

Stadt Zürich

Netto-Null Treibhausgasemissionen Stadt Zürich

Kurzfassung

Zürich, 15. September 2020

Rolf Iten, Stefan Kessler, Stephan Hammer, Donald Sigrist (INFRAS)

Impressum

Netto-Null Treibhausgasemissionen Stadt Zürich – Kurzfassung

Zürich, 15. September 2020

SNN_Grundlagenbericht_Zusammenfassung_200916.docx

Auftraggeberin

Stadt Zürich

Steuerungsgruppe

Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ): Rahel Gessler, Rainer Zah, Jonas Fricker (Projektleiter)

Energiebeauftragte Stadt Zürich: Silvia Banfi Frost

AWEL Kanton Zürich, Abteilung Luft: Nathalie Hutter, Niels Holthausen

Autorinnen und Autoren

Rolf Iten, Stefan Kessler, Stephan Hammer, Donald Sigrist (INFRAS)

INFRAS, Binzstrasse 23, 8045 Zürich, [infras.ch](https://www.infras.ch)

Danksagung

Wir danken herzlich den zahlreichen Vertreterinnen und Vertretern der Dienstabteilungen der Stadt, welche die Erarbeitung des Grundlagenberichts auf vielfältige und konstruktive Weise unterstützt haben: insbesondere als Grundlagen- und Datenlieferantinnen, Interviewpartner und Teilnehmende an zwei grossen Workshops. Zudem haben wir viele Feedbacks zu Entwurfsversionen des Grundlagenberichts erhalten, die zur Verbesserung seiner Qualität führten.

Für den Inhalt sind allein die Autorinnen und Autoren verantwortlich.

Inhalt

Abstract	4
1. Ausgangslage und Ziel	5
2. Methodik	6
3. Szenarien für die energiebedingten Emissionen auf Stadtgebiet	9
Strategische Stossrichtungen nach Bereichen	9
Schlüsselmassnahmen auf Ebene der Stadt Zürich	10
Auswirkungen auf die energiebedingten Treibhausgasemissionen	11
Notwendige Investitionen und deren Wirtschaftlichkeit	12
Weitere ökonomische und soziale Auswirkungen	15
Einflüsse und Unsicherheiten der unterstellten Annahmen	16
4. Szenario für die Gesamtemissionen	17
Handlungsansätze	17
Ambitionierter Reduktionspfad für die Gesamtemissionen	18
5. Fazit	19
Szenarien für die energiebedingten Emissionen	19
Szenario für die Gesamtemissionen	20
Annex	21
Zielbilder «SNN 2050 – energiebedingte Emissionen»	21
Zielbilder «SNN 2050 PLUS – Gesamtemissionen»	22
Schlüsselmassnahmen «SNN 2050 – energiebedingte Emissionen»	23
Handlungs- und Politikmassnahmenansätze «SNN 2050 PLUS –Gesamtemissionen»	24

Abstract

Der Stadtrat steht hinter dem Klimaschutzziel von Paris. Übereinstimmend damit hat er entsprechende politische Vorstösse entgegengenommen und prüft eine Verschärfung des aktuellen Zürcher Klimaschutzziels (1 t CO₂ pro Kopf bis 2050). Als Grundlage dafür wurde vorliegende Szenarioanalyse durchgeführt. Die wichtigsten Ergebnisse sind Folgende:

Eine Zielsetzung Netto-Null 2050 (SNN 2050) für die **energiebedingten Emissionen** ist gemäss den durchgeführten Analysen zu den vergleichsweise tiefsten Transformationskosten umsetzbar. Szenario SNN 2040 ist unter optimalen Rahmenbedingungen und mit einer zeitnahen und tiefgreifenden städtischen Einflussnahme ebenfalls umsetzbar, allerdings dürften die direkten energiebedingten Emissionen auf Stadtgebiet bis ins Jahr 2040 nicht ganz auf null reduziert werden können. Die Analyse von SNN 2030 zeigt, dass unter den heute existierenden Rahmenbedingungen (ohne Notrecht) im Jahr 2030 auch mit maximaler Anstrengung seitens städtischer Politik die direkten energiebedingten Emissionen auf Stadtgebiet deutlich über null liegen werden.

Bei den **übrigen Emissionen** – v.a. Luftverkehrsemissionen und konsumbedingte Emissionen – bestehen starke Abhängigkeiten aufgrund der nationalen und internationalen Vorketten. Inwiefern diese Emissionen durch Effizienzverbesserungen und Konsistenzansätze reduziert werden können, liegt nicht im Handlungsbereich der Stadt. Die Stadt kann allerdings durch Förderung der Suffizienz und des nachhaltigen Konsums die konsumierten Mengen und Qualitäten in allen Bereichen, vom Wohnen und Arbeiten, über den Konsum bis zum Luftverkehr beeinflussen. Zudem hat sie die Möglichkeit durch ein konsequentes Wahrnehmen der Vorbildfunktion beim Einkauf von Gütern die Treibhausgasemissionen zu senken. Wir schätzen grob, dass aufgrund von städtischen Massnahmen bis 2050 (v.a. im Bereich Suffizienz) die konsumbedingten Emissionen maximal um eine mittlere bis höhere einstellige Prozentzahl gesenkt werden könnten

Eine umfassende Darstellung der Szenarioanalysen sind im Grundlagenbericht «Netto-Null Treibhausgasemissionen Stadt Zürich, INFRAS/Quantis, September 2020» dokumentiert.

1. Ausgangslage und Ziel

Im Oktober 2018 veröffentlichte der Weltklimarat (International Panel on Climate Change IPCC) einen Bericht (IPCC 2018), der aufzeigt, dass die Erderwärmung auf maximal 1,5 Grad Celsius begrenzt werden muss und die notwendigen Emissionsreduktionspfade zur Erreichung dieses Ziels aufzeigt. Aus diesem Bericht geht hervor, dass die weltweite Treibhausgas-Neutralität bis 2050 erreicht werden muss. Verbleibende Treibhausgasemissionen müssen durch natürliche und technische Treibhausgassenken kompensiert werden («Netto-Null» Treibhausgasemissionen).

Der Stadtrat steht hinter dem Klimaschutzziel von Paris. Das hat er mit dem Stadtratsbeschluss 0001/2019¹ zur Interpellation 2018/284² und dem Stadtratsbeschluss 0426/2019³ zu den Forderungen klimastreikender Schülerinnen und Schüler deutlich gemacht, die er als Petition entgegengenommen hat. Übereinstimmend damit hat er auch die drei Vorstösse 2019/106⁴, 2019/107⁵ und 2019/135⁶ entgegengenommen und prüft eine Verschärfung des aktuellen Zürcher Klimaschutzziels (1 t CO₂ pro Kopf bis 2050).

Als Grundlage dafür wurde vorliegende Szenarioanalyse durchgeführt. Deren Grunddesign basiert auf der Erkenntnis, dass es bis Mitte des Jahrhunderts nur in stark beschränktem Umfang möglich sein wird, Treibhausgase der Atmosphäre zu entziehen und langfristig zu speichern (gemäss Infras/Perspectives 2020 liegen die sogenannten Senkenpotenziale im Bereich von 0,5 t CO₂-Äqu. pro Kopf). Konsistent dazu wurde für die zu untersuchenden Netto-Null-Szenarien vorausgesetzt, dass die Emissionen, die auf Stadtgebiet aus dem direkten Energieverbrauch entstehen, auf null reduziert werden müssen (Treibhausgassenken sollen nur für nicht vermeidbare Emissionen eingesetzt werden). Unter dieser Voraussetzung wurde im Rahmen der Szenarioanalyse untersucht,

- ob und mit welchen Massnahmen die Stadt Zürich ihre direkten energiebedingten Emissionen auf Stadtgebiet bis 2030, 2040 sowie 2050 auf null senken könnte,
- welche ökologischen, sozialen und ökonomischen Auswirkungen damit verbunden sind,

¹ Vgl. https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/politik_u_recht/stadtrat/geschaefte-des-stadtrates/stadtratsbeschluesse/2019/Jan/StZH_STRB_2019_0001.html

² Vgl. Detailinformationen zur Interpellation GR 2018/284 unter <https://www.gemeinderat-zuerich.ch/geschaefte/detailansicht-geschaefte?gld=48d905e7-ec8b-4749-bf8b-ac0fc6ec1961>

³ Vgl. https://www.stadt-zuerich.ch/portal/de/index/politik_u_recht/stadtrat/geschaefte-des-stadtrates/stadtratsbeschluesse/2019/Mai/StZH_STRB_2019_0426.html

⁴ Zugewiesen an UGZ/EB; Detailinformationen zur Motion GR 2019/106 unter <https://www.gemeinderat-zuerich.ch/geschaefte/detailansicht-geschaefte?gld=e72ab07f-f1a3-4d59-98c0-62ce473862a9>

⁵ Zugewiesen an GUD; Detailinformationen zum Postulat GR 2019/107 unter <https://www.gemeinderat-zuerich.ch/geschaefte/detailansicht-geschaefte?gld=c3c60833-acbc-4159-8efd-7b6bb897149a>

⁶ Zugewiesen an GUD; vgl. Detailinformationen zum Postulat GR 2019/135 unter <https://www.gemeinderat-zuerich.ch/geschaefte/detailansicht-geschaefte?gld=d60ea62b-51fe-43b7-a08c-86d28ffbfedd>

- mit welchen Handlungsansätzen und in welchem Ausmass (bis 2050) weitere Treibhausgasemissionen reduziert werden können, welche die Stadt Zürich (mit-)verantwortet – v.a. die Emissionen im Zusammenhang mit den Vorketten der Energienutzung, dem Luftverkehr und dem Konsum.

2. Methodik

Als Ausgangspunkt für die Analysen wurde die Systemgrenze der aktuellen städtischen Treibhausgasstatistik festgelegt, die auf der Methodik der 2000-Watt-Bilanzierung basiert und den Bemessungsrahmen für das bestehende 1-t-CO₂-Ziel bildet (Abbildung 1, links). Diese umfasst die direkten und indirekten energiebedingten Treibhausgasemissionen aus der Energienutzung auf dem Territorium der Stadt Zürich sowie aus dem Luftverkehr. Ergänzend werden für die Szenarioanalysen zum einen die Non-CO₂-Effekte⁷ des Luftverkehrs sowie die in Abbildung 1 genannten weiteren Treibhausgasemissionen berücksichtigt, die die Stadt Zürich (mit-)verantwortet.

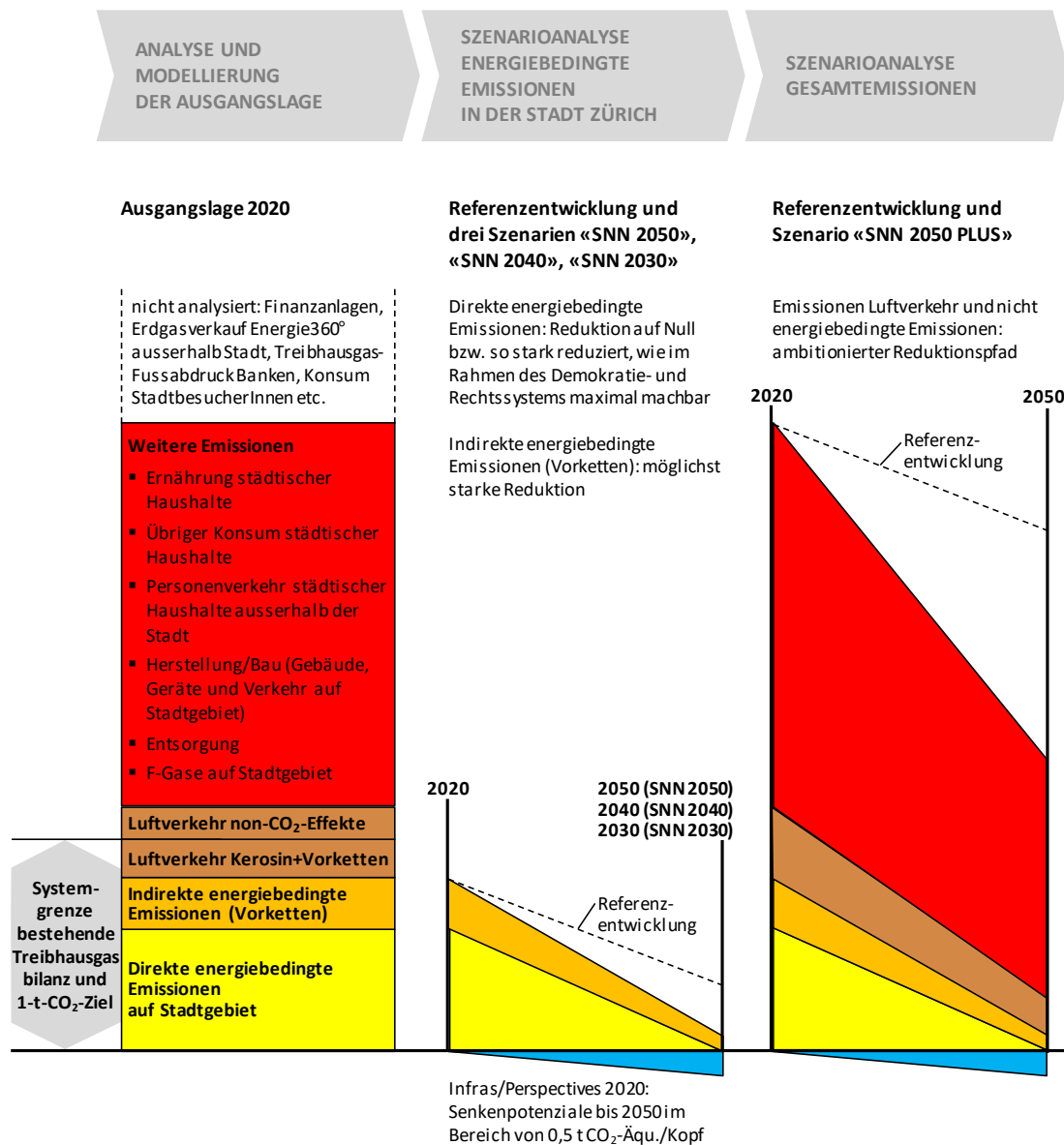
Als Grundlage für die Szenarioanalyse wurde für die Zeitspanne 2020 bis 2050 eine Referenzentwicklung skizziert, in der das Ambitionsniveau im Bereich des Klimaschutzes auf allen Ebenen (EU, Schweiz, Kanton, Stadt) stetig gesteigert wird (Abbildung 1, linkes Diagramm). Ausgehend von dieser Referenzentwicklung werden vier Szenarien analysiert:

- Drei Szenarien mit einer maximalen Reduktion der energiebedingten Emissionen auf dem Gebiet der Stadt Zürich bis 2050 («SNN 2050»), 2040 («SNN 2040») sowie 2030 («SNN 2030») (Abbildung 1, mittleres Diagramm). In diesen drei Szenarien werden die direkten Emissionen auf null bzw. soweit reduziert, wie dies im Rahmen des geltenden Demokratie- und Rechtssystems möglich ist. Eine maximal mögliche Senkung soll dabei auch für die indirekten Emissionen aus den Vorketten der Energienutzung erfolgen, so dass – unter Berücksichtigung verfügbarer Senkenpotenziale von 0,5 t CO₂-Äqu. bis 2050 (Infras/Perspectives 2020) – eine Reduktion der energiebedingten, in der Stadt Zürich erfolgten Emissionen auf Netto-Null möglich ist. Für diese drei Szenarien werden prioritäre Massnahmen (Schlüssel-massnahmen) der Stadt Zürich definiert, mit denen die entsprechenden Entwicklungen forciert werden können – inklusive einer vertieften Analyse der damit verbundenen ökologischen, sozialen und ökonomischen Auswirkungen.

⁷ Non-CO₂-Effekte der Luftfahrt entstehen bei der Verbrennung von fossilem und synthetischem Treibstoff in grosser Höhe. Der Treibhausgaseffekt der Luftfahrt wird dadurch verdoppelt. Non-CO₂-Effekte können auch durch den Einsatz von synthetischen Kraftstoffen oder Wasserstoff nicht vermieden werden.

- Ein Szenario mit einer ambitionierten Reduktion der gesamten, in dieser Analyse quantifizierten Emissionen im Zeitraum zwischen 2020 und 2050 («SNN 2050 PLUS») (Abbildung 1, rechtes Diagramm). Zu diesem Szenario werden ausgewählte Handlungsansätze skizziert, mit denen auf entsprechend starke und umfassende Treibhausgasreduktionen hingewirkt werden könnte. Für dieses weitgehende Szenario wurde keine detaillierte Auswirkungsanalyse durchgeführt.

Abbildung 1: Schematische Übersicht zum Vorgehen und den untersuchten Szenarien



Die Darstellung ist nicht exakt massstäblich, bildet aber die Anteilsverhältnisse grob ab. Der vertikale Pfeil ganz links illustriert, welche Emissionen heute in der Energiestatistik und Treibhausgasbilanz der Stadt Zürich erfasst und ausgewiesen werden, die gleichzeitig den Bemessungsrahmen für das bestehende 1-t-CO₂-Ziel bilden. Der Farbcode zur Kennzeichnung der Emissionsteile wird nachfolgend in allen Grafiken identisch verwendet. Ergänzend dargestellt sind die gemäss Infrar/Perspectives 2020 bis ins Jahr 2050 realisierbaren Senkenpotenziale (blau).

3. Szenarien für die energiebedingten Emissionen auf Stadtgebiet

Um das Ziel zu erreichen, dass auf Stadtgebiet kein Erdgas, Heizöl, Benzin und Diesel mehr eingesetzt wird, ist die Stadt Zürich stark von der Entwicklung der Klimaschutzpolitik auf Ebene Bund und Kanton abhängig. Gleiches gilt in Bezug auf die Vorketten von Strom sowie Brenn- und Treibstoffen, die auf Stadtgebiet eingesetzt werden und soweit wie möglich gegen null gesenkt werden müssen. Die Stadt kann in ihrem eigenen Einflussbereich aber einen entscheidenden Klimaschutzbeitrag leisten – sowohl mit dem bestehenden Klimaschutzziel gemäss 2000-Watt- bzw. 1-t-CO₂-Gesellschaft, wie auch mit einem neuen Netto-Null-Ziel bis 2030, 2040 oder 2050. Für den Zeithorizont 2050 wurden Zielbilder für die energiebedingten Emissionen entwickelt, die in einer Übersichtstabelle im Anhang zusammengefasst sind. Strategische Stossrichtungen und städtische Schlüsselmassnahmen sind dabei weitgehend unabhängig vom Zeitpunkt der angestrebten Zielerreichung. Der Unterschied liegt in der Geschwindigkeit der Umsetzung.

Strategische Stossrichtungen nach Bereichen

Im **Gebäudebereich** wird Netto-Null erreicht, wenn Öl- und Gasheizungen durch erneuerbare Energiesysteme ersetzt und die dafür notwendigen Sanierungen der Gebäudehüllen erfolgen (Wärmedämmung und Fensterersatz). Gleichzeitig muss der **Ausbau der Fernwärmenetze** forciert werden, damit im dichtbesiedelten Stadtraum auch jene Gebäude von fossilen Heizungen wegkommen, bei denen eine Wärmeversorgung mit lokalen erneuerbaren Energien nicht möglich ist. Alle diese Massnahmen führen auch unter Einbezug der zu «investierenden» grauen Emissionen nach nur wenigen Jahren zu einer Klimaschutzwirkung und sollten aus Sicht des Klimaschutzes so schnell wie möglich umgesetzt werden.

Im **Verkehrsbereich** soll der Umstieg auf batteriebetriebene Personenwagen so schnell wie möglich erfolgen. Bereits heute wird unter Berücksichtigung der CO₂-Emissionen aus der Fahrzeugherstellung (inkl. Batterie) bei Nutzung von vorwiegend erneuerbarem Strom bereits nach wenigen Jahren eine positive Klimaschutzwirkung erzielt. Allerdings sind für eine städtische Klimaschutzpolitik, die mit den internationalen Klimazielen konsistent ist, Massnahmen zur Förderung der Elektromobilität konsequent mit verkehrsvermeidenden und verkehrsverlagernden Massnahmen zu kombinieren. Ähnliches gilt beim Güterverkehr, bei dem letztlich nur eine Kombination aus Flottenumstellung und intelligenter City-Logistik zum Ziel führen kann – wobei die technologische Entwicklung heute wesentlich weniger absehbar ist als beim MIV.

Im Bereich der städtischen **Stromversorgung** ist der Fokus auf einen möglichst starken und möglichst schnellen Ausbau bei der gebäudegebundenen Photovoltaik auf Stadtgebiet zu legen. Die globalen Klimaschutzziele können nur dann erreicht werden, wenn die Städte ihren Beitrag an die Stromwende leisten. Mit dem Umstieg auf eine vollständige Elektrifizierung des MIV und zahlreichen zusätzlichen Wärmepumpen akzentuiert sich die Dringlichkeit des Photovoltaikausbaus auf Stadtgebiet zusätzlich. Die weiteren mit der Stromwende zusammenhängenden Mega-Herausforderungen (u.a. die Stromspeicherung, Vergasung und Rückverstromung) werden nicht in der Stadt Zürich gelöst. Hier kann sich die Stadt Zürich und ewz aktiv an der grossräumigen Problemlösung beteiligen.

Schlüsselmassnahmen auf Ebene der Stadt Zürich

Folgende Massnahmen muss die Stadt Zürich schnell und umfassend umsetzen, wenn sie ein ambitioniertes Klimaziel erreichen will (im Anhang ist eine ausführliche Übersichtstabelle mit den Schlüsselmassnahmen zu finden):

- Fernwärmeausbau von heute rund einem Viertel des Stadtgebiets auf zwei Drittel des Stadtgebiets mit forcierter Anschlussentwicklung sowie vollständig erneuerbarer Spitzenlastdeckung; Gasverteilnetze für Raumwärme- und Warmwasserversorgung mit wenigen Ausnahmen (z.B. Altstadt) stilllegen, verbleibender Gasabsatz für die Fernwärme-Spitzenlastdeckung, Tankstellen und einzelne Prozessenergieverbraucher vollständig auf biogene und synthetische Gase umstellen.
- Verbindliche städtische Anforderungen bei Gas- und Ölheizungsersatz in Gebieten mit Fernwärmeerschliessung (als Ergänzung zu den neuen Regelungen seitens Kanton Zürich), d.h. neue Gas- und Ölheizungen nur noch als Übergangslösung; Neuanschlüsse von bestehenden Gebäuden an das Gasnetz prinzipiell unterbinden.
- Verpflichtung, dass Dach- und Fassadenflächen soweit sinnvoll maximal mit PV-Modulen belegt werden müssen, wo die Stadt direkt Einfluss nehmen kann (eigene Gebäude, Umnutzungen mit Sondernutzungsplanungen etc.). Verbesserung der Rahmenbedingungen für die PV-Installation durch Private.
- Städtische finanzielle Förderung im Bereich der Heizungs- und Gebäudesanierung (in Abstimmung auf das Gebäudeprogramm), im Bereich des PV-Ausbaus (z.B.: ewz-Rückspeisetarife für PV-Anlagen erhöhen, Vorfinanzierung Einmalvergütung Bund, eigene direkte Förderbeiträge für die Installation von PV-Anlagen, z.B. in Kombination mit Dachsanierungen) sowie im Bereich der Stromeffizienz (z.B.: direkte Förderung ausgewählter Anlagen und Geräte) ausweiten und intensivieren.
- Förderung des Fussgänger- und Veloverkehrs durch die Aufwertung des öffentlichen Raums und Fusswegnetz, Verkehrsberuhigung und Begegnungszonen, Ausdehnung autofreie Zonen,

Aufwertung Fusswegverbindungen und Flanierzonen. Velonetz-Ausbau massiv beschleunigen: Umwidmung Kapazitäten vom MIV im Strassenraum, Entflechtung und Priorisierung Velo an Knotenpunkten.

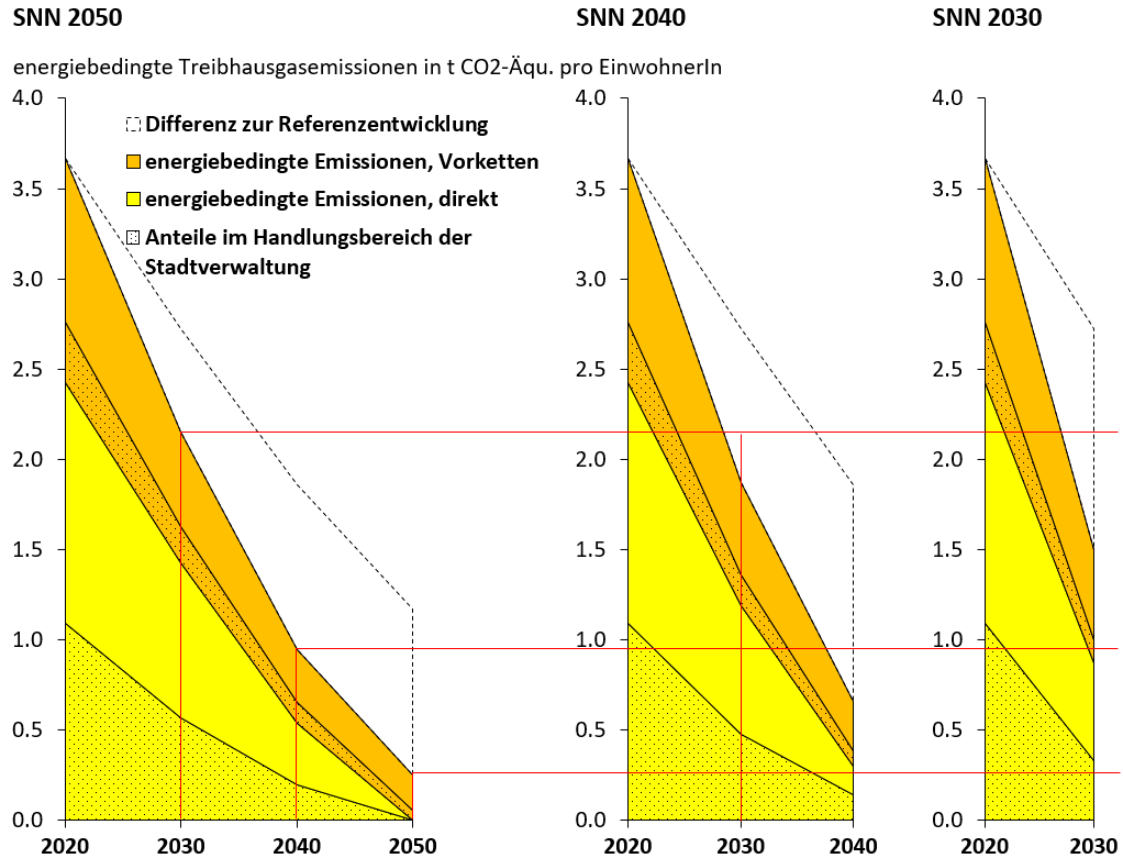
- Begrenzung des Parkraums und starke Abnahme der Parkplätze ab 2020, verschärfte Bewirtschaftung bestehender Parkplätze (Tarif, Nutzungsdauer, Beschränkungen für herkömmlich betriebene Fahrzeuge).
- Schaffung günstiger Rahmenbedingungen zum Bau von Elektrofahrzeug-Ladestationen durch Private.
- Stärkung der Vorbildwirkung der Stadt in allen Bereichen, insbesondere: beschleunigte Sanierung des eigenen Gebäudeparks (Gebäudehüllen, Heizungen, PV-Ausbau), beschleunigte Flottenmix-Transformation des eigenen Fahrzeugparks sowie Einführung und Umsetzung eines umfassenden Mobilitätsmanagements für die Stadt als Akteurin (Verwaltung, Werke, stadtnahe Betriebe).
- Lobbyarbeit auf übergeordneten Politikebenen mit Fokus auf den Gebäudebereich, die Energieversorgung und den Stadtverkehr stark intensivieren. Als zwingende Voraussetzung für eine Zielerreichung im Verkehrsbereich sind dabei insbesondere Rechtsgrundlagen auf Bundesebene zu fordern, dass die Entwicklung des Territoriums der Stadt Zürich zur Null-Emissionszone möglichst frühzeitig gestartet und schrittweise beschleunigt werden kann.

Auswirkungen auf die energiebedingten Treibhausgasemissionen

Geht man davon aus, dass die Klimaschutzpolitik auf Bundes- und Kantonsebene im Zeitverlauf 2020 bis 2050 stetig intensiviert wird und die oben beschriebenen städtischen Schlüsselmassnahmen frühzeitig und umfassend umgesetzt werden, ist eine Reduktion auf null direkte energiebedingte Treibhausgasemissionen auf Stadtgebiet bis 2050 machbar. Zu diesem Schluss kommt das in dieser Analyse skizzierte Szenario SNN 2050. Es verbleiben dann weniger als 0,3 t CO₂ pro Person aus den Vorketten im Zusammenhang mit dem Verbrauch von Strom sowie biogenen und synthetischen Brenn- und Treibstoffen auf Stadtgebiet (Abbildung 2).

Bei noch stärkerer Intensivierung der städtischen Anstrengungen könnten die direkten energiebedingten Emissionen auf Stadtgebiet bis 2040 (SNN 2040) ebenfalls fast auf null gesenkt werden (Abbildung 2). Eine ähnlich starke Reduktion bis 2030 ist unter Berücksichtigung des heutigen Demokratie- und Rechtssystems in unserer Einschätzung aber nicht machbar. Bei einer maximal beschleunigten Umsetzung der städtischen Schlüsselmassnahmen könnten die direkten energiebedingten Emissionen auf etwas weniger als 1 t CO₂ pro Person gesenkt werden.

Abbildung 2: Entwicklung der energiebedingten Treibhausgasemissionen in den drei SNN-Szenarien



Dargestellt ist die Entwicklung der jährlichen energiebedingten Treibhausgasemissionen in den drei Szenarien SNN 2050 (2020-2050), SNN 2040 (2020-2040) und SNN 2030 (2020-2030). Die roten Hilfslinien dienen dem szenarienübergreifenden Vergleich der Emissionsentwicklungen.

Modellierung und Grafik INFRAS/Quantis

Notwendige Investitionen und deren Wirtschaftlichkeit

Tabelle 1 zeigt die Schätzung ausgewählter ökonomischer Kennziffern für die beiden Bereiche Gebäude und Stadtverkehr, die weitaus am meisten energiebedingte Emissionen auf Stadtgebiet verursachen. Die Zahlen beziehen sich auf die gesamte Stadt sowie die Gebäude und Fahrzeuge im städtischen Eigentum.

Tabelle 1: Notwendige Investitionen und deren Wirtschaftlichkeit

	SNN 2050		SNN 2040		SNN 2030	
	ganze Stadt	nur städt. Gebäude + Fahrzeuge	ganze Stadt	nur städt. Gebäude + Fahrzeuge	ganze Stadt	nur städt. Gebäude + Fahrzeuge
Restemissionen im Zieljahr¹⁾						
energiebedingte Emissionen im Zieljahr (kg CO ₂ -Äqu./Einwohner/Jahr)	250 direkt: 0 Vorkette: 250	15 direkt: 0 Vorkette: 15	660 direkt: 300 Vorkette: 360	25 direkt: 10 Vorkette: 15	1500 direkt: 880 Vorkette: 620	32 direkt: 16 Vorkette: 16
Ökonomische Auswirkungen²⁾						
Mehrinvestitionen ³⁾ , Mio. CHF/Jahr (durchschnittlich)	510	59	590	71	960	123
Annuität der kumulierten Mehrinvestitionen im Zieljahr ⁴⁾ , Mio. CHF/Jahr	590	69	450	54	310	40
Energiekosteneinsparung im Zieljahr ⁵⁾ , Mio. CHF/Jahr	-630	-65	-430	-34	-240	-14
Klimakosteneinsparung im Zieljahr ⁶⁾ , Mio. CHF/Jahr	-300	-21	-280	-21	-210	-21
jährliche Netto-Kosten im Zieljahr ⁷⁾ , Mio. CHF/Jahr (exkl. Klimakosten)	-32	+4	+20	+20	+69	+26
jährliche Netto-Kosten im Zieljahr ⁷⁾ , Mio. CHF/Jahr (inkl. Klimakosten)	-330	-17	-260	-1	-140	+5

1) Unter Wahrung von Demokratie und Rechtsstaat erreichbares Minimalniveau der energiebedingten Emissionen gemäss Berechnungsmethodik der bestehenden städtischen Treibhausgasbilanzierung.

2) Basis bilden Bottom-up-Modelle für den Gebäudepark sowie den Verkehr auf dem Territorium der Stadt Zürich sowie (als Teilmenge davon) für die Gebäude im städtischen Finanz- und Verwaltungsvermögen sowie die städtische Fahrzeugflotte inklusive städtischem ÖV (Tram und VBZ-Busse).

3) Im Durchschnitt zu tätigen in der Periode 2024-2050 (SNN 2050 / 27 Jahre), 2024-2040 (SNN 2040 / 17 Jahre) bzw. 2024-2030 (SNN 2030 / 7 Jahre). Als sehr optimistische Annahme eine unvermeidbare Vorlaufzeit von 3 Jahren berücksichtigt, um die tiefgreifenden Politikmassnahmen in Kraft zu setzen. Mit «Mehrinvestitionen» sind energiebedingte Mehrinvestitionen gemeint, d.h. Gesamtinvestitionen abzüglich der Investitionen für die reine Instandhaltung (Beispiele: beim Heizungsersatz die notwendigen Gesamtinvestitionen für den Heizsystemwechsel abzüglich der Investitionen, die für einen 1:1-Ersatz der bestehenden fossilen Heizung hätten getätigt werden müssen; bei der Fassadensanierung die Gesamtinvestitionen abzüglich der Investitionen für Verputzausbesserung und Neuanstrich). Zur Einordnung der Grössenordnung: Aktuell werden in der Stadt Zürich grob geschätzt jährlich energiebedingte Mehrinvestitionen in Gebäudehüllensanierungen, Heizungsersatz, Fernwärmeausbau, PV-Anlagen und Fahrzeuge mit alternativen Antrieben in der Grössenordnung von CHF 150 Mio. Fr. getätigt. Bereits für eine Entwicklung gemäss SNN 2050 bedeutet dies eine Erhöhung dieser Investitionen um Faktor drei bis vier.

4) Der grösste Teil der Mehrinvestitionen fällt im Gebäudebereich an, mit Lebenszyklen, die z.T. weit über das Zieljahr hinausgehen. Die damit verbundenen Jahreskosten steigen also kontinuierlich an und erreichen im Zieljahr den angegebenen Wert. Gerechnet mit 2,5% Verzinsung sowie typischen Lebensdauern je Massnahme (Infrastruktur 50-60 Jahre, Gebäudehülle 30-40 Jahre, Haustechnik 20-25 Jahre, Fahrzeuge 10-15 Jahre).

5) Die Energieeinsparungen ggü. Status-quo steigen analog zu den Mehrinvestitionen kontinuierlich an. Bewertet mit Energiepreisen 2050 exkl. Steuern/Abgaben (Einsparung = negatives Vorzeichen).

6) Einsparung energiebedingte Emissionen (direkte + Vorketten), bewertet bei 200 Fr./t CO₂-Äqu.

7) Annuität der kumulierten Mehrinvestitionen im Zieljahr minus Kosteneinsparungen im Zieljahr (ohne/mit Klimakosten). Negatives Vorzeichen = jährliche Einsparungen höher als Jahreskosten.

Tabelle und Modellierung INFRAS/Quantis

- Im Szenario SNN 2050 summieren sich die bis 2050 zu tätigen energiebedingten Mehrinvestitionen (Definition vgl. Bemerkung 3 zur Tabelle 1) auf insgesamt knapp CHF 14 Mia. Das

entspricht im jährlichen Durchschnitt und bei einer angenommenen Vorlaufzeit von drei Jahren für das Inkrafttreten der tiefgreifenden Politikmassnahmen rund CHF 510 Mio. Der grösste Teil dieses Investitionsbedarfs (rund zwei Drittel) geht auf die energetische Sanierung von Gebäuden zurück (Wärmedämmung, Fensterersatz), die notwendig ist, damit eine Wärmeversorgung ohne Öl- und Gas im dichten städtischen Gebiet bei limitierten, effektiv nutzbaren Potenzialen erneuerbarer Energiequellen überhaupt möglich ist. Der Rest ist für den Ersatz aller Öl- und Gasheizungen sowie den massiven Fernwärme- und PV-Ausbau aufzuwenden.

- Die jährlich im Durchschnitt zu tätigenden Mehrinvestitionen liegen im Szenario SNN 2040 (590 Mio. Fr./Jahr) um knapp einen Fünftel höher als im Szenario SNN 2050 und summieren sich bis 2040 auf insgesamt CHF 10 Mia. Berücksichtigt ist dabei zum einen die Machbarkeitsgrenze innerhalb des Demokratie- und Rechtssystems (in unserer Einschätzung ist eine vollständige Dekarbonisierung des Gebäude- und Verkehrsbereichs im Stadtkontext bis 2040 nicht oder nur annähernd möglich). Andererseits liegen die spezifischen Kosten für die Dekarbonisierungsmassnahmen im Durchschnitt etwas höher als im Szenario SNN 2050, weil bei der beschleunigten Umsetzung mit Zieljahr 2040 zum Teil mit Überhitzungserscheinungen in der Baubranche gerechnet werden muss. Im Szenario SNN 2030 akzentuiert sich das überproportional stark, wenn im Rahmen der erwähnten Machbarkeitsgrenzen eine maximale Umsetzungsgeschwindigkeit forciert wird. So resultieren in den sieben Jahren ab 2024 bis 2030 maximal mögliche jährliche Mehrinvestitionen von knapp CHF 1 Mia. pro Jahr, entsprechend etwas weniger als insgesamt CHF 7 Mia. bis 2030.
- Die geschätzten Annuitäten (Jahreskosten als Summe aus Kapitalkosten und Abschreibungen) sind dagegen im Zieljahr des Szenarios SNN 2050 am höchsten, weil dann auch der aufgebaute Kapitalstock am grössten ist.
- Die Schätzungen zeigen weiter, dass SNN 2050 wirtschaftlich am besten abschneidet. Das Szenario weist 2050 einen knapp positiven Nettoeffekt auf, wenn die erzeugten rechnerischen Einsparungen bei den Energiekosten berücksichtigt werden. Zu beachten ist hier, dass die Annahme zur Entwicklung der Energiepreise eine wichtige Rolle spielt. Unterstellt sind 2020 bis 2050 kontinuierlich steigende Energiepreise⁸, was die Bilanz für SNN 2050 und SNN 2040 im Vergleich zu SNN 2030 verbessert.
- Angesichts der Unsicherheiten, welche bei diesen Schätzungen bestehen, folgern wir, dass SNN 2050 in dieser eingeschränkten quantitativen Bilanz leicht positiv und SNN 2040 – und noch mehr SNN 2030 – leicht negativ abschneiden dürften.

⁸ Die Projektionen der Energiepreise berücksichtigen keine Transfers (Abgaben an den Staat), da es sich um eine volkswirtschaftliche Betrachtung handelt.

- Die Bilanz verbessert sich weiter, wenn die erzeugten Reduktionen bei den Treibhausgasemissionen monetarisiert und die Klimakosteneinsparungen in die Bilanz einbezogen werden.

Weitere ökonomische und soziale Auswirkungen

Die weiteren Auswirkungen hängen stark von der konkreten Ausgestaltung der Massnahmen ab. Eine zentrale Rolle spielen die Massnahmen auf übergeordneter Ebene. Für das Szenario SNN 2050 halten wir folgende Punkte für besonders wichtig:

- Eine schrittweise steigende Lenkungsabgabe auf CO₂-Emissionen (zweckmässigerweise kombiniert mit einer Abgabe auf nicht erneuerbaren Strom) mit Rückverteilung der Erträge an die Haushalte und Unternehmen ist sowohl aus Verteilungs- als auch Effizienz- und Gerechtigkeitssicht der Königsweg zur Umsetzung der Netto-Null-Zielsetzung (vgl. Rausch et al. 2017, Ecoplan 2012 und Ecoplan 2015, Infrast 2019). Falls kein solches Lead-Instrument auf übergeordneter Ebene eingeführt bzw. weiter gestärkt wird, hängen die sozialen Verteilungswirkungen stark von der konkreten Ausgestaltung der Massnahmen auf Stadtebene ab. Gegebenenfalls sollten unerwünschte soziale Verteilungswirkungen über geeignete Begleitmassnahmen gemindert werden (z.B. durch ergänzende Vorgaben bei den Überwälzungsregeln im Mietrecht)
- Die Massnahmen verlangen hohe Investitionen vor allem seitens der Gebäudeeigentumschaften. Solange keine Sanierungspflicht besteht, ist – wie in den Netto-Null-Szenarien berücksichtigt – eine massive finanzielle Förderung notwendig. Die damit verbundenen direkten Verteilungswirkungen sind schwierig einzuschätzen. Soweit die Förderbeiträge aus dem allgemeinen Finanzhaushalt der Stadt finanziert werden, tragen höhere Einkommenshaushalte überdurchschnittlich zur Finanzierung bei, dürften aber auch überdurchschnittlich von den Förderbeiträgen profitieren. Prioritär berücksichtigt werden müssen die Auswirkungen auf die Mietzinse. Unerwünschte Verteilungswirkungen können über geeignete Begleitmassnahmen abgemindert werden (z.B. durch ergänzende Vorgaben bei den Überwälzungsregeln im Mietrecht (VMWG⁹)).
- Auch die Politikmassnahmen im Bereich Verkehr führen zu Verteilungswirkungen. Der Umstieg auf Elektromobilität belastet kurz- bis mittelfristig untere Einkommensschichten relativ. Fördermassnahmen begünstigen eher obere Einkommensschichten. Diese Zusatzbelastung verringert sich mit zunehmendem Angebot von E-Fahrzeugen und insbesondere Kleinfahrzeugen. Die unterstützten Massnahmen (Veloförderung, Parkraum) als Unterstützung der «Verkehrswende» ist hingegen sozialverträglich.
- Die Massnahmen – insbesondere im Bereich Gebäude – lösen eine hohe zusätzliche Investitionstätigkeit aus. Diese Investitionen führen dazu, dass der Import fossiler Energieträger

⁹ Verordnung über die Miete und Pacht von Wohn- und Geschäftsräumen

durch Investitionen in effizientere Gebäudehüllen, erneuerbare Heizsysteme, thermische Netze etc. auf Stadtgebiet ersetzt wird. Damit sind Chancen insbesondere für das lokale und regionale baunahe Gewerbe verbunden.

- Bei einer schrittweisen Transformation über eine Periode von 20 bis 30 Jahren schätzen wir die zusätzlichen finanziellen Belastungen durch die Massnahmen sowohl für die Haushalte und Unternehmen als auch die Stadt insgesamt gut verkraftbar ein. Die energetischen Mehrinvestitionen dürften im Bereich von 15 bis 20% der heutigen Bauausgaben liegen. Eine wichtige Rolle spielt, dass die Dekarbonisierung der direkten Emissionen des Gebäudeparks und des Verkehrs volks- und betriebswirtschaftlich rentabel sind.
- Insgesamt akzentuieren sich die finanziellen Belastungen, wenn die Reduktionsziele bis 2040 oder gar 2030 erreicht werden sollen. Wir gehen jedoch nicht davon aus, dass sich die generellen Tendenzen bei den sozialen Auswirkungen markant ändern.
- Schliesslich bleibt zu betonen, dass sich die Netto-Null-Strategie positiv auf die Umwelt- und Lebensqualität in der Stadt auswirkt und so zur Sozialverträglichkeit beiträgt.

Einflüsse und Unsicherheiten der unterstellten Annahmen

Die Ergebnisse unserer Analyse hängen von quantitativen und qualitativen Annahmen ab. Wir haben den Einfluss dieser Annahmen auf die Ergebnisse analysiert, mit folgenden wichtigsten Erkenntnissen:

- Bei Variation der Parameter zur Rahmentwicklung (Bevölkerung, Wirtschaftsentwicklung, Flächenbedarf pro Kopf bzw. pro Beschäftigte, MIV-Fahrleistungen pro Kopf etc.) in einem plausiblen Ausmass ergibt sich eine ungefähre Bandbreite der erzielbaren Reduktionen der energiebedingten Emissionen auf Stadtgebiet von $\pm 30\%$. Zentrale Voraussetzung für dieses Ergebnis ist, dass die erwähnten Schlüsselmassnahmen konsequent umgesetzt werden.
- Für SNN 2050 zeigt sich, dass alternative Annahmen zu den Energiepreisentwicklungen die Ergebnisse von einer schwarzen Null in eine rote Null ändern können (und umgekehrt), wenn ausschliesslich die Energiekosteneinsparungen berücksichtigt und die Klimakosteneinsparungen nicht einbezogen werden. Angesichts der generellen Unsicherheiten, welche naturgemäss mit solchen Szenarioanalysen verbunden sind, beurteilen wir diese Ergebnisse als genügend robuste Entscheidungsgrundlage für die Politik. Die Wirtschaftlichkeit verbessert sich deutlich, wenn zusätzlich die erzeugte Reduktion der CO₂-Emissionen monetär anhand der vermiedenen Schadenskosten bewertet wird. Natürlich bestehen auch hier Unsicherheiten und die Wahl eines sinnvollen Schadenskostensatzes für die Bewertung ist nicht unumstritten. Der von uns verwendete Kostensatz von CHF 200 pro Tonne CO₂ entspricht der aktuellen Empfehlung des deutschen Umweltbundesamtes. Eine Reduktion bzw. Erhöhung dieses Kostensatzes würde linear auf die geschätzten CO₂-Kosteneinsparungen durchschlagen.

Wir gehen davon aus, dass eine Anpassung des Kostensatzes die grundsätzlichen Aussagen unserer Analysen nicht in Frage stellen würde.

- Generell starken Einfluss haben die energie- und klimapolitischen Massnahmen von Bund und Kanton. Die abschätzbaren Rahmenbedingungen bis 2030 (v.a. anhand Entwurf CO₂-Gesetz post 2020, Vorschläge zur Revision des kantonalen Energiegesetzes) sind in Bezug auf eine städtische Null-Zielsetzung bis 2030 (SNN 2030) ungenügend (v.a. im Verkehrsbereich sowie in Bezug auf den beschleunigten Gasrückzug). Falls die Stadt den oben skizzierten SNN-2030-Pfad einschlagen möchte, würde das eine noch nie dagewesene Eingriffstiefe der städtischen Energie- und Klimapolitik bedingen. Die Rahmenbedingungen sind auch für die Szenarien SNN 2040 und SNN 2050 nicht optimal. Allerdings gehen wir ab den 2030er-Jahren von einer deutlichen Verschärfung der übergeordneten Energie- und Klimapolitik aus, so dass eine Null-Zielsetzung mit maximaler städtischer Anstrengung bis 2050 (SNN 2050) praktisch vollständig und bis 2040 (SNN 2040) weitgehend umgesetzt werden könnte.

4. Szenario für die Gesamtemissionen

Zusätzlich zu den energiebedingten Emissionen verantworten die Stadt Zürich und ihre Bewohnerinnen und Bewohner heute weitere mindestens 9 t CO₂-Äqu. pro Person und Jahr, wobei die Ernährung und der Luftverkehr (inkl. non-CO₂-Emissionen) als bedeutendste Einzelbereiche zusammen rund 40% ausmachen. Auch für diese Emissionsquellen wurden Zielbilder für den Zeithorizont 2050 entwickelt (vgl. Annex).

Handlungsansätze

Damit die Ziele des Pariser Übereinkommens erreicht werden können, müssen in unserer Einschätzung dienstleistungsorientierte Länder (und Städte) ihre Klimaschutzpolitik möglichst schnell auf die Gesamtemissionen ausdehnen und ähnlich tiefgreifend ausgestalten. Erste sanfte staatliche Eingriffe im Luftverkehr gehen in die richtige Richtung. Sollen die Ziele gemäss Pariser Übereinkommen erreicht werden, müssen diese allerdings stark und möglichst schnell intensiviert und vor allem ausgeweitet werden – insbesondere auf die Ernährung, den übrigen Konsum sowie den Materialverbrauch im Gebäude- und Verkehrsbereich. Eine Beschränkung auf einen Soft-Policy-Mix (Sensibilisierung, Animation/Nudging, Information, Beratung etc.) ist aufgrund des Tempos, mit der die heutigen Lebensweisen grundlegend verändert werden müssen, nicht ausreichend. Tiefgreifende Politikmassnahmen (Vorschriften, starke finanzielle Anreize) in diesen Bereichen müssen auf übergeordneter Ebene (EU, Bund, Kanton) umgesetzt

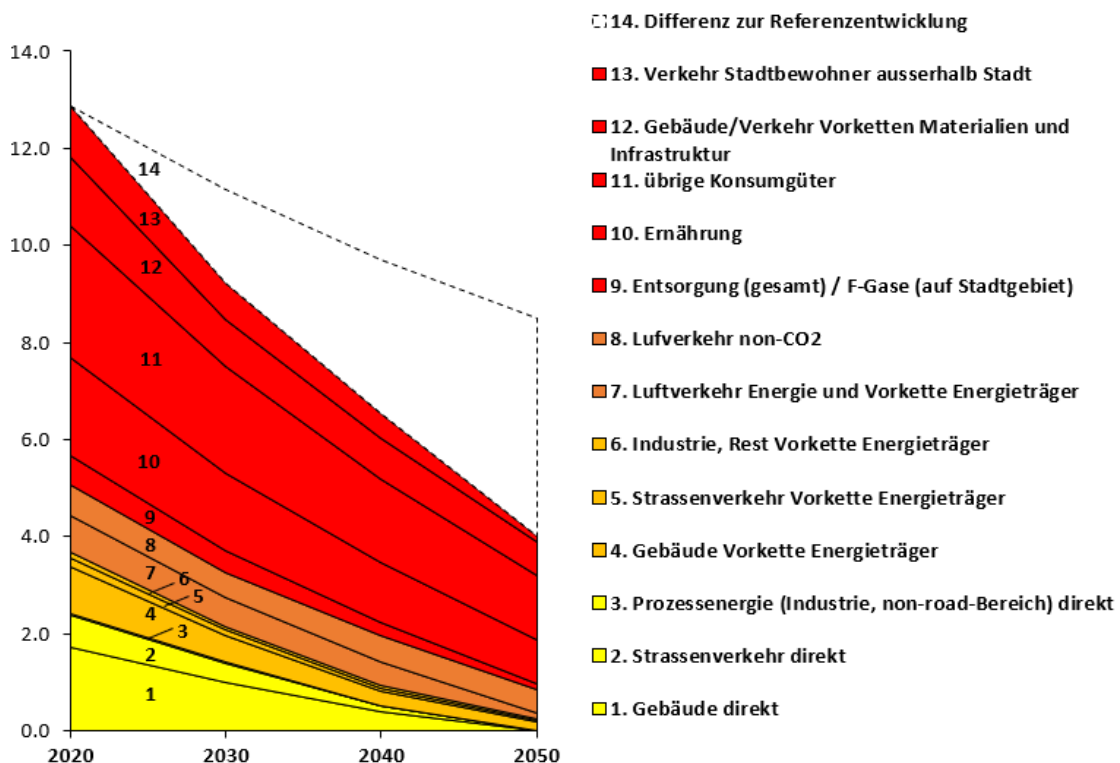
werden. Wichtig ist, dass die Stadt proaktiv und schnell Vorbildrolle übernimmt. Eine Übersicht möglicher Handlungs- und Politikmassnahmenansätze ist im Anhang zu finden.

Ambitionierter Reduktionspfad für die Gesamtemissionen

Unsere Analysen im Rahmen eines zusätzlichen Szenarios SNN 2050 PLUS zeigen, dass bereits eine Reduktion dieser übrigen Emissionen von 9 auf unter 4 t CO₂-Äqu. pro Einwohner bis 2050 tiefgreifende Veränderungen unserer Lebensweise bedingt, die aus heutiger Sicht noch nicht absehbar sind. Gleichzeitig erreichen wir auch in diesem Extremszenario bis 2050 nicht annähernd ein Emissionsniveau, das den sehr hohen Unsicherheiten und grossen Umsetzungshürden im Bereich der Treibhausgasen gerecht würde. Dass wir bis in nur drei Jahrzehnten Emissionen im Bereich von 4 t CO₂-Äqu. pro Person mit Treibhausgasen kompensieren können, halten wir aus heutiger Sicht für ausgeschlossen.

Abbildung 3: Entwicklung Treibhausgasemissionen im Szenario SNN 2050 PLUS

Treibhausgasemissionen in t CO₂-Äqu. pro EinwohnerIn



Modellierung und Grafik INFRAS/Quantis

Die wirtschaftlichen und sozialen Auswirkungen eines solch ambitionierten Reduktionspfads mit starker staatlicher Einflussnahme auf die Gesamtemissionen haben wir in dieser Analyse

nicht vertieft untersucht. Sie hängen zum einen davon ab, innerhalb welches Zeithorizonts die erforderliche Transformation forciert werden muss (je länger man Zeit hat, desto besser ist eine soziale Abfederung möglich). Zum anderen wird entscheidend sein, wie stark die Klimaschutzpolitik in anderen Ländern forciert wird, insbesondere von der EU sowie von weiteren wichtigen Handelspartnern der Schweiz.

5. Fazit

Szenarien für die energiebedingten Emissionen

Eine Zielsetzung Netto-Null 2050 (SNN 2050) entspräche in den Bereichen Gebäude und Verkehr vom Ambitionsniveau her in etwa dem bestehenden Ziel von 1 Tonne CO₂ pro Kopf und Jahr, das in der Gemeindeordnung verankert ist, aber massnahmensseitig noch grosse Lücken aufweist. Eine Entwicklung gemäss Szenario SNN 2040 entspricht im Vergleich bereits einer deutlichen Beschleunigung der Umsetzung. Unter optimalen Rahmenbedingungen und mit einer zeitnahen und tiefgreifenden städtischen Einflussnahme schätzen wir sie als umsetzbar ein, auch wenn die direkten energiebedingten Emissionen auf Stadtgebiet bis ins Jahr 2040 wohl nicht ganz auf null reduziert werden können. Das akzentuiert sich im Szenario SNN 2030, bei dem unter den heute existierenden Rahmenbedingungen (ohne Notrecht) im Jahr 2030 auch mit maximaler Anstrengung seitens städtischer Politik die direkten energiebedingten Emissionen auf Stadtgebiet deutlich über null liegen werden.

Aus dem Vergleich zwischen den Szenarien SNN 2050, SNN 2040 und SNN 2030 ziehen wir folgende Schlüsse:

- Die technische und politische Machbarkeit (Akzeptanz Bevölkerung) ist im Szenario SNN 2050 wesentlich besser als in den Szenarien mit noch stärker beschleunigter Emissionsreduktion. Der Transformationsprozess kann strategisch sorgfältig geplant und umgesetzt werden, sodass die Chancen gross sind, dass eine nachhaltige energiebezogene Infrastruktur und Energieversorgung im Gebäude- und Verkehrsbereich erreicht werden kann.
- Ebenfalls deutlich überlegen schätzen wir das Szenario SNN 2050 bezüglich Wirtschafts- und Sozialverträglichkeit ein, weil Spitzenbelastungen des Umbaus des Energie- und Konsumsystems besser über die Zeit verteilt und dadurch reduziert werden können.
- Nicht zuletzt schneidet das Szenario SNN 2050 in Bezug auf die volkswirtschaftlichen Kosten (aufgrund der Preiseffekte bei einer raschen Umsetzung), die notwendigen jährlichen personellen und finanziellen Umsetzungsressourcen sowie die städtischen Finanzen am besten ab.
- Auf der anderen Seite weisen das Szenario SNN 2030 und – in geringerem Ausmass – auch SNN 2040 den Hauptvorteil auf, dass die notwendigen Reduktionen der Treibhausgase und

der lokalen Umweltbelastung (v.a. Luft und Lärm) früher erreicht werden können. Hierbei besteht allerdings das Risiko, dass technologisch Wege eingeschlagen werden, um rasch Emissionsreduktionen zu erzielen, die langfristig nicht – bzw. nur verzögert – zu einem nachhaltigen Umbau der energiebezogenen Infrastruktur (z.B. im Bereich der Gasnetze und dem Ausbau der thermischen Netze) führen.

Insgesamt zeigt sich beim Entscheid für das «richtige» Reduktionsszenario somit ein klassischer Trade-off, der zu optimieren ist: Eine raschere Reduktion der Treibhausgasemissionen im Szenario SNN 2030 versus eine strategisch sorgfältiger geplante und für die Wirtschaft, die Bevölkerung und die Stadt besser verkraftbare Emissionsreduktion im Szenario SNN 2050. Denkbar ist, dass ein Szenario, das die Netto-Null-Zielsetzung für die energiebedingten Emissionen auf Stadtgebiet auf 2040 festlegt, letztlich der Optimierung dieses Trade-offs am nächsten kommt. Ergänzend könnte natürlich anvisiert werden, dass die Stadt in ihrem direkten Handlungsreich das Netto-Null-Ziel schon früher erreicht.

Szenario für die Gesamtemissionen

Die Einflussmöglichkeiten der Stadt zur Reduktion der übrigen Emissionen sind beschränkt. Es bestehen starke Abhängigkeiten aufgrund der nationalen und internationalen Vorketten. Inwiefern diese Emissionen durch Effizienzverbesserungen und Konsistenzansätze reduziert werden können, liegt nicht im Handlungsbereich der Stadt.

Die Stadt kann allerdings durch Förderung der Suffizienz und des nachhaltigen Konsums die konsumierten Mengen und Qualitäten in allen Bereichen, vom Wohnen und Arbeiten, über den Konsum bis zum Luftverkehr beeinflussen. Zudem hat sie die Möglichkeit durch ein konsequentes Wahrnehmen der Vorbildfunktion beim Einkauf von Gütern die Treibhausgasemissionen zu senken.

Aufgrund unserer Erfahrung schätzen wir ganz grob, dass aufgrund von städtischen Massnahmen bis 2050 (v.a. im Bereich Suffizienz) die konsumbedingten Emissionen maximal um eine mittlere bis höhere einstellige Prozentzahl gesenkt werden könnten (was schon einen sehr hohen Beitrag leisten würde). Die vergleichsweise geringen Emissionen, die direkt im Verantwortungsbereich der Stadt entstehen, könnten natürlich früher und stärker reduziert werden.

Annex

Zielbilder «SNN 2050 – energiebedingte Emissionen»

Tabelle 2: Übersicht Eckpunkte Zielbilder energiebedingte Emissionen (SNN 2050) für die drei zentralen Themenbereiche

Siedlung und Gebäude	Verkehr	Energieversorgung
- Absoluter Wärmebedarf Gebäudemarkt: -30%; Eigene Gebäude der Stadt Zürich: -40%. - Kompensation der Zunahme Energiebezugsfläche durch Reduktion Heizgradtage - Wohnfläche pro Kopf: -15%; Büroflächen pro Beschäftigte -10% - Jährliche Sanierungsrate Wohnbauten: 2.5%, Nichtwohnbauten 3%; eigene Gebäude der Stadt Zürich: Wohnbauten: 2.75%, Nichtwohnbauten 3.25%; - Verdichtete Siedlungsstruktur, attraktive, durchmischte Quartiere	Personenverkehr auf Stadtgebiet: - Auf Stadtgebiet fahren 2050 praktisch ausschliesslich elektrisch betriebene Personenwagen; der Rest wird mit erneuerbaren Treibstoffen betrieben - Im ÖV auf Stadtgebiet werden 2050 keine Verbrennungsmotoren mehr betrieben Güterverkehr auf Stadtgebiet: - Auf Stadtgebiet fahren 2050 praktisch ausschliesslich batteriebetriebene Lieferwagen - Bei den Lastwagen sind neben rein batteriebetriebenen Fahrzeugen, Brennstoffzellen-, Gas-, Hybrid- und auch noch herkömmlich betriebene Nutzfahrzeuge im Einsatz. - Wasserstoff, Gas und flüssige Treibstoffe stammen zu 100% aus erneuerbaren Energien - Bei Gütertransporten per Bahn auf Stadtgebiet werden 2050 keine Dieselfahrzeuge eingesetzt Tiefbau: - Treibhausgasrelevante Bauaktivitäten im verkehrsbezogenen Tiefbau auf Stadtgebiet werden 2050 mit Fahrzeugen und Baumaschinen durchgeführt, die mit Strom oder erneuerbarem Treibstoff betrieben werden.	Wärmeversorgung Gebäude: - Öl- und Gasheizungen sind durch dezentrale Wärmepumpen und auf zwei Dritteln des Stadtgebiets mit Nah- und Fernwärme ersetzt - Gasverteilnetz weitgehend stillgelegt. Biogas und synthetische Gase sind nur punktuell relevant - Nutzung des regionalen Energieholzpotenzials (insbes. für Spitzenlastdeckung der Fernwärme) Strombedarf: - Der Strombedarf reduziert sich bis 2050 trotz Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum um 5% - Der gebäudebezogene Strombedarf liegt im Jahr 2050 um rund 5% höher als 2020 - Der verkehrsbezogene Strombedarf (PW, Güterverkehr und ÖV) liegt 2050 um 90% höher als 2020 (Steigerung von 0.26 TWh auf 0.5 TWh) Stromerzeugung auf Stadtgebiet: - Photovoltaikproduktion 1 TWh/a (rund 25% der Dach- und Fassadenflächen durch PV genutzt, 10 Millionen m² Modulfläche auf Stadtgebiet verbaut) - KVA/Holzheizkraftwerke: Ca. 0,4 TWh Grossräumige Herausforderungen der Stromversorgung (ausserhalb der Stadt): - Die grössten Herausforderungen der Netto-Null-kompatiblen Stromversorgung sind überregional gelöst (erneuerbare Stromproduktion, saisonale Speicherung, Blindlastbereitstellung) - Der CO₂-Emissionsfaktor Strom liegt im Jahr 2050 ggü. 2020 ca. 85% tiefer

Tabelle INFRAS/Quantis

Zielbilder «SNN 2050 PLUS – Gesamtemissionen»

Tabelle 3: Übersicht Eckpunkte Zielbilder SNN 2050 Plus (Übrige Emissionen: rote Flächen in den Abbildungen)

Siedlung und Gebäude	Stadtverkehr	Energieversorgung	Ernährung und übriger Konsum
- Die LCA-Emissionen können um 55% reduziert werden - Geringe Ersatzneubau-Tätigkeit: Die 2020 bestehenden Gebäude stehen praktisch alle auch 2050 noch (jedoch mit energetischen Erneuerungen) - Die Erneuerungsrate von nicht energie-relevanten gebäudebezogenen Infrastrukturen, Bauteilen, Innenausbauten liegt ggü. 2020 um zwei Drittel tiefer - Neubauten (primär Alters- und Pflegezentren, Schulen etc.; wenig/keine Büro- und Wohnbauten) sowie modernisierte Gebäude sind auf maximale Treibhausgas-effizienz des LCA optimiert. - Reduktion der Anzahl elektrischer Geräte mit Gebäudebezug pro Person bis 2050 ggü. 2020 um einen Viertel. - Reduktion der Ersatzrate gebäudebezogener elektrischer Geräte um einen Faktor vier ggü. 2020.	- Die LCA-Emissionen konnten um 45% reduziert werden. - Maximaler Anteil Velo- und Fussverkehr und minimaler MIV-Anteil (Annahme im Modell -80% ggü. 2020) leisten dazu einen massgeblichen Beitrag - Verwendung rezyklierbarer und klimaneutraler Materialien beim Ausbau der ÖV-Kapazitäten - Kleinere, weniger leistungsstarke Fahrzeuge; rezyklierbare Materialien, weitgehend klimaneutrale Herstellung. - Maximaler Anteil an rezyklierbaren und klimaneutralen Materialien bei Infrastrukturerstellung und -unterhalt. - Fahrleistungen von Liefer- und Lastwagen auf Stadtgebiet 2050 absolut um rund 20% tiefer als 2020, dank veränderten Konsummustern und einem Quantensprung in der City-Logistik.	Gebäude: - Kehrichtverwertung zur Wärmeversorgung von Gebäuden, Ausschöpfung weiterer Wärmequellen (Bspw. See-wasser) - In der KVA Hagenholz werden 2050 nur noch wenig Abfallfraktionen fossilen Ursprungs verbrannt (minus 80% ggü. 2020) - Die 2050 noch verbrannten fossilen Abfallfraktionen bestehen nur noch aus dem fossilen Anteil, der aus technischen Gründen nicht rezykliert werden kann. Gebäude und Verkehr: - Der zusätzliche Strombedarf durch die Elektrifizierung wird durch den Ausbau der PV-Leistung, durch die gesteigerte Energieeffizienz sowie ergänzender Beschaffung erneuerbaren Stroms ausserhalb des Stadtgebiets gedeckt.	Ernährung: - Food Waste und Übermässiger Kalorienkonsum wird vermieden - Konsum tierischer Produkte ist um die Hälfte ggü. 2020 reduziert - Klimafreundliche Produktion der Nahrungsmittel - Reduktion des Verpackungsmaterials - Vorwiegend treibhausgasarmes Produktangebot Übriger Konsum: - Reduktion des Überkonsums (z.B. Kleider, die nicht getragen werden) und der Textilabfälle - Verlängerung der Lebensdauer der dauerhaften Konsumgüter - Erhöhung des Recyclings z.B. von Textilteilen und Textilfasern - Technologische Optimierungen der Produkteherstellung

Tabelle INFRAS/Quantis

Schlüsselmassnahmen «SNN 2050 – energiebedingte Emissionen»

Tabelle 4: Massnahmenpakete und Schlüsselmassnahmen zur Realisierung der Zielbilder SNN 2050 für die drei zentrale Themenbereiche

Siedlung und Gebäude	Verkehr	Energieversorgung
MP1: Wärmebedarf reduzieren ▪ WB-1: Städtische Zusatzbeiträge zum Gebäudeprogramm und zur kantonalen Förderung für die Hüllensanierung, falls gleichzeitig eine Öl- oder Gasheizung ersetzt wird ▪ WB-2: Beschleunigte Sanierung eigener Gebäude im Verwaltungs- und Finanzvermögen MP2: Transformation Fernwärme-/Gasversorgung ▪ FWG-1: Fernwärmeausbau auf zwei Drittel des Stadtgebiets mit forcierter Anschlussentwicklung ▪ FWG-2: Gasverteilnetze für Raumwärme- und Warmwasserversorgung mit wenigen Ausnahmen (Altstadt) stilllegen ▪ FWG-3: Restbedarf an Stützbrennstoffen in KVA sowie für Spitzenlastdeckung in Fernwärmezentralen mit holzbasierten Brennstoffen oder erneuerbaren Gasen decken MP 3: Gasheizungsersatz ▪ GH-1: Neuanschlüsse von bestehenden Gebäuden an Gasnetz ab Inkraftsetzung der Grenzwerte im CO₂-Gesetz bzw. des novellierten kantonalen Energiegesetzes generell unterbinden. ▪ GH-2: Verbindliche Anforderungen beim Gasheizungsersatz in Gebieten mit Fernwärmeerschliessung: neue Gasheizung nur noch als Übergangslösung; falls Neuanschluss einzige Lösung: Versorgung mit 100% erneuerbarem Gas zwingend ▪ GH-3: Finanzielle Förderung durch städtische Zusatzbeiträge zum Gebäudeprogramm/kantonalen Förderung zur Flankierung (falls Wirtschaftlichkeit nicht gegeben ist oder um Ersatz zu beschleunigen), MP4: Ölheizungsersatz ▪ ÖH-1: Verbindliche Anforderungen beim Ölheizungsersatz in Gebieten mit Fernwärmeerschliessung: neue fossile Heizung nur noch als Übergangslösung und nur bei fehlenden Alternativen ▪ ÖH-2: Finanzielle Förderung: städtische Zusatzbeiträge zum Gebäudeprogramm und zur kantonalen Förderung, (falls Wirtschaftlichkeit nicht gegeben ist oder um Ersatz zu beschleunigen)	MP6: Reduktion Fahrleistungen auf Stadtgebiet, v.a. im MIV ▪ FL-1: Velonetz-Ausbau massiv beschleunigen: Umwidmung Kapazitäten vom MIV zum Velo im Strassenraum, Entflechtung und Priorisierung Velo an Knoten ▪ FL-2: Parkraum begrenzen: Starke Abnahme der Parkplätze ab 2020, verschärfte Bewirtschaftung bestehende PP (Tarif, Nutzungsdauer, Beschränkung auf fossilfreie Fahrzeuge) ▪ FL-3: Vorbildwirkung: Einführung und Umsetzung umfassendes Mobilitätsmanagement für die Stadt als Akteurin ▪ FL-4: Aufwertung öffentlicher Raum und Fusswegnetz MP7: Transformation Flottenmix: ▪ TFM-1: Entwicklung Territorium Stadt Zürich zur Null-Emissionszone; Rechtsgrundlagen auf Bundesebene fordern ▪ TFM-2: Stadt als proaktive «Enablerin» des Ladestationenausbaus auf Stadtgebiet	MP5: Emissionen Strom-Vorketten senken ▪ VS-1: Finanzielle Anreize zur effizienten Stromnutzung erhöhen (z.B.: Anpassung Stromtarife, direkte Förderung ausgewählter Anlagen und Geräte, etc.) ▪ VS-2: Finanzielle Anreize für PV-Ausbau stark erhöhen (z.B.: ewz-Rückerstattungen für PV-Anlagen erhöhen, Vorfinanzierung Einmalvergütung Bund, eigene direkte Förderbeiträge für die Installation von PV-Anlagen, z.B. in Kombination mit Dachsanierungen) ▪ VS-3: Verpflichtung, dass Dach- und Fassadenflächen soweit sinnvoll maximal mit PV-Modulen belegt werden müssen, wo Stadt direkt Einfluss nehmen kann (eigene Gebäude, Umnutzungen mit Sondernutzungsplanungen etc.)

Tabelle INFRAS/Quantis

Handlungs- und Politikmassnahmenansätze «SNN 2050 PLUS –Gesamtemissionen»

Tabelle 5: Übersicht wichtiger Handlungs- und Politikmassnahmenansätze zur Realisierung der Zielbilder SNN 2050 PLUS in drei zentralen Politikbereichen

Siedlung und Gebäude	Stadtverkehr	Ernährung und übriger Konsum (Auswahl)
HA-1: Hohe Belegungsdichte in den Gebäuden Übergeordnete Ebene: - Lenkungsabgabe auf Wohnflächen oder Gebäudebelegungsvorschriften auf Bundes-/Kantonebene Ebene Stadt: - Monitoring der Belegung in den Verwaltungsgebäuden und in den stadteigenen Liegenschaften - Vorschriften für die Genossenschaften bezüglich Belegung	HA-6: Maximaler Veloanteil Übergeordnete Ebene: - Ermöglichen von Veloschnellrouten und Kapazitätseinschränkung MIV auf städtischem Gebiet (v.a. Kanton), siehe SNN 2050 Ansätze für städtische Massnahmen: - Umverteilung von Verkehrsflächen anstatt Ausbau	Ernährung HA-10: Konsumierte Menge an Nahrungsmittel Alle Ebenen Präventionsprogramme und Informationskampagnen zu Übergewicht und Fettleibigkeit
HA-2: Tiefe Neubaurate Übergeordnete Ebene: - Anpassung der Baugesetzgebung, Forderung eines Bedarfsnachweises für Neubauten Ebene Stadt: - Anforderungen an die Bewilligung von Neubauten betreffend indirekte THG-Wirkungen	HA-7: Flottenstandardisierung und maximale Rezyklierbarkeit der Materialien Übergeordnete Ebene: - Flottengrenzwerte Bund und stärkere Berücksichtigung der Fahrzeuggrösse - Eigene Beschaffungsvorschriften, insbesondere auch im Bahnbereich Ansätze für städtische Massnahmen: - Standardisierung der Flotte in Beschaffungsprogrammen - Anforderungen an klimaneutrale Produktion bei Beschaffungsvorgängen - Bevorzugung von Kleinfahrzeugen in der städtischen Parkierungspolitik	HA-11: Zusammensetzung der Nahrung & Ernährungsge- wohnheiten Übergeordnete Ebene - Hohe CO₂-Abgabe mit Border Tax Adjustment, alternativ oder ergänzend: Lenkungsabgabe auf Kalorien und oder Fleisch - Deklarationspflicht zur Erhöhung der Transparenz bezüglich Herkunft, Produktion und Transport Städtische Verpflegungsbetriebe - Förderung Angebot an klimafreundlicher Ernährung u. Schaffung von Anreizen für KonsumentInnen
HA-3: Reduktion der nicht-energetischen Sanierungsaktivitäten Übergeordnete Ebene: - Hohe CO₂-Abgabe kombiniert mit Border Tax Adjustment für Importe von Konsumprodukten und Investitionsgütern Ebene Stadt: - Hohe Gewichtung der THG-Wirkungen bei der Planung von Bauaktivitäten bei eigenen Gebäuden	HA-8: Klimaneutraler Tiefbau Übergeordnete Ebene: - Bundes- und kantonale F&E-Programme zur Entwicklung und Einsatz von klimaneutralen Prozessen und Materialien - Vorgaben für den Tiefbau auf kantonaler und Bundesebene	HA-12: Lebensmittelabfälle beim Konsumenten Alle Ebenen: - Förderung von neuen Konzepten zur Food-Waste-Bekämpfung Städtische Verpflegungsbetriebe - Monitoring Lebensmittelverluste, Massnahmenpläne zu deren Vermeidung
HA-4: Optimierte Gebäudekonzepte mit tiefen grauen THG Übergeordnete Ebene:		HA-13: Effiziente Produktion der Nahrungsmittel Alle Ebenen Förderung Direktverkauf von saisonalen Produkten mit klimafreundlicher Lieferkette Ebene Stadt

Siedlung und Gebäude	Stadtverkehr	Ernährung und übriger Konsum (Auswahl)
- Hohe CO₂-Abgabe kombiniert mit Border Tax Adjustment - Einbezug der THG-Intensität der Baumaterialien in den MuKEn - Förderung von Recyclingtechnologien und -pfaden für Kunststoffe, Holz etc. Ebene Stadt: - ECO-Vorgaben für die eigenen Gebäude verschärfen - Finanzielle Anreize für die Verwendung von Holz als Baumaterial - Weiterführung und Vertiefung des Baumaterial- und Bauteil-Recyclings HA-5: Erhöhung Lebensdauer und Stärkung Kreislaufwirtschaft bei elektrischen Anlagen und Geräten Übergeordnete Ebene: - Verlängerung der Gewährleistungsfrist inklusive Reparuroption - Deklarationspflichten (z.B. Reparierbarkeit, Lebensdauer, Herstellergarantie oder Recyclingfähigkeit) - Stärkung von Nutzerbasierten Geschäftsmodellen Ebene Stadt: - Öffentliche Beschaffung konsequent gemäss Treibhausgasintensität der Produkte - Förderung von Sharing, Reparierstationen und Plattformen zum Verkauf von gebrauchten Geräten	Ebene Stadt: - Eigene F&E Programme und eigene Vorgaben, auch im Rahmen der Beschaffungsprozesse HA-9: City-Logistik auf höchste Treibhausgaseffizienz auslegen Übergeordnete Ebene: - Verlagerungspolitik des Bundes und des Kantons - City Logistik-Ansätze, Unterstützung schweizweites Cargo sous terrain Ebene Stadt: - Umsetzung der städtischen Strategie Güterverkehr mit der Förderung Bahnverlad	- Unterstützung von Projekten wie «Urban Farms», Aufnahme in Beschaffungskriterien Städtische Verpflegungsbetriebe - Soweit möglich CO₂-neutrale Produkte / Menüs Übriger Konsum (vgl. Bereich Entsorgung in Tabelle INF-RAS/Quantis Tabelle 6) Übergeordnete Ebene: HA-14: Überkonsum und Abfälle vermeiden, Produktionseffizienz erhöhen - Hohe CO₂-Abgabe (Bund) kombiniert mit Border Tax Adjustment für Importe von Konsumprodukten - Deklarationspflicht (Herkunft, Produktion, Transportart, Umweltauswirkungen) - Zielvorgaben für das Recycling aller Treibhausgas relevanten Güter und Dienstleistungen Ebene Stadt HA-15: Nachhaltige Beschaffung - Genaueres Monitoring der Klimaverträglichkeit/Treibhausgaseffizienz der beschafften Güter - Verbindliche Vorgaben zur Klimaverträglichkeit/Treibhausgaseffizienz der zu beschaffenden Güter

Tabelle INF-RAS/Quantis

Tabelle 6: Übersicht wichtiger Handlungs- und Politikmassnahmenansätze zur Realisierung der Zielbilder SNN 2050 Plus in drei weiteren Politikbereichen

Entsorgung (siehe Schnittstellen zum Bereich Ernährung/übriger Konsum)	Prozesse in Industrie und Gewerbe	Luftverkehr
HA-16: Generelle Reduktion des Konsums zur Vermeidung von Abfällen Ebene Stadt: - Zero-Waste Konzepte in der Stadt Zürich und der Verwaltung fördern (z.B. «unverpackt»-Läden, Kantinenmanagement) - Abfallgebührenpolitik anpassen (z.B. um Plastikrecycling zu fördern) HA-17: Reduktion der Abfallmenge pro Gut Alle Ebenen: - Verpackungsmaterialabgabe und/oder Recyclingziele für verschiedene Branchen - Förderung / finanzielle Beiträge für Betriebe, die unverpackte Konsumgüter verkaufen HA-18: Förderung von Kreislaufwirtschaft und Recycling Übergeordnete Ebene: - Vorschriften zur Rezyklierbarkeit bzw. Kreislauffähigkeit von Materialien - Aufbau einer schweizweiten Recycling-Infrastruktur für Kunststoffabfälle Ebene Stadt: - Förderung von Reparatur- und Recyclingplattformen für Konsumgüter - Flächendeckende Einführung von Recycling von Kunststoffabfällen in der Stadt Zürich HA-19: Förderung Langlebigkeit von Geräten und Produkten Übergeordnete Ebene: - Verlängerung der Garantielaufzeit und/oder der Gewährleistungsfrist (Förderung Kreislaufwirtschaft)	HA-20: Reduktion der prozessenergiebedingten Emissionen - Kanton: Verbindliche Vorgaben zur Minimalqualität des Stroms (inkl. Verbraucher im freien Markt). - Bund: Erhöhung der CO₂-Abgabe auf Brennstoffe, Verschärfung Anforderungen an Zielvereinbarungen mit Abgabebefreiung Ebene Stadt: - Weiterführung der konsequente Dekarbonisierung des Stromliefermix des ewz - Direkter «Klima-Dialog» mit den wichtigsten Emittenten des Sektors Industrie/Gewerbe - Punktueller finanzielle Unterstützung für Pilotprojekte HA-21: Reduktion der Treibhausgaswirkung von F-Gasen Stadt als Eignerin: - Verzicht auf Beschaffung von Kälte- und Klimaanlage und Wärmepumpen mit Kältemitteln mit einem GWP-Wert über 50. - Weiterführung der Strategie des ewz zur Reduktion der SF6-Emissionen aus Schaltanlagen HA-22: Reduktion der non-Road Emissionen Übergeordnete Ebene: - Bund: Erhebung einer CO₂-Abgabe auf Treibstoffe - Bund/Kanton: Finanzielle Förderung des Umstiegs auf elektrische Antriebe Ebene Stadt: - Konsequente Dekarbonisierung der non-Road Emissionsquellen im eigenen Besitz (z.B. Baumaschinen, Ge-	HA-23: Einsatz von synthetischen Kraftstoffen Übergeordnete Ebene: - Bund/Kanton: Förderung der Forschung und Pilotprojekten im Bereich nachhaltiges synthetisches Kerosin - ICAO und EU: Vorschrift zur Beimischung von nachhaltigem synthetischem Kerosin weltweit HA-24: Reduktion der Reisetätigkeit der Stadtbevölkerung anregen Übergeordnete Ebene: - ICAO: Griffige Umsetzung von CORSIA - EU: Weiterentwicklung des EU-ETS für den Luftverkehr - Bund: Einführung einer spürbaren Flugticketabgabe. HA-25: Verlagerung von Reisen unter 700 km auf Zug/Car Übergeordnete Ebene: - Bund/EU: Investitionen in ein hochwertiges Hochgeschwindigkeitsschiennetz, Stärkung Nachtzugangebot Ebene Stadt: - Vorgaben zur Nutzung des landgebundenen Verkehrs bei Geschäftsreisen bis zu 700 km HA-26: Einflussnahme als Shareholder des Flughafens Zürich - Kanton als Mitbesitzer der Flughafen Zürich AG mit Einsitz im VR wirkt darauf hin, dass die Flughafenbetreiberin ökologische Anliegen konsequent berücksichtigt, unterstützt durch die Minderheitsaktionärin Stadt Zürich.

Entsorgung (siehe Schnittstellen zum Bereich Ernährung/übriger Konsum)	Prozesse in Industrie und Gewerbe	Luftverkehr
Ebene Stadt: ▪ Öffentliche Beschaffung (z.B. gemäss Treibhausgasintensität Herstellung oder Lebensdauer) ▪ Förderung von Sharing, Reparierstationen oder Plattformen zum Verkauf von gebrauchten Geräten	neratoren, Laubbläser) über Elektrifizierung oder Einsatz von Biogas	

Tabelle INFRAS/Quantis

