes**

<https://www.parlament.ch/de/ratsbetrieb/suche-curia-vista/geschaefft?AffairId=20194296>

#### **8.1.1 Eingereichter Text**

Der Bundesrat wird beauftragt, die Voraussetzung zu schaffen, dass Bauten im Hoch-, Tief- und Strassenbau des Bundes, der Kantone und Gemeinden, wenn immer technisch möglich und sinnvoll, mit sekundären Baustoffen geplant und erstellt werden. Damit kann der Bund eine Vorbildfunktion übernehmen und einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und zum Recycling von Baustoffen leisten. Zudem können so einheitliche Standards beim Einsatz von Recyclingbaustoffen etabliert werden, die ihren Einsatz durch private Bauherren vereinfachen bzw. attraktiver machen.

#### **8.1.2 Begründung**

In der Schweiz fallen jährlich immense Mengen an Bauabfall an, die auf rund 16 Millionen Tonnen geschätzt werden. Im Sinne einer erhöhten Ressourceneffizienz zugunsten unserer Umwelt muss dieser Verlust an Baumaterial eingeschränkt werden. Um dieses Ziel zu erreichen, ist die gesamte Bauwirtschaft gefordert. Es braucht weitere Innovationen im Bereich Baustoffe und Bauteile, um Bauabfälle einfach zu (wieder-)verwerten und mehrfach zu verwenden. Nichtsdestotrotz besteht bereits heute rezykliertes Baumaterial, das den allgemeingültigen Qualitätsstandards entspricht. Jedoch ist die Verbreitung dieser sekundären Baustoffe weiterhin mangelhaft. Und das, obwohl über 90 Prozent aller Bauteile mit wiederverwendbaren Materialien erstellt werden könnten.

Damit die Verwendung von Recyclingbaustoffen rascher voranschreitet und attraktiver wird, sollen Bauten im Hoch-, Tief- und Strassenbau des Bundes, der Kantone und Gemeinden, wenn immer technisch möglich, mit sekundären Baustoffen erstellt werden. Neben der Vorbildfunktion kann das zur Etablierung eines einheitlichen Standards führen, der wiederum privaten Bauherren eine Verwendung solcher Baustoffe vereinfacht. Damit kann ein wertvoller Beitrag zur Schliessung der Stoffkreisläufe geleistet werden, was eine Voraussetzung für ein Wachstum ohne Übernutzung der natürlichen Ressourcen ist.

Bericht der Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie vom 17. Februar 2020

Mit der Motion wird der Bundesrat beauftragt, die Voraussetzungen zu schaffen, dass Bauten im Hoch-, Tief- und Strassenbau des Bundes, der Kantone und Gemeinden, wenn immer möglich und technisch sinnvoll, im Sinne einer Vorbildfunktion mit sekundären Baustoffen erstellt werden.

#### **8.1.3 4 Erwägungen der Kommission**

Seit 2013 ergreift der Bund verschiedene Massnahmen, um seine Vorbildfunktion bei der Umsetzung der Energiestrategie 2050 wahrzunehmen. Mit dem im Juli 2019 verabschiedeten Klimapaket der Bundesverwaltung hat er seine Aktivitäten verstärkt. Wie etwa der Bericht zum Stand der Umsetzung der nachhaltigen Beschaffung des Bundes aus dem Jahr 2014 aufzeigt, ist nachhaltiges Bauen im Vergleich zu anderen Massnahmen etabliert in der Schweiz.

Mit den totalrevidierten Regelungen des öffentlichen Beschaffungswesens bestehen in Zukunft rechtliche Grundlagen, damit die öffentliche Hand als Bauherrin Kriterien der Nachhaltigkeit stärker berücksichtigen kann. Diese Regelungen sollen per Januar 2021 in Kraft treten. Die interkantonale Vereinbarung über das öffentliche Beschaffungswesen wurde ebenfalls abgestimmt mit der Bundesregelung totalrevidiert. Einzelne Kantone haben in den letzten Jahren auch Strategien zur vermehrten Verwendung von Recyclingbeton entwickelt.

Gemäss den Empfehlungen der Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren und weiteren Beteiligten kann Beton aus rezyklierter Gesteinskörnung für die häufigsten Bauarbeiten ohne Qualitätseinbusse eingesetzt werden. Angesichts der Regelungen zum Umgang mit Bauabfällen in der Abfallverordnung sind entsprechende Materialien auch vorhanden.

Die Mehrheit der Kommission unterstützt daher die Motion, um das bestehende Potenzial besser ausschöpfen zu können. Sie beantragt, die Motion anzunehmen.

Eine Minderheit beantragt, die Motion abzulehnen. Sie unterstützt die vermehrte Verwendung von sekundären Baustoffen bei öffentlichen Bauten grundsätzlich, der Bund solle aber zunächst als Vorbild für Kantone und Gemeinden vorangehen.

## 8.2 Recycling

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/fachinformationen/abfallentsorgung/recycling.html>

Die Recyclingwirtschaft ist ein spezialisierter Wirtschaftszweig, der Produkte und Rohstoffe aus Abfällen gewinnt und in den Produktionskreislauf zurückführt. Massenabfälle werden überwiegend in der Schweiz verwertet. Gibt es keine geeigneten Anlagen im Inland (z. B. für die Nichteisenmetallurgie), so geschieht das Recycling im Ausland.

Behandlungswege für verschiedene Materialkategorien: Aus mineralischen Bauabfällen oder Schlämmen aus der Strassenreinigung können durch Abtrennen der Verunreinigungen, Zerkleinerung und Klassierung in definierte Korngrößen Recycling-Baustoffe wie Kiessand, Betongranulat oder Mischabbruchgranulat hergestellt werden. Ausbausphal mit hohen Teergehalten muss vorgängig thermisch behandelt werden.

## 8.3 Bericht über die Versorgung der Schweiz mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen (Bericht mineralische Rohstoffe) – Aktuelle Situation sowie Massnahmen zur langfristigen Versorgung

Bericht mineralische Rohstoffe, Herausgeber swisstopo, 2017

### 8.3.1 5. Empfehlungen für eine langfristige Sicherung der Versorgung mit mineralischen Rohstoffen

5.2.1 A: Massnahmen im Bereich der Rohstoffdaten

A1: Erfassung und Charakterisierung geologischer Primärrohstoffvorkommen

A2: Systematische Erfassung relevanter Kennzahlen zu den mineralischen Primär- und Sekundärrohstoffen

5.2.2 B: Massnahmen im Bereich Wissen über mineralische Rohstoffe

B1: Erstellung von Rohstoffsicherungsberichten zu wichtigen Rohstoffgruppen

B2: Materialflussanalysen und Ökobilanzen

5.2.3 C: Massnahmen im Bereich Rohstoffsensibilisierung

C1: Informations- und Kommunikationsplattform für mineralische Rohstoffe

### 8.3.2 6. Schlussbemerkungen

Der Bericht über die Versorgung der Schweiz mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen (Bericht mineralische Rohstoffe) und die daraus abgeleiteten Massnahmen erfüllen den Auftrag des Bundesrats gemäss Massnahme 13 aus dem «Aktionsplan Grüne Wirtschaft» vom 8. März 2013. Mit dem Aktionsplan Grüne Wirtschaft 2013 und seiner Weiterentwicklung 2016 – 2019 («Grüne Wirtschaft – Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz» vom 20. April 2016) sollen gezielte Massnahmen das freiwillige Engagement von Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft zur Schonung der natürlichen Ressourcen unterstützen.

Eine zentrale Rolle bei der Umsetzung der Massnahmen werden dabei in Zukunft die Rohstoffsicherungsberichte einnehmen, welche für spezifische Rohstoffe oder Rohstoffgruppen periodisch aktualisierte und unabhängige Daten sowohl zu primären als auch zu sekundären Rohstoffen enthalten. Wissenslücken werden darin aufgezeigt und in den periodischen Aktualisierungen wenn möglich geschlossen. Die Rohstoffsicherungsberichte dienen zur Planung der nationalen Versorgung mit mineralischen Rohstoffen, können bei Konflikten mit anderen Nutzungsformen beigezogen werden und geben den aktuellen Stand des Rohstoffwissens in der Schweiz wieder. Mit den vorgeschlagenen Massnahmen wird folgender Mehrwert erzielt:

**Bund:** Der Bund erhält eine Gesamtsicht über die Verfügbarkeit, die Massenflüsse und die Substituierbarkeit der nichtenergetischen mineralischen Rohstoffe in der Schweiz und profitiert dadurch von einer effizienten Versorgung mit nichtenergetischen mineralischen Rohstoffen, unter Berücksichtigung weiterer nationaler Interessen.

**Kantone:** Eine regionale oder nationale Betrachtung der Rohstoffflüsse und vorkommen erleichtert die langfristige Planung der Gewinnung und der Verwendung von primären und sekundären Rohstoffen sowie der Deponieplanung in den einzelnen Kantonen. Zudem bietet er eine gute Grundlage zur Versachlichung allfälliger Konflikte. **Privatwirtschaft:** Die Wirtschaft profitiert von neutralen Daten zu Massenflüssen und Ressourcen an mineralischen Rohstoffen.

Die aus den Handlungsfeldern abgeleiteten Massnahmen zielen darauf ab, die effiziente Versorgung der Schweiz mit mineralischen Rohstoffen zu unterstützen. Neutrale Grundlagendaten sind wichtige Elemente bei der Versachlichung von Nutzungskonflikten und helfen mit, die Substitution von primären Rohstoffen durch Sekundärrohstoffe, wo dies ökonomisch und ökologisch sinnvoll ist, zu fördern. Die Umsetzung der Massnahmen erfordert keine gesetzlichen Anpassungen.

#### **8.4 Grüne Wirtschaft: Übergreifende Instrumente**

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wirtschaft-konsum/fachinformationen/gruene-wirtschaft/schwerpunkte-der-gruenen-wirtschaft/gruene-wirtschaft--uebergreifende-instrumente.html>

Zur Ressourcenschonung und Stärkung der Ressourceneffizienz sind nicht nur Massnahmen in den Kernbereichen «Konsum und Produktion» sowie «Abfälle und Rohstoffe» wichtig. Umfassende Verbesserungen für die Umwelt erfordern ebenfalls interdisziplinäres und internationales Handeln sowie sektorspezifische Ansätze zur Effizienzsteigerung.

#### **8.5 Grüne Wirtschaft: BAFU: Bericht «Grüne Wirtschaft – Massnahmen des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz»,**

Bericht an den Bundesrat, 20. April 2016

Zusammenfassung

##### **8.5.1 Ausgangslage**

Der Übergang zu einer Grünen Wirtschaft ist eine langfristige Aufgabe. Die natürlichen Ressourcen sind sehr viel effizienter und schonender einzusetzen, um die natürlichen Lebensgrundlagen in der Schweiz und weltweit für die nächsten Generationen zu erhalten. Es ist eine gemeinsame Herausforderung in der Verantwortung von Staat und privaten Akteuren, wettbewerbskompatible Ansätze zur Verbesserung der Ressourceneffizienz zu entwickeln. Die Schweiz versteht unter einer Grünen Wirtschaft eine ressourcenschonende Volkswirtschaft, also eine Wirtschafts- und Konsumweise, welche die Knappheit begrenzter Ressourcen und die Regenerationsfähigkeit erneuerbarer Ressourcen berücksichtigt, die Ressourceneffizienz verbessert und damit die Leistungsfähigkeit der Wirtschaft und die Wohlfahrt insgesamt stärkt.

Mit dem Aktionsplan Grüne Wirtschaft 2013 hat der Bundesrat das UVEK (BAFU) beauftragt, über den Stand der Umsetzung des Aktionsplans Ende 2015 Bericht zu erstatten und die Weiterentwicklung des Aktionsplans in der Legislaturperiode 2016–2019 vorzuschlagen.

##### **8.5.2 Stand der Umsetzung**

Der Bund hat mit gezielten Massnahmen in seiner Kompetenz die Grundlagen für eine Grüne Wirtschaft verbessert und das Engagement von Unternehmen und der Gesellschaft unterstützt. Unter anderem wurden ein nationales Netzwerk zur Förderung der Ressourceneffizienz bei Unternehmen (Reffnet.ch) geschaffen sowie diverse Projekte zur Schliessung von Stoffkreisläufen lanciert. Die 27 Massnahmen des Aktionsplans Grüne Wirtschaft 2013 setzen dort an, wo noch Lücken bestehen oder das Potenzial zur Ressourcenschonung besonders gross ist. Für die vorliegende Berichterstattung werden die Massnahmen in drei Bereichen (Konsum und Produktion, Abfälle und Rohstoffe sowie übergreifende Instrumente) zu neun Schwerpunkten zusammengefasst.

##### **8.5.3 Weiterentwicklung der Grünen Wirtschaft**

Die Massnahmen 2016–2019 basieren auf den bestehenden gesetzlichen Grundlagen. Sie sollen in erster Linie das freiwillige Engagement der angesprochenen Akteure unterstützen und die Potenziale zur Ressourceneffizienz und -schonung ausschöpfen. Sie sind richtungsweisend für das Engagement des Bundes für eine ressourcenschonende, zukunftsfähige Schweiz.

Im Vordergrund stehen Massnahmen, die bestehende Initiativen unterstützen und weiterentwickeln sowie Informationen und Grundlagen bereitstellen und besser nutzbar machen. Die Zusammenarbeit mit den Branchenorganisationen und Unternehmen ist dabei wichtig. Die Kohärenz mit wichtigen bestehenden Politiken (wie z. B. Energie- und Klimapolitik) wird dabei sichergestellt.

Ein Grossteil der laufenden Massnahmen aus dem Aktionsplan Grüne Wirtschaft 2013 werden weitergeführt. Einige Massnahmen werden abgeschlossen, da die Aufträge erfüllt sind (z. B. Ökologisierung des Steuersystems (Motion 06.3190 Studer Heiner) oder umfassende Wohlfahrtsmessung) oder werden nicht mehr weitergeführt (z. B. Mindestanforderungen an das Inverkehrbringen von Produkten oder Rücknahmepflicht für Verpackungen im Konsumbereich).

Zusätzlicher Bedarf wurde unter anderem aufgrund politischer Entwicklungen in der Schweiz oder der EU für die Themen der nachhaltigen öffentlichen Beschaffung, der Bewertung von Umwelttechnologien, der Abfallvermeidung, des nachhaltigen Finanzmarkts und der höheren Berufsbildung eruiert.

#### 8.5.4 Ausblick

Für die nächsten Jahre gilt es bei vielen Vorhaben im Bereich Konsum und Produktion wie auch im Bereich Abfälle und Rohstoffe von der Analyse- in die Umsetzungsphase zu kommen. Es ist darauf zu fokussieren, wo die relevanten Treiber der Umweltbelastung über die gesamten Wertschöpfungsketten sind und wo ein positives Kosten-/Nutzenverhältnis für Massnahmen gegeben ist. Gleichzeitig ist auch die Wissensbasis weiter zu stärken und Anstrengungen in Richtung einer Verbesserung der Kostenwahrheit nötig. Für eine nachhaltige Veränderung kommt dem Engagement von Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft eine zentrale Rolle zu. Der Bund kann dabei unterstützend wirken, indem er Grundlagenwissen und Instrumente zur Verfügung stellt und den Dialog zwischen allen beteiligten Akteuren fördert.

#### 8.6 Dialogportal Grüne Wirtschaft

<https://www.gruenewirtschaft.admin.ch/grwi/de/home.html>

«Go for Impact» steht für eine Kooperation von Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft und der öffentlichen Hand. Die neue Initiative will die Schweizer Wirtschaft bei der Reduktion ihres negativen und der Steigerung ihres positiven Umweltimpacts im In- und Ausland unterstützen. Der im Februar 2018 gegründete Verein legt einen Fokus auf Rohstoffe und Materialien.

#### 8.7 Ressourcen-Trialog

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/fachinformationen/rohstoffe--produktion--konsum/ressourcen-trialog.html>

Einigkeit über die Zukunft der Schweizer Abfall- und Ressourcenwirtschaft: Elf Akteure aus Politik, Behörden, Wirtschaft und Gesellschaft haben sich in elf Leitsätzen auf die künftige und nachhaltige Ausrichtung der Schweizer Abfall- und Ressourcenwirtschaft geeinigt.

Wo steht die Schweizer Abfall- und Ressourcenwirtschaft im Jahr 2030? Mit den neuen Leitsätzen ist ein grosser Schritt Richtung Ressourcenwirtschaft gemacht. Das Resultat ist erfreulich und alles andere als selbstverständlich.

Vor gut drei Jahren sind elf Akteure mit ganz unterschiedlichen Interessen und Erwartungen in das Projekt Ressourcen Trialog eingestiegen. Mit viel Durchhaltewille und einem langen Atem haben sie das anfänglich scheinbar Unmögliche möglich gemacht: Sie haben einen Konsens für eine nachhaltige Ressourcenwirtschaft gefunden und sie stehen geschlossen hinter den gemeinsam erarbeiteten Hauptzielen: Energie- und Materialeinsatz zur Herstellung von Produkten und Dienstleistungen minimieren, die Lebensdauer von Produkten optimieren und Abfälle wo immer möglich vermeiden.

Nun sind Taten gefragt. Es ist an den Beteiligten, die Leitsätze in den Organisationen zu verankern und konkrete Projekte und Kooperationen zu lancieren.

Die elf Leitsätze für die Schweizer Abfall- und Ressourcenwirtschaft 2030

- Leitsatz 1: Wirtschaft und Gesellschaft handeln eigenverantwortlich und freiwillig.
- Leitsatz 2: Bei der Verwertung von Abfällen wird ein fairer Wettbewerb zwischen den Marktteilnehmern angestrebt.
- Leitsatz 3: Die Entstehung von Abfällen wird wenn möglich vermieden.
- Leitsatz 4: Rohstoffe zirkulieren optimal in Kreisläufen.
- Leitsatz 5: Produzenten, Konsumenten und andere Akteure tragen die Verantwortung für die Umweltauswirkung von Produkten über den ganzen Lebenszyklus.
- Leitsatz 6: Die Primär- und Sekundärrohstoffe in der Schweiz werden nachhaltig bewirtschaftet.
- Leitsatz 7: Massnahmen zur Vermeidung und Verwertung von Abfällen werden in Bezug auf ihre ökologische und ökonomische Effizienz und Effektivität priorisiert.
- Leitsatz 8: Transparenz bei den Finanz- und Stoffflüssen bildet die Basis für Optimierungen der Entsorgungssysteme.
- Leitsatz 9: Bei der Verwertung und Behandlung von Abfällen werden hohe Standards eingehalten.
- Leitsatz 10: Die Ausgestaltung und Weiterentwicklung der Entsorgungssysteme strebt nach einer Optimierung von Kosten, Umweltnutzen und Kundenfreundlichkeit.

- Leitsatz 11: International erzielt die Schweizer Ressourcen- und Abfallwirtschaft dank Innovation und Spitzentechnologien eine grosse Wirkung.

## 8.8 RessourcenEFFizienz Schweiz REFF – Grundlagenbericht zur Ressourceneffizienz und Rohstoffnutzung

BAFU, Schlussbericht, Januar 2013

### 8.8.1 Zusammenfassung

Ausgangslage und Ziele: Der Bundesrat hat dem UVEK und weiteren Departementen im Oktober 2010 den Auftrag erteilt, die Rahmenbedingungen für den Umgang mit natürlichen Ressourcen zu verbessern. Das vorliegende Projekt Ressourceneffizienz Schweiz (in der Folge REFF genannt) schafft die nötigen Grundlagen und identifiziert die zentralen Handlungsfelder zur Steigerung der Ressourceneffizienz in der Schweiz. Die Reduktionspotenziale pro Handlungsfeld werden eingeschätzt und Handlungsmöglichkeiten für Massnahmen und politische Instrumente in den einzelnen Handlungsfeldern inkl. Priorisierung vorgelegt.

Handlungsfelder: Die Analysen zum Ressourcenaufwand, der durch die Schweizer Endnachfrage und Wirtschaft verursacht wird, weisen auf Handlungsfelder zur Steigerung der Ressourceneffizienz hin. Diese Handlungsfelder wurden aus verschiedenen Perspektiven hergeleitet:

- Aus Sicht der Schweizerischen Endnachfrage machen die drei Bereiche Ernährung, Wohnen und private Mobilität rund 60% des Gesamt-Ressourcenaufwands aus.
- Betrachtet man die Schweizer Wirtschaft, verteilt sich der Ressourcenaufwand über viele Branchen. In Übereinstimmung mit dem Ergebnis aus der Endnachfrage beanspruchen die Bereiche Nahrungsmittel und Primärsektor die natürlichen Ressourcen stark. Weitere Bereiche mit vergleichsweise hohem Ressourcenaufwand sind die Chemische Industrie, die Energieversorgung und das Baugewerbe.
- Auswertungen nach Material- und Güterkategorien weisen auf einen hohen Ressourcen-aufwand durch Metalle und die Elektrizitätsproduktion hin.

Bei allen Handlungsfeldern fällt ein grosser Teil der Belastungen im Ausland an. Massnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz bei Endnachfrage und Schweizer Wirtschaft können also auch ausserhalb der Schweiz positive Auswirkungen zeigen.

### 8.8.2 Reduktionspotenziale

- In den Bereichen Ernährung, Wohnen und private Mobilität liegen die Reduktionspotenziale in einer Bandbreite von 30% bis 45%.
- In Anlehnung an die Energieperspektiven 2050 gehen wir davon aus, dass die energiebezogene Umweltbelastung etwa um die Hälfte reduziert werden kann, womit das Reduktionspotenzial bei rund 4.2. Mio UBP liegt.
- Die Reduktionspotenziale werden für die sechs prioritären produktionsseitigen Handlungsfelder gesamthaft auf 20-35% geschätzt. Diese sind aufgrund von Doppelzählungen (energiebezogene und konsumseitige Reduktion) nach unten zu korrigieren und werden für die verbleibende Umweltbelastung der Schweizer Wirtschaft mit 10% eingerechnet.

Aus Sicht der Endnachfrage werden somit insgesamt grössere Reduktionspotenziale ausgemacht als aus Sicht der Schweizer Wirtschaft. Dies ist dadurch zu erklären, dass beim Konsum auch Verhaltensänderungen unterstellt werden. Es ist festzuhalten, dass weniger als die Hälfte der Gesamtumweltbelastung durch den inländischen Energieverbrauch verursacht wird.

### 8.8.3 Folgerungen

Die vorliegenden Analysen zeigen einen dringlichen Bedarf, die Anstrengungen zur Steigerung der Ressourceneffizienz zu verstärken. Damit die notwendigen Massnahmen sowohl bei der Endnachfrage als auch in der Schweizer Wirtschaft umgesetzt werden, braucht es quantifizierte langfristige Ziele sowie zusätzliche Anreize und Vorgaben durch entsprechende politische Instrumente. Dabei ist eine enge Abstimmung mit der Energie- und Klimapolitik wichtig, da diese bereits einen bedeutenden Einfluss auf die Ressourceneffizienz hat. Allerdings wird weniger als die Hälfte der Gesamtumweltbelastung durch den inländischen Energieverbrauch verursacht. Deshalb ist eine breitere Sichtweise auf alle natürlichen Ressourcen bei allen Massnahmen und Instrumenten wichtig, insbesondere auch bei der Ausgestaltung einer ökologischen Steuerreform. Ausländische Erfahrungen haben im Übrigen gezeigt, dass es begleitende Massnahmen für Ressourceneffizienz z.B. kommunikativer oder institutioneller Natur braucht, damit der gewünschte Effekt erzielt wird.

## 8.9 Umwelt & Ressourcen: Ausblick 2050

BAFU, Schlussbericht, März 2012

### 8.9.1 Ausgangslage und Ziele

Das Bundesamt für Umwelt (BAFU) möchte die zukunftsgerichtete Planung in der Umwelt- und Ressourcenpolitik stärken. Denn für die Erhaltung und nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen sind langfristige Perspektiven wichtig. Deshalb hat das BAFU das Projekt „Ausblick 2050“ initiiert. Das Projekt soll aufzeigen, wie das BAFU relevante Entwicklungen für die Umwelt- und Ressourcenpolitik frühzeitig erkennen und Handlungsmöglichkeiten entwickeln kann, die Ressourcennutzung nachhaltig zu steuern. Das Projekt verfolgt drei Ziele: Erstens soll ein methodisches Vorgehen entwickelt werden. Zweitens soll dieses Vorgehen auf die drei Themen Biodiversität, Klima und Rohstoffe angewendet werden. Drittens sollen die Erfahrungen ausgewertet und Vorschläge erarbeitet werden, wie Zukunftsperspektiven in der Umwelt- und Ressourcenpolitik gestärkt und im BAFU verankert werden können.

In der Umfeld- und Systemanalyse wurden für jedes der drei Themen wichtige Einflussfaktoren sowie ihre Zusammenhänge untereinander definiert und ausgewertet. Von diesen ausgehend, wurden mit den Methoden der formativen Szenarioanalyse sowie der intuitiven Szenariokonstruktion je vier Szenarien entwickelt, die möglichst unterschiedliche plausible Zukunftszustände darstellen. Anschliessend wurden für jedes Thema eine Vision und strategische Ziele formuliert, die sich an bestehenden nationalen und internationalen Strategien und Vereinbarungen sowie an wissenschaftlichen Erkenntnissen orientieren. Aus den Zielen wurde abgeleitet, welche Weichenstellungen es für die Zielerreichung braucht bzw. mit welchen Massnahmen solche Veränderungen bewirkt werden können. Jeder Schritt dieses Vorgehens wurde jeweils in einem Work-shop mit Fachpersonen des BAFU bearbeitet.

### 8.9.2 Resultate

Zu den drei Themen wurden folgende Visionen für das Jahr 2050 formuliert:

- Die Biodiversität ist langfristig erhalten, gegenüber Veränderungen reaktionsfähig und stellt die Aufrechterhaltung der Ökosystemleistungen sicher. Sie wird nachhaltig genutzt und als zentrale Lebensgrundlage verstanden. Die Vorteile aus der Nutzung werden gerecht aufgeteilt.
- Beim Klima ist die Welt auf gutem Weg, einen gefährlichen Klimawandel zu verhindern. Weltweit werden 50% weniger Treibhausgase emittiert als 1990. Die Schweiz hat mit einer Reduktion um 80% ihren Beitrag dazu geleistet.
- Die Rohstoffkreisläufe sind geschlossen, so dass die Versorgung und Entsorgung für die Schweiz sichergestellt ist. Der Verbrauch von primären Rohstoffen und die Wirtschaftsentwicklung sind voneinander entkoppelt, d.h. der Rohstoffverbrauch wird bei wachsender Wirtschaftsleistung unter Berücksichtigung von sozialen und ökologischen Rahmenbedingungen reduziert. Die Regeneration der erneuerbaren Ressourcen wird erhalten und die Nutzung gerecht verteilt.

Zur Realisierung dieser Visionen sind Weichenstellungen notwendig, die ein breites Spektrum an Aktivitäten umfassen. Diese sind mehrheitlich im Zeitraum bis 2020 zu intensivieren oder neu anzustossen. Aus den Weichenstellungen zu den drei untersuchten Themen lassen sich gemeinsame Ansatzpunkte ableiten:

- Dynamische Standards auf nationaler und internationaler Ebene sind ein zentrales Element einer vorausschauenden Umweltpolitik. In allen Bereichen der Umweltpolitik besteht das Risiko, dass gesetzliche Standards laufend von technischen Fortschritten überholt werden. Mit der Einführung dynamischer Standards sollen sowohl die Energie- und Rohstoffeffizienz als auch die Innovation bei Unternehmen gefördert werden.
- Wichtige Weichen zur Zielerreichung werden in Politikbereichen gestellt, die nicht im engeren Sinne zur Umweltpolitik gehören. Von zentraler Bedeutung sind insbesondere die Raumplanung, Energieversorgung und Landwirtschaft. In diesen Bereichen anstehende Entscheide sind frühzeitig zu antizipieren, damit aus umweltpolitischer Sicht wichtige Weichen rechtzeitig gestellt werden können.

### 8.9.3 Klima: Strategische Ziele

<b>Verkehr</b>	
1	Die Treibhausgasemissionen des Verkehrs sind 75% tiefer als 1990.
2	Die CO <sub>2</sub> -Emissionen pro gefahrenem Kilometer sind 70% tiefer als 1990.
3	Die Anzahl gefahrener Kilometer ist 20% tiefer als 1990.
<b>Haushalte und Dienstleistungen</b>	
4	Die Treibhausgasemissionen der Haushalte und Dienstleistungsbetriebe sind 90% tiefer als 1990.
5	80% des Gebäudebestandes ist CO <sub>2</sub> -frei. 20% des Gebäudebestandes emittiert 80% weniger CO <sub>2</sub> als 1990.
<b>Industrie</b>	
6	Die Treibhausgasemissionen der Industrie sind 75% tiefer als 1990.
<b>Landwirtschaft</b>	
7	Die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft sind 75% tiefer als 1990.
8	Die Schweizer Wald- und Holzwirtschaft leistet über die Kohlenstoffspeicherung im Wald und in Holzprodukten sowie durch die Substitution im Rohstoff- und Energiebereich einen konstanten Beitrag zum Klimaschutz.
<b>Übergeordnete oder weitere Aspekte</b>	
9	Die grauen Emissionen der importierten Güter liegen 50% tiefer als 1990.
10	Die Schweiz erzielt mind. 70% ihrer Reduktion im Inland.

*Tabelle 4 Strategische Ziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen bis 2050*

### 8.9.4 Rohstoffe: Strategische Ziele und Weichenstellungen

Die strategischen Ziele benennen, welcher Zustand bis 2050 erreicht werden muss, damit die Vision erfüllt werden kann. Die Ziele sind in der folgenden Abbildung den verschiedenen Schritten des Rohstoffkreislaufes zugeordnet.

- Ziel 1: Die Primärrohstoffe für alle in der Schweiz verwendeten Produkte werden umwelt- und sozialverträglich gewonnen.
- Ziel 2: Der Primärrohstoffverbrauch (TMR) wird um 50% gesenkt. 15)
- Ziel 3: Produkte und Infrastrukturen sind so designt, dass sie langlebig und verwertungs-freundlich sind und möglichst wenig Material verbrauchen.
- Ziel 4: Für alle in der Schweiz konsumierten Produkte gelten dynamisierte Umweltstandards mit den jeweils höchsten möglichen Anforderungen in allen Phasen des Lebenszyklus (Fronrunner-Prinzip).
- Ziel 5: Die Schadstoffe werden aus dem Kreislauf ausgeschleust.
- Ziel 6: Weniger als 5%<sup>16)</sup> der Abfälle werden in Deponien endgelagert.
- Ziel 7: Materiallager werden am Ende der Lebensdauer in Stoffkreisläufe zurückgeführt.

Weichenstellungen		Ziele						
		1 Primärrohstoffe umwelt- und sozialverträglich gewonnen	2 Verbrauch Primärrohstoffe um 50% gesenkt	3 Design Produkte & Infrastruktur langlebig und verwertungsfreundlich	4 Dynamisierte Umweltstandards	5 Schadstoffe werden ausgeschleust	6 Weniger als 5% in Deponien	7 Materiallager in Stoffkreisläufe zurückgeführt
A1	Rohstoffstrategie							
A2	Rohstoffeffizienz-Programm							
B	Technologieentwicklung							
C	Ökologische Steuerreform							
D1	Bewusster Konsum und Verhalten							
D2	Freiwillige Deklaration und internationale Standards							
D3	Öffentliche Beschaffung							
E	Dynamische Umweltstandards international und national							

### 8.9.5 Folgerungen und weitere Schritte

Das im Ausblick 2050 gewählte methodische Vorgehen hat sich insgesamt bewährt, insbesondere die Bearbeitung der drei Themen in Workshops mit je einer fest zusammengesetzten Gruppe. Die Erfahrungen zeigen aber auch, dass das Vorgehen bei weiteren Schritten verbessert werden kann. Beispielsweise wäre es vorteilhaft, wenn externe Experten von Beginn weg stärker einbezogen würden. Die Personen, die in den Workshops mitarbeiten, sind sowohl aufgrund von Fachkenntnissen als auch ihrer Fähigkeit, strategisch und in grösseren Zusammenhängen zu denken auszuwählen.

Zum Abschluss des Pilotprojektes Ausblick 2050 stellt sich die Frage, ob und wie zukunftsgerichtete Analysen und Planungen im BAFU stärker verankert werden sollen. Basierend auf den im vorliegenden Bericht aufgezeigten Vorschlägen werden weitere Schritte zur Entwicklung von Zukunftsperspektiven verfolgt, die einerseits die Umweltberichterstattung ergänzen und andererseits als Grundlage für strategische Planungen dienen.

### 8.9.6 Kommentar

Die Arbeit ist als erster Meilenstein zu betrachten. Sie blieb in vielen Dingen an der Oberfläche und müsste vertieft werden. Zu den strategischen Zielen wurden keine bzw. wenig konkrete mittel- oder langfristige Massnahmen aufgezeigt oder definiert.

### 8.10 Die Verluste von Energie und Rohstoffen im Bau reduzieren

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/medienmitteilungen/anzeige-nsb-unter-medienmitteilungen.msg-id-79218.html>, 25.05.2020

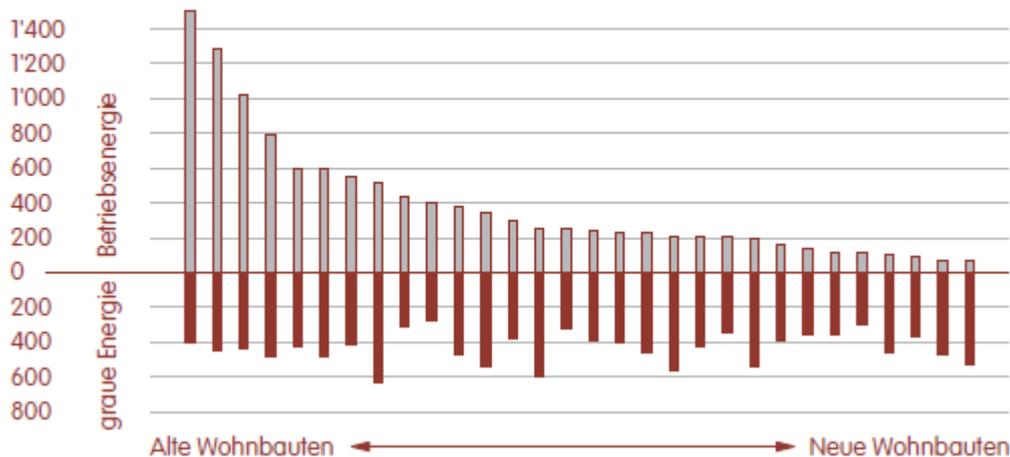
Bericht: Wiederverwendung Bauen – Aktuelle Situation und Perspektiven : Der Fahrplan, BAFU 2020

In der Schweiz fallen jährlich mehr als 17 Millionen Tonnen Abfälle aus dem Um- und Rückbau von Bauwerken an. Zwei Drittel dieser Abfälle werden wieder zu Recyclingbaustoffen aufbereitet, was zur Schonung der natürlichen Ressourcen wie Kies und der Landschaft beiträgt. Jedoch geht beim Recyclingprozess viel der grauen Energie verloren, die ursprünglich zur Herstellung der Baumaterialien benötigt wurde. Um die Verluste von grauer Energie und Rohstoffen zu reduzieren, muss die Wiederverwendung im Bauprozess konsolidiert und verstärkt werden.



Phasen der Abfallbewirtschaftung: Schematische Zusammenfassung in der Reihenfolge der Präferenz von Vermeidungsstrategien und Abfallbehandlungsmethoden.

Kg CO<sub>2</sub> / m<sup>2</sup>



Energiebilanz von Gebäuden 30 Wohnbauten, die zu unterschiedlichen Zeiträumen gebaut wurden, haben je nach Alter eine deutlich verbesserte Leistung in Bezug auf die Betriebsenergie, während die Auswirkungen auf die graue Energie unverändert geblieben ist.

An einer Umfrage zur Wiederverwendung von Baumaterial im Schweizer Bausektor haben rund 150 Akteure aus den Bereichen Ausbau, Vermittlung, Verwendung und Promotion von gebrauchten Bauteilen teilgenommen.

Die Antworten der Umfrageteilnehmer zeigen ein wachsendes Bewusstsein dafür, dass mit Rohstoffen sparsamer umgegangen werden sollte. Die zahlreichen Akteure, die im existierenden Markt gewinnbringend arbeiten, müssen besser aber vernetzt werden.

Die Autoren der Studie kommen zum Schluss, dass der Aufbau einer Informations- und Austauschplattform zur Wiederverwendung sowie die Schaffung einer Dachorganisation geeignet wären, um die Branche zu vernetzen und zu strukturieren.

Das BAFU möchte künftig die Wiederverwendung als Mittel zur Förderung der Kreislaufwirtschaft in den entsprechenden SIA-Normen und Nachhaltigkeitslabels verankern, um damit den Umweltfussabdruck von Bauwerken weiter zu senken.

## 9. Demografischer Wandel und Migration

Siehe dazu: Megatrends und Raumentwicklung Schweiz, Rat für Raumordnung (ROR), 2019)  
BFS: Bevölkerungsstruktur, Altersstruktur

Veränderte Bedürfnisse (Wohn- und Arbeitsfläche, Pflege, etc.) beeinflussen «Gebäude», «Mobilität/Verkehr» etc.

## 10. Naturgefahren

### 10.1 Umgang mit Naturgefahren in der Schweiz – Bericht des Bundesrats in Erfüllung des Postulats 12.4271 Darbellay vom 14.12.2012, BAFU 2016

#### 10.1.1 Handlungsfelder und Massnahmen

Die strategischen Ziele im Umgang mit Naturgefahren und damit auch das Konzept des IRM haben sich in der Praxis weitgehend etabliert. Die Analyse der aktuellen Umsetzung lässt dennoch Handlungsbedarf bei den verschiedenen Akteuren erkennen. Dabei ergeben sich für die nächsten Jahre klare Schwerpunkte zur Weiterentwicklung:

- Grundlagen vervollständigen und periodisch aktualisieren – weil alle Akteurinnen und Akteure auf vollständige und aktuelle Grundlageninformationen angewiesen sind;
- Gefahren- und Risikogrundlagen in die Raumplanung umsetzen – damit die Risikoentwicklung in einem tragbaren Mass erfolgt;
- Naturgefahrengerechtes Bauen sicherstellen – die Eigenverantwortung der Infrastrukturbetreiber und Gebäudeeigentümer wird gestärkt und die Berücksichtigung von Standards und Normen in den Planungsprozessen verankert;
- Ereignisbewältigung und Regeneration optimieren – indem alle Massnahmenoptionen aufeinander abgestimmt werden, die Kommunikation unter den Akteurinnen und Akteuren sichergestellt ist und die Organisation und die Ausstattung der Einsatzkräfte optimiert werden;
- Übergeordnet und nachhaltig planen sowie die Zusammenarbeit institutionalisieren – dabei ist der Stand der Umsetzung der strategischen Vorgaben periodisch zu überprüfen;
- Risikokultur etablieren – weil der Schutz vor Naturgefahren Gesellschaft und Wirtschaft insgesamt sowie jeden Einzelnen in seinem Lebens- und Wirkungsbereich betrifft;
- Aus- und Weiterbildung, Forschung und Entwicklung fördern – damit Wissen weiterentwickelt wird, Wissenslücken geschlossen und die Chancen neuer Erkenntnisse und Technologien genutzt werden;
- Naturgefahrenrecht weiterentwickeln – damit die gesetzliche Verankerung des risikobasierten Ansatzes im Umgang mit Naturgefahren gefördert wird.

Diese Schwerpunkte erfordern Massnahmen des Bundes, der Kantone und Gemeinden, der Wissenschaft und Forschung aber auch weiterer Institutionen wie Versicherungen oder Fachverbände sowie jedes und jeder Einzelnen. Die Massnahmen sind durch die verschiedenen Akteure nach einer vertieften Analyse unter Berücksichtigung der verfügbaren Mittel zu priorisieren.

#### 10.1.2 Fazit

Der Bericht liefert die Grundlage für die Weiterentwicklung eines risikobasierten und ganzheitlichen Umgangs mit Naturgefahren in der Schweiz für alle Akteure und berücksichtigt dabei auch künftige Herausforderungen.

Investitionen für das Erreichen und Halten der angestrebten Sicherheit sind im Verhältnis zum Nutzen zu betrachten: Das Wirtschaften im Raum und die Wohlfahrt der Gesellschaft sind nur möglich, wenn ein Sicherheitsniveau, das von allen Akteuren akzeptiert ist und finanziert werden kann, erreicht und gehalten werden kann. Die Umsetzung der vorgeschlagenen Massnahmen betrifft nicht nur öffentliche sondern auch private Akteure im Bereich Naturgefahren und führt dazu, dass die zur Verfügung stehenden Mittel optimal eingesetzt und falsche Anreize und ineffiziente Massnahmen vermieden werden. Durch die Priorisierung der Massnahmen wird die Umsetzung im Rahmen der heute verfügbaren Ressourcen sichergestellt. Naturgefahrenereignisse sowie konjunkturelle Schwankungen können zu kurzfristigen Abweichungen in den Planvorgaben respektive zu Verzögerungen bei der Realisierung von Schutzmassnahmen führen.

- BAFU (Homepage): Hauptziel des Bundes im Umgang mit Naturgefahren ist es, die Schutzdefizite im Bereich der Natur- und Störfallrisiken bis 2030 weitgehend zu beheben und Siedlungen und Infrastrukturen sowie deren Nutzung auf die Naturgefahrensituation abzustimmen. Dabei ist ein Optimum zwischen den Ansprüchen an das Sicherheitsniveau und der finanziellen Tragbarkeit anzu-

streben. Dieses Ziel soll mit einem integralen Risikomanagement erreicht werden, um so eine nachhaltige und schweizweit vergleichbare Sicherheit für Menschen, hohe Sachwerte und natürliche Lebensgrundlagen zu schaffen und langfristig zu erhalten. Dabei haben alle Akteure ihren Beitrag zu leisten.

### Integrales Risikomanagement

Hochwasser, Murgänge, Rutschungen, Felsstürze, Lawinen, Stürme und Erdbeben wird es in der Schweiz immer geben. Durch eine optimale Anpassung an diese Naturgefahren können wir die Schäden mit gezielten Massnahmen jedoch verhindern oder mindestens begrenzen. Der Schutz vor Naturgefahren erfolgt heute nach den Grundsätzen des integralen Risikomanagements.



## 10.2 Nationale Plattform Naturgefahren PLANAT

<http://www.planat.ch/de/fachleute/risikomanagement/>

## 10.3 Erdbebenrisiko grosser Gebäudebestände – Stufenweises Verfahren zur Identifizierung von kritischen Gebäuden, BAFU, Bern, 2020

### Vorwort

Im Rahmen seiner Strategie im Umgang mit Naturgefahren beabsichtigt der Bund, das Erdbebenrisiko in seinem Zuständigkeitsbereich langfristig mit verhältnismässigen Massnahmen zu reduzieren. Bereits mit dem ersten Bundesratsbeschluss zum Massnahmenprogramm des Bundes zur Erdbebenvorsorge vom 11. Dezember 2000 wurden die Eigentümervertreter des Bundes, namentlich die Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes (BLO), beauftragt, eine mehrstufige, selektive Erfassung des Erdbebenrisikos ihres Gebäudebestands durchzuführen. Ziel war die Erkennung der risikoreichsten Gebäude und die Festlegung des Handlungsbedarfs zur Verbesserung ihrer Erdbebensicherheit.

Rund 1000 wichtige bundeseigene Gebäude aus dem Gesamtbestand von rund 10 000 Bauten und Anlagen wurden ausgewählt und stufenweise seit 2002 bezüglich der Dringlichkeit der Verbesserung ihrer Erdbebensicherheit priorisiert. Das dabei verwendete mehrstufige, selektive Verfahren hat rund 200 Gebäude identifiziert, die ein hohes Erdbebenrisiko aufweisen. Für rund 70 Gebäude davon ergab die Überprüfung, dass die minimalen Anforderungen an die Erdbebensicherheit nicht erfüllt sind und zeitnah Massnahmen zu ergreifen sind. Seit 2013 wird die Erdbebensicherheit dieser Gebäude nach Erfordernis und Verhältnismässigkeit im Portfoliomanagement der BLO verbessert.

Entsprechend den Erfahrungen und Erkenntnissen des Bundes und aufgrund der Veröffentlichung der neuen Norm SIA 269/8 «Erhaltung von Tragwerken – Erdbeben» im Jahr 2017 wird mit der vorliegenden Publikation ein vollständig revidiertes und ausgeweitetes Verfahren zur selektiven Erfassung des Erdbebenrisikos grosser Gebäudebestände durch eine stufenweise Priorisierung vorgeschlagen.

Ich bin davon überzeugt, dass damit Eigentümer von grossen Gebäudebeständen mit einer etablierten Arbeitshilfe in ihren Anstrengungen unterstützt werden, das Erdbebenrisiko zu reduzieren.

#### Abstract

Diese Publikation stellt ein mehrstufiges, selektives Verfahren vor, um das Erdbebenrisiko grosser Gebäudebestände zu erfassen. Ziel des Verfahrens ist es, die Gebäudeobjekte mit den grössten Risiken aus dem Bestand zu erkennen bei denen Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit zeitnah ergriffen werden sollten. Die Publikation dient der Praxis als Verfahrens- und Anwendungshilfe. Ihre Ausrichtung orientiert sich an möglichen Zielsetzungen der Eigentümer grosser Gebäudebestände und richtet sich in der methodischen Umsetzung primär an erfahrene Bauingenieure und Gebäudeverantwortliche. Die drei Stufen des Verfahrens – Eingrenzung, Bewertung und Überprüfung – werden in der Publikation erläutert und im Anhang durch detaillierte methodische Hinweise ergänzt.

Federführende Bundesstelle für das Monitoring gefährlicher Naturgefahrenprozesse: Bundesamt für Umwelt BAFU. Informationen: [www.bafu.admin.ch](http://www.bafu.admin.ch)

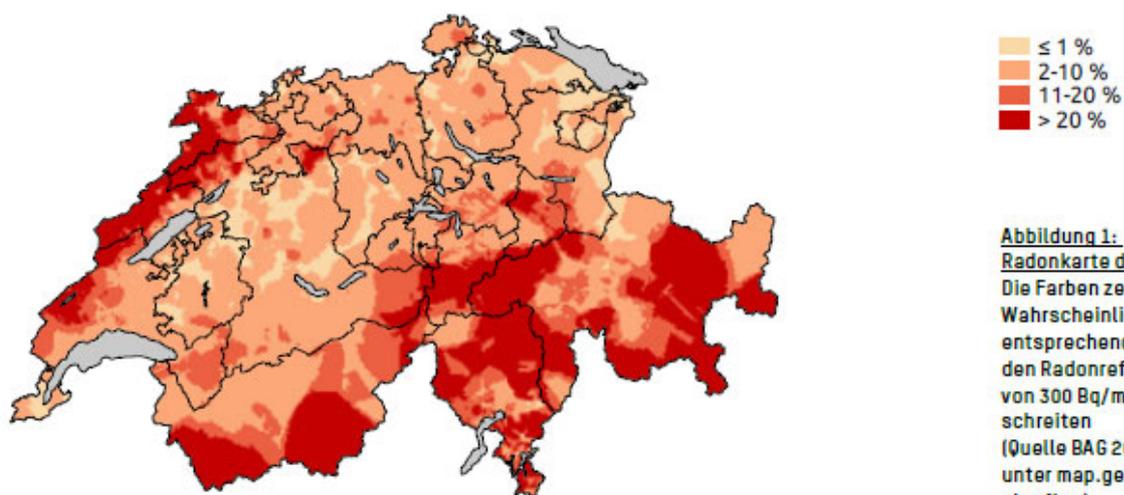
### 10.4 Schutz der Bevölkerung vor Radon

<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-79050.html>

Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 8. Mai 2020 den Aktionsplan Radon 2021–2030 genehmigt. Dieser Aktionsplan soll einen nachhaltigen, optimalen Schutz der Bevölkerung vor Radon sicherstellen. Das radioaktive, natürliche Gas ist krebserregend und kann sich im Innern von Gebäuden ansammeln.

Der Aktionsplan Radon 2021–2030 soll die Radonsituation in Gebäuden nachhaltig verbessern. Dazu sollen Neubauten mit einem entsprechenden Schutz versehen und bei Altbauten Synergien mit anderen Renovationsarbeiten, insbesondere zur Energieeinsparung, genutzt werden. Gleichzeitig sollen die Baufachleute ihre Kompetenzen im Bereich des Radonschutzes festigen. Darüber hinaus soll der Aktionsplan die Bevölkerung vermehrt für das Gesundheitsrisiko sensibilisieren und die Arbeitnehmenden vor Berufskrankheiten schützen.

<https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/strategie-und-politik/politische-auftraege-und-aktionsplaene/radon-aktionsplan.html>



## 11. Mobilität (MIV, Bahn)

### 11.1 SAE International gemäss Wikipedia (31.03.2020)

Die SAE International, ehemalige Bezeichnung Society of Automotive Engineers (SAE; Deutsch „Verband der Automobilingenieure“) ist eine gemeinnützige Organisation für Technik und Wissenschaft, die sich dem Fortschritt der Mobilitätstechnologie widmet.

<https://www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-%E2%80%9Clevels-of-driving-automation%E2%80%9D-standard-for-self-driving-vehicles>



## SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION

	SAE LEVEL 0	SAE LEVEL 1	SAE LEVEL 2	SAE LEVEL 3	SAE LEVEL 4	SAE LEVEL 5
What does the human in the driver's seat have to do?	You are driving whenever these driver support features are engaged – even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are <u>not</u> driving when these automated driving features are engaged – even if you are seated in “the driver’s seat”		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	
What do these features do?	These are driver support features			These are automated driving features		
	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR brake/acceleration support to the driver	These features provide steering AND brake/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> <li>• automatic emergency braking</li> <li>• blind spot warning</li> <li>• lane departure warning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering</li> <li>OR</li> <li>• adaptive cruise control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lane centering</li> <li>AND</li> <li>• adaptive cruise control at the same time</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• traffic jam chauffeur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• local driverless taxi</li> <li>• pedals/steering wheel may or may not be installed</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions</li> </ul>

### *Taxonomy and Definitions for Terms Related to Driving Automation Systems for On-Road Motor Vehicles J3016\_201806*

This SAE Recommended Practice describes motor vehicle driving automation systems that perform part or all of the dynamic driving task (DDT) on a sustained basis. It provides a taxonomy with detailed definitions for six levels of driving automation, ranging from no driving automation (level 0) to full driving automation (level 5), in the context of motor vehicles (hereafter also referred to as “vehicle” or “vehicles”) and their operation on roadways. These level definitions, along with additional supporting terms and definitions provided herein, can be used to describe the full range of driving automation features equipped on motor vehicles in a functionally consistent and coherent manner. “On-road” refers to publicly accessible roadways (including parking areas and private campuses that permit public access) that collectively serve users of vehicles of all classes and driving automation levels (including no driving automation), as well as motorcyclists, pedal cyclists, and pedestrians.

The levels apply to the driving automation feature(s) that are engaged in any given instance of on-road operation of an equipped vehicle. As such, although a given vehicle may be equipped with a driving automation system that is capable of delivering multiple driving automation features that perform at different levels, the level of driving automation exhibited in any given instance is determined by the feature(s) that are engaged.

This document also refers to three primary actors in driving: the (human) user, the driving automation system, and other vehicle systems and components. These other vehicle systems and components (or the vehicle in general terms) do not include the driving automation system in this model, even though as a practical matter a driving automation system may actually share hardware and software components with other vehicle systems, such as a processing module(s) or operating code.

The levels of driving automation are defined by reference to the specific role played by each of the three primary actors in performance of the DDT and/or DDT fallback. "Role" in this context refers to the expected role of a given primary actor, based on the design of the driving automation system in question and not necessarily to the actual performance of a given primary actor. For example, a driver who fails to monitor the roadway during engagement of a level 1 adaptive cruise control (ACC) system still has the role of driver, even while s/he is neglecting it.

Active safety systems, such as electronic stability control and automated emergency braking, and certain types of driver assistance systems, such as lane keeping assistance, are excluded from the scope of this driving automation taxonomy because they do not perform part or all of the DDT on a sustained basis and, rather, merely provide momentary intervention during potentially hazardous situations. Due to the momentary nature of the actions of active safety systems, their intervention does not change or eliminate the role of the driver in performing part or all of the DDT, and thus are not considered to be driving automation.

It should, however, be noted that crash avoidance features, including intervention-type active safety systems, may be included in vehicles equipped with driving automation systems at any level. For Automated Driving System (ADS) features (i.e., levels 3-5) that perform the complete DDT, crash avoidance capability is part of ADS functionality.

Kommentar: Der Bericht enthält kein Wort über leichtere autonome Fahrzeuge, die in Zukunft ohne passive Schutzelemente gegen Zusammenstösse auskommen könnten. Ebenso fehlen Hinweise zu den folgenden damit verbundenen Themen:

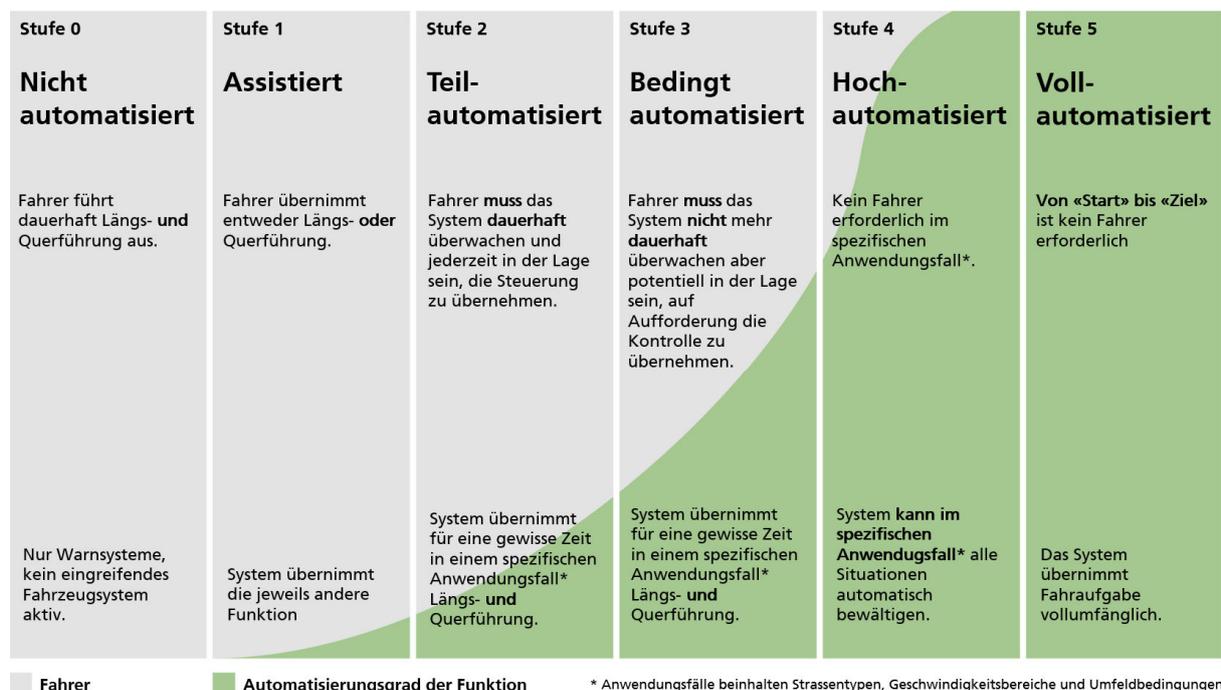
- ⇒ Trennen der Verkehrsträger leicht / schwer / konventionell / neu selbstfahrend
- ⇒ Fahrzeuggrösse nach Bedarf bestellen
- ⇒ Über ohne Fahrer

## 11.2 ASTRA zu selbstfahrenden Fahrzeugen

### 11.2.1 Übersicht

<https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen.html>

<https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/mobility-pricing.html>



Allgemein wird zwischen teil-, bedingt-, hoch- und vollautomatisierten (selbstfahrenden) Fahrzeugen unterschieden. Ein bedingt automatisiertes Fahrzeug kann in klar definierten Situationen die Führung teilweise oder ganz übernehmen und diese auch wieder an die Fahrerin oder den Fahrer zurückgeben. Im Gegensatz dazu verkehren vollautomatisierte Fahrzeuge jederzeit vollkommen selbständig. Der daraus resultierende Automatisierungsgrad eines Fahrzeugs kann in sehr unterschiedlichen Ausprägungen erfolgen und wird in sechs Stufen – von «nicht automatisiert» bis «vollautomatisiert» – unterteilt:

- **Stufe 0: Nicht automatisiert:** Das Fahrzeug ist ausschliesslich mit Warnsystemen ausgerüstet. Die Automobilistinnen und Automobilisten führen das Fahrzeug in allen Belangen selbst.
- **Stufe 1: Assiiert:** Das System übernimmt entweder die Längsführung (Tempomat) oder die Querführung (Spurassistent) des Fahrzeugs, während die Fahrerin / der Fahrer die jeweils andere übernimmt. Sie / er muss das System aber dauerhaft überwachen und jederzeit die vollständige Kontrolle übernehmen können.
- **Stufe 2: Teilautomatisiert:** Das System kann für eine gewisse Zeit oder in speziellen Situationen wie beispielsweise dem Überholen auf der Autobahn sowohl die Quer- als auch die Längsführung des Fahrzeugs. Die Fahrerin / der Fahrer muss das System aber dauerhaft überwachen und jederzeit in der Lage sein, die Steuerung des Fahrzeugs sofort zu übernehmen.
- **Stufe 3: Bedingt automatisiert:** Wie auf Stufe 2 übernimmt das Fahrzeug für einen gewissen Zeitraum oder in spezifischen Situationen die Quer- und die Längsführung des Fahrzeugs. Eine dauerhafte Überwachung des Systems durch die Fahrerin oder den Fahrer ist jedoch nicht mehr notwendig. Sie/er muss jedoch in der Lage sein, auf Anforderung des Systems mit einer ausreichenden Zeitreserve die Kontrolle des Fahrzeugs wieder zu übernehmen.
- **Stufe 4: Hochautomatisiert:** Auf dieser Stufe kann das Fahrzeug in einem definierten Anwendungsfall wie beispielsweise dem Fahren auf Autobahnen alle Situationen automatisch bewältigen. Eine Fahrerin / ein Fahrer muss vor Beendigung des Anwendungsfalls zur Übernahme der Fahraufgabe aufgefordert werden. Kommt sie / er dem nicht nach, muss das Fahrzeug einen risikominimalen Zustand einnehmen (z.B. auf dem Pannestreifen einer Autobahn).
- **Stufe 5: Vollautomatisiert:** Auf dieser Stufe ist vom „Start“ bis zum „Ziel“ kein Fahrer und keine Fahrerin mehr notwendig. Das System übernimmt die Fahraufgabe vollumfänglich, d.h. bei allen Strassentypen, Geschwindigkeitsbereichen und Umgebungsbedingungen.

Aus rechtlicher und technologischer Sicht von besonderem Interesse sind die Stufen 3 bis 5. Bei diesen übergibt die Fahrerin oder der Fahrer die Verantwortung über das Fahrzeug unter bestimmten Bedingungen respektive dauerhaft an eine „Maschine“.

### 11.2.2 Forschung

Bei Astra laufen diverse Forschungsarbeiten zum Thema.

Beim Initialprojekt zum Forschungspaket Verkehr der Zukunft (2060) (SVI 2011/021, Bericht Nr. 1538, das 2015 abgeschlossen wurde, sind selbstfahrende Fahrzeuge noch kaum thematisiert.

Das Initialprojekt: Klärung des Forschungs- und Handlungsbedarfs" ist abgeschlossen ASTRA, Bericht Nr. 1609, Juni 2017). In der Zusammenfassung hat die Begleitkommission folgende sechs Forschungsthemen als prioritär bewertet und empfiehlt, möglichst rasch entsprechende Forschungsprojekte zu lancieren.

#### 1. Nutzungsszenarien und Auswirkungen:

Darlegung der möglichen Nutzungsszenarien automatisierter vernetzter Strassenfahrzeuge, Beschreibung der wahrscheinlichen und anzustrebenden Nutzungen und deren relevanten Auswirkungen, Analyse, Synthese und Zusammenfassung des Forschungspaketes

#### 2. Verkehrliche Auswirkungen und Bedarf an Infrastrukturen:

Quantifizierung der verkehrlichen Auswirkungen und deren Folgen für den Bedarf an Verkehrsinfrastrukturen, Formulierung von Erkenntnissen und Handlungsempfehlungen zuhanden der zuständigen Behörden

#### 3. Umgang mit Daten:

Ermittlung des Datenumfanges, die aus dem automatisierten Fahren und möglichen Nutzungen entstehen, Einschätzung der strategischen Bedeutung dieser Daten und ihrer Nutzungsmöglichkeiten, künftige Rolle der

öffentlichen Hand bei der Verkehrslenkung und Verkehrssteuerung sowie Bedarf und Anforderungen an die digitale Infrastruktur

#### 4. Neue Angebotsformen:

Analyse und Beurteilung neuer Angebotsformen durch den Einsatz von automatisierten Fahrzeugen sowie die weiteren Möglichkeiten der Digitalisierung in der Mobilität, Ermittlung der nötigen Rahmenbedingungen für die Einführung gewünschter neuer Angebotsformen sowie Ableitung von Handlungsempfehlungen für die relevanten Stakeholder

#### 5. Mischverkehr (Nebeneinander unterschiedlicher Automatisierungsgrade sowie andere Verkehrsmittel):

Ermittlung der betrieblichen und infrastrukturseitigen Anforderungen für den Mischverkehr von automatisierten und vernetzten Fahrzeugen mit unterschiedlichem Ausrüstungsstand zusammen mit manuell gesteuerten Fahrzeugen und anderen Verkehrsteilnehmern auf einer gemeinsamen Strasseninfrastruktur, Erarbeitung von Lösungsvorschlägen zur Gewährleistung eines sicheren Strassenverkehrs sowie Ableitung von Handlungsempfehlungen für die relevanten Stakeholder

#### 6. Raumplanerische Aspekte:

Herausforderungen des automatisierten und vernetzten Fahrens im Hinblick auf die Erreichung der mittel- und langfristigen raumplanerischen Ziele in der Schweiz

Im Bericht „Neue Anforderungen an die Strasse durch veränderte Nutzungsformen und Fahrzeuge mit alternativen Antrieben“ (ASTRA, Bericht Nr. 1602, März 2017) werden auf die zu erwartenden Veränderungen bei den Bedürfnisse und Anforderungen untersucht. In der Zusammenfassung wird festgehalten:

3. Planungsvorgaben Strasseninfrastruktur: Die Individualisierung führt zu zunehmend dynamischeren Verkehrsströmen. Die Planung von Strasseninfrastrukturen auf Basis von Durchschnittswerten und homogenen Verhaltensweisen läuft Gefahr, falsch dimensionierte Anlagen zu gestalten. Massnahmen um dies zu verhindern sind in erster Linie eine Flexibilisierung und (wo möglich) eine Verschlankung der Planungsverfahren. Die mittelfristige Einführung variabler Infrastrukturbauweise zielt darauf ab, die Infrastruktur einer zeitlich variierenden Verkehrsnachfrage anpassen zu können.
4. Strasse als multimodale Verkehrsdienstleistung: Verkehrsteilnehmer reisen multimodaler und planen die Reise auf ihrem Smartphone. Die Grenzen zwischen öffentlicher und individueller Mobilität verschwimmen zusehends. Dies verlangt bessere Verknüpfungen zwischen den Verkehrsmitteln, stellt aber Ansprüche an die Datenkommunikation. Die Massnahme „Neuartiger Strassenverkehrsregeln“ zielt darauf ab, Pilotversuche und das Entwickeln neuer Mobilitätsformen zu erleichtern. Die Planung von Mobilitätshubs ist zu empfehlen, um Verknüpfungspunkte zwischen den verschiedensten Verkehrsmitteln zu schaffen. Bundesämter müssen ihre zukünftige Rolle definieren: Sind sie Mobilitätsdienstleister oder Infrastrukturbereitsteller?

Im Forschungskonzept „Nachhaltiger Verkehr 2021-2024“ vom 28.02.2020 sind unter dem Titel Mobilität 4.0 mehrere Themen für die top-down-Forschung gelistet, die direkte Berührungspunkte mit dem Projekt EBS haben.

#### **Mobilität 4.0 (MB4)**

- |       |  |
|-------|--|
| MB4 1 | Wirkungen neuer Mobilitätsformen                             |
| MB4 2 | Voraussetzungen für den Einsatz automatisierter Fahrzeuge    |
| MB4 3 | Volkswirtschaftliche Potentiale der Mobilität 4.0            |
| MB4 4 | Digitale Instrumente für den Langsamverkehr                  |
| MB4 5 | Infrastrukturelle Voraussetzungen für automatisiertes Fahren |

Weitere Forschungsthemen betreffen andere Themen dieses Dokumentes (Naturgefahren, Klimawandel). Prioritäre Themen beim ÖV/Schiene sind z.B. Energiestrategie im öV 2050 und die Lärmsanierung der Eisenbahnen.

### 11.3 Bundesrat legt nächste Schritte zu Mobility Pricing fest

Zusammenfassung Medienmitteilung vom 13.12.2019

<https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/dokumentation/medienmitteilungen/anzeige-meldungen.msg-id-77534.html>

Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 13. Dezember 2019 die Ergebnisse der Wirkungsanalyse von Mobility Pricing am Beispiel der Region Zug zur Kenntnis genommen. Er hat das UVEK beauftragt, in einer nächsten Etappe ein Konzept zur Sicherung der langfristigen Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur zu erarbeiten. Bestehende Steuern und Abgaben sollen dabei durch eine leistungsabhängige Abgabe abgelöst werden. Zudem sollen die rechtlichen Grundlagen für Pilotversuche von Mobility Pricing geschaffen werden. Damit sollen Kantone und Gemeinden, die dies wollen, entsprechende Projekte durchführen können. Es braucht eine enge Zusammenarbeit von Bund, Kantonen und Gemeinden, um die Verkehrsprobleme in den Städten und Agglomerationen zu lösen.

### 11.4 Auto-Mobilität. Fahren ohne FahrerIn oder Fahrer. Verkehrspolitische Auswirkungen

POSTULAT 14.4169, LEUTENEGGER OBERHOLZER SUSANNE, 11.12.2014

#### STELLUNGNAHME DES BUNDESRATES VOM 25.02.2015

Der Bundesrat verfolgt die Entwicklung im Bereich des (teil-)autonomen Fahrens aufmerksam. Autohersteller und Branchenbeteiligte rechnen mit Zeithorizonten von 2020 bis 2030, bis hoch- und vollautomatisiertes Fahren möglich sein wird. Noch vollkommen offen ist, in welcher Form und in welchem Umfang sich diese neue Mobilitätsform durchsetzen wird. Aufgrund der grossen Zeitspanne ergeben sich zahlreiche Unsicherheiten bezüglich der Technik und deren Umsetzung. Detaillierte Antworten zu den gestellten Fragen sind deshalb noch nicht möglich.

Weil der Bundesrat das Potenzial für autonomes Fahren indessen als erheblich erachtet, ist er bereit, die Auswirkungen von autonomem Fahren auf einer allgemeinen Ebene einzuschätzen sowie - daraus abgeleitet - mögliche verkehrspolitische Auswirkungen zu skizzieren. **In diesem Sinne ist er bereit, einen Bericht zu erstellen.**

Automatisiertes Fahren – Folgen und verkehrspolitische Auswirkungen

#### Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulats

Leutenegger Oberholzer 14.4169 «Auto-Mobilität», Bern, 21. Dezember 2016

### 11.5 Automatisiertes Fahren in der Schweiz: Das Steuer aus der Hand geben?

Autoren: Fabienne Perret, Tobias Arnold, Remo Fischer, Peter de Haan, Ueli Haefeli

Herausgeber: TA-SWISS, Herausgeber: TA-SWISS

© 2020 vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Kommentar: Auswirkungen auf Infrastruktur und Fahrzeugbau nicht angesprochen.

### 11.6 Konzeptbericht Mobility Pricing – Ansätze zur Lösung von Verkehrsproblemen für Strasse und Schiene in der Schweiz

Der Bundesrat, UVEK, 29. Juni 2016

Mobility Pricing eröffnet als Konzept für benützungsbezogene Abgaben für Infrastrukturnutzung und Dienstleistungen im MIV und im öV neue Möglichkeiten, um auf Herausforderungen im Verkehr ziel-führend reagieren zu können. Mit Mobility Pricing sollen Verkehrsspitzen verkehrsträgerübergreifend gebrochen und eine bessere und gleichmässige Auslastung der Verkehrsinfrastrukturen erreicht werden.

Siehe auch Homepage:

<https://www.uvek.admin.ch/uvek/de/home/verkehr/mobility-pricing.html>

Der Bundesrat hat das UVEK und das EFD gestützt auf die Wirkungsanalyse am Beispiel des Kantons Zug beauftragt, ein Konzept zur Sicherung der langfristigen Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur zu erarbeiten und Kantone, Städte und Gemeinden zu suchen, die Pilotversuche durchführen möchten. Mobility Pricing-Instrumente werden nicht von heute auf morgen eingeführt. Es handelt sich um ein langfristig angelegtes Konzept. Der Bund rechnet mit einem Zeithorizont von 15 Jahren.

## 11.7 Zukunft Mobilität Schweiz – UVEK-Orientierungsrahmen 2040

UVEK und ARE, 15. August 2017

Das prognostizierte Wachstum von Bevölkerung (10 Mio. bis 2040, Schweizerische Verkehrsperspektiven 2040) und Wirtschaft (Bruttoinlandprodukt (BIP) jährlich +1.5 % (bis 2020) und +1 % (ab 2020-2040)), Schweizerische Verkehrsperspektiven 2040 in der Schweiz bis 2040 lässt ein grosses Verkehrswachstum erwarten. Das Referenzszenario der Verkehrsperspektiven 2040 des Eidgenössischen Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK, 2016)<sup>3</sup> kommt zum Schluss, dass die vorgesehenen nächsten Ausbauschritte von Schiene und Strasse die erwartete Zunahme nicht alleine bewältigen können. Die sich rasch verändernden gesellschaftlichen, ökonomischen und ökologischen Rahmenbedingungen sowie die vielfältigen Entwicklungen im Technologiebereich stellen das UVEK vor zusätzliche und auch neue Herausforderungen bezüglich Mobilität und Verkehr. Der UVEK-Orientierungsrahmen 2040 will diesen ämterübergreifend und vorausschauend begegnen, indem mit dem untenstehenden Hauptziel und den strategischen Zielformulierungen Schwerpunkte gesetzt werden. Diese Ziele stellen den Orientierungsrahmen für alle im UVEK relevanten Geschäfte im Mobilitäts- und Verkehrsbereich dar.

### Hauptziel

**Das Gesamtverkehrssystem der Schweiz 2040 ist in allen Aspekten effizient.**

Effizienz bedeutet: Die verfügbare Technik optimal einsetzen, weniger finanzielle Mittel und natürliche Ressourcen verbrauchen und dadurch für die Gesellschaft einen maximalen Nutzen erzielen.

### Handlungsfelder und strategische Ziele

#### Rahmenbedingungen und Voraussetzungen

- Ziel 1: Bei der Anwendung von Innovationen im Bereich der Mobilität nimmt die Schweiz eine internationale Spitzenposition ein.
- Ziel 2: Die Zusammenarbeit der verschiedenen Staatsebenen im Verkehrsbereich ist gestärkt.
- Ziel 3: Die internationale Einbindung des Schweizer Gesamtverkehrssystems ist optimiert.
- Ziel 4: Eine klar definierte Grundversorgung stellt eine zeitlich und räumlich angemessene Erreichbarkeit in allen Regionen des Landes und für alle Bevölkerungsgruppen sicher.

#### Nachfrage, Angebot und Infrastrukturen

- Ziel 5: Die Verkehrsnachfrage wird so gelenkt, dass die Leistungsfähigkeit des bestehenden Gesamtverkehrssystems vor der Realisierung von weiteren Aus- oder Neubauten ausgeschöpft wird.
- Ziel 6: Das Gesamtverkehrssystem ist sicher, verlässlich, hoch verfügbar und einfach zugänglich.
- Ziel 7: Verkehrsteilnehmende in der Schweiz können frei entscheiden, welche Mobilitätsangebote sie nutzen und kombinieren.

#### Finanzierung

- Ziel 8: Mit den verfügbaren öffentlichen Mitteln werden das Mobilitätsangebot und die Verkehrsinfrastrukturen kosteneffizient finanziert.
- Ziel 9: Die Nutzenden aller Mobilitätsangebote tragen die von ihnen verursachten internen und externen Kosten vermehrt selber.

#### Umwelt, Energie und Raum

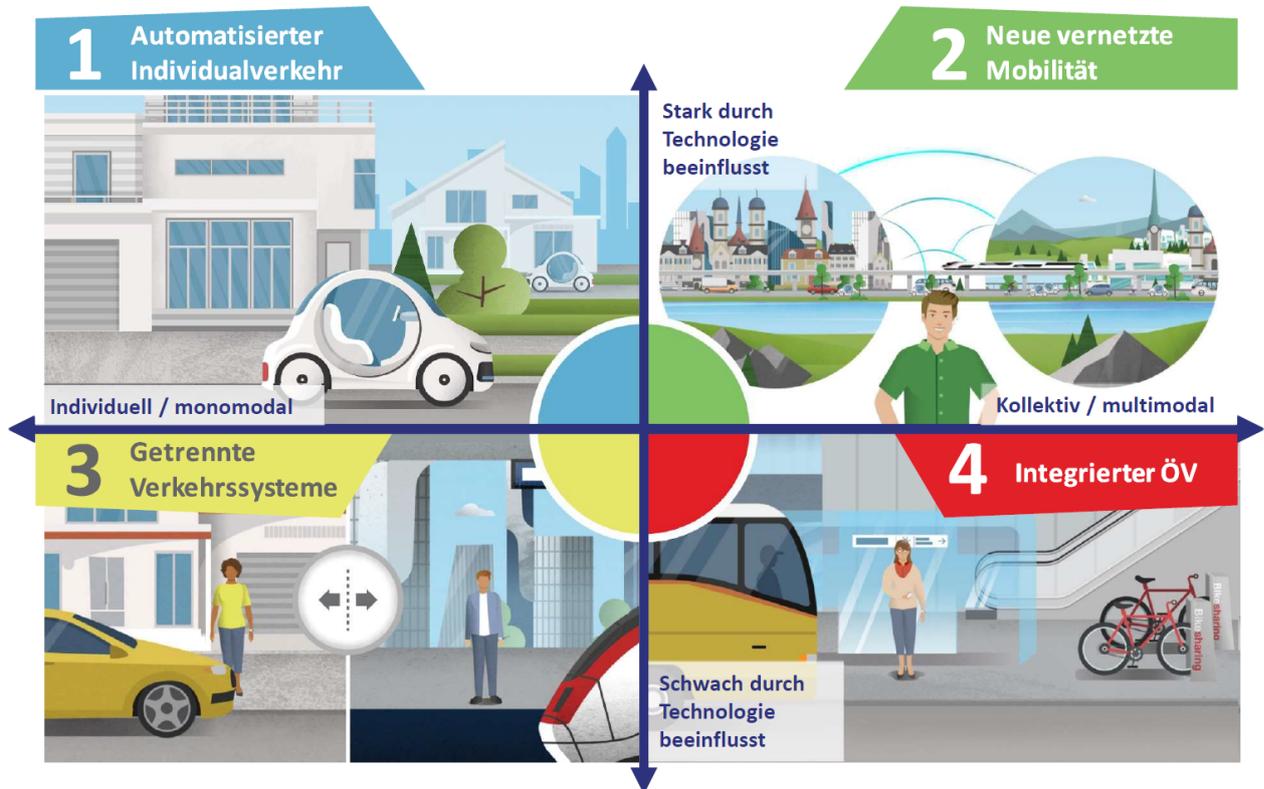
- Ziel 10: Die Belastung der Umwelt durch Emissionen des Verkehrs ist markant reduziert.
- Ziel 11: Die Verkehrsinfrastrukturen werden flächen- und bodenschonend realisiert, sind gut in Landschaft und Siedlungsräume integriert und ihre Trennwirkung ist reduziert.
- Ziel 12: Die Energieeffizienz des Verkehrs ist markant erhöht.
- Ziel 13: Der Landverkehr funktioniert weitgehend CO<sub>2</sub>-neutral und möglichst ohne fossile Energien.
- Ziel 14: Die angestrebte polyzentrische Siedlungsentwicklung wird durch das Gesamtverkehrssystem konsequent gefördert.

## 11.8 Mobilitätsszenarien für die Schweiz – Überlegungen der SBB AG.

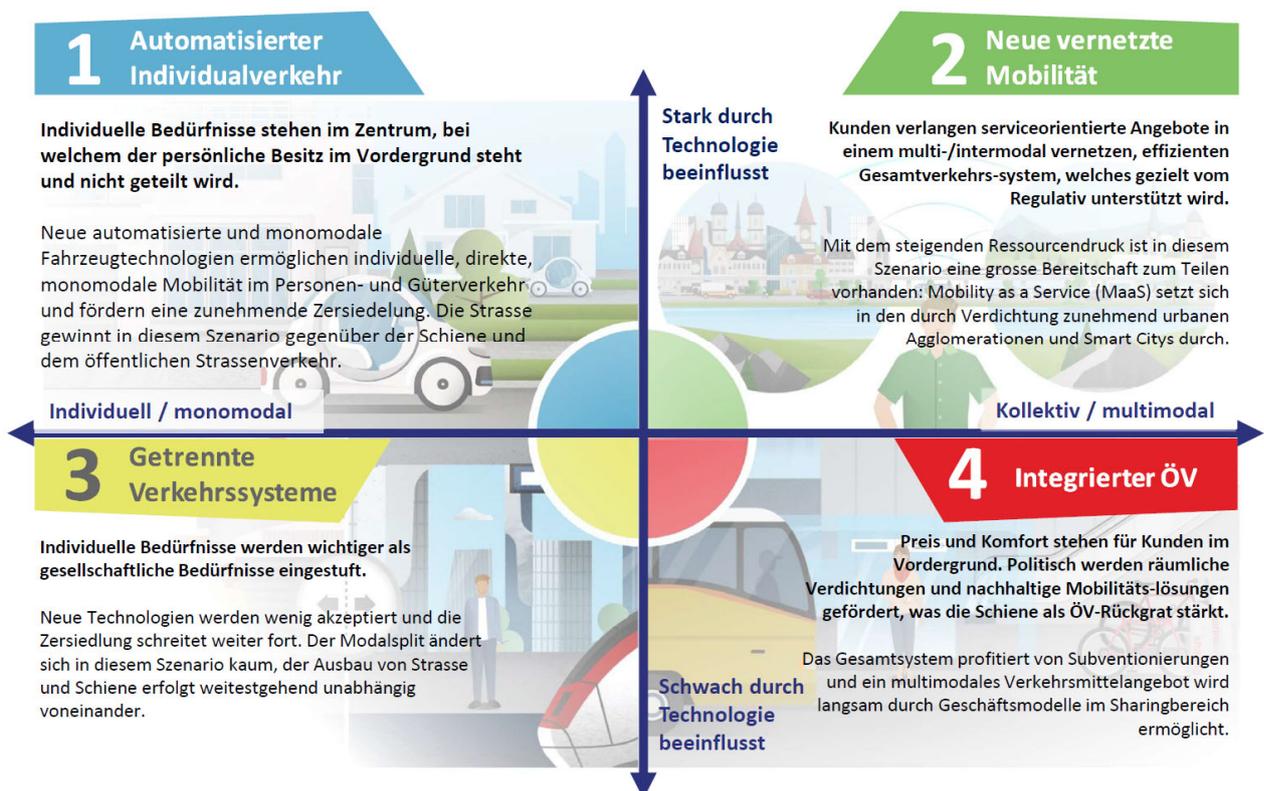
Bern, Juni 2019 Langfristige, integrierte Mobilitäts- und Arealentwicklungen



**Je nach Ausprägung der Faktoren ergeben sich andere Mobilitätsszenarien.**



**Die vier Zukunftsszenarien der SBB für die Schweiz 2040.**



Ergänzend dazu:

- Agglomerationsprogramme Verkehr und Siedlung. Federführende Bundesstelle: Bundesamt für Raumentwicklung ARE. Informationen: [www.aren.admin.ch](http://www.aren.admin.ch)
- Massnahmenplan Langsamverkehr (in Erarbeitung). Federführende Bundesstelle: Bundesamt für Strassen ASTRA. Informationen: [www.astra.admin.ch](http://www.astra.admin.ch)

### **11.9 Die VBZ tüfteln an neuen Ideen für den öffentlichen Verkehr**

Tagesanzeiger, 25.02.2020

Wie soll die Mobilität in Zürich in 30 Jahren aussehen? Die Stadt fragt erstmals nach den Bedürfnissen der Bevölkerung – und präsentiert die Idee einer unterirdischen Verbindung.

### **11.10 Das Auto hat die besten Zeiten noch vor sich**

Frankfurter Allgemeine, 21.04.2019

VON REINER EICHENBERGER UND DAVID STADELMANN-

Autofahren gilt heute als Umweltsünde. Das wird sich bald ändern. Denn der technische Fortschritt eröffnet ganz neue Möglichkeiten auf der Straße.

### **11.11 Unterwegs mit smarten Assistenten – Ein Szenario zum Reisen der Zukunft, GDI Gottlieb Duttweiler Institute, 2019**

Sowohl maschinelles Lernen aus grossen Datenmengen, manchmal auch als schwache künstliche Intelligenz bezeichnet, wie auch das Verständnis von natürlich gesprochener Sprache schlagen heute schon hohe Wellen. Zusammen legen sie den Grundstein für eine weitere revolutionäre technische Innovation: smarte Assistenten. Das sind digitale Ansprechpartner, die natürliche Sprache verstehen und uns in Form eines Coaches oder Beraters zur Seite stehen. Beispiele sind Siri oder Amazon Alexa. In einer Umfrage des Gottlieb Duttweiler Instituts im Jahr 2017/9 unter Medien- und Marketingexperten ist eine überwiegende Mehrheit der Befragten überzeugt, dass smarte Sprachassistenten in Zukunft in unserem Alltag verankert sein werden (siehe Abbildung 2).

Wir werden im Folgenden ein Zukunftsszenario zeichnen, in dem smarte Assistenten im Tourismus sehr leistungsfähig und darum auch weit verbreitet sind. Unter der Leistungsfähigkeit der smarten Assistenten verstehen wir, dass diese alle unsere Fragen und Instruktionen verstehen und auf genug Daten zurückgreifen können, um adäquat darauf reagieren zu können. Sie wissen über Öffnungszeiten, historische Hintergrundinformationen, unsere Interessen etc. Bescheid und können Buchungen vornehmen, Recherchen durchführen, Sprachen übersetzen und Reisepläne vorschlagen. Kurz: Sie werden zu einem Reisebüro in unserer Hosentasche und sind in ihrem Verhalten nicht von einem sehr kompetenten menschlichen Assistenten zu unterscheiden. Im Science-Fiction-Film «Her» wird ein solcher Assistent eindrücklich abgebildet.

Technisch ist das in diesem Ausmass noch nicht möglich. Die Ansätze sind aber heute schon sehr deutlich erkennbar und scheinen täglich deutlicher zu werden. Wir wollen uns deshalb auf dieses Szenario einlassen und diese mögliche Zukunft erkunden. Welche Implikationen werden digitale Assistenten für die Stakeholder der Reisebranche haben und welche neuen Player könnten in der touristischen Wertschöpfungskette einen Platz finden? Was bedeuten smarte Assistenten für Leistungsträger wie Restaurants oder Anbieter von Unterkünften? Was bedeuten sie für Tourismusorganisationen? Eine solche konkrete Auseinandersetzung mit einer möglichen Zukunft hilft, heutige Entwicklungen besser zu verstehen und Herausforderungen und Chancen einer solchen Zukunft an die Oberfläche zu bringen. Und ermöglicht damit, heute die Weichen für ein wünschenswertes Morgen zu stellen.

«Die Kommunikation durch gesprochene Sprache statt durch Textnachrichten gewann extrem an Bedeutung. Unsere Umfrage zeigte, dass mittlerweile 46% aller Schweizerinnen und Schweizer mit Sprachnachrichten auf WhatsApp kommunizieren.»

Gabriela Kunath, Wissenschaftliche Assistentin und Doktorandin, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Universität Luzern

Auch wenn wir digitale Assistenten als Revolution darstellen, ergibt sich diese aus der Interaktion langsamer und stetiger Entwicklungen: den Fortschritten in der AI-Forschung, der zunehmenden Verdatung der Welt und dem Natural Language Processing. Wir werden also nicht plötzlich überrascht von digitalen Assistenten. Diese Entwicklung wird aber mit ziemlicher Gewissheit in einem Kontext stattfinden, der Überraschungen mit sich bringen wird. Der Zusammenbruch der Sowjetunion, der Aufstieg von China oder der Brexit sind Beispiele für relativ unerwartete Geschehnisse in der Vergangenheit. Auch die Zukunft wird Unerwartetes für uns bereithalten. Um daran zu erinnern, dass unser Szenario nicht in einem luftleeren Raum stattfindet und

rundum viel passieren kann, werden wir im Folgenden auf einige sogenannte «Wildcards» eingehen. Manche dieser Wildcards sind zwar nicht besonders wahrscheinlich, jedoch würden alle das heutige Reisen erheblich umkrempeln.

- „In zehn Jahren werden mehr als 50% der Schweizer und Schweizerinnen smarte Sprachassistenten (à la Siri, Google Assistant und Alexa von Amazon) täglich benutzen.“
- «YOUR HOTEL IS ARRIVING IN 1 MINUTE»

Das selbstfahrende Auto wird für Touristen das Fortbewegungsmittel der Wahl. Viele schlafen darin, während sie von einer Destination zur nächsten fahren. Teure Hotels und selbst Parkplätze sind unnötig, wenn das Auto die ganze Nacht durchfährt.

- **UBER-SERVICE PUBLIC**

Der Staat nimmt die Aufgabe der Vernetzung zwischen Individuen als kommunikative Service-Public-Aufgabe des 21. Jahrhunderts wahr. Dienste wie Uber, Booking.com oder Airbnb werden vom Staat angeboten, ohne dass 20 Prozent des Umsatzes an eine Silicon-Valley-Firma fließen.

- **SENSOREN**

Daten, die nicht bereits einfach verfügbar sind, müssen gemessen werden. Das wird unter anderem dank dem Internet of Things immer einfacher. Sensoren für alles nur Denkbare werden immer günstiger und verfügen, wie auch immer mehr andere Geräte, über einen Anschluss ans Internet. Dank dem Low Power Network<sup>43</sup> der Swisscom etwa, welches in der Schweiz schon relativ verbreitet ist, ist es möglich, Sensoren, die wenig Datendurchsatz benötigen, sehr energiesparend kommunizieren zu lassen. Das heisst, diese Sensoren können eine lange Zeit mit einer Batterie betrieben werden, brauchen also weder Strom- noch Internetanschluss über ein Kabel.



Die vorstehend gemachten Überlegungen können evtl. auf die Mobilität im Allgemeinen übertragen werden.

## 11.12 Eigene Fahrstreifen für autonomes Fahren



Eigene Fahrstreifen für autonome Autos? Foto: dpa/die welt

<https://www.automagazin.at/mobilitaet-von-morgen-die-zukunft-des-autos/>

Mobilität von morgen – Die Zukunft des Autos, 21.01.2019, Aktuell, Magazin (19.05.2020)

## 11.13 Mobilität der Zukunft

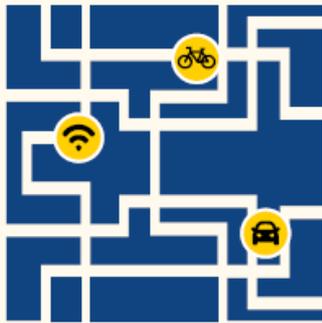
### 11.13.1 Evolution der Mobilität

Die Evolution der Mobilität, Eine Studie des Zukunftsinstituts im Auftrag des ADAC, 2017

- Nach Prognosen der Europäischen Kommission wird der Energiebedarf im Personenverkehr im Jahr 2040 rund ein Viertel unter dem Niveau von 2015 liegen (European Commission 2016).
- Digitale Services werden in Zukunft auch die Art und Weise bestimmen, wie Menschen mobil sind. Digitale Vernetzung wird Teil der Verkehrssteuerung.
- Eine Studie der Strategieberatung Oliver Wyman kommt zu dem Ergebnis, dass durch Shared Mobility im Jahr 2040 die privaten Ausgaben für eigene Autos um 25 bis 30 Prozent gegenüber 2015 zurückgehen werden.
- Inzwischen rüsten alle Hersteller ihre Fahrzeuge mit digital vernetzten Systemen aus und gehen damit einen großen Schritt in Richtung einer flächendeckenden Durchsetzung des Internet of Things in der Automobilität.
- Autonomes Fahren und automatisierte Assistenzsysteme sind damit in den kommenden Jahrzehnten ein wichtiger Schlüssel zu einem Verkehr ohne schwere und tödliche Unfälle.

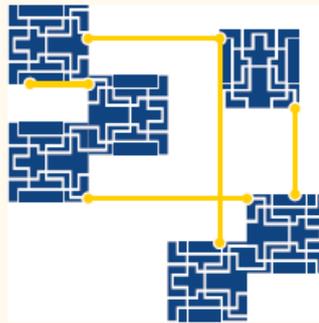
Schematisch lassen sich sechs unterschiedliche Räume (Mobilitätsstrukturen von morgen) unterscheiden, die für die Zukunft der Mobilität besondere Relevanz haben werden.

1. Condensed Space: Städte (z.B. Hamburg, München)
2. Clustered Space: Metropolregionen (z.B. Ruhrgebiet, Rhein-Main etc.)
3. Linked Space: Vorurbane Gebiete (z.B. Frankfurt – Hintertaunus)
4. Lined Space: City-to-City-Verbindungen (z.B. Frankfurt – Köln, Berlin – Wolfsburg)
5. Interspace: Internationale, globale Mobilität (z.B. München – Manhattan, Leverkusen – London)
6. Off-Space: Offsite-Mobilität im ländlichen Raum (z.B. Uckermark)



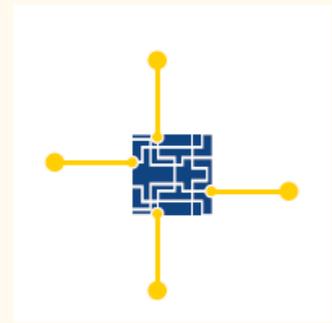
### CONDENSED SPACE

Innerstädtisch-urbane Räume mit hoher Mobilitätsdichte durch öffentlichen und Individualverkehr (z.B. Berlin, Hamburg, München)



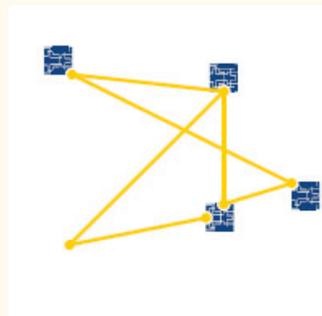
### CLUSTERED SPACE

Metropolregionen und Ballungsräume mit hohem regionalen Verkehrsaufkommen (z.B. Ruhrgebiet, Rhein-Main, Rhein-Ruhr, Großraum Hamburg, München oder Stuttgart)



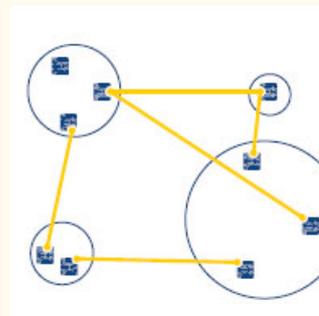
### LINKED SPACE

Verbindungen zwischen vorurbanen Gebieten und Städten, die weit über das unmittelbare Umland und die Vorortgürtel hinaus regionale Einzugsgebiete bilden (z.B. Hintertaunus – Frankfurt, Havelland – Berlin, Eifel – Köln)



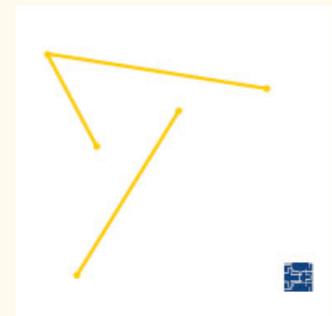
### LINED SPACE

Achsen zwischen Großstädten, die dank schneller, hochfrequenter Verbindungen trotz erheblicher Entfernungen vielfach tägliche Pendlerdistanzen darstellen (z.B. Frankfurt – Köln, Berlin – Wolfsburg, Bremen – Hamburg)



### INTERSPACE

Internationale Mittel- und Langstreckenverbindungen, die dank globaler Vernetzung auch über Metropolen hinaus immer schneller zurückgelegt werden (z.B. München – Manhattan, Leverkusen – London)



### OFF-SPACE

Überwiegend ländlich geprägte Regionen mit gering ausgebauter Verkehrsinfrastruktur (z.B. Uckermark, Wendtland, Rhön, Hunsrück, Schwäbische Alb)

- Vor allem automatisiertes Fahren wird die Effizienz der Fahrzeugnutzung und innerstädtisch-urbaner Verkehrssysteme radikal verändern und für den Durchbruch einer neuen On-demand-Mobilität sorgen. Erweitert um selbstfahrende Fahrzeuge, wird der Nahverkehr so intelligent und komfortabel sein wie heute Taxifahren.

#### Agenda: Handlungsfelder für eine zukunftsweisende Mobilitätspolitik

- Digitale Vernetzung
- Multimodalität und smarte Mobilität
- Mobilität für alle und überall
- Mobiles Arbeiten
- Stadt-Land-Mobilität
- Daseinsvorsorge im ländlichen Raum
- Reisen und Tourismus

### 11.13.2 Das Manifest zur Mobilität der Zukunft.

<https://www.denkfabrikmobilitaet.org/>

Die „Denkfabrik Mobilität“ ist ein unabhängiges Netzwerk und möchte einen Anstoss zur Revolution des Denkens geben und zu einem ganzheitlichen und breiten Diskurs über die Mobilität der Zukunft anregen. Von ihr stammt das „Manifest zur Mobilität der Zukunft“ (2017). Dieses fokussiert auf die Mobilität als Zugang der Menschen zu Optionen, das permanente Verschmelzen von Bedürfnissen mit den Angeboten – konkretisiert zehn Chancen, die sich durch aktive Nutzung moderner Technologien bieten. Mit 10 Chancen (Thesen) zeigen sie auf, wie die Mobilität sich verändern sollte.



Prof. Dr. Thomas Sauter-Servaes, ZHAW School of Engineering, Abteilung Angewandte Mathematik, Physik, Systeme und Operations, ist Gründungsmitglied der „Denkfabrik Mobilität“ und Vorstandsmitglied der Schweizerische Mobilitätsplattform (its-ch). Diese fördert die Modernisierung und Digitalisierung der Verkehrssysteme. Stakeholder von Bund, Kantonen und Städten, aus der Wirtschaft und Forschung, Bildung und von Verbänden setzen sich gemeinsam für eine nachhaltige, ökologische, sichere und effiziente Mobilitätsentwicklung in der Schweiz ein.

Th. Sauter-Servaes ist in verschiedenen Begleitkommissionen von Forschungsprojekten:

- "Selbstfahrende Autos: Handlungsbedarf und -optionen in der Schweiz" (TA-SWISS, 2018, laufend)
- Forschungspaket "Auswirkungen automatisiertes Fahren" (ASTRA, 2018, laufend)
- Forschungspaket "Verkehr der Zukunft" (ASTRA, 2017, laufend)
- Forschungsprojekt "Neue Anforderungen an die Strasse durch veränderte Nutzungsformen und Fahrzeuge mit alternativen Antrieben" (ASTRA, 2015-2017, Präsident der BK)

### 11.13.3 on demand SAL (Stadt, Agglomeration, Land)

<https://www.energieschweiz.ch/page/de-ch/komo-projekte>

ÖV nach Bedarf, Projektdauer: 2018 - 2020

Für den Öffentlichen Verkehr (ÖV) in städtischen Gebieten ist der Einsatz von grossen Fahrzeugen, wie Züge oder Trams, sinnvoll und effizient. In den weniger dicht besiedelten Gebieten, sowie zu Randzeiten oder auf Nebenstrecken, ist dies jedoch nicht kostendeckend. Ein Shuttlebus auf Verlangen ("on demand") kann dazu beitragen, dass der ÖV in unrentablen Gebieten und Zeiten effizienter, aber gleichzeitig auch für Nutzende attraktiver wird.

### 11.13.4 Kombinierte Mobilität mit selbstfahrenden Fahrzeugen

<https://www.energieschweiz.ch/page/de-ch/komo-projekte>

Pilotprojekt in Zug, Projektdauer: 2017 – 2018

<https://www.aargauerzeitung.ch/panorama/selbstfahrender-minibus-in-zug-die-sbb-ziehen-ein-positives-fazit-137805157>

Das gemeinsame «MyShuttle-Projekt» mit Mobility, der Zugerland Verkehrsbetriebe AG (ZVB), dem Tech-cluster Zug und der Stadt Zug hatte das Ziel, den Kundennutzen und die Akzeptanz des selbstfahrenden Fahrzeugs zu ermitteln. Gleichzeitig wurde getestet, wie weit die Technologie im städtischen Verkehr einsetzbar sei und wo die Grenzen liegen würden, fassen die SBB die Ziele des Pilotprojekts in ihrer Mitteilung zusammen.

Der Einsatz des selbstfahrenden Minibusses fand im Mischverkehr statt, was gemäss SBB innerhalb Europas die komplexeste Testumgebung für derartige Fahrzeuge darstellt. Es sei eine bewusst ambitionierte Entscheidung gewesen, um so realistisch wie möglich die Einflussfaktoren auf den Betrieb testen zu können. Gestartet mit einer Fahrzeuggeschwindigkeit im automatisierten Modus von 10 Kilometer pro Stunde, erreichte der selbstfahrende Minibus ab September 2019 bis zu 16 Kilometer pro Stunde.

#### Bei städtischem Verkehr stösst die Technik an Grenzen

Das Projektkonsortium habe während der dreijährigen Gesamtlauzeit des Projektes wertvolle Erfahrungen gewinnen können, schreiben die SBB weiter. So wurde erkennbar, dass die Technologie selbstfahrender Fahrzeuge im Stande ist, ein Fahrzeug mit hoher Präzision zu manövrieren. Bei der Integration in den städtischen Fliessverkehr stösst die Technik aber derzeit noch an Grenzen. So führten beispielsweise Überholvorgänge anderer Verkehrsteilnehmer zu einer Geschwindigkeitsreduktion, wie auch von Fussgängern, die dem Sensorbereich des Fahrzeugs zu nahe kamen.

Die Rückmeldungen der Passagiere zeigten laut SBB ein grosses Interesse am Angebot und ein hohes Vertrauen in das Fahrzeug sowie in die bei jeder Fahrt anwesenden Sicherheitsfahrer. So gaben während den Bevölkerungsfahrten im September über 90 Prozent der Teilnehmenden an, das Shuttle erneut nutzen zu wollen. Trotz des vergleichsweise hohen Automatisierungsgrades des Fahrzeugs ist ein Betrieb ohne Anwesenheit eines Fahrers derzeit nicht möglich. Dennoch konnten 84 Prozent der gefahrenen Kilometer im Betriebsjahr 2019 automatisiert bewältigt werden.

#### Abschlussbericht auf der Astra-Homepage

Um dem Qualitätsanspruch des öffentlichen Verkehrs gerecht zu werden und die Ansprüche der Kundinnen und Kunden zu erfüllen, ist es notwendig, solche automatisierten Angebote in alle Echtzeit-Informationssysteme und Buchungssysteme des öffentlichen Verkehrs anzubinden. Noch sind die Systeme dafür nicht bereit. Der auf der Webseite des Bundesamts für Strassen (Astra) publizierte Abschlussbericht, enthält einen Überblick über die wesentlichen Elemente, die für den Betrieb eines autonomen Shuttles erforderlich sind und beschreibt einige der notwendigen Schritte sowie die Erfahrungen aus dem Einsatz auf der öffentlichen Strasse von Zug.

Im Schlussbericht (<https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/intelligente-mobilitaet/pilotversuche/erkenntnisse-aus-pilotversuchen.html>) wird im Fazit Folgendes festgehalten:

Neben sehr grossem Know-how-Aufbau innerhalb des Konsortiums konnte dieses Pilotprojekt einen wichtigen, schweizweiten Beitrag für das Bewusstsein und die Akzeptanz von selbstfahrenden Fahrzeugen leisten. Das Konsortium empfiehlt, selbstfahrende Fahrzeuge weiter zu fördern, um die Systemgrenzen noch besser kennenzulernen.

Schlussbericht noch nicht verfügbar.

Unter dem Link <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/themen/intelligente-mobilitaet/pilotversuche/erkenntnisse-aus-pilotversuchen.html> sind weitere Pilotversuche aufgeführt.

### 11.13.5 Centre de Transport, EPFL

<https://www.epfl.ch/research/domains/transportation-center/fr/trace-fr/>

Le Centre de Transport de l'EPFL est un organe de liaison entre les laboratoires de l'EPFL et les partenaires industriels et publics, pour tout ce qui relève du transport et de la mobilité, des biens et des personnes.

Les projets de recherche : Véhicules intelligents, modélisation des flux piétonniers, horaires de train, stockage d'énergie, mobilité urbaine. Details dazu sind zu finden unter: <https://www.epfl.ch/research/domains/transportation-center/fr/projets-recherche/>

Es sind viele Themen und Subthemen gelistet, wie z.B.:

- Systèmes de transport
  - Autopartage
  - Gestion du trafic
  - Mobilité urbaine et suburbaine
- Ferroviaire
- Véhicules
  - Véhicules intelligents
  - Marché automobile
  - Ingénierie
- Infrastructures
  - Modélisation 4D de la ville de Sion
  - Feuille de route pour la mise en œuvre du BIM à l'Etat de Genève
  - Exosquelette pour l'assistance à la construction routière
  - Renforcement d'un pont ferroviaire
- Environnement et énergie
  - Surveillance de la pollution en temps réel
  - Plateforme d'interopérabilité entre le Building Information Modeling et le Building Energy Modeling
  - Outil d'analyse du système énergétique de l'aéroport de Genève
  - Comparaison de solutions de stockage dans des batteries de voiture
  - Amélioration des performances de la fracturation hydraulique des réservoirs non conventionnels
  - Récupération d'énergie à partir d'écoulement de fluide pour actionneurs autonomes
  - Crowdsourcing pour la détection de la qualité de l'air
  - Robotique sous-marine et qualité de l'eau
  - Etude de faisabilité pour le projet "Océan poubelle"

Es ist nicht klar, was der Status der einzelnen Themen ist, wie sie finanziert sind oder was deren Laufzeit ist.

#### 11.13.6 Mobilitätsforschung an der ETHZ

Im Januar 2018 wurde von der ETHZ angekündigt, gemeinsam mit den SBB die «ETH Mobilitäts-Initiative» zu lancieren und Forschung und Lehre entscheidend auszubauen (<https://ethz.ch/de/news-und-veranstaltungen/eth-news/news/2018/01/mobilitaets-initiative.html>).

Im neu geschaffenen «ETH Mobilitäts-Center» sollen ETH-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler gemeinsam mit Förderpartnern an technologischen Innovationen forschen. Dazu gehören die Entwicklung von gesamtschweizerischen Simulationsrechnungen für die Mobilität oder die Verbesserung der Rad-Schiene-Interaktion. Für die ersten zehn Jahre wird mit einem Finanzierungsbedarf von ca. 100 Millionen Franken gerechnet. Rund die Hälfte der Kosten soll durch Förderpartner wie die SBB, aber auch weitere Unternehmen, Organisationen, Stiftungen und Privatpersonen gedeckt werden. Die restlichen Kosten trägt die ETH Zürich selbst.

Im ETH Globe, NR. 4/2018, Seite 12) steht dazu Folgendes: Gemeinsam mit der SBB hat die ETH Zürich im Januar 2018 die ETH-Mobilitäts-Initiative lanciert. Die ETH will mit der Wirtschaft und öffentlichen Verkehrsanbietern die Mobilitätsforschung entscheidend ausbauen. Dazu sucht die ETH Zürich Foundation weitere Partner. Im September wurden die ersten im Rahmen der ETH-Mobilitäts-Initiative finanzierten Forschungsprojekte bewilligt. Sie widmen sich dem Potenzial von On-Board Überwachungssystemen für den Zustand der Züge (Eleni Chatzi und Francesco Corman), neuen, sicheren und genauen Zuglokalisierungssystemen (Roland Siegwart und Margarita Chli), Prognosemodellen für den Verschleiss von Eisenbahnradern (Olga Fink) und der zukünftigen Wettbewerbsfähigkeit des Güterverkehrs auf der Schiene (Konstantinos Boulouchos).

Weiterhin gibt es MAS ETH in Mobilität der Zukunft (<https://mas-mobilitaet.mavt.ethz.ch/>).

#### 11.13.7 Move – die Mobilität der Zukunft (Forschung an der Empa)

<https://www.empa.ch/de/web/move>

Nachhaltige Mobilität heisst den Verbrauch fossiler Energieträger sowie den CO<sub>2</sub>-Ausstoss massiv zu senken. Eine Chance bietet die Umwandlung erneuerbarer Elektrizität in entsprechend CO<sub>2</sub>-arme und speicherbare Energieträger wie Wasserstoff oder Methan und deren Nutzung als Treibstoffe für den Individual- und

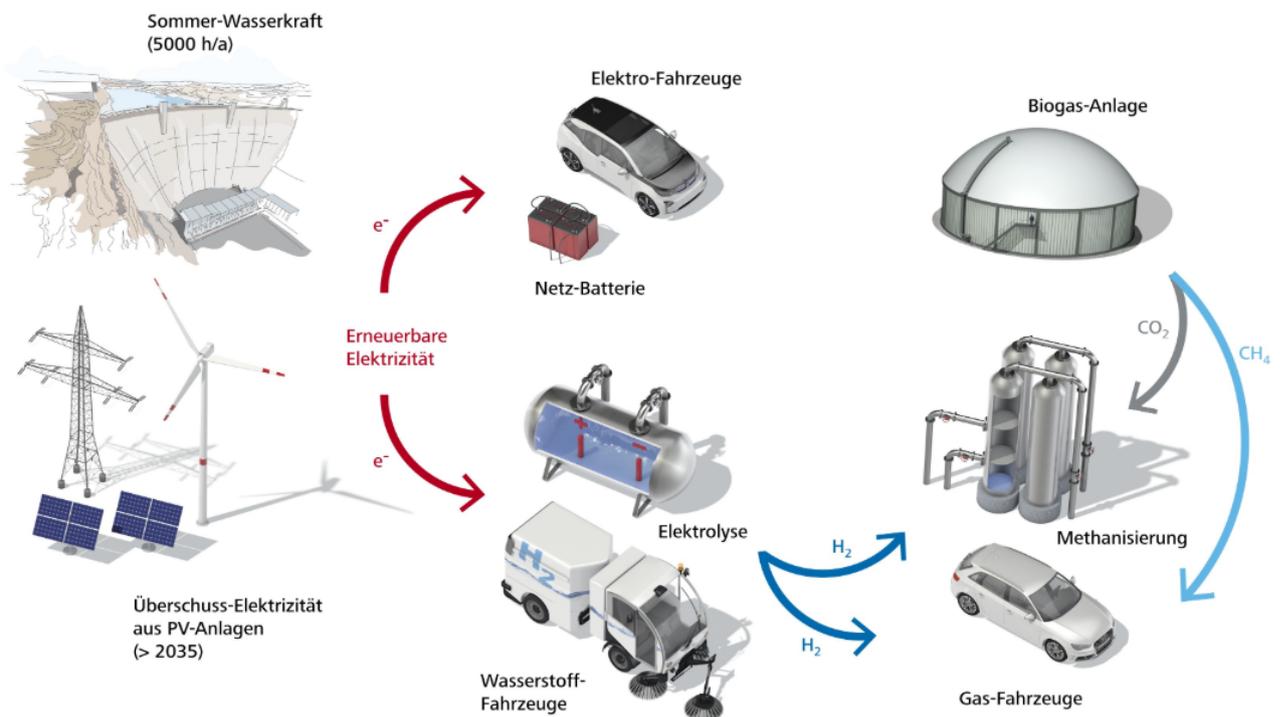
Güterverkehr. Im move zeigt die Empa in Zusammenarbeit mit Partnern aus Forschung, Wirtschaft und öffentlicher Hand, wie die Mobilität der Zukunft ohne fossile Energie funktionieren könnte. Unser Fernziel ist dabei das Schliessen des Kohlenstoffkreislaufs: Das emittierte CO<sub>2</sub> wird dabei wieder «eingesammelt» und in Energieträger zurückverwandelt.

Gemäss der «Neuen Energiepolitik (NEP)» des Bundesamtes für Energie (BFE) sollen 2050 im Personewagenbereich knapp 50% der Laufleistung durch elektrische Fahrzeuge und gut 50% durch Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor erbracht werden.

Der Energieverbrauch der Fahrzeuge soll dabei massiv sinken und zum überwiegenden Teil aus erneuerbarer Energie stammen. Für die Elektromobilität steht dabei die elektrochemische Speicherung von Strom in Netz- oder Fahrzeug-Batterien und die elektrolytische Umwandlung in Wasserstoff für den Einsatz von Brennstoffzellen-Fahrzeugen im Vordergrund. Für verbrennungsmotorische Fahrzeuge soll Strom durch die Umwandlung in synthetische Treibstoffe wie Methan nutzbar gemacht werden. Die Empa orientiert sich bei ihrer Forschung an diesem Szenario.

move, der Demonstrator für die Mobilität der Zukunft, zeigt exemplarisch den gesamten Pfad auf, wie sich erneuerbare Elektrizität, die nicht direkt verbraucht werden kann, für die Mobilität nutzen lässt – in Form von Wasserstoff und in späteren Ausbaustufen in Form von synthetischem Methan und in Netzbatterien. Beim Wasserstoff wird sowohl die reine Nutzung als Treibstoff wie auch die Beimischung zu Erdgas/Biogas betrachtet.

Die Fahrzeuge, die im Rahmen von move-Projekten in der Praxis eingesetzt werden, sind mit den neuesten Antriebskonzepten und -technologien ausgestattet. Nebst der Optimierung der Energieumwandlungs- und speichertechnologien soll move auch aufzeigen, welcher Antrieb sich für welchen «Mobilitätstypus» am besten eignet.



*Elektrofahrzeuge für Kurzstrecken und Stadtfahrten, Wasserstoffantriebe für Busse und Kommunalfahrzeuge, und Gasmotoren für Mittelklasse-Personenwagen und Lieferwagen.*

### 11.13.8 E-Auto vs. Brennstoffzellen-Auto

<https://de.motor1.com/news/403772/vw-elektroauto-brennstoffzelle-wasserstoff/>

VW hat sich bekanntermaßen für das reine Elektroauto und die Batterie entschieden. Als Belege für die Richtigkeit seiner Entscheidung führt VW nun gleich mehrere aktuelle Studien an. So geht das Bundes-Umweltministerium davon aus, dass Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe (E-Fuels) teurer als ein Elektroantrieb bleiben, da für ihre Produktion auch mehr Energie aufgewendet werden muss.

Auch die Initiative Agora Verkehrswende weist darauf hin, dass Wasserstoff und E-Fuels ohne die Verwendung von Ökostrom keine ökologisch sinnvolle Alternative sind. Beim aktuellen und absehbaren Strommix habe das E-Auto die mit Abstand beste Energiebilanz.

Aus der Sicht des Fraunhofer-Instituts werden synthetische Kraftstoffe und Antriebstechnologien wie Wasserstoff in Kombination mit der Brennstoffzelle zwar eine Rolle spielen – allerdings weniger im Pkw-Bereich, als im Langstrecken- und Schwerlastverkehr sowie im Schienen-, Flug- und Schiffsverkehr. Diese Segmente werden erst in späteren Phasen der Energiewende, also jenseits des Jahres 2030, und eng verknüpft mit dem Ausbau erneuerbarer Energien umgestellt.

Die wasserstoffbasierte Brennstoffzellen-Technik hat aus der Sicht von VW einen entscheidenden Nachteil: Sie ist sehr ineffizient – und zwar sowohl hinsichtlich ihres Wirkungsgrads als auch ihrer Betriebskosten. Das bestätigt auch die Studie "Automobilindustrie 2035 – Prognosen zur Zukunft" von der Unternehmensberatung Horváth & Partners, die beide Antriebsarten für E-Autos aus Kundensicht verglichen hat.

VW vergleicht nun die Effizienz der beiden Techniken, wobei aus der Pressemitteilung nicht immer klar hervorgeht, wo aus der Studie zitiert wird und wo Erkenntnisse von VW referiert werden. Wenn VW nicht eindeutig vermerkt, dass aus der Studie zitiert wird, schreiben wir im Folgenden daher "laut VW".

Laut VW verliert man beim reinen (batteriegetriebenen) Elektroauto nur acht Prozent der Energie beim Transport, bevor der Strom im Akku des Autos landet. Beim Umwandeln der elektrischen Energie zum Antrieb des E-Motors gehen noch einmal 18 Prozent verloren. Damit kommt das batteriebetriebene E-Auto je nach Modell auf einen Wirkungsgrad von 70 bis 80 Prozent.

## Wasserstoff und E-Antrieb

Die Wirkungsgrade im Vergleich bei Nutzung von Öko-Strom



Beim Wasserstoff-Auto sind die Verluste deutlich größer: 45 Prozent der Energie gehen bereits bei der Gewinnung von Wasserstoff durch die Elektrolyse verloren. Von den übrig gebliebenen 55 Prozent gehen noch einmal 55 Prozent beim Umwandeln von Wasserstoff in Strom im Fahrzeug verloren. Damit kommt das wasserstoffbetriebene E-Auto nur auf einen Wirkungsgrad von 25 bis 35 Prozent. Bei alternativen Kraftstoffen ist die Effektivität noch einmal deutlich schlechter. Der Gesamtwirkungsgrad liegt hier laut VW bei nur 10 bis 20 Prozent.

Konkret heißt das: Ein Wasserstoff-Auto verbraucht für die gleiche Strecke zwei- bis dreimal mehr Strom als das Batterie-Auto (BEV). Beim Pkw wäre Wasserstoff daher ein schwerwiegender Irrweg, so VW.

Dabei bietet Wasserstoff durchaus vielversprechende Perspektiven – nur eben nicht beim Auto. Die Investitionen sollten sich lieber auf andere Bereiche konzentrieren, in denen sie ökologisch und wirtschaftlich sinnvoll sind: in der Industrie, im Schwerlastverkehr, in Flugzeugen und Schiffen.

Auch jenseits der Umweltbilanz spricht für VW alles für das BEV: Die Technik ist ausgereift, die Zahl der Modelle wächst ständig. Aktuelle Elektroautos liegen laut VW auch bereits auf dem Preisniveau vergleichbarer

Verbrenner. Das Wasserstoff-Auto wird dagegen immer teurer bleiben als das Batterie-Auto – aufgrund der komplexen Technik und der hohen Kraftstoffkosten.

"Und das Thema Langstrecke? Das spielt schon bald keine Rolle mehr. Mit der neuen E-Auto-Generation steigen die Reichweiten auf 400 bis 600 Kilometer, gleichzeitig wird das Laden immer schneller."

Schon heute bezahlen Autofahrer beim Wasserstoff-Auto rund neun bis zwölf Euro je 100 Kilometer, beim Batterie-Auto sind es nur zwei bis sieben Euro je 100 Kilometer (je nach Strompreisen in den einzelnen Ländern). Und das Thema Langstrecke? Das spielt laut VW schon bald keine Rolle mehr. Mit der neuen E-Auto-Generation steigen die Reichweiten auf 400 bis 600 Kilometer, gleichzeitig wird das Laden immer schneller, so VW.

Das Fazit von VW ist eindeutig: Beim Pkw spricht alles für die Batterie und praktisch nichts für den Wasserstoff. Und der Studienleiter Dietmar Voggenreiter von Horváth & Partners fügt die Kernbotschaft seiner Untersuchung hinzu: "Keine nachhaltige Volkswirtschaft kann es sich erlauben, die doppelte Menge an regenerativer Energie zu verwenden, um mit Brennstoffzellen-Pkw anstatt mit Batteriefahrzeugen zu fahren."

Anmerkung: Diese Argumentation ist nur so lange wichtig, als der benötigte Wasserstoff nicht aus erneuerbarer Energie stammt und nicht preisgünstiger hergestellt werden kann.

### **11.13.9 Können selbstfahrende Autos den Zusammenbruch der städtischen Mobilität stoppen?**

Nikolaus Lang, Andreas Herrmann, Markus Hagenmaier, and Maximilian Richter, Can Self-Driving Cars Stop the Urban Mobility Meltdown?, Boston Consulting Group (BCG) and University of St. Gallen (HSG), July 2020.

Although autonomous vehicles (AVs) could transform urban mobility, enthusiasm toward them has cooled—in part because they won't be available at scale soon, and in part because they could exacerbate urban sprawl or traffic volume if they appear independently of suitable regulations and policies. Despite critical skepticism, however, AV pilot programs continue to attract significant investment.

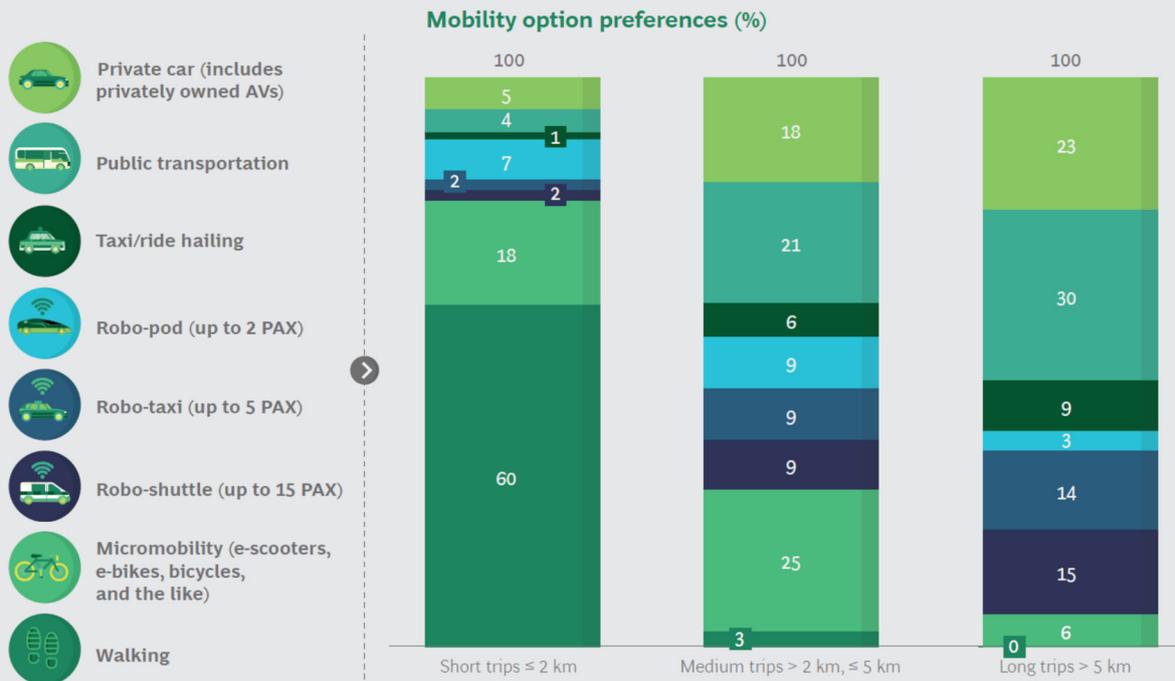
#### Unique Approach

In a one-year study, BCG and the University of St. Gallen examined how AVs could affect different cities in the future. Using data from 40 cities worldwide, researchers defined five common urban archetypes. Then they created a complex simulation tool and modeled how AVs, interacting with other forms of mobility in each archetype, altered the cities' KPIs (key performance indicators). Finally, they interviewed leading experts on the topic.

#### Differentiated View

By simulating different policy-based scenarios, the team found that AVs improved KPIs in many archetypes. Some cities would benefit most from AVs; others would be better off promoting other mobility options. Leveraging these findings, the team has developed recommendations for cities and mobility players to enable them to derive maximum benefits from emerging urban mobility trends and technologies.

EXHIBIT 2 | The Model Factored in Mobility Options and Their Popularity Across Trip Distances



Source: BCG analysis.

Note: Robo-pods, robo-taxis, and robo-shuttles are all types of AVs. PAX = passengers maximum. Because of rounding, the component percentages listed in a particular bar chart may not sum to 100%.

EXHIBIT 5 | The Mobility Index Provides an Overview of the Model's Results

	Highly compact middleweight	Car-centric giant	Prosperous innovation center	Developing urban powerhouse	High-density megacity
Future base case scenario	7	0	25	28	37
Shift from private cars to non-AV modes	82	42	67	67	46
Dominance of micromobility	71	19	61	84	74
Strong push for robo-shuttles	66	71	75	76	100
Strong uptake of robo-pods	18	20	22	20	37

00 Highest positive impact    
 00 High positive impact    
 00 Low positive impact    
 00 Lowest positive impact

Source: BCG analysis.

According to our interviewees, stakeholders must address four key areas in order for AVs to succeed:

Infrastructure. To function properly AVs will require new hard and digitally connected infrastructure, according to 90% of our interviewees. Needed structural improvements include dedicated lanes to separate AVs from other traffic, and sensors to enable selfdriving cars to communicate with their environment. Cities will also have to build charging stations to power up the new vehicles.

Regulations. Effective rules are a prerequisite for successful AV introduction, 85% of our interviewees told us. Policy makers must tackle issues including safety, accident liability, and laws governing road use. Data access and ownership will be another important area. About 87% of those we spoke to said that cities will need to develop data analytics capabilities so they can control and improve how AVs operate. Regulators will also need to consider ethical dilemmas regarding how autonomous systems should respond to an emergency.

Acceptance. In our interviews, 80% of respondents said that public acceptance could suffer, to the detriment of AV adoption, unless cities actively involve customers and city dwellers in pilot projects and incorporate their feedback in municipal AV plans. Although many citizens are willing to give AVs a chance— primarily because it would mean not having to find a parking space—most are

Collaboration. All of our interviewees said that the success of AMoD (autonomous mobility on demand) will depend to a large extent on establishing close partnerships among mobility providers, infrastructure companies, and city authorities. Only by combining key capabilities from all three can AMoD flourish sustainably. “The mobility industry needs to have a much better developed view of what future urban transport solutions should look like. And cities need to understand digital components, software, and data sharing far better than they do today,” says Philipp Rode, executive director of LSE Cities and an associate professorial research fellow at the London School of Economics.

#### **11.14 Nachhaltige Antriebskonzepte und Energieträger**

In der Publikation «Nachhaltige Antriebskonzepte» von Avenir Suisse wird die Zukunft der Autoverkehrs gezeigt, dass nicht das Antriebssystem für die Nachhaltigkeit (CO<sub>2</sub>-Ausstoss) massgebend ist, sondern die Herkunft der für die Mobilität benötigten Energie. Die dafür nötigen Änderungen bei der Energieerzeugung und die Abhängigkeit der Schweiz vom Ausland werden dabei angesprochen. Als Energieträger sind neben Strom (Batterien) auch Wasserstoff (Brennstoffzellen) und synthetischer Treibstoff (Verbrennungsmotoren) wichtig, da diese auch zur Speicherung von Energie benutzt werden können.

#### **11.15 Veloweggesetz für bessere und sicherere Velowege sorgen**

Die Schweizer Bevölkerung hat 2018 dem Bundesbeschluss über die Velowege zugestimmt. Damit hat sie sich für eine Aufwertung der Velowege entschieden. Der Bundesrat hat an seiner Sitzung vom 13. Mai 2020 die rechtlichen Grundlagen zur Umsetzung des neuen Verfassungsartikels geschaffen: Der Bau von Velowegen bleibt Aufgabe der Kantone. Sie haben künftig aber die Pflicht, Velowege verbindlich zu planen und für ein zusammenhängendes und sicheres Velowegnetz zu sorgen.

Damit wird für den Nahverkehr die Nutzung des Velos (und, zumindest ausserorts, auch der E-Bikes) attraktiver.

#### **11.16 Roadmap Elektromobilität 2022**

Elektrofahrzeuge spielen für eine moderne und zukunftssträchtige Mobilität eine Schlüsselrolle. Sie leisten einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der schweizerischen Energie- und Klimaziele. Die Roadmap Elektromobilität 2022 verfolgt das Ziel, den Anteil der sogenannten “Steckerfahrzeuge” (reine Elektroautos und Plug-in-Hybride) bei den Neuzulassungen von Personewagen bis ins Jahr 2022 auf 15 Prozent zu erhöhen.

##### Erarbeitung der Roadmap

Akteure und Stakeholder aus der Automobil-, Elektrizitäts-, Immobilien- und Fahrzeugflottenbranche und deren Verbände sowie Vertreter von Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden wurden eingeladen, sich mit eigenen Massnahmen an der Roadmap zu beteiligen. Kern des Roadmapping-Prozesses war ein Workshop am 15. November 2018 an dem alle Beteiligten ihre Massnahmen vorstellten. Dadurch wurden Synergien ermöglicht, in dem die Akteure Beiträge zu Massnahmen anderer vorschlugen und Allianzen für gemeinsame Massnahmen bildeten. Durch eine Gruppierung und zeitliche Verortung wurden die Massnahmen anschliessend in die Roadmap aufgenommen.<sup>1</sup>

### Rolle der Roadmap

Die vorliegende Roadmap widerspiegelt einen dynamischen Prozess und keinen Top-Down-Masterplan. Sie ist ein Abbild des aktuellen Stands der Arbeiten und wird sich im weiteren Verlauf kontinuierlich verändern. Der Prozess lebt von den Initiativen und Aktivitäten und dem Willen der Beteiligten, rasche Erfolge zu erzielen. Die Roadmap ermöglicht Agilität und kurze Kommunikationswege.

### **11.17 Auto der Zukunft**

<https://www.zeit.de/zeit-wissen/2010/01/Dossier-Auto-der-Zukunft>

Das Auto hat eine Zukunft – wenn die Hersteller den Mut haben, ein paar Dinge zu ändern. Sieben Schritte auf dem Weg aus der Krise, Alexander Stirn, 8. Dezember 2009

#### 4. Gewicht: Abspecken lohnt sich

Als 1974 der erste Golf vom Band rollte, wog er 750 Kilogramm. Heute bringt ein neuer Golf gut 1,3 Tonnen auf die Waage. Andere Marken legten ähnlich zu. Mit der Masse steigt zugleich aber der Benzinverbrauch – pro 100 Kilogramm rechnen Ingenieure mit zusätzlichen 0,3 Litern auf 100 Kilometer.

Ein Vergleich (Basis: via, Mrz/Apr 20, Seite 38-39)

- Das durchschnittliche Gewicht einer Pkw-Batterie liegt bei 318 kg. Es reicht von 160 kg (Mitsubishi i-MiEV) bis zu 600 kg (Tesla Model S).

Im Verhältnis zum Leergewicht ergibt dies ca. 14% beim Mitsubishi (Leergewicht 1125 kg) und 28% beim Tesla (2108 kg/).

[https://www.planet-wissen.de/technik/verkehr/mobilitaet\\_von\\_morgen/pwiedasautovonmorgen100.html](https://www.planet-wissen.de/technik/verkehr/mobilitaet_von_morgen/pwiedasautovonmorgen100.html)

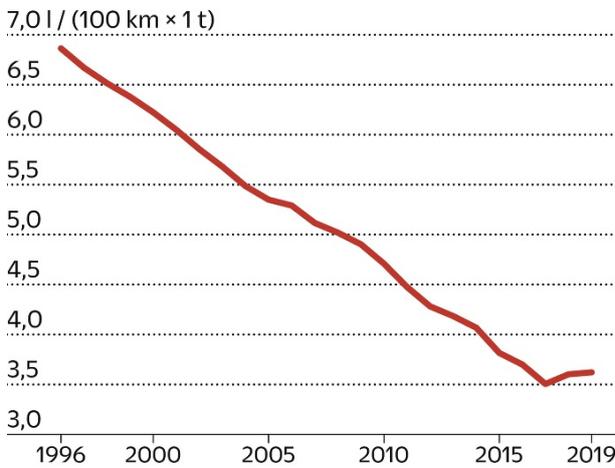
Mobilität von morgen – Das Auto von morgen

- Autos, die von selbst fahren
- Was kommt nach dem Benzin?
- Hybrid: Mischung aus Benzin- und Elektromotor
- Elektroautos: Strom an der Tankstelle
- Knackpunkt: Batterie
- Weitere Alternativen: Wasserstoff, Biogas, Erdgas
- Das Auto wird geteilt
- 

Vergleichen man das oben Gesagte mit den nachfolgenden Bildern ist erkennbar, wie weit wir heute noch von diesen Zielen weg sind (<https://epaper.nzz.ch/#article/8/NZZ%20am%20Sonntag/2020-08-12/45/270052895>, NNZaS, 09.08.2020).

## Effizientere Motoren

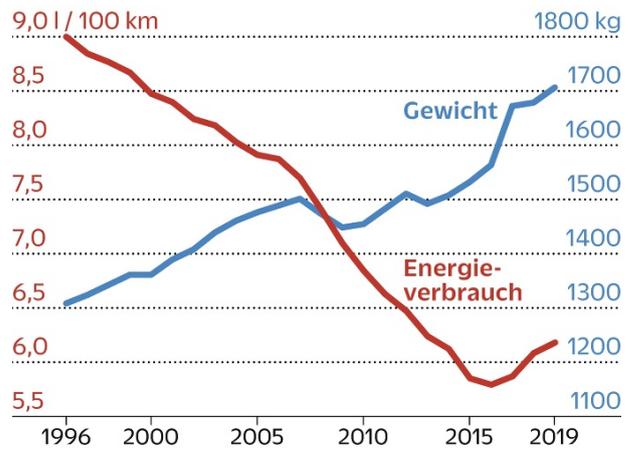
### Benzinverbrauch pro Tonne Fahrzeuggewicht



Quelle: BFE 2020

## Schwerer und sparsamer

### Durchschnittliches Leergewicht und Durchschnittsverbrauch von neuen Personenwagen



Quelle: BFE 2020

## 11.18 Mobilität der Zukunft, Kostenwahrheit u.a.

Fachtagung 2018 der Schweizerische Energie-Stiftung (SES): Mobilität der Zukunft – Vermeiden, verlagern, verbessern, 21. September 2018 (<https://www.energiestiftung.ch/veranstaltung/fachtagung-2018-mobilitaet-der-zukunft.html>)

Mobility Pricing: Wege zur Kostenwahrheit, Dr. Daniel Müller-Jentsch, Avenir Suisse

**TU WIEN** **TUW**

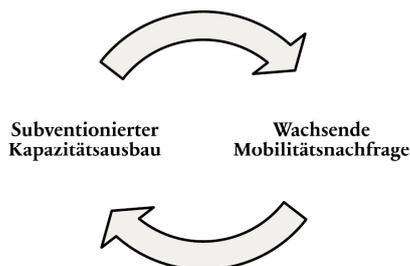
**Vorgaben der Tagung**

Wir leben in einer von Verkehr geprägten Gesellschaft, ein **neues Mobilitätsverhalten** ist unausweichlich. Ziele müssen kurze Wege, weniger und effizientere Fahrten, **fossil- und emissionsfreie Antriebe**, Vortritt für Fussgänger, attraktive Velowege und gut ausgebauter ÖV sein. Die Verkehrswende beinhaltet sowohl eine **Antriebswende** als auch eine **Mobilitätswende**.

**Energiepolitik** ist Verkehrspolitik. Der Verkehr ist einer der grössten Energieverbraucher. Er ist heute fast völlig von fossilen Energieträgern abhängig und ist für einen Drittel des Endenergieverbrauchs verantwortlich. Zudem verursacht er rund einen Drittel der CO<sub>2</sub>-Emissionen der Schweiz. Zur **Energiewende** gehört auch eine **Verkehrswende**

20.09.18 13 H. Knollacher

### Kostenspirale der Schweizer Verkehrspolitik



Jährl. Kosten Transportsystem: Strassenverkehr (71 Mrd. Fr.), Schienenverkehr (11 Mrd. Fr.)

Quelle: BFS, Transportrechnung des Bundes

### Problemzonen der Verkehrspolitik

#### Ökonomie:

- Fehlende Kostenwahrheit: Subventionen führen zu Übermobilität
- Verkehrsspitzen: Ineffiziente Kapazitätsauslastung und Staukosten
- Föderales Wunschkonzert: Fehlallokation staatlicher Investitionsmittel

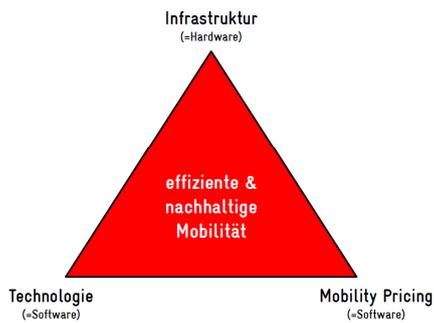
#### Ökologie:

- Hoher Ressourcenverbrauch für Infrastruktur, Rollmaterial, Antriebsenergie
- Klimagasemissionen: Verkehr hat einen Anteil von 33%
- Treiber von Zersiedlung und Flächenverbrauch

#### Gesellschaft:

- Hohe Kosten und Ineffizienzen des Verkehrssystems trägt am Ende der Bürger
- Steuern, Gebühren, Staus, Unfälle, Lärm, Immissionen, Umweltschäden

## Drei Hebel für die Lösung der Verkehrsprobleme



'AVENIR' SUISSE' Mobility Pricing: Wege zur Kostenwahrheit 21.09.2018/DM 6

## Mobility Pricing als Problemlöser

### Prinzipien des Mobility Pricing

- Umschichtung der Verkehrsfinanzierung: von Steuern zu Gebühren
- (1) Benutzerfinanzierung → Kostenwahrheit, Verkehrsvermeidung
- (2) Variable Preise → Glättung der Spitzen, Verkehrslenkung durch Anreize

**Beispiele:** Benzinsteuern, LSVA, Tunnelmaut, Citymaut, allgemeine Strassenmaut, E-Ticketing im ÖV etc.

### Vorteile des Mobility Pricing:

- *Billiger:* Verkehrsvermeidung, bessere Kapazitätsauslastung
- *Effizienter:* weniger Bedarf für neue Infrastruktur
- *Ökologischer:* weniger Staus, weniger Emissionen, weniger Ressourcenverbrauch

'AVENIR' SUISSE' Mobility Pricing: Wege zur Kostenwahrheit 21.09.2018/DM 9

## Aber: Verkehrspolitik noch im Hardware-Modus

### Infrastruktur als bevorzugter Lösungsansatz der Politik:

- Immer neue Milliardeninvestitionen in zusätzliche *Infrastruktur*
- Föderales Wunschkonzert bei der regionalen Verteilung der Mittel

### Software ist die neue Hardware:

- Technologie und Mobility Pricing als Software-Ansätze
- Kostengünstiger, effizienter, smarter, flexibler, schneller, ökologischer

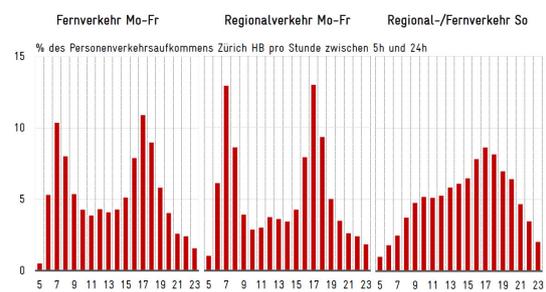
### Disconnect zwischen Verkehrspolitik & neuer Mobilität:

- *Technologie* und *Mobility Pricing* ins Zentrum der Verkehrspolitik rücken
- Politik muss entsprechende Rahmenbedingungen schaffen

→ Zeit für einen Paradigmenwechsel in der Verkehrspolitik.

'AVENIR' SUISSE' Mobility Pricing: Wege zur Kostenwahrheit 21.09.2018/DM 10

## Verkehrsspitzen als zentrales Strukturproblem



'AVENIR' SUISSE' Mobility Pricing: Wege zur Kostenwahrheit 21.09.2018/DM 12

## Beispiele smarte Mobilität: Ungenutzte Bahnkapazitäten

### Problemlage:

- Ungenutzte Sitzplatzreserve von 70-80%
- Reserven in der Netzkapazität durch Abstände zwischen den Zügen
- Eigenfinanzierungsgrad von ca. 40%

### Flächendeckendes E-Ticketing:

- Komfortfaktor des GA (Be-In-Be-Out), aber mit variablen Tarifen
- Bessere Kapazitätsauslastung, Nachfragedrosselung durch mehr Kostenwahrheit
- Holland hat bereits heute ein E-Ticketing-System

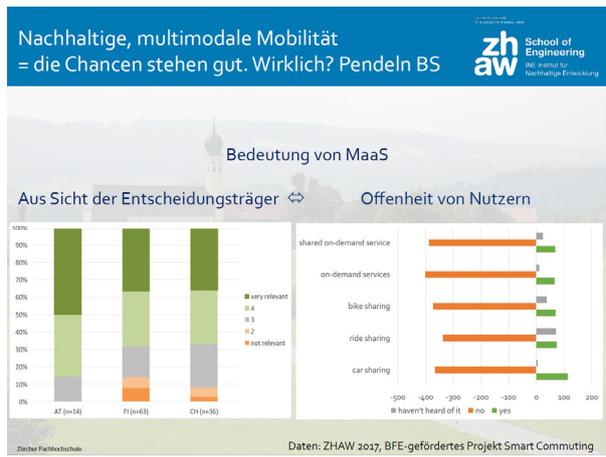
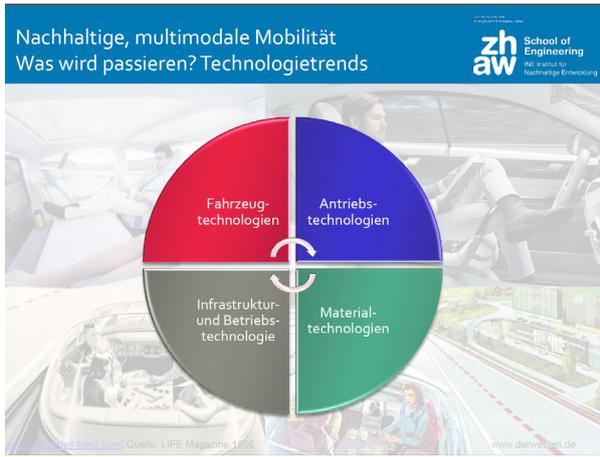
### Vollautomatisierung des Schienenverkehrs:

- Bessere Netzauslastung durch höhere Zugdichte
- Geringere Personalkosten, mehr Sicherheit, geringere Störanfälligkeit

→ Problemlösung: Technologie & Pricing statt Infrastruktur.

'AVENIR' SUISSE' Mobility Pricing: Wege zur Kostenwahrheit 21.09.2018/DM 14

Nachhaltige, multimodale und moderne Mobilitätssysteme, Dr. Merja Hoppe, Leiterin Nachhaltige Transportsysteme, Institut für Nachhaltige Entwicklung, ZHAW



<https://www.infosperber.ch/Umwelt/SBB-Verkehr-boomt---noch-starker-wachsen-seine-Subventionen>

SBB: Der Bahnverkehr wächst auf Pump, 11.03.2020

Fazit: Der Staat subventioniert sowohl den Schienen- als auch den Strassenverkehr jährlich mit Milliardenbeträgen. Damit fördert er das Wachstum des Gesamtverkehrs. Auf der Strecke bleibt die Kostenwahrheit.

swisscleantech

**Mobility Pricing – Nutzungsbezogene Verkehrsabgaben aus Sicht der nachhaltigen Wirtschaft – Policy Brief, Juli 2016**, Franziska Barmettler, Martina Novak & Dr. Christian Zeyer

## Konkrete Schritte für die heutige Verkehrspolitik

Die Elemente des Mobility Pricing können schrittweise eingeführt werden:

Zeitraum	Umsetzungsschritt
Phase0: 2015-2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilot für Mobility Pricing<sup>7</sup>: Kilometertarife für Elektrofahrzeuge einführen, schrittweise anheben (Einführung ab einem gewissen Marktanteil, z.B. ab 2019 steigend)</li> </ul>
Phase 1: 2020-2025	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knappheitspreise bei Strasse und Schiene einführen (örtliche &amp; zeitliche Komponente)</li> <li>• Lenkungswirkung durch Rückverteilung an die Bevölkerung.</li> </ul>
Phase 2: 2025-2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kilometertarif «light» für Strassen einführen. Höhe begleitet die Differenz zwischen Strassenrechnung und Einnahmen, Pauschalabgaben werden gestrichen</li> <li>• Festlegung des Benzinpreises auf den Benzinpreis des Auslandes, verhindert den Tanktourismus (Auslandbenzinaufschlag ABA)</li> </ul>
Phase 3: Ab 2030	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mit Kilometertarif die Vollkosten einpreisen (Infrastruktur, externe Kosten inkl. Raum)</li> <li>• ABA als reine CO<sub>2</sub>-Lenkungsmaßnahme führen</li> <li>• Überschüsse an die Bevölkerung rückverteilen</li> <li>• Mobility Pricing auf der Schiene einführen</li> </ul>

### 11.19 Nationales Personenverkehrsmodell: Neues Planungsinstrument für Raum und Mobilität

<https://www.are.admin.ch/are/de/home/verkehr-und-infrastruktur/grundlagen-und-daten/verkehrsmodellierung/npvm.html>

Wie entwickelt sich der Verkehr in diesem Land? Wer fährt in ein paar Jahren mit welchen Verkehrsmitteln wohin? Solche Fragen interessieren alle, die verkehrs- und raumpolitische Probleme zu lösen haben und über den Ausbau von Strassen oder Velowegen, über neue Bahngleise oder die Siedlungsentwicklung entscheiden: Planerinnen und Planer beim Bund, bei den Kantonen oder Städten zum Beispiel. Um die richtigen Entscheide fällen zu können, brauchen sie dienliche Grundlagen und moderne Arbeitsinstrumente.

Das nationale Personenverkehrsmodell (NPVM) ist ein solches Instrument. Es dient dazu, das Mobilitätsverhalten von Menschen zu analysieren und zu prognostizieren. Unter der Federführung des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) haben Fachleute aus verschiedenen Bundesämtern und externe Expertinnen und Experten während fünf Jahren intensiv daran gearbeitet. Sie haben Daten zusammengetragen und harmonisiert, Verhaltensmuster identifiziert und die Erkenntnisse mithilfe eines Software-Programms so verknüpft, dass es möglich wird, Verkehrsflüsse in verschiedenen Räumen zu analysieren und Perspektiven für die Zukunft zu entwickeln.

Das neue NPVM ist viel genauer als das bisherige nationale Modell, dies vor allem in drei Bereichen:

1. Aus rund 3000 → Verkehrszonen in der Schweiz sind rund 8000 geworden. Gleichzeitig sind auch Quartierstrassen und alle Fahrpläne des ÖV im Modell abgebildet. Dies erlaubt einen viel detaillierteren Blick auf die einzelnen Regionen und damit genauere Aussagen über das, was verkehrspolitisch angesagt ist.

2. Das NPVM deckt alle → Verkehrsträger und Wechselwirkungen zwischen ihnen ab. Neu sind auch die Kapazitäten im ÖV und ein Velonetz in das Modell integriert.

3. Auch bezüglich Personengruppen und → Fahrtzweckbeziehungen ist das neue Modell sehr genau: Es ermittelt auf Basis von über 100 verschiedenen → Personengruppen, wie viel Verkehr entsteht – bezogen beispielsweise auf das Alter oder die Art der Erwerbstätigkeit. Wohnen–Arbeiten oder Einkaufen–Wohnen sind zwei Beispiele der 26 Fahrtzweckbeziehungen.

Dieses Dokument stellt die verschiedenen Elemente des NPVM vor. Wer mehr oder Genaueres wissen will, taucht ein in die Internetseite (Anm.: <https://www.are.admin.ch/are/de/home/verkehr-und-infrastruktur/grund->

[lagen-und-daten/verkehrsmodellierung/npvm/einfuehrung.html](#)). Dort sind die Grafiken interaktiv und die interessierte Leserin, der interessierte Leser kann sich weitergehende Informationen sowie einen technischen Bericht oder die Daten herunterladen.

Insgesamt ist dieses neue Modell ein Meilenstein für alle, die sich mit Verkehrs-, Umwelt- und Energiepolitik oder mit Raumentwicklung beschäftigen – und damit mit unserer Zukunft.

## **11.20 Pauschaltarife wie das GA und die Autobahnvignette gehören abgeschafft**

NZZ, 25.07.2019

### Kostenwahrheit fehlt

Eine wichtige Ursache der Verkehrszunahme liegt jedoch im System selbst: Das Schweizer Strassen- und Bahnnetz ist insgesamt ausserordentlich leistungsfähig und sein Gebrauch für die einzelnen Nutzer ausgesprochen günstig. Trotz allen Klagen über angeblich zu hohe Billetttarife oder vermeintlich zu hohe Verkehrssteuern und Treibstoffabgaben – der Verkehr ist zu einem grossen Teil durch öffentliche Mittel finanziert und staatlich subventioniert.

Überdies tragen nicht die Nutzer viele von ihnen verursachte externe Kosten, sondern unbeteiligte Dritte, die Allgemeinheit oder künftige Generationen. Es sind dies quantifizierbare Lasten in Form von Lärm, Luftverschmutzung, CO<sub>2</sub>-Ausstoss und Gebäudeschäden, Kosten in Form von Umweltschäden, Verlust an Landschaften und Artenvielfalt oder Kosten in Form von Gesundheitsbeeinträchtigungen, Unfällen, Spitalaufenthalten und Produktionsausfällen. Keine Nutzergruppe des Verkehrs auf Strasse und Schiene bezahlt die von ihr verursachten Kosten vollumfänglich selbst, wie aus der im April veröffentlichten Statistik «Kosten und Finanzierung des Verkehrs» hervorgeht.

Im Schienenverkehr berappen die Nutzer über Abos und Tickets gerade einmal 46 Prozent der verursachten Kosten. 43 Prozent bezahlt hingegen die öffentliche Hand. Das sind direkte Subventionen von 4,7 Milliarden Franken jährlich. 10 Prozent oder rund eine Milliarde Franken bleiben ungedeckt und werden der Allgemeinheit überbürdet.

Beim Strassenverkehr übernehmen die Nutzer 86 Prozent der Kosten über diverse staatliche Abgaben. 2 Prozent oder 1,4 Milliarden bezahlt die öffentliche Hand. Und 12 Prozent beziehungsweise 8,6 Milliarden Franken jährlich fallen als externe Kosten der Allgemeinheit zur Last. Eine Untersuchung des Bundesamts für Raumentwicklung hat für 2016 ergeben, dass im schweizerischen Verkehrssystem inklusive Luft- und Schifffahrt externe Kosten von 13,3 Milliarden Franken jährlich ungedeckt bleiben, fast drei Viertel davon verursacht durch den motorisierten Individualverkehr.

### Falsche Mengenrabatte

Einerseits ist es ökonomisch stossend, wenn Preise für Güter und Dienstleistungen unter den tatsächlichen Kosten liegen, weil immer jemand anderes als der Nutzniesser einen Teil trägt. Andererseits ist Kostenwahrheit eine Grundvoraussetzung für ein ökonomisches Verhalten, denn auf Preissignale reagieren die Menschen. Das Fehlen der Kostenwahrheit und die damit einhergehende Verbilligung sind bei Verkehrsentscheidungen Anreize zu einer Mengenausweitung, zu einer Übermobilität mit den bekannten Folgen wie Ressourcenverbrauch, Umweltbelastung, Zersiedelung, Staus und überfüllten Zügen.

Weil die Nutzer von Auto und Bahn nicht die vollen verursachten Kosten tragen, fahren sie mehr, als sie sonst würden, sind öfter und weiter unterwegs, entscheiden sich für längere Pendlerstrecken. Das Vielfahren und Weiterpendeln wird mit verschiedenen zusätzlichen Verbilligungen gefördert: Das Generalabonnement für den öffentlichen Verkehr wirkt wie ein Mengenrabatt. Man bezahlt einmal, und je mehr man danach fährt, desto billiger wird die einzelne Fahrt.

Auch Strecken- und Verbundabos, Tageskarten, Saisonpässe und gar das Halbtax-Abo haben diese Flat-Rate-Wirkung. Gleiches gilt für die Autobahnvignette und die kantonalen Verkehrsabgaben – einmal einen Pauschaltarif bezahlen und dann das ganze Jahr unbeschränkt freier Konsum. Und nicht zuletzt wirkt auch der Pendlerabzug für die Arbeitswegkosten in der Steuererklärung in Richtung längerer Distanzen.

### Kapazitäten besser nutzen

Öffentliche Investitionen, Subventionen, steuerliche und tarifliche Vergünstigungen fachen das Verkehrswachstums mit an. Alle paar Jahre kommt das System so an die Belastungsgrenze und muss wiederum mit Milliardeninvestitionen ausgebaut werden. Dabei würden die Kapazitäten auf Schiene und Strasse insgesamt gut ausreichen. Überlastet sind die Autobahnen nur an wenigen neuralgischen Punkten und meist nur in zwei bis drei Spitzenstunden morgens und abends, wenn alle gleichzeitig unterwegs sind.

Auch die Bahnen sind über die Woche gesehen nur zu einem Drittel ausgelastet und fahren die meiste Zeit des Tages halb leer umher. Aus ökonomischer Sicht ist es daher hochgradig ineffizient und teuer, die Kapazitäten von Strasse und Schiene stets so zu erweitern, dass sie noch der spitzesten Spitze der Belastung genügen, aber sonst ungenutzt brachliegen. Statt die durch das günstige Verkehrsangebot herbeigeführte Verknappung an Verkehrskapazität in einer potenziell endlosen Spirale zu erweitern und damit das Vielfahren attraktiver zu machen, wäre es sinnvoll, mehr auf die Kostenwahrheit im Verkehr zu setzen.

Dies würde dann heissen: Die Preise im privaten und öffentlichen Verkehr auf Strasse und Schiene müssten die vollen Kosten decken, sich dynamisch nach Angebot und Nachfrage richten und damit auch die temporäre Knappheit an Verkehrskapazität einbeziehen. Im Strassenverkehr wie im Bahnverkehr sollten alle Pauschaltarife wie das GA, die Autobahnvignette und die Verkehrsabgaben abgeschafft und ersetzt werden durch eine leistungsabhängige und dynamische Preisgestaltung. Bei den Motorfahrzeugen müsste sie sich nach den gefahrenen Kilometern und dem Schadstoffausstoss richten und auch danach, ob man zu Stosszeiten oder zu Randzeiten unterwegs ist. Beim Bahnverkehr müssten die Tarife ebenfalls rein nach der Distanz, nach der Nachfrage auf der jeweiligen Linie und nach der Tageszeit berechnet werden.

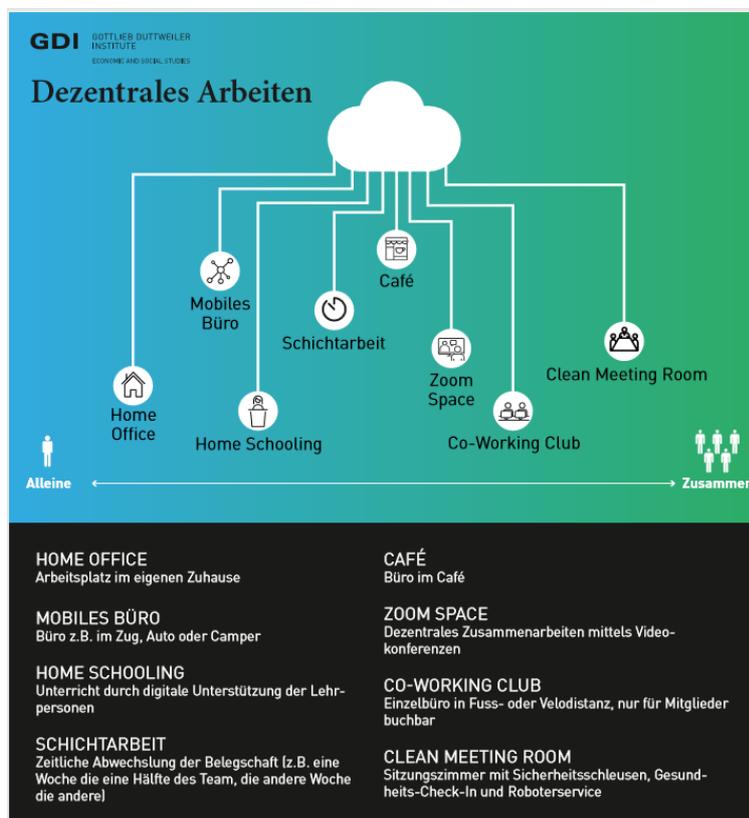
Dann gilt bei Bahn und Auto: Wer selten und wenig fährt, bezahlt weniger als der Vielfahrer. Wer viel Verkehrsraum beansprucht, bezahlt mehr, als wer wenig beansprucht. Wer einen Verbrennungsmotor fährt, bezahlt mehr, als wer umweltfreundlich fährt. Wer in Randzeiten ausweicht, bezahlt weniger, als wer die Verkehrsinfrastruktur zu Spitzenzeiten nutzt. Mit solchen Schritten hin zu mehr Kostenwahrheit könnten die Verkehrsspitzen geglättet, die Nutzung der Verkehrsinfrastruktur optimiert und das Wachstum gebremst werden. Dann könnten auch die Investitionen im Verkehrssystem dorthin fließen, wo sie wirklich noch nötig sind.

## 11.21 Die Zukunft der Arbeit: Das Büro ist in der Cloud

GDI, 14.05.2020

[https://www.gdi.ch/de/publikationen/trend-updates/die-zukunft-der-arbeit-das-buero-ist-der-cloud?utm\\_source=newsletter\\_200514DE&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=arbeit](https://www.gdi.ch/de/publikationen/trend-updates/die-zukunft-der-arbeit-das-buero-ist-der-cloud?utm_source=newsletter_200514DE&utm_medium=email&utm_campaign=arbeit)

Technisch betrachtet sei die Zukunft der Arbeit schon lange da, schreibt GDI-Forscher Stefan Breit. Aufgrund der Corona-Pandemie folge jetzt der Mind-Shift. Remote werde neu zum Standard, on-site zur Ausnahme. Eine Infografik zeigt, wie und wo wir in Zukunft arbeiten werden.



## 11.22 Kosten der Mobilität

Im Editorial zum Bericht des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE) „Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs in der Schweiz Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehr 2017“ vom Juni 2020 (<https://www.are.admin.ch/kosten-nutzen>) sind die folgenden Ausführungen von Dr. Ulrich Seewer, Vizedirektor, des ARE zur Frage „Welche Folgekosten verursacht die Mobilität?“ zu lesen:

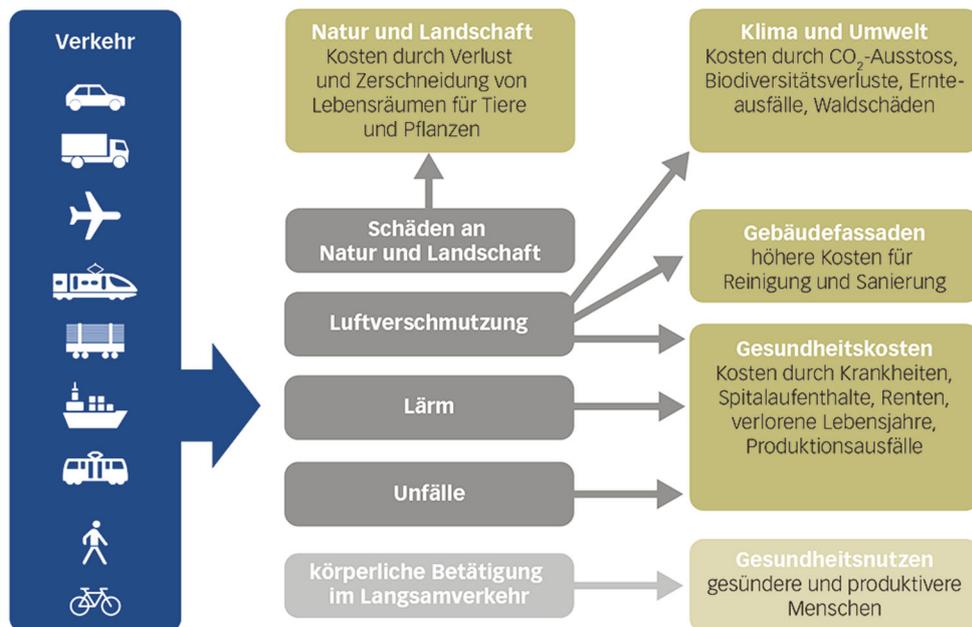
„Ein gut funktionierendes Verkehrssystem ist für unsere Gesellschaft unabdingbar. Es ermöglicht den Austausch von Waren und Dienstleistungen sowie die Personenmobilität. Dadurch entstehen für unsere Gesellschaft grosse Nutzen. Aber was kostet uns diese Mobilität?“

**Anmerkung:** Es liegt im Interesse einer nachhaltigen Entwicklung der Schweiz, dass die Nutzerinnen und Nutzer aller Mobilitätsangebote die von ihnen verursachten Kosten vermehrt selber tragen.

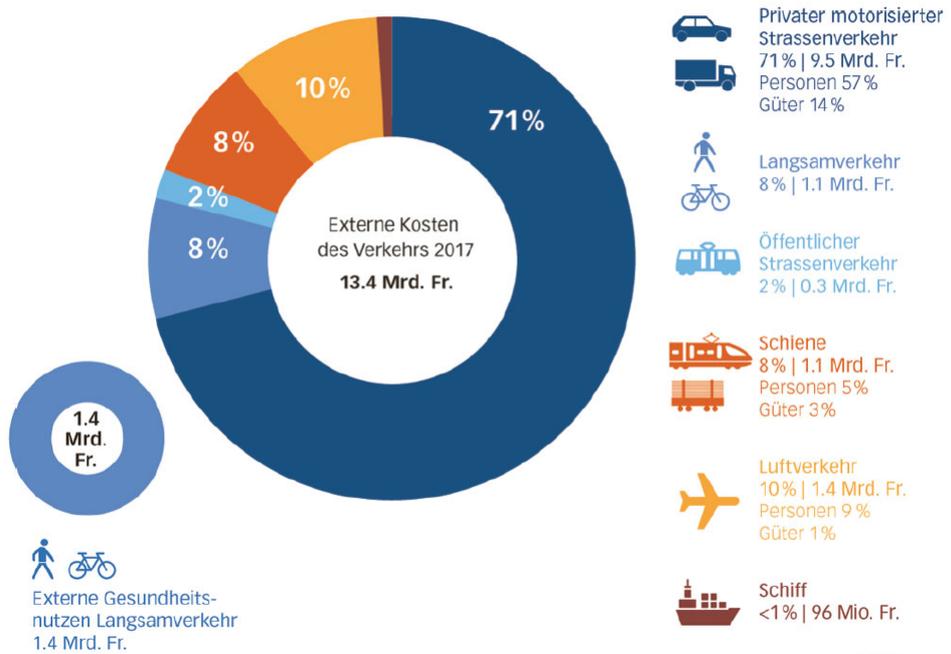
Während der Nutzen grösstenteils direkt bei den Verkehrsteilnehmenden anfällt, wird ein beträchtlicher Teil der Kosten dieses Gesamtsystems und seinen Auswirkungen nicht von den Verursacherinnen und Verursachern selbst getragen. Diese Broschüre widmet sich diesem Teil der Kosten, der in den Bereichen Umwelt, Unfälle und Gesundheit anfällt und von Dritten, der Allgemeinheit oder zukünftigen Generationen bezahlt wird, den sogenannten externen Kosten. Da wir diese Kosten nicht selber tragen, sind wir weiter und häufiger unterwegs, als wenn wir den vollen Preis selber bezahlen müssten. Im Jahr 2017 betragen die externen Kosten der Mobilität in der Schweiz rund 13.4 Milliarden Franken und wurden insbesondere durch Luftverschmutzung, Lärm, CO<sub>2</sub>-Ausstoss und Unfälle verursacht. Ein Grossteil der externen Kosten entsteht durch den privaten motorisierten Strassenverkehr. Externe Nutzen der Mobilität, die durch das zu Fuss gehen und Velo fahren entstehen, werden ebenfalls ausgewiesen. Diese Aktivitäten generieren, neben dem persönlichen Nutzen für die zu Fussgehenden und Velofahrenden selber, einen beträchtlichen Gesundheitsnutzen für die Allgemeinheit. 2017 übertrifft dieser die externen Kosten bei den zu Fussgehenden um 457 Millionen Franken. Würden sie für den Nutzen entschädigt, den sie der Allgemeinheit stiften, gäbe dies einen Anreiz, häufiger und damit in einem volkswirtschaftlich optimalen Ausmass zu Fuss zu gehen.

Ein Beispiel für die Berücksichtigung respektive teilweise Internalisierung von externen Kosten ist die 2001 eingeführte leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe (LSVA), bei deren Festsetzung auch die externen Kosten einbezogen werden. Die LSVA hat wesentlich zur Effizienzsteigerung und Verlagerung des Schwerverkehrs beigetragen. Es liegt im Interesse einer nachhaltigeren Entwicklung der Schweiz, dass die Nutzerinnen und Nutzer aller Mobilitätsangebote die von ihnen verursachten Kosten vermehrt selber tragen.

### Auswirkungen des Verkehrs auf Umwelt und Gesundheit



## Gesamte externe Kosten und Nutzen des Verkehrs 2017

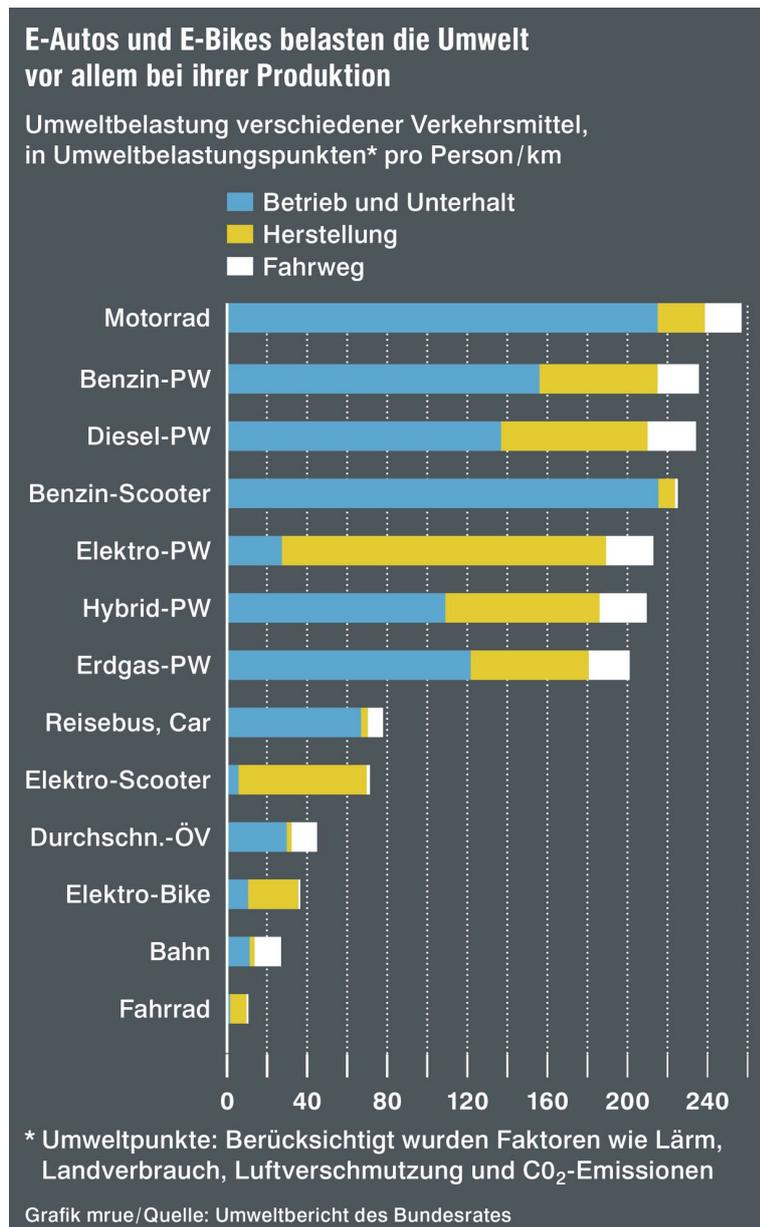


## 11.23 Weitere Stichworte

- Individualisierter ÖV
- Für die lokale Mobilität im urbanen Bereich hat heute der Fussgängerverkehr eine grosse Bedeutung. In Zukunft ist das Potenzial von kleinen E-Fahrzeugen wie E-Trotinett, E-Scooters, E-Bikes, E-Roller etc. zu nutzen und in die Verkehrsströme besser zu integrieren. → Eigene und sicherere Fahrspuren
- Falsche Anreize, z.B. Mengenrabatte, abschaffen (GA, Halbtax etc.).
- Drohntaxi (Nutzung Luftraum für lokalen/regionalen Personaltransport).
- Kritik an E-Autos: Feinstaubemission bleibt erhalten (Pneuantrieb) und CO<sub>2</sub>-Ausstoss für deren Produktion ist höher als bei konventionell angetriebenen Autos. Erst nach mehreren zehntausend gefahrenen Kilometern wird die CO<sub>2</sub>-Bilanz besser. Bei schweren Autos dauert dies wesentlich länger als leichteren Fahrzeugen. Zudem ist das Löschen von Batteriebränden schwierig und nur mit extrem viel Wasser möglich. Besondere Gefahren ergeben sich in Tunnels und Tiefgaragen <sup>1)</sup>. Die nachfolgende Grafik zeigt einen Vergleich,

<sup>1)</sup> Brennende Elektroautos machen Garagen zu Giftzonen  
Werden E-Autos in Tiefgaragen falsch aufgeladen, kann die Batterie entflammen. Die Folge: Die hochgiftigen Dämpfe verteilen sich in den Geschossen.  
<https://www.tagesanzeiger.ch/wissen/technik/der-tunneleffekt-von-elektroautos/story/18428589>

Im Rahmen von neueren Untersuchungen (<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-80082.html>) wurde festgestellt, dass Batteriebrände von Elektroautos nicht gefährlicher sind als jene von brennenden Autos mit konventionellem Antrieb, dass aber das Kühlwasser bei Batteriebränden giftig ist und nur nach einer Vorbehandlung in die Kanalisation abgeleitet werden darf und die Kontamination von Spezialisten durchgeführt werden sollte.



*E-Bikes sind schlechter als ihr Ruf, Tagesanzeiger, 19.12.2018*

<https://www.tagesanzeiger.ch/schweiz/standard/das-vermeintlich-gruene-geschenk/story/11223777>

Vor kurzem wurde berichtet (z.B. Aargauer Zeitung, 17.07.2020), dass der Bund eine Extrapur für volle Autos prüft, umso Fahrgemeinschaften zu fördern. Ob dies zielführend ist, darf hinterfragt werden. Ohne solche Eingriffe und effizienter ginge es, wenn die Verkehrsteilnehmer mit den von ihnen verursachten Kosten direkt belastet würden (→ Kostenwahrheit). Dies würde wohl die Bildung von Fahrgemeinschaften fördern.

In der Medienmitteilung vom 17.08.2020 der LITRA "Elektrobusse im öffentlichen Verkehr - freie Fahrt zur Erreichung der Klimaziele" (<https://litra.ch/de/aktuelles/medienmitteilung-elektrobusse-im-offentlichen-verkehr-freie-fahrt-zur-erreichung-der-klimaziele/>) wird festgehalten, dass der öffentliche Verkehr noch energieeffizienter und klimafreundlicher werden muss, damit die Klimaziele der Schweiz erreicht werden können und, dass es dazu aber bisher keine übergeordnete Planung gäbe, wie diese Ziele erreicht werden können.

## 12. Wasser

### 12.1 Zustand und Entwicklung Grundwasser Schweiz – Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA, Stand 2016

Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern, 2019

#### Abstracts

Die Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA ist das gemeinsame Monitoringprogramm von Bund und Kantonen, das die Grundwasser-Quantität und -Qualität landesweit an rund 600 Messstellen erfasst. Der vorliegende NAQUA-Bericht zeigt, dass vor allem Nitrat und Rückstände von Pflanzenschutzmitteln die Grundwasser-Qualität nachhaltig beeinträchtigen. Auch künstliche, langlebige Substanzen aus Industrie, Gewerbe und Haushalten sind im Grundwasser, der wichtigsten Trinkwasserressource der Schweiz, nachweisbar. Betroffen sind vor allem die Grundwasservorkommen im intensiv landwirtschaftlich genutzten und dicht besiedelten Mittelland. Da sich Grundwasser nur langsam erneuert, kommt vorausschauenden Massnahmen zu Schutz und Erhalt der Grundwasserressourcen besondere Bedeutung zu.

#### Vorwort

....

Grundwasser erneuert sich nur langsam und so findet man noch heute schwer abbaubare Substanzen im Grundwasser, die bereits seit vielen Jahren verboten sind, wie z. B. das bereits seit 2007 nicht mehr zugelassene Herbizid Atrazin. Umso wichtiger ist daher, problematische Entwicklungen frühzeitig zu erkennen und die Grundwasserressourcen vorausschauend und vorsorgend vor Einträgen von Fremd- und Schadstoffen aus Landwirtschaft, Gewerbe, Industrie sowie dem Siedlungsgebiet zu schützen. Auch die Auswirkungen des Klimawandels auf Grundwassermenge und -temperatur gilt es im Auge zu behalten und zu antizipieren.

#### 12.1.1 3.3.1 Modul QUANT (Quantität)

Grundwasserstände und Quellabflüsse

Im Modul QUANT wird die Grundwasser-Quantität in charakteristischen Grundwasservorkommen der Schweiz anhand der Grundwasserstände und Quellabflüsse langfristig erfasst. Die Erhebungen erlauben eine Einschätzung des Zustandes und der Entwicklung der Grundwasser-Quantität auf Landesebene sowie allfälliger Auswirkungen des Klimawandels auf die Grundwasserressourcen. Aussagen zur lokalen und regionalen Grundwasserverfügbarkeit – insbesondere für die Trinkwasserversorgung – lassen sich daraus dagegen nicht ableiten.

#### 12.1.2 5.5 Analyse → Auswirkungen Klimaänderung tendenziell gering

Hydrologische Klimastudien wie CH2014 und NFP61 (2015) prognostizieren, dass im Sommer zukünftig häufiger Trockenperioden auftreten werden, während im Winter leicht höhere Niederschlagsmengen und eine steigende Schneefallgrenze zu einer verstärkten Grundwasserneubildung führen dürften. Die Studien gehen zudem tendenziell davon aus, dass infolge der Klimaänderung die Häufigkeit und Intensität von Starkniederschlägen langfristig zunehmen werden. Damit dürfte es in schnell reagierenden Karst- und oberflächennahen Lockergesteins-Grundwasserleitern häufiger zu kurzfristig hohen Grundwasserständen und Quellabflüssen kommen. Gemäss CCHydro (BAFU 2012) werden sich die Wasserressourcen der Schweiz, einschliesslich der Grundwasserressourcen, in Zukunft jedoch insgesamt nur geringfügig verändern. Lokal bis regional könnten aber infolge Verschiebung der saisonalen Verteilung der Niederschläge und Abflüsse vermehrt Engpässe in der Wasserversorgung auftreten.

#### 12.1.3 Chlorothalonil-Metaboliten im Trinkwasser

Die Bedeutung der Mikroverunreinigung wurde der Öffentlichkeit im letzten Jahr bewusst. Dass Quellen stillgelegt werden mussten, überraschte.

BAFU, 12.05.2020

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/dossiers/chlorothalonil-metaboliten-im-grundwasser.html>

Im Dezember 2019 hat das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) alle Abbauprodukte («Metaboliten») des Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffs Chlorothalonil als Trinkwasser-relevant eingestuft. Für diese Stoffe gilt somit ein Höchstwert von 0.1 Mikrogramm pro Liter für Trinkwasser, der in diesem Fall auch für das Grundwasser als Grenzwert gültig ist. Nun hat das Bundesamt für Umwelt BAFU eine erste landesweite Einschätzung der Belastung im Grundwasser vorgenommen. Sie zeigt: Die Konzentrationen mehrerer Chlorothalonil-Metaboliten überschreiten diesen Grenzwert im Grundwasser des Mittellandes grossflächig und führen somit zu einer erheblichen Verunreinigung. Etwa die Hälfte der Kantone sind betroffen.

Der SVGW nimmt dieses Thema auf und führt am Donnerstag, 28. Mai 2020, ein Webinar zum Thema «Chlorothalonil-Metaboliten im Trinkwasser» durch.

#### **12.1.4 Kunststoffe in der Umwelt:**

BAFU, 14.05.2020

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/dokumentation/medienmitteilungen/anzeige-nsb-unter-medienmitteilungen.msg-id-79088.html>

Kunststoffe gehören nicht in die Umwelt. Dennoch gelangen in der Schweiz jedes Jahr rund 14'000 Tonnen Kunststoffe in die Böden und Gewässer – hauptsächlich durch den Abrieb und die Zersetzung von Kunststoffprodukten sowie durch die unsachgemässe Entsorgung von Kunststoffabfällen. Am 14. Mai 2020 hat das Bundesamt für Umwelt (BAFU) eine Übersicht über die Umweltbelastung durch Kunststoffe veröffentlicht. In einem nächsten Schritt wird das BAFU zusammen mit den betroffenen Branchen Massnahmen zur Verminderung dieser Verschmutzung vorschlagen. Zur Kunststoff-Thematik hat das Parlament mehrere Vorstösse angenommen.

Die grössten Quellen für Mikroplastik (Partikel kleiner als 5 mm) sind der Abrieb und die Zersetzung von Kunststoffprodukten, vor allem von Autoreifen, Kunststofffolien und weiteren Produkten aus der Bau- und Landwirtschaft. Mikroplastik, das bewusst Produkten zugefügt wurde (z.B. Reibkörper in Kosmetika) oder durch den Faserabrieb beim Waschen synthetischer Textilien ins Abwasser gelangt ist, belastet vor allem Oberflächengewässer. Makroplastik (Partikel grösser als 5 mm sowie Kunststoffabfälle) gelangt vor allem durch Littering und falsch entsorgte Kunststoffprodukte in die Umwelt. Die unsachgemässe Entsorgung von Kunststoffverpackungen und Plastiksäcken im Grüngut ist beispielsweise eine wichtige Quelle von Kunststoffen in den Böden. Wird Makroplastik nicht entfernt, zersetzt es sich nach und nach zu Mikroplastik. Daneben gelangen Kunststoffe mit dem Regenwasser und über die Luft in Böden und Gewässer - oder mit unbehandeltem Abwasser in Flüsse und Bäche. Dank der Abfallentsorgung und der Reinigung des öffentlichen Raums, der Strassenentwässerung und Abwasserbehandlung lassen sich bedeutende Mengen an Kunststoffen zurückhalten. Gemäss aktuellem Wissensstand gelangen viel mehr Kunststoffe auf und in die Böden als in die Gewässer.

#### **12.2 Wasserführung und Abflussregime der Fliessgewässer**

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/zustand-der-gewaesser/zustand-der-fliessgewaesser/wasserfuehrung-und-abflussregime-der-fliessgewaesser.html>

Das Wasserangebot in der Schweiz ist im Prinzip gross und von natürlichen Faktoren wie der Witterung oder Vergletscherungsgrad abhängig. In der Schweiz sind die Wassermengen in den Fliessgewässern aber vielerorts durch die Wasserkraftproduktion beeinflusst. Als Folge des Klimawandels wird die Verfügbarkeit von Wasser in Trockenphasen künftig regional eingeschränkt sein. Das BAFU überwacht Wasserführung und Abflussregime der Schweizer Gewässer.

- Jahreszeitliche Schwankungen
- Aktuelle Lagebeurteilung und Hochwasserwarnungen
- Einfluss der Wasserkraftnutzung
- Restwasserkarte
- Schwall-Sunk
- Folgen des Klimawandels (→ Kapitel 12.2.1)

##### **12.2.1 Folgen des Klimawandels für den Wasserhaushalt**

Der Klimawandel beeinflusst den gesamten Wasserkreislauf. Sowohl die ober- wie auch die unterirdischen Gewässer sind dadurch Veränderungen bezüglich Wassermenge und -qualität unterworfen. Dies hat direkte Auswirkungen auf die Wasserkraft, die Wasserversorgung, die Siedlungsentwässerung, die Schifffahrt, die Landwirtschaft, die Ökologie und die wasserbedingten Naturgefahren.

##### **12.2.2 Klimaänderung und Hydrologie**

Der Klimawandel beeinflusst den gesamten Wasserkreislauf. Sowohl die ober- wie auch die unterirdischen Gewässer sind dadurch Veränderungen bezüglich Wassermenge und -qualität unterworfen. Dies hat direkte Auswirkungen auf die Wasserkraft, die Wasserversorgung, die Siedlungsentwässerung, die Schifffahrt, die Landwirtschaft, die Ökologie und die wasserbedingten Naturgefahren.

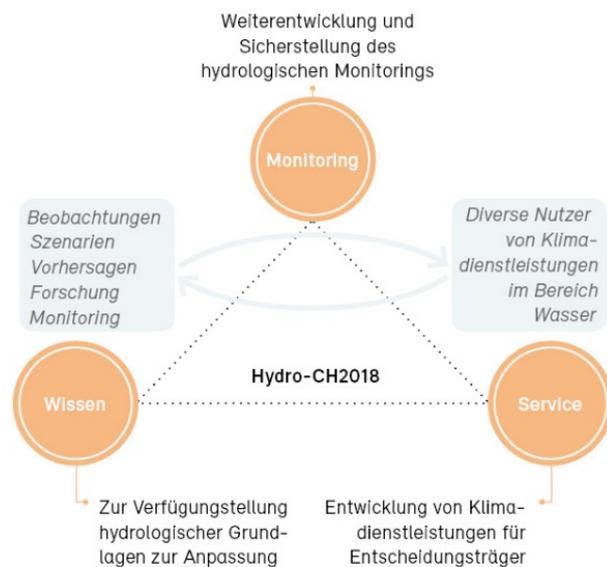
→ NCCS: Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel

→ NCCS: Wasserwirtschaft

### 12.2.3 Hydrologische Grundlagen zum Klimawandel

Der Themenschwerpunkt Hydro-CH2018 des NCCS widmet sich den Wasserressourcen und deren zukünftiger Entwicklung. Ziel ist, die notwendigen hydrologischen Grundlagen zur Anpassung zur Verfügung zu stellen.

Der Klimawandel beeinflusst den gesamten Wasserkreislauf. Dabei ändern sich die zeitliche und örtliche Verfügbarkeit von Oberflächen- und Grundwasser sowie auch die Wasserqualität und Gewässerökologie. Betroffen sind zahlreiche Wirtschaftsbereiche wie Wasserkraft, Wasserversorgung, Siedlungsentwässerung, Hochwasserschutz, Tourismus, Schifffahrt und Landwirtschaft. Um Massnahmen zu erarbeiten, mit denen sich die Schweiz an diese Veränderungen anpassen kann, müssen die Prozesse des Wasserkreislaufs und deren Entwicklung besser erfasst und verstanden werden. Dies erfordert nicht nur das kontinuierliche Monitoring der Veränderungen im Wasserkreislauf, sondern auch das Verständnis der zentralen physikalischen und chemischen Prozesse und deren Zusammenspiel. Das Programm Hydro-CH2018 erhebt deshalb unter der Leitung der Abteilung Hydrologie des BAFU und in Zusammenarbeit mit den führenden Forschungsinstitutionen die hydrologischen Grundlagen zum Klimawandel in der Schweiz.



#### Ziele

Hydro-CH2018 erarbeitet eine aktuelle Wissensgrundlage über die Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserkreislauf und die Wasserwirtschaft. Die soll in der Folge zielgruppenspezifisch den betroffenen Bereichen zur Verfügung gestellt werden, um die Anpassung an den Klimawandel im Wasserbereich zu unterstützen.

Der Themenschwerpunkt Hydro-CH2018 bezweckt insbesondere:

- das Erstellen von hydrologischen Szenarien, basierend auf den neuen Klimaszenarien CH2018
- die klimaspezifische Weiterentwicklung und Sicherstellung des hydrologischen Monitorings
- die Vertiefung des hydrologischen Prozessverständnisses
- die Bereitstellung der wissenschaftlich-technischen Grundlagen, welche für die Anpassungsmassnahmen notwendig sind

### 12.2.4 Synthesebericht

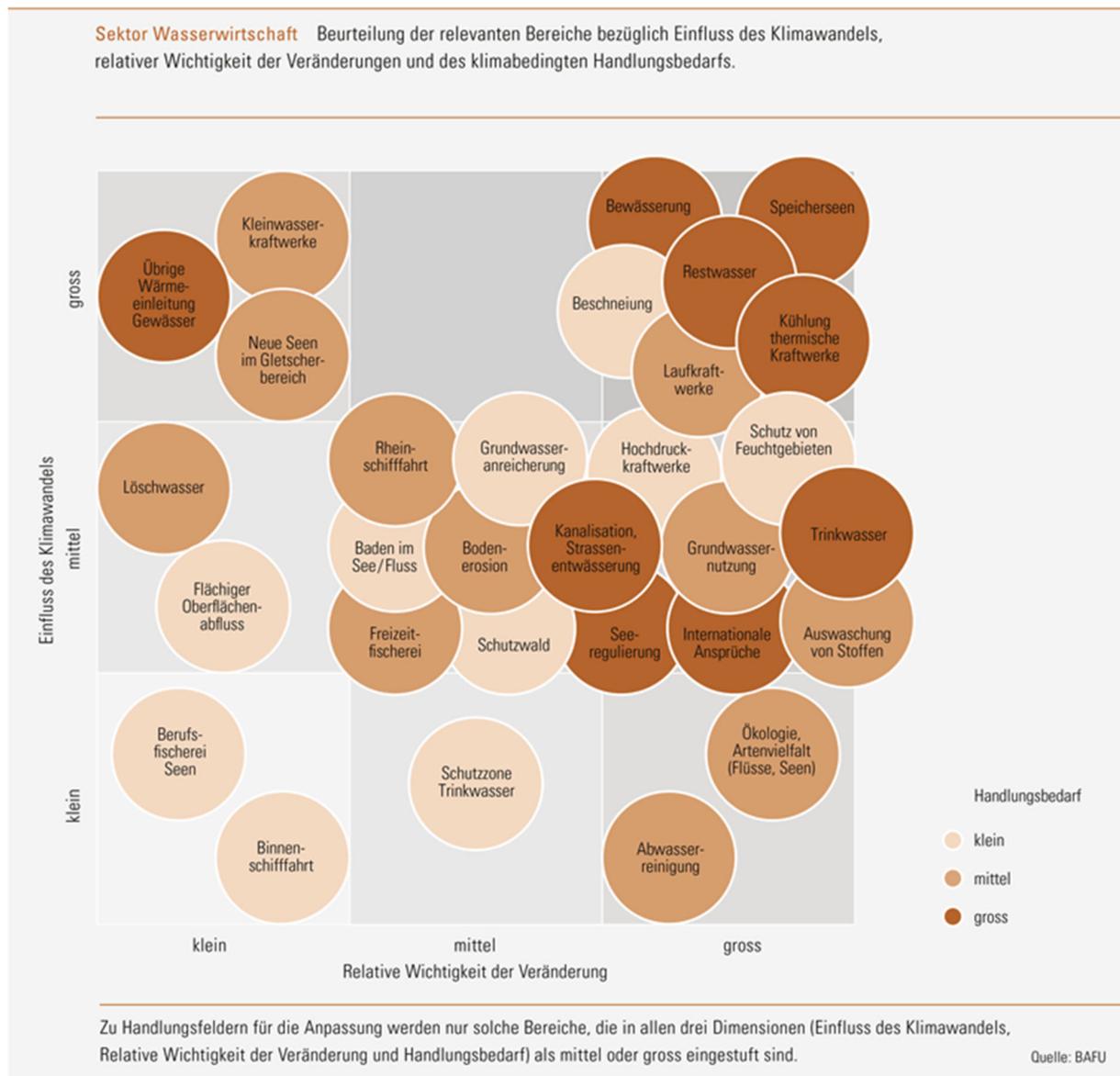
Dieser Bericht soll eine anwendergerechte Synthese des aktuellen Wissenstandes im Bereich der Hydrologie und der Wasserwirtschaft sowie Empfehlungen zur Anpassung an den Klimawandel liefern (erscheint 2020).

Zu verschiedenen Themen werden Studien verfasst, welche den aktuellen Stand des Wissens bzw. Wissenslücken aufzeigen sollen. Keine dieser Studien befasst sich direkt mit den Folgen auf die schweizerische Trinkwasserversorgung bzw. auf das dann nötige Netz.

In Bezug auf die Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft wird auf das private Institut International water affairs mit Sitz in der Schweiz hingewiesen. Auf deren Webseite sind keine Angaben zu laufenden Projekt etc. zu finden.

### 12.2.5 Wasserwirtschaft

Der Klimawandel beeinflusst den gesamten Wasserkreislauf. Sowohl die ober- als auch die unterirdischen Gewässer sind dadurch Veränderungen bezüglich Wassermenge und -qualität unterworfen. Dies hat direkte Auswirkungen auf den Wasserhaushalt und auf die Wasserwirtschaft.



Eine übergeordnete Koordination der Wasserwirtschaft hat bisher gefehlt. Die Anpassung an den Klimawandel ist eine Herausforderung, welche neue, übergreifende Konzepte erfordert. Um die oben genannten Ziele erfolgreich umsetzen zu können, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein:

- Ein gesamtheitliches Verständnis der Wasserwirtschaft muss geschaffen werden: Die Wasserwirtschaft befasst sich mit allen menschlichen Einflüssen auf die Ressource Wasser und Gewässer sowie den zugehörigen Infrastrukturen. Sie umfasst alle zielgerichteten Tätigkeiten, welche dem Gewässerschutz, der Gewässernutzung sowie dem Schutz vor dem Wasser dienen.
- Ein Paradigmenwechsel von einem vorwiegend bedarfsorientierten zu einem mehr angebotsorientierten Wassermanagement ist erforderlich: Statt Wasser einfach zu nutzen, muss dieses zukünftig nachhaltig bewirtschaftet werden.
- Die institutionellen Voraussetzungen für die Ermöglichung und Förderung einer integralen Gewässerbewirtschaftung sind zu schaffen. Mit dem Dokument «Einzugsgebietsmanagement – Leitbild für die integrale Bewirtschaftung des Wassers in der Schweiz» ist ein erster Schritt getan.

Die Kenntnisse der quantitativen Auswirkungen des Klimawandels auf den Wasserhaushalt und das Abflussgeschehen sind noch ungenügend. Deshalb ist eine Fortführung und Stärkung der Messnetze und der Klima- bzw. Klimafolgenmodellierung im Bereich Wasser unerlässlich.

→ Es ist ein Wasserressourcenmanagement nötig!

### 12.3 Grundlagen für die Wasserversorgung 2025 – Risiken, Herausforderungen und Empfehlungen

BAFU, Bern, 2014

#### Abstracts

Die Resultate des Projekts zeigen, dass bei rechtzeitiger und umsichtiger Planung und Nutzung in der Schweiz trotz Klimawandel auch in Zukunft genügend Wasser in der erforderlichen Qualität vorhanden sein wird, um die Bedürfnisse nach Trink-, Lösch- und Brauchwasser (inkl. landwirtschaftliche Bewässerung) zu decken. Notwendig sind eine intelligente Verteilung des zur Verfügung stehenden Wassers und eine Erhöhung der Wasserversorgungssicherheit. Dazu muss der Kanton seine Ressourcen und die bestehenden Nutzungen kennen. Weiter trägt die Werterhaltung der Wasserinfrastrukturen zur Versorgungssicherheit bei.

### 12.4 Ergebnisse des NFP 61 "Nachhaltige Wassernutzung" (2008 – 2014, 12 Mio. CHF)

<http://www.snf.ch/de/fokusForschung/nationale-forschungsprogramme/nfp61-nachhaltige-wassernutzung/Seiten/default.aspx>

Das Nationale Forschungsprogramm "Nachhaltige Wassernutzung" (NFP 61) erarbeitete wissenschaftliche Grundlagen und Methoden für einen nachhaltigen Umgang mit den Wasserressourcen, die unter zunehmendem Druck stehen. Das NFP 61 untersuchte die von den klimatischen und gesellschaftlichen Veränderungen hervorgerufenen Auswirkungen auf diese Ressource und identifizierte die Risiken und zukünftigen Konflikte, die mit ihrer Nutzung verbunden sind. Es entwickelte Strategien für ein nachhaltiges und integrales Wasserressourcen-Management.

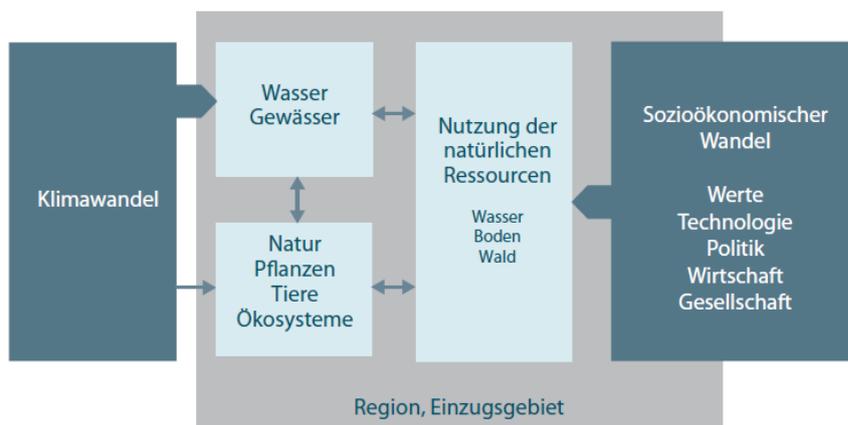


Abb. 1: Wasser, Gewässer und Wassernutzung im Kontext.



Abb. 37: Zielsystem für nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft für Bewertungen (Wie gut wird jedes Ziel erreicht? Wie wichtig sind die Ziele für die Akteure?).

#### 12.4.1 Was ändert sich im Wasserhaushalt der Schweiz?

##### Häufiger regionale Wasserknappheit

Die Schweiz hat auch in Zukunft über alles gesehen genügend Wasser. Weniger Sommerniederschläge und geringere Schneeschmelze können aber regional und zu gewissen Zeiten vermehrt zu Wasserknappheit führen. Höhere Wassertemperaturen beeinträchtigen die Wasserqualität. Als Folge der massiven Bautätigkeit fallen in bestimmten Regionen Flächen für die Grundwassergewinnung weg. Die Erschließung von Karstwasservorkommen kann zwar lokal Entlastung bringen, löst aber das Grundproblem nicht.

Das NFP 61 hat festgestellt, dass in den alpinen Gebieten der Klimawandel für den Wasserhaushalt der Zukunft prägend ist; in den ausseralpinen Gebieten jedoch hat der sozioökonomische Wandel, insbesondere das Wirtschafts- und das Siedlungswachstum, meist ein grösseres Gewicht für die Wasserwirtschaft als der Klimawandel.

##### Schwindende Gletscher und neue Seen

Der Klimawandel wird vor allem im Hochgebirge rasch sichtbar: Rund 90% des in der Schweiz vorhandenen Eises wird höchstwahrscheinlich bis zum Ende des 21. Jahrhunderts wegschmelzen. Gletscher ziehen sich in Höhen von über 4000 m zurück. Es entstehen Hunderte kleine und auch einige grosse neue Seen im Hochgebirge. Ihr Gefahrenpotenzial ist erheblich. Sie bieten aber auch Chancen für den Tourismus und die Wasserkraftnutzung.

##### Zunehmende Trockenheit

Heisse und trockene Sommer mit wenig Niederschlag könnten in Zukunft häufiger auftreten. In einzelnen Regionen kann es zu Wasserknappheit kommen. Neue im NFP 61 entwickelte Methoden und Instrumente ermöglichen die Früherkennung von Trockenheit ([www.drought.ch](http://www.drought.ch)). Sommertrockenheit und Niedrigwasser und damit zusammenhängend die Erwärmung der Gewässer können zum Problem werden für den Gewässerschutz und das Grundwasser, dies besonders in Gebieten mit Siedlungs- und Nutzungsdruck.

### Konflikte nehmen zu – Zusammenarbeit ist gefragt

Die erwähnten Veränderungen verschärfen die Konflikte um Schutz und Nutzung des Wassers zwischen den verschiedenen – legitimen – Interessen. Um die Nachhaltigkeit der Wassernutzung in der Schweiz zu stärken, braucht es eine engere Zusammenarbeit zwischen den Wassersektoren, wie z.B. Gewässerschutz, Hochwasserschutz, Wassernutzung, und über den Wasserbereich hinaus. Der Fachausschuss dazu heisst «Integriertes Wassermanagement» (IWM). Integriertes Wassermanagement bedeutet auch Zusammenarbeit zwischen den politischen Einheiten Gemeinden und Kantone, denn IWM darf nicht an Gemeindegrenzen Halt machen, sondern muss entlang von Bächen und Flüssen und in deren Einzugsgebieten umgesetzt werden.

### **12.4.2 Wo besteht Handlungsbedarf?**

#### Übergeordnete Wasserpolitik: Grundsätze und Empfehlungen

Das NFP 61 zeigt deutlich die Bedeutung von drei Grundsätzen:

- 1 Zukunftgerichtete Rahmenbedingungen: Die Politik setzt die Rahmenbedingungen für Schutz und Nutzung der Gewässer. Da sich die Konflikte verschärfen, sind klare Rahmenbedingungen umso wichtiger.
- 2 Langfristiger Horizont: Infrastrukturen im Wert von vielen Milliarden Franken müssen unterhalten und erneuert werden. Entscheide ziehen grosse Investitionen nach sich und prägen die Strukturen für viele Jahrzehnte. Eine sorgfältige und breit abgestimmte, vorausschauende Planung ist unerlässlich.
- 3 Umfassende Betrachtung: Die traditionelle Wasser- und Gewässerpolitik kann allein nicht für eine nachhaltige Wassernutzung sorgen: Auch die Raumentwicklungs-, die Energie-, die Landwirtschafts- und die Tourismuspolitik müssen einbezogen werden.

Das NFP 61 empfiehlt:

- Der Bund sollte seine meist gut aufgestellten sektoralen Wasserpolitiken (Gewässerschutz, Hochwasserschutz, Wassernutzung usw.) im Hinblick auf die kommenden Herausforderungen stärken. Dazu braucht es auch eine bessere Koordination mit den übrigen betroffenen Politikbereichen wie z.B. Raumordnung, Energie und Landwirtschaft, aber auch mit den Kantonen und der Wasserwirtschaft. Eine nationale Wasserstrategie könnte hierzu einen geeigneten Rahmen bilden.
- Gestützt darauf sollten die Kantone eigene Wasserstrategien erarbeiten und ihre Gesetzgebung und Verwaltungsorganisation überprüfen, damit eine optimale Abstimmung und langfristige Planung aller Wassersektoren möglich ist. Damit soll auch der Rahmen für eine nachhaltige Wassernutzung abgesteckt werden und ein integriertes Wassermanagement in den Einzugsgebieten und Regionen gefördert werden. Klare Vorgaben geben Rechtssicherheit für die Akteure, die für die Umsetzung von Massnahmen verantwortlich sind.
- Integriertes Wassermanagement (IWM) ist primär in jenen Einzugsgebieten voranzutreiben, wo die Koordination und der Interessenausgleich besonders wichtig sind. Hierzu braucht es ein Impulsprogramm des Bundes für das IWM. Die Kantone führen ein flächendeckendes Grobscreening durch und erstatten dem Bund Bericht, wo es IWM-Projekte braucht. Wenn nötig sind hierfür die gesetzlichen Grundlagen anzupassen. Die Umsetzung des IWM soll dann Sache der Kantone sein. Diese sollen dabei durch den Bund unterstützt und begleitet werden. Nötig sind auch zusätzliche Fördermittel von Bund und Kantonen für Pilotprojekte, die Zukunftsthemen aufgreifen. Eine systematische Erfolgskontrolle sollte vom Bund in Zusammenarbeit mit der Forschung sichergestellt werden.
- Staatliche Anreize und Instrumente sind in allen Politikbereichen zunehmend auf die Ziele der nachhaltigen Wassernutzung und der langfristigen Vorsorge abzustimmen respektive dafür zu nutzen.
- Eine nachhaltige Wassernutzung und insbesondere IWM-Projekte brauchen langfristige Datenreihen zu Hydrologie, Wassernutzungen und Nutzungsrechten. Bund und Kantone müssen zu ihren entsprechenden Monitoringsystemen Sorge tragen und sie bei Bedarf punktuell ergänzen.

#### Raumordnungspolitik und Siedlungswasserwirtschaft

Die wachsende Siedlungsfläche bedroht in Grundwasserzonen den Betrieb von Trinkwasserfassungen, da die notwendigen Schutzzonen und Schutzmassnahmen nicht mehr gewährleistet werden können. Der Klimawandel beeinflusst zudem die saisonale Wasserverfügbarkeit wie auch die Wasserqualität, dies auch im Grundwasser. Der Rückgang der Gletscher in den Alpen führt zu neuen Bedingungen und Gefahren im Hochgebirge. Wo im Jura, im Mittelland und in den Voralpen Sommertrockenheit und Niedrigwasser drohen, braucht es Mut zu griffigen raumplanerischen und ökonomischen Massnahmen.

Das NFP 61 empfiehlt:

- Bestehende Wasserleitungen und Abwasserkanäle, die eine Lebensdauer von 50 oder noch mehr Jahren haben, müssen den zukünftigen Verhältnissen mit wahrscheinlich höheren Niederschlagsintensitäten angepasst und instand gehalten werden.
- Die mittel- und langfristige Planung der Wasserinfrastrukturen soll Unsicherheiten infolge begrenzter Daten und zukünftiger Entwicklungen berücksichtigen und die verschiedenen Akteure der Siedlungswasserwirtschaft in den Planungsprozess einbeziehen.
- Hierzu sollten Instrumente und Methoden wie beispielsweise die multikriterielle Entscheidungsanalyse (MCDA) zur Unterstützung der Infrastrukturplanung des NFP 61 weiterentwickelt und eingesetzt werden: Sie ermöglichen einen Übergang vom problembasierten «Reparieren» zum vorausschauenden Planen der Infrastrukturen.
- Es braucht eine umfassende Analyse der heutigen und der künftigen Nutzungen und der nutzbaren Wasserressourcen (Quantität und Qualität), und zwar überregional auf der Ebene von Einzugsgebieten.
- Auf dieser Situationsanalyse basierend sollten Risikogebiete mit einem potenziellen Ungleichgewicht zwischen Wasserdargebot und -bedarf identifiziert werden. Insbesondere für diese Risikogebiete sollte eine Planung der Wasserressourcenbewirtschaftung erfolgen, um aktuelle und künftige Nutzungskonflikte zu vermeiden, zu lösen – oder falls erforderlich – die richtigen Prioritäten zu setzen. Dazu müssen die vom Bund begonnenen Umsetzungsarbeiten der Empfehlungen zur Wasserversorgung 2025 und zum Postulat von Nationalrat H. Walter zu «Wasser und Landwirtschaft» zügig vollendet werden.
- Um neuen Naturgefahren im Gebirge zu begegnen, müssen Bergkantone und -gemeinden jetzt handeln, denn raumplanerische, organisatorische und bauliche Massnahmen zur Anpassung brauchen Zeit. Veränderungen der Gletscher und in ihrem Umfeld sind zu beobachten und das Gefahren- und auch Nutzungspotenzial von neu entstehenden Seen ist fallweise zu beurteilen.

Auch einige der Empfehlungen für die Landwirtschaftspolitik, Energiepolitik und Tourismuspolitik betreffen die Infrastruktur.

		Herausforderungen								Akteure					
		Zunehmende Trockenperioden	Steigende Wassertemperaturen	Zunehmende Starkniederschläge	Zunehmende Hochwasserereignisse	Alternde Infrastrukturen	Bevölkerungs-, Siedlungs- und Wirtschaftsentwicklung	Institutionelle Rahmenbedingungen	Andere Herausforderungen	Bund	Kantone	Gemeinden	Betreiber	Verbände	Forschung
		Handlungsbedarf Ja/Nein	Ja	Ja/Nein	Ja/Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Handlungsoptionen	Infrastrukturen	Förderung eines «zweiten Standbeins»	■							■	×		×	×	
		Förderung eines umfassenden Infrastrukturmanagements			■					×	■	■	×	×	
		Verbesserung der mittel- und langfristigen Planung	■								■		×	×	
		Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen	■		■	■				×	■	■	×	×	
		Förderung flexibler Infrastrukturen	■								×		×	■	×
		Förderung der Aufrüstung und/oder Zusammenlegung von ARAs	■							■	×		×	×	
	Wasserressourcen	Förderung von Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)									■	×		×	×
		Verbesserung im Vollzug des planerischen Grundwasserschutzes								×	■	×		×	
		Förderung einer Wasserressourcen-Bewirtschaftung(splanung)	■	■						×	■	×			
		Regionale und integrale Betrachtung								×	■	×			
		Verbesserung der Koordination								■	■				
	Wissen	Verbesserung der Raumplanung								×	■	×			
		Verbesserung der Entscheidungsgrundlagen	■	■	■	■				■	×	×	×	×	×
		Monitoring	■	■	■	■				■	×	×	×	×	×
		Verbesserung der Wissensintegration, Förderung des Wissens- und Erfahrungsaustauschs	■	■	■	■				■	×	×	×	×	×
Prüfung des Potentials natürlicher und künstlicher Wasserspeicher		■			■				×	■	■		×	×	
Verbesserung des Prozessverständnisses	■							×	×			×	■		

Tab. 4: Einflussmatrix: Welchen Herausforderungen kann mit welchen Handlungsoptionen und unter Federführung welcher Akteure begegnet werden? (Synthesebericht 3)

Handlungsoptionen		Ziele einer nachhaltigen Siedlungswasserwirtschaft						
		Hohe Generationengerechtigkeit (1)	Guter Gewässerschutz (2)	Gute Wasserversorgung (3)	Sichere Abwasserentsorgung (4)	Hohe soziale Akzeptanz (5)	Geringe Kosten (6)	Effiziente Ressourcennutzung (7)
Infrastrukturen	Förderung eines «zweiten Standbeins»	+	+	+	o	+/-	-	+/-
	Förderung eines umfassenden Infrastrukturmanagements	+	+	+	+	+/-	+/-	+
	Verbesserung der mittel- und langfristigen Planung	+	+	+	+	+	+/-	+
	Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen	+	o	+	o	+/-	-	o
	Förderung flexibler Infrastrukturen	+	+	+/o/-	+	+/-	+/-	+
	Förderung der Aufrüstung und/oder Zusammenlegung von ARA	-	+	o	+	+/-	+/-	+/-
	Förderung von Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS)	+	+/-	o	+	+/-	+/-	+
Wasserressourcen	Verbesserung im Vollzug des planerischen Grundwasserschutzes	+	+	+	o	+	+/-	+
	Förderung einer Wasserressourcen-Bewirtschaftung(splanung)	+	+	+	o	+/o	?	o
	Regionale und integrale Betrachtung	+	+/o	+/o	+/o	+	+/-	o
	Verbesserung der Koordination	+/o	+/o	+/o	+/o	+	+/-	o
	Verbesserung der Raumplanung	+	+	+	+/o	+/-	+/-	o
Wissen	Verbesserung der Entscheidungsgrundlagen	o	+	+	+	+	+	o
	Monitoring	o	+	+	+	+	+/-	o
	Verbesserung der Wissensintegration, Förderung des Wissens- und Erfahrungsaustauschs	o	+	+	+	+	+	+
	Prüfung des Potenzials natürlicher und künstlicher Wasserspeicher	o	+	+	o	o	o	o
	Verbesserung des Prozessverständnisses	o	+	+	+	o	+	o

Tab. 5: Auswirkungen der Handlungsoptionen bez. der Erreichung der Ziele einer nachhaltigen Siedlungswasserwirtschaft.

#### 12.4.3 Nachhaltige Wassernutzung: «Gesunde Gewässer reagieren weniger empfindlich auf Veränderungen»

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/dossiers/nachhaltige-wassernutzung-gesunde-gewaesser.html>

20.05.2015 - Das Nationale Forschungsprogramm NFP 61 erbrachte neue Erkenntnisse für eine nachhaltige Wassernutzung in der Schweiz. Stephan Müller, Leiter der Abteilung Wasser im BAFU, hat das Programm als Vertreter des Bundes begleitet. Umwelt sprach mit ihm über steigende Wassertemperaturen, den Umgang mit absehbaren Nutzungskonflikten und den Stellenwert der Wasserforschung für die Politik.

#### 12.5 Abwasser

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/wasser/fachinformationen/massnahmen-zum-schutz-der-gewaesser/abwasserreinigung.html>

Die Abwasserreinigung ist eine Erfolgsgeschichte. Dank dem praktisch flächendeckenden Ausbau von Abwasserreinigungsanlagen hat sich die Gewässerqualität in der Schweiz in den letzten Jahrzehnten stark verbessert. In einem nächsten Schritt sollen Mikroverunreinigungen entfernt werden. Voraussetzung dafür, dass die Abwasserreinigung auch künftig funktioniert, sind Gebühren nach dem Verursacherprinzip.

##### 12.5.1 Kommunale Abwasserreinigung

Die Technik der Abwasserreinigungsanlagen hat sich in den letzten 30 Jahren kontinuierlich verbessert und ist heute auf einem guten Stand. Zur Elimination von Mikroverunreinigungen muss sie allerdings noch verbessert werden.

Mit einer Aufrüstung durch eine zusätzliche Reinigungsstufe kann die Reinigungsleistung erhöht und der Eintrag von Mikroverunreinigungen in die Gewässer deutlich reduziert werden. Das Parlament hat 2014 der Än-

derung des Gewässerschutzgesetzes zugestimmt, die eine gesamt-schweizerische zweckgebundene Finanzierung für den Ausbau von ausgewählten ARA regelt. Gegenwärtig werden Lösungen für einen selektiven Ausbau erarbeitet.

Mit etwa 800 Kläranlagen und etwa 40'000 - 50'000 km öffentlichen Kanalisationsleitungen ist die Infrastruktur für die Abwasserreinigung in der Schweiz praktisch erstellt. Die gesamten Kosten für die Erstellung dieser Infrastruktur liegen im Bereich von CHF 40 - 50 Milliarden; ihr Wiederbeschaffungswert beträgt rund CHF 80 - 100 Milliarden.

Voraussetzung dafür, dass die Abwasserreinigung auch künftig funktioniert, sind Gebühren nach dem Verursacherprinzip. Sie müssen die Kosten für Bau, Betrieb, Unterhalt, Sanierung und Ersatz von Abwasseranlagen decken. Gemäss Gewässerschutzgesetz müssen die Kantone für verursachergerechte Gebührenstruktur bei der Abwasserentsorgung sorgen.

### 12.5.2 Siedlungsentwässerung

Die Entwässerung von Siedlungen muss laufend an den Stand der Technik angepasst werden. Bei der Entwässerungsplanung sind besondere Massnahmen zur Entsorgung von Regenwasser nötig.

Die kommunale Entwässerungsplanung wird auf Gemeindeebene mit dem Generellen Entwässerungsplan (GEP) realisiert. Er berücksichtigt neben der Kanalisation als zentrales Element der Entwässerung auch andere Aspekte wie die Versickerung von Regenwasser. Neben der Abwasserentsorgung trägt ein GEP auch den Auswirkungen auf die ober- und unterirdischen Gewässer und den natürlichen Wasserkreislauf Rechnung.

Oft macht es Sinn, die Entwässerung nicht nur auf Gemeindeebene sondern auch auf grösseren Ebenen bis zum Einzugsgebiet zu planen. So beispielsweise mit einem Verbandsentwässerungsplan (VEP), der die Planung der Gemeinden ergänzt. Wenn in einem begrenzten, hydrologisch zusammenhängenden Gebiet die Gewässerschutzmassnahmen aufeinander abgestimmt werden müssen, sorgen die Kantone für die Erstellung eines Regionalen Entwässerungsplans (REP).

➔ Verband Schweizer Abwasser und Gewässerschutzfachleute (VSA): Siedlungsentwässerung (<https://vsashop.ch/de/home>)

#### Entsorgung von Regenwasser

Der Umgang mit Regenwasser hat viele Aspekte, die sich in verschiedenen Wegleitungen und Richtlinien niederschlagen. Diese Vollzugshilfen müssen nun harmonisiert werden. Das BAFU und der VSA haben deshalb damit begonnen, die verschiedenen Richtlinien, die sich mit der Entsorgung von Regenwasser befassen, zusammenzuführen.

### 12.5.3 Entwässerung von Verkehrswegen

Von Strassen, Bahntrassees und Flugplätzen können Schadstoffe in die Gewässer gelangen. Insbesondere das von Strassen abfliessende Regenwasser kann mit beträchtlichen Schmutzstofffrachten belastet sein. Sie stammen von Bremsbelägen, Reifen und der Fahrbahn.

Das BAFU-Projekt „Gewässerschutz an Bahnanlagen“ hat Schadstoffe im Gleisabwasser untersucht. Die Untersuchungen haben unter anderem gezeigt, dass die Belastung des Gleisabwassers in der Regel deutlich geringer ist als bei Haupt- und Nationalstrassen.

Für Entwässerungskonzepte sind folgende Richtlinien massgebend:

- Nationalstrassen: Strassenabwasserbehandlung an Nationalstrassen
- Eisenbahnanlagen: Entwässerung von Eisenbahnanlagen
- Kantons- und Gemeindestrassen: VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter»
- Flugplätze erfordern eine Einzelfallbetrachtung.

### 12.5.4 Abwasserentsorgung 2025 in der Schweiz

Studie der Eawag im Auftrag des BAFU- Eawag, 2012

Der Bericht «Abwasserentsorgung 2025» umfasst sieben thematische Modulberichte und ein Kapitel ‚Handlungsempfehlungen‘. Ziel dieses Dokumentes ist es, die Wissenslücken zur Situation und zur Zukunft der schweizerischen Abwasserentsorgung zu identifizieren. Gleichzeitig wird der vorhandene Wissensstand um-

fassend dokumentiert. Der Fokus liegt auf der Zusammenstellung des auf nationaler Ebene verfügbaren Metawissens und der Identifikation zukünftiger Handlungsfelder in der schweizerischen Abwasserentsorgung. Spezielle Beachtung findet das Thema Klimawandel und dessen direkte und indirekte Einflüsse auf die Abwasserentsorgung.

Im Modulbericht «Infrastruktur des Abwassersystems» wird auf die Bedeutung von Daten in der Siedlungsentwässerung hingewiesen und eine verbesserte Verankerung der langfristigen Datenhaltung gefordert. Obwohl die Abwasserinfrastruktur in der Schweiz gebaut ist, gibt es eine Reihe von Entwicklungstendenzen, die die Infrastrukturen verändern und substantiell prägen können. Dazu gehören unter anderem die integrative Betrachtung von Netz und Reinigung, neue dezentrale Abwassertechnologien oder die Neubewertung von Trenn- und Mischkanalisation.

#### Handlungsempfehlungen

Obwohl in der Schweiz in Zukunft wenig Abwasserinfrastruktur neu gebaut wird steht die Abwasserentsorgung vor wichtigen Zukunftsaufgaben. In den sieben Modulberichten wurden insgesamt 42 Massnahmen im Bereich Abwasserentsorgung identifiziert. Diese Massnahmen wurden individuell von den Mitgliedern der Expertengruppe nach Wichtigkeit (Priorität), Dringlichkeit und geschätztem Aufwand bewertet. Die Massnahmen wurden dann in 5 Handlungsfelder oder Massnahmenbereiche zusammengefasst:

1. Infrastrukturen in die Zukunft führen: Beinhaltet Massnahmen, welche das Infrastrukturmanagement verbessern und die private und öffentliche Kanalinfrastruktur betreffen. Dies ist das grösste Handlungsfeld mit den meisten Massnahmen, viele davon in Priorität 1 und 2. Als Hauptakteure sind vor allem die Kantone und Fachverbände aber auch der Bund gefordert. Im diesem Handlungsfeld ist die Situation sehr heterogen und es sind auch deutlich mehr Akteure als in den anderen Handlungsfeldern involviert. Ebenfalls ist auf verschiedenen Ebenen auch die Koordination mit weiteren Akteuren, z. B. Gemeinden oder Infrastrukturbetreibern, nötig. Im Bereich Management kommunaler Infrastrukturen fehlt in der Schweiz ein starkes „Zugpferd“, das die Aktivitäten und Kompetenzen über die verschiedenen Akteure und Sektoren hinweg koordinieren kann. Um ein Sektor übergreifendes Vorgehen mit langfristiger Perspektive zu erreichen, könnte eine nationale Infrastruktur-Initiative oder ein Kompetenzzentrum „Infrastrukturmanagement“ eingerichtet werden.

#### Zustand, Alter und Sanierungsbedarf

Zur Altersverteilung der Kanalisation haben Maurer und Herlyn (2006) rund 16% der gesamten öffentlichen Kanalisation ausgewertet. Es zeigte sich, dass etwa 37% davon älter als 50 Jahre sind (Abbildung 2) und dass die Kanalisationen in den Städten bereits in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts erstellt wurden, während die kleineren Gemeinden erst in den 1970er- und 1980er-Jahren mit dem Bau begonnen haben.

Obwohl der Zustand der schweizerischen Kanalisation weitgehend für die Ausarbeitung der GEP erhoben wurde, können der gesamtschweizerische Zustand und Sanierungsbedarf nur grob beurteilt werden. Es ist (daher) im Moment schwierig zu beurteilen, ob es im Bereich öffentlicher Kanalisationen einen Investitionsstau gibt und ob die im Moment investierten Summen dazu geeignet sind, die Leistung der Siedlungsentwässerung langfristig zu erhalten.

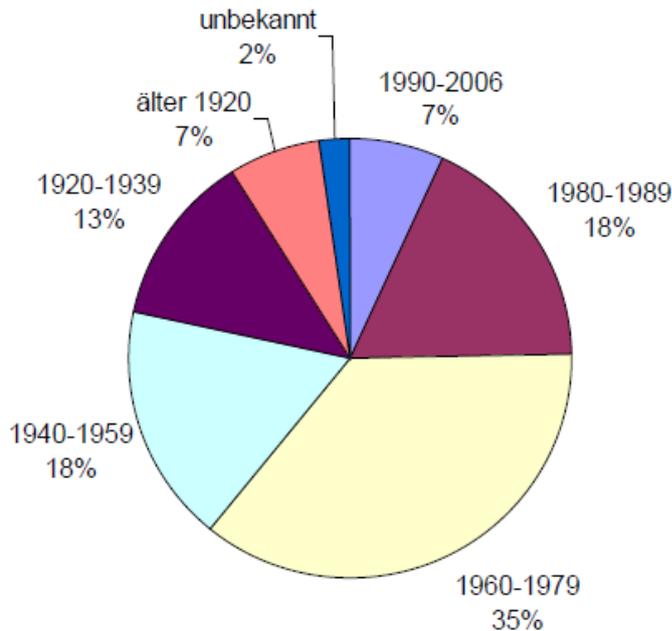


Abbildung 2 : Altersverteilung von 7'067 km untersuchter Kanäle (Maurer und Herlyn, 2006).

Im Kapitel 7. Entwicklungstendenzen und Empfehlungen wird festgehalten: Es kann nicht abschliessend beurteilt werden, ob es im Bereich öffentlicher Kanalisationen einen Investitionsstau gibt und ob die im Moment investierten Summen dazu geeignet sind, die Leistung der Siedlungsentwässerung langfristig zu erhalten.

*I-4: Es sollte untersucht werden, wie die Sanierungsverläufe in Kanalisationen typischerweise aussehen sollten und ob es in der Schweiz einen Sanierungs- und Investitionsstau gibt. Dazu gehört auch eine Untersuchung der durchschnittlichen effektiven Lebensdauer von Kanälen.*

#### Entwicklung der Abwasserinfrastrukturen

Im Folgenden soll der Versuch gewagt werden, die zukünftige Entwicklung der Abwasserinfrastruktur abzuschätzen. Organisatorische Entwicklungen werden hier bewusst ignoriert und im entsprechenden Modulbereich separat behandelt.

- **Wenig neue Infrastrukturen:** Die Abwasserinfrastruktur in der Schweiz ist gebaut. Massive Zusatzinvestitionen sind nicht zu erwarten. Offene Punkte sind insbesondere der Umgang mit Strassenabwasser (Regenwasserbehandlung an Autobahnen) und die Erweiterung im Zusammenhang mit der Elimination von Mikroverunreinigungen sowie das Phosphorrecycling aus Abwasser und Klärschlamm. Die dabei entstehenden Bauten lösen einen Investitionsbedarf aus, werden aber den Gesamtwert der Anlagen nicht substantiell verändern. Ein weiteres Thema ist die Zusammenlegung von ARA. Wertmässig werden die Netzwerkinfrastrukturen und die Kläranlagen auch in Zukunft die höchste Bedeutung haben.
- **Integrative Betrachtung von Netz und Reinigung:** Im Bereich Mischwasser- und Regenwasserentlastungen werden in Zukunft vermehrt gesamtheitliche Betrachtungen im Vordergrund stehen. Wie viel Regenwasser soll über die Kläranlage bzw. über die Nachklärbecken geleitet werden? Wann soll wo entlastet werden? Dabei werden hydraulische Anpassungen im Netz und an den Kläranlagen eine erhöhte Gesamteliminationsleistung zur Folge haben.
- **Dezentrale Strukturen:** Insbesondere in Randregionen mit geringer Siedlungsdichte und unsicherer Bevölkerungsentwicklung werden in naher Zukunft wieder dezentrale Strukturen entstehen. Die technische Entwicklung erlaubt den zentralen Betrieb leistungsfähiger Klein- und Kleinstanlagen. Betrieb und Unterhalt können an grosse Kläranlagen oder Betreiber übertragen werden. Damit können teure Investitionen in dichte Kanäle verhindert und der Gewässerschutz gesamthaft verbessert werden.

- Trenn- oder Mischkanalisation: Offen ist im Moment die zukünftige Entwicklung bezüglich Trenn- oder Mischkanalisation. Der vermehrte Einsatz von oberflächenaktiven Bauchemikalien und die Luftverschmutzung machen es immer schwieriger, zwischen verschmutztem Abwasser und nicht verschmutztem Regenwasser zu unterscheiden. Deshalb kann ein qualifiziertes Mischsystem besser als ein Trennsystem sein. Dabei sollte man zwischen Neubau und der Sanierung einer bestehenden Kanalisation unterscheiden. Für eine bestehende Mischkanalisation ist es oft besser, die Mischkanalisation zu optimieren, statt sie mit einem Trennsystem zu ersetzen. Die Entscheidung zwischen Trenn- oder Mischsystem sollte also von Fall zu Fall und nicht pauschal getroffen werden.
- Sollzustand der Infrastruktur: Was ist ein tolerierbarer Zustand? Wie sieht die optimale Zustandsverteilung eines gut verwalteten Kanalisationsnetzes aus? Die Antwort auf diese Frage ist im Moment noch offen, wird aber zentrale Auswirkungen auf Sanierung und Werterhalt haben. Um den optimalen Zustand zu definieren, ist es wichtig zu wissen, wo exfiltrierendes Abwasser zu einem Risiko für Umwelt und Bevölkerung führen kann.

#### Einfluss von Abwasser auf Gewässer

Die Gewässerqualität in der Schweiz hat sich in den letzten Dekaden deutlich verbessert. Der Ausbau der Abwasserbehandlung mit Nitrifikation, Denitrifikation und Phosphatentfernung sowie das Phosphatverbot in Waschmitteln haben die Nährstofffrachten aus urbanen Räumen deutlich verringert. Heute sind Probleme für die Biozönose insbesondere in kleinen Fliessgewässern zu erwarten, wo gereinigtes Abwasser, Mischwasserentlastungen und Regenwassereinleitungen (stofflich und hydraulisch) eine relativ hohe Belastung verursachen können.

Mikroverunreinigungen stellen die Abwasserentsorgung heute und in absehbarer Zukunft vor grosse Herausforderungen. Die grosse Vielfalt von Stoffen, die sich kontinuierlich erweitert und in sehr geringen Konzentrationen Wirkungen in der aquatischen Umwelt entfalten kann, stellt herkömmliche Monitoringkonzepte vor grosse Aufgaben. Schon heute sind anthropogene Mikroverunreinigungen regional in hormonaktiven Konzentrationen in unterirdischen und oberirdischen Gewässern nachweisbar. Über die ökotoxikologischen Wirkungen vieler Einzelstoffe, der Wirkung von Stoffmischungen und pulsartiger Stoffeinträge sind noch ungenügende Kenntnisse vorhanden.

#### **12.5.5 Sanierungsfall Abwassersystem**

Max Maurer, Sabine Hoffmann, Die Volkswirtschaft 6 / 2019

Das Schweizer Abwassersystem ist in die Jahre gekommen. Nebst Sanierungen sind innovative Lösungen gefragt, um den Ressourcenverbrauch zu mindern. Die Technologien sind vorhanden.

Mit einem Wiederbeschaffungswert von 230 Milliarden Franken zählt die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung in der Schweiz zu den wertvollsten Infrastrukturbauten. Alternde Leitungen, steigende Bevölkerungszahlen und zunehmende Urbanisierung verlangen in den nächsten 30 Jahren Investitionen von insgesamt 130 Milliarden Franken. Auf globaler Ebene schätzt die OECD die Investitionen in die Siedlungswasserwirtschaft auf jährlich 900 Milliarden Franken. Dieser hohe Investitionsbedarf und der global steigende Druck, neue Ansätze zu finden, bieten einen Spielraum für innovative Lösungen. Die Schweiz hat mit ihrer Spitzenforschung in diesem Bereich und dem aktuellen Bedarf an Infrastrukturerneuerung ein ungenutztes «Lead-Market»-Potenzial. Dazu braucht es aber ein gesamtschweizerisches Impulsprogramm, das die fragmentierten Infrastrukturentscheide der Gemeinden koordiniert.

#### Recycling als Chance

Derzeit ist die Ressourceneffizienz der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung gering. So wird leicht verschmutztes Wasser aus Lavabos und Waschmaschinen (sogenanntes Grauwasser) mit hygienisch bedenklichem Wasser aus den Toiletten vermischt und muss in den Kläranlagen aufwendig gereinigt werden. Mit dem Abwasser werden auch grosse Mengen an Phosphor und Stickstoff entsorgt. Beides sind essenzielle Pflanzennährstoffe, welche in der gleichen Menge als Mineraldünger wieder importiert werden.

Was bei der Wertstofftrennung im Abfall üblich ist – die getrennte Verwertung von Glas-, Aluminium-, Papier-, Karton-, Plastik-, Bio- und Restmüll –, funktioniert auch bei Abwasser: Die verschiedenen Abwasserströme können an der Quelle getrennt und separat behandelt werden. Dies ermöglicht zum einen, das Grauwasser aufzubereiten und im Haushalt – etwa zur Toilettenspülung – wiederzuverwenden und die im Abwasser enthaltenen Nährstoffe zurückzugewinnen. So könnten die im Abwasser enthaltenen Stoffe den gesamten Bedarf an Phosphor und Stickstoffdünger, der derzeit importiert wird, ersetzen.<sup>6</sup> Zum andern kann der aufwendige Transport des Abwassers über teure Kanalisationen vermieden werden.

### Dünger aus Urin

Das Abwasser aus Bad und Küche kann heute mittels modernster Membrananlagen lokal hochwertig aufbereitet und zur Wiedernutzung verwendet werden. Urin ist weitgehend eine konzentrierte Nährstofflösung, aus der mit geringem Aufwand ein hochwertiger Pflanzendünger hergestellt werden kann. So ist zum Beispiel seit 2018 ein urinbasierter Volldünger vom Bundesamt für Landwirtschaft zugelassen. Die hygienisch bedenklichste Abwasserfraktion, Fäkalien, macht weniger als 1 Prozent der gesamten Abwassermenge aus. Die technischen Entwicklungen in diesem Bereich sind rasch und hoch aktuell. So hat eine schweizerisch-österreichische Kooperation eine urinseparierende Toilette entwickelt, welche an der XXII Triennale Milano 2019 den Black Bee Award gewonnen hat und ab Sommer 2019 von einer Schweizer Firma produziert und vertrieben wird. Der oben erwähnte Urindünger wird von einem Spin-off der Eawag, dem Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereiches, produziert und in der Schweiz, Deutschland und Frankreich vertrieben.

#### **12.5.6 Unser Abwasser ist das Trinkwasser unserer Nachbarstaaten**

Es ist denkbar (zu erwarten), dass mit der Zunahme der Anforderungen an die Trinkwasserqualität unsere Nachbarstaaten Forderungen stellen könnten oder stellen werden.

Es wurde nicht abgeklärt, was der heutige Stand ist.

### **12.6 Eawag**

<https://www.eawag.ch/de/forschung/strategien-bei-konflikten/wasser-und-entwicklung/>

#### **12.6.1 Die Neuerfindung des stillen Örtchens, 19. November 2019**

Heute ist Welttoiletentag. Was kurios klingen mag, soll auf ein ernstes Problem aufmerksam machen. Denn rund 2,4 Milliarden Menschen weltweit haben keinen Zugang zu adäquaten Sanitäranlagen. Forschende des Wasserforschungsinstituts Eawag haben deshalb eine Toilette entwickelt, die ohne Kanalisation- und Wasseranschluss funktioniert und aus dem ungeliebten Abwasser Wertstoffe zurückgewinnt.

#### **12.6.2 Abteilung Wasserressourcen und Trinkwasser**

- Gruppe Hydrogeologie  
Wir befassen uns mit feld- und modellbasierten Methoden der Hydrogeologie mit den Schwerpunkten Erkundung, Monitoring und numerische Prozessmodellierung. Hauptarbeitsschwerpunkte sind Interaktionen zwischen Grund- und Oberflächenwasser, alpine und urbane Hydrogeologie.

#### **12.6.3 Regionale Wasserversorgung Basel-Landschaft 21**

Mit dem Projekt «Regionale Wasserversorgung Basel-Landschaft 21» wurden bestehende Belastungssituationen und Gefährdungen des Grund- und Trinkwassers sowie strukturelle Defizite in Wasserversorgungen in verschiedenen Modellgebieten des Kantons Basel-Landschaft ermittelt und daraus spezifisch für den Kanton angepasste Lösungen und Konzepte zur Sicherung der Trinkwasserqualität erarbeitet.

#### **12.6.4 Wasserversorgung – Vorprojekt Standortbestimmung im Auftrag des BAFU (2009)**

Das Vorprojekt ‚Wasserversorgung 2025‘ will einen Ausblick auf die Wasserversorgung in den nächsten Jahrzehnten ermöglichen. Ziel dieses Vorprojektes war es, die Voraussetzung zu schaffen, um gezielt detailierte Projekte zum Thema „Wasserversorgung 2025“ zu initiieren und so strategische Entscheidungen auf der Basis abgesicherter Grundlagen zu ermöglichen. Im Zentrum standen dabei die Wasserqualität, die Versorgungssicherheit, sowie finanzielle und strukturelle Aspekte.

In der Studie werden folgend Themen behandelt

1. Entwicklung des Wasserdargebots und Wasserverbrauchs
2. Wasserqualität
3. Wasserkonsum
4. Infrastruktur und Organisation der Wasserversorgungen
5. Neue Technologien in der Aufbereitung und Analytik
6. Gewässerschutz
7. Water Policy in Europa
8. Wirtschaftliche Aspekte
9. Forschungsbedarf

Nachfolgend sind nur einige wenige Aspekte des Berichts herausgegriffen.

### Entwicklung des Wasserdargebots und Wasserverbrauchs

Die klimatischen Veränderungen werden wahrscheinlich gesamtschweizerisch zu einer Abnahme der Niederschläge und einer Erhöhung der Evapotranspiration führen. Da in der Schweiz bisher jedoch nur knapp 2 % der Niederschläge oder ca. 5% der erneuerbaren Wasserressourcen für die Trinkwasserversorgung benötigt wurden und schweizweit genügend natürliche Speicher vorhanden sind (das 5 bis 6-fache der Jahresniederschläge), werden Versorgungsengpässe voraussichtlich regional begrenzt bleiben.

Eine mögliche Zunahme der Bewässerung wird ausschlaggebend für Veränderungen auf Seite der Wassernutzung sein. Ebenfalls kann es regional zu Bevölkerungszuwachs oder einer Bevölkerungsabnahme kommen. In beiden Fällen würde dies den Wasserverbrauch lokal beeinflussen. Hervorzuheben ist, dass sowohl auf Seite des Wasserhaushaltes wie auch auf Seite des Verbrauchs regional aufgelöste Daten für die langfristige Planung der Wasserversorgungen nötig sind. Diese Daten sind vielerorts (noch) nicht vorhanden oder mit erheblichen Unsicherheiten verbunden.



Abb. 2: Durchschnittlicher Wasserhaushalt in der Schweiz 1961-1990<sup>31</sup>

### Infrastruktur und Organisation der Wasserversorgungen

Die schweizerische Wasserversorgung ist von einer kleinräumigen Struktur geprägt. Über 40% des abgegebenen Wassers stammt von Unternehmen mit weniger als 5000 angeschlossenen Bezüglern. Über den Zustand und den zukünftigen Investitionsbedarf der Anlagen sind punktuell Informationen vorhanden, Schlussfolgerungen auf die gesamte Schweiz können aber mit den vorliegenden Informationen nicht gezogen werden. Von den befragten Fachleuten wird ein stark erhöhter Investitionsbedarf vor allem bei kleineren Versorgern erwartet. Ob diese durch anstehende Investitionen in finanzielle Engpässe geraten werden, ist schwierig abzuschätzen.

Die mittel- und langfristige Planung der Wasserversorgung ist in der Schweiz sehr uneinheitlich umgesetzt. Planungsvorgaben (GWP) sind in verschiedenen Kantonen vorhanden. Es ist jedoch schwierig, eine nationale Übersicht über allfällige Defizite, geplante Massnahmen und Finanzbedarf zu erhalten, da GWP nicht in allen Kantonen vorgeschrieben sind und deren Vergleichbarkeit nicht immer gegeben ist<sup>361</sup>.

Der Wasserversorgungsatlas fasst auf nationaler Ebene die verfügbare Infrastruktur zusammen und gibt Auskunft über die Trinkwasserversorgung in Notlagen. Die zugrundeliegenden Daten und deren Aktualität sind sehr uneinheitlich, so dass der Datentransfer und die weitere Nutzung/Auswertung der Daten ineffizient ist<sup>362</sup>. Der Wasserversorgungsatlas enthält keine Informationen über den Zustand und Alter der Anlagen und wurde nicht von allen Kantonen erstellt.

### Neue Technologien in der Aufbereitung und Analytik

Membranverfahren, insbesondere die Ultrafiltration, können in der Schweiz für verschiedenste Wasserversorger interessant sein. Obwohl verschiedene weitergehende Oxidationsverfahren bestehen und zum Teil auch angewandt werden, sind keine Treiber auszumachen, welche zu einer breiten Anwendung dieser Verfahren in der schweizerischen Trinkwasserversorgung führen würden. Es ist gut möglich, dass sich Entwicklungen in der Nanotechnologie auch auf die Trinkwasseraufbereitung in der Schweiz auswirken werden.

Neue Messmethoden führen dazu, dass immer mehr Chemikalien in geringeren Konzentrationen nachgewiesen werden. Zudem erlauben neue molekulare Methoden den direkten Nachweis einzelner pathogener Spezies oder Organismengruppen. Neue Trinkwasserparameter, welche über die im Gesetz vorgeschriebenen hinausgehen, wie die Gesamtzellzahl oder der assimilierbare organische Kohlenstoff (AOC), können zusätzliche Informationen liefern, um die Prozesse in der Aufbereitung und im Verteilnetz zu optimieren.

### Wirtschaftliche Aspekte

In der Schweiz werden im Jahr knapp 900 Mio. Liter Mineralwasser im Wert von knapp 700 Mio. CHF konsumiert<sup>770</sup>. Dies entspricht knapp 7% des gesamten Wasserkonsums für Trinken und Kochen.

Aufgrund der Datenlage in der Schweiz kann nicht abgeschätzt werden, in welcher Grössenordnung Kosten für wasserbürtige Krankheiten anfallen und welche Kosten durch die heute getroffenen Massnahmen vermieden werden.

Bezüglich der wirtschaftlichen Bedeutung guter Rohwasserqualität in der Schweiz ist die Datenlage ebenfalls gering. Kosten, welche den Wasserversorgungen aufgrund schlechter Rohwasserqualität entstehen, schlagen sich in höheren Wasserpreisen nieder und werden so auf die Bevölkerung übertragen.

Es existieren keine Studien, welche Kosten und Nutzen des Oberflächen- und Grundwasserschutzes in der Schweiz direkt vergleichen.

#### Forschungsbedarf

1. Kleine Wasserversorgungen: Wert, Kosten und Zustand der Infrastruktur: Wasserversorgungen mit weniger als 5000 Kunden sind in der Schweiz nur schlecht dokumentiert. Eine repräsentative Untersuchung soll die existierende SVGW Statistik ergänzen und eventuellen Handlungsbedarf quantifizieren. Qualitätssicherung: Es soll untersucht werden, über welche Qualitätssicherung kleinere und mittlere Wasserversorgungen verfügen und wie sich das auf die chemische und mikrobiologische Trinkwasserqualität auswirkt.
2. Nationales Datenflussmodell der schweizerischen Wasserversorgung: Ein nationales Datenkonzept soll die Datenverfügbarkeit stufengerecht verbessern und die Kosten der Datenhaltung langfristig verringern.
3. Auswirkungen der Klimaänderung auf Wasserressourcen, Trinkwasserqualität und Wasserkonsum: Die Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserversorgung (bezüglich Quantität und Qualität) sollen anhand von vorhandenen Daten evaluiert werden. Der Einfluss eines veränderten Abflussregimes von Fließgewässern auf die Grundwasserneubildung soll experimentell untersucht werden.
4. Die Veränderung von Konsumgewohnheiten beim Trinkwasser: Welche Beweggründe lassen Konsumenten zu Flaschenwasser greifen und welche Faktoren helfen dieses Verhalten zu beeinflussen?
5. Quantifizierung des gesamten Wasserverbrauchs in der Schweiz
6. Institutionelle und strukturelle Bedingungen für eine zukunftsfähige Wasserversorgung.

### **12.7 Bald auf dem Trockenen?**

[https://www.srf.ch/kultur/gesellschaft-religion/wochenende-gesellschaft/klimaerwaermung-und-schadstoffe-ist-das-wasserschloss-schweiz-bedroht?wt\\_mc\\_o=srf.share.app.srf-app.email](https://www.srf.ch/kultur/gesellschaft-religion/wochenende-gesellschaft/klimaerwaermung-und-schadstoffe-ist-das-wasserschloss-schweiz-bedroht?wt_mc_o=srf.share.app.srf-app.email)  
(25.03.2020)

Laut Klimaforschern werden solche Hitzeperioden mit wenig Regen häufiger und länger. Und dann? Wird uns das Wasser irgendwann ausgehen?

«Im Durchschnitt werden wir immer mehr als genug Wasser haben», sagt Hydrologin Bettina Schaepli. Der Durchschnitt sage allerdings nichts darüber aus, was in Extremjahren oder an einzelnen Orten geschehe: «Wasser kann lokal und für eine begrenzte Zeit immer wieder einmal knapp werden.»

Der Klimawandel wird das Wasserschloss Schweiz nicht trockenlegen. Es muss sich aber auf Veränderungen einstellen. Die Gründe dafür liegen wiederum in den Bergen, im ewigen Eis und Schnee.

Als Folge des Klimawandels fällt im Winter vermehrt Regen statt Schnee. Ein grosser Teil dieses Wassers fliesst schnell ab. «Für den Wasserhaushalt bedeutet dies, dass wir im Winter mehr Wasser haben – im Frühjahr und im Sommer aber weniger», so Schaepli.

#### **12.7.1 Schmelzende Gletscher füllen die Flüsse**

Dass die Gewässerpegel in den warmen Jahreszeiten nicht zu sehr sinken, dafür sorgt aktuell das Schmelzwasser der Gletscher. «Die schmelzenden Gletscher liefern uns heute zusätzlich Wasser, das vor mehreren Jahrzehnten als Niederschlag gefallen ist», sagt die Hydrologin der Uni Bern. «Diese zusätzliche Wasserquelle wird im Laufe des 21. Jahrhunderts versiegen.» Bis 2100 dürften die Alpengletscher laut Prognosen von Glaziologen bis auf wenige Resten verschwunden sein. Ihr Wasser wird dann fehlen. Spüren wird man das an tieferen Gewässerpegeln in trockenen Sommern.

### 12.7.2 Auch künftig Wasser im Überfluss

Auf die Wasserverfügbarkeit in der Schweiz habe das übers Jahr betrachtet aber nur einen sehr kleinen Einfluss, meint Schaefli: «Wir werden immer Wasser im Überfluss haben, da es überall in der Schweiz im Jahresdurchschnitt mehr regnet, als Wasser verdunstet. Dies wird auch in Zukunft so bleiben.»

### 12.8 Bergwälder graben dem Flachland in Zukunft das Wasser ab – ETH Forscher haben herausgefunden, dass bewaldete Berggebiete mehr Wasser verdunsten als bisher angenommen.

Aargauer Zeitung, Di, 28.01.2020

Simone Fatichi, Oberassistent am Institut für Umweltingenieurwissenschaften, ETHZ

### 12.9 Wasserverbrauch und -versorgung in der Schweiz (SVGW)

For a Secure and Sustainable Supply of Drinking Water, SVGW, 2015

<https://epaper.svgw.ch/Epaper/Viewpaper/?editionId=b478ea06-b996-e711-80d6-005056012bcd&startPage=1>

#### Water catchment

Switzerland has plenty of water resources that are continuously renewed through precipitation. The average annual rainfall in Switzerland is 60 billion m<sup>3</sup>. Only 1.5% of this volume is used as drinking water. Around 41% of the water volume of 917 million m<sup>3</sup> extracted as drinking water is sourced from springs. Another 40% is pumped from the numerous ground water reservoirs. The remaining 19% comes from lakes (Fig. 2). Whereas the majority of spring and ground water can be supplied to end users without requiring extensive treatment, surface water must go through several treatment steps to change it into top quality drinking water.

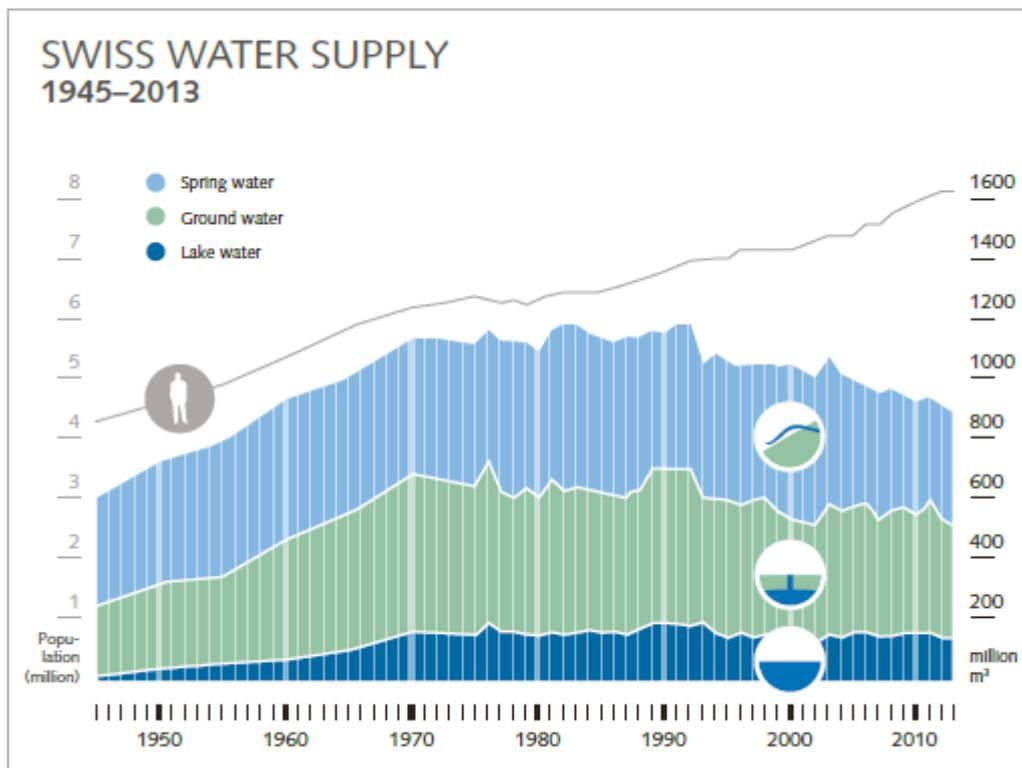
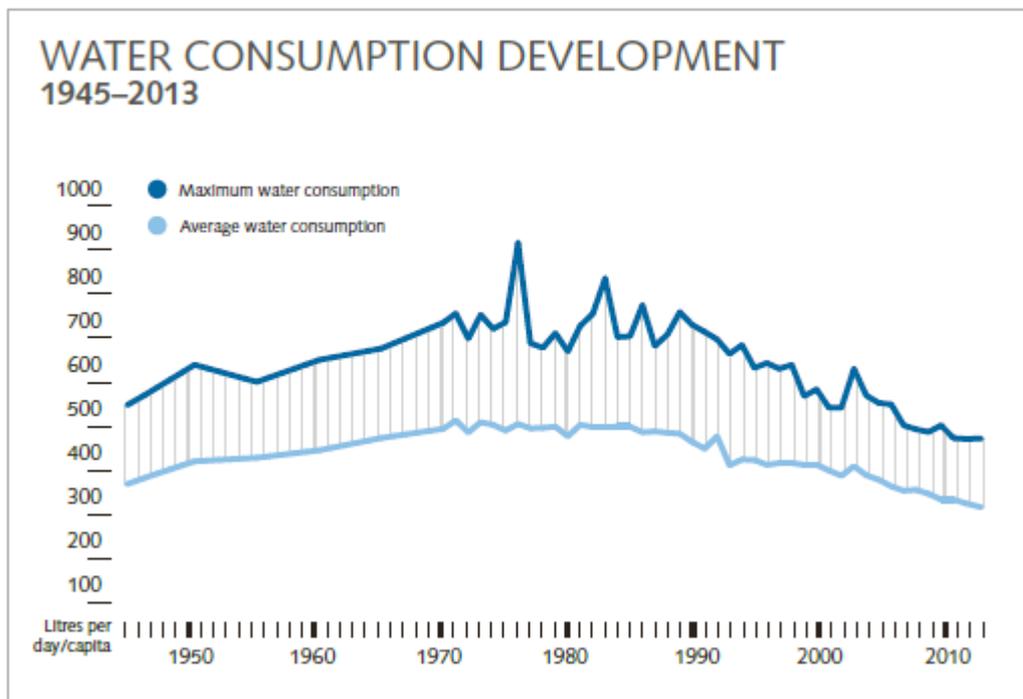


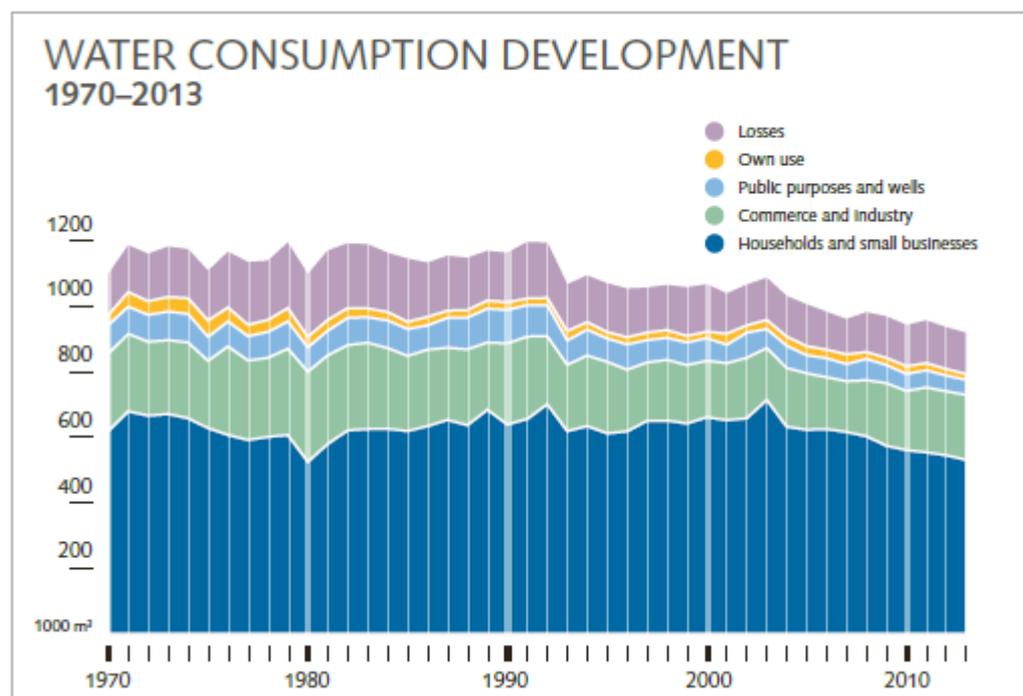
Fig. 2: Water supply 1945–2013

#### Water consumption

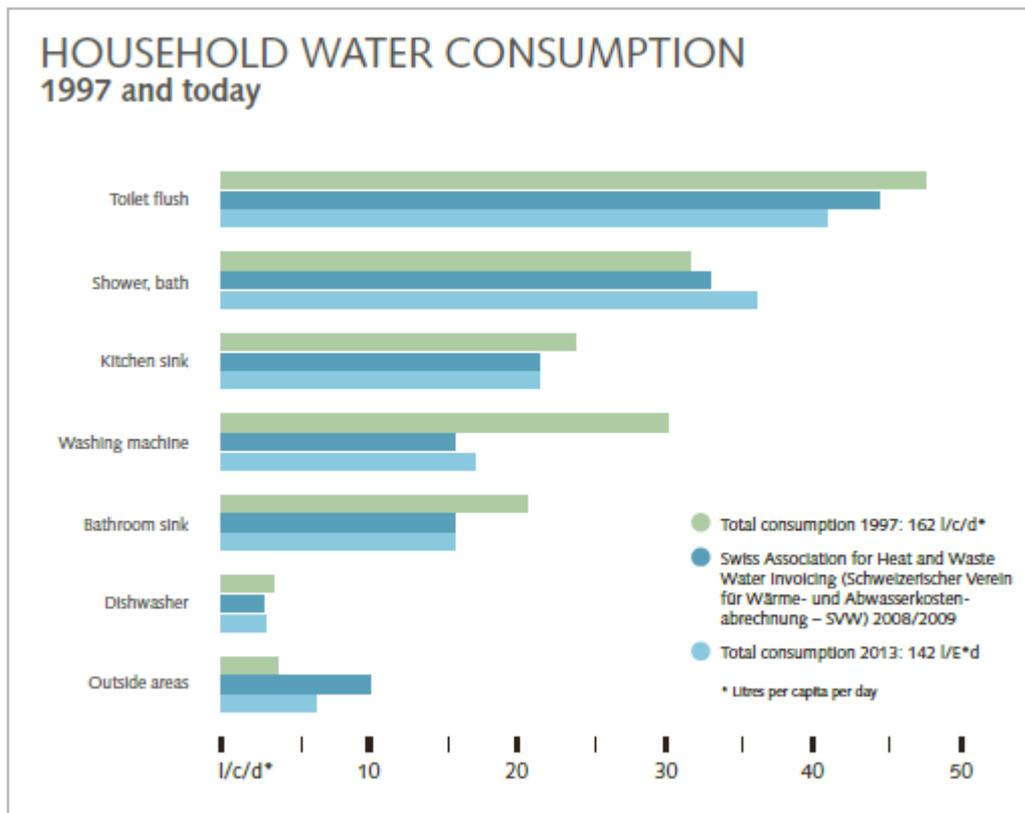
Water consumption in Switzerland rose continuously until 1970. This was followed by a period of stagnation until 1985, which was in turn followed by a phase of continuously dropping consumption. The extreme peak usage in 1976 was caused by the unusually hot and dry summer (Fig. 3). The drop in water consumption has many reasons. For some time now, new and renovated buildings are being fitted with new water-saving devices. In addition, modern technology has made it possible to produce washing machines and dish washers with a significantly reduced water consumption. The main reasons for the drop in industrial consumption are suspected to be the structural change and rationalisation measures. Current water consumption is around 309 litres per capita per day, with each household using an average 142 litres.



**Fig. 3:** Water consumption 1945–2013



**Fig. 4:** Water supply development 1970–2013

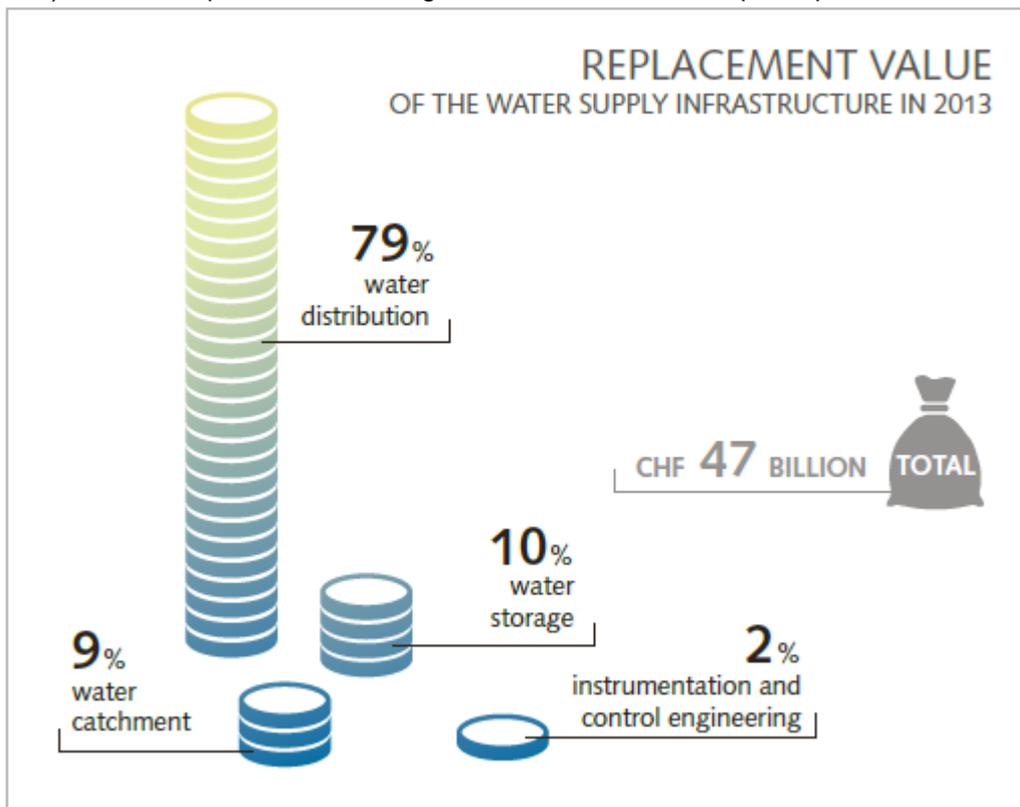


**Fig. 5:** Household water consumption per application 1997 and today estimated

#### Infrastructure replacement value and annual investments

The supply system accounts for 79%, the majority of investment. The replacement value of the water supply infrastructure, excluding household connections, is an estimated CHF 47 billion.

In business year 2013, CHF 889 million was invested in the infrastructure (excluding household connections). This corresponds to an average investment of CHF 109 per capita.



**Fig. 11:** Replacement value 2013

### Water quality

According to the «Environment Switzerland 2015» (Umwelt Schweiz 2015) report by the Swiss Federal Council, Switzerland's water quality has improved significantly since the 1950s. Nevertheless, fertiliser and pesticide deposits and ingredients found in bodycare, cleaning and medicinal products contaminate both ground and surface water. Even very low concentrations of this so-called micro-contamination can impair the water quality. The majority of micro-contamination in many medium-sized and large rivers originates from waste water treatment plants. Switzerland therefore plans to add an additional processing step to its waste water treatment plants. The rise in water temperature caused by climate change and the feeding in of hot water from cooling and waste water treatment plants poses another problem. The Federation's Water Protection Act aims to prevent all contamination of ground water from artificial and resilient substances as this is the main drinking water resource. Ground water protection zones play a key role in achieving this goal. They have a preventive function and the cantons impose these zones around ground water catchments. The municipalities and owners of ground water catchments must put up the necessary borders around these protection zones.

«The water quality has improved in recent years. **Micro-contamination in the water is the new, big challenge.**»

Kommentar: Der Bericht des SVGW enthält wenige Aussagen zu den künftigen Herausforderungen. Die Forschungsvorhaben behandeln lediglich aktuelle Themen.

## **12.10 Zustand der Schweizer Fliessgewässer – Ergebnisse der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) 2011–2014**

BAFU, 2016

### Verbesserungen und Defizite im Zustand der Schweizer Fliessgewässer

Der vorliegende Bericht zeigt erstmals ein differenziertes Bild des ökologischen Zustands der Fliessgewässer in der Schweiz. Die Resultate des NAWA-Messprogramms zeigen einerseits die Erfolge des schweizerischen Gewässerschutzes bei der Verbesserung der Wasserqualität auf. Andererseits belegen die aufgezeigten Defizite im Zustand der Schweizer Fliessgewässer, dass die Gewässer nicht überall in der Lage sind, ihre für Menschen, Tiere und Pflanzen wichtigen Funktionen zu erfüllen. Diese Defizite sind auf Gewässerbelastungen aufgrund von Stoffeinträgen, Gewässerverbauungen und Wasserkraftanlagen zurückzuführen. Insgesamt sind die Gewässerbelastungen an den untersuchten Mittellandgewässern am stärksten. Der Gewässerzustand an den NAWA-Messstellen wurde tendenziell umso schlechter bewertet, je höher der Abwasseranteil sowie der Siedlungs- und intensiven Landwirtschaftsflächenanteil im Einzugsgebiet oder je schlechter der ökomorphologische Zustand sind.

Zu den wichtigsten Verbesserungen im Zustand der Fliessgewässer zählt die in den letzten Jahrzehnten verringerte Belastung von Flüssen und Bächen mit Nährstoffen. Der Bau der Abwasserreinigungsanlagen (ARA) hat hier messbare Erfolge für die Wasserqualität gebracht. Umgekehrt stellen Mikroverunreinigungen, allen voran organische Mikroverunreinigungen wie Arzneimittel und Pestizide, ein Problem für die Wasserqualität dar. So wurde im Rahmen von NAWA SPEZ eine grosse Anzahl solcher Substanzen in zum Teil hohen Konzentrationen nachgewiesen. Diese Resultate unterstreichen, dass organische Mikroverunreinigungen als Ursache für die Defizite im biologischen Gewässerzustand in Betracht gezogen werden müssen. Der Bericht zeigt weiter, dass die Belastung der kleinen Fliessgewässer mit Schadstoffen besonders hoch ist.

### Handlungsbedarf

Der vorliegende Bericht deckt Defizite im Zustand der Schweizer Fliessgewässer auf und zeigt eine Verringerung ihrer Funktionsfähigkeit an. Diese Defizite können nicht auf einzelne Faktoren zurückgeführt werden. Um die Defizite zu korrigieren und die Entwicklungsziele für die Fliessgewässer – ausreichender Gewässerraum, ausreichende Wasserführung und ausreichende Wasserqualität (BUWAL et al. 2003) – erreichen zu können, müssen darum verschiedene Massnahmen getroffen werden. Es kommt hinzu, dass globale Entwicklungen wie der Klimawandel, auf die sich nicht mit gewässerschützerischen Massnahmen reagieren lässt, mit grosser Wahrscheinlichkeit negative Auswirkungen auf die aquatischen Ökosysteme haben werden. Umso wichtiger ist es deshalb, dass mittels geeigneter Massnahmen die Widerstandskraft der Ökosysteme gestärkt wird, um die Gesamtauswirkungen auf den ökologischen Zustand möglichst gering zu halten. Zu den geeigneten, vordringlichen Massnahmen gehören vor allem die Verringerung von Schadstoffeinträgen in die Gewässer und Renaturierungen.

- ⇒ Massnahmen bei Kläranlagen: Reduktion von Nährstoffen und Mikroverunreinigungen
- ⇒ Massnahmen in der Landwirtschaft: Reduktion von Nährstoffeinträgen und Pflanzenschutzmitteln
- ⇒ Massnahmen bei weiteren Quellen Massnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur und Sanierung Wasserkraft
- ⇒ Basis für eine langfristige Dokumentation von Zustand und Entwicklung der Fließgewässer

## 12.11 Einsatz von Pestiziden

<https://www.tagesanzeiger.ch/bundesrat-will-mehr-schutzzonen-fuers-trinkwasser-784119863466>,  
23.05.2020

Die Kantone sollen für das Trinkwasser mehr als 2000 neue Schutzzonen präventiv ausscheiden, schlägt der Bundesrat vor. Der Plan ist umstritten.

Für Wasserversorger ist es schwieriger geworden, Trinkwasser zu gewinnen, das den gesetzlichen Anforderungen genügt. Ein Grund dafür: Neue wissenschaftliche Studien haben gewisse Stoffe giftiger als früher klassifiziert, der Bund hat deshalb in bestimmten Fällen Pestizide neu eingestuft; das derzeit wohl prominenteste Beispiel ist das Fungizid Chlorothalonil.

Auf die Wasserversorger könnten deshalb Investitionen in Millionenhöhe zukommen, etwa für den Bau neuer Transportleitungen oder zusätzliche Aufbereitungsanlagen. Wer soll das bezahlen? Kurt Fluri schlägt vor, eine landesweit einheitliche, möglichst verursachergerechte Lösung für die Finanzierung zu schaffen; der Bundesrat soll die entsprechenden Rechtsgrundlagen ausarbeiten, fordert der FDP-Nationalrat in einer Motion.

## 12.12 Leitungskataster Schweiz – LKCH

### 12.12.1 Leitungskataster Schweiz – Machbarkeitsstudie

Bundesamt für Landestopografie (swisstopo), Schlussbericht, 10.05.2017 / rev. 18.05.2017

#### Management Summary

In den letzten Jahren wurden bei verschiedenen politischen Vorstössen auf nationaler Ebene die Nutzung des Untergrundes und die ungenügende Dokumentation dazu thematisiert. Gestützt auf einen Bericht des Bundesrates zur Nutzung des Untergrundes wurde dem Bundesamt für Landestopografie swisstopo die Aufgabe übertragen, das Thema Leitungskataster (LK) im Rahmen des Projektes N-3b näher zu betrachten. Diese Machbarkeitsstudie beinhaltet den ersten Teil dieses Projektes N-3b und soll u.a. klären, welche Erfahrungen vorliegen, welche Verwendungen für einen LK im Vordergrund stehen und wie weit ein diesbezügliches Engagement des Bundes gehen könnte.

Das Umfeld und die Sensibilität für das Thema "Leitungskataster" haben sich in den letzten fünfzehn Jahren stark verändert. Gründe dafür sind die Verschiebung des Fokus vom reinen Bau zum Unterhalt und Management von Ver- und Entsorgungsnetzen, das bewusste Digitalisieren von personifiziertem Wissen oder die Geoinformationsgesetzgebung. Hinzu kommt, dass die sich im Boden befindlichen Werte unserer Infrastrukturen riesig sind: Obwohl bei einer Netzlänge von 550'000 Kilometern Werte von über 450 Milliarden Franken im Boden verbaut sind, existiert dafür keine einheitliche und schweizweite Katasterregelung. In zwölf Kantonen gibt es keine gesetzliche Regelung zum LK. In den meisten der vierzehn anderen Kantone wird der LK erst aufgebaut. Grössere Städte kennen hingegen schon seit längerer Zeit ihren spezifischen LK. Sie erfüllen bezüglich Datentiefe, Aktualität und Verbindlichkeit hohe Ansprüche und gehen in der Regel über die leitungskataster-spezifischen Anforderungen der Norm SIA 405 hinaus.

Um die Stakeholders möglichst umfassend zu erreichen, wurde für diese Machbarkeitsstudie eine schweizweite Umfrage durchgeführt. Sie erreichte 130 Postadressen, davon zehn Verbände sowie 370 E-Mail-Adressen (inkl. weitere Verbände). Die Rücklaufquote war mit 344 Personen aus der ganzen Schweiz sehr erfreulich. Auch die Teilnehmenden aus den zwölf Kantonen ohne LK-Rechtsgrundlage waren mit einem Anteil von 40% gut und gemäss ihrem Anteil angemessen vertreten. Die Umfrage und deren Resultate sind strukturiert nach den Rollen "Werkeigentümer", "Integrator / Aufsichtsstelle", "Nutzer" sowie "Verbände".

Einige wesentliche Erkenntnisse aus den Antworten sind die Folgenden. Die Daten liegen bei den Werkeigentümern grossmehrheitlich digital vor, aber meistens nur im Datenmodell 2D oder 2.5D. Dies deckt sich nicht mit dem Wunsch der Nutzer, die zukünftig Datenmodelle in 2.5D (45%) bzw. 3D (30%) bevorzugen. Die beiden Integratoren / Aufsichtsstellen am meisten nachgefragten Abgabearten sind nicht mehr analoge Pläne sondern Datenfiles und Darstellungsdienste. Die Hauptnutzer stammen aus der Privatwirtschaft (40%) und den Gemeinden (40%). Dabei sind die Werkeigentümer selbst sowie die Integratoren / Aufsichtsstellen wichtige Nutzer des LK. Eine Mehrheit der Nutzer ist mit der Datentiefe gemäss der Norm SIA 405 (LKMap)

zufrieden, wobei eine grössere Minderheit gerne etwas mehr Informationen im LK hätte. Rund 60% der Nutzenden würden in einem homogenen, flächendeckenden "Leitungskataster Schweiz" einen grossen bis sehr grossen Nutzen sehen. Der jeweilige Nutzungszweck ist sehr unterschiedlich, dispers und breit. Er reicht gleichmässig von Hilfsmittel für Planung, Projektierung und Unterhalt über Auskunftssystem bis hin zu Übersicht, vollständige Sicht und Lokalisierung von Leitungen.

Bei der Frage, in welchem Datenmodell der LK geführt werden soll, tendieren die Verbände gegenüber der Gesamtheit der Umfrageteilnehmenden noch mehr zu 3D. Ansonsten zeigen sich keine wesentlichen Abweichungen zwischen allen Teilnehmenden und der Meinung der Verbände.

Aus den Antworten aller Teilnehmenden (344) zu einem möglichen Engagement des Bundes im LK lässt sich schliessen, dass ein "Leitungskataster Schweiz" nicht nur machbar ist sondern auch einem Bedarf entspricht. Er wird insbesondere auch von den Teilnehmenden aus denjenigen Kantonen begrüsst, die noch keine Regelung zum LK haben. Die Verbandsmeinungen weichen auch beim Engagement des Bundes kaum von der Gesamtmeinung der 344 Teilnehmenden ab.

Folgende Punkte sind für die weiteren Schritte zu beachten: Die Aufgabe des Bundes soll koordinierend sein und die operative Verantwortung bei den Kantonen liegen. Es soll auch kein neuer LK sondern Regeln für die Zusammenführung zu einem homogenen, schweizweiten LK geschaffen werden. Im Weiteren ist zu klären, welchem Zweck und welchem Ziel der homogene, schweizweite LK dienen soll und damit welche Qualitätsanforderungen an ihn gestellt werden sollen. Erst nach dieser Klärung kann eine seriöse Kosten- / Nutzenbetrachtung für weitere Entscheide gemacht werden.

Es wird empfohlen, eine Analyse "LKCH" auf Stufe Bund zu lancieren und mit einer paritätisch zusammengesetzten Arbeitsgruppe die verschiedenen Themenfelder zu behandeln. Damit kann die Basis für weitere Entscheide und einen allfälligen politischen Auftrag geschaffen werden.

### **12.12.2 Leitungskataster Schweiz – LKCH – Vision, Strategie und Konzept**

Bericht Version V1.16 von 6. Mai 2019

Herausgeber Paritätische Arbeitsgruppe LKCH (PAG LKCH)

Bern, 25.06.2019 - Das VBS hat für den Bericht über «Vision, Strategie und Konzept zum Leitungskataster Schweiz» das Vernehmlassungsverfahren eröffnet. Der Bericht gibt erstmals einen ganzheitlichen Überblick über unterschiedliche Aspekte der Werkleitungen und des Leitungskatasters. Zudem enthält er verschiedene Empfehlungen. Das Vernehmlassungsverfahren läuft bis am 7. Oktober 2019.

Die Arbeiten zum Leitungskataster Schweiz erfüllen den Auftrag des Bundesrats gemäss Massnahme b. «Verbesserte Erfassung bestehender Nutzungen im Untergrund» aus dem Bericht des Bundesrates «zur Nutzung des Untergrundes in Erfüllung des Postulates 11.3229 von Kathy Riklin vom 17. März 2011» vom 5. Dezember 2014. Die Dokumentation der Ver- und Entsorgungsinfrastrukturen wird in absehbarer Zeit schweizweit nicht ohne staatliche Vorgaben erfolgen. Daher beabsichtigt der Bund, in enger Zusammenarbeit mit den betroffenen Partnern, insbesondere den Kantonen, einen Leitungskataster Schweiz aufzubauen. Durch die Koordination und Vereinheitlichung auf nationaler Ebene kann die ober- und unterirdische Raumnutzung durch Infrastrukturen der Ver- und Entsorgung schweizweit homogen, verlässlich und zeitgemäss dokumentiert werden, um:

- die Schadensrisiken an Infrastrukturen bei Interventionen und Bauarbeiten im Untergrund zu reduzieren,
- die Digitalisierung in Planung, Projektierung, Bau sowie weiterer raumrelevanter Prozesse und Vorhaben im Sinn der E-Government Strategie Schweiz zu unterstützen und
- damit einen Beitrag zur sicheren Versorgung der Gesellschaft mit Energie, Wasser und Kommunikation sowie zur Entsorgung zu leisten.

Aus dem Ergebnisbericht der Vernehmlassung vom 20.12.2019 geht die mehrheitlich positive Haltung der Vorlage gegenüber hervor.

	Grundsätzlich einverstanden	Stehen LKCH (Bericht) kritisch bis sehr kritisch gegenüber	Abgelehnt	Verzicht auf inhaltliche Stellungnahme
Kantone	AG, AI, BE, BL, BS, FR, GE, JU, NE, NW, OW, SG, SH, SO, SZ, TG, TI, UR, VS, ZH, ZG	AR, LU, VD	GR	GL
Parteien	SP, FDP	-	SVP	-
Dachverbände und interessierte Organisationen	AdV, Archäologie Schweiz, BKW, BPUK, BauenSchweiz, CHGEOL, CKW, DSV, economiesuisse, EA-WAG, GEO+ING, geosuisse, IGS, Planzeichner, SBV, SGB, SGV, sgv-usam, SIA, SUISSEDIGITAL, SVGW, SOGI, swisscom, swissgrid, VSA, VSE	HEV, SSV		Union des communes vaudoises
<b>Total</b>	<b>49</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>2</b>

### 13. Bahn/Personenverkehr (SBB)

#### 13.1 Strategie SBB AG 2020 (2017)

Im Bericht «Unternehmerisches Management – Herausforderungen und Perspektiven» wurden als Konzernziele der SBB (Kundenzufriedenheit, Konzernimage, Personalfriedenheit, Kundenpünktlichkeit, Sicherheit, Jahresergebnis, Free Cashflow, Wettbewerbsposition/Marktanteil, ökologische Nachhaltigkeit) genannt.

In der 2017 erarbeiteten Strategie SBB AG 2020 sind ganz andere/neue Ziele hinzugekommen. Der folgende Text stammt aus diesem Dokument:

Wir werden vermehrt mit Szenarien arbeiten. Denn wir wissen nicht genau, welche Entwicklungen bis wann zu erwarten sind. Unsere Ambitionen 2020 und 2030 dienen deshalb als Orientierungspunkte für unseren täglichen Betrieb, für unsere Mobilitäts- und Arealentwicklungen bis hin zu den Ausbausritten.

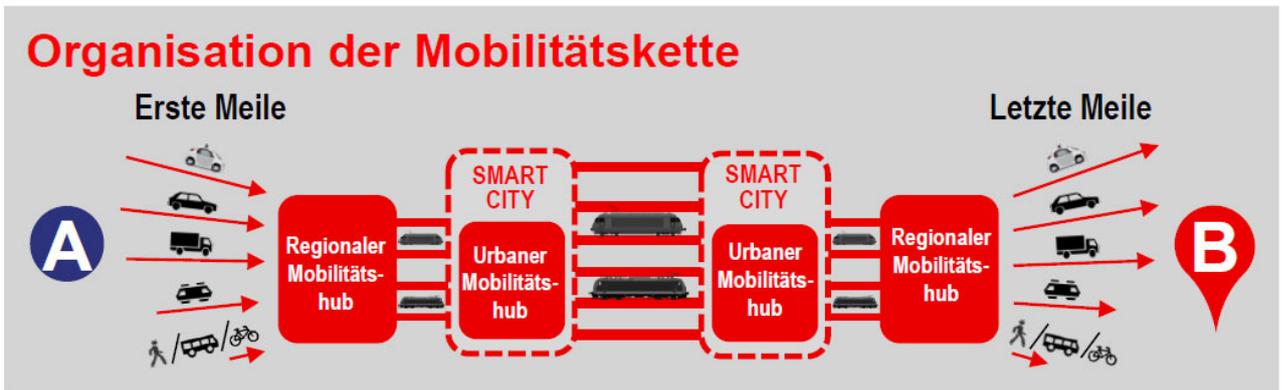
Wir setzen auf die Stärken der Bahn, bieten Mobilitätsdienstleistungen von Tür-zu-Tür und sind ein attraktiver Entwicklungspartner.

Wir kennen unsere Herausforderungen:

1. Kundenanforderungen und Mobilitätsverhalten wandeln sich. Künftig wird es wichtiger denn je werden, diese Kundenanforderungen frühzeitig zu antizipieren. Die Anforderungen an persönliche Ansprache, massgeschneiderte Mobilitäts- und andere Dienstleistungen sowie Komfort werden steigen. Die Kunden wollen kombinierte Verkehrslösungen – von Tür zu Tür.
2. Intermodaler Wettbewerb steigt, auch durch erhöhte Transparenz. Bei den Wettbewerbsvorteilen der Bahn (Umweltfreundlichkeit, Sicherheit, Kapazität und Flexibilität) werden andere Mobilitätsträger aufholen. Durch die mit der Digitalisierung einhergehende erhöhte Transparenz können Kunden die Mobilitätsangebote immer besser vergleichen.
3. bis 7 .....

Mit unseren strategischen Zielen und der Ambition 2020 richtet sich die SBB auf das Zielszenario «Mobilität der Zukunft» aus.

Die Strategie definiert finanzielle Zielwerte. Diese sind in den neun Konzernzielen sowie in der mittel- und langfristigen finanziellen Planung unterlegt. Die Zielwerte beziehen sich auf den Zeitraum 2020 (Ambition 2020) und 2030 (Ambition 2030). Beispielsweise wird die SBB mit dem Programm RailFit20/30 per 2020 ihre Kosten gegenüber 2014 um CHF 1,2 Mrd. senken. Sie plant, in den nächsten Jahren 1400 Stellen abzubauen. Zur Bewältigung der Verkehrszunahme werden 200 Stellen aufgebaut, z.B. beim Lokpersonal, bei Ingenieuren oder für Innovationen. Ein weiteres Beispiel ist der Fonds für Innovationen, den wir mit CHF 12 Mio. eingerichtet haben. Zudem werden bis 2018 insgesamt 25 FTE (Anm.: Full-Time-Equivalent) für Innovationen aufgestellt. Insgesamt werden von 2016 bis 2020 rund CHF 22 Mrd. ins Bahnsystem investiert.



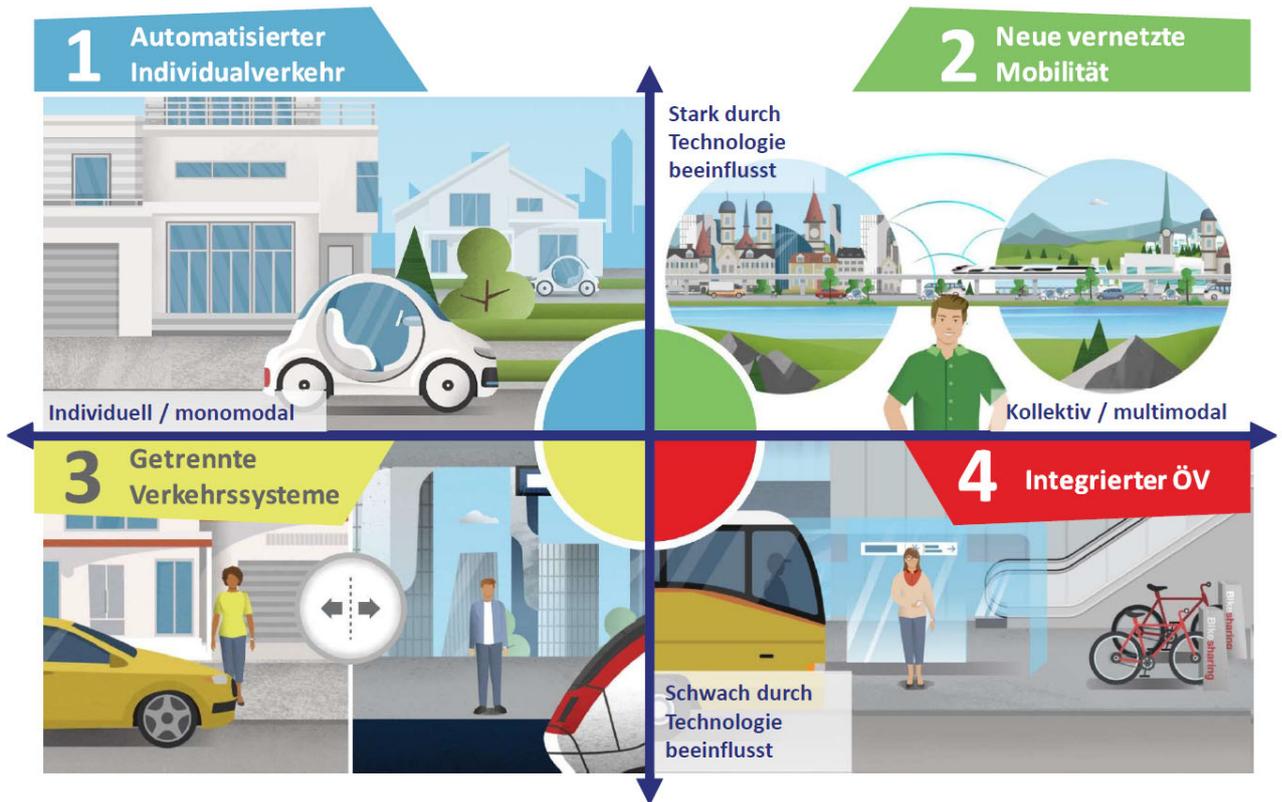
### 13.2 Mobilitätsszenarien für die Schweiz.

Überlegungen der SBB AG. Bern, Juni 2019 Langfristige, integrierte Mobilitäts- und Arealentwicklungen

- Die SBB hat vier mögliche Zukunftsszenarien für eine integrierte Betrachtung der Mobilitäts- und Raumentwicklung der Schweiz erarbeitet. Diese bauen auf den Verkehrsperspektiven 2040 des Bundesamts für Raumentwicklung (ARE) auf und reflektieren zusätzlich die Potenziale neuer Technologien und neuer Mobilitätsformen.
- In den Szenarien ist erkennbar: Je mehr die Zukunft von technologischen Entwicklungen und räumlicher Innenverdichtung geprägt wird, desto stärker sind die zu erwarteten Veränderungen der Mobilitätsformen und der kollektiven Angebote.

### Neue mögliche Entwicklungen

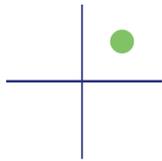




SBB • Mobilitätsszenarien • 2019

**Die vier Zukunftsszenarien der SBB für die Schweiz 2040.**





## 2 Neue vernetzte Mobilität

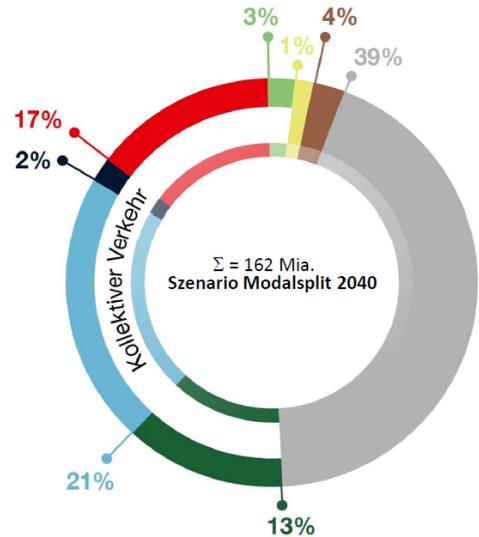
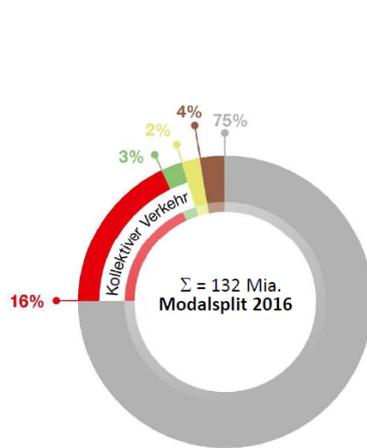
Neue effiziente Mobilitätsservices führen zu disruptiven intelligenten multi-/ intermodalen Systemen, die eng miteinander vernetzt sind



Entwicklung des Verkehrsaufkommens in Pkm nach Verkehrsträger (ohne Flugreisen).

**Annahmen**

- 10 Mio. Einwohner davon 2.5 Mio über 65-jährig
- Hoher Innovationsgrad und Effizienzsteigerung
- Kontrollierte Liberalisierung
- Innovationsgetriebene Nachhaltigkeit und Shared Economy
- Polytopische Lebensformen
- Flexible und ortsungebundene Arbeitsformen
- Starke Verdichtung in urbanisierten Zentren
- Hochautomatisiert, vernetzte Verkehrsinfrastrukturen
- Hoher Anteil an gescherten, autonomen Fahrzeugen
- Kollektiver Verkehr explodiert
- City-Logistik für Güter mit multimodaler Feinverteilung



**Abkürzungen:**

- ARE: Bundesamt für Raumentwicklung
- Car Sharing: gemeinschaftliches Nutzen von Fahrzeugen
- MIV: motorisierter Individualverkehr
- Modalsplit: Verteilung auf vers. Verkehrsmittel
- ÖPNV: öffentlicher Personennahverkehr
- Pkm: Personenkilometer
- Ride Sharing: Gemeinsames Mitfahren

- MIV im Eigentum (konventionell/autonom)
- Car-Sharing (konventionell/autonom)
- Ride-Sharing (konventionell/autonom)
- Fernbus
- Bahn
- ÖPNV (Bus und Tram)
- Velo (inkl. eBike, Scooter)
- zu Fuss

### 13.3 Energie- und CO<sub>2</sub>-Ausstoss im Vergleich

Nachhaltig unterwegs: mit der SBB (SBB-Umwelt-Broschüre, 2010).

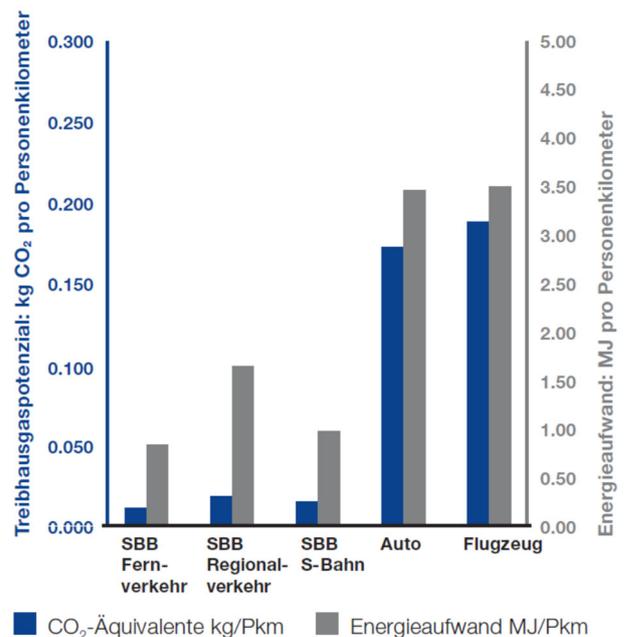
Unter Berücksichtigung aller grauen Emissionen für den Bau und Betrieb der Anlagen schneidet die Bahn in der Schweiz deutlich energieeffizienter ab als die Wettbewerber auf der Strasse und in der Luft.

### 13.4 Kontakt mit W. Stohler

Werner Stohler, Gründer und ehemals Partner der Firma SMA und Partner AG in Zürich (unabhängiges Beratungs- und Softwareunternehmen für Bahnsysteme, <https://www.sma-partner.com/de/ueber-sma/portraet>) war als Beobachter an der Tagung „Zukunft Bauwerk Schweiz“ vom 12.06.2013 anwesend und verfasste eine Stellungnahme. Der folgende Auszug enthält wichtige und nach wie vor gültige Aussagen:

5. Die raumplanerisch erwünschte Verdichtung und Erschliessung der Agglomerationen entlang bestehender Eisenbahnlinien löst allerdings enorme Kapazitäts-Investitionen aus. Diese bestehen immer in Form von unterirdischen Bahnhöfen (in Zürich z.B. die Bahnhöfe Museumstrasse und Löwenstrasse) und längeren Tunnelzufahrten. Die analogen Projekte in Genf, Lausanne, Bern, Basel und Luzern sind auch mit den FABI-Finanzierungsmechanismen während mehrerer Jahrzehnte nicht finanzierbar.

### Vergleich CO<sub>2</sub>-Ausstoss / Energieverbrauch im Personenverkehr



*Ganz generell werden die Aus- und Neubauten der Bahn im Ost-West-Korridor und im Nord-Süd-Korridor fast ausschliesslich in Form von Tunnels gebaut. Das verschont die Landschaft vor Lärm und Zerschneidung, macht aber Bau und Unterhalt der Anlagen um Faktoren teurer.*

6. *Verkehrsnetze sind nicht nur Treiber der Wirtschaftsentwicklung, sondern auch der raumplanerischen Entwicklung. Das System Strasse/Individualverkehr hat die ölfleckenartige Nutzung der bebaubaren Flächen erzeugt. Das Eisenbahnnetz hat sich (in der Schweiz) in den Jahrzehnten des Strassenbaus nur geringfügig vergrössert: Alpentunnels, kurze Neubauabschnitte im Mittelland. In den wenigsten Fällen kann die Bahn einer Siedlungsentwicklung folgen. Konzentration kann also nur rund um Zugangspunkte (Bahnhöfe, Haltepunkte) entlang bestehender Strecken erfolgen.*

*Im Gegensatz dazu plant man in grossen Agglomerationen- nachträglich zur Siedlungsentwicklung- neue schienengebundene Systeme: Tramverlängerungen, Stadtbahnen, M2/M3 in Lausanne etc. Weil für solche Bauten keine Korridore freigehalten wurden, sind heute zahlreiche teure Kunstbauten notwendig.*

7. *Die Eisenbahn-Unternehmen werden heute im Auftrag der Eigentümer (Bund, Kantone) nach privatwirtschaftlichen Grundsätzen geführt. Ziel ist also immer Wachstum und Gewinn. Das wichtigste Auswahlkriterium für Netzausbauten ist ebenfalls monetärer Art: Anzahl Fahrgäste (gemäss Prognose) multipliziert mit der Fahrzeitreduktion und einem „Wert“ für die eingesparte Zeit. Diese Methodik begünstigt die Konzentration der Investitionen auf die wichtigsten Hauptachsen und löst dort eine Aufwärtsspirale aus: Kürzere Fahrzeit, zusätzliche Nachfrage, Kapazitätsengpässe, nächster Ausbauschritt etc. Das Gebot der Nachhaltigkeit würde eher für eine Plafonierung der Fahrzeiten auf den am meisten belasteten Hauptachsen plädieren. Die negativ konotierte Reisezeit sollte in den Bewertungsmethoden für Eisenbahn-Ausbauten durch Kriterien der Nachhaltigkeit ersetzt werden. Dies steht allerdings in fundamentalem Gegensatz zu der von der EU vorangetriebenen Wettbewerbs-Theorie innerhalb und zwischen den verschiedenen Transportsystemen.*

### **Zusammenfassung/Thesen**

8. *Die Existenz zweier terrestrischer Verkehrssysteme führt zu sektoriellem Konkurrenzdenken. Weil Bau und Unterhalt der Infrastruktur eine staatliche Aufgabe ist, werden die Prioritäten meistens politisch gesetzt.*
9. *Die Dichte der Raumnutzung erzwingt zunehmend eine Spezialisierung: Personenverkehr in öffentlichen Systemen, die Strasse für Nutz- und Güterverkehr.*
10. *Ein qualitativ hochstehendes Transportangebot ist ein wichtiger Standortvorteil. Trotzdem ist die Mobilität zu billig und treibt die allgemeine Anspruchshaltung laufend nach oben.*
11. *Eine Dämpfung der Mobilitätszunahme sollte nicht nur über den Preis, sondern auch über eine Plafonierung/Stabilisierung der Reisezeit erfolgen.*
12. *Für die langfristige Prioritätensetzung weiterer Ausbauten sind neue Evaluationsmethoden zu entwickeln, welche die wachstumstreibenden „time/money“-Methoden ablösen und durch vernetzte und nachhaltige Parameter ersetzen.*

W. Stohler wurde anlässlich des Telefongesprächs vom 18.05.2020 zu den Themen, die im Fokus des Projektes EBS stehen, erneut befragt. Daraus ergaben sich folgende wesentliche Aussagen:

- Die Bahn hat als Massentransportmittel einen entscheidenden Vorteil gegenüber allen anderen Verkehrsträgern.
- Grosse Probleme: Spitzenbelastungen, hohes Verkehrsaufkommen auf den Hauptlinien, schwach besetzte „Nebenlinien“.
- Mit verbesserten Signal- und Sicherungssystemen sind weitere Kapazitätssteigerungen möglich.
- Lärm ist gesundheitsschädigend und Gegenmassnahmen sind bekannt. Diese führen allerdings häufig zu ästhetisch unbefriedigenden Lösungen.
- Der Wunschkatalog wird immer länger und immer teurer. Der oberirdische Ausbau ist kaum mehr möglich. Tunnellösungen kosten sehr viel Geld für den Bau und den Betrieb.
- Kostenwahrheit ist wichtig für die Zukunft. Der Nutzer sollte nicht nur die „Marginalkosten“, sondern auch die Fixkosten tragen. Bahnnutzer tragen nur ca. 40% der Gesamtkosten. Für die Kostenwahrheit sind die Systemgrenzen entscheidend und brauchen einen breiten Konsens. Das „einfache“ Mobility Pricing ist evtl. zum Brechen der Spitzen sinnvoll.
- Parallel zur nötigen Kapazitätserweiterung sollten das Bahnnetz auf Strecken mit ausreichend hoher Nachfrage gestrafft werden. Dies ist ein Gebot der Stunde.

In einem Beitrag von W. Stohler in der Schweizer Eisenbahn-Revue 4/2019 erläutert die Zukunft des internationalen Bahnverkehrs (inkl. dem grenzüberschreitenden Regionalverkehr) sowie den Nachtreiseverkehr. Er stellt dabei fest:

„Soll der internationale Verkehr zwischen der Schweiz und den Nachbarländern gefördert werden, bedarf es einer spezifischen Strategie, die hemmende Elemente des Territorialprinzips zu mindern vermag. Drei Dinge sind dabei von zentraler Bedeutung: Fahrzeuge, Fahrpläne und die finanziellen Aspekte.“

In seinem Beitrag äussert er sich auch zu Bedeutung der Reisezeit und hinterfragt, ob diese in Anbetracht des heutigen Komforts und der Reisegeschwindigkeit auch heute nur unter dem Aspekt „time is money“ zu betrachten ist.

Airlines (z.B. Swiss) und Bahnbetreiber (z.B. SBB) sollten in ihren Geschäftsmodellen Angebote für kombinierte Flug- und Zugreisen aufnehmen, um für ihre gemeinsamen Kunden einen echten Mehrwert zu generieren bei einem gleichzeitig möglichst niedrigen ökologischen Fussabdruck.

### 13.5 „Mobilitäts-Inkubator“ der SBB

Der „Mobilitäts-Inkubator“ der SBB behandelt diverse Themen, die sehr eng mit jenen des Projektes EBS verbunden sind. Berichte zu den abgeschlossenen oder laufenden Projekten sind nicht verfügbar. Zu einzelnen Themen (z.B. smartrail 4.0 für bessere Ausnutzung der Anlage zwecks Kapazitätssteigerung) sind im Internet weitere Informationen vorhanden (<https://www.smartrail40.ch/>).



#### Was der Inkubator macht.

Auswirkungen von Veränderungen untersuchen.

- **What-if smartrail 4.0.** Fahrplan mit den Möglichkeiten von sr40.
- **What-if Mobilitätshubs.** Fahrplankonzept unter der Annahme, dass über die Hälfte aller Halte gestrichen wird.
- **What-if Systematisierung 2024.** Aufgrund der aktuellen Pünktlichkeitsprobleme von Grund auf neuer Fahrplan.
- **What-if Schienengüterverkehr Plus 100%.** Zuerst den Güterverkehr mit doppelter Nachfrage planen, dann den Personenverkehr.
- **What-if eHighway.** Wie würde sich die teilweise Elektrifizierung der Autobahnen auf die Bahn auswirken?
- **What-if Weichensysteme.** Welche Wirkung hat eine netzweit optimierte Weichentopologie und Trassierung auf den Fahrplan?
- **What-if Highspeed.** Verknüpftes Hochgeschwindigkeitsnetz.
- **What-if Grenzenlos – EuroTakt/EuroLink.** Ein neuer Fahrplan für ganz Europa. Schneller und häufiger.

SBB - Infrastruktur - Inkubator - 26.05.2020 2

### 13.6 Zusammenfassung

Die Bahninfrastruktur wird mit dem Ausbauschnitt 2035 weiter wachsen ([https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/verkehrsmittel/eisenbahn/ausbauprogramme\\_bahninfrastruktur.html](https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/verkehrsmittel/eisenbahn/ausbauprogramme_bahninfrastruktur.html)). Das Parlament hat diesen Ausbauschnitt im Umfang von 12,89 Milliarden Franken bewilligt. Damit werden heute absehbare Engpässe auf verschiedenen Strecken beseitigt. Zu den Projekten gehören unter anderem eine Direktverbindung Neuenburg – La-Chaux-de-Fonds, der Brüttenertunnel, der Zimmerberg-Basistunnel II, der Ausbau des Lötschberg-Basistunnels, Ausbauten zwischen Yverdon, Lausanne und Genf sowie für den Raum Ostschweiz und den Knoten St. Gallen. Ebenso werden verschiedene Bahnhöfe modernisiert und neue Haltestellen gebaut.

Gemäss Medienmitteilung vom 01.07.2020 will der Bundesrat Kombination verschiedener Verkehrsmittel erleichtern will und dazu eine Dateninfrastruktur schaffen. Damit Unternehmen entsprechende Angebote, wie z.B. Apps entwickeln können, brauchen sie Informationen von den verschiedenen Mobilitäts- und Dienstleistungsanbietern. Künftig soll eine «Nationale Dateninfrastruktur Mobilität» als Service-Public-Angebot des Bundes diesen Austausch vereinfachen. Verkehrsträgerübergreifende Angebote erleichtern unter anderem den Zugang zum öffentlichen Verkehr, der dadurch für neue Kunden attraktiv wird. An seiner Sitzung vom 1. Juli 2020 hat der Bundesrat das Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) beauftragt, eine Botschaft zu erarbeiten.

Klar ist, dass bei einem weiteren Mobilitätswachstum dies nicht ausreichen wird (viele Wünsche sind bereits vorgebracht worden), klar ist aber auch, dass die nächsten Ausbauschnitte auf einer stärkeren Netzbetrachtung von MIV und ÖV basieren und die Kostenwahrheit des Gesamtverkehrssystem einbezogen werden sollten. Für die Vernetzung der Verkehrsträger genügt es nicht Abos für verschiedene Verkehrsmittel einzuführen (siehe z.B. SBB-Projekt „yumuv“; <https://www.sbb.ch/de/bahnhof-services/am-bahnhof/von-und-zum->

[bahnhof/pilot-projekte/yumuv.html](https://www.bahnhof.ch/de/pilot-projekte/yumuv.html)). Die Vernetzung muss in Zukunft auf einem systemischen Ansatz beruhen, der auch die Abstimmung, d.h. die Koordination der Hardware miteinschliesst. Und hier fehlen derzeit fast jegliche ernsthafte Bestrebungen.

Es gibt in der Schweiz viele heilige Kühe. Die Bahn ist wohl eine der heiligsten. Ein möglicher Abbau ruft sehr heftigen lokalen Widerstand hervor. In vielen Fällen spielen Emotionen eine wichtige Rolle und verunmöglichen eine sachliche Diskussion. Unbesehen von wirtschaftlicheren Lösungen werden Nebenlinien aufrechterhalten und sogar ausgebaut (z.B. Seetalbahn).

Dass eine Straffung des Bahnnetzes und/oder Angebots ansteht, ist unbestritten. Um solche Schritte anzugehen braucht es einen gesellschaftlichen Konsens. Dazu sind allgemein gültige und akzeptierte Kriterien für die Beurteilung und den Vergleich der verschiedenen Verkehrsträger zu finden (Kostenwahrheit, Nachhaltigkeit etc.).

Die gleichen Massstäbe könnten dann auch für Ausbauten oder Erweiterungen angesetzt werden.

Die Auswirkungen der Corona-Pandemie auf das Nutzerverhalten und -volumen der Bahn ist zurzeit noch nicht abschätzbar.

Pauschaltarife etc.: siehe **Kapitel 11.20**.

## 14. Güterverkehr

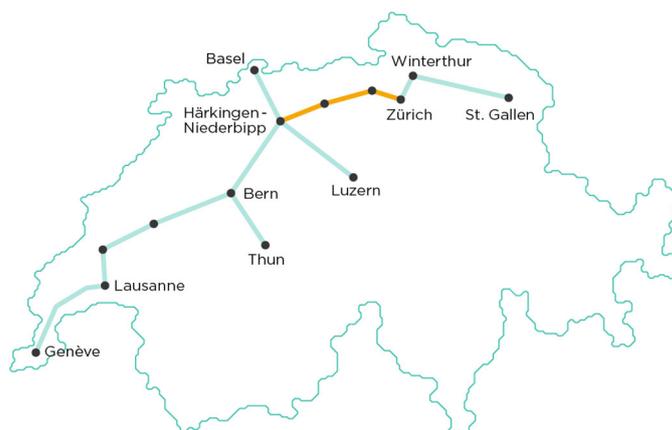
### 14.1 Cargo sous terrain

<https://www.cst.ch/>

#### 14.1.1 Gesamtlogistik

Cargo sous terrain ist ein Gesamtlogistiksystem für den flexiblen Transport kleinteiliger Güter. Tunnels verbinden Produktions- und Logistikstandorte mit städtischen Zentren. Oberirdisch verteilt CST die transportierten Güter in umweltschonenden Fahrzeugen und leistet damit einen Beitrag zur Reduktion des Verkehrs und der Lärmemissionen.

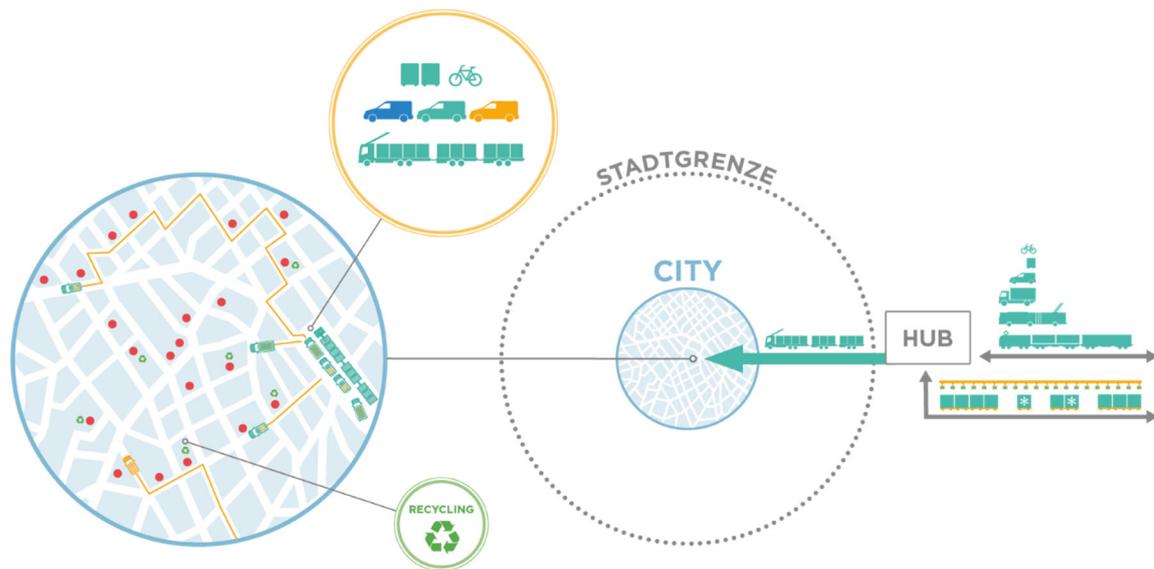
Die erste Teilstrecke verbindet ab 2031 den Raum Härkingen-Niederbipp mit Zürich. Bis 2050 erfolgt der Bau der restlichen Abschnitte. CST eignet sich sowohl für die Versorgung wie auch für die Entsorgung (Abfall, Recycling). Der Strom für den Betrieb des Systems stammt zu 100% aus erneuerbaren Energien.



#### 14.1.2 City-Logistik

In den Städten akzentuieren sich die Verkehrsprobleme. Gütertransporte machen einen grossen Teil des Verkehrsaufkommens in den Ballungsräumen aus. Cargo sous terrain errichtet deshalb ein Citylogistik-System mit umweltschonenden Fahrzeugen für die effiziente Feinverteilung der transportierten Güter in den Smart Cities der Zukunft. Dieses entlastet die Städte um bis zu 30% des Lieferverkehrs und 50% der Lärmemissionen.

Im System Cargo sous terrain werden die Waren bereits im Tunnel gebündelt. Durch diese Bündelung ist die anschliessende Feinverteilung bereits vorbereitet. Die Belieferung von Verkaufsstellen und Endabnehmern ab dem Hub findet koordiniert statt, statt dass jeder Anbieter seine Waren einzeln ausliefert.



#### 14.1.3 Technik

Das Prinzip von Cargo sous terrain entspricht demjenigen eines automatischen Fördersystems. In den Tunnels verkehren rund um die Uhr selbstfahrende, unbemannte Transportfahrzeuge, die an dafür vorgesehene Rampen oder Lifts automatisch Ladungen aufnehmen und abgeben können.

Die Fahrzeuge, die auf Rädern fahren und über einen elektrischen Antrieb mit Induktionsschiene verfügen, verkehren in dreispurigen Tunnels mit einer konstanten Geschwindigkeit von rund 30 Stundenkilometern. Der Gütertransport geschieht palettiert oder in angepassten Behältern. Dank kühlbaren Transportfahrzeugen ist auch der Transport von Frisch- und Kühlwaren möglich. An der Decke des Tunnels ist eine schnelle Paket-Hängebahn für kleinere Güter angebracht.

#### 14.1.4 CST-Gesetz

Cargo sous terrain ist eine privatwirtschaftliche Initiative. Für den Bau der Infrastruktur und den Betrieb des Tunnels werden keine Subventionen eingesetzt. Um diese weitgehend unterirdische Gütertransportanlage über Kantonsgrenzen hinweg errichten und betreiben zu können, braucht es ein neues Bundesgesetz. Die Vernehmlassung zu diesem Gesetz dauerte von April bis Juli 2019. Das zuständige Eidgenössische Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) wertet die Ergebnisse nun aus. Die Botschaft des Bundesrates wird in den nächsten Monaten erwartet.

Im Zuge der fortschreitenden Planung werden die genauen Standorte und Streckenführungen der Hubs und Tunnels im Rahmen eines Sachplanverfahrens in enger Abstimmung mit den Kantonen und unter Einbezug von Gemeinden und Bevölkerung bestimmt.

#### 14.1.5 Bundesrat unterstützt Cargo sous terrain mit Spezialgesetz, 29. Jan. 2020

[https://www.cst.ch/wp-content/uploads/2020/01/MM\\_CST\\_200129\\_D.pdf](https://www.cst.ch/wp-content/uploads/2020/01/MM_CST_200129_D.pdf)

In der Vernehmlassung zum Bundesgesetz über den unterirdischen Gütertransport (UGüTG) erhielt Cargo sous terrain (CST) die Unterstützung einer grossen Mehrheit der Akteure aus Politik und Wirtschaft. Basierend auf diesen partei- und branchenübergreifend positiven Rückmeldungen hat der Bundesrat am 29. Januar 2020 beschlossen, die Gesetzesgrundlage für Cargo sous terrain zu schaffen. Der Bundesrat unterstützt auch das Ziel von CST, das Projekt als privat finanzierte Innovation in mehrheitlich Schweizer Hand voranzutreiben. Die CST AG begrüsst den Entscheid des Bundesrates, eine entsprechende Botschaft ans Parlament auszuarbeiten.

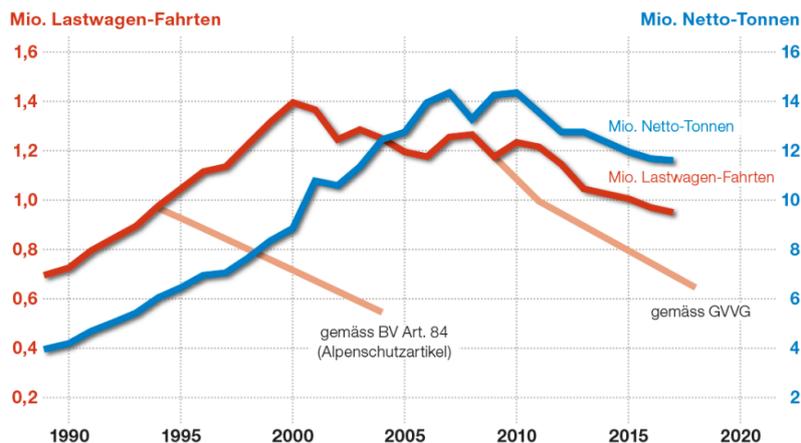
## 14.2 Verlagerung des Güterverkehrs von Schiene auf die Strasse (Alpeninitiative)

<https://www.alpeninitiative.ch/themen/verlagerung/>

Jedes Jahr werden rund 40 Millionen Tonnen Güter durch die Alpen gefahren. Rund ein Drittel davon wird per Lastwagen transportiert. Lkws verschmutzen die Luft mit kleinsten Partikeln, stossen viel CO<sub>2</sub> aus und verlärmern die Täler. Im Jahr 1994 wurde die Alpen-Initiative angenommen. Seither ist der Bundesrat verpflichtet, die Alpen vor den Folgen des Transitverkehrs zu schützen.

Aufgrund dieses Verfassungsgrundsatzes wurde folgendes Ziel gesetzlich verankert: Pro Jahr dürfen maximal 650'000 Lastwagen die Schweizer Alpenpässe Gotthard, San Bernardino, Simplon und Grosse St. Bernhard überqueren. Dieses Ziel hätte bereits 2008 erreicht werden sollen. Die Frist wurde jedoch auf 2018/2019 hinausgeschoben (zwei Jahre nach Eröffnung des NEAT-Basistunnels am Gotthard).

### Alpenquerender Güterverkehr (Strasse)



BV Art. 84 = Bundesverfassung Artikel 84, GVVG = Güterverkehrsverlagerungsgesetz  
Ab 2013 wurden neue Berechnungsmethoden verwendet.

Dank der von der Alpen-Initiative initiierten Verkehrspolitik nimmt die Zahl der Lastwagenfahrten durch die Schweizer Alpen zwar ab, sie ist aber immer noch viel zu hoch. Der Verein Alpen-Initiative fordert deshalb vom Bundesrat zielführende Massnahmen. Einige wurden bereits ergriffen: So müssen Lastwagen seit 2001 auf allen Strassen für jeden gefahrenen Kilometer eine Abgabe zahlen, die sogenannte LSVA. Es wird zudem versucht, auf der Strasse und der Schiene gleiche Wettbewerbsbedingungen herzustellen, zum Beispiel durch strengere Kontrollen auf der Strasse.

Es sind jedoch weitere Massnahmen notwendig, um das gesetzlich verankerte Ziel von jährlich maximal 650'000 alpenquerenden Lastwagen zu erreichen. Die Bahn hat genügend Kapazitäten für den Güterverkehr.

Bis Ende 2018 hätten noch höchstens 650'000 Lastwagen über die Schweizer Alpen fahren dürfen, so steht es im Gesetz. Doch das Verlagerungsziel wurde auch im Jahr 2019 deutlich verpasst, wie die jüngsten Zahlen des Bundes zeigen. Es gilt nun, die Chance zu nützen, welche das Milliardenprojekt NEAT mit der Fertigstellung des Ceneri-Basistunnels und des 4-Meter-Korridors auf der Gotthardachse ab Dezember 2020 bietet. Die Infrastruktur allein wird es jedoch nicht richten. Um den Güterverkehr durch die Alpen effektiv auf die Schiene zu verlagern, braucht es auch Massnahmen beim Schwerverkehr.

### Unsere Forderungen

- Realisierung von Projekten, welche die Qualität der Güterverkehrs-Trassen im Transit stärken und einen hohen Kosten-Nutzen-Faktor bezüglich des Transitverkehrs aufweisen. Dazu gehören:
- Fertigstellung des Lötschberg-Basistunnels auf zwei durchgehend befahrbare Tunnel,
- Ausbau der Infrastruktur auf den Zulaufstrecken der NEAT.
- Position des Güterverkehrs auf den Transitkorridoren gegenüber dem Personenverkehr stärken, die Trassen für den Güterverkehr sichern.
- Entflechtung von Personenverkehr, Binnengüterverkehr und internationalem Transitgüterverkehr in den Knotenpunkten.
- Zusätzliche Investitionen in Terminals des Kombinierten Verkehrs (KV), welche der Verlagerung des Güterverkehrs auf die Schiene zugutekommen.

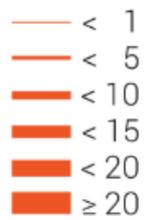
### 14.3 Perspektiven des Schweizerischen Güterverkehrs bis 2040

#### 14.3.1 Verkehrsströme im Güterverkehr 2015

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/gueterverkehr.assetdetail.580446.html>

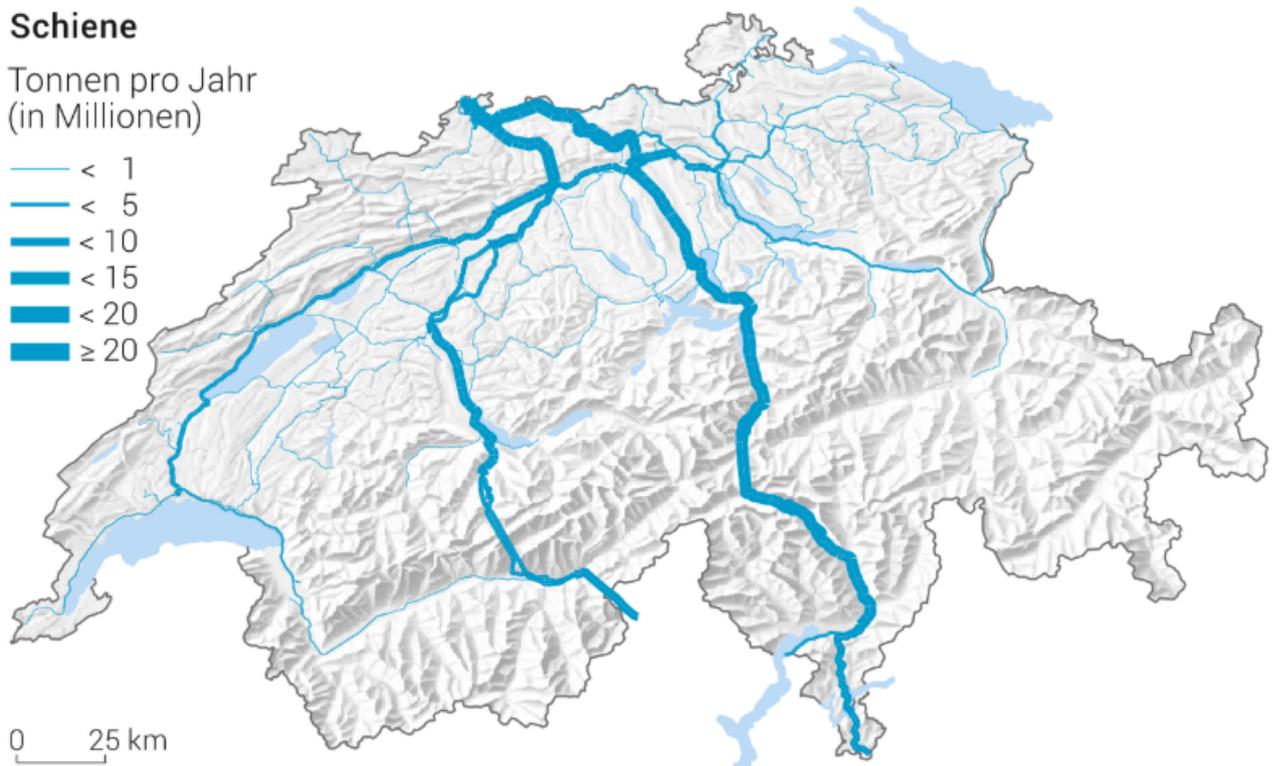
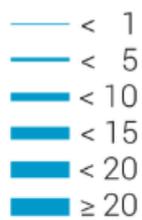
#### Strasse

Tonnen pro Jahr  
(in Millionen)



#### Schiene

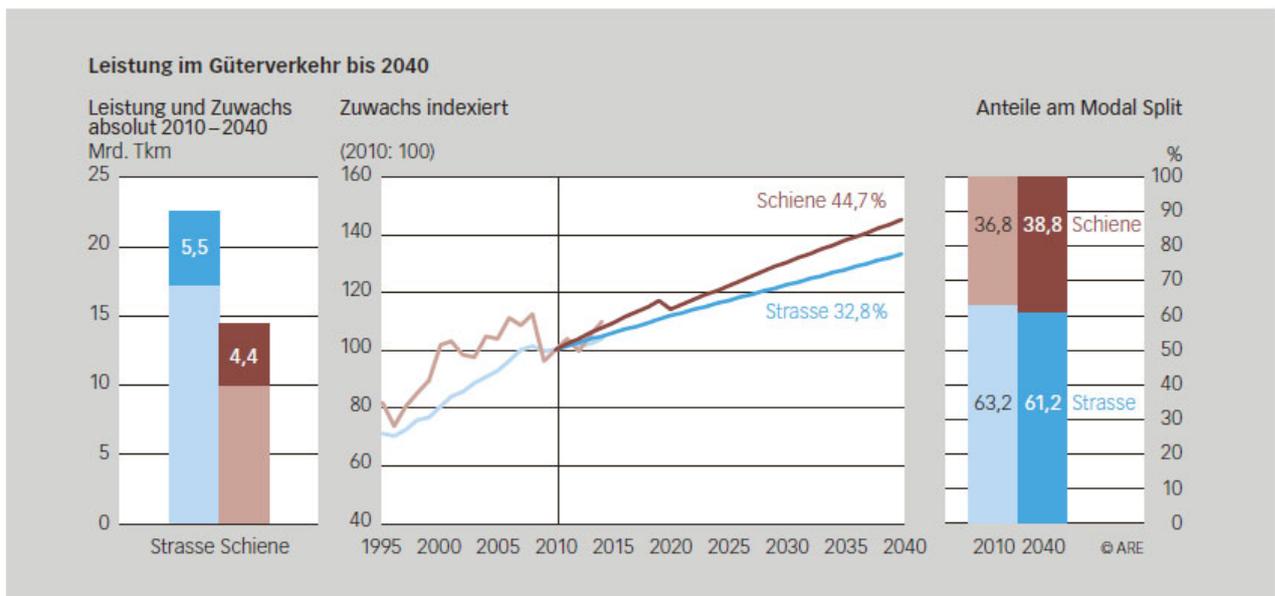
Tonnen pro Jahr  
(in Millionen)



0 25 km

#### 14.3.2 Perspektiven des Schweizerischen Personen- und Güterverkehrs bis 2040, ARE 2016

<https://www.are.admin.ch/are/de/home/verkehr-und-infrastruktur/grundlagen-und-daten/verkehrsperspektiven.html>



Hinweis: Das veränderte Kaufverhalten der Menschen, weg vom Geschäft am Wohnort hin zur Online-Bestellung mit Lieferung franko Haus, wird den Paketversand stark ansteigen lassen. Ein Vorgesmack dazu ergab sich in der Zeit des Lockdowns wegen der Corona-Pandemie.

### 14.3.3 Verlagerungsbericht 2019

Bericht über die Verkehrsverlagerung vom November 2019, BAV, Nov. 2019

<https://www.bav.admin.ch/bav/de/home/themen-a-z/verlagerung/verlagerungsbericht.html>

#### Verkehrsentwicklung

Im Zeitraum 2016-2018 ging die Fahrtenzahl schwerer Güterfahrzeuge auf der Strasse über Schweizer Übergänge um -3.5 % zurück. Gegenüber dem Referenzjahr 2000 resultiert per Ende 2018 eine Reduktion um ein Drittel der Fahrten (-33 %). In den Jahren 2017 bzw. 2018 wurden 954'000 bzw. 941'000 alpenquerende Fahrten schwerer Güterfahrzeuge gezählt. Das Zwischenziel von einer Million Fahrten pro Jahr wurde in der Berichtsperiode erreicht. Das für 2018 gesetzlich vorgesehene Verlagerungsziel von 650'000 alpenquerender Fahrten schwerer Güterverkehrsfahrzeuge wurde hingegen verfehlt.

Die Transportmenge im alpenquerenden Schienengüterverkehr verzeichnete im Zeitraum 2016-2018 einen Rückgang um -2.6 %. Der Anteil der Bahn im alpenquerenden Güterverkehr lag per Ende 2018 bei 70.5 % und damit 0.5 Prozentpunkte tiefer als 2016.

Per Ende 2019 ist auf der Strasse mit weiterhin deutlich unter 1 Million alpenquerender Fahrten schwerer Güterfahrzeuge zu rechnen. Ebenfalls kann für 2019 konjunkturbedingt von einer leichten Abnahme der Transportmengen im Schienengüterverkehr gegenüber dem Vorjahr ausgegangen werden.

#### Massnahmen zur Forcierung und Weiterentwicklung der Verlagerungspolitik

Um dem gesetzlich vorgegebenen Verlagerungsziel näher zu kommen, beschliesst oder unterbreitet der Bundesrat verschiedene Massnahmen für die Umsetzung.

Das Massnahmenpaket zur kurzfristigen Unterstützung des Verlagerungsprozesses umfasst

- die Unterstützung des alpenquerenden Schienengüterverkehrs im Rahmen der Trassenpreis-revision 2021,
- die befristete Weiterführung der Betriebsabgeltungen für den unbegleiteten kombinierten Verkehr bis 2026,
- die Anpassung der LSVA zum 1.1.2021 (Abklassierung EURO IV- und V-Fahrzeuge), sowie
- die Intensivierung der Schwerverkehrskontrollen durch Realisierung des Kontrollzentrums Gotthard Süd.

Als ergänzende, mittel- bis längerfristig ausgerichtete Massnahmen prüft der Bundesrat die Fragen zur längerfristigen Weiterentwicklung der LSVA, strebt eine verbesserte Integration der NEAT in die europäischen Güterverkehrskorridore an und bereitet die Entscheidungsgrundlagen für die Weiterführung der Rollenden Landstrasse nach 2023 vor.

#### Weiterführung der Verlagerungspolitik

Die Umsetzung der verschiedenen Massnahmen setzt den Rahmen für die Intensivierung der verlagerungspolitischen Bemühungen des Bundes in der kommenden Berichtsperiode. Das Augenmerk der Aktivitäten gilt weiterhin der Nutzbarmachung der Kapazitäts- und Produktivitätsvorteile der NEAT und der Zulaufstrecken. Mit der Prüfung von Möglichkeiten der Weiterentwicklung der LSVA und der Erarbeitung der Entscheidungsgrundlagen zur Rollenden Landstrasse nach 2023 stehen Grundsatzentscheide zur Ausgestaltung der Verlagerungspolitik im kommenden Jahrzehnt an.

#### **14.3.4 Bahn-Ausbauschritt 2035**

Vom zusätzlichen Bahn-Ausbauschritt 2035 (11.9 Mia. CHF) wird nicht nur der ÖV, sondern auch der Güterverkehr profitieren (<https://www.admin.ch/gov/de/start/dokumentation/medienmitteilungen.msg-id-72731.html>). Die zusätzlichen Trassen für den nationalen Güterverkehr und der Teilausbau der zweiten Röhre des Lötschberg-Basistunnels sind wichtige Elemente. Der Vollausbau des Lötschberg-Basistunnels wird verschoben. Die aktuellen Probleme mit dem Wasser-Sand-Austritt könnten den Zeitplan verändern.

#### **14.3.5 Programm Agglomerationsverkehr**

Mit dem Programm Agglomerationsverkehr beteiligt sich der Bund finanziell an Verkehrsprojekten von Städten und Agglomerationen. Von Bundesbeiträgen profitieren Agglomerationen, die mit ihren Agglomerationsprogrammen die Verkehr- und Siedlungsentwicklung wirkungsvoll aufeinander abstimmen. Zusammen mit den dringlichen Projekten hat der Bund bisher rund 7 Milliarden Franken für Verkehrsprojekte in Städten und Agglomerationen zur Verfügung gestellt. Derzeit erarbeiten die Agglomerationen die Programme der 4. Generation, um sie Mitte 2021 beim Bund einzureichen.

In diesem Programm sollen auch die Bedürfnisse des Güterverkehrs berücksichtigt werden. Dabei gilt.

#### **14.4 Strategiepapier VöV**

<http://www.bahnonline.ch/bo/39447/der-schienenqueterverkehr-hat-zukunft-voev-stellt-strategie-vor.htm>

Die Rahmenbedingungen für den Schweizerischen Schienengüterverkehr haben sich in letzter Zeit grundlegend gewandelt. Gesellschaftliche, technologische und ökonomische Veränderungen stellen den Schienengüterverkehr vor grosse Herausforderungen. Die Kommission Güterverkehr des Verbandes öffentlicher Verkehr (VöV) hat deshalb die Strategie Schienengüterverkehr erarbeitet, mit dem Ziel, den Schienengüterverkehr zu stärken.

Der Güterverkehr befindet sich in einem Wandel: Einerseits steigen die Mengen im Transitverkehr auf der Schiene. Gleichzeitig steht der Binnenverkehr unter Druck.

Die vom Bund (ARE) vorgestellte Entwicklung des gesamten Güterverkehrs – auf der Strasse und der Schiene – bis 2040 sagt steigende Mengen voraus. Diese Verkehrszunahme kann nur bewältigt werden, wenn ein Grossteil des Transportes im Binnen- und im grenzüberschreitenden Güterverkehr auf der Schiene erfolgt.

Gleichzeitig verändern sich auch die Rahmenbedingungen für den Schienengüterverkehr schnell und grundlegend. Zunehmende Kapazitätsengpässe auf der Schiene sowie veränderte Kundenbedürfnisse nach mehr Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit und Flexibilität stellen für die Transportunternehmen grosse Herausforderungen dar.

Deshalb hat der VöV-Vorstand eine neue Strategie Schienengüterverkehr VöV verabschiedet. Darin setzt sich der VöV für eine sinnvolle Zusammenarbeit aller Güterverkehrsarten (Schiene, Strasse, Fluss) ein.

«Ziel ist es, den Modalsplit zugunsten der Schiene zu verändern – und zwar dort, wo es volks- und betriebswirtschaftlich sinnvoll ist», erläutert Ueli Stüchelberger, Direktor VöV.

Hans-Peter Hadorn, Präsident Kommission Güterverkehr ergänzt: «Die besten Lösungen ergeben sich in Zusammenarbeit mit Kunden. Mit der Gründung der Interessengemeinschaft Wagenladungsverkehr IG WLV haben wir bereits den ersten Grundstein dafür gelegt.»

Ziel der IG WL V ist es, die Effizienz und damit die Wettbewerbsfähigkeit des Wagenladungsverkehrs zu verbessern. Die IG WL V besteht aus dem Verband der Verladenden Wirtschaft (VAP) sowie dem Verband öffentlicher Verkehr (VöV) und SBB Cargo.

### VöV fordert faire Rahmenbedingungen für den Schienengüterverkehr

Der Schienengüterverkehr benötigt zwingend ausreichende Trassen in einer guten Qualität und zu einem fairen Preis. Nur so sind seine Produkte konkurrenzfähig. Deshalb muss die Infrastruktur ausgebaut werden und sind die Trassenpreise anzupassen. Mit grosser Zustimmung betrachtet der VöV die Entwicklung zum Masterplan Schiene in Deutschland und die hierbei ab 2019 umgesetzte Halbierung der Trassenpreise für den Schienengüterverkehr.

Die Schweizer Transportunternehmen auf Schiene und Strasse und die verladende Wirtschaft wollen starke Ko-Modalität und sehen Vollendung der NEAT als Chance für nachhaltigen Güterverkehr (Positionspapier der Güterverkehrsbranche vom 20.09.2019, <https://www.cargorail.ch/verbandarbeit/>). Aus Sicht der Branche besteht Handlungsbedarf beim (1) Infrastrukturausbau und den (2) regulatorischen Rahmenbedingungen (Strasse und Schiene).

#### (1) Infrastruktur

- Zur langfristigen Wettbewerbsfähigkeit sind dedizierte Investitionen in Streckenausbauten für den Güterverkehr erforderlich. Diese müssen zwingend in die Arbeiten für den nächsten STEP Ausbauschritt 2040/45 aufgenommen werden, namentlich:
  - Planung und Realisierung der Güterumfahrungslinie Zürich für zusätzliche Kapazität und Entflechtung des Personen- und Güterverkehrs inkl. Engpassbeseitigung in den Knoten zwischen Aarau und Winterthur
  - Prüfung der vollständigen Entflechtung von Güterverkehr und Personenverkehr im Raum Basel, Genf und Zürich-Winterthur sowie des Knotens Lausanne.
- Die Planung der Güterverkehrsanlagen fokussiert zurzeit primär auf die Sicherung des Status quo. Zukünftig hat der Güterverkehr den Bedarf nach einem Ausbau von Formationsbahnhöfen mit Annahmegleisen von 750 m Länge sowie Rangiergleisen in Bahnhöfen mit Güterverkehrsnachfrage und leistungsstärkeren Freiverladen in allen Produktionsregionen des Güterverkehrs, vom Thurtal über die Broye-Region und den Arc lémanique nach Genf sowie ins Tessin ins Unterwallis/Rhonetal.
- Für ko-modale Lösungen im Import/Export müssen die Umschlagskapazitäten im Tessin deutlich erhöht werden. Dazu sollen bestehende Terminals ausgebaut und zusätzliche neue grenznahe Standorte evaluiert werden.
- Die Infrastrukturausbauten auf den NEAT-Zulaufstrecken im Süden sind weit fortgeschritten und stehen gleichzeitig zur Inbetriebnahme des Ceneri Basistunnels zur Verfügung. Die exterritorialen Investitionen der Schweiz haben sich gelohnt. Vorrangig ist nun der Ausbau der linksrheinischen Bahnstrecken in Deutschland, um analog der Schweiz und Italien zwei Achsen im Zulauf der NEAT zu haben.
- Die Schweiz hat ihre Verpflichtungen und Versprechen mit dem Bau der NEAT erfüllt. Der Schlüssel für den weiteren Erfolg der Verlagerungspolitik liegt im benachbarten Ausland. Vorab stehen Italien und Deutschland in der Pflicht. Ihre Aufgabe ist es, ihre NEAT-Zulaufstrecken, wie per Staatsvertrag bzw. bilateraler Vereinbarung von 1996 und 1999 versprochen, wenn auch mit grosser Verspätung endlich zu realisieren.
- Mit der Vollendung des Viermeterkorridors bietet sich die Chance, eine Rollende Landstrasse (RoLa) auch auf der Gotthard-Achse zu etablieren, solange die NEAT-Zulaufstrecken im Norden und im Süden noch nicht fertiggestellt sind. Die Ausnutzung der Zuglänge von 740 Metern und die Erhöhung der Ladedichte auf dem Zug sind dabei wesentliche Stellhebel. Eine entsprechende Standortstrategie ist zu entwickeln und die Investitionen in Terminals und Rollmaterial sind zu tätigen.
- Ebenso braucht es eine rasche Modernisierung des Schweizer Strassennetzes. Die von Bundesrat und Parlament beschlossenen Massnahmen im Rahmen des neuen Nationalstrassen- und Agglomerationsverkehrsfonds NAF bzw. von STEP Nationalstrassen müssen so rasch wie möglich umgesetzt werden. Es braucht sowohl Sanierungen wie auch die Beseitigung von Engpässen und Kapazitätserweiterungen auf den staumässig am stärksten belasteten Abschnitten.
- Ebenso muss der Koordination zwischen dem übergeordneten und dem untergeordneten Strassennetz mehr Rechnung getragen, d.h. es müssen mehr Mittel in den Städten und Agglomerationen direkt für die spezifischen Bedürfnisse der Citylogistik eingesetzt werden, als noch in den Agglomerationsprogrammen 1 und 2.

#### **14.5 Cargo mit Logistikdrohnen**

<https://www.post.ch/de/ueber-uns/innovation/innovationen-in-entwicklung/drohnen>



#### Leistungsfähigkeit und Wetterverhältnisse

- Maximale Reichweite: 20 km mit 1 kg Nutzlast, 15 km mit 2 kg  
 Flughöhe: rund 110 m über Grund  
 Höchstgeschwindigkeit: 16 m/s (57,6 km/h)  
 Erlaubter Wetterbereich:
- Zwischen –10 bis +40 °C
  - Bei sichtbarer Luftfeuchtigkeit bis +5 °C
  - Wind bis 6,4 m/s, Böen bis 9,6 m/s

## 15. Raumentwicklung

### 15.1 Megatrends und Raumentwicklung Schweiz, Rat für Raumordnung (ROR), 2019

#### 15.1.1 Zusammenfassung

Der Rat für Raumordnung ROR hat im Auftrag des Bundesrats die möglichen Wirkungen von Megatrends auf die Raumentwicklung der Schweiz eingeschätzt und Empfehlungen formuliert. Der Rat erachtete die Globalisierung, Digitalisierung und Individualisierung als besonders raumrelevante Megatrends, beurteilt aber auch den Klimawandel und die Demographie mit der Migration und Alterung der Gesellschaft als sehr raumwirksam – in unterschiedlichem Mass für die vier schweizerischen Raumtypen „urbane Ballungszentren“, „ländliche Räume mit grösseren und kleineren Ortschaften“ vorab im Mittelland, «alpine Räume» und «Jura-bogen und voralpine Räume» wie das Toggenburg.

Mit dem Kapitel „Fenster auf morgen“ wagt der ROR eine Vorausschau auf die 2040er Jahre. Die weitgehend optimistisch gezeichneten Zukunftsbilder basieren auf der Annahme, dass es der Schweiz und ihren Institutionen gelingt, die sich bietenden Chancen zu nutzen.

Die Schweiz profitiert weiterhin wirtschaftlich und gesellschaftlich von der Globalisierung, die Zuwanderung hält an und die Bevölkerung wächst bis gegen 10 Millionen. Diese Entwicklung stellt die Raumplanung vor grosse Herausforderungen. Der Druck auf die zunehmend automatisierte Landwirtschaft wird sich verstärken. Es gilt deshalb, die naturräumlichen und siedlungsbezogenen Qualitäten der Schweiz, ihre Landschaften und Naturräume zu erhalten und die Städte und Dörfer mit hochwertiger Baukultur in ressourcenschonender Weise als attraktive Lebensräume zu gestalten. Die Digitalisierung schafft die Grundlagen für Industrie 4.0, die autonome Mobilität und für neue Geschäfts- und Arbeitsmodelle. Der Alltag der Menschen verändert sich und emanzipiert sich vom Raum.

Für die zunehmende, dannzumal elektrobetriebene und ressourcenschonende Mobilität wird ein umfassendes Steuerungsmanagement etabliert werden. Dies ist notwendig, weil der Klimawandel mit allen Mitteln bekämpft und gleichzeitig in der Raumplanung proaktiv auf dessen Gefahren reagiert werden muss. Individualisierung und Alterung der Gesellschaft führen zu einem nochmaligen Anstieg der Kleinhaushalte auch in den ländlichen Gebieten. Die alten Menschen wollen dort leben bleiben, wo sie sind, was in ländlichen und alpinen Räumen ihre Versorgung und Betreuung erschwert. Es sind deshalb auch in ländlichen Regionen generationendurchmischte Wohnformen nach dem Beispiel modellhafter urbaner Siedlungen zu fördern.

Der Bericht unterbreitet 18 Empfehlungen an Bund, Kantone und Gemeinden. Prioritär muss mit der kantonalen Richtplanung das erwartete Bevölkerungswachstum mit seinen Ansprüchen an Wohn- und Arbeitsräume sowie an die Mobilität in die urbanen Ballungsräume und die dezentralen Städte gelenkt werden. Mit

der Umsetzung der Innenentwicklung werden neue urbane Qualitäten und hochwertige Lebensräume entstehen. Zudem müssen Bund und Kantone ein Konzept für neue Städte in gut erschlossenen und bereits geplanten Verdichtungsräumen

wie beispielweise im Rhonetal oder im unteren Urner Reusstal erarbeiten. In den kantonalen Richtplänen sind geeignete Arbeitszonen für Industrie 4.0 vorzusehen. Der Bund sorgt für die gute Anbindung an die internationalen Infrastrukturen in den Bereichen Mobilität, Datenverkehr und Energie. Mit Blick auf die weiter zunehmende Mobilität müssen Digitalisierung und technischer Fortschritt für ein multimodales Mobilitätsmanagement und für sichere Mobilitätsdienstleistungen genutzt werden. Für die Koordination von Raumentwicklung und Mobilität hat ein neues Bundesamt für Mobilität zu sorgen. Dem Klimawandel ist mit der gezielten Umsetzung der Energiestrategie 2050 und einem griffigen CO<sub>2</sub>-Gesetz zu begegnen. Der Erhalt der vielfältigen Funktionen der Landschaften, der Schutz der ackerfähigen Böden und der Erhalt der Biodiversität sind weitere wichtige Aufgaben des Bundes.

Schliesslich gilt es, die verschiedenen Akteure und die Bevölkerung für die Fragen der Raumentwicklung und Baukultur zu sensibilisieren und in raumplanerische Konzepte einzubeziehen, vorauszuschauen und ein besonderes Augenmerk auf den Einbezug der Jungen zu legen, die in den kommenden Jahren in der politischen Ausmarchung quantitativ immer weniger Gewicht haben werden, obwohl sie die Zukunft unseres Landes darstellen.

## 15.2 Landschaftskonzept Schweiz (LKS)

<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/landschaft/fachinformationen/landschaftsqualitaet-erhalten-und-entwickeln/nachhaltige-nutzung-der-landschaft/kohaerente-landschaftspolitik/landschaftskonzept-schweiz-lks.html>

Das Landschaftskonzept Schweiz (LKS) ist ein Konzept nach Artikel 13 des Raumplanungsgesetzes (RPG). Seine Aktualisierung wurde am 27.05.2020 vom Bundesrat verabschiedet. Das LKS legt als Planungsinstrument des Bundes den Rahmen für eine kohärente und qualitätsbasierte Entwicklung der Schweizer Landschaften fest.

In den strategischen Zielsetzungen und den raumplanerischen Grundsätzen des aktualisierten LKS wird die übergeordnete Ausrichtung auf eine kohärente Landschaftspolitik des Bundes behördenverbindlich festgelegt. 14 Landschaftsqualitätsziele bilden den inhaltlichen Rahmen des LKS und unterstützen die landschaftsrelevanten Akteurinnen und Akteure auf Ebene Bund, Kantone und Gemeinden dabei, hohe Landschaftsqualitäten zu erreichen. Die Sachziele des LKS sind auf 13 Politikbereiche aufgeteilt - etwa Bundesbauten, Energie und Verkehr - und konkretisieren die Landschaftsqualitätsziele. Zur Unterstützung der Umsetzung der Sachziele enthält das LKS einen Massnahmenplan.

Landschaftskonzept Schweiz – Landschaft und Natur in den Politikbereichen des Bundes  
BAFU 2020

In diesem Bericht sind für das Projekt EBS wichtige Sachziele formuliert, so z.B. für

- Energie
- Raumplanung
- Verkehr (→ nachfolgend sind die Einzelziele aufgeführt)
- Wasserbau und Schutz vor Naturgefahren

Für das Sachziel Verkehr sind folgende Einzelziele gelistet:

- Ziel 10.A Landschaftsverträgliche Infrastrukturen: Die Verkehrsinfrastrukturen sind flächen- und boden- sowie landschafts- und lebensraumschonend geplant und realisiert. Sie sind gut in die offene Landschaft und in die Siedlungsräume integriert und ihre Trennwirkung ist reduziert.
- Ziel 10.B Bündelung der Infrastrukturen: Bei grundlegenden Änderungen wie dem Neubau, der Gesamtsanierung oder dem Ausbau bestehender Verkehrsinfrastrukturen mit einer Gesamtlänge von in der Regel mindestens 5 km sind die Möglichkeiten einer Bündelung mit neuen oder bestehenden Infrastrukturen geprüft.
- Ziel 10.C Lärmschutz und hochwertige Freiräume: Verkehrslärm wird an der Quelle minimiert. Akustisch als angenehm empfundene Freiräume sind soweit möglich erhalten und neu geschaffen, Beleuchtungen der Verkehrsinfrastrukturen sind optimiert. Lärmschutzvorhaben und akustische Überlegungen tragen zu höheren Landschafts- und Lebensraumqualitäten bei. Sie erhöhen die Aufenthaltsqualität, insbesondere in städtischen Räumen.

- Ziel 10.D Landschaft und Biodiversität in Agglomerationen: Die Agglomerationsprogramme und weitere regionale Planungen stimmen die langfristige Erhaltung und Aufwertung der Landschafts- und Naturqualitäten in Agglomerationen mit der Verkehrs- und Siedlungsentwicklung ab und tragen damit zu ihrer Förderung bei.
- Ziel 10.E Reduktion der Trennwirkungen: Die landschaftliche und ökologische Trennwirkung der Verkehrsinfrastrukturen ist im Rahmen von Um-, Aus- und Neubauten, bei der Erhaltung oder mit spezifischen Einzelmassnahmen wesentlich reduziert. Realisierte Massnahmen sind raumplanerisch langfristig gesichert.
- Ziel 10.F Naturnahe Grünflächen: Wo es die Verhältnisse zulassen, sind die Grünflächen im Strassen- und Schienenverkehrsbereich – mindestens 20 % der Flächen – naturnah angelegt und werden entsprechend gepflegt. Dabei sind Biodiversitätsschwerpunkte erhalten, Flächen mit hohem Biodiversitätspotenzial berücksichtigt und auf der gesamten Grünfläche werden zweckmässige Kontroll- und Bekämpfungsmassnahmen gegen invasive gebietsfremde Arten eingesetzt.

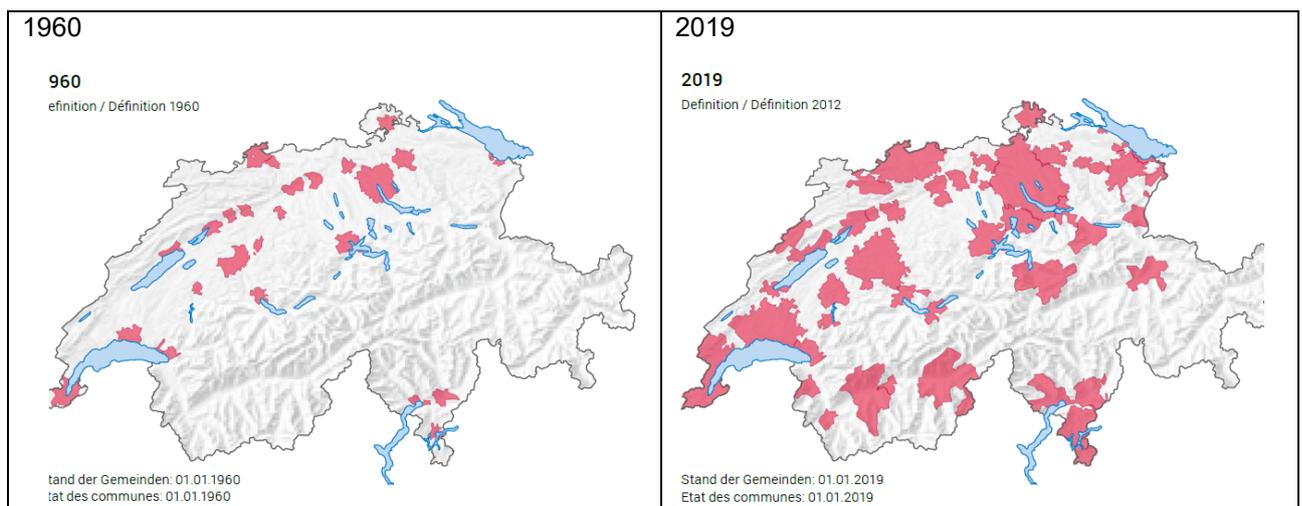
### 15.3 Verstädterung der Schweiz

<https://www.tagesanzeiger.ch/wo-die-bevoelkerung-am-staerksten-zugenommen-hat-606360869243>

Die Bevölkerung wächst in den Städten und Agglomerationen.

Die «Statistik der Schweizer Städte 2020» des Schweizerischen Städteverbandes und des Bundesamtes für Statistik zeigt auf, wie sich die Agglomerationen zwischen 1960 und 2019 verändert hat.

Demgegenüber wächst die Bevölkerung in den ländlichen Gebiete viel langsamer oder nimmt sogar ab.





## **Beilage: NFP 70/71 «Energie» (Zusammenfassung)**

Umfang: 24 Seiten.





## **Forschung für die Schweizer Energiezukunft Resümee des Nationalen Forschungsprogramms «Energie» (NFP 70/71)**

Balthasar, A., Schalcher, H.R. (2020) und die Webseite <https://www.nfp-energie.ch/>

Versuch einer Zusammenfassung im Hinblick auf das Projekt Entwicklung Bauwerk Schweiz (EBS), Fassung vom 30.06.2021

Verfasser: Dr. Fritz Hunkeler, Hunkeler Ingenieurberatung, Möriken  
[hunkeler@ingenieurberatung.ch](mailto:hunkeler@ingenieurberatung.ch)

Mitglieder der Startgruppe (einfache Gesellschaft):

Empa: vertreten durch Dr. Peter Richner, Peter Matt (Projektleiter),  
Dr. Fritz Hunkeler (Stv. Projektleiter) und Prof. Dr. Laurent Vulliet.  
Geschäftsführer: Dr. Hans-Rudolf Ganz.

Kontakt: Dr. Fritz Hunkeler, Möriken, [hunkeler@ingenieurberatung.ch](mailto:hunkeler@ingenieurberatung.ch)  
Geschäftsstelle EBS, c/o Dr. Hans Rudolf Ganz, Bösinggen, [hganz@sunrise.ch](mailto:h ganz@sunrise.ch)

### **Vorbemerkung**

Dieses Dokument ist ein Arbeitspapier, das in keiner Weise Anspruch auf Vollständigkeit oder Ausgewogenheit erhebt. Es enthält Aussagen/Zitate aus dem Resümee und den Webseiten der beiden NFPs. Für eine allfällige Weiterverwendung sind die Originaltexte zu verwenden und zu referenzieren.

Der Fokus der Zusammenfassung liegt bei den für das Projekt EBS wichtigen Themen. Sowohl die Auswahl und die einzelne zusätzlichen Kommentare sind persönlich gefärbt!

Das Inhaltsverzeichnis des Dokumentes ist ungekürzt. Die Stichworte in den Untertiteln sollen dem Leser als Kompass in der grossen Fülle von Informationen dienen.

Die Gliederung und die Formatierung des Dokumentes lassen teilweise zu wünschen übrig. Auf Grund der beschränkten Mittel wurde dies belassen.

Abschnitte im Text, die sich auf Wissensvermittlung, Aus- oder Weiterbildung beziehen, sind blau markiert.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Vorwort</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Schwerpunkte</b> .....	<b>4</b>
2.1 Akzeptanz .....	4
2.2 Energienetze .....	5
2.2.1 Zusammenfassung: Die Energienetze sind noch nicht zukunftstauglich .....	5
2.2.2 Drei Schwerpunkte .....	5
2.3 Gebäude und Siedlungen .....	7
2.3.1 Zusammenfassung: Viel Detailarbeit steht an .....	7
2.3.2 Einleitung: Gebäude müssen mehr Energie liefern – und weniger konsumieren .....	7
2.3.3 Herausforderungen: Drei Schwerpunkte .....	8
2.3.4 Empfehlungen: Neun Empfehlungen für die Zukunft .....	10
2.4 Marktbedingungen und Regulierung .....	10
2.4.1 Zusammenfassung: Schlüsselemente zur Transformation des Stromsystems .....	11
2.5 Mobilitätsverhalten .....	11
2.5.1 Zusammenfassung: Wege zu einer nachhaltigen Mobilität .....	11
2.5.2 Mobilität: zentral, aber mit zu wenig Beachtung .....	11
2.5.3 Vier massgebliche Bereiche identifiziert .....	11
2.6 Wasserkraft und Markt .....	13
2.6.1 Zusammenfassung: Neues Potenzial – neue Herausforderungen .....	13
2.6.2 Drei Schwerpunkte .....	13
2.6.3 Erhalt und Ausbau der Wasserkraft: technische Herausforderungen .....	13
<b>3. Dossiers</b> .....	<b>14</b>
3.1 Nachhaltige Betonkonstruktionen: Synthese des NFP-70-Verbundprojekts «Energiearmer Beton» .....	14
3.1.1 Viel Potenzial bei Baustoffen .....	14
3.1.2 Projekt: „Wie Beton umweltfreundlich wird“ .....	15
3.1.3 Verbundprojekt "Energiearmer Beton" .....	16
3.1.4 Eine Bauwelt ohne Zement .....	18
3.2 Konzepte für die nächste Generation von technischen Regulierungen im Bereich Gebäude und Energie .....	18
<b>4. Einzelprojekte von Interesse für EBS</b> .....	<b>18</b>
4.1 Forschungsprojekte .....	18
4.2 Gebäude .....	19
4.2.1 Gebäude-integrierte Photovoltaik: Gebäude-integrierte Photovoltaik .....	19
4.2.2 Hocheffiziente, integrierte PV-Systeme: Die Ästhetik der Nachhaltigkeit .....	19
4.2.3 Erneuerbare Energien – was sich am meisten lohnt .....	19
4.2.4 Strategien für gebäudeintegrierte PV .....	19
4.2.5 Intelligente Gebäudefassade gewinnt Energie .....	20
4.2.6 Standards für PV .....	20
4.2.7 Beschleunigung der Anwendung von PV .....	20
4.2.8 Spannbeton mit Karbonfasern und wenig Zement: eine umweltfreundliche Variante .....	20
4.2.9 Wie gesund ist ein Gebäude oder eine Brücke? .....	20
4.3 Mobilität (Stichwort) .....	21
4.4 Infrastruktur (Stichwort) .....	21
4.4.1 Erdbeben, Dammbüche und Erdbeben – Risikoabschätzung für die Stromerzeugung .....	21
4.5 Erneuerbare Energien – was sich am meisten lohnt .....	21
4.6 Wind- und Solarenergie: eine erneuerbare Zukunft für die Schweiz .....	22
4.7 Digitalisierung (Stichwort) .....	22
4.7.1 Computer leisten Geburtshilfe für eine neue Solarzellen-Generation .....	22
4.8 Klima und Klimawandel (Stichwort) .....	22
<b>5. Empfehlungen</b> .....	<b>22</b>
5.1 Mit gezielter Regulierung Energieeffizienz fördern und den Ausbau der erneuerbaren Energien voranbringen! .....	22
5.2 Mit flexiblen und dynamischen Stromtarifen, Belohnungszielen und Information Anreize zum Energiesparen schaffen! .....	22
5.3 Den Ausbau der erneuerbaren Energien mit einer umfassenden und wirksamen CO <sub>2</sub> -Lenkungsabgabe unterstützen! .....	23
5.4 CO <sub>2</sub> -freie urbane Logistik bis 2050 realisieren! .....	23
5.5 Dezentrale Multi-Energie-Systeme (DMES) realisieren! .....	23
5.6 Die Wasserkraft auf ihre stabilisierende Funktion im Energiesystem fokussieren! .....	23
5.7 Wasserzinsen nach Erträgen ausrichten! .....	23
5.8 Restwasserregime den ökologischen Bedürfnissen anpassen! .....	23
5.9 Optimale Bedingungen schaffen für Finanzierungsmodelle, an denen sich die Bevölkerung beteiligen kann! .....	23
5.10 Die Bevölkerung von Beginn an aktiv an der Planung von Infrastrukturprojekten beteiligen! .....	23
5.11 Wissen vermitteln, und zwar ziel- gruppengerecht und neutral! .....	24
5.12 Die Verbände stärker in die Verantwortung nehmen! .....	24

5.13 Städte und Gemeinden dazu motivieren, ihren Handlungsspielraum im Energiebereich verstärkt aktiv wahrzunehmen!.....	24
5.14 Das Verhältnis der Schweiz zur EU im Interesse der Versorgungssicherheit im Strombereich rasch klären! .....	24
5.15 Bundeskonzept zur Transformation des Energiesystems erarbeiten!.....	24

## 1. Vorwort

Mit dem Entscheid zur Revision des Energiesgesetzes und damit zur Realisierung der Energiestrategie 2050 hat die Schweizer Stimmbevölkerung den Ausstieg aus der Kernkraft beschlossen. Sie hat damit die Transformation des schweizerischen Energiesystems in die Wege geleitet – eine Aufgabe von aussergewöhnlicher Tragweite. Mit den Nationalen Forschungsprogrammen «Energiewende» (NFP 70) und «Steuerung des Energieverbrauchs» (NFP 71) – zusammengefasst NFP «Energie» – hat der Bundesrat den Schweizerischen Nationalfonds beauftragt, wissenschaftliche Erkenntnisse und innovative Lösungsansätze zur Unterstützung dieser Transformation zu liefern und entsprechende Empfehlungen zu formulieren (Finanzrahmen: 45 Mio. CHF).

In über 100 Forschungsprojekten hat das NFP «Energie» eine grosse Vielfalt an Erkenntnissen und Innovationen hervorgebracht. Sie leisten wichtige und zukunftsweisende Beiträge sowohl für die Grundlagenentwicklung als auch für die praktische Umsetzung. In zahlreichen Bereichen haben die Forschungsarbeiten gesellschaftlich und politisch äusserst wertvolle Erkenntnisse hervorgebracht. Sehr deutlich kommt etwa zum Ausdruck, dass die Transformation des Energiesystems eine Aufgabe der gesamten Gesellschaft bleibt, die sich nur in der Kombination von technischen und sozialen Innovationen lösen lässt. Forschung und Innovation vermögen mit ihren Beiträgen Tore aufzustossen und Wege vorzubereiten, die einzelnen Akteure und die Politik in Vertretung der Gesellschaft entscheiden aber darüber, ob die vorgeschlagenen Lösungen adäquat und im Alltag akzeptanz- und tragfähig sind.

Die einzelnen Forschungsarbeiten betrachteten die Herausforderungen der Transformation aus sehr unterschiedlichen Perspektiven. In den teilweise nicht deckungsgleichen Aussagen kommen auch Zielkonflikte in der Transformation zum Ausdruck. In den Synthesen zu den thematischen Schwerpunkten hat das NFP «Energie» diese abgewogen und zu einem Gesamtbild verdichtet, soweit es die Forschungsergebnisse zulassen. Trotz der grossen Breite und Vielfalt kann das Programm keine umfassende Antwort auf die weitreichenden Herausforderungen der Transformation des Energiesystems geben. Wesentliche Bereiche wie die Mobilität oder die Rolle der Digitalisierung konnten nicht in der notwendigen Tiefe bearbeitet werden. Vor dem Hintergrund der Klimadebatte entwickelt sich zudem die Energiepolitik aktuell sehr dynamisch. Empfehlungen, die heute politisch noch kaum konsensfähig erscheinen, könnten morgen bereits Mehrheiten finden!

## 2. Schwerpunkte

Sechs thematisch orientierte Synthesen integrieren die Ergebnisse aus inhaltlich verwandten Projekten zu neuen, übergeordneten Erkenntnissen und formulieren Handlungsempfehlungen, welche sich aus den Forschungen ableiten lassen. Im Rahmen der Nationalen Forschungsprogramme NFP 70 und NFP 71 wurden folgende thematische Schwerpunkte gebildet (hier wichtige Themen sind gelb markiert):

- Akzeptanz
- Energienetze → wichtig für das Projekt EBS
- Gebäude und Siedlungen → wichtig für das Projekt EBS
- Marktbedingungen und Regulierung
- Mobilitätsverhalten → wichtig für das Projekt EBS
- Wasserkraft und Markt

### 2.1 Akzeptanz

Damit die Transformation des Energiesystems gelingen kann, müssen auf gesellschaftspolitischer und lokaler Ebene mehrheitsfähige und wirksame Ansätze gefunden werden. Zahlreiche Projekte der NFP 70 und NFP 71 untersuchten daher direkt oder indirekt Fragen der gesellschaftlichen Akzeptanz im Zusammenhang mit der Energieversorgung, von Standorten zur Stromerzeugung oder Stromübertragung oder von verhaltensbezogenen Massnahmen.

## 2.2 Energienetze

Dieser Schwerpunkt befasst sich mit den technischen, ökologischen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen sowie den Treibern und Barrieren von neuen, innovativen Energieinfrastrukturen. Im Vordergrund stehen deren technische Machbarkeit, Wirtschaftlichkeit und raumbezogene Auswirkungen.

1. Zusammenfassung: Die Energienetze sind noch nicht zukunftstauglich → wichtig für das Projekt EBS
2. Einleitung: Neue Dynamik in Energienetzen
3. Herausforderungen: Drei Schwerpunkte → wichtig für das Projekt EBS
4. Empfehlungen: Acht Schritte in die Energiezukunft

### 2.2.1 Zusammenfassung: Die Energienetze sind noch nicht zukunftstauglich

Die Energienetze in der Schweiz sind zuverlässig und stabil – doch es gibt neue Herausforderungen. Eine ist, dass die neuen erneuerbaren Energiequellen – Photovoltaik- und Windanlagen – nur unregelmässig Strom erzeugen. Es braucht daher mehr Flexibilität im Energienetz: Auf der Angebotsseite mit neuen Speicherlösungen für Strom und Wärme, auf der Nachfrageseite mit einem automatisierten Lastmanagement. Zudem müssen die Synergiepotenziale zwischen den verschiedenen Energieträgern genutzt werden.

- Kernbotschaften
- Schlüsselempfehlungen

### 2.2.2 Drei Schwerpunkte

Die Erkenntnisse der Forschungsprojekte zum Thema «Energienetze» wurden drei Schwerpunkten zugeteilt:

- Integration von Prosumern und dezentralen Energiespeichern
- Versorgungssicherheit
- Energie als Gesamtsystem

#### Integration von Prosumern und dezentralen Energiespeichern

Die Energiestrategie 2050 sieht vor, dass neue erneuerbare Energiequellen mehr Energie bereitstellen – vor allem PV- und Windkraft-Anlagen. Wie viel Energie die neuen Bereitsteller erzeugen, hängt vom Wetter ab. Die Branche verfügt zwar über viel Erfahrung mit fluktuierendem Stromverbrauch und über effiziente Methoden, den Verbrauch recht genau vorherzusagen. Aber die neuen dezentralen Energiebereitsteller führen zu neuen Ungewissheiten – zumal die bisherigen Methoden vor allem für grössere geografische Gebiete anwendbare und lokale Verhältnisse schwieriger zu prognostizieren sind. Eine zusätzliche Herausforderung ist, dass sich die Zahl der Akteure massiv erhöht.

- Es braucht mehr Flexibilität
- Prototyp eines neuen Leitsystems für Verteilnetze
- Neue Transformatoren zur Regelung der Spannung
- Künftige Energieflüsse bewältigbar machen
- Neue Speichertechnologie für den Ausgleich von Tagesschwankungen
- Gebäude als thermische Speicher
- Integration von Prosumern und dezentralen Energiespeichern: Handlungsbedarf

#### Versorgungssicherheit

Sollen die neuen Akteure effizient und zuverlässig ins Gesamtenergiesystem integriert werden, braucht es vor allem neue Betriebsprinzipien des Stromnetzes, welche die Eigenschaften der neuen Akteure berücksichtigen. Nur dann bleiben dessen Stabilität und ein optimaler Betrieb gewährleistet. Eine wichtige Voraussetzung für die Versorgungssicherheit ist auch die Einbindung der Schweiz in den europäischen Strommarkt.

- Das ausgebaute Übertragungsnetz reicht aus
- Hybridleitungen haben viele Vorteile
- Erdleitungen werden besser akzeptiert
- Versorgungssicherheit: Handlungsbedarf

#### Energie als Gesamtsystem

Die dezentrale Energiebereitstellung aus PV- und Wind-Anlagen führt wegen der täglichen und der saisonalen Schwankungen zu vielfältigen Herausforderungen hinsichtlich der Stabilität des Stromversorgungssystems. Eine vielversprechende Lösung bieten dezentrale Multi-Energie-Systeme. Diese nutzen das Zusammenspiel verschiedener Energieträger wie Strom, Wärme, Erdgas oder Wasserstoff und kombinieren erneuerbare und konventionelle Energiequellen, Umwandlungstechnologien sowie Speichertechnologien.

- Sektorkopplung als zentraler Erfolgsfaktor
- Dezentrale Multi-Energie-Systeme (DMES) → wichtig für das Projekt EBS
- Analyse von dezentralen Multi-Energie-Systemen an zwei Standorten
- Kombination von Kurz- und Langzeitspeichern
- Energie als Gesamtsystem: Handlungsbedarf → wichtig für das Projekt EBS

### Dezentrale Multi-Energie-Systeme (DMES)

Die dezentrale Energiebereitstellung aus PV- und Wind-Anlagen führt wegen der täglichen und der saisonalen Schwankungen zu vielfältigen Herausforderungen hinsichtlich der Stabilität des Stromversorgungssystems. Eine vielversprechende Lösung bieten dezentrale Multi-Energie-Systeme, eine besonders aussichtsreiche Form der Sektorkopplung.<sup>1 2</sup> Diese nutzen das Zusammenspiel verschiedener Energieträger wie Strom, Wärme, Erdgas oder Wasserstoff und kombinieren erneuerbare und konventionelle Energiequellen, Umwandlungstechnologien sowie Speichertechnologien.

Will man das ganze Energiesystem bezüglich verschiedener Kriterien wie Effizienz, Flexibilität, Kosten oder Emissionen optimieren, müssen die wichtigsten Energieträger berücksichtigt werden: Strom, Gas und Wärme. Um die Wechselwirkungen zwischen diesen Energieträgern und damit zwischen den lokalen Strom-, Gas- und Wärmenetzen zu modellieren, wurde das Konzept des dezentralen Multi-Energie-Systems (DMES) – des sogenannten Energy Hub – entwickelt.

Ein DMES kann zum Beispiel eine Siedlung, ein Quartier, ein grösseres Spital oder eine Industrieanlage sein. DMES lassen sich miteinander verbinden, sodass sich auch ein System von DMES untersuchen lässt.

1. Synthese «Gebäude und Siedlungen»
2. Projekt «Nachhaltige dezentrale Stromerzeugung»

### Integration von Prosumern und dezentralen Energiespeichern: Handlungsbedarf

Aus den Forschungen des NFP «Energie» zum Thema «Integration von Prosumern und dezentralen Energiespeichern» ergibt sich folgender Handlungsbedarf:

- Flexibilität. Flexibilität wird in der Energieversorgung immer wichtiger. Es braucht Möglichkeiten, Energiebezug und -bereitstellung je nach Systembedarf technisch und durch ökonomische Anreize zu steuern. Beim Stromnetz ist eine ausreichend grosse Flexibilitätsreserve besonders wichtig, denn der Bezug und das Bereitstellen von elektrischer Energie müssen in jedem Moment im Gleichgewicht sein. Das Stromnetz braucht deshalb eine kurzfristige Flexibilität für die täglichen Schwankungen und eine langfristige für die saisonalen. Mit mehr PV und Windkraft im Netz steigt der Bedarf von Flexibilität. Das Projekt «Energieinfrastrukturen der Zukunft»<sup>1</sup> zeigt, dass die Wasserkraft der Schweiz die Integration eines erheblichen Anteils an PV und Windkraft ins Netz ermöglicht. Gibt es zusätzliche Quellen von Flexibilität – Batterien, Druckluftspeicher, Laststeuerung usw. –, lässt sich die Wasserkraft besser ausnutzen. Die Flexibilität zu erhöhen, bedeutet in der Regel, dass der Flexibilitätsbereitsteller sein System aus technischer oder ökonomischer Sicht nicht optimal betreiben kann – Flexibilität kostet also.
- Digitalisierung. Das heutige Energieversorgungssystem funktioniert nicht ohne Leit- und Überwachungssysteme. Deren Einführung war eine Voraussetzung für die hohe Effizienz und Zuverlässigkeit der Energieversorgung. Wie Projekte des NFP «Energie» zeigen, lassen sich viele der künftigen Herausforderungen mit neuen Prinzipien und Algorithmen für Regelung und Überwachung bewältigen. Die generellen Entwicklungs- und Forschungsfortschritte bei der ICT werden vermutlich zu neuen Lösungen bei der Energieversorgung führen. Sie betreffen voraussichtlich fast alle Akteure und alle Bereiche des Energiesystems. Aus der zunehmenden Digitalisierung ergeben sich jedoch neue, grosse Herausforderungen:
  - 
  - Cyber-Risiken müssen im Hinblick auf Versorgungssicherheit bewältigt werden.
  - Die Nutzung relevanter Daten für den Netzbetrieb muss sichergestellt bleiben – unter Gewährleistung des Datenschutzes.

1. Projekt «Energieinfrastrukturen der Zukunft» → wichtig für das Projekt EBS

## 2.3 Gebäude und Siedlungen

Gebäude beanspruchen rund 40 Prozent des Gesamtenergiebedarfs. Sie sind somit von besonderer Bedeutung für die Steigerung der Energieeffizienz und die dezentrale Nutzung neuer erneuerbarer Energieträger. Mehrere Projekte der NFP 70 und NFP 71 widmen sich diesen Herausforderungen sowohl auf der technischen als auch auf der gesellschaftlich-politischen Seite.

- Zusammenfassung: Viel Detailarbeit steht an
- Einleitung: Gebäude müssen mehr Energie liefern – und weniger konsumieren
- Herausforderungen: Drei Schwerpunkte
- Empfehlungen: Neun Empfehlungen für die Zukunft

### 2.3.1 Zusammenfassung: Viel Detailarbeit steht an

Rund 40 Prozent der in der Schweiz konsumierten Energie entfallen auf die Erstellung und den Betrieb des Gebäudeparks. Daher nehmen Gebäude und Siedlungen bei der Transformation unseres Energiesystems eine herausragende Rolle ein. Zahlreiche Schritte in die Zukunft wurden bereits eingeleitet – es bleibt aber noch viel zu tun.

### 2.3.2 Einleitung: Gebäude müssen mehr Energie liefern – und weniger konsumieren

Der Schweizer Gebäudepark spielt im Rahmen der Energiestrategie 2050 eine bedeutende Rolle. Vieles wurde bereits erreicht, vieles ist auf gutem Weg – aber es braucht sehr grosse Anstrengungen, um Gebäude und Siedlungen zukunftsfähig zu machen.

- Der Schweizer Gebäudepark
- Der Gebäudepark und die Energiestrategie 2050
- Vieles wurde bereits erreicht
- Der Handlungsbedarf bleibt weiterhin gross
- Sieben grosse Fragen
- Mehrstufiger Syntheseprozess

#### Der Schweizer Gebäudepark

In der Schweiz stehen gegenwärtig rund 1,8 Millionen beheizte Gebäude mit einer Geschossfläche von insgesamt 800 Millionen Quadratmetern. Ihr Versicherungswert liegt bei etwa 2500 Milliarden Franken.<sup>1</sup> 2016 betrug die sogenannte Energiebezugsfläche – also jene Geschossfläche innerhalb der thermischen Gebäudehülle, die beheizt oder klimatisiert werden muss – insgesamt 745 Millionen Quadratmeter.<sup>2</sup> 1,5 Millionen Gebäude sind Wohnbauten mit einer Geschossfläche von 510 Millionen Quadratmetern.<sup>3</sup>

Gebäude und Siedlungen prägen unseren Lebens- und Wirtschaftsraum entscheidend: Was wir wo und wie bauen und nutzen, beeinflusst den Verbrauch von Boden und anderen Ressourcen massgeblich, ebenso den CO<sub>2</sub>-Ausstoss. Besonders eindrücklich ist der Energieverbrauch des Gebäudeparks: Auf ihn entfallen rund 50 Prozent der in der Schweiz konsumierten Energie. 10 Prozent werden für Bauprozesse und Baumaterialien aufgewendet, 40 Prozent für den Betrieb.<sup>4</sup>

1. Rütter H und Staub P 2018; Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Immobilienwirtschaft. HEV Schweiz, Zürich
2. Bundesamt für Energie BFE; Indikator-ID QU048
3. Bundesamt für Statistik; Eidg. Gebäude- und Wohnungsregister. Neuenburg
4. Schweizerische Energienstiftung SES, www.energienstiftung.ch (Stand 22. April 2019)

#### Der Gebäudepark und die Energiestrategie 2050

Weil der Energieverbrauch des Gebäudeparks hoch ist, spielt er in der Energiestrategie 2050 eine besonders wichtige Rolle. Ziel ist, seine Energieeffizienz zu erhöhen und ihn verstärkt mit erneuerbaren Energien zu betreiben. Die Energiestrategie konkretisiert die ambitionierten Ziele für die drei Zeithorizonte 2020, 2035 und 2050. So sieht die Energiestrategie 2050 zum Beispiel vor, dass der Energieverbrauch für Heizen, Kühlen und Warmwasser 2035 rund 40 Prozent unter dem Wert von 2010 liegt, trotz einer prognostizierten Zunahme der Wohnbevölkerung um rund 13 Prozent. Ziel ist also nichts weniger als die Halbierung des Pro-Kopf-Verbrauchs.

Der Gebäudepark spielt auch eine wichtige Rolle beim Umstieg von fossilen Energieträgern auf neue erneuerbare Energien sowie bei der Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses. Künftig sollen Wärmepumpen, Holzfeuerungen, industrielle Abwärme, Tiefengeothermie und Sonnenkollektoren Heizwärme und Warmwasser bereitstellen. In absehbarer Zeit wird die gebäudeintegrierte Photovoltaik (GiPV) auch in der Schweiz

mehr Strom erzeugen, als der Gebäudepark benötigt. Bei Neubauten werden die entsprechenden Massnahmen in der Regel bereits umgesetzt, bei den Bestandsbauten besteht aber noch grosser Handlungsbedarf.

Die Energiestrategie 2050 basiert auf den Zahlen der Energieperspektive 2050 des Bundesamts für Energie vom Oktober 2013. Die darin verwendeten Annahmen und Zielwerte sind aufgrund der jüngeren Entwicklung überholt und entsprechen zudem nicht dem Übereinkommen, das an der Klimakonferenz in Paris Ende 2015 auch von der Schweiz unterzeichnet wurde. Die Energieperspektiven werden deshalb zurzeit überarbeitet und sollen 2020 neu publiziert werden. Auch der Bundesrat wird seine Energiestrategie im Licht des Pariser Übereinkommens überdenken müssen.

### 2.3.3 Herausforderungen: Drei Schwerpunkte

Die Ergebnisse der rund 40 Forschungsprojekte zum Thema «Gebäude und Siedlungen» wurden im Rahmen dieser Synthese drei Schwerpunkten zugeteilt:

1. Dezentrale Multi-Energie-Systeme
2. Gebäudeintegrierte Photovoltaik
3. Verhalten der Gebäudenutzer

Diese Schwerpunkte sind nicht die einzigen Herausforderungen hinsichtlich des Energiehaushalts von Gebäuden und Siedlungen. Ebenso grosse Bedeutung kommt der Steigerung der Energieeffizienz zu, vor allem bezüglich Wärme und Kälte. In diesem Bereich liegen die Effizienzpotenziale vor allem bei der Gebäudehülle – Dach, Wände, Fenster –, wo Dämmung, Tageslichtnutzung und Beschattung zentral sind. Diese Aspekte wurden im Rahmen des NFP Energie jedoch nicht erforscht.

#### Dezentrale Multi-Energie-Systeme

Mit dem Begriff Dezentrale Multi-Energie-Systeme (DMES) bezeichnet man Netzwerke lokaler Energiebereitsteller jeglicher Grössenordnung mit oder ohne Anbindung an die öffentlichen Energienetze, die dank erschwinglicher und immer effizienterer Technologien einen echten Beitrag zur Deckung des Energieverbrauchs leisten.

- Was ist ein Dezentrales Multi-Energie-System? Siehe **Kapitel 2.2**.
- Der Beitrag von DMES an die Umsetzung der Energiestrategie 2050
- Die optimale Konfiguration eines DMES
- Steuerung von DMES im Test
- Organisation und Finanzierung von DMES
- Stromspeicherung mit neuen Batterien
- Gebäude als Speicher
- Speicherung mit Power-to-Gas
- Stromspeicherung im Berg
- Viele Ansätze für nicht fossile Wärme
- Mit neuen Technologien näher ans Ziel
- Ausbau von DMES: Treiber
- Ausbau von DMES: Hemmnisse
- DMES: Handlungsbedarf

#### Gebäudeintegrierte Photovoltaik

Photovoltaikanlagen auf Dächern und an Fassaden erfreuen sich immer grösserer Beliebtheit – auch deshalb, weil sie immer günstiger werden. Doch um das Potenzial der Technologie richtig ausschöpfen zu können, braucht es mehr Wissen, neue Bestimmungen – und Innovation.

- Boom dank Preiszerfall, Subventionen und Umdenken
- Wirkungsgrad wird immer höher
- Viel Forschung zu vielversprechenden Verbesserungen
- Vom Labor auf die Baustelle
- Wie reagiert der Markt?
- Mehr GiPV: Treiber
- Mehr GiPV: Hemmnisse
- GiPV: Handlungsbedarf

#### Mehr GiPV: Treiber

- Erneuerungsbedarf: Gebäude haben infolge von Alterung und Gebrauch einen periodischen Erneuerungsbedarf. Steildacheindeckungen und Fenster müssen nach 30 bis 50, Fassaden nach

70 Jahren ersetzt werden. Erneuerungsprojekte sind oft ein Anlass, auch die Energieproblematik anzugehen.<sup>1</sup>

- Nachhaltigkeitsbewusstsein: Das zunehmende Bewusstsein in Politik, Gesellschaft und Wirtschaft bezüglich der Endlichkeit unserer Ressourcen und der Klimaproblematik fördert das langfristige Denken und Handeln, wodurch auch GiPV attraktiver wird.<sup>2</sup>
- Lenkungsinstrumente: Eine Palette griffiger Lenkungsinstrumente, zum Beispiel Stromtarife mit einem Bonus-Malus-System oder progressiv ausgestaltete CO<sub>2</sub>-Zertifikate für Strom aus Erdölprodukten usw., macht GiPV konkurrenzfähiger.<sup>3</sup>

1. Projekt «PV und Stadtsanierung»
2. Rivas J, Schmid B., Seidl I. 2018; Energiegenossenschaften in der Schweiz: Ergebnisse einer Befragung. WSL-Berichte, Heft 71, WSL Birmensdorf
3. Projekt «Energieeffizienz in Privathaushalten»

#### Mehr GiPV: Hemmnisse

- Fehlendes Wissen: Gebäudeeigentümer, Architekten und Ingenieure verfügen über wenig Wissen und Erfahrung hinsichtlich der GiPV.<sup>1</sup>
  - Disziplinäres Planen: Architekten und Ingenieure denken und planen vornehmlich in ihren Disziplinen. GiPV ist jedoch nur in einer sehr engen, disziplinenübergreifenden Zusammenarbeit realisierbar, die bereits bei den ersten Entwurfsüberlegungen ansetzen muss.<sup>2</sup>
  - Ungewisse Wirtschaftlichkeit: Obwohl die Preise von Solarzellen weiterhin sinken, ist die Wirtschaftlichkeit von GiPV mit vielen Ungewissheiten verbunden: Wie steht es um die Lebensdauer der Solarmodule, mit welchem Leistungsabfall muss gerechnet werden? Wie entwickeln sich Subventionen und Vergütungen für eingespeisten Strom?<sup>3</sup>
1. Projekt «Beschleunigung der Anwendung von PV»
  2. Projekt «Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiesysteme»
  3. Projekt «Hocheffiziente, integrierte PV-Systeme»

#### GiPV: Handlungsbedarf

Aus den Forschungen im NFP Energie zum Thema «Gebäudeintegrierte Photovoltaik» ergibt sich folgender Handlungsbedarf:

- Aus- und Weiterbildung: Von zentraler Bedeutung für die rasche Verbreitung von GiPV ist die professionelle Aus- und Weiterbildung der Architekten, Ingenieure und betroffenen Unternehmer bezüglich GiPV.<sup>1</sup>
- Information: Gebäudeeigentümer müssen informiert werden über GiPV, über deren Vor- und Nachteile, über technische Neuerungen, attraktive Finanzierungsmöglichkeiten und Best-Practice-Beispiele.<sup>2</sup>
- Regulierung: Die Planungs- und Baugesetze, die zugehörigen Verfahren und die technische Normierung müssen offener gestaltet werden, damit GiPV und andere technische Neuerungen rasch und unkompliziert angewendet werden können.<sup>3 4 5</sup>
- Verlässliche Rahmenbedingungen: Investitionen in die Energieeffizienz und in die neue erneuerbare Energie müssen kalkulierbar sein und sind deshalb auf verlässliche Rahmenbedingungen angewiesen. Dazu gehören zum Beispiel die Einspeisevergütung der Werke, die öffentlichen Fördermittel, steuerliche Vergünstigungen sowie die baurechtlichen Rekursmöglichkeiten.<sup>6 7</sup> Zusätzlicher Handlungsbedarf besteht diesbezüglich wegen der grossen Unterschiede zwischen den Kantonen.

1. Projekt «Beschleunigung der Anwendung von PV»
2. Projekt «Beschleunigung der Anwendung von PV»
- 3.
4. Projekt «Standards für PV»
5. Projekt «Energiewirtschaften»
6. Projekt «Hocheffiziente, integrierte PV-Systeme»
7. Projekt «Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiesysteme»

#### Verhalten der Gebäudenutzer

Wir alle wohnen und arbeiten in Gebäuden. Unser individuelles Verhalten kann enorm viel dazu beitragen, dass die Ziele der Energiestrategie 2050 erreicht werden – indem wir Geräte effizient einsetzen, einen suffizienten Lebensstil pflegen und die Vorteile der Digitalisierung nutzen.

- Der Lebensstandard bestimmt den Energiebedarf
- Energetisch bessere Gebäude nicht immer bevorzugt

- Suffizienz ist möglich
- Geräte effizienter nutzen
- Smart Energie sparen
- Wer spart, wird belohnt
- Höhere Energieeffizienz durch Verhaltensänderungen: Treiber
- Höhere Energieeffizienz durch Verhaltensänderungen: Hemmnisse
- Verhalten der Gebäudenutzer: Handlungsbedarf

### 2.3.4 Empfehlungen: Neun Empfehlungen für die Zukunft

Das Thema «Gebäude und Siedlungen» betrifft eine breite Palette von Anspruchsgruppen – sie umfasst eigentlich alle Beteiligten am Energiesystem, also die Gesamtbevölkerung, alle Betriebe, die Energieversorger, die Berufsverbände, die öffentliche Verwaltung und die Politik.

Die folgenden Empfehlungen richten sich jedoch nur an jene Anspruchsgruppen, die einen unmittelbaren Einfluss auf die künftige Gestaltung der Energieversorgung und auf den Energiekonsum des Schweizer Gebäudeparks ausüben könnten. Dies sind namentlich:

1. Gebäudenutzer (Privathaushalte und Betriebe)
2. Gebäudeeigentümer
3. Energieversorger
4. Politik (Bund, Kantone, Gemeinden)
5. Verbände

Zudem werden in erster Linie Empfehlungen formuliert, die sich aus den Forschungen im NFP Energie und dem daraus resultierenden Handlungsbedarf ableiten lassen und die im Hinblick auf die Transformation unseres Energiesystems relevant sind.

- Gebäudenutzer steuern ihren Energiebezug selbst!
- Energetische Optimierung strategisch positionieren!
- Nutzer früh in Sanierungsprojekte einbeziehen!
- Mit attraktiven Tarifmodellen Energie sparen und Kosten reduzieren!
- Dezentrale Multi-Energie-Systeme initiieren!
- Fachliche Weiterbildung koordinieren!
- Verlässliche Rahmenbedingungen schaffen!
- Regulierung fokussieren und vereinfachen!
- Die nächste Generation informieren und begeistern!

#### Fachliche Weiterbildung koordinieren!

Das Know-how der Energie-, Bau- und Immobilienfachleute hinsichtlich des künftigen Energiesystems muss verbessert werden. Dazu braucht es keine neuen Instrumente, aber eine Schärfung und Koordination des heutigen Weiterbildungsangebots.

In der Schweiz besteht heute bereits ein riesiges Angebot energierelevanter Weiterbildungsmöglichkeiten, meistens offeriert von den Berufsverbänden und den Fachvereinen. Diese Weiterbildungsmöglichkeiten sind jedoch von unterschiedlicher Qualität und schlecht koordiniert. Vordringliche Weiterbildungsthemen sind neue energierelevante Materialien, Produkte und Technologien, namentlich hinsichtlich Dezentraler Multi-Energie-Systeme und gebäudeintegrierter Photovoltaik. Ein Berufsverband, z. B. der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein (SIA), soll die Initiative ergreifen, um den Weiterbildungswachstum zu straffen, die einzelnen Angebote, deren Ausbildungsziele, Kursinhalte, Teilnahmebedingungen und Abschlusszertifikate transparent zu machen und zu koordinieren. Der Bund soll das Patronat und die Kosten dieser Koordination übernehmen.

## 2.4 Marktbedingungen und Regulierung

Dieser Schwerpunkt integriert die Erkenntnisse der ökonomisch ausgerichteten Projekte. Die Synthese wird insbesondere darlegen, welche Wirkungen von einer förder- und lenkungsbasierten Energiepolitik sowie von einer ökologischen Steuerreform im Hinblick auf Innovation, Energieeffizienz und Verteilung zu erwarten sind. Zudem wird sie aufzeigen, wie der Energiemarkt unter Berücksichtigung von Energieeffizienz und Verteilungsüberlegungen optimal reguliert werden könnte.

### 2.4.1 Zusammenfassung: Schlüsselemente zur Transformation des Stromsystems

Nur mit technologischen Lösungen lässt sich das Schweizer Stromsystem nicht transformieren. Mindestens ebenso wichtig ist die Ausgestaltung der Marktbedingungen und Regulierungen. Sie müssen mit Anreizen und Handlungsmöglichkeiten die wirtschaftlichen Ressourcen in die richtige Richtung lenken. Und hier besteht Handlungsbedarf.

## 2.5 Mobilitätsverhalten

Die Steuerung des Energieverbrauchs im Verkehr ist oft mit grösseren Herausforderungen verbunden als in anderen Handlungsfeldern. Diese thematische Synthese integriert die Ergebnisse der Projekte, welche sich vor allem mit dem Mobilitätsverhalten befassen. Technische Innovationen wie etwa Elektromobilität, autonome Fahrzeuge oder Verkehrsbeeinflussung wurden in den NFP 70 und 71 nicht thematisiert.

1. Zusammenfassung
2. Wege zu einer nachhaltigen Mobilität
3. Einleitung
4. Mobilität: zentral, aber mit zu wenig Beachtung
5. Herausforderungen
6. Vier massgebliche Bereiche identifiziert
7. Empfehlungen
8. Sieben Empfehlungen für eine nachhaltige Mobilität

### 2.5.1 Zusammenfassung: Wege zu einer nachhaltigen Mobilität

Wie kann der hohe Anteil des Verkehrs am Schweizer Energieverbrauch so stark reduziert werden, wie dies für die Transformation des Energiesystems nötig ist? Die Synthese leitet aus den mobilitätsbezogenen Ergebnissen des NFP Energie die zentralen Herausforderungen ab und verdichtet sie zu Handlungsempfehlungen.

### 2.5.2 Mobilität: zentral, aber mit zu wenig Beachtung

Trotz seinem grossen Verbrauchsanteil spielt der Verkehr in der Energiepolitik nur eine Nebenrolle. Dabei zeichnet sich die Schweizer Mobilität durch einige Eigenheiten aus, wie den hohen Motorisierungsgrad und die verbreitete Multimodalität. Jetzt stehen grundlegende technologische Umwälzungen an.

- Mobilität als unabdingbarer Bestandteil der Energiestrategie
- Nebeneinander von Energie- und Verkehrspolitik
- Ausgesprochen hohe und multimodale Mobilität
- Freizeitverkehr als wichtigster Verkehrszweck
- Disruptionen treffen auf kontinuierliche Entwicklung
- Ursachen von Mobilitätsverhalten und Verkehr
- Werkzeugkasten zur Beeinflussung des Mobilitätsverhaltens
- Mehrstufiger Syntheseprozess

### 2.5.3 Vier massgebliche Bereiche identifiziert

Aus den im NFP Energie gefundenen Faktoren, die Einfluss auf das Mobilitätsverhalten haben, lassen sich wesentliche Herausforderungen in den vier Bereichen Motivation und Information, Carsharing, Besetzungsgrad des Individualverkehrs sowie Energieeffizienz des Gütertransports ableiten.

#### Der Einfluss von Motivation und Information

Um das Mobilitätsverhalten effektiv in eine gewünschte Richtung zu verändern, müssen Informationen und Aktivitäten möglichst genau zu den anvisierten Zielgruppen passen. Richtig eingesetzt, können spezifische Toolboxes und spielerische Apps unterstützend wirken.

- Zielgruppenspezifische Informationen und Aktivitäten
- Toolboxes zur Förderung von Velofahren und öffentlichem Verkehr
- Verhaltensänderungen durch spielerische Apps

#### Carsharing: Fahrzeuge gemeinsam nutzen

Das Teilen von Fahrzeugen kann sowohl die Anzahl der Fahrzeuge wie auch der Fahrten markant verringern. Noch ist die Marktdurchdringung aber klein und die verschiedenen Systeme zeigen unterschiedliche Auswirkungen. Ein Erfolgsfaktor ist die Einbettung in attraktive ÖV-Infrastrukturen.

- Unterschiedliche Systeme und geringes Volumen
- Massiv weniger Autos durch Carsharing nötig
- Carsharing braucht das richtige Umfeld

Besetzungsgrad im Individualverkehr ist zu niedrig

Der Besetzungsgrad von privaten Verkehrsmitteln ist generell gering. Im Pendlerverkehr sitzen in der Schweiz durchschnittlich nur 1,1 Personen in einem Auto. Unter dem Gesichtspunkt der Energieeinsparung besteht also die Herausforderung darin, die Auslastung der Fahrzeuge mit geeigneten Massnahmen zu erhöhen.

- Bereitschaft zum Mitfahren steigern
- Chancen durch Mitfahrmöglichkeiten im Berufsverkehr

Oder anders betrachtet: Sollte man nicht die Autos kleiner und leichter machen?

Energieeffizienz des Güterverkehrs

Mit der Globalisierung sind weltweit die Güterströme stark gewachsen. Lokal machen Stichworte wie Same-Day Delivery und steigender Lieferwagenverkehr deutlich: Die Bedeutung der Logistik wird in absehbarer Zukunft noch zunehmen. Der Güterverkehr wird damit auch für die Energiepolitik zur Herausforderung.

- Eine Vision für den energieeffizienten Güterverkehr der Zukunft
- Automatisierungstechnologien werden bisher zu wenig eingesetzt
- Wichtigkeit staatlicher Rahmenbedingungen

Sieben Empfehlungen für eine nachhaltige Mobilität

Aus den Projekten des NFP Energie zum Mobilitätsverhalten lassen sich eine ganze Reihe von Massnahmen ableiten. Die Synthese hat diese zu sieben zentralen Empfehlungen aggregiert, mit deren Umsetzung der Wandel hin zu einer nachhaltigen und energiesparenden Mobilität eingeleitet werden kann.

- Verhaltensänderung – Freiwilligkeit reicht nicht!
- Auf Emotionen und individuelle Situationen zielen
- Die Digitalisierung gezielt nutzen!
- Logistikbereich anpacken!
- Den Flugverkehr endlich auch miteinbeziehen!
- Leitplanken, Anreize und Sanktionen setzen!
- Rebound-Effekte verhindern!

Die Digitalisierung gezielt nutzen!

Digitale Plattformen bieten ideale Möglichkeiten, um energiepolitische Anforderungen direkt in Abläufe und Geschäftsmodelle zu integrieren. Dies geschieht aber nicht von allein, sondern benötigt entsprechende Anreize für die Betreiber der Plattformen.

Die Zukunft ist digital, zweifellos auch in der Mobilität. Dabei ist es keineswegs gesichert, dass diese Entwicklung zur Energieeinsparung beiträgt. Klar ist aber, dass sich auf den digitalen Plattformen die Schrauben der künftigen Mobilitätspolitik finden. MaaS (Mobility as a Service) und das automatisierte Fahren werden unseren Verkehr langfristig radikal umdefinieren. Und auch wenn die Diffusionsprozesse meistens länger dauern werden, als es die Hersteller der Technik versprechen, werden viele langfristig wirksame Parameter bereits jetzt gesetzt. Dabei geht es zumeist um neue Geschäftsmodelle – häufig Plattformstrategien –, die zugleich eine Vereinfachung für die Nutzerinnen und Nutzer bedeuten. Energieeinsparung steht demgegenüber selten im Zentrum der Angebote. Energiepolitische Anforderungen liessen sich aber durchaus wirkungsvoll in das Design der Plattformen integrieren. So könnten beispielsweise Mobilitäts-Apps so gestaltet sein, dass die energieeffizienteste Verkehrsmittelkombination vorgelegt ist.

Im Rahmen des NFP Energie konnten wertvolle Erfahrungen in der Anwendung von Apps gesammelt werden. Dabei zeigte sich, dass noch zahlreiche Hindernisse überwunden werden müssen, bis sie im Mobilitätsumfeld massentauglich sind. Diese betreffen die Gestaltung (attraktives Design der Apps), die technische Ausstattung (Batterieleistung der Smartphones) und nicht zuletzt auch das verkehrspolitische Regulativ. Es fehlen Anreize, die zur Nutzung einer Energiesparteknik motivieren. Dabei ist es nicht mit einzelnen Massnahmen getan. Die Politik muss einen langen Atem beweisen und die digitale Mobilitätswelt während des ganzen Transformationsprozesses aktiv begleiten. Die Energieeffizienz muss darum unbedingt bereits in der aktuell laufenden Formulierung einer Bundespolitik zur multimodalen Mobilität eine zentrale Rolle erhalten.<sup>1</sup> Gelingt dies, werden auch vermehrt private Akteure und staatsnahe Mobilitätsanbieter ihre Geschäftsmodelle entsprechend ausrichten.

1. Vgl. dazu: Bundesamt für Energie (2018): Digitalisierung im Energiesektor. Dialogpapier zum Transformationsprozess, Bern.

## 2.6 Wasserkraft und Markt

Die Wasserkraft ist heute die mit Abstand wichtigste Quelle für erneuerbare Energie in der Schweiz. Fragen nach dem Beitrag der Wasserkraft zur Transformation des Energiesystems und deren künftiger Einbettung in das Energiesystem kommt hohe Bedeutung zu. Der Schwerpunkt fasst die Ergebnisse der verschiedenen NFP-70- und NFP-71-Forschungsprojekte, die sich mit unterschiedlichsten technischen und ökonomischen Aspekten der künftigen Wasserkraftnutzung beschäftigen, zusammen und formuliert Empfehlungen für die weitere Entwicklung der Wasserkraft in der Schweiz.

### 2.6.1 Zusammenfassung: Neues Potenzial – neue Herausforderungen

Wasserkraftwerke müssen künftig noch mehr Strom produzieren. Bei schmelzenden Gletschern könnten neue Stauseen entstehen, und auch die Erhöhung von Staumauern birgt Potenzial. Allerdings leidet die Branche wirtschaftlich. Es braucht neue ökonomische Ansätze – und gleichzeitig mehr Ökologie.

### 2.6.2 Drei Schwerpunkte

Die Erkenntnisse aus einem Dutzend Forschungsprojekten zum Thema «Wasserkraft und Markt» wurden im Rahmen dieser Synthese drei Schwerpunkten zugeteilt:

- Erhalt und Ausbau der Wasserkraft: technische Herausforderungen
- Kosten, Preise, Wasserzins und Markt: wirtschaftliche Herausforderungen
- Auenlandschaften, Restwasserflüsse, Geschiebe: ökologische Herausforderungen

### 2.6.3 Erhalt und Ausbau der Wasserkraft: technische Herausforderungen

Die Gletscherschmelze reduziert die Wasserreserven. Sie schafft grundsätzlich aber auch die Voraussetzung für neue Stauseen. Würden die Staumauern von 19 Schweizer Stauseen erhöht, entstünde zudem ein zusätzliches Speichervolumen von 700 km<sup>3</sup>. Die neuen Kapazitäten ermöglichen vor allem eine Umlagerung der Produktion vom Sommer in den Winter. Die Erhöhungen bereits existierender Staumauern liessen sich auch deutlich schneller realisieren als neue Stauseen im Umfeld schmelzender Gletscher.

- Ausbaupotenzial der Wasserkraft
- Neue Chancen in der Umgebung schmelzender Gletscher
- Möglicher proglazialer Stausee beim Triftgletscher
- Mehr Strom dank der Erhöhung von Talsperren
- Neues Speicherpotenzial zur Reduktion der Importe im Winterhalbjahr
- Wo Gletscher schmelzen, steigt die Geschiebefracht
- Integrale Nachhaltigkeitsprüfung und Stakeholder-Dialog
- Pumpspeicherwerk Lagobianco und Wasserkraftzentrale Piottino
- Erhalt und Ausbau der Wasserkraft: Fazit

#### Erhalt und Ausbau der Wasserkraft: Fazit

- Die Energiestrategie 2050 sieht vor, die mittlere Stromproduktion bis 2050 von derzeit 35,9 TWh/a auf 38,6 TWh/a zu erhöhen. Der Neubau von Kraftwerken sowie der Ausbau und die Effizienzsteigerungen bestehender Kraftwerke bringen allerdings nur eine beschränkte Zusatzproduktion. Die Schätzungen des Potenzials liegen zwischen eher pessimistischen 1,5 TWh/a und optimistischen 8 TWh/a.
- Die optimistischen Schätzungen enthalten das theoretisch erschliessbare technische Potenzial durch proglaziale Stauseen von etwa 1,3 TWh/a sowie jenes durch Erhöhungen von Staumauern um 5 bis 20 Prozent zwischen 1,7 TWh/a und 2,8 TWh/a. Staumauererhöhungen sind grundsätzlich rascher realisierbar als proglaziale Stauseen. Natur- und Landschaftsschutz sowie die Restwasserbestimmungen schränken aber das nutzbare Potenzial stark ein.
- Die ökologische Sanierung der Wasserkraft kann die Produktion beträchtlich mindern. Je nach Szenario beträgt die Reduktion 2,3 TWh/a bis 6,4 TWh/a. Die Reduktion könnte also sogar grösser sein als der in der Energiestrategie 2050 geplante Zubau. Zwischen ökologischen und wirtschaftlichen Aspekten besteht ein Zielkonflikt.
- Insgesamt ergeben sich für die mittlere erwartete Wasserkraftproduktion 2050 Werte von 31,0 TWh/a bis 41,6 TWh/a. Das Bundesamt für Umwelt mahnt zur Vorsicht hinsichtlich dieser Zahlen, denn der Einfluss der Restwasservorschriften auf das Ausbaupotenzial ist stark von deren Umsetzung abhängig; die Kantone können von Ausnahmeregelungen Gebrauch machen.
- Im Winterhalbjahr muss künftig verstärkt Strom importiert werden; mit dem Ausstieg aus der Kernkraft wird sich dieser Trend noch verstärken und dürfte dann je nach Schätzung 7 bis 12 Prozent des Jahresverbrauchs betragen. Als im Winter 2016/2017 die Kernkraftwerke Beznau I und Leibstadt ausfielen, beliefen sich die Nettoimporte im Winter auf 18 Prozent des Jahresverbrauchs.

- Es müssen deshalb alle Optionen zur Erhöhung der Stromproduktion aus der Wasserkraft genutzt werden, auch der Zubau von Speichern. Neues technisches Speicherpotenzial, das die inländische Stromproduktion im Winterhalbjahr stützen könnte, eröffnet sich durch den Gletscherückzug und die dadurch entstehenden Gletscherendseen sowie durch die Erhöhung bestehender Staumauern.

### 3. Dossiers

Dossiers stellen spezifische Aspekte der in den Forschungsprojekten behandelten Themen und Ergebnisse zusammen. Dies sind Fragestellungen, die in mehreren Projekten aus unterschiedlichen Perspektiven behandelt werden oder für bestimmte Akteursgruppen besonders relevant sind.

Verbundsynthesen und Ergänzungsstudien

- Verbundsynthese Abfallmanagement als Beitrag zur Energiewende
- Verbundsynthese Stromspeicherung über adiabatische Druckluftspeicherung
- Verbundsynthese Geothermie
- Verbundsynthese Nachhaltige Betonkonstruktionen
- Ergänzungsstudie Energyscape – Landschaftsstrategie für erneuerbare Energiesysteme
- Ergänzungsstudie Technische Regulierung im Gebäudebereich
- Ergänzungsstudie Integration des schweizerischen Energiesystems in die europäische Energiepolitik
- Ergänzungsstudie Wasserzinssystem (nur in Englisch verfügbar)

#### 3.1 Nachhaltige Betonkonstruktionen: Synthese des NFP-70-Verbundprojekts «Energiearmer Beton»

1. Viel Potenzial bei Baustoffen: Zusammenfassung
2. Kernbotschaften: Starke Reduktion möglich

##### 3.1.1 Viel Potenzial bei Baustoffen

###### Zusammenfassung

Alle Bauten in der Schweiz – also alle Gebäude, Strassen, Infrastrukturbauten und so weiter – konsumieren über ihren gesamten Lebenszyklus hinweg rund 50 Prozent des schweizerischen Endenergiebedarfs. Zudem emittieren sie gut 30 Prozent des Treibhausgases CO<sub>2</sub>.

In den letzten Jahrzehnten reduzierten sich der Energiebedarf und die CO<sub>2</sub>-Emissionen bei der Nutzung der Bauten stark. Die graue Energie, die in den Bauten steckt, und der CO<sub>2</sub>-Ausstoss bei der Herstellung der Baustoffe, der Sanierung und dem Rückbau sind hingegen unverändert hoch. Hier besteht grosses Potenzial.

Das Verbundprojekt «Energiearmer Beton» schafft wichtige Grundlagen für die Transformation der Bauwirtschaft in eine nachhaltige Branche. Es fokussiert vor allem auf den Baustoff Beton, der für besonders viel graue Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen verantwortlich ist. Die Ergebnisse dieses Verbundprojekts werden in der vorliegenden Synthese «Nachhaltige Betonkonstruktionen» zusammengefasst und interpretiert.

Das Verbundprojekt hat vor allem folgende Ziele verfolgt:

1. Die CO<sub>2</sub>-Emissionen und die graue Energie werden durch eine drastische Reduktion des Klinkers im Zement verringert.
2. Die graue Energie wird reduziert, indem in Betonkonstruktionen der Bewehrungs- und Spannstahl durch Holz und Kunststoffe ersetzt wird.
3. Die Lebensdauer der Bauwerke wird durch eine professionelle Bauwerksüberwachung und durch adäquate Sanierungsmassnahmen verlängert; damit reduzieren sich die im Durchschnitt pro Jahr anfallende graue Energie und die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Die Forschungen zeigen, dass sich der durch Beton und Betonkonstruktionen verursachte CO<sub>2</sub>-Ausstoss um den Faktor 4 und die gebundene graue Energie um den Faktor 3 reduzieren lassen.

###### Kernbotschaften: Starke Reduktion möglich

Aus den Forschungen im Verbundprojekt «Energiearmer Beton» lassen sich zwei Kernbotschaften ableiten:

1. Die graue Energie und die CO<sub>2</sub>-Emissionen im Zusammenhang mit dem Bau, der Sanierung und dem Rückbau von Betonkonstruktionen im Hoch- und Tiefbau lassen sich bis auf ein Drittel reduzieren, ohne dass die hervorragenden Materialeigenschaften des Baustoffs wesentlich beeinträchtigt werden.<sup>1</sup>
  2. Die professionelle, laufend durchgeführte Überwachung und Diagnose des Bauwerkzustands hilft, unnötige Sanierungs- und verfrühte Ersatzmassnahmen zu vermeiden. Zudem ermöglicht das permanente Monitoring den Einsatz innovativer, noch wenig erprobter Baustoffe und Konstruktionen zur Reduktion der grauen Energie und des CO<sub>2</sub>-Ausstosses im Zusammenhang mit dem Bau, der Sanierung und dem Rückbau von Betonkonstruktionen.<sup>2</sup>
- 1 Projekt «Energiearmer Beton»
  - 2 Projekt «Monitoring von Betonkonstruktionen»

### 3.1.2 Projekt: „Wie Beton umweltfreundlich wird“

Beton ist der häufigste Baustoff in der Schweiz. Seine Herstellung ist aber energieintensiv und verursacht CO<sub>2</sub>-Emissionen. Das könnte sich bald ändern, denn ein neues Gemisch könnte Beton umweltfreundlicher machen.

#### Zusammenfassung des Forschungsprojekts «Energiearmer Beton».

- Die Energie, die zur Herstellung von Baustoffen und für die Konstruktion von Gebäuden verwendet wird, dürfte in Zukunft den grössten Teil des Energieverbrauchs von Gebäuden betragen.
- Die Verwendung von Beton ohne Stahl und mit nur wenig Zement könnte Gebäude umweltfreundlicher machen.
- Hybride Konstruktionen mit Materialien wie Holz und Kunstfasern könnten den energiearmen Beton stabiler machen.

Geht es um Energie, sind Gebäude teuer: Sie sind verantwortlich für 40 Prozent des weltweiten Energieverbrauchs. Im Moment ist das Teure dabei vor allem der Betrieb der Gebäude. Dieser Energieverbrauch wird sich aber durch energieeffiziente Bauweisen, welche die Energiestrategie 2050 anstrebt, beträchtlich senken lassen. Und damit rückt mehr die sogenannte «graue Energie», die für die Herstellung der Materialien und für den Bau gebraucht wird, in den Fokus. Sie wird in Zukunft bis zu 100 Prozent des gesamten Energieverbrauchs von neuen Gebäuden ausmachen. Denn die Herstellung von Zement und Stahl ist enorm energieintensiv und verursacht hohe Emissionen. Guillaume Habert, Professor für Nachhaltiges Bauen an der ETH Zürich, und sein Team haben deshalb im Verbundprojekt «Energiearmer Beton» untersucht, wie weit neue Materialien Betonbauten umweltfreundlicher machen könnten.

Resultat: Baustrukturen ohne Stahl und mit energiearmem Beton könnten die graue Energie gemeinsam um 50 Prozent senken und die CO<sub>2</sub>-Emissionen um bis zu 80 Prozent verringern.

#### Eine neue Betonmischung

Beton besteht aus Zement, Sand und Kies. Der energie- und emissionsintensive Inhaltsstoff ist der Zement. Zu seiner Gewinnung werden die beiden Ausgangsmaterialien Kalkstein, Ton und Mergel auf rund 1500 Grad Celsius erhitzt und zu einem Zwischenprodukt gebrannt. Dieses nennt sich Klinker. Der Klinker wird gemahlen und wird – zusammen mit anderen Inhaltsstoffen wie Flugasche – so zu Zement. Beim Brennen entsteht pro Tonne Klinker eine halbe Tonne CO<sub>2</sub>. Deshalb haben die Forschenden eine neue Betonmischung entwickelt, welche weniger Klinker enthält, dafür aber Ersatzprodukte wie Kalkstein und gebrannten Ölschiefer. Flugasche und Ölschiefer sind Abfallprodukte anderer Industrien wie der Kohle- oder Stahlindustrie und sind bereits heute im Beton mit bis zu 30 Prozent enthalten. Die Forschenden haben diesen Anteil erhöht – und zwar auf 50 Prozent. Die Herausforderung bestand darin, den Anteil zu erhöhen, ohne dass die mechanische Festigkeit des Betons abnimmt. Sie sollte bei 30 Megapascal bleiben.

#### Neue Baustruktur ohne Stahl

Der so entwickelte, energiearme Beton hat aber einen Nachteil: Der in den Beton integrierte Stahl wird anfälliger auf Rost. Unter feuchten Umweltbedingungen, das haben Tests gezeigt, kommt es in diesem Beton schneller zu Zerfallserscheinungen.

In drei weiteren Unterprojekten haben Wissenschaftler der ETH, EMPA und EPFL deshalb neue, nicht metall-basierte Trägermaterialien entwickelt und deren Belastbarkeit getestet. Eine Alternative zu Armierungen aus Stahl sind Holz-Beton-Strukturen. In einem Unterprojekt wurde deshalb getestet, wie man Material schichten und Klebstoff einsetzen könnte, um den Beton und das Holz zusammenzuhalten. Auch Alternativen wie Karbonfaser-Polymere oder Kunstfasern für ultrahochfesten Beton wurden geprüft.

Das fünfte Unterprojekt testete die Techniken und ihre Belastbarkeit an bestehenden Schweizer Brücken.

#### Das Potenzial ist gross

Im Verbundprojekt «Energiearmer Beton» bezifferten die Forschenden schliesslich die Umweltkosten jeder Technologie über den gesamten Lebenszyklus der Bauten. Dabei wurden auch Möglichkeiten des Recyclings des verwendeten Betons und der Ersatzmaterialien für Zement untersucht.

Die Analyse zeigt, dass energiearmer Beton und Trägerkonstruktionen ohne Stahl einen wichtigen Beitrag zur Energiewende leisten können. Der neu entwickelte Beton könnte die Kohlenstoff-Emissionen um die Hälfte reduzieren und würde bis zu 50 Prozent weniger Energie benötigen. Hinzu kommen zusätzliche Einsparungen bei den alternativen Trägermaterialien: So könnte der CO<sub>2</sub>-Ausstoss hier um bis zu 80 Prozent reduziert werden.

Die Forschenden betonen, dass das neue Betongemisch in denselben Anlagen verarbeitet werden könnte, wie heute gängige Mischungen. Der Wechsel auf energiearmen Beton könnte also zeitnah erfolgen. Während die Akzeptanz durch Baufirmen beim neuen Beton gross ist, muss sie bei neuen Trägermaterialien wie Holz-Beton, Karbonfasern oder Kunstfasern noch gebildet werden. Dies soll durch zusätzliche Tests geschehen.

Beton wird als Baustoff auch in den nächsten Jahrzehnten eine zentrale Rolle spielen, so der Befund der Projekte. Der Bedarf an Gebäudefläche wird bis 2050 um 230 Millionen Quadratmeter zunehmen. Bis dahin werden also stetig neue Gebäude gebaut. Erst danach dürfte die Bautätigkeit stagnieren, weil sich dann die Bevölkerungszahl stabilisiert. Insgesamt zeigt aber die Analyse des Verbundprojektes, dass energiearmer Beton sofort einen Beitrag zur Energiewende leisten kann.

#### Produkte aus diesem Projekt

- Verbundprojekt "Energiearmer Beton"
- Eine Bauwelt ohne Zement
- Environmental assessment of radical innovation in concrete structures

### **3.1.3 Verbundprojekt "Energiearmer Beton"**

Im Rahmen dieses Verbundprojektes wurden ein neuer Zement mit einem höheren Klinkerersatz-Anteil und völlig neuartige Betonlösungen entwickelt. Mit diesen beiden neuen Entwicklungen lässt sich die graue Energie drastisch reduzieren. Sie können damit einen aktiven Beitrag zur Energiestrategie 2050 leisten.

#### Hintergrund (abgeschlossenes Forschungsprojekt)

Weltweit ist der Gebäudebereich für etwa 40 % des Energieverbrauchs verantwortlich, und in der Regel entfällt der grösste Teil davon auf den Betrieb. Durch kontinuierliche Verbesserungen der Energieeffizienz der Gebäude verringert sich der Anteil der Betriebsenergie jedoch stetig, womit die Relevanz der grauen Energie in den Baustoffen steigt. Der Standard der 2000-Watt-Gesellschaft für nachhaltige Gebäude sieht eine Verteilung der Energie neuer Gebäude von 70 % für die Bauausführung und 30 % für den Betrieb vor. In der Schweiz ist Beton immer noch der meistverwendete Baustoff und die Reduktion der grauen Energie und der Kohlendioxidemissionen ist ein vordringliches Ziel, um die Energiewende voranzutreiben.

#### Ziel

Das Ziel des Verbundprojektes war es, die Umweltauswirkungen von Baustoffen und namentlich von Betonstrukturen zu reduzieren. Die durch die Zementherstellung verursachten Emissionen lassen sich weiter senken, wenn der Anteil von Klinkerersatz erhöht wird. Begrenzt wird dies allerdings durch den Verlust mechanischer Festigkeit und das erhöhte Risiko der Korrosion des Bewehrungsstahls. Daher sollte mit diesem Projekt einerseits der Klinkeranteil auf Materialebene ohne Einbussen bei der Frühfestigkeit reduziert werden und andererseits strukturelle Lösungen entwickelt werden, die Stahl durch nicht-eisenhaltige Materialien ersetzen.

#### Ergebnisse

Auf Materialebene wurde ein neues ternäres Gemisch mit Zement entwickelt, bei dem der Klinker-Anteil ohne Einbusse der Frühfestigkeit um bis zu 65 % reduziert werden konnte. Auf struktureller Ebene wurden neue Betonlösungen mit nicht-metallischen Verstärkungen entwickelt und getestet, um Probleme mit der Alterungsbeständigkeit zu vermeiden. Die Ergebnisse zeigten, dass es möglich ist, die Emissionen um bis zu 50 % zu senken, indem ein hoher Anteil des Zements mit Zementersatzstoffen (supplementary cementitious materials, SCM) substituiert wird. Auf struktureller Ebene lassen sich bis zu 80 % der Kohlendioxidemissionen durch Materialoptimierung und strukturelle Hybridisierung vermeiden.

Bedeutung

## → Bedeutung für die Forschung

Im Rahmen des Projekts wurden aus Sicht der Forschung wertvolle Ergebnisse erzielt. Es konnte insbesondere gezeigt werden, dass sich ein hoher Anteil des Klinkers in Beton ohne Verlust der Frühfestigkeit ersetzen lässt. Der niedrige pH der neuen Betonmischung beeinflusst nicht zwingend die carbonatisierungsinduzierte Korrosion herkömmlicher Stahlbetonstrukturen. Es wurde ein guter Schutz vor Korrosion unter üblichen Umweltbedingungen gemessen, wohingegen unter sehr feuchten Bedingungen ein höheres Risiko zu erwarten ist. Mit innovativen Betonstrukturen können sowohl die graue Energie als auch die Kohlendioxidemissionen über den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes reduziert werden, und auch beim späteren Abbau ist eine weitere Reduktion der Kohlendioxidemissionen möglich.

## → Bedeutung für die Praxis

Wenn die untersuchten Betontechnologien umgesetzt werden, können sie mit erheblichen Energieeinsparungen einen Beitrag zur Energiewende leisten. Der Einfluss der Akteure wird für einen raschen Übergang eine entscheidende Rolle spielen. Auf Materialebene kann Zement mit geringem Klinkeranteil mit denselben Einrichtungen und Anlagen produziert werden, mit denen Hersteller herkömmlichen Zement produzieren. Es sind also keine Anpassungen der Zementproduktionsinfrastruktur erforderlich. Durch die laufenden Tests zur Altersbeständigkeit bei realen Stahlbetonkonstruktionen werden den Konstrukteuren und Bauunternehmen ergänzende Daten zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse werden die Grundlage für den Nachweis der Sicherheit der neuen Betonstrukturen liefern und dazu beitragen, die Barrieren abzubauen, die typischerweise in einem konservativen Sektor wie dem Baugewerbe bestehen.

Originaltitel

Concrete Solutions

Projektverantwortliche

Leiter des Verbundprojekts

- Prof. Guillaume Habert, Institut für Bau- und Infrastrukturmanagement, ETH Zürich
- Stellvertretender Leiter des Verbundprojekts
- Prof. Eugen Brühwiler, Laboratoire de maintenance, construction et sécurité des ouvrages, EPF Lausanne

Verbundene Projekte

Zu diesem Verbund gehören folgende fünf Forschungsprojekte

- Formulation, use and durability of concrete with low clinker cements

Prof. Robert J. Flatt, Institut für Baustoffe, ETH Zürich; Prof. Bernhard Elsener, Prof. Karen Scrivener, Dr. Marta Palacios

- Next generation UHPFRC for a sustainable built environment

Dr. Emmanuel Denarié, Laboratoire de maintenance, construction et sécurité des ouvrages, EPF Lausanne; Prof. Eugen Brühwiler, EPF Lausanne

- Beech wood concrete hybrid structures

Prof. Andrea Frangi, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich; Prof. Ingo Burgert

- Low-clinker, high-performance concrete elements pre-stressed with carbon-fiber reinforced polymer reinforcement (LCHPC)

Prof. Pietro Lura, Abteilung Analytische Chemie, EMPA Dübendorf; Dr. Giovanni Pietro Terrasi

- Getting more out of Structures through Monitoring and Simulation

Prof. Eleni Chatzi, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETH Zürich; Prof. Eugen Brühwiler, EPF Lausanne

Hinweis: Es gibt nur wenig wirklich Neues oder konkrete Ergebnisse in den Publikationen, die für das Projekt EBS wichtig wären.

### 3.1.4 Eine Bauwelt ohne Zement

27.09.2015 | Magazin Globe

Von: Corinne Johannssen-Hodel | 1 Kommentar

Weniger Zement im Bau, das ist das ambitionierte Ziel des ETH-Professors für Nachhaltiges Bauen, Guillaume Habert. Doch es gibt viele Hürden zu bewältigen.

Hinweis: Was folgt sind mehrheitlich Absichtserklärungen und wenig Konkretes!

### 3.2 Konzepte für die nächste Generation von technischen Regulierungen im Bereich Gebäude und Energie

Schlussbericht der Ergänzungsstudie "Technische Regulierung im Gebäudebereich"

Das Forschungsprojekt EnTeR untersuchte die Wirkung von technischen Regulierungen in der Transformation des Gebäudeparks und deren Integration in das zukünftige Energiesystem (abgekürzt TER). Darauf basierend werden Vorschläge für zukünftige Stellschrauben in der Energiegesetzgebung hergeleitet.

Die internationale Analyse zeigte, dass TER in ihrer derzeitigen Ausgestaltung trotz ihrer bisherigen Erfolge bei der Effizienzsteigerung im Gebäudesektor an Grenzen stossen. Vor allem wenn es um die Dekarbonisierung des Gebäudesektors geht. Die Literatur listet hierfür folgende fünf Schwachstellen auf:

- (i) Weitere Steigerung der Energieeffizienz,
- (ii) Berücksichtigung der «Grauen Energie»,
- (iii) Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien,
- (iv) Schliessen des «Performance Gaps» und
- (v) Beschleunigung der Sanierungsrate.

Durch technisch-ökonomische Optimierungen (Energy Hub Optimierung, Pareto Front) konnten Lösungen für den Gebäudepark Schweiz aufgezeigt werden, mit welchen spezifische CO<sub>2,eq</sub>-Emissionen unter 10 kgCO<sub>2,eq</sub>/m<sup>2</sup> erreicht werden – typischerweise bei CO<sub>2,eq</sub>-Vermeidungskosten von 200–400 CHF/tCO<sub>2,eq</sub> gegenüber kostenoptimierten Lösungen.

Um ein bestmögliches regulatorisches Umfeld zu schaffen mit dem Ziel, dass sich der Gebäudepark in die gewünschte Richtung entwickelt, wurde ein TER Konzept basierend auf dem Lebenszyklus einer Immobilie entwickelt (Erstellung, Betrieb und Rückbau):

1. Für die Erstellung (Planungs- und Bauphase) wird die TER «Leistungsgrenze» vorgeschlagen. Die Begrenzung der Kapazitäten (Elektrizität, Heizung und Kühlung) führt zu energieeffizienten Gebäuden, indem die Netzbelastung verringert und Anreize für die Installation von Anlagen zur Erzeugung und/oder Speicherung von Strom aus erneuerbaren Energiequellen gesetzt werden.
2. Für den Betrieb (Nutzung) wird die TER «Energimix» vorgeschlagen. Mit der vorgeschlagenen TER wird die Menge der erlaubten CO<sub>2</sub>-Emissionen während der Betriebsphase begrenzt. Mit Hilfe von Smart Meters und digitalen Datenplattformen.
3. Für den Rückbau (Material) wird die TER «Materialzyklus» vorgeschlagen. Die vorgeschlagene TER soll diesen ‚grauen‘ Anteil reduzieren, indem eine Recyclinggebühr auf Baumaterialien erhoben wird.

## 4. Einzelprojekte von Interesse für EBS

### 4.1 Forschungsprojekte

Die Nationalen Forschungsprogramme «Energie» umfassen 107 Forschungsprojekte: 15 Verbundprojekte mit insgesamt 62 Subprojekten und 7 Einzelprojekte für das NFP 70, 19 Einzelprojekte für das NFP 71 sowie vier Ergänzungsstudien, die mit praxisrelevanten Ergebnissen thematische Lücken in den beiden NFP schliessen. Gebäude und Siedlungen

Hinweis: Eine Liste aller Projekte wurde leider nicht gefunden.

Nachfolgend werden einige für EBS interessante Projekte in Kurzform vorgestellt.

## 4.2 Gebäude

### 4.2.1 Gebäude-integrierte Photovoltaik: Gebäude-integrierte Photovoltaik

Das Beste aus beiden Welten: Die Kombination aus Gebäudehülle und Energiequelle

Viele Jahre wurde der gebäudeintegrierten Photovoltaik (GiPV) ein Marktboom vorausgesagt – geschehen ist jedoch wenig. Nach wie vor dominieren separate Solarmodule auf den Dächern den Markt. Was der GiPV zum definitiven Durchbruch verhelfen kann, untersucht das Verbundprojekt «Active Interfaces».

#### Auf einen Blick

- Das Ausrüsten von Dächern auf Neubauten mit Photovoltaikmodulen alleine wird nicht genügen, um das ambitionierte Ziel der Energiestrategie 2050 zu erreichen.
- Auch die Dächer und Fassaden bestehender Gebäude müssen genutzt werden, um aus Sonnenlicht Energie zu erzeugen.
- Diesen Ansatz untersucht das Verbundprojekt «Active Interfaces».

### 4.2.2 Hocheffiziente, integrierte PV-Systeme: Die Ästhetik der Nachhaltigkeit

Bei der Entwicklung besserer Solarmodule zählt bislang Ästhetik nicht zu den Hauptkriterien. Und Architekten denken bei ihren Entwürfen nicht als erstes an Sonnenenergie. Forschende des CSEM in Neuenburg und der EPFL Lausanne wollen dies ändern, um das Potenzial der Gebäude zur Stromerzeugung voll auszunutzen.

#### Auf einen Blick

- Gebäudefassaden können einen grossen Beitrag zum Ausbau der Solarenergie liefern.
- In Fassadenmodulen mit ästhetischen Oberflächen integriert, werden Solarpanels attraktiv für die Architektur von heute.
- Die Entwicklung neuer, leistungsfähigerer Solarzellen ist wesentlich, um die Kosten und den Flächenbedarf der Gebäudeintegrierten Photovoltaik zu senken.

### 4.2.3 Erneuerbare Energien – was sich am meisten lohnt

Die Schweizer Energieversorgung wird in Zukunft erneuerbarer und dezentralisierter. Doch welche Technologien sind nicht nur gut fürs Klima, sondern auch fürs Portemonnaie? Das hat ein Forschungsprojekt der ETH Zürich nun analysiert.

#### Auf einen Blick

- Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss liesse sich drastisch senken mittels dezentraler Multi-Energiesysteme – das sind Kombinationen von Anlagen zur erneuerbaren Energieproduktion und -speicherung. Doch bisher war es schwierig abzuschätzen, ob und wann sich solche Systeme auch wirtschaftlich lohnen.
- Nun hat die Gruppe für Nachhaltigkeit und Technologie der ETH Zürich analysiert, wie wirtschaftlich unterschiedliche Multi-Energiesysteme für Siedlungen und Quartiere sind.
- Ergebnis: Die Kombination einer Photovoltaikanlage mit einer Wärmepumpe produziert bereits heute günstiger Energie als die noch verbreitete Infrastruktur mit Erdölheizungen und Strom aus dem öffentlichen Stromnetz.

### 4.2.4 Strategien für gebäudeintegrierte PV

Maximaler Strom auf minimalem Platz

Photovoltaik-Module direkt in Dachziegel oder Fassadenelemente zu integrieren, wäre bereits heute möglich – und trotzdem kaum im Einsatz. Welche Faktoren helfen der neuen Technologie zum Durchbruch?

#### Auf einen Blick

- Farbige bedruckte Photovoltaik-Module sind eine attraktive Lösung in urbanen Renovationsprojekten, insbesondere aufgrund des visuellen Impacts.
- Auch Photovoltaik-Module mit einem geringeren Gewicht als herkömmliche Produkte erhöhen die Akzeptanz und Einsetzbarkeit auf Dächern und Fassaden
- Gebäude-integrierte Photovoltaik (GiPV) könnte in der Energiestrategie 2050 eine wichtige Quelle der Energieproduktion werden.

#### 4.2.5 Intelligente Gebäudefassade gewinnt Energie

In der Schweiz gibt es viele Häuser mit Solaranlagen auf den Dächern. Grosser Nachholbedarf besteht aber an den Hausfassaden, vor allem im Bereich der Renovierungsprojekte. Ein Forschungsteam sagt: Fassaden mit integrierter Photovoltaik können gleichzeitig ästhetisch, effizient und allgemein akzeptiert sein.

##### Auf einen Blick

- Sanierungsprojekte mit integrierter Photovoltaik werden in der Schweiz zu selten eingesetzt.
- Die Eidgenössische Technische Hochschule Lausanne (EPFL) konnte auf Grundlage einer Vielzahl von Fallstudien in Neuchâtel aufzeigen, dass solche Sanierungsprojekte einerseits energieeffizient und andererseits erschwänglich im Unterhalt sind.
- Was für den Durchbruch dieser Sanierungsprojekte mit integrierter Photovoltaik nötig wäre, sind moderne 3D-Stadtpläne der Schweiz.

#### 4.2.6 Standards für PV

Schöner Strom: Bunte Photovoltaikanlagen sollen Ausbau der Solarenergie vorantreiben  
Im Jahr 2050 soll Solarstrom die Kernkraft abgelöst haben, doch momentan geht der Ausbau von Photovoltaik nur schleppend voran. Das liegt unter anderem daran, dass blau-schwarz zugestrichelte Dächer und Fassaden als hässlich wahrgenommen werden. Forschende der Hochschule Luzern haben nun einen Weg gefunden, Photovoltaik-Module mit bunten Farben und Mustern zu bedrucken. Das macht sie zwar ein bisschen weniger effizient, aber dafür viel attraktiver für einen grossflächigen Einsatz.

##### Auf einen Blick

- Die Energiestrategie 2050 des Bundes sieht vor, den Anteil des Stroms aus Photovoltaik (PV) von derzeit gut zwei auf 20 Prozent zu steigern. Doch der Ausbau geht schleppend voran.
- Denn: Photovoltaik-Anlagen schimmern meist in einheitlichem Blauschwarz. Das hält Architekten davon ab, sie grossflächig an Hausfassaden einzusetzen.
- Nun sollen bunte und gemusterte PV-Zellen das Problem lösen: Sie sehen schön aus und produzieren dennoch Strom. Erste Gebäude, die sie nutzen gibt es schon.

#### 4.2.7 Beschleunigung der Anwendung von PV

In Gebäude integrierte Solarzellen

Solarpanels sollten nicht nur auf Dächern montiert, sondern auch in Fassaden integriert werden, um das Potenzial auszuschöpfen. Noch geschieht das selten. Wie stehen Architekten und Eigentümer zu gebäudeintegrierter Photovoltaik?

##### Auf einen Blick

- Solarzellen können nicht nur auf Dächern und Freiflächen montiert werden, sondern auch direkt in Fassaden und/oder Dächer integriert werden.
- Auch bei Renovationen kann es sinnvoll sein, den Einsatz von sogenannter gebäudeintegrierter Photovoltaik zu prüfen.
- Noch wird diese Technologie aber eher selten eingesetzt. Gespräche mit Architekten und Eigentümern zeigen, dass es erstens an Wissen mangelt und zweitens hohe Kosten im Weg stehen.

#### 4.2.8 Spannbeton mit Karbonfasern und wenig Zement: eine umweltfreundliche Variante

Spannbeton ist normalerweise mit Stahleinlagen versehen, was ihn besonders belastungsfähig macht. Doch Karbonfasern könnten den Stahl bald verdrängen – und der Beton umweltfreundlicher werden.

Zusammenfassung des Forschungsprojekts «Kohlefaser-vorgespannter Beton». Dieses Projekt ist Teil des Verbundprojektes «Energiearmer Beton».

##### Auf einen Blick

- Spannbetonelemente können mit Kohlenstoff statt Stahl verstärkt werden, ohne dass es zu Einbussen bei den mechanischen Eigenschaften kommt.
- Hochfester Beton mit wenig Zement könnte gängigen Beton zudem ersetzen.
- Diese beiden Innovationen machen Spannbeton massiv energieeffizienter und umweltschonend.

#### 4.2.9 Wie gesund ist ein Gebäude oder eine Brücke?

Würden Bauwerke mittels Sensoren überwacht, liessen sich diese gezielter – kosteneffektiver und umweltschonender – sanieren. Auch ihre Nutzungsdauer könnte sich verlängern.

Auf einen Blick

- Monitoring würde helfen, Gebäude und Brücken erst dann zu erneuern, wenn sie auch wirklich renovierungsbedürftig sind.
- Die gewonnenen Daten könnten dazu genutzt werden, kritische Stellen an Bauwerken zu finden und dort gezielt Instandhaltungsarbeiten durchzuführen.
- Ein Material, das für solche zielgerichteten Verstärkungen ideal geeignet wäre, ist ultrahochfester faserbewehrter Beton (UHFB).

**4.3 Mobilität (Stichwort)**

1. Virtueller Wettstreit zugunsten energieeffizienter Mobilität
2. PEM-Brennstoffzellen: Brennstoffzellen für die nachhaltige Mobilität
3. Methan für Transport und Mobilität: Autofahren mit Methan
4. Nanostrukturierte Lithium-Ionen-Batterien: Batterien aufgepeppt mit Nanotechnologie

Hinweis: Mehr gibt es hier nicht!

**4.4 Infrastruktur (Stichwort)**

- Hydrometeorologische Vorhersage: Langfristige Wetterprognosen für Wasserkraftwerke
- Periglazialzonen und Wasserkraft: Stauseen, wo früher Gletscher waren?
- Sedimentierung in Stauanlagen: Kleinste Teilchen bedrohen Wasserkraftturbinen
- Risikomanagement für Geothermie und Wasserkraft: Erdbeben, Dammbüche und Erdbeben – Risikoabschätzung für die Stromerzeugung
- Hochleistungsbeton: Ultrahochleistungs-Faserbeton: Verformbar wie Stahl, giessbar wie Beton
- Wirtschaftlichkeit dezentraler Energiesysteme: Erneuerbare Energien – was sich am meisten lohnt
- Energieinfrastrukturen der Zukunft: Wind- und Solarenergie: eine erneuerbare Zukunft für die Schweiz → **siehe Kap. 4.6.**

**4.4.1 Erdbeben, Dammbüche und Erdbeben – Risikoabschätzung für die Stromerzeugung**

Forschende haben neue Methoden zur Risikominimierung im Energiesystem entwickelt und mit einer Umfrage erforscht, wie Risiken der Öffentlichkeit am besten kommuniziert werden.

Auf einen Blick

- Künstlich erzeugte Erdbeben sind das grösste Risiko in der Tiefengeothermie. Neue Strategien zur Risikominimierung bilden nun die Basis für künftige Projekte.
- Forschende haben neue Modelle für die Abschätzung von Risiken durch Erdbeben, Dammbüche und Infrastrukturschäden entwickelt. Dabei versuchten sie auch, die Unsicherheit der Schätzungen zu beurteilen.
- Eine Umfrage zeigt, dass die Bevölkerung Tiefengeothermie am liebsten in abgelegenen Regionen hätte, da bei den Bohrungen möglicherweise auftretende Erdbeben Ablehnung gegenüber der Technologie hervorrufen.
- In der Risikokommunikation sind quantitative Angaben hilfreich, doch Unsicherheitsbereiche verwirren die Bevölkerung und führen zu einer ablehnenden Haltung.

**4.5 Erneuerbare Energien – was sich am meisten lohnt**

Die Schweizer Energieversorgung wird in Zukunft erneuerbarer und dezentralisierter. Doch welche Technologien sind nicht nur gut fürs Klima, sondern auch fürs Portemonnaie? Das hat ein Forschungsprojekt der ETH Zürich nun analysiert.

Auf einen Blick

- Der CO<sub>2</sub>-Ausstoss liesse sich drastisch senken mittels dezentraler Multi-Energiesysteme – das sind Kombinationen von Anlagen zur erneuerbaren Energieproduktion und -speicherung. Doch bisher war es schwierig abzuschätzen, ob und wann sich solche Systeme auch wirtschaftlich lohnen.
- Nun hat die Gruppe für Nachhaltigkeit und Technologie der ETH Zürich analysiert, wie wirtschaftlich unterschiedliche Multi-Energiesysteme für Siedlungen und Quartiere sind.
- Ergebnis: Die Kombination einer Photovoltaikanlage mit einer Wärmepumpe produziert bereits heute günstiger Energie als die noch verbreitete Infrastruktur mit Erdölheizungen und Strom aus

dem öffentlichen Stromnetz.

#### 4.6 Wind- und Solarenergie: eine erneuerbare Zukunft für die Schweiz

Mehr Importe als Exporte, veränderte Stromflüsse und eine geringere Belastung: So verändern die erneuerbaren Energien das Stromnetz.

##### Auf einen Blick

- Erneuerbare Energien, die in den nächsten Jahrzehnten den Schweizer Strommix prägen sollen, sind abhängig vom Wetter – das führt zu Veränderungen bei der Stromversorgung.
- Forschende der Universität Basel und der ETH Zürich kommen in einer detaillierten Analyse zum Schluss: Die Infrastruktur des Schweizer Stromnetzes ist für diese Veränderungen gewappnet.
- Ihre Berechnungen zeigen zudem, dass die Sonnenenergie in der Schweiz das grössere Potenzial hat als die Windenergie: Sie ist günstiger, vorhersehbarer und eher verfügbar.
- Eine interessante Erkenntnis: Erneuerbare Energien entlasten das Stromnetz und senken das Ausfallrisiko. Das, weil die Energien – etwa bei Solarpanels auf dem Dach – lokal genutzt werden können.

#### 4.7 Digitalisierung (Stichwort)

##### 4.7.1 Computer leisten Geburtshilfe für eine neue Solarzellen-Generation

Eine neue Generation von Solarzellen steht kurz vor dem Durchbruch. Neuartige Materialien und fortschrittliche Designs versprechen hohe Effizienz und vielseitige Möglichkeiten bei tiefen Kosten. Computergestützte Simulationen sollen helfen, das Potenzial der neuen Technologien zu heben.

##### Auf einen Blick

- Computermodelle erklären die physikalischen Eigenschaften einer neuen Generation von Solarzellen und helfen, diese zu optimieren.
- Die Simulation unter realistischen Umweltbedingungen zeigt das Potenzial, das in der neuen Solarzellen-Technologie steckt.
- Bei der Entwicklung der neuen Solarzellen zur Marktreife können die Computer-Tools eine Schlüsselrolle spielen.

Hinweis: Mehr gibt es hier nicht!

#### 4.8 Klima und Klimawandel (Stichwort)

- Investitionen in Wasserkraft: Wie können Pumpspeicherkraftwerke rentabel bleiben?
- Hydrometeorologische Vorhersage: Langfristige Wetterprognosen für Wasserkraftwerke

Hinweis: Mehr gibt es hier nicht!

### 5. Empfehlungen

#### 5.1 Mit gezielter Regulierung Energieeffizienz fördern und den Ausbau der erneuerbaren Energien voranbringen!

Viele der Technologien, die für die Transformation des Energiesystems notwendig sind, stehen bereit. Auf freiwilliger Basis allein werden sie aber insbesondere im Gebäudebereich und bei der Mobilität nicht genügend genutzt. Um die gesteckten Ziele zu erreichen, sind darum zusätzlich zu marktwirtschaftlichen Anreizen auch regulatorische Eingriffe nötig. Verschiedene der vor kurzem getroffenen politischen Vorentscheide weisen in die richtige Richtung.

#### 5.2 Mit flexiblen und dynamischen Stromtarifen, Belohnungszielen und Information Anreize zum Energiesparen schaffen!

Energieverteiler sollen flexible und dynamische Stromtarifmodelle entwickeln und einsetzen, die den Anreiz schaffen, den Stromverbrauch und die Energiekosten zu senken. Die Kombination mit Bonuselementen, die das Erreichen von Sparzielen belohnen, erhöht die Akzeptanz entsprechender Tarifmodelle.

### **5.3 Den Ausbau der erneuerbaren Energien mit einer umfassenden und wirksamen CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe unterstützen!**

Lenkungsmaßnahmen sind wirksamer und kostengünstiger als Förderungsmaßnahmen. Eine CO<sub>2</sub>-Lenkungsabgabe auf allen fossilen Energieträgern ist deshalb besonders geeignet, die Transformation des Energiesystems voranzubringen.

### **5.4 CO<sub>2</sub>-freie urbane Logistik bis 2050 realisieren!**

Erfolgt die Versorgung in den städtischen Agglomerationen CO<sub>2</sub>-frei, lassen sich 7 Prozent der entsprechenden Effizienzziele der Energiestrategie 2050 und rund 9 Prozent der angestrebten Reduktion von Treibhausgasemissionen erreichen. Kantone, Städte und Gemeinden sollen deshalb die entsprechenden Rahmenbedingungen schaffen und mit den Logistikakteuren zusammenarbeiten.

### **5.5 Dezentrale Multi-Energie-Systeme (DMES) realisieren!**

Dezentrale Multi-Energie-Systeme (DMES) ermöglichen eine höchst effiziente Nutzung dezentral bereitgestellter Energie. Damit sie realisiert werden können, sind Energiebereitstellung und -versorgung lokal und regional als Ganzes zu betrachten. Selbstorganisation und staatliche Regulierung sollen sich bestmöglich ergänzen. Die Gemeinden, aber auch der Bund und die Kantone müssen planerische und gesetzliche Vorarbeiten erbringen.

### **5.6 Die Wasserkraft auf ihre stabilisierende Funktion im Energiesystem fokussieren!**

Die neuen erneuerbaren Energien sind mit dem Problem verbunden, dass Produktion und Nutzung zeitlich oft nicht zusammenfallen. Die Wasserkraft erfüllt in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle: Sie stabilisiert das Versorgungssystem und gewährleistet die technische Versorgungssicherheit des schweizerischen Energiesystems. Diese Funktion kann auch als Grundlage für finanzielle Abgeltungen dienen.

### **5.7 Wasserzinsen nach Erträgen ausrichten!**

2024 muss eine neue Lösung für den Wasserzins beschlossen werden. Sie sollte auf dem Ertrag basieren und damit den Marktpreis sowie die Produktionskosten widerspiegeln. Die neue Lösung muss auch die Interessen der Berggebiete berücksichtigen. Für sie sind die Wasserzinsen wirtschaftlich weit wichtiger als für die Stromproduzenten.

### **5.8 Restwasserregime den ökologischen Bedürfnissen anpassen!**

Das Gewässerschutzgesetz wird heute hinsichtlich der ökologischen Ziele unzureichend umgesetzt. Die angestrebte biologische Vielfalt im Unterlauf der Stauwerke wird nicht erreicht. Die Kantone sollen deshalb den Vollzug so gestalten, dass die Restwasserführung die ökologischen Ziele sicherstellen kann. Entsprechende Massnahmen verlangen mehr Wasser und reduzieren die Stromproduktion.

### **5.9 Optimale Bedingungen schaffen für Finanzierungsmodelle, an denen sich die Bevölkerung beteiligen kann!**

Die finanzielle Beteiligung an Investitionen in Infrastrukturen für erneuerbare Energien schafft Identifikation. Lokal verankerte Organisationen wie Vereine, Genossenschaften oder Nachbarschaftsorganisationen schaffen Akzeptanz und helfen, den Ausbau der erneuerbaren Energien voranzubringen.

### **5.10 Die Bevölkerung von Beginn an aktiv an der Planung von Infrastrukturprojekten beteiligen!**

Mitgestaltung stärkt die Identifikation und fördert die Akzeptanz. Projektinitiantinnen und -initianten sollen deshalb Planungsprozesse für Projekte im Bereich der erneuerbaren Energien von Beginn an partizipativ gestalten.

**5.11 Wissen vermitteln, und zwar ziel- gruppengerecht und neutral!**

Die Wissens- und die Informationsvermittlung müssen den unterschiedlichen Wissensstand und die unterschiedliche Motivation verschiedener Bevölkerungsgruppen mit innovativ konzipierten Strategien nutzen. Die öffentlichen Verwaltungen von Bund, Kantonen, Städten und Gemeinden, die Verbände und die Wirtschaft sollen über die Funktionsweise von Technologien und Steuerungsmechanismen informieren und überzeugend kommunizieren, dass ein wesentlicher Teil des Energieeffizienzpotenzials ohne Verzicht und ohne Komforteinbussen realisiert werden kann: Mehr Energieeffizienz bedeutet nicht weniger Komfort.

**5.12 Die Verbände stärker in die Verantwortung nehmen!**

Verbände stehen in engem Austausch mit ihren Mitgliedern und verfügen über branchenspezifische Kenntnisse, die die Transformation des Energiesystems voranbringen können. Sie sollten ihre wichtige Rolle im politischen Entscheidungsprozess auch dazu nutzen, ihre Mitglieder für die Unterstützung gemeinsam entwickelter Lösungen zu gewinnen!

**5.13 Städte und Gemeinden dazu motivieren, ihren Handlungsspielraum im Energiebereich verstärkt aktiv wahrzunehmen!**

Städte und Gemeinden verfügen als Gebäudebesitzer, Eigentümer und Betreiber öffentlicher Werke und Betriebe, als politische Akteure oder Unterstützende lokaler Initiativen über vielfältige Möglichkeiten, die Transformation des Energiesystems mitzugestalten. Sie können – nicht nur im Energiebereich – planerisch, organisatorisch und kommunikativ aktiv werden.

**5.14 Das Verhältnis der Schweiz zur EU im Interesse der Versorgungssicherheit im Strombereich rasch klären!**

Durch Stromimporte gleicht die Schweiz die ausgeprägten saisonalen Schwankungen der Stromproduktion durch die Wasserkraftwerke aus. Die Beziehungen zur EU und damit zu den europäischen Energiemärkten bestimmen, wie und zu welchen Kosten dieser Ausgleich künftig gewährleistet werden kann. Ohne Stromabkommen sind die Kosten dafür deutlich höher.

**5.15 Bundeskonzept zur Transformation des Energiesystems erarbeiten!**

Schlecht oder nicht koordinierte Planungs- und Bewilligungsverfahren bremsen viele Energieinfrastrukturprojekte aus. Bund, Kantone und Gemeinden sollen deshalb mit einem gemeinsam erarbeiteten Konzept eine verlässliche Grundlage schaffen, um die Interessen der verschiedenen Staatsebenen aufeinander abzustimmen und Blockaden abzubauen.