



Kanton Zürich
Regierungsrat

Energiestrategie und Energieplanung 2022

Der Regierungsrat legt dem Kantonsrat alle vier Jahre die Energiestrategie des Kantons zur Genehmigung vor. Diese enthält die Grundsätze der Energieplanung und die Ziele der mittel- und langfristigen Entwicklung der Energieversorgung und -nutzung (§ 3a Abs. 1 EnerG). Die Energiestrategie enthält eine Beurteilung des künftigen Bedarfs und Angebots an Energie im Kanton und legt die Ziele der mittel- und langfristigen Entwicklung der Energieversorgung und -nutzung fest (§ 6 Abs. 1 EnerG).

Die Energieplanung des Kantons ist Sache des Regierungsrates. Er erstattet dem Kantonsrat darüber zusammen mit der Energiestrategie Bericht. Der Kantonsrat nimmt den Bericht zur Kenntnis (§ 4 Abs. 1 EnerG). Die Energieplanung bezeichnet die zur Umsetzung der Energiestrategie notwendigen kantonalen Mittel und Massnahmen (§ 6 Abs. 2 EnerG).

Die Angaben zum Energiebedarf im vorliegenden Bericht sind auf Endenergie bezogen.

Die Coronapandemie, die sich seit Anfang 2020 weltweit auswirkte, beeinflusste die Konjunktur und das Verkehrsverhalten massiv. Insbesondere der Flugverkehr kam zeitweilig vollständig zum Erliegen – mit entsprechenden Auswirkungen auf die Wirtschaftlichkeit des Flughafens und die damit verbundenen Arbeitsplätze. Die mittel- und langfristigen Auswirkungen der Coronapandemie und des Anfang 2022 ausgebrochenen Krieges in der Ukraine auf die Energieversorgung und den CO₂-Ausstoss wurden zum Zeitpunkt des Druckes dieses Berichts soweit möglich berücksichtigt.

Inhalt

1	Umfeld	4
1.1	Entwicklungen international	5
1.2	Entwicklungen in der Schweiz	8
2	Energiestrategie	11
2.1	Auftrag	12
2.2	Grundsätze der Energieplanung	13
2.3	Ziele und Stossrichtungen	14
2.4	Beurteilung des künftigen Bedarfs und Angebots	16
3	Energieplanung	18
3.1	Instrumente zur Aufgabenbewältigung	19
3.2	Massnahmen	21
3.3	Stand der Energieversorgung im Kanton Zürich	25
	Gebäude	28
	Neubauten	29
	Altbauten	32
	Mobilität	35
	Strom	41
	Energiepotenziale und Energienutzung	48
	Quellen	50

1 Umfeld

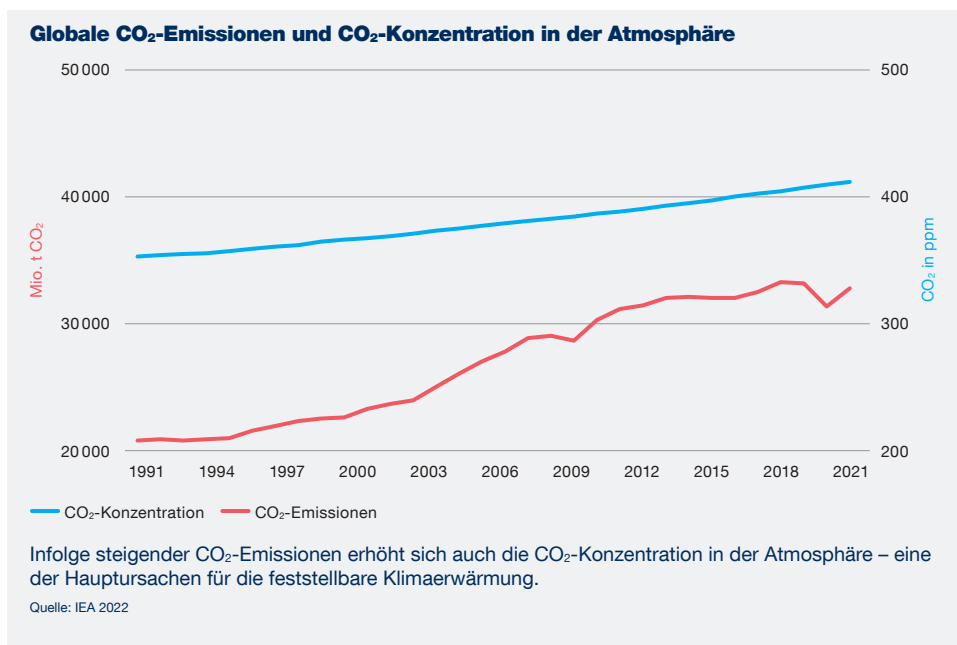
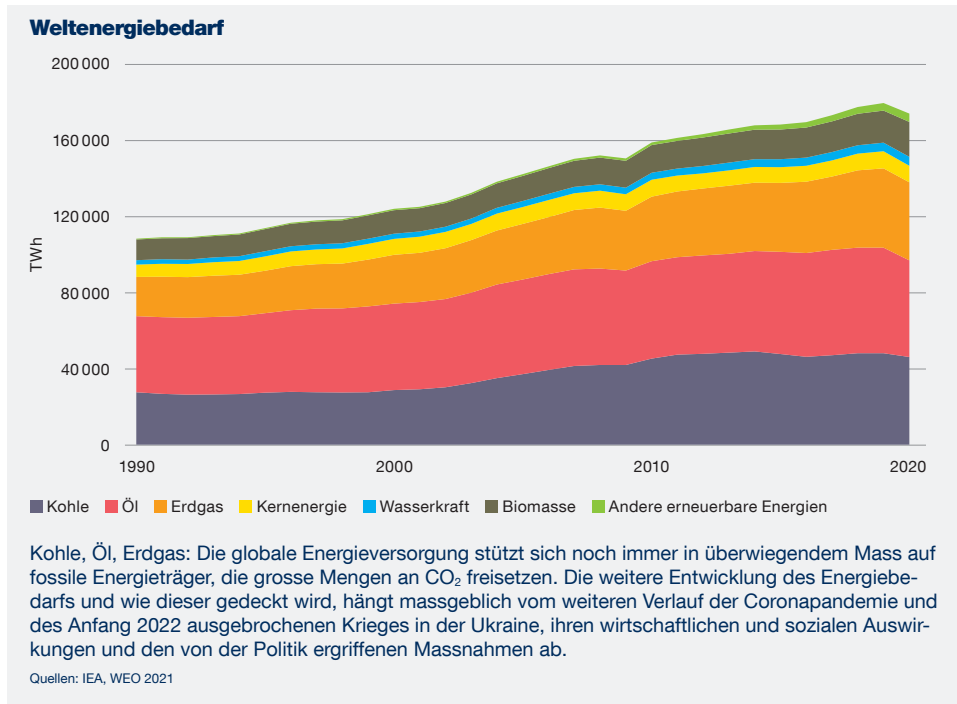
Weltweit nehmen der Energiebedarf und der CO₂-Ausstoss weiter zu. In der Schweiz sinken diese beiden Werte seit 20 Jahren leicht. Vor allem im Gebäudebereich wurden grosse Fortschritte erzielt. Beim Verkehr werden die Effizienzgewinne durch den Verkehrszuwachs wieder neutralisiert. Den Energiebedarf und den CO₂-Ausstoss zu reduzieren, ist und bleibt eine grosse Herausforderung.



1.1 Entwicklungen international

Weltweit steigender Energieverbrauch und CO₂-Ausstoss

Der weltweite Verbrauch von fossilen Brenn- und Treibstoffen und der CO₂-Ausstoss sind bis und mit 2019 stark gewachsen. Zwei Drittel des Energieverbrauchsanstiegs gingen auf die USA, Indien und China zurück. 2020 sank durch die Coronapandemie der Weltenergiebedarf um fast 4% im Vergleich zum Vorjahr. Besonders stark betroffen waren der Transportsektor und die Flugindustrie. Entsprechend nahm vor allem der Verbrauch fossiler Energieträger stark ab, der Erdölverbrauch beispielsweise brach um 8,6% ein. Mit der wirtschaftlichen Erholung zeichnete sich allerdings bereits gegen Ende 2020 wieder ein Anstieg der Nutzung fossiler Energieträger ab.



Die weltweit bisher ergriffenen Massnahmen zur Senkung des CO₂-Ausstosses sind ungenügend.

Die Coronapandemie brachte 2020 den grössten je gemessenen Einbruch globaler CO₂-Emissionen. Nach Berechnung der Internationalen Energieagentur (IEA) sanken die Emissionen insgesamt um 6% im Vergleich zum Vorjahr. Der Tiefpunkt wurde im April 2020 erreicht. Seither steigen die Emissionen wieder.

Aufgrund des Krieges in der Ukraine sind die Energie- und insbesondere die Strompreise Anfang 2022 massiv gestiegen.

Über mehrere Jahre verharrten die Preise für fossile Energien auf tiefem Niveau. Mitverantwortlich dafür war die enorme Bereitstellung von Schiefergas in den USA (rund 20% der weltweiten Gasproduktion) zu vergleichsweise günstigen Bedingungen. Neben den günstigen fossilen Energien blieben auch die europäischen Preise für die CO₂-Zertifikate über eine längere Periode sehr tief und wenig wirksam. 2017 wurde das Zertifikatehandelssystem jedoch mit dem Ziel reformiert, die Zahl der Zertifikate am Markt zu verkleinern, was zu einer deutlichen Preissteigerung führte. Diese höheren CO₂-Preise können in den Industriestaaten Europas eine gewisse Lenkungswirkung erzielen. Um weltweit den Einsatz fossiler Energien nachhaltig zu vermindern, die Effizienz beim Verbrauch zu steigern und die Potenziale der erneuerbaren Energien konsequent auszuschöpfen, braucht es jedoch weit mehr Anstrengungen.

2021 kam es zu einem markanten Anstieg der Energiepreise. Mitverantwortlich dafür waren die überraschend schnelle wirtschaftliche Erholung nach der schwersten Phase der Coronapandemie und damit die gestiegene Nachfrage nach Energie sowie Lieferengpässe und die gestiegenen Preise für CO₂-Zertifikate. Die russische Invasion in die Ukraine Anfang 2022 und die daraufhin verhängten Sanktionen gegenüber Russland haben die Preise weiter massiv erhöht. Die künftige Entwicklung der Energie- und insbesondere der Strompreise ist ungewiss. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Preise über Jahre auf sehr hohem Niveau verbleiben. Die Gewährleistung der Versorgungssicherheit mit Strom und Gas stellt vor dem Hintergrund des Krieges in der Ukraine eine besondere Herausforderung dar. Die Gasflüsse aus Russland in die EU haben in den letzten Monaten stetig abgenommen. Eine Gas- oder Strommangellage im Winter 2022/2023 ist deshalb nicht ausgeschlossen. Auf Bundesebene wurde zusammen mit der Energiebranche und den Kantonen bereits Vorkehrungen zur Vorbeugung und Bewältigung einer solchen Mangellage getroffen und eingeleitet.

Stromproduktion: sinkende Kosten und hohes Wachstum bei den erneuerbaren Energien

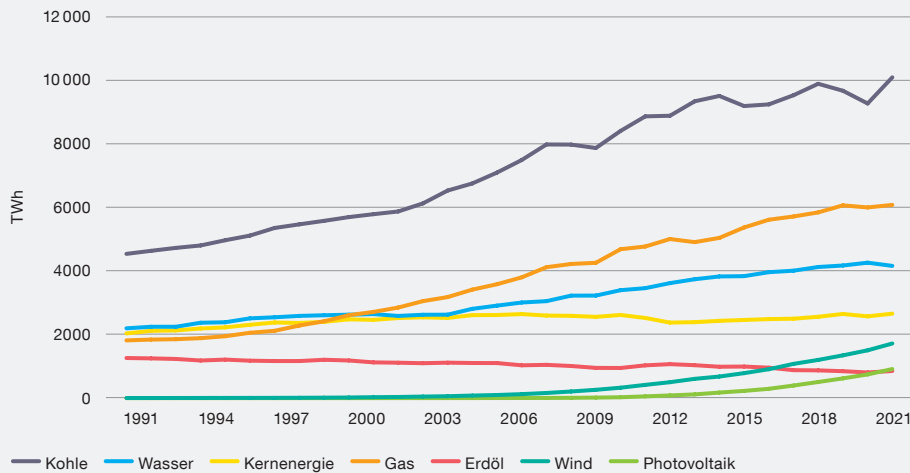
Die Kosten der Nutzung von erneuerbaren Energien zur Stromproduktion sind in kurzer Zeit zum Teil erheblich gesunken. Damit gewinnen die erneuerbaren Energien weltweit rasant an Bedeutung. Namentlich die Photovoltaik wurde in bemerkenswert kurzer Zeit zu einer der günstigsten Stromerzeugungstechnologien überhaupt. Auch in der Schweiz konnte man bei der Photovoltaik, im Gegensatz zu anderen Technologien, stark sinkende Gestehungskosten beobachten. Aufgrund der Coronapandemie und des Krieges in der Ukraine kam es jedoch zu Lieferengpässen mit Folgen für die Beschaffungspreise.

Neben den Photovoltaikmodulen verzeichneten auch Batterien eine markante Preissenkung, was sich insbesondere positiv auf die Preise von Elektrofahrzeugen auswirkt. Damit können Batterien weltweit auch eine zunehmend wichtige Rolle bei der Integration von stochastisch (unregelmässig) anfallendem Strom aus erneuerbaren Energien spielen, insbesondere aus Wind und Photovoltaik. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Preise für Batterien in den nächsten zehn Jahren weiter fallen: durch deren Herstellung im grossen Massstab und technologische Weiterentwicklungen, vorausgesetzt die Lieferengpässe im Zuge der Coronapandemie und des Krieges in der Ukraine lassen sich innert nützlicher Frist beseitigen.

2021 wurde erstmals mehr Strom aus Wind- und Solarkraft produziert als aus Kernkraft. Darin zeigt sich die enorme Entwicklung dieser Technologien in den letzten Jahren. Allerdings wird die weltweite Stromproduktion weiterhin durch Kohle und Gas dominiert.

Die Nutzung erneuerbarer Energien gewinnt weltweit an Bedeutung. Die Technologien machen grosse Fortschritte, die Kosten sinken.

Entwicklung der weltweiten Stromproduktion nach ausgewählten Erzeugungsarten



Die Bedeutung von Photovoltaik und Windkraft für die Stromerzeugung nimmt stetig zu. Zusammen erzeugen sie weltweit bereits mehr Strom als alle Kernkraftwerke zusammen. Vorderhand stammt aber der grösste Anteil des Stroms weiterhin aus der Nutzung von Kohle und Gas.

Quelle: OWID 2022

Dank enormen Fortschritten holen die erneuerbaren Energien weltweit auf und helfen, die Abhängigkeit von fossilen Energien zu vermindern.

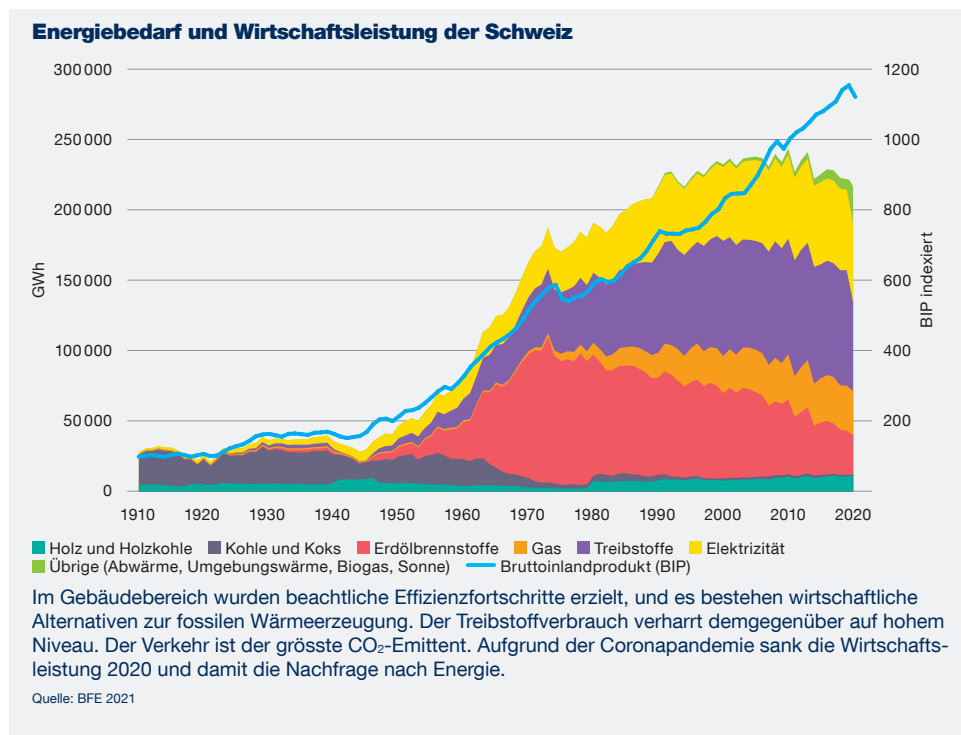
Europäische Union mit «Green Deal»

Im März 2020 begann das Gesetzgebungsverfahren für eine nachhaltige EU-Wirtschaft («Green Deal»), in der bis 2050 netto keine Treibhausgase mehr ausgestossen werden sollen. Im Dezember 2020 setzte der EU-Rat das neue Reduktionsziel für Treibhausgase bis 2030 auf 55% im Vergleich zu 1990 fest. Die Reduktionsziele für 2030 und 2050 wurden im Juni 2021 rechtlich verankert. Zu den Massnahmen zählen unter anderem der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Umsetzung einer Wasserstoffstrategie. Im Mai 2022 hat die Europäische Kommission einen Plan zur raschen Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen aus Russland und zur Beschleunigung des ökologischen Wandels vorgelegt (REPowerEU).

1.2 Entwicklungen in der Schweiz

Sinkender Energieverbrauch und CO₂-Ausstoss trotz Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum

Der Gesamtenergiebedarf in der Schweiz nimmt seit 2000 geringfügig ab, obwohl die Bevölkerungszahl und die Wirtschaftsleistung (Bruttoinlandprodukt) weiter steigen. Nicht berücksichtigt ist in dieser Betrachtung die importierte graue Energie (siehe Infotext «Graue Energie»).



Graue Energie, «Carbon Leakage» und «Border Tax Adjustment»

Die CO₂-Emissionen im Inland betragen 2020 rund 34,5 Millionen Tonnen. Das entspricht rund einem Promille des weltweiten Ausstosses. Allerdings verdreifachen die in der Schweiz konsumierten Güter und Dienstleistungen aus dem Ausland in Form von sogenannter grauer Energie die Emissionen. Daneben exportiert die Schweiz auch graue Energie, jedoch in weit geringerem Mass. Als graue Energie wird die für Herstellung, Transport, Lagerung, Verkauf und Entsorgung eines Produktes benötigte Energie bezeichnet.

Wenn Industrieländer strenge CO₂-Vorschriften erlassen und Unternehmen deshalb ihre Produktion in Länder mit tieferen Auflagen verschieben, wird vom sogenannten Carbon Leakage gesprochen. Entsprechend wichtig ist die internationale Abstimmung von Massnahmen und CO₂-Handelssystemen.

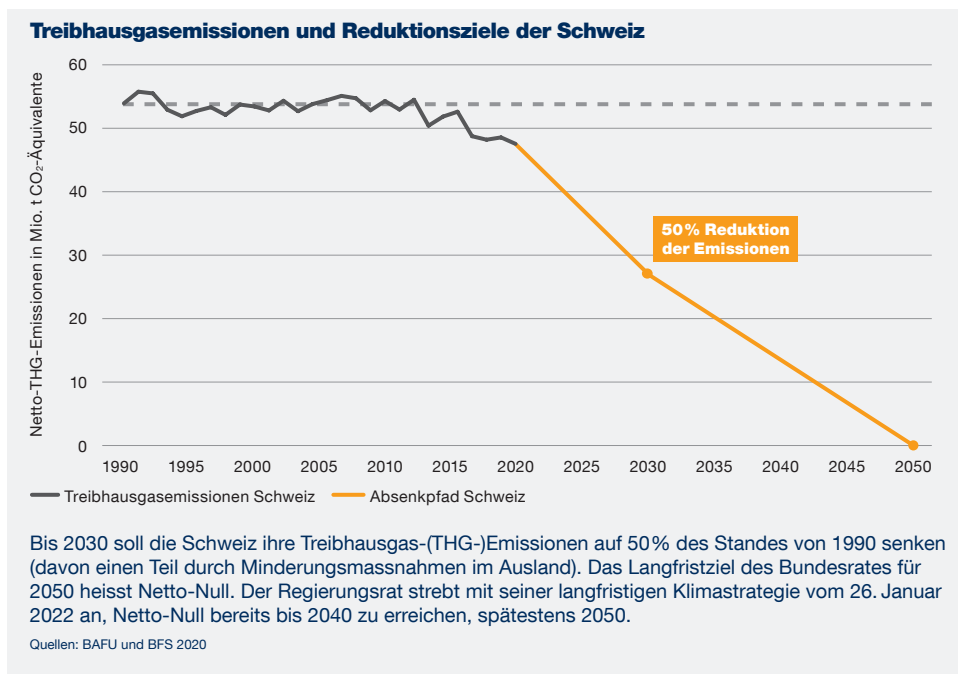
Für den Fall, dass sich einzelne Länder nicht an Massnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels beteiligen und sich dadurch wirtschaftlich einen Vorteil verschaffen, wird in der EU diskutiert, für deren Güter beim Import Abgaben zu erheben. Man spricht hier vom sogenannten Border Tax Adjustment. Der Einführung solcher Abgaben stehen jedoch erhebliche rechtliche und operative Hemmnisse entgegen.

Energiestrategie 2050 und Klimaabkommen von Paris

Mit dem auf Bundesebene im Jahr 2017 angenommenen ersten Massnahmenpaket der Energiestrategie 2050 sollen die Energieeffizienz sowie die erneuerbaren Energien stärker gefördert werden. Zudem soll längerfristig der Ausstieg aus der Kernenergie erfolgen. Mit der Ratifizierung des Klimaabkommens von Paris verpflichtete sich die Schweiz 2017 zu einer stärkeren Reduktion der Treibhausgasemissionen. Mitte 2019 kündigte der Bundesrat an, dass alle Treibhausgasemissionen bis 2050 auf Netto-Null zu senken sind und die Schweiz dann klimaneutral sein soll. Netto-Null bedeutet, dass Emissionsquellen und Emissionssenken (CO₂-Einspeicherung, z. B. durch Zuwachs von Wald) im Gleichgewicht sind. Mit einer Totalrevision des CO₂-Gesetzes sollten ergänzend zu den bereits bestehenden Instrumenten zusätzliche Massnahmen zur Erreichung des Netto-Null-Ziels festgesetzt werden. Die Totalrevision wurde am 13. Juni 2021 vom Volk knapp abgelehnt. Der Bundesrat hat am 17. Dezember 2021 erneut ein revidiertes CO₂-Gesetz in die Vernehmlassung geschickt. Dabei soll auf die Instrumente verzichtet werden, die zur Ablehnung der Totalrevision beigetragen haben. Bewährte Massnahmen wie die CO₂-Abgabe sollen weitergeführt werden. Es sollen unter anderem Mittel für die Gebäudesanierung, den Umstieg auf klimafreundliche Heizungsanlagen, die Ladeinfrastruktur für Elektroautos oder die Risikoabsicherung beim Ausbau von Fernwärmenetzen zur Verfügung gestellt werden. Bis 2030 sollen 50% der Treibhausgasemissionen gegenüber dem Stand von 1990 reduziert werden.

Mit der Energiestrategie 2050 hat die Bevölkerung ja gesagt zu erneuerbaren Energien und zum Ausstieg aus der Kernkraft.

Die Revision des CO₂-Gesetzes: ein weiterer Schritt Richtung Netto-Null 2050



Im November 2020 veröffentlichte das Bundesamt für Energie die Hauptergebnisse der Energieperspektiven 2050+. Darin werden verschiedene Szenarien beschrieben, wie das Netto-Null-Ziel erreicht werden kann. Einerseits muss die inländische Energieproduktion aus erneuerbaren Energien bis 2050 stark ausgebaut werden. Dabei kommt der Photovoltaik eine tragende Rolle zu. Andererseits werden die fossilen Energien weitgehend durch Elektrizität sowie strombasierte Energieträger wie Wasserstoff ersetzt. Insgesamt wird dadurch der Stromverbrauch im Vergleich zu heute steigen.

Dekarbonisierung und Elektrifizierung ohne Erhöhung der Auslandabhängigkeit

Einerseits ist im Gebäudebereich zukünftig noch mehr Umweltwärme mittels Wärmepumpen zu nutzen – als Ersatz der heute fossil betriebenen Heizungen. Andererseits sind in der Mobilität die fossil betriebenen Fahrzeuge durch mit erneuerbaren Energien betriebene zu ersetzen: auf der Grundlage von Strom aus erneuerbaren Quellen mit entweder direkter Anwendung oder vorgängiger Umwandlung in gasförmige oder flüssige Treibstoffe. Der Strombedarf, insbesondere in der Heizperiode, wird somit zunehmen. Bereits heute produziert die Schweiz im Winter weniger Strom, als sie verbraucht, und ist auf Importe in dieser Jahres-

Aufgrund der Elektrifizierung von bisher fossilen Anwendungen ist zu erwarten, dass der Stromverbrauch zunimmt.

zeit angewiesen. Mit dem schrittweisen Ausstieg aus der Kernenergie würde sich diese Eigenversorgungslücke im Winter deutlich vergrössern. Deshalb ist einerseits eine weitere Steigerung der Effizienz beim Stromverbrauch und andererseits ein massiver Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien erforderlich. Damit verbunden ist auch, die Kapazität zur Speicherung vom Überschussstrom vom Sommer in den Winter stark auszubauen.

Die Reduktion des CO₂-Ausstosses fordert mehr Effizienzsteigerungen und mehr Strom aus erneuerbaren Quellen.

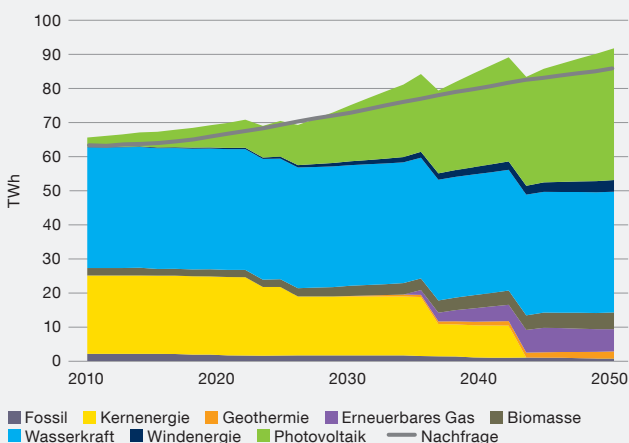
Das Grundszenario («Zero Basis») der Energieperspektiven 2050+ geht – bedingt durch die erforderliche Elektrifizierung und trotz erwarteter Effizienzsteigerungen – von einer Zunahme des Strombedarfs von heute rund 66 Terawattstunden (TWh) auf 84 TWh aus. Diese sollen gedeckt werden durch Strom aus Wasserkraft (2050 45 TWh, 2019 41 TWh), aus Photovoltaik (2050 34 TWh, 2019 2 TWh) und aus anderen Quellen. Bei diesem Szenario könnte der Strombedarf durch einheimische Erzeugung über das Jahr gesehen gedeckt werden (Grafik unten links). Im Winterhalbjahr müssten aber 9 TWh Strom importiert werden, während im Sommerhalbjahr entsprechende Überschüsse anfielen (Grafik unten rechts).

Der Import von Strom aus dem angrenzenden Ausland wird in Zukunft schwieriger. Die umliegenden Länder bauen zwar die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien aus, aber gleichzeitig die steuerbare Erzeugung (fossilbetriebene Kraftwerke, Kernkraftwerke) zurück. Daneben brauchen auch diese Länder vermehrt Strom aus erneuerbaren Energien für ihre eigenen Dekarbonisierungsbemühungen im Rahmen des Klimaabkommens von Paris. Eine Erhöhung des Selbstversorgungsgrades beim Strom mit einheimischen erneuerbaren Energien verringert die Abhängigkeit von Energielieferungen aus dem Ausland. Der Kriegsausbruch in der Ukraine hat vielen vor Augen geführt, wie stark die Gesellschaft abhängig ist von fossilen Energien.

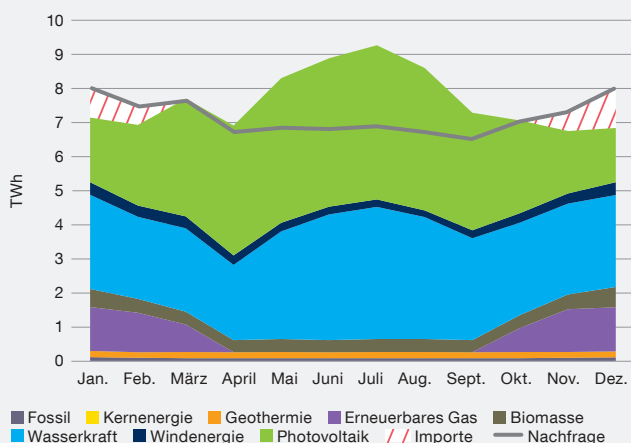
Längerfristig die grösste Herausforderung bei der Stromversorgung: nach dem Ausstieg aus der Kernkraft im Winterhalbjahr die Deckung des Bedarfs jederzeit sicherstellen.

Dass eine deutliche Erhöhung der Stromproduktion mit erneuerbaren Energien in der Schweiz möglich ist, zeigt neben den Energieperspektiven 2050+ des Bundes auch das 2021 präsentierte Szenario der Axpo. Dieses Szenario umfasst unter anderem eine Stromproduktion durch Photovoltaikanlagen von rund 38 TWh bis 2050 und Gaskraftwerke, die mit Wasserstoff oder synthetischem Gas betrieben werden können. Sowohl der Bund als auch die Axpo sehen in Zukunft dennoch Importe im Winter als erforderlich, um die Stromversorgung der Schweiz wirtschaftlich zu sichern.

Entwicklung der Stromproduktion der Schweiz bis 2050



Stromproduktion und -verbrauch der Schweiz 2050



Im Axpo-Szenario wird die steigende Stromnachfrage vorwiegend durch erneuerbare Energien gedeckt. Im Winterhalbjahr sind dennoch Stromimporte notwendig. Ab 2040, wenn die Kernkraftwerke ausser Betrieb sind, werden zusätzlich Gaskraftwerke, betrieben mit CO₂-neutralem Gas, eingesetzt.

Quelle: Axpo Power Switcher 2021

2 Energiestrategie

Um die Klimaerwärmung zu begrenzen, ist eine vollständige Dekarbonisierung notwendig. Der Verbrauch ist mit der Steigerung der Energieeffizienz zu senken und fossile Energien sind zu substituieren. Dies erfordert eine weitere Elektrifizierung, die durch erneuerbare Energien zu erfolgen hat. Dabei ist die Versorgungssicherheit jederzeit zu gewährleisten.

Der Regierungsrat legt dem Kantonsrat alle vier Jahre die Energiestrategie des Kantons zur Genehmigung vor. Diese enthält die Grundsätze der Energieplanung und die Ziele der mittel- und langfristigen Entwicklung der Energieversorgung und -nutzung (§ 3a Abs. 1 EnerG). Die Energiestrategie enthält eine Beurteilung des künftigen Bedarfs und Angebots an Energie im Kanton und legt die Ziele der mittel- und langfristigen Entwicklung der Energieversorgung und -nutzung fest (§ 6 Abs. 1 EnerG).



2.1 Auftrag

Die langfristigen Ziele im Energiebereich setzen die Kantonsverfassung, das Energiegesetz und die langfristigen Ziele des Regierungsrates. Gemäss Art. 106 der Kantonsverfassung (LS 101) schafft der Kanton günstige Rahmenbedingungen für eine ausreichende, umweltschonende, wirtschaftliche und sichere Energieversorgung. Er schafft Anreize für die Nutzung einheimischer und erneuerbarer Energie und für den rationellen Energieverbrauch. Zudem sorgt er für eine sichere und wirtschaftliche Elektrizitätsversorgung. Am 15. Mai 2022 haben die Zürcher Stimmberechtigten der Verankerung des Klimaschutzes in der Kantonsverfassung deutlich zugestimmt (Art. 102a). Kanton und Gemeinden sollen sich für die Begrenzung des Klimawandels und von dessen Auswirkungen einsetzen.

Aufgaben gemäss kantonalem Energiegesetz (EnerG, LS 730.1)

Das Gesetz enthält folgende Aufgaben:

- **kantonale und kommunale Energieplanung (§§ 3a–7 EnerG)**
- **Vollzug der kantonalen Aufgaben bei der Stromversorgung (§§ 8a–8e EnerG)**
- **Energiesparmassnahmen und erneuerbare Energien (§§ 9–14a EnerG)**
- **Förderung: Aufgaben der Gemeinden (§ 15 EnerG) und Fördermöglichkeiten Kanton (§ 16 EnerG)**

Zur Konkretisierung der Ziele für den Energiebereich gemäss Kantonsverfassung, Energiegesetz und den langfristigen Zielen des Regierungsrates werden mit der Energiestrategie langfristig geltende, übergeordnete Grundsätze festgelegt. Aus diesen werden Stossrichtungen für die mittel- bis langfristige Ausrichtung der kantonalen Energiepolitik abgeleitet.

Aus den Stossrichtungen werden im Rahmen der Energieplanung schliesslich Massnahmen konkretisiert, die kurz- bis mittelfristig umgesetzt werden können und entsprechend schnell greifen.

Die Klima- und die Energiepolitik sind eng miteinander verflochten. Der Regierungsrat hat mit der am 22. März 2022 veröffentlichten langfristigen Klimastrategie die Ziele in den Bereichen Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel festgelegt: Der Kanton Zürich übernimmt das Ziel des Bundesrates, bis 2050 Netto-Null Treibhausgasemissionen zu erreichen. Der Kanton strebt jedoch an, Netto-Null bereits bis 2040 zu erreichen. Die Treibhausgasemissionen sollen daher bis 2040 so weit wie möglich vermieden werden. Verbleibende Emissionen müssen mit geeigneter Technik aus der Atmosphäre entfernt und gelagert werden.

Die Klimaziele machen eine vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung notwendig.

Diese Klimaziele bedeuten, dass eine vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung notwendig ist. Der Verbrauch ist mit der Steigerung der Energieeffizienz zu senken und fossile Energien sind zu substituieren. Dies erfordert eine weitere Elektrifizierung, die durch erneuerbare Energien zu erfolgen hat. Dabei ist die Versorgungssicherheit jederzeit zu gewährleisten.

2.2 Grundsätze der Energieplanung

- 1** Die Weiterentwicklung der Energieversorgung berücksichtigt gesamtheitlich ökologische, ökonomische und soziale Aspekte, d. h. die Versorgungssicherheit, die Wirtschaftlichkeit, die Reduktion der CO₂-Emissionen und die weiteren Auswirkungen auf Umwelt, Gesellschaft und Wirtschaft.
- 2** Für die langfristig erforderliche vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung ist eine weitere Steigerung der Gesamtenergieeffizienz notwendig. Fossile Energien sind zu substituieren. Dies erfordert eine weitere Elektrifizierung, die durch erneuerbare Energien zu erfolgen hat.
- 3** Der Staat soll Rahmenbedingungen schaffen, damit sich nachhaltige Technologien im Markt entwickeln und durchsetzen können. Staatliche Eingriffe sind aufeinander abzustimmen. Das Subsidiaritätsprinzip und das föderalistische Prinzip sind auch im Energiebereich anzuwenden.
- 4** Die Vorgabe von Zielen ist einer Detailregulierung vorzuziehen.
- 5** Massnahmen mit einem guten Kosten-Nutzen-Verhältnis, d. h. mit der grössten Wirkung gemessen am Aufwand, sind zuerst zu ergreifen.
- 6** Vorschriften im Energiebereich sollen wo immer möglich und unter Berücksichtigung sozialer und ökonomischer Faktoren das Verursacherprinzip beachten und Anreize für einen effizienten Energieverbrauch schaffen (z. B. CO₂-Abgaben).
- 7** Die Förderung soll dort ansetzen, wo gewünschte Entwicklungen nicht durch Marktkräfte angestossen werden und Vorschriften nicht erwünscht sind.
- 8** Forschung und Entwicklung im Energiebereich sollen fortgeführt werden. Die Markteinführung zukunftsfähiger Technologien soll mit Pilotprojekten erleichtert werden.
- 9** Bei Interessenabwägungen zwischen Nutz- und Schutzinteressen hat der Ausbau der erneuerbaren Energien bei gleichwertigen Interessen dann eine hohe Priorität, wenn Alternativen fehlen und eine hohe Dringlichkeit vorliegt.

2.3 Ziele und Stossrichtungen

Allgemeine Stossrichtungen

- 1** Die Raum- und Energieplanung erfolgt koordiniert und unterstützt eine zweckmässige Energieerzeugung (z. B. Wasserkraftwerke) und Energieverteilung (z. B. Starkstromleitungen). Die Siedlungs- und die Verkehrsplanung sind besser aufeinander abzustimmen (kurze Wege, gute Anbindung an den öffentlichen Verkehr [öV], gute Velo- und Fusswegnetze, massvolle, angebotsorientierte Entwicklung des Staatsstrassennetzes, Siedlungsentwicklung nach innen).
- 2** Die öffentliche Hand übernimmt eine Vorreiterrolle betreffend Energieeffizienz und den Einsatz erneuerbarer Energien im Gebäude- und Mobilitätsbereich.
- 3** Aus- und Weiterbildung von Fachleuten sowie Beratung und Information der Bevölkerung werden verstärkt.
- 4** Mit Energie-Grossverbrauchern sind die bewährten und erfolgreichen Zielvereinbarungen zur Energieeffizienzsteigerung und CO₂-Verminderung fortzuführen. Die diesbezüglichen Zielvorgaben sind bei neuen Zielen betreffend Energieeffizienz und CO₂-Reduktion entsprechend anzupassen.
- 5** Der Kanton setzt sich im Rahmen seiner Kompetenzen und Möglichkeiten für die Erreichung der Ziele des Klimaabkommens von Paris ein.

🏠 Stossrichtungen bei der Wärme-/Kälteversorgung und den Gebäuden

- 1** Der Kanton legt im kantonalen Energie- und Richtplan die anzustrebende räumliche Entwicklung insbesondere der Wärme- und Kälteversorgung fest. Er verlangt von den Gemeinden mit erheblichen Potenzialen für die Wärmeversorgung mit leitungsgebundenen Energieträgern eine zweckmässige kommunale Energieplanung. Die Gemeinden werden dabei durch den Kanton unterstützt.
- 2** Das lokale Potenzial an Umweltwärme und Abwärme (z. B. von Rechenzentren) ist konsequent und mit erster Priorität zu nutzen.
- 3** Bei Bestandesbauten sind die energetische Erneuerung der Gebäudehülle und -technik sowie der Ersatz von Heizungen mit fossilen Brennstoffen durch Systeme ohne fossile Brennstoffe unter Berücksichtigung ökonomischer und sozialer Aspekte möglichst bald vorzunehmen.
- 4** Bei der Planung von Neubauten ist den Aspekten der Energieversorgung und -nutzung grosse Bedeutung beizumessen. Neubauten sind so zu planen, dass sie einen tiefen Wärmebedarf aufweisen und mit erneuerbaren Energien versorgt werden. Dem sommerlichen Wärmeschutz ist verstärkt Rechnung zu tragen. Eine zweckmässige saisonale Speicherung der Wärme ist anzustreben.

Stossrichtungen bei der Mobilität

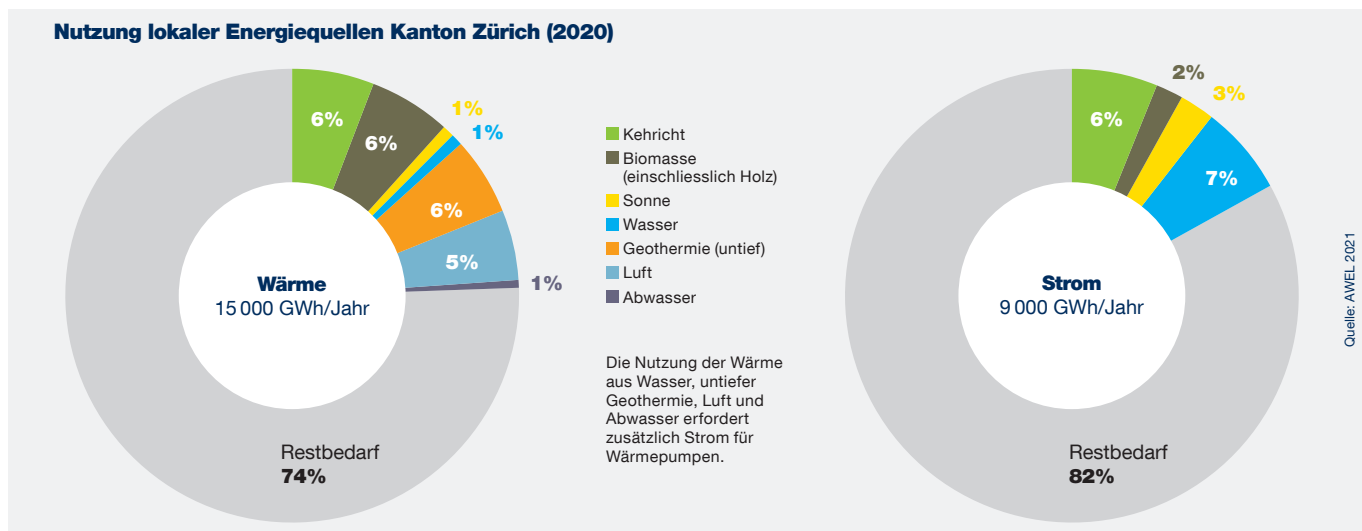
- 1** Im Rahmen ihrer Zuständigkeiten sind die Verkehrsplanungen bei Bund und Kanton auf die Verminderung des Energieverbrauchs und des CO₂-Ausstosses auszurichten. Dies gilt insbesondere für die Richtplanung, die Gesamtverkehrsplanung und die Infrastrukturplanung.
- 2** Der Verkehrsablauf ist energie- und CO₂-sparend zu gestalten. Die Verkehrsnachfrage ist gemäss den Zielen des Gesamtverkehrskonzepts zu steuern.
- 3** Der Velo- und Fussverkehr ist kantonsweit zu fördern. Der Veloverkehr ist gemäss Veloförderprogramm mit Fokus auf den Alltagsverkehr zu stärken.
- 4** Zielführende Entwicklungen verschiedener Technologien für die CO₂-freie Mobilität (z. B. batterie-/wasserstoffbetrieben) sind mit geeigneten, möglichst technologieoffenen Rahmenbedingungen zu unterstützen.
- 5** Negative externe Effekte der Mobilität sollen längerfristig durch Koppelung an einen Preismechanismus internalisiert werden.

Stossrichtungen bei der Stromversorgung

- 1** Das lokale Potenzial zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Quellen ist im Kanton Zürich möglichst vollständig zu nutzen. Falls die Massnahmen auf Bundesebene dafür nicht ausreichen, werden entsprechende Massnahmen auf Kantonsebene geschaffen.
- 2** Die Eigentümerstrategien für die Axpo Holding AG und die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) und deren Umsetzung sind periodisch zu überprüfen und an die kantonale Energieplanung anzupassen.
- 3** Die EKZ sind vorrangig für einen sicheren, leistungsfähigen und effizienten Netzbetrieb und die Belieferung der grundversorgten Kunden zuständig.
- 4** Durch geeignete Energieliefer- und Netznutzungstarife werden die Verursachergerechtigkeit und das energie- und netzeffiziente Verhalten der Kundinnen und Kunden unterstützt. Die Netznutzungstarife berücksichtigen insbesondere eine zunehmende Tendenz zu Eigenverbrauchslösungen.
- 5** Die Rahmenbedingungen (Marktdesign) sind in erster Linie durch den Bund so zu schaffen, dass sie eine ausreichende Stromversorgung jederzeit sicherstellen. Damit auch in Zukunft eine hohe Versorgungssicherheit gewährleistet ist, ist durch den Bund die dafür erforderliche Fähigkeit zur Eigenversorgung festzulegen.
- 6** Zur Erreichung der erforderlichen Fähigkeit zur Eigenversorgung, auch mit zunehmender Elektrifizierung, sind durch den Bund geeignete Rahmenbedingungen mit hoher Rechtssicherheit für den Erhalt und Ausbau der einheimischen Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien, besonders für den Winter, zu schaffen.
- 7** Der Photovoltaik kommt aufgrund des hohen Wachstumspotenzials eine besondere Bedeutung zu. Entsprechend sind die Ausbauziele auf Bundesebene deutlich zu erhöhen.
- 8** Neben der Sicherstellung einer genügenden Fähigkeit zur Eigenversorgung ist durch den Bund eine gute Integration in das europäische Stromnetz anzustreben.
- 9** Die Verfahren zur Erstellung von notwendigen Versorgungsleitungen und von Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien sind zu verkürzen.

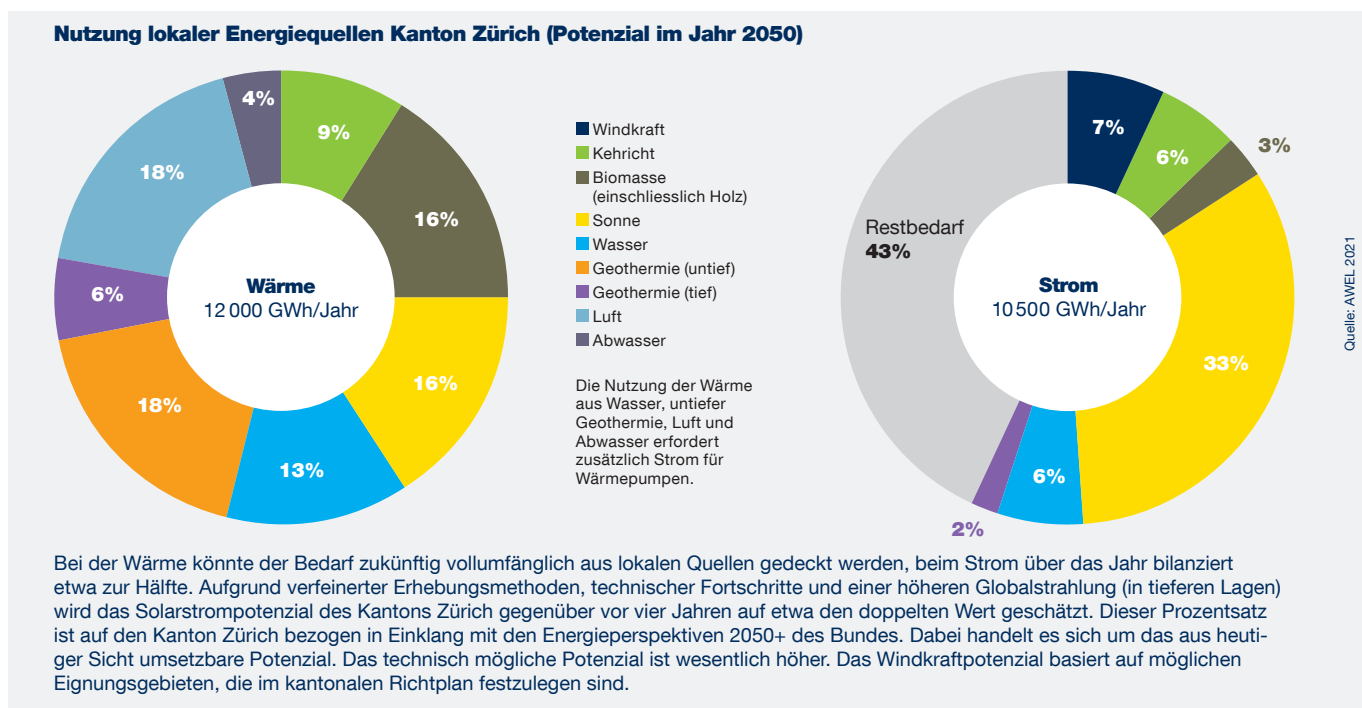
2.4 Beurteilung des künftigen Bedarfs und Angebots

Im Kanton Zürich besteht noch beachtliches nicht ausgeschöpftes Potenzial an erneuerbaren Energiequellen. Wie die Kreisgrafik unten links und die Kantonskarte auf der nächsten Seite veranschaulichen, sind insbesondere bei der Umweltwärme grosse Potenziale vorhanden. Mit Ausnahme des Stroms, der für den Betrieb der Wärmepumpen notwendig ist, könnte der Wärmebedarf in Zukunft vollständig aus lokalen Quellen gedeckt werden.



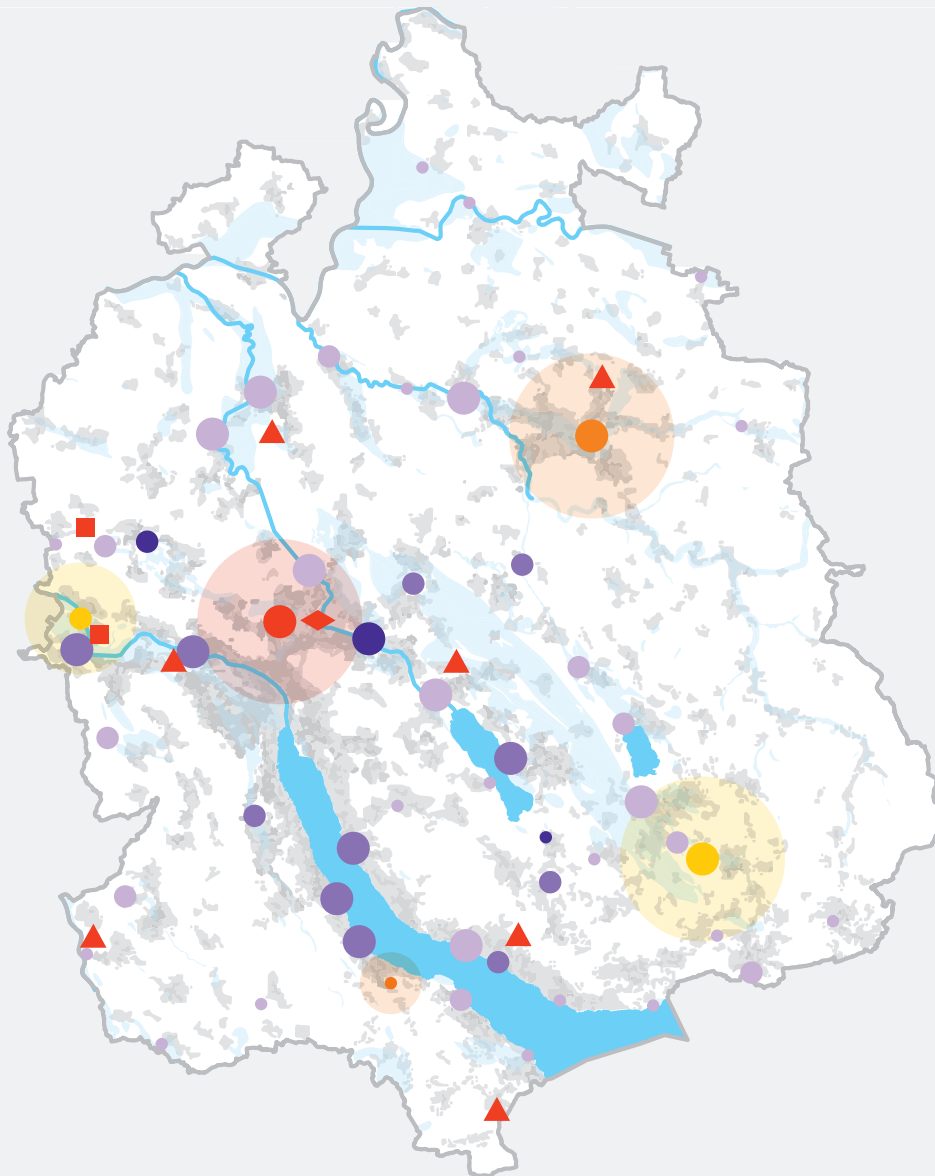
Für den Übergang zu einer Wärmeversorgung aus vornehmlich lokalen, erneuerbaren Quellen ist auf kommunaler Ebene eine vorausschauende Planung von grosser Bedeutung. Dies gilt insbesondere für mit Gas versorgte Gemeinden bei der Planung der weiteren Entwicklung ihres Gasnetzes (vgl. www.metropolitanraum-zuerich.ch/projects/zukunftgasinfrastruktur).

Bei der Stromerzeugung (Grafik unten rechts) ist das kantonale Potenzial gemessen am Verbrauch geringer, fast die Hälfte muss aus anderen Kantonen oder dem Ausland importiert werden. Die besten Möglichkeiten liegen bei Photovoltaikanlagen auf oder an Gebäuden.



Bei der Wärme könnte der Bedarf zukünftig vollumfänglich aus lokalen Quellen gedeckt werden, beim Strom über das Jahr bilanziert etwa zur Hälfte. Aufgrund verfeinerter Erhebungsmethoden, technischer Fortschritte und einer höheren Globalstrahlung (in tieferen Lagen) wird das Solarstrompotenzial des Kantons Zürich gegenüber vor vier Jahren auf etwa den doppelten Wert geschätzt. Dieser Prozentsatz ist auf den Kanton Zürich bezogen in Einklang mit den Energieperspektiven 2050+ des Bundes. Dabei handelt es sich um das aus heutiger Sicht umsetzbare Potenzial. Das technisch mögliche Potenzial ist wesentlich höher. Das Windkraftpotenzial basiert auf möglichen Eignungsgebieten, die im kantonalen Richtplan festzulegen sind.

Orts- bzw. leitungsgebundene Wärmequellen im Kanton Zürich



- KVA > 400 GWh/Jahr
- KVA 200 bis 400 GWh/Jahr
- KVA < 200 GWh/Jahr
- < 20% des Potenzials genutzt
- 20 bis 40% des Potenzials genutzt
- > 40% des Potenzials genutzt

- Abfallholz-WKK
- ▲ Vergärungsanlagen (ohne Kleinanlagen)
- ◆ Holzheizkraftwerk Aubrugg

- ARA > 10 GWh/Jahr
- ARA 5 bis 10 GWh/Jahr
- ARA < 5 GWh/Jahr
- < 10% des Potenzials genutzt
- 10 bis 20% des Potenzials genutzt
- > 20% des Potenzials genutzt

- Oberflächengewässer
- Grundwasser

KVA: Kehrlichtverwertungsanlage; WKK: Wärmekraftkoppelungsanlage; ARA: Abwasserreinigungsanlage

Bei der Nutzung von standort- bzw. leitungsgebundenen Wärmequellen fallen hohe Infrastrukturkosten an. Da Energienetze über Jahrzehnte in Betrieb sein sollen, ist in Gebieten mit leitungsgebundenen Energieträgern eine energie- und raumplanerische Koordination wichtig. Damit kann das heute noch bei Weitem nicht ausgeschöpfte Potenzial am wirtschaftlichsten genutzt werden.

Quelle: Kanton Zürich

3 Energieplanung

In den Bereichen Gebäude, Mobilität, Strom und Grossverbraucher setzt der Kanton Ziele, betreibt Information, plant, erlässt Vorschriften und setzt Anreize. Damit hat er schon einiges erreicht. Um eine sichere Energieversorgung und gleichzeitig die Klimaziele zu erreichen, sind weitere Anstrengungen notwendig.

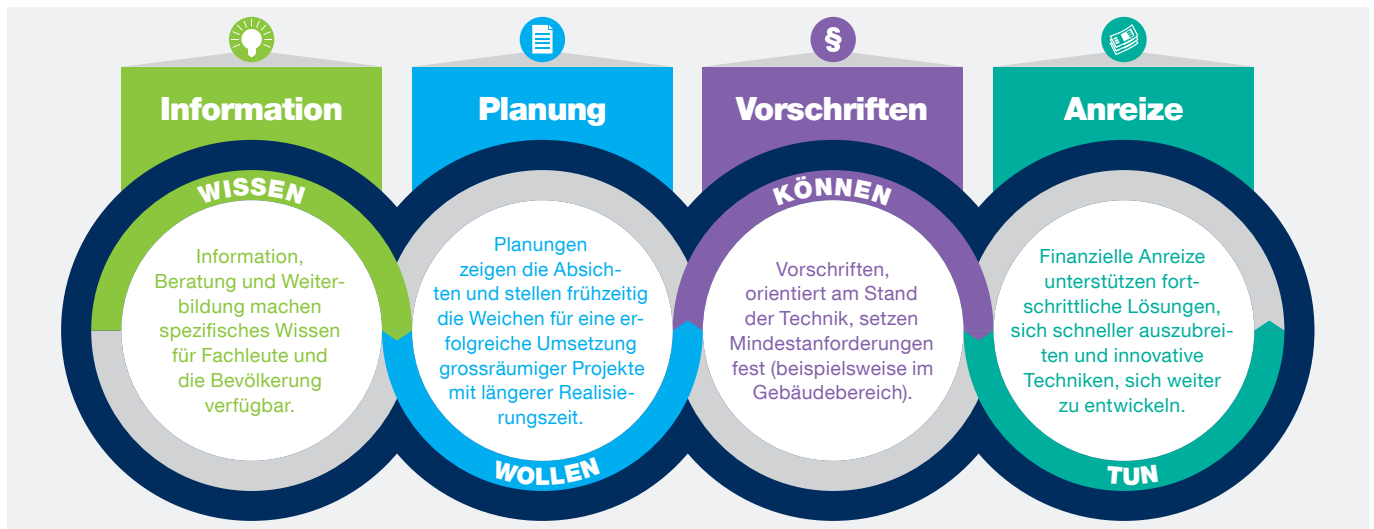
Die Energieplanung des Kantons ist Sache des Regierungsrates. Er erstattet dem Kantonsrat darüber zusammen mit der Energiestrategie Bericht. Der Kantonsrat nimmt den Bericht zur Kenntnis (§ 4 Abs. 1 EnerG). Die Energieplanung bezeichnet die zur Umsetzung der Energiestrategie notwendigen kantonalen Mittel und Massnahmen (§ 6 Abs. 2 EnerG).



3.1 Instrumente zur Aufgabebewältigung

Breites Aufgabenspektrum

Zur bestmöglichen Bewältigung der vielschichtigen Aufgaben im Energiebereich sind verschiedene Ansätze erforderlich. Wirksam kann nur mit einer Kombination aufeinander abgestimmter Instrumente Einfluss genommen werden. Die kantonale Steuerung baut auf einem Wirkungsgefüge auf:



Der Kanton ist jedoch nicht in allen energierelevanten Bereichen mit denselben Kompetenzen ausgestattet, denn die Bundesverfassung (BV, SR 101) weist ausdrücklich folgende Aufgabenbereiche zu:

- Vorschriften über den Energieverbrauch von Anlagen, Fahrzeugen und Geräten erlässt der Bund (Art. 89 Abs. 3 BV).
- Für Massnahmen, die den Verbrauch von Energie in Gebäuden betreffen, sind vor allem die Kantone zuständig (Art. 89 Abs. 4 BV).

Trotz dieser Aufteilung ergeben sich etliche Überschneidungen der Kompetenzen und Aufgaben, die laufend abzustimmen sind. Beispielsweise greift die CO₂-Gesetzgebung des Bundes massgeblich in den Gebäudebereich der Kantone ein.

Unterschiedliche Kompetenzen und Aufgaben

Um den gesetzlichen Auftrag und die Ziele des Regierungsrates unter Berücksichtigung der verfassungsmässigen Kompetenzen von Bund und Kantonen besser ermessen zu können, ist es sinnvoll, die Zuordnung der Aufgaben getrennt nach Wirkungsbereichen zu betrachten.

Gebäude: Für Massnahmen, die den Verbrauch von Energie in Gebäuden betreffen, sind vor allem die Kantone zuständig. Hier haben sie die grössten Einflussmöglichkeiten. Die Kantone haben die diesbezüglichen Grundlagen gemeinsam erarbeitet und entwickeln diese regelmässig weiter. Im Einzelnen sind dies:

- Bauvorschriften («MuKE»: Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich)
- Förderprogramme («HFM»: Harmonisiertes Fördermodell der Kantone)
- Technikfortschritt («Minergie»: Marketing, Vorbild mittels Standards)
- Beratungsangebote («GEAK»: Gebäudeenergieausweis der Kantone)

Massnahmen im Gebäudesektor liegen im Kompetenzbereich der Kantone.

Zusätzlich macht der Bund ergänzende Vorgaben. Insbesondere legt er die Bedingungen für die Förderung von energetischen Massnahmen im Gebäudebereich fest, die aus der nationalen CO₂-Abgabe auf Brennstoffe finanziert werden. Der Vollzug der Gebäudevorschriften erfolgt zu einem grossen Teil durch die Gemeinden.

Der Kanton kann die Mobilität insbesondere über die Raumplanung und das öV-Angebot beeinflussen. Für die Fahrzeugzulassung ist der Bund zuständig.

Über die Energie- und Raumplanung sind günstige Rahmenbedingungen zur Nutzung von Abwärme und erneuerbaren Energien zu schaffen.

Mobilität: Der Kanton Zürich hat hier folgende Handlungskompetenzen:

- Bestellerfunktion beim Zürcher Verkehrsverbund (ZVV; Steuerung Angebot im öV)
- Einflussnahme bei nationalen Planungen (Nationalstrassen, Schieneninfrastruktur)
- Verantwortung für die strategische Planung bis hin zur konkreten Umsetzung des kantonalen Strassennetzes (für den MIV wie für den Veloverkehr)
- Erlass von Vorgaben zur besseren Abstimmung von Siedlung und Verkehr
- Steuerliche Begünstigung von energieeffizienten Fahrzeugen.

Mit diesen Instrumenten kann er den effizienten Energieeinsatz im Bereich Mobilität beeinflussen. Das Gesamtverkehrskonzept 2018 legt die langfristigen Ziele und die Entwicklungsgrundsätze fest.

Anforderungen an Fahrzeuge werden auf Stufe Bund festgelegt. Der Kanton kann energieeffiziente Fahrzeuge steuerlich begünstigen. Zudem kann er (zusammen mit den Gemeinden) die Siedlungs- und die Verkehrsentwicklung, die erheblich für die Menge und Art der Mobilität verantwortlich sind, mit den entsprechenden Planungsinstrumenten und Infrastrukturbauten beeinflussen.

Energieversorgung: Sie ist soweit möglich durch die Energiewirtschaft zu gewährleisten. Bei der Strom- und der Gasversorgung sind die Rahmenbedingungen (Marktordnung, Massnahmen zum Erhalt der Versorgungssicherheit) in erster Linie auf Bundesebene festzulegen. Der Kanton kann mit einer abgestimmten Energie- und Raumplanung (Sach-, Richtplanung) gute Rahmenbedingungen zur Nutzung von Abwärme und erneuerbaren Energien schaffen und geeignete Leitungskorridore für nötige Netzausbauten bezeichnen. Die Gemeinden sollen für ihr Gebiet eine eigene Energieplanung erstellen, die insbesondere für das Angebot der Wärmeversorgung mit leitungsgebundenen Energieträgern Gebietsausscheidungen enthält (§ 7 EnerG).

Industrie- und grosse Dienstleistungsbetriebe: Hier sind Detailvorschriften oft nicht zweckmässig. Grossverbraucher gemäss § 13a EnerG können mit der Baudirektion oder mit dem Bund eine individuelle Zielvereinbarung über die Steigerung der Energieeffizienz abschliessen und dafür von Detailvorschriften befreit werden. Grossverbraucher ohne Zielvereinbarung können zu einer Energieverbrauchsanalyse und zu zumutbaren Massnahmen zur Verbrauchsminderung verpflichtet werden.

3.2 Massnahmen

Der Kanton ergreift bereits seit Jahrzehnten erfolgreich Massnahmen, vor allem im primär in der Zuständigkeit der Kantone stehenden Gebäudebereich. Diese bewährten und breit abgestützten Massnahmen werden weitergeführt und mit zusätzlichen ergänzt. Neben den kantonalen Massnahmen sind auch die Bereiche aufgeführt, in denen Beiträge von Bund und Gemeinden erwartet werden.













Nachfolgend werden die weiterzuführenden und neu zu ergreifenden Massnahmen für die laufende Legislaturperiode und darüber hinaus aufgeführt. Zu beschliessende Massnahmen werden jeweils mit eigenständigen Vorlagen der zuständigen kantonalen Instanz mit Beschreibung der finanziellen und personellen Auswirkungen zur Genehmigung unterbreitet. Bei Massnahmen für Bereiche, in denen der Bund (haupt)verantwortlich ist, wirkt der Kanton im Rahmen seiner Möglichkeiten auf deren Umsetzung hin (beispielsweise bei Vernehmlassungen zu Bundesgesetzen).

Allgemein

Bereich	Handlung	Zuständigkeit
Rechtsetzung	Vorlage zur Anpassung des heutigen CO ₂ -Ziels in § 1 EnerG ausarbeiten	



Gebäude











Bereich	Handlung	Zuständigkeit
Information, Beratung	Informationskampagne «Starte!» mit Partnern weiterführen und neue Programme aufnehmen, z. B. «erneuerbar heizen»	
Information, Beratung	Neue Finanzierungsmodelle mit verschiedenen Partnern (Banken, Pensionskassen, Contractoren) für Sanierungsmassnahmen bzw. Heizungsersatz und zur verstärkten Nutzung erneuerbarer Energien im Gebäudebereich prüfen	
Information, Beratung	Grundangebot für Information und Beratung sicherstellen	
Vorbildfunktion	Standards für Bauten des Kantons erhöhen und Gemeinden informieren (Umsetzung gemäss Regierungsratsbeschluss Nr. 601/2021)	
Pilotprojekte	Verstärkte Fortführung (z. B. Wärmespeicherung, Gebäudedämmung, Betriebsoptimierung) (vgl. Vorlage 5583)	
Kantonale Energie-, Raumplanung	Die kantonale Energieplanung als Steuerungsinstrument stärken und in die Richt- und Nutzungsplanung überführen	
Kommunale Energieplanung	Gemeinden bei Erstellung und Umsetzung unterstützen, Gemeinden mit Gasversorgung oder bedeutenden Abwärmequellen zu Erstellung einer Energieplanung einladen	
Vorschriften	Mit Volksabstimmung vom 28. November 2021 angenommene Änderung Energiegesetz (Mustervorschriften im Energiebereich, MuKE n 2014) umsetzen	
Energietechnik	Vorschriften überprüfen und wo möglich vereinfachen (z. B. bei Wärmepumpen, Fassaden-Photovoltaik)	
Grossverbraucher	Vollzug Zielvereinbarungen fortsetzen	
Förderung	Förderung insbesondere zur Reduktion fossiler Energien im Wärmebereich weiterführen	
CO ₂ -Abgabe	Im Rahmen der laufenden Revision des CO ₂ -Gesetzes ist sicherzustellen, dass weiterhin ausreichende Mittel aus der CO ₂ -Abgabe für die Förderung von Massnahmen im Gebäudebereich zur Verfügung stehen, insbesondere um die Gebäudesanierung zu beschleunigen	



Mobilität

Bereich	Handlung	Zuständigkeit
Vorbildfunktion	Beschaffung energieeffizienter und im Betrieb CO ₂ -freier Fahrzeuge (Umsetzung gemäss Regierungsratsbeschluss Nr. 949/2021)	
Pilotprojekte	Verstärkte Fortführung (z. B. Entwicklung emissionsfreier Mobilität und CO ₂ -neutraler Treibstoffe)	
Information, Beratung, Vertrieb	Aktivitäten verstärkt wahrnehmen, z. B. im Rahmen des bestehenden Beratungsprogramms «Impuls Mobilität» oder einer Förderung von multimodalen Mobilitätsplattformen	
öV-Angebot	Weitere Optimierungen des Fahrzeugparks und Beschaffung von emissionsfreien und energieeffizienten Fahrzeugen	
öV-Angebot	Das Angebot des öV abgestimmt auf die Gesamtverkehrsplanung weiter optimieren und angebotsorientiert im Einklang mit den raumplanerischen Zielen ausbauen	
Verkehrs-, Raumplanung	Verbesserung der Abstimmung Siedlung–Verkehr. Insbesondere Prüfung von Erschliessungsvorgaben für arbeitsplatzintensive Betriebe und publikumsorientierte Einrichtungen	
Gesamtverkehrsplanung	Innovative Mobilitätsformen bei der Gestaltung der Verkehrssysteme ermöglichen. Hierzu auch Agglomerationsprogramme und regionale Gesamtverkehrskonzepte nutzen und weiterentwickeln	
Infrastrukturplanung	Innovationen im Verkehrssystem verfolgen und gegebenenfalls rasch im Bereich Infrastrukturplanung umsetzen	
Fuss-, Veloverkehr	Die Infrastruktur für den Fuss- und Veloverkehr ausbauen und verbessern. Den kantonalen Velonetzplan bei Infrastrukturplanungen durch alle beteiligten Direktionen und Ämter umsetzen (u. a. die Pilotstrecken für Veloschnellrouten). Bedürfnisse des Veloverkehrs bei Projekten priorisieren	
Mobility Pricing	Beschleunigte und verstärkte Auseinandersetzung mit dem Mobility Pricing und Schaffung der erforderlichen Rechtsgrundlagen. Der Kanton nimmt Einfluss bei der Ausgestaltung und beobachtet Pilotprojekte.	
Förderung CO ₂ -arme Mobilität	Befristete Förderung der Infrastruktur für eine CO ₂ -arme Mobilität umsetzen gemäss «DiNaMo: Digitalisierung und Nachhaltigkeit der Mobilität im Kanton Zürich, Strategie und Handlungsprogramm, 2021»	
Förderung Elektromobilität	Kantonale Parkplätze mit Ladeinfrastruktur ausstatten	

Mobilität

Bereich	Handlung	Zuständigkeit
Forschung	Gezielte Weiterführung der Forschung zur Verminderung des Energieverbrauchs und CO ₂ -Ausstosses in der Mobilität	
Veloverkehr	Die Veloinitiative (Verfassungsartikel) konsequent umsetzen	
Roadmap Elektromobilität	Roadmap Elektromobilität kontinuierlich weiterentwickeln, für eine effiziente Nutzung von Elektromobilen sorgen und die Anzahl fossil betriebener Fahrzeuge verkleinern	
Flottengrenzwerte	Bei Importen mindestens die Grenzwerte der CO ₂ -Emissionen für Flotten der Automobilimporteure der EU ohne Erleichterungen übernehmen	
Lenkungsabgabe	Lenkungswirksame CO ₂ -Abgabe auf fossile Treibstoffe in Abstimmung mit der Kompensationspflicht für Treibstoffimporteure einführen	
Grenzwerte	Für zu importierende Fahrzeuge realistische, praxiserprobte Grenzwerte als Ziele für den CO ₂ -Ausstoss festlegen und diese periodisch absenken (innert zehn Jahren bis auf null)	
Treibstoffimporte	Die Kompensationspflicht für Treibstoffimporteure in Abstimmung mit der einzuführenden CO ₂ -Abgabe auf Treibstoffe erhöhen und den Anteil alternativer Treibstoffe steigern	
Verkehrsabgabe	In Ergänzung zu den kantonalen Motorfahrzeugsteuern die Einführung einer leistungsabhängigen Verkehrsabgabe für Personen- und Lieferwagen auf Ebene Gesamtschweiz prüfen	
Energieeffiziente Mobilität	Anreize für die Nutzung der energieeffizientesten Verkehrsmittel und für die Beschaffung von Fahrzeugen mit niedrigem Energiebedarf und CO ₂ -Ausstoss schaffen	
Luftverkehr	Sich international für eine Verringerung der Treibhausgasemissionen des Flugverkehrs einsetzen	


 **Information, Beratung, Weiterbildung, Forschung und Vorreiterrolle**










 **Planung**

 **Vorschriften**

 **Finanzielle Anreize**

 neue Massnahmen

 bestehende Massnahmen, teilweise zu verstärken

Bereich	Handlung	Zuständigkeit
Pilotprojekte	Verstärkte Fortführung (z. B. Speicherung, Produktion Winterstrom, Senkung Stromverbrauch)	
Information	Möglichkeiten bezüglich der Einführung von zukunftsfähigen Tarifstrukturen sowie bezüglich der Sensibilisierung der Endverbraucherinnen und Endverbraucher für ihre Stromverbrauchsentwicklung mit Verteilnetzbetreibern prüfen	
EKZ-Gesetz	Das EKZ-Gesetz ist nach der laufenden Revision des eidgenössischen Stromversorgungsgesetzes an die neuen Gegebenheiten anzupassen	
Erzeugung Kanton ZH	Möglichkeiten des Kantons zur Erhöhung der Versorgungssicherheit und zur Steigerung der Produktion von Strom aus erneuerbaren Energien prüfen, mit Schwerpunkt auf Photovoltaik und Winterstrom und unter Berücksichtigung der Förderung des Bundes	
Eigentümerrolle EKZ	Jährliches Berichterstattung zur Umsetzung der Eigentümerstrategie Eigentümerstrategie alle vier Jahre bzw. bei einschneidender Änderung der energiepolitischen Vorgaben des Kantons überprüfen und aktualisieren	
Beteiligung Axpo	Jährliches Berichterstattung zur Umsetzung der Eigentümerstrategie Eigentümerstrategie alle vier Jahre bzw. bei einschneidender Änderung der energiepolitischen Vorgaben des Kantons überprüfen und aktualisieren	
Grossverbraucher	Vollzug der Zielvereinbarungen fortsetzen	
Forschung	Die Forschung insbesondere in den Bereichen dezentrale Stromversorgungssysteme, Produktion von Winterstrom, Elektrolyse und Hochtemperaturelektrolyse, Speicherung (Wasserstoff, Methan) vorantreiben	
Versorgungssicherheit	Den erforderlichen Eigenversorgungsgrad sowie Strategie, Rahmenbedingungen und Massnahmen für den Ausbau der Stromproduktion aus inländischen erneuerbaren Energien, besonders im Winterhalbjahr, festlegen. Subsidiäre Unterstützung mit Massnahmen auf kantonaler Ebene	


 **Information, Beratung, Weiterbildung, Forschung und Vorreiterrolle**

 **Planung**

 **Vorschriften**

 **Finanzielle Anreize**

 neue Massnahmen

 bestehende Massnahmen, teilweise zu verstärken

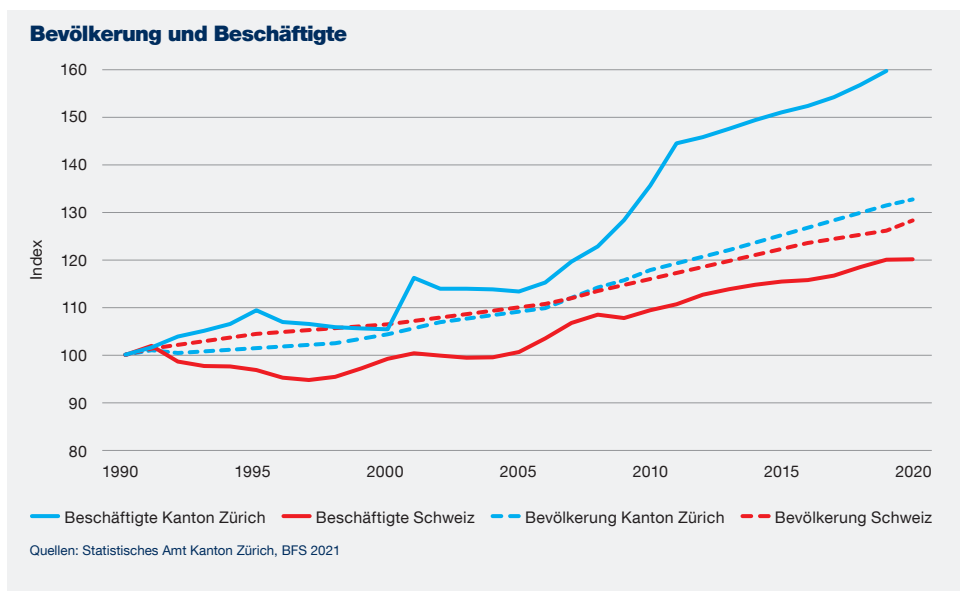
3.3 Stand der Energieversorgung im Kanton Zürich

Stand und Ausblick Kanton

Die Wirtschaft und die Bevölkerung wachsen überdurchschnittlich. Der Energiebedarf und die CO₂-Emissionen pro Kopf sinken, aber der Gesamtbedarf verharrt auf hohem Niveau. Hier bieten sich vielfältige Möglichkeiten, die Energieeffizienz weiter zu steigern, Potenziale besser zu nutzen und fossile Energieträger zu substituieren.

Der Kanton Zürich ist attraktiv

Der Kanton Zürich ist ein gefragter Standort zum Wohnen und Arbeiten. Die Bevölkerung hat in den letzten 30 Jahren überdurchschnittlich zugenommen. Noch ausgeprägter war das Wachstum bei den Arbeitsplätzen. Ein Anstieg der Anzahl Pendlerinnen und Pendler aus anderen Kantonen, vor allem in den Grossraum Zürich, war die Folge. In dieser Entwicklung zeigt sich ein Zusammenwirken von interessanten Arbeitsplätzen, guter Verkehrserschliessung und relativ hohen Wohnkosten.



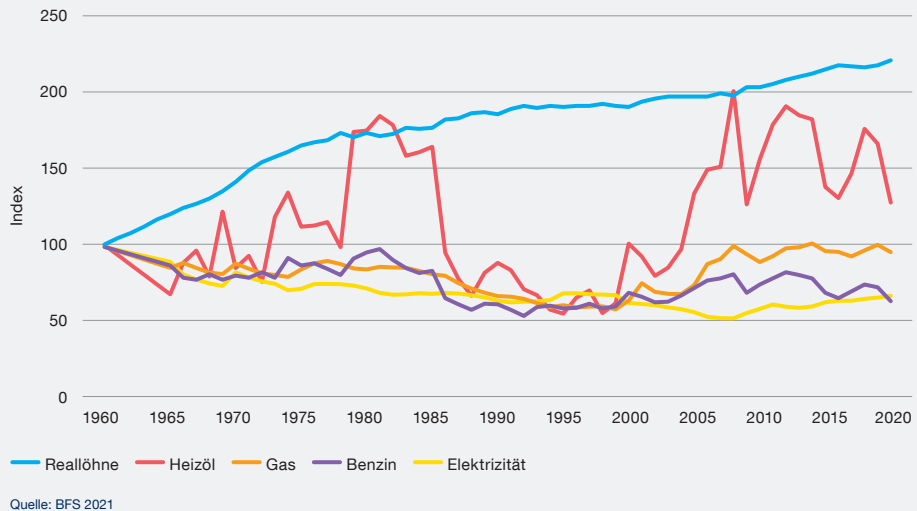
Noch stärker als die Bevölkerung wächst die Zahl der Arbeitsplätze.

Stabile Versorgung – trotz hohen Importanteils

Während sich die Reallöhne seit 1960 mehr als verdoppelt haben, sind die Preise für Energie teuerungsbereinigt gesunken (Strom, Benzin, Gas) bzw. weniger stark angestiegen (Heizöl) als die Reallöhne. Die starken Schwankungen des Ölpreises beruhen auf Mechanismen der internationalen Energiemärkte. Ein Teil der gegenüber den anderen Energieträgern sichtbaren Preiszunahme von Erdgas und noch stärker von Heizöl ist auf die 2008 eingeführte CO₂-Abgabe zurückzuführen. Mit dem Ausbruch des Krieges in der Ukraine im Februar 2022 sind die Preise für fossile Energien massiv gestiegen, und an den Börsen haben sich die Handelspreise für Strom und Gas innert weniger Monate vervielfacht. Als Folge davon sind die Preise für Treibstoffe und vielerorts auch die Gastarife erheblich gestiegen. Die Stromtarife dürfen unter dem Jahr nicht angepasst werden. Für 2023 werden die meisten Versorger erhebliche Tarifierhöhungen vornehmen müssen. Die weitere Entwicklung der Energiepreise wird massgeblich vom Verlauf des Krieges in der Ukraine abhängen. Es ist nicht auszuschliessen, dass gerade die Strompreise längerfristig auf höherem Niveau bleiben.

Seit dem Kriegsausbruch in der Ukraine sind die Energiepreise markant gestiegen. Wann und in welchem Umfang sie wieder sinken, ist von vielen Faktoren abhängig.

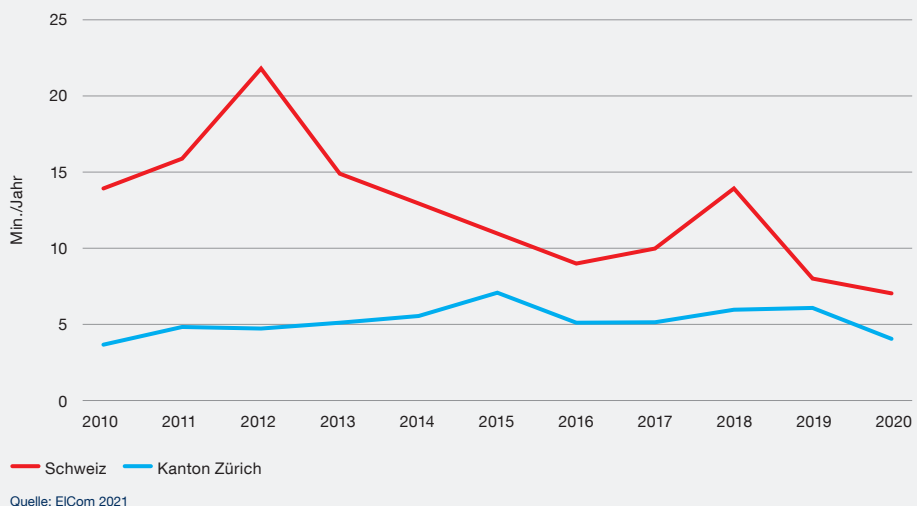
Energiekosten für Konsumenten (Realwerte)



Die Energieversorgung des Kantons Zürich war trotz des Bevölkerungs- und Beschäftigtenwachstums, anhaltender Bautätigkeit und steigender Verkehrsnachfrage auch in den letzten Jahren zuverlässig und preisgünstig. So verzeichnete der Kanton Zürich kaum längere Stromunterbrüche.

Bislang war die Stromversorgung des Kantons Zürich sehr zuverlässig.

Dauer ungeplanter Stromunterbrüche in Min./Jahr

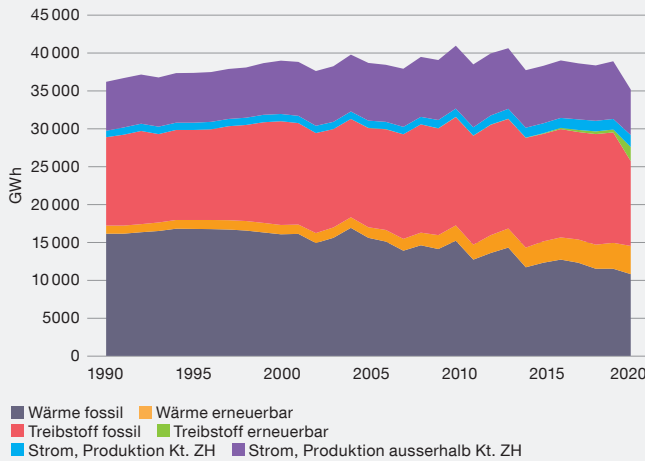


Nachfragewachstum neutralisiert Effizienzgewinne

Infolge abnehmender Wärmenachfrage in Gebäuden sowie in Industrie- und Gewerbebetrieben ging der Energieverbrauch pro Person zurück. Der Treibstoffverbrauch liegt mit rund zehn Megawattstunden (rund 1000 Liter Benzin, Diesel oder Kerosin) pro Person etwa gleich hoch wie 1990. Aufgrund des Bevölkerungswachstums nahm der Treibstoffverbrauch insgesamt deshalb deutlich zu. Damit entfallen mehr als die Hälfte des fossilen Energieverbrauchs auf Verkehrszwecke. Erneuerbare biogene Treibstoffe stehen bei uns nicht in bedeutenden Mengen zur Verfügung.

Auch bei den elektrischen Anwendungen (Lüftung, Klimatisierung, Haushaltgeräte, Geräte für Kommunikation und Unterhaltung sowie Beleuchtung) wurden die Effizienzgewinne lange Zeit durch einen Zuwachs der Anzahl Geräte wieder zunichtegemacht. Seit wenigen Jahren geht der Strombedarf pro Person aber zurück. Trotz des Bevölkerungswachstums blieb die Gesamtnachfrage lange Zeit stabil. Der durch die Coronapandemie bedingte Lockdown führte beim Treibstoffverbrauch 2020 zu einem deutlichen, allerdings vorübergehenden Rückgang.

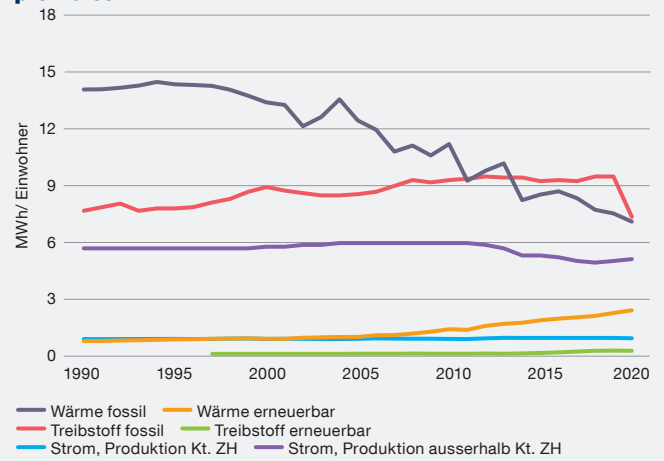
Endenergieverbrauch im Kanton Zürich nach Sektor



Insgesamt ist sich der Energiebedarf des Kantons in den letzten 30 Jahren um 7,2% gestiegen. Dies bei einer Bevölkerungszunahme von 31%.

Quelle: AWEL 2021

Endenergieverbrauch im Kanton Zürich nach Sektor pro Person



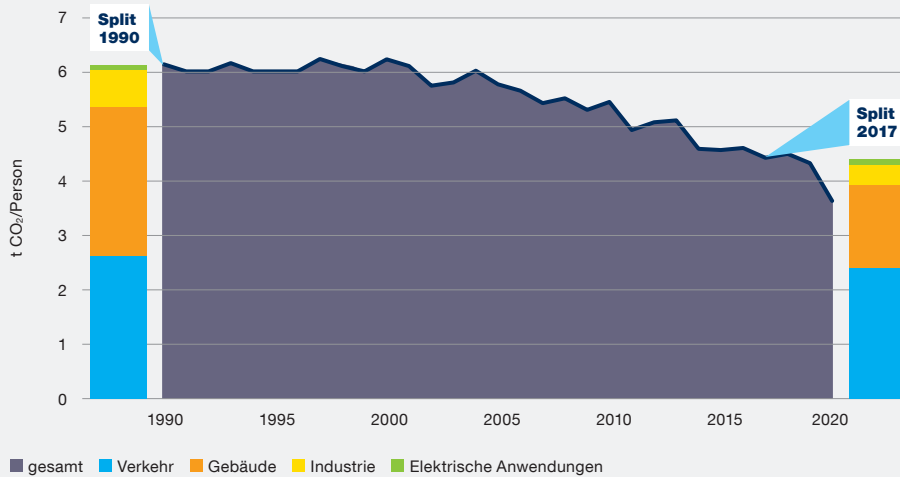
Der Wärmeverbrauch pro Person hat seit 1990 deutlich abgenommen. Bei Strom und Treibstoff ist der Pro-Kopf-Verbrauch trotz gesteigerter Effizienz etwa stabil.

Quelle: AWEL 2021

Sinkender CO₂-Ausstoss

Als Folge der vorgängig dargestellten Veränderungen ging der spezifische CO₂-Ausstoss durch energetische Anwendungen im Kanton seit 1990 von gut 6 auf etwa 4,3 Tonnen pro Person zurück. Schweizweit bewegen sich die Zahlen im gleichen Rahmen. Die Abnahme fand massgeblich bei den Gebäuden und vor allem seit dem Jahr 2000 statt. Etwa zu dieser Zeit wurden auch die staatlichen Eingriffe verstärkt, sowohl auf nationaler (Start Programm EnergieSchweiz, Gebäudeprogramm, etwas später CO₂-Abgabe) als auch auf kantonaler Ebene (neue Anforderungen wie Höchstanteil nichterneuerbare Energien, Grossverbraucher-vollzug, Förderprogramm). Dies hat zumindest im Gebäudebereich den technischen Fortschritt beschleunigt.

CO₂-Emissionen pro Person im Kanton Zürich



Quelle: AWEL 2021

Der CO₂-Ausstoss pro Person sank hauptsächlich aufgrund der Fortschritte im Gebäudebereich.

Gebäude

Energetisch wurden im Gebäudebereich in den letzten Jahrzehnten sehr grosse Fortschritte erzielt. Dies manifestiert sich vor allem bei Neubauten. Handlungsbedarf und grosses Potenzial für Effizienzsteigerungen und den Umstieg auf erneuerbare Energiequellen besteht nach wie vor bei älteren Gebäuden.

Auf die beheizte Wohnfläche bezogen sinkt der Wärmebedarf des Wohngebäudeparks im Kanton Zürich. Neubauten beeinflussen die Statistik aufgrund des deutlich verbesserten Wärmeschutzes stark. Zudem werden immer mehr erneuerbare Energien genutzt. Trotz gesteigerter Wohnfläche pro Person und trotz Bevölkerungswachstum ist der gesamte Wärmebedarf der Bauten gesunken.

Der durchschnittliche Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser des gesamten Gebäudebestandes soll weiter sinken. Gleichzeitig soll der Anteil der noch fossil beheizten Gebäude stark abnehmen. Effizienzsteigerungen bei den bestehenden Gebäuden sind noch überwiegend das Ergebnis zahlreicher Einzelmassnahmen an der Gebäudehülle bzw. an der Haustechnik. Gesamterneuerungen dagegen sind nach wie vor selten.

Der Energiebedarf von neuen Wohnbauten sinkt seit Jahrzehnten stark, der Anteil an erneuerbaren Energien steigt.

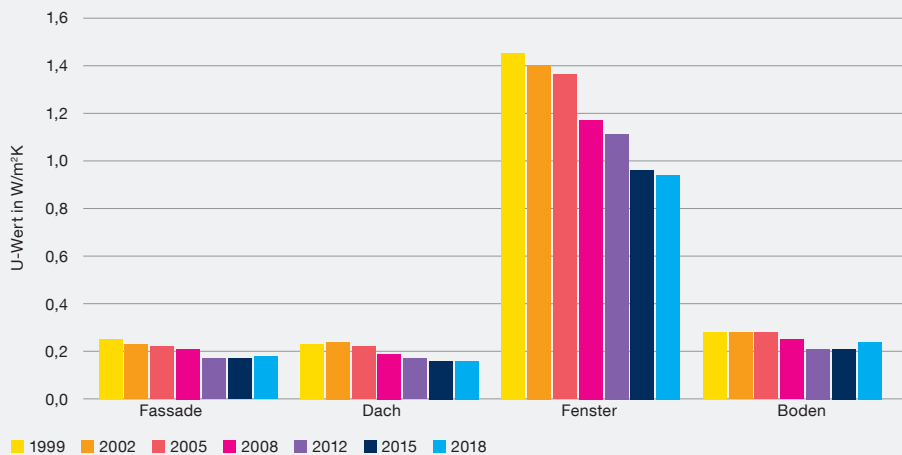
Markante Abnahme des Energiebedarfs

Der Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser von neuen Wohnbauten verminderte sich in den letzten 40 Jahren markant. Mitte der 1970er-Jahre lag der Bedarf bei rund 200 kWh/m² beheizter Wohnfläche, der Anteil der mit Heizöl befeuerten Heizungen betrug damals 80%. Bis Mitte der 1990er-Jahre hatte sich der Bedarf auf 100 kWh/m² halbiert. Heute brauchen neue Wohnungen bei einer Standardnutzung gemäss Norm noch etwa 50 kWh/m² für Raumwärme und Warmwasser und es werden überwiegend mit erneuerbaren Energien betriebene Heizungen gewählt.

Neubauten

Der Stand der Technik bei Neubauten wird regelmässig untersucht. Bei neuen Dächern, Fassaden und Böden sinken die U-Werte nur noch wenig. Bei den Fenstern sind aber noch Verbesserungen erkennbar. Diese wurden in den letzten Jahren dank dem Übergang von Zweifach- zu Dreifachverglasungen erzielt. Untersuchungen haben gezeigt, dass die baurechtlichen Vorgaben bei neuen Gebäuden gut erreicht werden, insbesondere bei Bauten mit einer Wärmepumpenheizung. Zudem kann festgestellt werden, dass heute die Gebäudehüllen im Schnitt besser gebaut werden, als es die geltenden Mindestvorschriften verlangen.

Entwicklung des (mittleren) Wärmedurchgangs durch verschiedene Bauteile



Der U-Wert ist das Mass für den Wärmedurchgang durch einen festen Körper. Je niedriger der Wert ist, desto besser ist die Wärmedämmung. Fensterflächen haben eine geringere Fähigkeit zur Wärmedämmung als massivere Bauteile. Mit modernen Mehrfachverglasungen wurden auch in diesem Bereich in den letzten 20 Jahren erhebliche Verbesserungen erzielt.

Quelle: AWEL 2019

Grosse technische Fortschritte bezüglich der Wärmeisolation wurden bei den Fenstern erreicht. Allerdings werden die Verbesserungen durch immer grössere Fensterflächen weitgehend wieder aufgehoben.

Zum Teil zeigt sich beim Wärmebedarf eine grosse Abweichung von den Annahmen der Standardnutzung nach Norm. Man spricht hier vom «Performance Gap». Insbesondere beim Nutzerverhalten wird eine sehr grosse Streuung beobachtet: Oft werden die Bauten aus Komfortgründen mit höheren Raumtemperaturen betrieben als für die Berechnung angenommen. Dies sowie die Belegung (Anzahl Personen bezogen auf die Wohnfläche) beeinflussen den Wärmekonsum erheblich. Auch der Energiebedarf für Warmwasser kann stark vom Durchschnittswert abweichen.

Performance Gap: Differenz zwischen Planung und Messung

Je nachdem, welche Werte man miteinander vergleicht, werden unterschiedliche Komponenten des Performance Gaps erfasst. Der wichtigste Grund für den Mehrverbrauch ist das Nutzerverhalten.

Komponenten



Verhaltens-Gap

Das tatsächliche Nutzerverhalten ist anders als angenommen. Hier zeigen Studien, dass Bewohnerinnen und Bewohner von neuen Wohnbauten höhere Raumtemperaturen einstellen, die Fenster häufiger öffnen und den Sonnenschutz in der Heizperiode im Winter häufiger nutzen als die SIA-Norm als Standard vorgibt.



Technischer Gap

Das Gebäude wird nicht nach Plan gebaut und betrieben. Beispiel: Die Wärmepumpe ist schlecht eingestellt und hat daher einen schlechteren Wirkungsgrad.



Klima-Gap

Das Wetter war im betreffenden Jahr anders als das angenommene Klima. Beispiel: Herbst und Winter waren wärmer als in der Norm hinterlegt.



Modellierungs-Gap

Das Berechnungstool bildet die Wirklichkeit nicht perfekt ab.

Quelle: Darstellung AWEL, Grundlage Ernst Basler und Partner 2019

Heizsysteme bei Neubauten

Trotz des geringeren Energiebedarfs neuer Häuser sank der Heizleistungsbedarf gegenüber früheren Jahren vergleichsweise wenig. Diese Diskrepanz hängt insbesondere mit den heute grossen Fensterflächen zusammen. Der höhere Wärmeverlust von Fenstern gegenüber einer konventionellen Aussenwand wirkt sich auf die benötigte Heizleistung an kalten Tagen aus. Im Gegenzug kann bei grossen, unverschatteten Fenstern die Sonne einen Teil der Wärmeversorgung übernehmen (passive Solarenergienutzung). Zur Beschränkung der Leistungsspitzen an kalten Wintertagen werden die Wärmedämmvorschriften künftig neben einem Energie- auch ein Leistungskriterium enthalten.

Umsetzung MuKE n 2014

Mit der von den Stimmberechtigten am 28. November 2021 angenommenen Gesetzesänderung wird das kantonale Energiegesetz an den heutigen Stand der Bautechnik angepasst. Die Inkraftsetzung erfolgt auf den 1. September 2022. Es werden wichtige Weichen für die Reduktion der CO₂-Emissionen bei der Wärmebereitstellung und die Steigerung der Energieeffizienz gestellt. Einen wesentlichen Teil dieser Änderung stellt die Umsetzung der Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE n 2014) dar. Diese werden im Hinblick auf eine Harmonisierung der Anforderungen zwischen den Kantonen regelmässig durch die Konferenz Kantonaler Energiedirektoren (EnDK) erarbeitet.

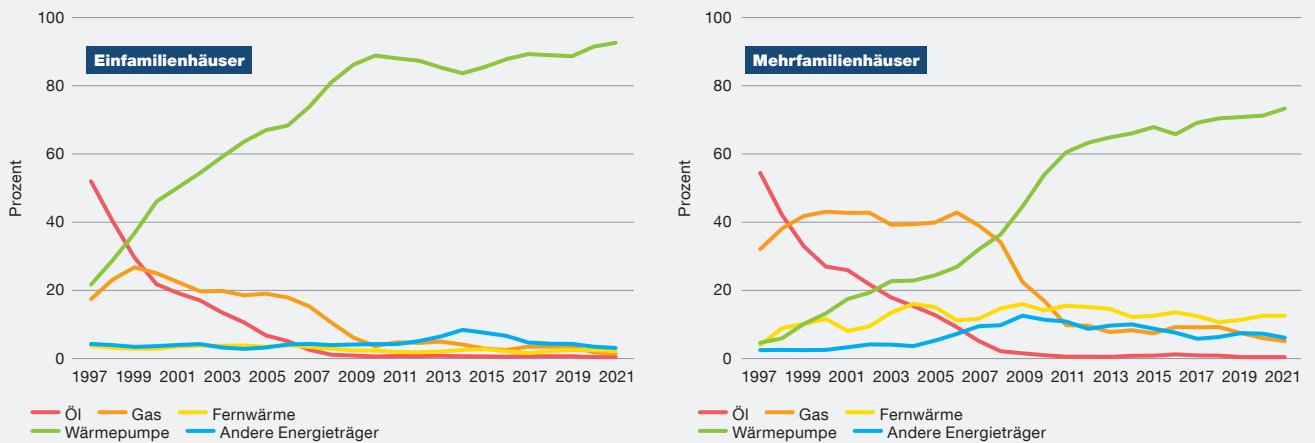
Minergie zeigte in den letzten Jahren die Möglichkeiten bei Neubauten auf und prägte den heutigen Stand der Technik. Mit der Änderung des Energiegesetzes werden Neubauten künftig einen möglichst geringen Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Lüftung und Klima aufweisen. Zudem werden sie einen Teil des benötigten Stroms selbst erzeugen und am Standort ohne Heizung mit fossilen Brennstoffen auskommen.

Bei bestehenden Bauten ist beim Ersatz einer Wärmeerzeugungsanlage bei gegebener Wirtschaftlichkeit eine Heizung mit erneuerbaren Energien einzusetzen. Ist eine vollständig mit erneuerbaren Energien betriebene Heizung nicht wirtschaftlich, darf erneut eine fossile Heizung eingebaut werden, es muss dabei aber entweder ein kleiner Anteil erneuerbare Energie eingesetzt oder die Energieeffizienz verbessert werden. Bestehende Elektroheizungen und zentrale Elektroboiler sind bis 2030 zu ersetzen.

Schliesslich wird mit der Änderung im Zweckartikel des Energiegesetzes dem öffentlichen Interesse an energetischen Verbesserungen und an Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien in der Interessenabwägung bei Bauvorhaben Rechnung getragen.

In Neubauten werden heutzutage kaum noch Heizsysteme mit fossilen Brennstoffen installiert. Gelegentlich dienen fossile Anlagen noch zur Deckung von Spitzenlasten (nur bei tiefen Aussentemperaturen) in grossen Überbauungen, ergänzend zu einer CO₂-freien Basisheizung. Der Einsatz nur für Spitzenlasten führt zu einem vergleichsweise geringen Brennstoffbedarf und CO₂-Ausstoss. Mit Inkrafttreten des geänderten Energiegesetzes am 1. September 2022 sind fossile Heizungen bei Neubauten nicht mehr erlaubt.

Anteile der Heizsysteme bei Neubauten im Kanton Zürich



Im Kanton Zürich werden heute neun von zehn neu gebauten Einfamilienhäusern mit einer Wärmepumpenheizung ausgestattet. Bei neuen Mehrfamilienhäusern spielen auch weitere Energieträger eine Rolle, allen voran Fernwärme und Erdgas. Der starke Rückgang der Ölheizungen ab 1997 kann erklärt werden mit der Inkraftsetzung der Vorschrift bezüglich des Höchstanteils nicht erneuerbarer Energien (§ 10a EnerG). Die Graphen zeigen den gleitenden Mittelwert über drei Jahre.

Quelle: Wuest Partner 2021

Photovoltaik bei Neubauten

Minergie-zertifizierte Neubauvorhaben müssen seit dem 1. Januar 2017 über eine Anlage zur Eigenstromerzeugung, sprich eine Photovoltaikanlage (PV-Anlage), mit einer Leistung von 10 W/m² Energiebezugsfläche verfügen. Dies entspricht auch etwa der für eine Eigenverbrauchsoptimierung benötigten Leistung der PV-Anlage. Eine Auswertung bei 131 Minergie-Wohnneubauprojekten im Kanton Zürich zeigte, dass die Dachflächen für die geforderte PV-Leistung von 10 W/m² ausreichend sind. Es wäre sogar in vielen Fällen mehr machbar gewesen, als nur den Eigenverbrauch zu optimieren. Eine entsprechende Vorgabe gilt ab 1. September 2022 für alle Neubauten.

Ersatzneubauten

Mit Ersatzneubauten anstelle von Gesamtmodernisierungen lassen sich tiefere Wärmebedarfswerte und erneuerbare Heizsysteme einfacher realisieren. Allerdings sind Ersatzneubauten verbunden mit hohen CO₂-Emissionen im Bau. Durch effizienteren Betrieb können diese grauen Emissionen über die gesamte Lebensdauer einer Immobilie teilweise wieder ausgeglichen werden. Die Potenziale der inneren Verdichtung lassen sich oftmals nur durch Ersatzneubauten umsetzen. Dies führt allerdings gerade im urbanen Raum zuweilen zu einer gesellschaftlich unerwünschten sozialen Verdrängung (Gentrifizierung). Im Durchschnitt werden im Kanton Zürich jährlich rund 0,25% der Wohnbauten abgebrochen und durch neue ersetzt. Zusätzlich werden Wohn- bzw. Bürobauten auf ehemaligen Industriearealen errichtet, grösstenteils in den Städten Zürich und Winterthur. Diese Bautätigkeit unterliegt allerdings starken Schwankungen und die bedeutendsten Areale im Kanton sind in der Zwischenzeit entsprechend umgestaltet.

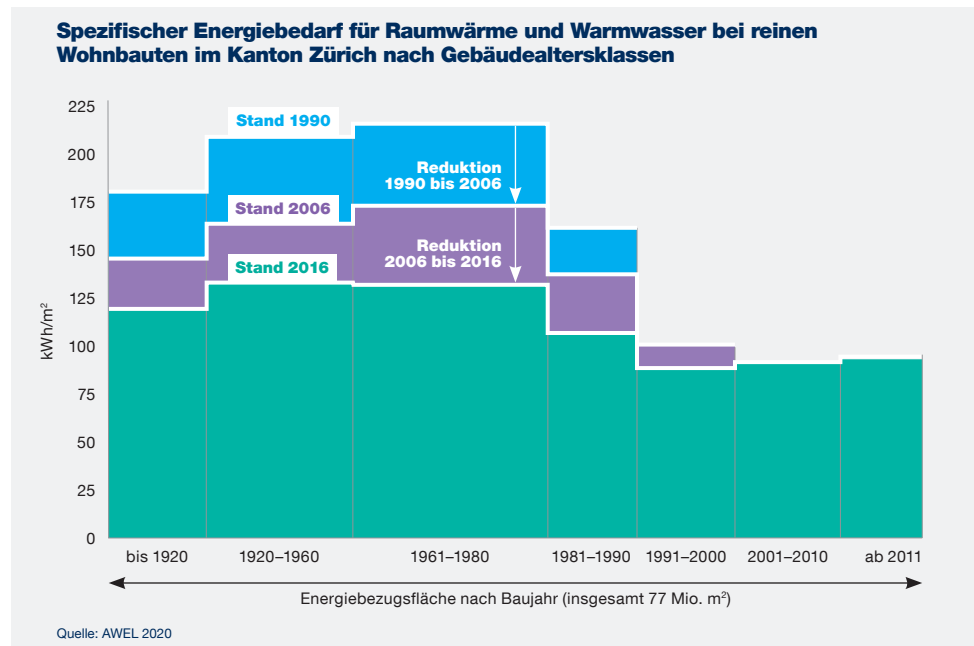
Ersatzneubauten sind im Betrieb effizient, bei deren Erstellung fallen aber hohe CO₂-Emissionen an.

Altbauten

Seit 1990 verringerte sich der Energiebedarf für Raumwärme und Warmwasser von Wohnbauten mit Baujahr 1990 und älter bezogen auf die beheizte Wohnfläche von 190 kWh/m² auf 125 kWh/m².

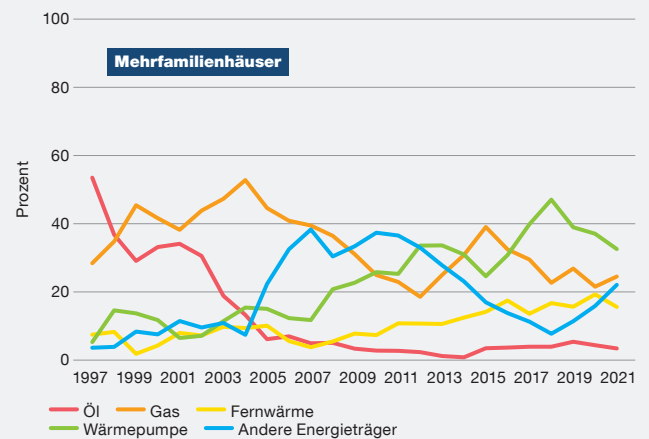
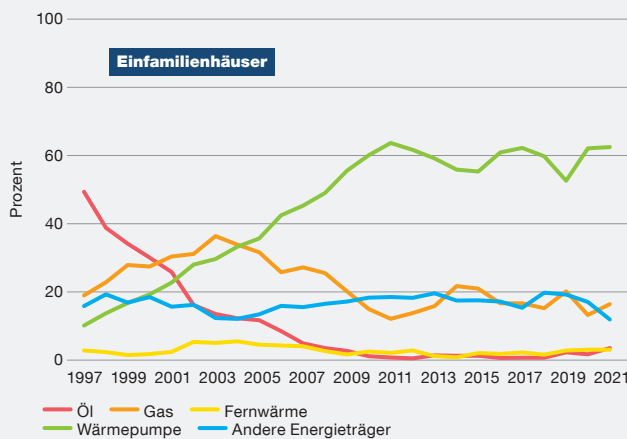
Häufig beschränken sich Sanierungen von Altbauten auf einzeln nachzurüstende Bauteile wie Fenster oder die Dämmung von Kellerdecke oder Estrichboden.

Häufig beschränken sich energetische Verbesserungsmaßnahmen an der Gebäudehülle auf einfach zu ersetzende bzw. nachzurüstende Bauteile wie neue Fenster sowie die Dämmung der Kellerdecke und des Estrichbodens. Dadurch senkt sich der Energiebedarf für Raumheizung um etwa ein Drittel. Weitergehende Verbesserungen bedingen eine Nachrüstung von komplexeren Bauteilen wie Fassaden und Dächern. Neben Verbesserungen bei der Wärmedämmung wurde ein Teil der Reduktion seit 1990 durch den Ersatz alter Heizkessel durch effizientere Wärmeerzeuger (z. B. mit Nutzung der Kondensationswärme des Abgases) erreicht.



Neben der weiteren Reduktion des spezifischen Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser kommt der vermehrten Nutzung erneuerbarer Energien zur Deckung des verbleibenden Wärmebedarfs eine grosse Bedeutung zu. Heizsysteme in Altbauten werden noch überwiegend fossil betrieben, wobei in gasversorgten Gebieten viele Öl- durch Gasheizungen ersetzt wurden. Die immer noch grosse Bedeutung des Öls in Altbauten zeigt sich auch an der geringen Abnahme bei der Anzahl der Öltanks im Kanton Zürich. Sie ist von 2012 bis 2016 jährlich um etwa 2000 gesunken (2016 insgesamt etwa 80 000). In den letzten Jahren leistete vor allem Umweltwärme in Verbindung mit Wärmepumpen steigende Beiträge zur Wärmeversorgung wie die nachfolgenden Grafiken zeigen. Zu einer Abkehr von fossilen Energieträgern kommt es jedoch bei Erneuerung der Wärmeerzeugung häufig nur im Rahmen eines grösseren Umbauprojekts. Die Anzahl Umbauten hat in den letzten Jahren wieder abgenommen. Wenn ein Umbau realisiert wird, wird überwiegend auch eine erneuerbare Heizung gewählt.

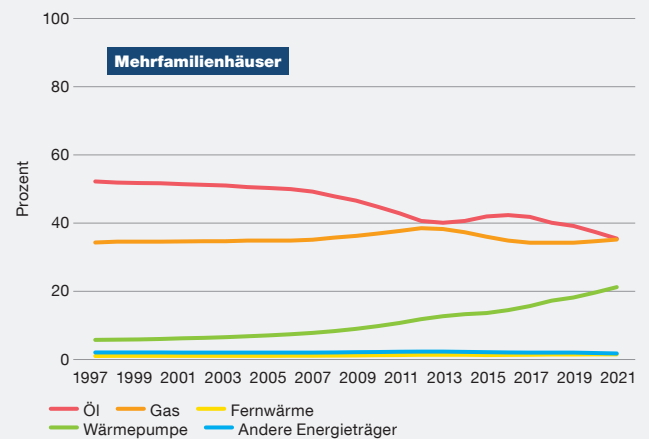
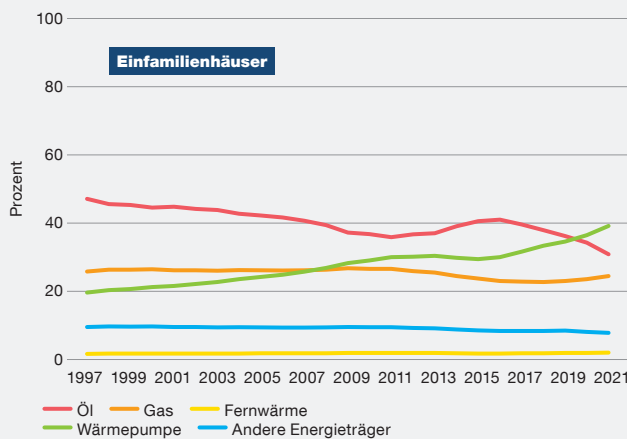
Wahl des Energieträgers bei einem Heizungsersatz im Rahmen eines grösseren Umbauprojekts



Wenn ein Umbau realisiert wird, wird überwiegend auch eine erneuerbare Heizung gewählt. Die Graphen zeigen den gleitenden Mittelwert über drei Jahre.

Quelle: Wuest Partner 2021

Wahl des Energieträgers bei einem reinen Heizungsersatz



Bei einem reinen Heizungsersatz (ohne gleichzeitiges Umbauvorhaben) wird überwiegend wieder eine fossile Heizung eingebaut. Die Graphen zeigen den gleitenden Mittelwert über drei Jahre.

Quelle: Wuest Partner 2021

Ersatz von Heizsystemen mit fossilen Brennstoffen beschleunigen

Zur Senkung der CO₂-Emissionen des Gebäudeparks ist die Abkehr von Heizungen mit fossilen Brennstoffen sehr wichtig. Bei 50 bestehenden Bauten, bei denen 2017 die Heizung ersetzt wurde, zeigte eine Untersuchung, dass kaum ein Wechsel auf erneuerbare Energien stattfand. Hauptansprechperson für die Bauherrschaften waren die Installationsunternehmen. In weniger als einem Viertel aller Fälle wurden alternative Systeme überhaupt geprüft. Die meisten Systeme wurden altershalber ersetzt. Dabei holten mehr als zwei Drittel der Bauherrschaften zwei oder mehr Offerten ein, und nur bei etwa jeder zehnten Anlage lag zwischen Offerte und Realisierung weniger als ein Monat. Dies lässt den Schluss zu, dass ein völlig unerwarteter Kesselausfall (Notersatz) sehr selten ist und somit im Normalfall die nötige Zeit für eine sorgfältige Evaluation des Nachfolgesystems zur Verfügung steht. Insgesamt zeigte sich, dass die Technik nur sehr selten ein sehr grosses Hindernis zur Umstellung des Gebäudeparks von fossilen Brennstoffen auf erneuerbare Energien ist. Auch die Lebensdauerkosten sind vergleichbar, hingegen sind die anfänglichen Investitionskosten zum Teil deutlich höher. Das hält Bauherrschaften davon ab, sich für mit erneuerbaren Energien betriebene Heizungen zu entscheiden.

Der Wechsel von fossilen zu alternativen Heizsystemen erfolgt nur zögerlich. Ein Grund sind die anfänglich höheren Investitionskosten.

Mit Inkrafttreten des geänderten Energiegesetzes am 1. September 2022 dürfen bei einem Ersatz der Heizung grundsätzlich nur noch erneuerbare Energien (einschliesslich Biogas) eingesetzt werden, sofern die Wirtschaftlichkeit gegeben ist. Wenn die Kosten für die Erzeugung der Wärme aus erneuerbaren Energien über die ganze Lebensdauer (Investition, Amortisation, Betrieb und Unterhalt) um mehr als 5% höher würden als mit einer Heizung mit fossilen Brennstoffen, darf nochmals eine fossile Heizung eingebaut werden. Es gilt aber die Vorgabe, dass mindestens ein kleiner Anteil von 10% erneuerbarer Energie eingesetzt werden muss (entsprechend der Vorgabe der MuKE 2014).

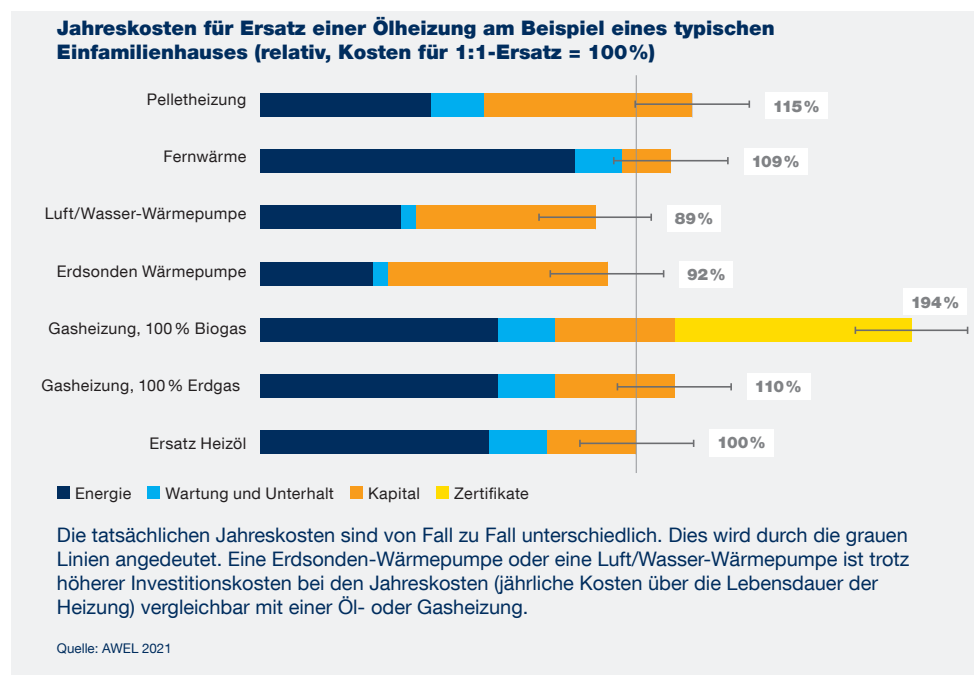
Vorlage 5583: Energieförderprogramm

Im Juli 2020 startete das neue, stark ausgebauten Energieförderprogramm des Kantons Zürich. Es schafft Anreize, die immer noch rund 115000 Öl- und Gasheizungen im Kanton durch klimafreundliche Heizsysteme wie etwa Wärmepumpen zu ersetzen. Daneben werden Effizienzmassnahmen in und an Gebäuden sowie Pilotprojekte, Informations- und Beratungsmassnahmen im Energiebereich sowie kommunale Energieplanungen unterstützt.

Finanziert wird das Förderprogramm durch einen Rahmenkredit für die Jahre 2020 bis 2023. Der Kantonsrat stimmte der Vorlage 5583 am 30. März 2020 zu. Mit der Änderung vom 19. April 2021 des Energiegesetzes beschloss er eine Erhöhung des Rahmenkredits auf insgesamt gut 40 Millionen Franken. Die kantonalen Gelder werden mit an die Höhe des Kantonsbeitrags gekoppelten Mitteln aus der nationalen CO₂-Abgabe auf Brennstoffe beträchtlich aufgestockt. So stehen für vier Jahre insgesamt rund 200 Millionen Franken zur Verfügung. Zwischen dem 1. Januar 2020 und dem 10. März 2022 wurden rund 7500 Fördergesuche mit einem Gesamtvolumen von 111 Mio. Franken zugesichert, beim Heizungersatz waren es seit Programmstart am 1. Juli 2020 rund 4500 Fördergesuche mit einem Gesamtvolumen von 33 Mio. Franken.

Klimatisieren, sommerlicher Wärmeschutz und Heizungersatz werden bedeutender

Der Trend zur Klimatisierung von Bauten hält an. Bei bestehenden Bauten kommen dabei häufig ineffiziente Kältemaschinen ohne Abwärmenutzung zum Einsatz. Dagegen werden bei Neubauvorhaben in der Regel Wärmepumpen eingesetzt, die sowohl Wärme als auch Kälte bereitstellen können (konventionelle Heizsysteme wie Öl-, Gas- oder Holzheizungen können die Doppelfunktion Heizen/Kühlen nicht bieten). Auf diese Weise werden die beachtlichen technischen Fortschritte der letzten Jahre genutzt. Die Effizienzgewinne werden jedoch häufig durch wachsende Komfortansprüche neutralisiert. Teilweise wird im Sommer auf tiefere Raumtemperaturen heruntergekühlt (22 °C) als im Winter geheizt (23 °C). Immerhin fällt die Spitzenproduktion durch Photovoltaik zeitlich mit dem Spitzenbedarf für das Kühlen zusammen.





Mobilität

Vom Gesamtenergiebedarf entfällt etwa ein Drittel und von den gesamten CO₂-Emissionen etwa die Hälfte auf den Verkehr. Um die Klimaziele zu erreichen, ist eine Trendumkehr erforderlich. Ansätze dazu bieten die Raumplanung, die Verlagerung auf energieeffiziente Verkehrsmittel, innovative Mobilitätsangebote und die Umstellung auf alternative Antriebstechniken.

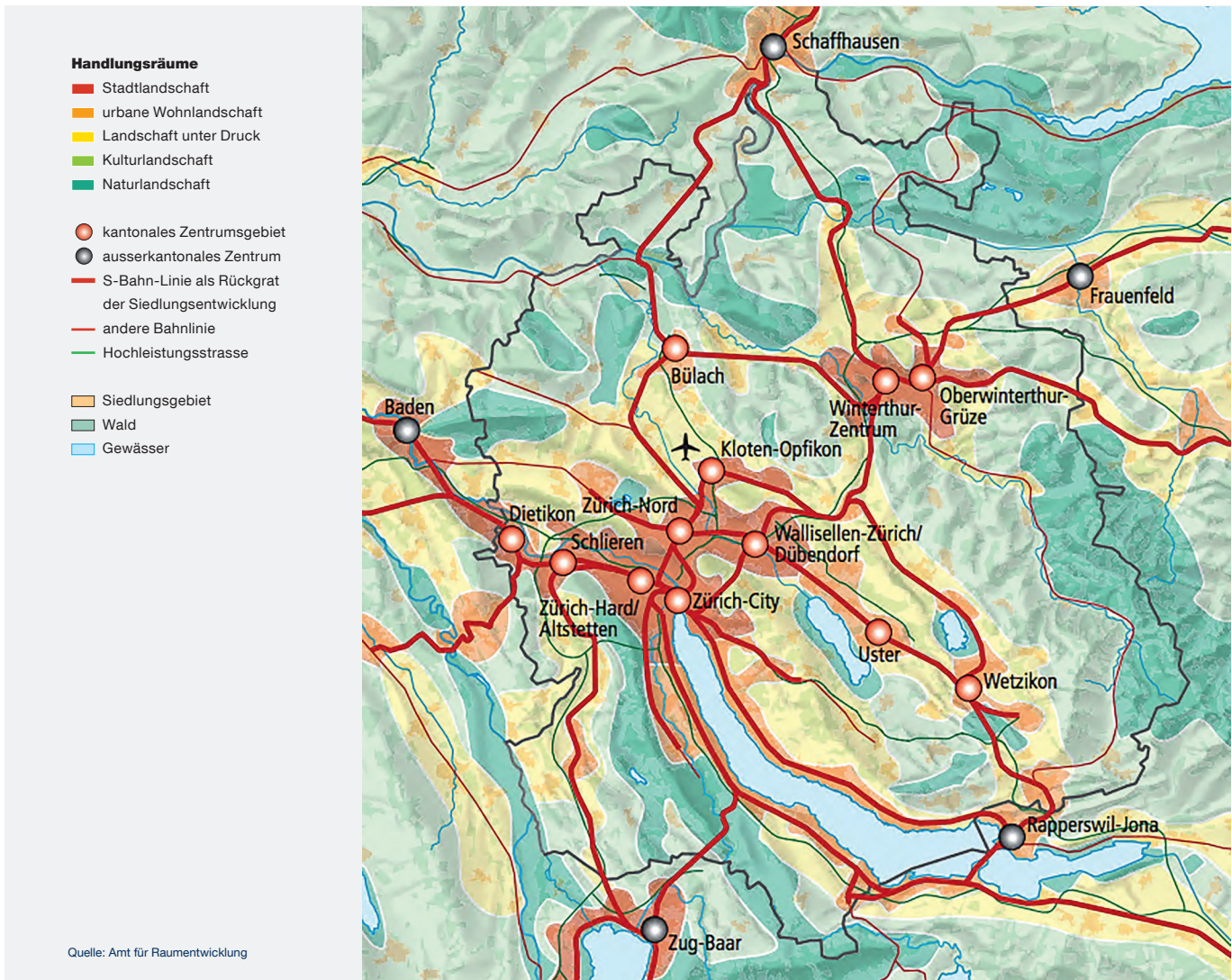
Die Bevölkerung wächst, damit auch die Verkehrsleistung und der Energiebedarf. Künftig beansprucht die Mobilität den grössten Anteil der Energie. Vom gesamten Energiebedarf im Kanton entfällt etwa ein Drittel auf die Mobilität. Beim CO₂-Ausstoss stammt sogar die Hälfte aus dem Verkehr. Damit der Verkehr seinen Beitrag zu den Klimazielen leistet, ist eine Trendumkehr erforderlich: geringerer Verkehrsaufwand durch kürzere Distanzen im Alltag (z. B. durch zeitlich und räumlich flexible Arbeitsformen), Verlagerung auf energieeffiziente Verkehrsmittel, Umstellung auf energieeffiziente oder alternative Antriebstechniken, Nutzung von alternativen Mobilitätsangeboten.

Verkehr vermeiden, Mobilität ermöglichen

Die Siedlungsstruktur beeinflusst massgeblich das Mobilitätsverhalten. Je städtischer die Region, desto geringer der individuelle CO₂-Ausstoss.

Der kantonale Richtplan sieht vor, dass Bevölkerung und Arbeitsplätze vor allem in urbanen Gebieten (Stadtlandschaft und urbane Wohnlandschaft gemäss Raumordnungskonzept, Grafik «Handlungsräume») wachsen sollen und die Stationen der S-Bahn sowie die hochrangigen Achsen des öffentlichen Verkehrs das Rückgrat der Siedlungsentwicklung bilden. An Orten mit guter öV-Anbindung, hoher Nutzungsdichte und -mischung sind die zurückgelegten Wege kürzer, die Möglichkeiten für den Fuss- und Veloverkehr besser und der Besitz und die Nutzung von privaten Personenwagen deutlich weniger verbreitet als auf dem Land. So ist in der Stadt Zürich bereits jeder zweite Haushalt autofrei. Dies mindert den Energiebedarf und den CO₂-Ausstoss für die Alltagsmobilität. Im Durchschnitt besitzen im Kanton Haushalte mit Wohnsitz in städtischen Kernräumen zu 66% ein Auto, im Einflussbereich städtischer Kernräume zu 87% und im ländlicher geprägten Raum zu 99%. Auch mit der Digitalisierung können verkehrsvermindernde Verhaltensweisen einhergehen, z. B. im Zuge von Homeoffice und virtuellen Sitzungen.

Die Siedlungsstruktur beeinflusst das Mobilitätsverhalten massgeblich. Je städtischer die Region, desto geringer der individuelle CO₂-Ausstoss.



Neben dem öV-Ausbau braucht es weitere Anstrengungen: bei neuen Mobilitätsangeboten und beim Fuss- und Veloverkehr.

Verkehr verlagern

Von 2000 bis 2010 gewann der öV stetig an Bedeutung, während der motorisierte Individualverkehr (MIV) Marktanteile verlor. Dann kam dieser Verlagerungseffekt ins Stocken. Sowohl 2010 als auch 2015 wurde lediglich ein Drittel der zurückgelegten Distanzen mit dem öV abgewickelt. Gemäss den Zielsetzungen des Regierungsrates soll der öV mindestens die Hälfte des Verkehrszuwachses aufnehmen, der nicht auf den Fuss- und Veloverkehr entfällt. Bezogen auf das Verkehrsaufkommen wurde dieses Ziel zwischen 2007 und 2015 erreicht. Mit mittlerweile umgesetzten und etablierten Ergänzungen im öV-Angebot wird künftig wieder ein deutlich besseres Bild erwartet. Der öV-Ausbau ist demnach wichtig, es sind aber zusätzlich weitere Anstrengungen nötig, um die gesetzten Ziele dauerhaft zu erreichen.

Derzeit und in Zukunft erwachsen mit innovativen Mobilitätsangeboten weitere Möglichkeiten, um die Verknüpfung verschiedener Verkehrsmittel zu verbessern und so den Anteil der umweltfreundlichen Verkehrsmittel zu erhöhen. Neue Optionen liegen z. B. im gemeinsamen Nutzen von Verkehrsmitteln (sharing economy) oder in der Verknüpfung verschiedener Buchungsplattformen (mobility as a service, MaaS).

Der Fuss- und Veloverkehr konnte seit 2010 seinen Anteil am Gesamtverkehr leicht erhöhen. Dabei entfällt auf den Fussverkehr die rund zweimal grössere Strecke als auf den Veloverkehr (2015, gemessen an der Tagesdistanz). Während zwischen 1994 und 2005 der Fussverkehr im Gegensatz zum Veloverkehr zugelegt hat, ist in neueren Mobilitätsstudien für den Kanton ein umgekehrter Trend feststellbar. Damit der Anteil des Veloverkehrs erhöht wird, ist ein Ausbau der Veloinfrastruktur und die Verbesserung der Sicherheit massgebend. Die kantonale Veloförderung setzt sich weiterhin dafür ein und koordiniert die an-

stehenden Aufgaben mit den zuständigen Ämtern. Auf grosse Akzeptanz stösst das E-Bike, mit welchem zum Teil auch MIV-Fahrten ersetzt werden. Die Coronapandemie verstärkte den Trend hin zum Velo deutlich. Gleichzeitig nahmen in dieser Zeit jedoch die MIV-Fahrten zu und die Nutzung des öffentlichen Verkehrs ab.

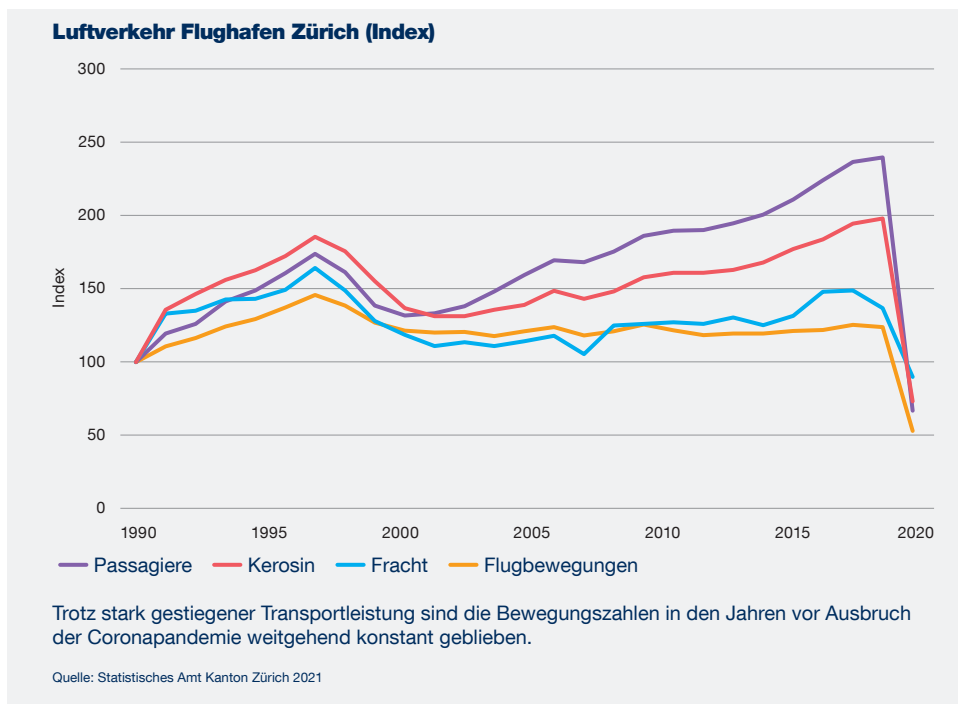
Zunahme und Effizienzgewinne beim Luftverkehr

Der Flugverkehr verzeichnete in den 1990er-Jahren ein stetes Wachstum, gefolgt von einem starken Rückgang nach der Jahrtausendwende. Seit 2005 wächst das Passagieraufkommen wieder. Auch das am Flughafen verbrauchte Kerosin ist seither im Anstieg, allerdings weniger stark als die Passagierzahlen. Die Anzahl der Flugbewegungen hat sich hingegen kaum verändert. Somit hat die Effizienz des Luftverkehrs zugenommen.

Aufgrund der Coronapandemie kam der Luftverkehr 2020 teilweise vollständig zum Erliegen. Die langfristigen Auswirkungen der Pandemie auf die internationale Luftfahrt, die Flugbewegungen und den Flughafen Zürich sowie die damit verbundenen Arbeitsplätze können derzeit noch nicht abgeschätzt werden.

Massnahmen zur Reduktion des CO₂-Ausstosses im Luftverkehr müssen international abgestimmt werden.

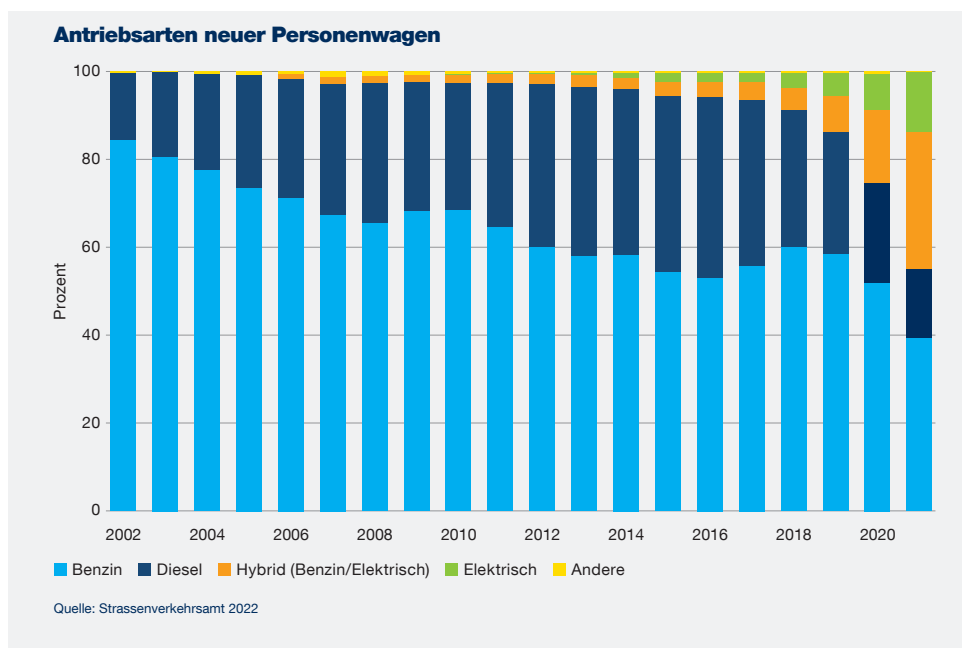
Für zusätzliche Effizienzgewinne und die Reduktion des CO₂-Ausstosses im Luftverkehr braucht es international abgestimmte Massnahmen.



In den letzten Jahren hat sich der Anteil von Hybrid- und Elektrofahrzeugen gegenüber konventionellen Technologien markant erhöht.

Energieeffiziente Antriebsformen einsetzen

Der Dieselanteil bei Neuwagen nahm zwischen 2016 und 2020 um 18% ab, zunächst zugunsten des Benzinmotors. Fahrzeuge mit elektrischen Antrieben, vor allem Hybrid- und Elektrofahrzeuge, gewinnen seit 2018 gegenüber konventionellen Technologien stark an Bedeutung.



Ein Hybridfahrzeug kombiniert einen Elektromotor mit einem weiteren, kraftstoffbetriebenen Motor (meist Benzin). Dies trägt dazu bei, den Kraftstoffverbrauch zu senken. Die Batterien herkömmlicher Hybridfahrzeuge werden durch interne Abläufe (z. B. Rückführung Bremsenergie) aufgeladen. Sogenannte Plug-in-Hybride verfügen über Batterien, die vor der Fahrt am Stromnetz aufgeladen werden können. Sie zählen zu den Elektrofahrzeugen, weisen im realen Betrieb aber häufig einen deutlich höheren CO₂-Ausstoss auf, da der Verbrennungsmotor in der Wirklichkeit häufiger aktiv ist als in den Testzyklen.

Der Antrieb reiner Elektrofahrzeuge erfolgt ausschliesslich über den Elektromotor mit einem hohen Wirkungsgrad (90%). Die Energie dazu kommt aus der Batterie (heute meist Lithium-Ionen), die am Stromnetz aufladbar ist. Die Herstellung der Batterie ist energieintensiv und belastet gegenwärtig stark die Umwelt. Durch die Umstellung auf erneuerbare Energien in der Produktion, verbesserte Herstellungsprozesse und Fortschritte bei der Wiederverwertung ist in Zukunft eine deutlich bessere Umweltbilanz der Batterien zu erwarten. Elektroautos sind noch kaum verbreitet, ihr Anteil bei den Neuzulassungen nimmt aber rasch zu. Der Anteil von reinen Elektrofahrzeugen an den neu immatrikulierten Fahrzeugen beträgt rund 14% (Stand 2021) und steigt stark an. Damit erzielte der Kanton Zürich schweizweit den höchsten Wert.

Gängige heutige Modelle weisen Reichweiten zwischen 200 und 400 Kilometern auf. Sie sind damit tauglich für den Alltag und in Verbindung mit Schnellladestationen auch für längere Strecken. Die häufig noch fehlende Ladeinfrastruktur am Wohn- oder Arbeitsort hemmt die weitere Verbreitung von Elektrofahrzeugen nach wie vor. Elektrofahrzeuge sind gegenwärtig von der kantonalen Motorfahrzeugsteuer befreit.

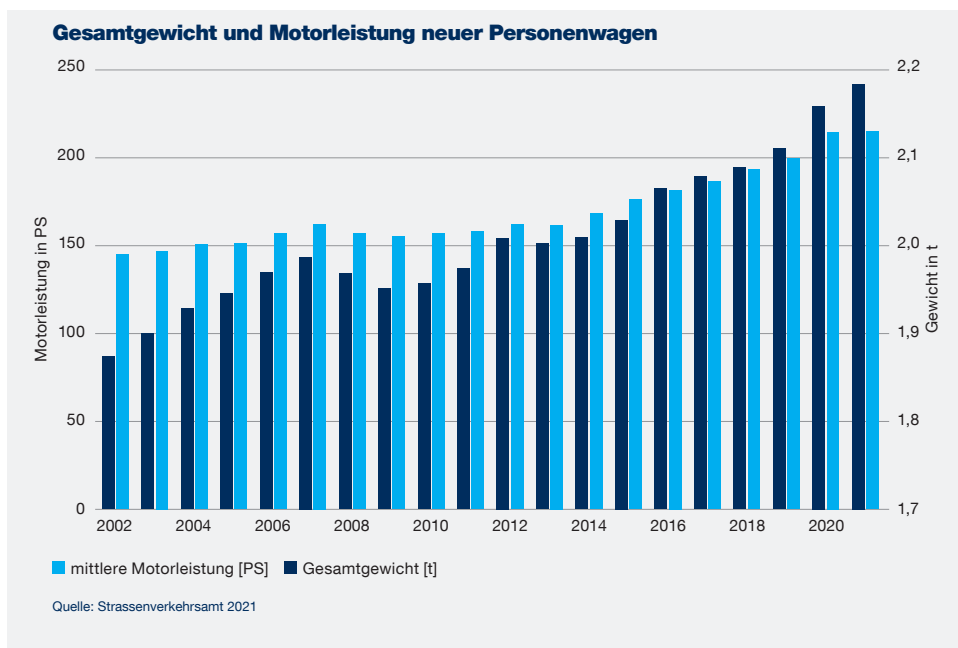
Auch Wasserstofffahrzeuge ermöglichen im Betrieb eine emissionsfreie Mobilität. Jedoch ist die Produktion von Wasserstoff sehr energieintensiv und sollte deshalb aus überschüssigem erneuerbarem Strom erfolgen (z. B. künftig aus Solarenergie). Der Wasserstoffantrieb eignet sich insbesondere für einen auf Langstrecken ausgelegten Betrieb oder für schwere Nutzfahrzeuge, da bei diesen Anwendungen bei Elektrofahrzeugen die Batterien gross, verhältnismässig teuer und schwer sind. Die zunehmende Verfügbarkeit marktfähiger, im Betrieb emissionsfreier Fahrzeuge legt nahe, bei der Beschaffung durch die öffentliche Hand vorrangig diese Alternativen zu berücksichtigen und technologieneutrale Anreize für den Umstieg auf diese Fahrzeuge zu setzen.

Zunehmende Reichweiten verbessern die Alltagstauglichkeit von Elektrofahrzeugen stetig. Als Hemmnis wirken die häufig noch fehlenden Ladeinfrastrukturen.

Spezifischer CO₂-Ausstoss

Der in den Prüfzyklen ermittelte CO₂-Ausstoss neu im Kanton Zürich immatrikulierter Personenwagen lag 2003 bei 195 g/km, was einem Benzinverbrauch von 8 Litern auf 100 km entspricht. In den Folgejahren bis 2015 sank der entsprechende Wert auf 135 g/km (Vorgabe CO₂-Gesetz: 130 g/km). Aufgrund steigender Fahrzeuggewichte, höherer Motorleistungen und schliesslich der Umstellung auf einen neuen, realitätsnäheren Prüfzyklus (WLTP statt NEFZ) hat der spezifische CO₂-Ausstoss seither wieder zugenommen. Die nationalen Flottenziele basieren auf EU-Vorgaben (seit 2020 gilt: 95 g/km). Für die Zukunft haben sich die EU-Staaten auf eine Absenkung der Flottenemissionen um 15% bis 2025 und um 37,5% bis 2030 jeweils im Vergleich zu 2021 geeinigt. Diese Ziele sind nur unter zwei Bedingungen zu erreichen: Erstens muss der Anteil an leichten Fahrzeugen massgeblich ansteigen und zweitens müssen sich alternative, mit erneuerbaren Energien betriebene Antriebe breit durchsetzen. Zu beachten ist zudem, dass die CO₂-Emissionen im realen Betrieb im europäischen Durchschnitt im Vergleich zu den Werten gemäss WLTP-Prüfzyklus um rund 15% höher ausfallen.

Um die nationalen Flottenziele zu erreichen, muss der Anteil an leichten Fahrzeugen erheblich steigen und die erneuerbaren Antriebe müssen sich breit durchsetzen.



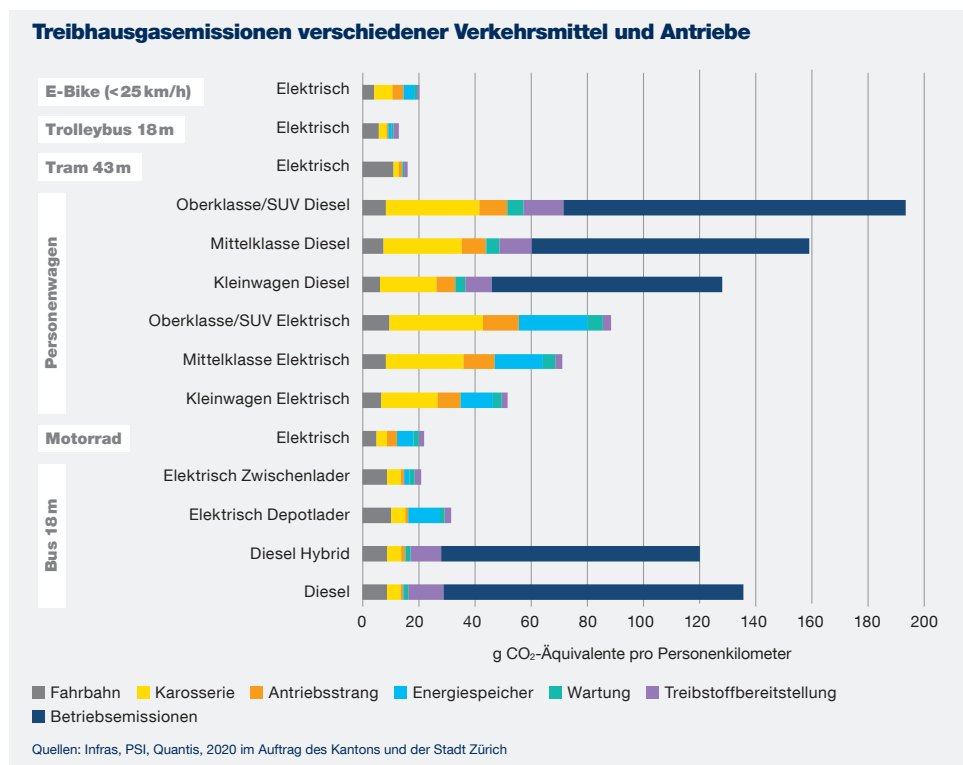
Synthetische Treibstoffe aus erneuerbaren Energien

Alternativ zu konventionellen Treibstoffen ist es heute möglich, synthetische Treibstoffe herzustellen. Die dazu erforderlichen chemischen Prozessschritte sind gegenwärtig noch sehr teuer und erfordern einen beträchtlichen Einsatz von Strom, idealerweise aus erneuerbaren Energien. Es werden jedoch durch Technologiefortschritte und Skaleneffekte massgebliche Kostensenkung erwartet. Der Kanton unterstützt diesbezüglich ein 2020 gestartetes Pilotprojekt der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt. Siehe dazu auch Infotext «Elektrolyse, Wasserstoff und synthetische Energieträger» auf Seite 44.

Wenn man die durchschnittliche Fahrtenleistung zugrunde legt und die Energie für die Produktion des Fahrzeugs mitberücksichtigt, verursacht ein Elektroauto halb so viel Treibhausgasemissionen wie ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor.

Treibhausgasbilanz

Ein mit Strom gemäss Schweizer Produktionsmix (grösstenteils Wasserkraft und Kernenergie) betriebenes Elektrofahrzeug verursacht weniger als die Hälfte der Treibhausgasemissionen eines mit fossilem Treibstoff betriebenen Fahrzeugs.



Wird für den Betrieb von Elektrofahrzeugen Strom mit höheren Anteilen aus fossilen Quellen verwendet (z. B. Strommix EU), schmälert das die Vorteile des Elektroantriebs. Um die Vorteile der Elektromobilität zu nutzen, muss der Betrieb der Fahrzeuge mit Strom aus erneuerbarer Energie erfolgen (siehe auch nachfolgendes Kapitel Strom). In der Gesamtbilanz liegt der Treibhausgasausstoss von elektrisch betriebenen Personenwagen jedoch auch dann deutlich über demjenigen der Verkehrsmittel des öV und des E-Bikes. Nur der Dieselsebus stösst im öV pro Personenkilometer etwas mehr Treibhausgase aus als ein elektrisch betriebener Kleinwagen, die heutige durchschnittliche Auslastung angenommen. Dieselsebuse erbringen aber nur einen kleinen Teil der Verkehrsleistung des öffentlichen Verkehrs und können ebenfalls auf elektrische Antriebe umgestellt werden. Die Verkürzung der Distanzen und die Verlagerung auf den öV und den Fuss- und Veloverkehr bleiben vorrangig zu verfolgende Massnahmen, um die Klimaziele im Verkehr zu erreichen.

Ausblick: Mobilitäts- und Energiesektor verknüpfen

Um den motorisierten Verkehr künftig emissionsarm abwickeln zu können, ist eine Verknüpfung des Mobilitätssektors mit dem Energiesektor zentral. Insbesondere in Bezug auf die Langstreckenmobilität und den Schwerverkehr bietet die Elektromobilität aufgrund der nötigen Batteriegrösse nicht die ökologisch optimale Lösung. Für diese Anwendungen sollte in erster Linie überschüssige erneuerbare Energie, insbesondere bislang nicht genutzte Solarenergie eingesetzt werden, die sich in Form von Wasserstoff oder anderen synthetisch hergestellten Treibstoffen speichern lässt. Damit könnte CO₂-arm hergestellter Sommerstrom auch im Winterhalbjahr nutzbar werden und so der Bedarf an CO₂-intensiv produzierter Energie verringert werden.

Strom

Die Schweiz ist schon heute auf Stromimporte angewiesen. Mit dem Ausstieg aus der Kernkraft sind neue Lösungen gefragt. Engpässe zeichnen sich vor allem im Winterhalbjahr ab. Eine tragende Rolle kann die Photovoltaik übernehmen – in Kombination mit neuen Speicher- und Transformations-technologien, die es ermöglichen, sommerliche Überproduktion im Winter zu nutzen.

EU-Binnenmarkt ohne die Schweiz

2019 hat die EU mit dem Gesetzespaket «Saubere Energie für alle Europäer» (Clean Energy Package) den Rechtsrahmen für die zukünftige Energiepolitik festgelegt, um die Verpflichtungen aus dem Klimaabkommen von Paris erfüllen zu können und bis Mitte des Jahrhunderts eine klimaneutrale Wirtschaft aufzubauen. Insbesondere soll dabei die Integration eines zunehmenden Anteils von Strom aus erneuerbaren Energien vereinfacht werden. Gleichzeitig soll der Elektrizitätsmarkt der EU noch stärker vernetzt und verbraucherfreundlicher gestaltet sowie die Stromversorgungssicherheit in Krisensituationen gewährleistet werden.

Wegen des fehlenden Stromabkommens mit der EU kann die Schweiz ihre Interessen dabei nicht einbringen. Beispielsweise können die äusserst flexibel einsetzbaren Speicherkraftwerke nicht gleichberechtigt am EU-Strommarkt teilnehmen oder die gegenseitige Anerkennung und der Austausch von Herkunftsnachweisen ist seit Mitte 2021 erschwert. Die EU macht ein Stromabkommen von der Lösung der institutionellen Fragen (in den Bereichen Rechtsanpassung, Überwachung, Auslegung, Streitbeilegung, Beihilfen) abhängig. Aufgrund des Abbruchs der Verhandlungen über das Rahmenabkommen mit der EU durch den Bundesrat Ende Mai 2021 ist der Abschluss eines Stromabkommens derzeit nicht absehbar.

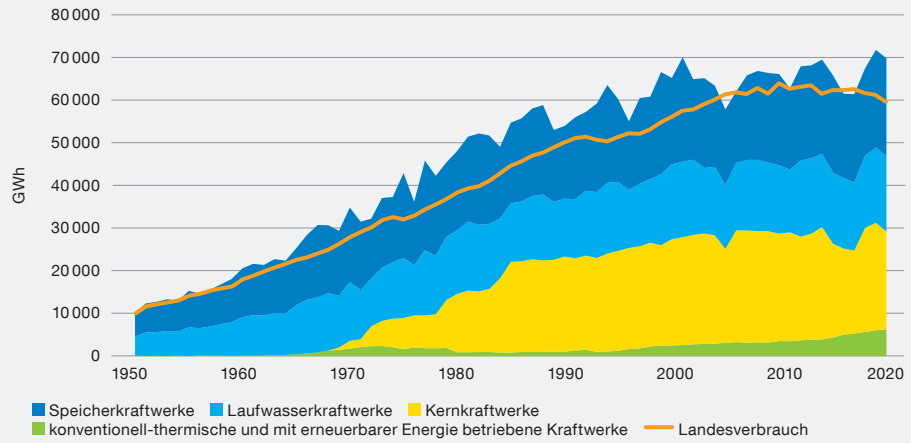
Die Jahresbilanz sagt wenig – entscheidend ist das Winterhalbjahr

Der jährliche Strombedarf der Schweiz liegt bei rund 60 000 GWh – etwa gleich viel, wie produziert wird. Erzeugung und Verbrauch stimmen jedoch saisonal nicht überein. Im Sommer werden Überschüsse produziert und exportiert, vor allem wegen der tieferen Nachfrage und der hohen Produktion durch die Wasserkraft aufgrund der Schneeschmelze. Im Winter reicht die inländische Produktion nicht zur Deckung der Nachfrage und es wird importiert. 2020 stammten rund 58% des produzierten Stroms in der Schweiz aus Wasserkraft, 33% lieferten die Kernkraftwerke (KKW). Der Rest wurde aus Abfall, erneuerbaren und fossilen Energien erzeugt. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wächst gegenwärtig noch zu langsam, während die Produktion mit Grosswasserkraft stagniert und die Kapazität der Kernkraft schrittweise, erstmals mit dem Abschalten des KKW Mühleberg Ende 2019, zurückgeht. Der Ausbau der Solarenergie gewinnt seit 2018 an Dynamik: Die jährlich installierte Leistung stieg seither jedes Jahr deutlich. Aufgrund des Kriegsausbruchs in der Ukraine im Februar 2022 erhöht sich die Nachfrage für die Installation von Solarmodulen nochmals erheblich, sodass sie das Angebot bei Weitem übersteigt. Um die Energieziele zu erreichen, ist eine weitere kontinuierliche Zunahme beim Zubau von Photovoltaikanlagen notwendig.

Die EU schreitet bei der Energiegesetzgebung stetig voran – ohne Einbezug der Schweiz.

Die derzeit wichtigste Frage der Energieversorgung: Wie beschaffen wir den Strom im Winter?

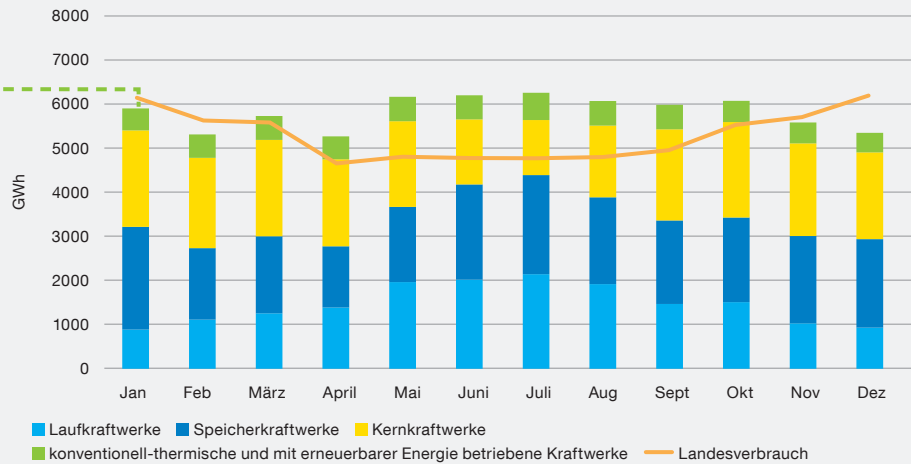
Erzeugung und Landesverbrauch seit 1950



2020 ging der Stromverbrauch in der Schweiz zurück, unter anderem wegen der Auswirkungen des Lockdowns aufgrund der Coronapandemie und der milderer Witterung.

Quelle: BFE 2021

Monatliche Erzeugung und Landesverbrauch (2020)

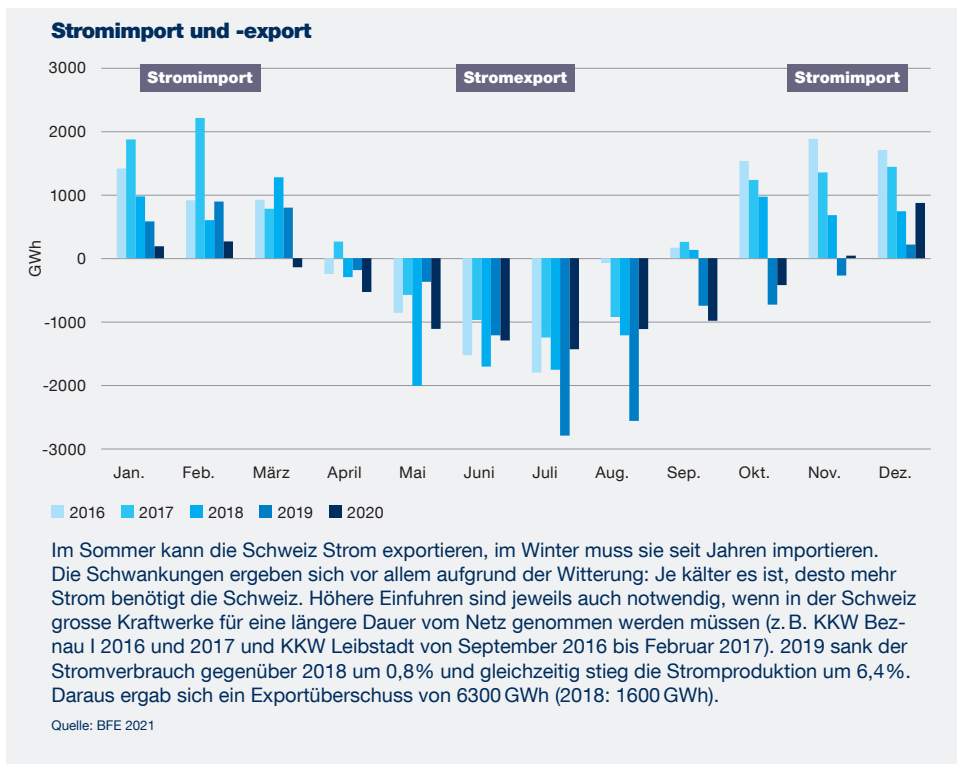


Quelle: BFE 2021

Zusammensetzung (Werte pro Jahr)

Kehrichtverbrennungsanlagen	2350 GWh
Photovoltaik	2200 GWh
Industrie, Fernheizkraftwerke, Klein-WKK-Anlagen	1400 GWh
Wind	146 GWh
Sonstige	38 GWh

Die Schweiz ist im Winterhalbjahr schon heute auf Importe angewiesen. Bei einem strengen Winter mehr, bei einem milden Winter weniger. Mit dem absehbaren Wegfall der Stromerzeugung aus eigenen KKW wird die Importabhängigkeit ohne Gegenmassnahmen – wie der Bereitstellung von Stromproduktion aus erneuerbaren Energien mit Speicherung oder mit Gaskraftwerken – verstärkt.



Im Sommer kann die Schweiz Strom exportieren, im Winter muss sie importieren.

Zukünftige Stromimporte im Winter sind mit hohen Unsicherheiten behaftet

Die für die Schweiz bis anhin wichtigsten Winterstromlieferanten Deutschland und Frankreich verfügen zunehmend über weniger steuerbare Produktion. Neben dem Ausstieg aus der Kernkraft plant Deutschland, bis spätestens 2038 auch die Stromproduktion mit Kohle einzustellen und weitgehend durch erneuerbare Energien zu ersetzen. Für die Stromproduktion mit erneuerbaren Energien im Winter wird vor allem die Windkraft wichtig. Der Ausbau der Windkraft erfolgt hauptsächlich im Norden und Osten von Deutschland. Die Verbrauchszentren befinden sich jedoch vor allem im Süden und Südwesten. Dort sollen auch die letzten Kernkraftwerke vom Netz genommen werden. Eine grosse Herausforderung ist der erforderliche Ausbau der Höchstspannungsleitungen, um den Strom aus Windkraft in den süddeutschen Raum oder die Schweiz zu transportieren. Insbesondere aufgrund von langjährigen Rechtsverfahren erfolgt der Ausbau nur verzögert. Gaskraftwerke sollten insbesondere dafür sorgen, dass immer genug Strom erzeugt werden kann, wenn im Winter eine Windflaute herrscht. Der Krieg in der Ukraine und die grosse Abhängigkeit Deutschlands von russischem Gas stellten Anfang 2022 diese Planung infrage. Deutschland bezog bislang rund 55% seines Erdgases aus Russland.

Im Gegensatz zu Deutschland hält Frankreich weiterhin an der Kernkraft fest. Die 56 französischen Kernkraftwerke liefern rund 70% des in Frankreich verbrauchten Stroms. Sie stammen aus den 1980er-Jahren und müssen nach und nach erneuert werden. Bereits heute ist Frankreich an sehr kalten Wintertagen auf Stromimporte aus dem Ausland angewiesen, denn ein Grossteil der Gebäude in Frankreich werden elektrisch beheizt und bei sehr kalten Temperaturen schnell der Stromverbrauch markant in die Höhe.

Wegen des abnehmenden Selbstversorgungsgrades und abnehmender Exportfähigkeit der umliegenden Länder warnen verschiedene Bundesstellen (Eidgenössische Elektrizitätskommission, Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Wirtschaftliche Landesversorgung), dass sich bereits in den nächsten Jahren eine Strommangellage entwickeln kann.

Die Schweiz kann sich nicht darauf verlassen, dass sie jederzeit Strom importieren kann. Auch in den umliegenden Ländern droht die Nachfrage das Angebot künftig zu übersteigen.

Das grösste Potenzial liegt bei der Photovoltaik

Die Produktion von Schweizer Strom aus erneuerbaren Energien im Winterhalbjahr erfolgt zurzeit vor allem durch Speicherkraftwerke. Aber der weitere mögliche Ausbau der Wasserkraft ist begrenzt und die Verfahren sind lange und aufwendig. Der Ausbau der Windkraft, die ebenfalls einen grossen Winteranteil liefern könnte, stösst teilweise auf erheblichen Widerstand in den betroffenen Regionen. 2020 waren schweizweit erst rund 40 Windkraftanlagen am Netz. Das Potenzial an Biomasse ist beschränkt und die Aussichten für die Stromproduktion mit Geothermie höchst unsicher. Die Photovoltaik hingegen ist vergleichsweise schnell zugebaut und genießt vor allem an und auf Gebäuden grosse Akzeptanz.

Die Photovoltaik hat von allen erneuerbaren Energien klar das grösste Potenzial.

Die Studie «Winterstrom Schweiz» des Bundesamtes für Energie von 2019 geht davon aus, dass PV-Anlagen auf Schweizer Hausdächern rund 50 TWh Strom pro Jahr produzieren könnten. Dabei wurden Dächer mit einer Grösse von mindestens 10 m² und guter Sonneneinstrahlung berücksichtigt. Zusätzlich wird mit einem Solarstrompotenzial von weiteren 17 TWh pro Jahr an den Hausfassaden gerechnet. Eine Anfang 2020 von der École polytechnique fédérale de Lausanne veröffentlichte Studie attestiert der Photovoltaik ein geringeres Potenzial. Sie kommt zum Schluss, dass auf den geeigneten Dächern in der Schweiz rund 24 TWh Strom pro Jahr produziert werden könnten.

Überschüssiger Strom aus PV-Anlagen im Sommer kann für die Erzeugung von Wasserstoff mittels Elektrolyse eingesetzt werden. Der Wasserstoff kann für den Winter gespeichert, zu synthetischen Energieträgern weiterverarbeitet oder unmittelbar genutzt werden, beispielsweise für die Mobilität. Ein Studie der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt (EMPA) weist bei einer Jahresstromproduktion durch PV-Anlagen von 25 TWh einen Überschuss im Sommer von beachtlichen 10,4 TWh aus. Zurzeit ist die Wasserstoffherzeugung noch nicht wirtschaftlich.

Wasserstoff und synthetische Energieträger

Durch Elektrolyse kann in einem ersten Schritt mit Strom aus Wasser (H₂O) gasförmiger Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O₂) erzeugt werden. O₂ entweicht dabei in die Luft und H₂ kann als Energieträger eingesetzt werden. Mit einer Brennstoffzelle kann aus H₂ wieder Strom und Wärme erzeugt werden. H₂ kann ausserdem in das bestehende Gasnetz mit bis zu zwei Volumenprozent eingespeist werden. Es sind Bestrebungen im Gang, diesen Anteil zu erhöhen. Wird H₂ weiterverarbeitet – auch hierzu braucht es Strom –, können je nach Verfahren synthetisches Gas (chemisch identisch mit Erdgas) oder synthetische, flüssige Treibstoffe erzeugt werden.

Die Wirtschaftlichkeit von Wasserstoff und synthetischen Energieträgern hängt massgeblich von den damit erzielbaren Erlösen, den Tarifen für den genutzten Strom und den Wirkungsgraden der eingesetzten Technologien ab. Ebenfalls wichtig ist die Frage der Kosten der Infrastruktur für Lagerung und Transport. Dabei stellt sich die Frage, inwieweit sich bestehende Erdgasnetze für den Transport von Wasserstoff ertüchtigen lassen, damit Wasserstoff auch über lange Distanzen transportiert werden kann.

Photovoltaikanlagen in den Bergen könnten das Problem mit dem Winterstrom massiv entschärfen.

PV-Optimierung für Winterstrom

Eine Erhöhung der Stromproduktion im Winter kann über die Ausrichtung der PV-Module auf die Winterbedingungen erfolgen (steiler Winkel). Ideal dafür sind in den nach Süden ausgerichteten Gebäudefassaden integrierte PV-Module. Für eine speziell hohe Produktion von Strom im Winter mit PV bieten sich die alpinen und hochalpinen Zonen an. In den Bergen gibt es weniger Nebellagen und die Reflexion von Schnee und Wasser, beispielsweise bei Stauseen, verstärkt die Wirkung der PV-Module zusätzlich. Die Studie Winterstrom Schweiz des Bundesamtes für Energie von 2019 stellt fest, dass beim heutigen PV-Anlagenpark rund drei Viertel der Energieproduktion im Sommerhalbjahr und ein Viertel im Winterhalbjahr anfallen. Würden jedoch die PV-Anlagen nur an den am besten für Winterstrom geeigneten

Dach- und Fassadenflächen installiert, so könnte die mögliche Produktion im Winter über 50% der Jahresproduktion betragen. Dabei ist jedoch die Jahresproduktion insgesamt geringer, da die Ausrichtung der PV-Module auf einen Höchstertag im Winter eine geringere Produktion im Sommer bedeutet. Winteroptimierte Photovoltaik ist ein zentraler Pfeiler für die künftige Stromversorgung der Schweiz.

Der Energiemarkt richtet es nicht

Das vergangene Jahrzehnt war geprägt von tiefen Strompreisen in ganz Europa. Dadurch waren die Kernkraft, ein grosser Teil der Wasserkraft und auch andere erneuerbare Energien kaum rentabel. Bei der Wasserkraft kommt die finanzielle Belastung durch die Wasserzinsen hinzu. Die Wasserzinsen sind insbesondere für die Gebirgskantone eine gewichtige Einnahmequelle und belaufen sich auf rund 550 Millionen Franken jährlich. 2019 hat der Bundesrat entschieden, das Wasserzinsmaximum vorerst auf der Höhe von 110 Franken pro Kilowatt Bruttoleistung zu belassen. Bei den bisherigen Rahmenbedingungen wurde kaum in neue, nicht subventionierte Kraftwerke investiert und auch bei bestehenden Kraftwerken wurden die Instandhaltungs- und Erneuerungsmassnahmen auf das Notwendigste beschränkt.

Die Energie- einschliesslich Strompreise sind aufgrund des Krieges in der Ukraine und der hohen Abhängigkeit bei den fossilen Energien von Russland weltweit förmlich explodiert. Wie sich die Strompreise mittelfristig entwickeln, ist weiterhin unsicher und hängt massgeblich vom weiteren Verlauf des Krieges in der Ukraine, der Nachfrage aufgrund des wirtschaftlichen Verlaufs und den CO₂-Preisen ab. Die Unsicherheit bezüglich der künftigen Strompreise stellt ein Hemmnis für grössere Investitionen dar. Es kann davon ausgegangen werden, dass sich die Strompreisvolatilität im Schweizer Stromsystem, getrieben durch den weiteren Ausbau der Windenergie und der Photovoltaik in Europa, verstärkt. Um die Mittagszeit wird wegen der hohen Einspeisung von Solarstrom der Strompreis immer tiefer sinken (bis auf Null). Dadurch verringert sich die Rentabilität der Solarenergie. Wenn umgekehrt kein Wind bläst und die Sonne nicht scheint (die sogenannte Dunkelflaute), sind flexibel und planbar einsetzbare Kraftwerke erforderlich. Heute sind dies in Europa mehrheitlich Gas- und Speicherwasser-Kraftwerke. In Zukunft werden auch Batterien diese Aufgabe verstärkt wahrnehmen. Damit solche Kraftwerke, die dann teilweise nur wenige Stunden im Jahr Strom erzeugen, profitabel betrieben werden können, müssten für diese Stunden sehr hohe Preise erzielt werden können.

Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass die wenigen Stunden mit extrem hohen Preisen auf den Grosshandelsmärkten ausreichen werden, um langfristige Investitionen zu tätigen. Hier muss der Staat lenkend eingreifen und neben der Schaffung eines passenden Marktdesigns die Bereitstellung von Reservekapazitäten sichern. In den meisten Ländern der EU wurden diese bereits eingeführt (z. B. Kapazitätsmechanismen). Der Bundesrat hat im Februar 2022 beschlossen, für den Fall von Knappheitssituationen per Verordnung eine Wasserkraftreserve einzurichten. Diese sieht vor, dass Speicherkraftwerksbetreiber gegen Entgelt eine bestimmte Menge Energie zurückbehalten, die bei Bedarf abgerufen werden kann. Weiter sollen neben der Steigerung der Energieeffizienz im Bedarfsfall Ausschreibungen von Reserve-Kraftwerken ermöglicht werden.

Der Endverbraucher trägt zur Versorgungssicherheit bei

In einem zunehmend auf Strom aus schwankend zur Verfügung stehenden erneuerbaren Energien (Sonne, Wind) basierendem Stromsystem braucht es Massnahmen, um Netzbelastungsspitzen zu verringern. Hier bietet sich namentlich die Nutzung von Flexibilitäten und Speichermöglichkeiten an, die bei den Endverbraucherinnen und Endverbrauchern vorhanden sind (Demand Side Management). Damit können bis zu einem gewissen Grad Netzausbauten vermieden werden, und die Stromerzeugung mit erneuerbaren Energie muss nicht oder weniger stark gedrosselt werden, wenn zeitweilige Netzüberlastungen drohen.

Dynamische Preise in einer bestimmten Bandbreite können als Signale eingesetzt werden, um das Verbrauchs- und Investitionsverhalten zu lenken und das Flexibilitätspotenzial zu heben. Damit dereinst dynamische Preise von den Akteuren genutzt werden können, braucht es verschiedene technische Voraussetzungen. Unter anderem müssen die Akteure ihren Verbrauch zunächst möglichst zeitnah messen können. Dies ist mit der im Stromversorgungsgesetz verankerten Einführung von intelligenten Messsystemen (Smart Metern) möglich. Bis 2027 soll die Abdeckung mit Smart Metern 80% betragen.

In Zeiten von viel Sonnenschein und/oder Wind werden die Marktpreise weiter sinken.

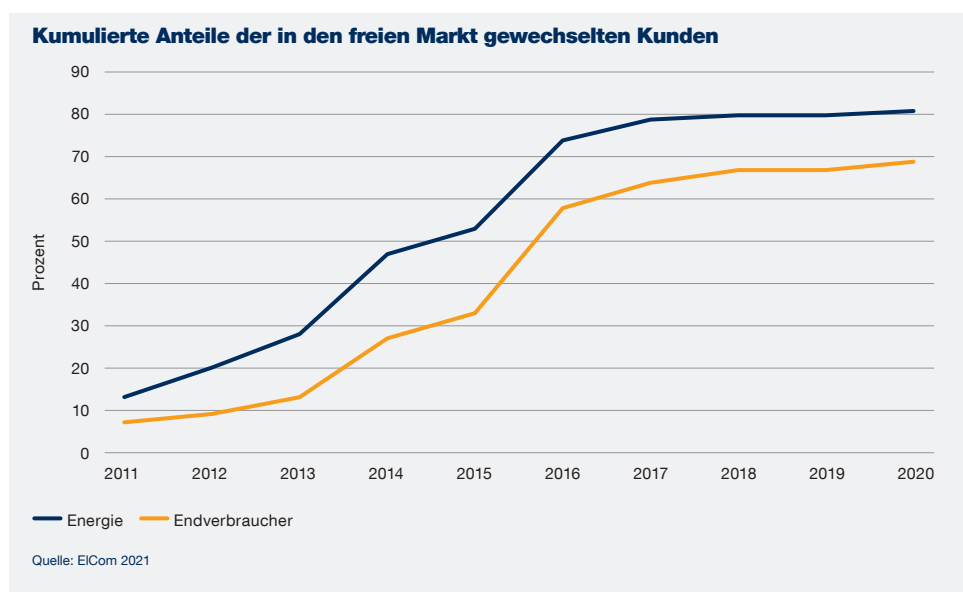
Ohne lenkende staatliche Eingriffe liefert der heutige Strommarkt die gewünschten Ergebnisse hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit nicht.

Die Entwicklung geht von der nachfragegesteuerten Stromerzeugung zur angebotsabhängigen Stromnachfrage.

In Kombination mit der vollständigen Marktöffnung können dann auch kleinere Endverbraucherinnen und Endverbraucher sowie Eigenverbraucherinnen und Eigenverbraucher zu wichtigen Marktakteuren und interessanten Partnern für Energielieferanten und Netzbetreiber werden. Je mehr Flexibilität und verschiebbare Lasten bei den Endverbraucherinnen und Endverbrauchern genutzt werden können, desto weniger Flexibilität braucht es auf der Erzeugungsseite.

Bald Strommarkt Zugang für alle?

Der Strommarkt in der Schweiz wurde mit dem Stromversorgungsgesetz teilweise geöffnet. Seit 2009 dürfen Endverbraucher mit einem Bezug über 100 Megawattstunden (MWh) pro Jahr ihren Stromlieferanten frei wählen. Insbesondere wegen tieferer Preise für ihren Strombezug haben bisher 68% der marktberechtigten Endkunden diesen Wechsel vollzogen. Diese Kunden mit Recht auf freien Marktzugang beziehen 82% der Energiemenge.



Sinkende Strompreise haben die grösseren Stromverbraucher vom angestammten Versorger weg in den Markt bewegt. Dies schafft aber keine Anreize für die Erstellung neuer Erzeugungskapazitäten. Eine vollständige Strommarktöffnung soll deshalb mit Massnahmen zum Ausbau der erneuerbaren Energien flankiert werden.

Um die Stromversorgungssicherheit auch in Zukunft zu gewährleisten, sieht der Bundesrat Revisionen des Energiegesetzes und des Stromversorgungsgesetzes vor. Er will die Revisionen in einem Mantelerlass unter der Bezeichnung «Bundesgesetz über eine sichere Stromversorgung mit erneuerbaren Energien» zusammenführen und hat die entsprechende Botschaft am 18. Juni 2021 verabschiedet. Kernelemente dieser Vorlage sind die vollständige Strommarktöffnung, Zielwerte und Massnahmen zum Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und die Einführung von Massnahmen zur Gewährleistung der langfristigen Stromversorgungssicherheit in den Wintermonaten.

Der Regierungsrat unterstützte in seinen Stellungnahmen im Rahmen der Vernehmlassungen zum StromVG (RRB Nr. 31/2019) und EnG (RRB Nr. 632/2020) diese Kernelemente. Gemäss dem Mantelerlass soll, basierend auf den Energieperspektiven 2050+, die Erzeugung von Elektrizität aus erneuerbaren Energien, ausgenommen aus Wasserkraft, mindestens 17 TWh im Jahr 2035 und im Jahr 2050 mindestens 39 TWh betragen. Dabei sollen PV-Anlagen mit 34 TWh den Hauptteil erzeugen. Der Regierungsrat begrüsst mit Beschluss Nr. 632/2020 ein festes Ausbauziel und beantragte, dass der Bundesrat konsequent Massnahmen ergreifen müsse, wenn sich abzeichnen sollte, dass die Ausbauziele nicht erreicht werden. Bei Bedarf seien die Dauer der Förderung weiter zu verlängern und/oder der Höchstwert des Netzzuschlags für die Finanzierung der Massnahmen anzupassen.

Blockchain für den lokalen Stromhandel

Zurzeit laufen verschiedene Versuche, lokal produzierten Strom, insbesondere Strom aus PV-Anlagen, lokal zu vermarkten. Abgewickelt wird dieser Handel über die Blockchain-Technologie. Sie verbindet die Akteure im lokalen Strommarkt miteinander und macht eine zentrale Koordinationsstelle weitgehend überflüssig. Bei jedem Akteur wird ein erweiterter Smart Meter installiert, der Stromverbrauch und -produktion misst und über den die Kommunikation und Transaktionen laufen. In den sogenannten Smart Contracts wird festgehalten

ten, welche Bedingungen für die Transaktionen gelten. Kauf und Verkauf können automatisch, fälschungssicher und ohne zentrale Instanz abgewickelt werden. Vor einer allfälligen breiten Anwendung dieser Technologie besteht weiterer Forschungsbedarf und es müssen noch einige technische und regulatorische Hürden beseitigt werden. Mit der Revision des Stromversorgungsgesetzes soll für die Schaffung lokaler Märkte ein Freiraum («regulatorische Sandbox») geschaffen werden, in der in beschränktem Rahmen von den Vorgaben des Stromversorgungsgesetzes abgewichen werden kann. Damit sollen Innovationen und neue Netz- und Marktmodelle im Rahmen von Pilotprojekten und Praxistests erprobt werden können.

EKZ und Axpo im geänderten Umfeld

Die Eigentümerstrategien für die Axpo Holding AG und die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) wurden Ende 2016 festgelegt. Sie formulieren die Erwartungen des Regierungsrates an die beiden Stromunternehmen betreffend eine zukunftsgerichtete Organisation im geänderten energiewirtschaftlichen und regulatorischen Umfeld. Die EKZ und die Axpo sollen ihre unterschiedlichen Aufgabenbereiche beibehalten. Die EKZ sind von Gesetzes wegen weiterhin zuständig für die Stromversorgung des Kantons (ausgenommen Stadt Zürich). Am 1. Juli 2019 traten die Änderungen des EKZ-Gesetzes und der EKZ-Verordnung in Kraft. In § 3 des EKZ-Gesetzes wurde der Grundsatz der von den EKZ seit Jahren gelebten Gewinnerzielung verankert. Zudem wurden im neuen § 3a eine durch den Verwaltungsrat festzulegende, angemessene Gewinnausschüttung an den Kanton festgehalten. Die Axpo ist insbesondere in der Produktion, im Handel und in handelsnahen Dienstleistungen (Origination) tätig. Der Gründungsvertrag der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK), aus der die Axpo AG hervorging, stammt aus dem Jahr 1914, also aus der Zeit, in der die Stromwirtschaft über Monopole geregelt wurde. Dieser Gründungsvertrag ist durch eine zeitgemässe Regelung abzulösen. Die an der Axpo beteiligten Kantone und Kantonswerke haben 2016 deshalb beschlossen, den NOK-Gründungsvertrag durch einen zeitgemässen Aktionärsbindungsvertrag abzulösen und gemeinsame Ziele für die Axpo festgelegt. Dabei sollen unter anderem Wasserkraftwerke und Stromnetze nicht veräussert werden oder mindestens unter Schweizer Kontrolle bleiben. Die Ablösung des NOK-Gründungsvertrages muss jedoch noch in verschiedenen Eigentümerkantonen, so auch im Kanton Zürich, vom Parlament genehmigt werden. Der Regierungsrat hat am 23. März 2022 beim Kantonsrat den Antrag gestellt (Vorlage 5813).

Der Regierungsrat legt seine Erwartungen an die EKZ und die Axpo in den Eigentümerstrategien fest.

Energiepotenziale und Energienutzung

Stand 2020

Abwasserreinigungsanlagen (in MWh)

	Bedeutung	Anlage	thermisches Potenzial	genutzt	ungenutzt
kantonal		Zürich Werdhölzli	197 900	33 400	164 500
		Winterthur-Hard	51 000	400	50 600
		Dietikon-Limmattal	38 400	6 200	32 200
		Dübendorf	22 500	7 800	14 700
		Niederglatt-Fischbach	20 600	0	20 600
		Kloten-Opfikon (Glattbrugg)	18 100	0	18 100
		Uster	17 000	4 200	12 800
		Fällanden-Bachwies	15 100	0	15 100
		Thalwil	15 100	2 000	13 100
		Wetzikon-Flos	12 200	0	12 200
		Bülach-Furt	11 400	700	10 700
		Horgen-Oberrieden	10 800	2 900	7 900
		Birmensdorf-Reppischtal	10 300	0	10 300
regional		Meilen	10 300	900	9 400
		Affoltern-Zwilikon	9 600	0	9 600
		Zürich Sihltal	9 600	1 100	8 500
		Küsnacht-Erlenbach	9 100	1 500	7 600
		Wädenswil-Rietliu	8 200	700	7 500
		Bassersdorf-Eich	7 600	1 200	6 400
		Hinwil	7 400	0	7 400
		Illnau-Mannenber (Lindau)	7 100	1 400	5 700
		Egg-Oetwil (Esslingen)	6 800	700	6 100
		Regensdorf-Wüeri	6 700	1 600	5 100
		Pfäffikon	5 900	0	5 900
		Rüti	5 900	0	5 900
		Männedorf-Seestrasse	5 800	1 000	4 800
		Rorbas-Embrachertal	5 600	0	5 600
		Gossau-Grünigen	5 500	300	5 200
		Buchs-Dällikon	5 400	0	5 400
	kommunal		Richterswil	4 900	0
		Wald	4 700	0	4 700
		Fehraltorf-Russikon	4 500	100	4 400
		Pfungen	4 500	0	4 500
		Ellikon a. d. Th.	4 400	0	4 400
		Seuzach	4 100	0	4 100
		Obfelden	3 900	0	3 900
		Stäfa-Oetikon	3 400	0	3 400
		Hombrechtikon-Seewis	3 100	0	3 100
		Eglisau	2 700	0	2 700
		Knonau	2 700	300	2 400
		Marthalen-Weinland	2 600	0	2 600
		Otelfingen-Furtbach	2 400	0	2 400
		Dürnten-Bubikon	2 300	0	2 300
		Hausen a. A.	2 300	0	2 300
		Andelfingen	2 100	0	2 100
		Dachsen-Buechbrunnen	2 000	0	2 000
		Maur	2 000	0	2 000
		Bauma-Saland	1 900	0	1 900
		Stäfa-Uerikon	1 700	0	1 700
		Elsau	1 500	0	1 500
lokal		übrige Gemeinden	8 600	700	7 900
		Kanton Zürich	629 200	69 100	560 100

Keine Angaben: Fischenthal-Lipperschwändi, Glattfelden-Nidermatt, Hirzel-Fabrikrain, Weisslingen, Zumikon

Anlagen zur Nutzung biogener Abfälle (4-Jahres-Schnitt)

Standort	Vergärungskapazität [Tonnen]	Biogasproduktion [MWh]	Bemerkungen
Grüngut			
Bachenbülach	15 700	8 500	Einspeisung ins Erdgasnetz
Otelfingen	13 100	6 800	BHKW, Abwärme ungenutzt
Richterswil	11 200	6 400	Einspeisung ins Erdgasnetz
Volketswil	26 700	13 900	BHKW, Abwärme ungenutzt
Oetwil am See	18 900	11 800	BHKW, Abwärme ungenutzt
Ottenbach	16 100	9 000	BHKW, Abwärme ungenutzt
Zürich	21 800	15 400	Einspeisung ins Erdgasnetz
Winterthur	13 500	11 700	Einspeisung ins Erdgasnetz

Wärmenutzung

Altholz	
Weiningen	600
Otelfingen	17 000

Kehrichtverbrennungsanlagen (4-Jahres-Schnitt, in MWh)

Anlage	Dampfpotenzial	Stromproduktion	Wärmeabsatz	ungenutzt
KEZO Hinwil	523 300	102 200	60 400	360 700
Limeco Dietikon	259 500	54 400	33 100	172 000
Hagenholz Zürich	659 500	104 000	419 200	136 200
Josefstrasse Zürich	316 600	31 200	111 300	174 100
KVA Horgen	107 400	18 800	38 600	50 000
KVA Winterthur	578 300	96 100	167 100	315 000
Kanton Zürich	2 444 600	406 700	829 700	1 208 000

Holzenergienutzung nach Forstkreisen (in MWh)

	Waldholz (Energieholz)	Flurholz	Restholz	Altholz
1 Zimmerberg, Knonaueramt	60 000	4 000	9 000	15 000
2 Glattal, Pfannenstiel, Zürich	59 000	8 000	23 000	128 000
3 Oberland	96 000	5 000	24 000	16 000
4 Winterthur und Umgebung	105 000	6 000	17 000	25 000
5 Weinland	54 000	3 000	21 000	5 000
6 Unterland, Flughafen	58 000	5 000	7 000	17 000
7 Limmattal, Furttal	60 000	4 000	12 000	14 000
Kanton Zürich	492 000	35 000	113 000	220 000

Quellen

Amt für Raumentwicklung Kanton Zürich: Richtplan Kanton Zürich (2021),
<https://www.zh.ch/de/planen-bauen/raumplanung/richtplaene/kantonaler-richtplan.html>

Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) Kanton Zürich, Abteilung Energie: Broschüre «Vollzug der Energievorschriften – Private Kontrolle im Kanton Zürich», 2018

Axpo Energiewende und Stromversorgungssicherheit gleichzeitig möglich, <https://www.axpo.com/ch/de/ueber-uns/medien-und-politik/medienmitteilungen.detail.html/medienmitteilungen/2021/Energiewende-und-Stromversorgungssicherheit.html>

Bundesamt für Energie: Energieperspektiven 2050+, Kurzbericht, 2020,
[https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html#:~:text=Die%20Energieperspektiven%202050%2B%20\(EP%202050,gleichzeitig%20eine%20sichere%20Energieversorgung%20gew%C3%A4hrleistet.](https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/politik/energieperspektiven-2050-plus.html#:~:text=Die%20Energieperspektiven%202050%2B%20(EP%202050,gleichzeitig%20eine%20sichere%20Energieversorgung%20gew%C3%A4hrleistet.)

Bundesamt für Energie (BFE): Gesamtenergiestatistik 2021,
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/gesamtenergiestatistik.html>

Bundesamt für Energie (BFE): Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2021,
<https://www.bfe.admin.ch/bfe/de/home/versorgung/statistik-und-geodaten/energiestatistiken/elektrizitaetsstatistik.html>

Bundesamt für Statistik (BFS): CO₂-Konzentration in der Atmosphäre – Jahresmittelwerte, 2021,
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/grafiken.assetdetail.9226841.html>

Bundesamt für Statistik (BFS): Schweizerischer Lohnindex, Landesindex der Konsumentenpreise, 2021,
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/preise/landesindex-konsumentenpreise.html>

Bundesamt für Umwelt (BAFU): Schweizer Treibhausgasemissionen, 2021,
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/klima/zustand/daten/treibhausgasinventar.html>

EBP Schweiz AG: Jahreskosten für Systeme mit erneuerbaren Energien, 2019

EBP Schweiz AG (finanziert durch die Metropolitankonferenz Zürich, den Baslerfonds der Firma EBP, die Kantone St. Gallen und Zürich sowie EnergieSchweiz): Die Zukunft der Gas-Infrastruktur im Metropolitanraum Zürich, Fachbericht, 2019, und Ratgeber für Gemeinden und Gasversorger, 2020,
https://www.metropolitanraum-zuerich.ch/wp-content/uploads/2020/11/2019_EBP_Fachbericht_Zukunft_Gasinfrastruktur.pdf

EBP Schweiz AG im Auftrag von EnergieSchweiz und der Stadt Zürich: Energie Performance Gap in Neubauten, 2019,
<https://www.energieschweiz.ch/page/de-ch/performance-gap>

Eidgenössische Elektrizitätskommission (ElCom): Tätigkeitsbericht 2021,
<https://www.elcom.admin.ch/elcom/de/home/dokumentation/berichte-und-studien/taetigkeitsberichte.html>

EMPA: Impacts of an Increased Substitution of Fossil Energy Carriers with Electricity-Based Technologies on the Swiss Electricity System, Energies 12, 2399, 2019, <https://doi.org/10.3390/en12122399>

EMPA: Potentialanalyse Power-to-Gas in der Schweiz, 2019, <https://www.empa.ch/web/s313/potentialanalyse-power-to-gas-in-der-schweiz>
erneuerbar heizen, Heizkostenrechner, <https://erneuerbarheizen.ch/einfamilienhaus/>

Flughafen Zürich AG: Flugbewegungen, 2021, <https://www.flughafen-zuerich.ch/unternehmen/laerm-politik-und-umwelt/flugbewegungen>

IEA: Data and Statistics, 2021, <https://www.iea.org/subscribe-to-data-services/electricity-statistics>

Kanton Zürich: Langfristige Klimastrategie, 2022,
<https://www.zh.ch/de/news-uebersicht/medienmitteilungen/2022/03/der-kanton-zuerich-legt-seine-klimastrategie-fest.html>

OWID: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy, Ember Global Electricity Review (2022) & Ember European Electricity Review (2022)

Statistisches Amt des Kantons Zürich: Statistisches Jahrbuch 2021, https://statistik.zh.ch/internet/justiz_inneres/statistik/de/daten/jahrbuch.html

Strassenverkehrsamt des Kantons Zürich: Antriebssysteme und spezifischer CO₂-Ausstoss, 2021

Wüest Partner, Zürich: Heizsysteme bei Neubauten und Ersatz von Heizsystemen, 2022

Kanton Zürich
Baudirektion
**Amt für Abfall, Wasser,
Energie und Luft**
Stampfenbachstrasse 12
8090 Zürich
043 259 42 66
www.energie.zh.ch

Sommer 2022