



Umwelt- und Gesundheitsschutz

Bereichsleitung



Aktualisierung der Ziele und Massnahmen der Energiestadt Gold Winterthur

## Grundlagen Energiekonzept 2050

# Grundlagen Energiekonzept 2050

## **Herausgeber**

Stadt Winterthur, Umwelt- und Gesundheitsschutz, Bereichsleitung

## **Projektleitung**

Dr. Anna Roschewitz, Umwelt- und Gesundheitsschutz

Philippe Chéhab, Fachstelle Nachhaltige Entwicklung

## **Autoren / Fachliche Bearbeitung**

Urs Vogel, Erik Schmausser; Amstein + Walthert AG – Andreasstrasse 11 – 8050 Zürich

Bruno Hösli, Philipp Meier (GIS); Planar AG für Raumentwicklung – Rigistrasse 9 – 8006 Zürich

## **Begleitgruppe:**

Michael Künzle, Stadtrat, Dept Sicherheit und Umwelt

Christian von Burg, Stadtwerk Winterthur

Ulrich Dinkelacker, Fachstelle Energie

Michael Hauser, Amt für Städtebau

Beat Kunz, Forstbetrieb

Max Reifler, Tiefbauamt

Dr. Matthias Gfeller, Stadtrat, Dept Technische Betriebe

Urs Buchs, Technik, Gas und Wasser, Stadtwerk

Erich Dürig, Immobilien

Andreas Friolet, Informationsdienst

Peter Lattmann, Hochbau

Thomas Nideröst, Stadtbuss

Andreas Schönbächler, Stadtentwicklung

Dr. Fridolin Störi, Baupolizeiamt

Kurt Egger, Energiestadt-Berater

## **Bezug**

Stadt Winterthur

Umwelt- und Gesundheitsschutz

Obertor 32

8402 Winterthur

Telefon 052 267 57 42

Fax 052 267 63 22

E-Mail [umwelt@win.ch](mailto:umwelt@win.ch)

[www.umwelt-winterthur.ch](http://www.umwelt-winterthur.ch)

© Copyright: Stadt Winterthur, Umwelt- und Gesundheitsschutz

10. März 2011

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Das Konzept der 2000-Watt und 1-Tonne-CO<sub>2</sub> Gesellschaft .....</b>	<b>8</b>
2.1	Methodik Primärenergie und Treibhausgasemissionen.....	9
2.2	Generelle Zielwerte und Absenkpfad Schweiz .....	10
2.3	Watt pro Person und Energieeinheiten.....	12
<b>3</b>	<b>Grundlagen Absenkpfad für die Stadt Winterthur.....</b>	<b>13</b>
3.1	Ausgangswerte Winterthur 2008 .....	13
3.2	Absenkpfad Primärenergie.....	15
3.3	Absenkpfad Treibhausgasemissionen.....	16
3.4	Vergleich mit den Energiestadt-Zielwerten.....	17
<b>4</b>	<b>Schwerpunkt Strom .....</b>	<b>20</b>
4.1	Grundlagen und Szenarien für Winterthur im Bereich Strom .....	20
4.2	Erneuerbare Energie und Zielwerte Strom per 2050 .....	20
4.3	Politische Steuerungsmöglichkeiten.....	22
4.4	Entwicklung der Strompreise.....	24
<b>5</b>	<b>Schwerpunkt Wärme.....</b>	<b>29</b>
5.1	Grundlagen und Szenarien für Winterthur im Bereich Wärme .....	29
5.2	Erneuerbare Energie, Zielwerte per 2050 .....	33
5.3	Politische Steuerungsmöglichkeiten im Bereich Wärme .....	35
5.4	Investitionsbedarf und Kosten .....	35
<b>6</b>	<b>Schwerpunkt Mobilität.....</b>	<b>37</b>
6.1	Grundlagen und Szenarien für Winterthur im Bereich Mobilität.....	37
6.2	Politische Steuerungsmöglichkeiten.....	37
6.3	Berechnung der Zielwerte .....	37
6.4	Kosten im Bereich Mobilität.....	38
<b>7</b>	<b>Grundlagen räumlicher Energieplan für die Stadt Winterthur .....</b>	<b>39</b>
7.1	Energiebezug Wohnen.....	39
7.2	Energiebezug Arbeiten.....	40
7.3	Energiebezug Wohnen und Arbeiten.....	41
7.4	Energiepotenziale.....	41
7.5	Neue Wärmeversorgung für Winterthur.....	46
<b>8</b>	<b>Volkswirtschaftliche Effekte.....</b>	<b>48</b>
8.1	Investitionsbedarf und Kosten .....	48
8.2	Einsparungen und Gewinne .....	48
<b>9</b>	<b>Vorgehensweise im Projekt.....</b>	<b>49</b>
9.1	Ausgangslage .....	49
9.2	Auftrag «Grundlagen Energiekonzept Winterthur 2050».....	50
9.3	Projektablauf .....	51
9.4	Projektorganisation.....	53
<b>10</b>	<b>Weiteres Vorgehen.....</b>	<b>54</b>
10.1	Aktivitätenprogramm 2010-2014 (Massnahmenplan).....	54
10.2	Controlling und Monitoring .....	56
10.3	Räumlicher Energieplan und kontinuierliche Energieplanung .....	57
<b>11</b>	<b>Verzeichnis .....</b>	<b>58</b>
11.1	Quellenverzeichnis .....	58
11.2	Abbildungsverzeichnis.....	58
11.3	Tabellenverzeichnis.....	59
<b>A1</b>	<b>Anhang: Ausgangslage Winterthur 2008 .....</b>	<b>61</b>
A1.1	Berechnung der Bilanz 2008 .....	61
A1.2	Synthetische Bilanz 2008 Ausgangswert Absenkpfad.....	61
<b>A2</b>	<b>Anhang: Einzelziele in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität für die Stadt Winterthur .....</b>	<b>64</b>
A2.1	Strom.....	64
A2.2	Wärme.....	67

<b>A3</b>	<b>Anhang: Referenzszenarien Strom</b> .....	<b>71</b>
A3.1	Grundlagen und Quellenverweis .....	71
A3.2	Zielszenarien Strom .....	72
A3.3	Ausgangslage und Verbrauchsentwicklung Strom .....	77
<b>A4</b>	<b>Anhang: Struktur Aktivitätenprogramm und Massnahmenblätter</b> .....	<b>81</b>
A4.1	Struktur Aktivitätenprogramm.....	81
A4.2	Struktur Massnahmenblätter .....	83
<b>A5</b>	<b>Anhang: Karten Energiebezugsdichte und -potentiale</b> .....	<b>84</b>
A5.1	Energiebezug Wohnen.....	85
A5.2	Energiebezug Arbeiten (Dienstleistungs-, Gewerbe- und Industriebetriebe).....	86
A5.3	Energiebezug für Wohnen und Arbeiten .....	87
A5.4	Energiepotentiale .....	88

# 1 Zusammenfassung

Angesichts der in den letzten zehn Jahren stark geänderten Rahmenbedingungen in der Energie- und Klimaschutzpolitik sollen für die Energiestadt Gold Winterthur das Energiekonzept, der Energieplan sowie das Aktivitätenprogramm umfassend überarbeitet und angepasst werden.

Das neue «Energiekonzept 2050» orientiert sich dabei an den Inhalten und langfristigen Zielen der 2000-Watt- und 1-Tonne-CO<sub>2</sub>-Gesellschaft.

Das Projekt wurde vom Stadtrat beauftragt, vom Bereich Umwelt- und Gesundheitsschutz geleitet und von der erweiterten strategischen Kommission Umwelt und Energie begleitet. Die Projektbearbeitung leisteten die externen Auftragnehmer.

Mit der von Januar 2010 bis Januar 2011 geleisteten Projektarbeit wurden die folgenden Ziele erreicht:

- Definition des Winterthurer Absenkpads zur 2000-Watt- und 1-Tonne-CO<sub>2</sub>-Gesellschaft mit Zwischenzielen für die Jahre 2020, 2035 und 2050.
- Vergleich mit den Kennzahlen der Orientierungshilfe von EnergieSchweiz für Gemeinden.
- Identifikation der wichtigsten Stossrichtungen für Umsetzungsmassnahmen in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität und eine erste volkswirtschaftliche Betrachtung der Kosten und Nutzen.
- Ermittlung der räumlichen Wärmebezugsdichten, Potenzialabschätzung der verfügbaren Abwärmen für die Wärmeversorgung sowie Klärung der Datenlage und der Voraussetzungen im GIS für den behördenverbindlichen Energieplan.
- Vorschlag für eine neue Struktur und Gliederung des Aktivitätenprogramms und der Massnahmenblätter sowie für das Controlling der Leistungen und das Monitoring der Wirkungen.

## **Absenkpfad für die Stadt Winterthur bis 2050**

Das Konzept der 2000-Watt- und 1-Tonne-CO<sub>2</sub>-Gesellschaft ist eine Antwort auf die Herausforderungen, die Klimawandel und nachhaltige Energieversorgung heute weltweit stellen: Sie strebt langfristig einen CO<sub>2</sub>-Ausstoss von nicht mehr als einer Tonne pro Kopf der Bevölkerung und Jahr an sowie einen reduzierten Primärenergiebedarf, der maximal 2000 Watt Dauerleistung pro Person entspricht. Für die Schweiz bedeutet dies für das Zwischenziel per 2050 gegenüber dem Referenzjahr 2005 eine Senkung des Primärenergieverbrauchs um den Faktor 2 und eine Reduktion des CO<sub>2</sub>-Ausstosses um den Faktor 4. Die für die Schweiz definierten generellen Zielwerte per 2050 wurden für das Energiekonzept 2050 unverändert übernommen.

Im Vergleich mit den schweizerischen Durchschnittswerten liegen für Winterthur die Ausgangswerte (2008) beim Primärenergieverbrauch um rund 20% und bei den Treibhausgasemissionen um rund 25% tiefer. Das Resultat entspricht den Erwartungen, da grössere Städte gegenüber dem Landesdurchschnitt aufgrund der höheren Dichte generell im Vorteil sind. Speziell für Winterthur ist der im Vergleich mit dem Landesdurchschnitt hohe Anteil der Wärme- und Stromproduktion durch die Kehrriechterverwertungsanlage und der Strommix mit bereits heute sehr tiefen Treibhausgasemissionen.

Für den in Richtung 2000-Watt-Gesellschaft zu verfolgenden Absenkpfad wurden mit dem Energiekonzept 2050 für die Bereiche Strom, Wärme und Mobilität konkrete Handlungsschwerpunkte diskutiert und als Grundlage für das Energiekonzept 2050 ausgearbeitet:

Für die Stadt Winterthur ist das Ziel für Primärenergie von 3'500 Watt pro Person per 2050 mit den unterstellten, realistischen Annahmen erreichbar und kann sogar unterschritten werden. Der Zielwert für die Treibhausgasemissionen von 2 Tonnen pro Person per 2050 kann nur knapp erreicht werden. Für die Bereiche Gebäudewärme und Strom kann das Reduktionspotential schon weitgehend ausgeschöpft werden. Eine weitere Reduktion der Treibhausgasemissionen kann nach 2050 durch eine weitere Senkung des Anteils im Bereich Wärme für Industrie und Prozesse und im Bereich Mobilität erreicht werden.

## **Handlungsschwerpunkte in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität**

Die Nachfrage nach Elektrizität wird durch das Wachstum der Stadt, sowie durch die Verlagerung aus dem Wärmebereich (Wärmepumpen) und aus dem Bereich Mobilität (Elektrofahrzeuge) angetrieben. Durch die Realisierung der vorhandenen Effizienzpotentiale und mit der Anwendung zukünftiger, effizienter Technik kann der Nachfragedruck teilweise kompensiert werden. Wir gehen per 2050 von einer Zunahme beim Stromverbrauch um 15% bis 25% gegenüber heute (2008) bei einer dannzumal stagnierenden Nachfrage aus. Die Berechnung für zwei Szenarien A und B zeigt deutliche Unterschiede bei der nicht erneuerbaren Primärenergie. Mit Szenario A wird angenommen, dass per 2050 die Stromversorgung vollständig durch erneuerbare Energien realisiert ist. In Szenario B bleibt ein Anteil Strom aus Kernkraftwerken bestehen. Der zukünftige Verbrauchermix Strom ist für die Treibhausgasbilanz von untergeordneter Bedeutung solange die Stromerzeugung mit fossilen Brennstoffen ausgeschlossen bleibt.

Trotz Zuwachs der Gebäudeflächen kann mit der Erhöhung der energetischen Erneuerungsrate beim Gebäudebestand und kombiniert mit dem Aufbau einer auf Abwärme und Umweltwärme basierenden Wärmeversorgung der Energieverbrauch Wärme wesentlich reduziert werden. Der zukünftige Wärmebedarf per 2050 wird zu rund 80% mit Umweltwärme, Solarwärme, Abwärmenutzung und mit erneuerbaren Brennstoffen abgedeckt. Der Verbrauch an fossilen Brennstoffen kann per 2050 auf 14% gegenüber heute reduziert werden.

Die Kilometerleistung des motorisierten Individualverkehrs muss kurzfristig stabilisiert und langfristig reduziert werden. Eine konsequente Parkraumbewirtschaftung und -reduktion in Kombination mit attraktiven Angeboten des öffentlichen Verkehrs führen zu diesem Ziel. Unterstützt durch die zukünftig wesentlich energieeffizienteren Fahrzeuge resultiert in der Summe eine Reduktion im Verbrauch fossiler Treibstoffe und bei den Treibhausgasemissionen auf unter 50% der heutigen Werte (Mobilität inkl. Flugverkehr).

Als Grundlage für die räumliche Koordination der zukünftigen Wärme- und Kälteversorgung erfolgte eine Auswertung des Ist-Zustandes des Energiebezuges für die Wärmeversorgung des Siedlungsgebietes im Geographischen Informationssystem (GIS) und die Erfassung der dazu nutzbaren Energiepotenziale für die Nutzung von Umweltwärme, Abwärme und erneuerbaren Energien. Damit liegen die erforderlichen Grundlagen für die in den nächsten Schritten folgende räumliche Koordination der Wärme- und Kälteversorgung, resp. für die Überarbeitung des 1998 erstellten Energieplanes vor. Die Umsetzung des Energieplanes erfordert eine permanente Koordination insbesondere auch der Energiequellen und -senken über das ganze Stadtgebiet

### **Volkswirtschaftliche Effekte**

Für das Stromszenario A sind für die Periode von 2010 bis 2050 im Durchschnitt rund 11% höhere Stromkosten im Vergleich zu Szenario B berechnet worden. Nach 2050 beträgt die relative Kostendifferenz von Szenario A zu Szenario B rund 30%. Für die Stromversorgung aus 100% erneuerbaren Energien gemäss Stromszenario A sind so per 2050 und danach rund CHF 45 Mio./a Mehrkosten gegenüber Szenario B zu erwarten.

Durch die Steigerung der energetisch wirksamen Erneuerungsrate bei den heute bestehenden Gebäuden um den Faktor 2 wird eine Erhöhung der gesamten Bautätigkeit in Winterthur um rund 20% abgeschätzt. Das höhere Bauvolumen sollte ohne Strukturprobleme von der Baubranche zu bewältigen sein.

Die Überwälzung der Investitionen für die energetische Gebäudeerneuerung wird sich voraussichtlich mit einer moderaten Erhöhung von durchschnittlich rund 10% auf die Mietzinsen auswirken.

Mit der Reduktion der fossilen Energien im Bereich Wärme können im Zeitraum bis 2050 rund CHF 33 Millionen durchschnittlich pro Jahr eingespart werden. Es wird davon ausgegangen, dass die neue CO<sub>2</sub>-freie Wärmeversorgung Gesamtkosten in gleicher Höhe wie die Einsparung bei den fossilen Energien aufweist und die Umstellung der Wärmeversorgung damit als grobe Schätzung kostenneutral ist.

Für die Energieeinsparung im Bereich Mobilität sind innerhalb des Energiekonzepts 2050 keine Kosten ausgewiesen, da die entsprechenden Investitionen auf andere Bilanzgruppen (Verkehrsmassnahmen und Fahrzeugbeschaffung) verteilt sind und in Bezug auf das Energiekonzept als Ohnehin-Kosten betrachtet werden.

Mit der zukünftigen Umsetzung des Energiekonzepts 2050 können die Treibhausgasemissionen per 2050 um rund 4.3 Tonnen CO<sub>2</sub> eq. pro Person und Jahr reduziert werden. Das sind Einsparungen von jährlich rund 516'000 Tonnen CO<sub>2</sub> eq. im Jahr 2050 gegenüber heute. Werden jährlich rund CHF 60 Mio. (Kapitalamortisation und Zins) für den energetischen Anteil der Gebäudesanierung den eingesparten Treibhausgasemissionen gegenübergestellt, dann resultieren bei kostenneutraler Energieversorgung mit dem Energiekonzept 2050 CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von rund 120 CHF pro Tonne CO<sub>2</sub> eq. und Jahr.

### **Umsetzung**

Das für die Legislaturperiode 2010-2014 noch zu erarbeitende erste Aktivitätenprogramm (Massnahmenplan) im Rahmen des neuen Energiekonzept 2050 soll neu nach den 6 Themenfeldern des Energiestadt-Katalogs gegliedert werden. Für die Struktur der dazugehörigen einzelnen Massnahmenblätter liegt ein Vorschlag vor, welcher das Ziel der Massnahme, den räumlichen Bezug, die Verantwortlichkeiten, die Termine und Vorgehensschritte, das Budget sowie die Wirkungen umfasst. Das Aktivitätenprogramm und die Massnahmenblätter sollen neu in einer elektronischen Datenbank geführt werden.

Das Controlling der Leistungen für die Umsetzung der Massnahmen soll halbjährlich in der Fachgruppe Energie erfolgen. Für das Monitoring der Wirkungen sollen alle vier Jahr die bisherigen Kennzahlen des Umweltberichts, die Kernindikatoren Umwelt sowie die zusätzlichen Kennzahlen von Energiestadt erhoben und beurteilt werden.

Die hiermit vorliegenden Grundlagen zum Energiekonzept 2050 sollen dem Stadtrat zur positiven Kenntnisnahme beantragt werden und als Entscheidungsgrundlage für seine Energie- und Klimapolitik dienen.

Dem Stadtrat wird beantragt, für die Legislaturperiode 2010 - 2014 ein erstes Aktivitätenprogramm (Massnahmenplan) mit wirkungsvollen Umsetzungsmassnahmen erarbeiten zu lassen.

## 2 Das Konzept der 2000-Watt und 1-Tonne-CO<sub>2</sub> Gesellschaft

*Ansätze zur Quantifizierung eines möglichen Energieverbrauchsszenarios (Kesselring, Winter, 1994) greifen 1994 erstmals den Begriff einer 2000-Watt-Gesellschaft auf und postulieren deren technische Machbarkeit durch energieeffiziente Umwandlung, Minimierung von nicht erneuerbaren Ressourcen und Maximierung von erneuerbaren Energien. Ergänzend zur technischen Sichtweise kann basierend auf (Goldemberg et al., 2004) und (Suarez, 1995) gezeigt werden, dass ein Energiebedarf von 2000 Watt pro Person unter Einsatz heutiger Technologien genügt, um Wohlstand, wirtschaftliches Wachstum und eine hohe Lebensqualität zu gewährleisten.*

*Im Jahr 1998 wurde die Idee einer 2000-Watt-Gesellschaft in der „Strategie Nachhaltigkeit im ETH-Bereich“ aufgegriffen (ETH-Rat, 1998) und postuliert, dass diese für die Schweiz bis in die Mitte des 21. Jahrhunderts erreicht werden kann/soll. Spreng (Spreng et al., 2002) zeigt, dass die Limite von umgerechnet 2000 Watt pro Person aus ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Sicht sinnvoll ist und spricht von einem Energieverbrauchsfenster im Zeithorizont 2050-2100 (Spreng und Semadeni, 2001). Ferner wird die These aufgestellt, dass sich der Energieverbrauch pro Person als massgeblicher Indikator zur Beurteilung der Nachhaltigkeit eignet.*

*Gemäss dem Konzept der 2000-Watt-Gesellschaft soll der Primärenergieverbrauch der Industrieländer auf 2000 Watt pro Person gesenkt werden. 2000 Watt bezieht sich dabei auf die durchschnittliche Dauerleistung, welche pro Kopf verbraucht wird. Diese Dauerleistung variiert im Tages- und Jahresverlauf und entspricht einem Energieverbrauch von 2 kW-Jahren pro Jahr oder  $2 \text{ kW} \times 8760 \text{ h} = 17'520 \text{ kWh}$  pro Jahr (1 Jahr = 8760 Stunden).*

*Damit der verträgliche globale Temperaturanstieg nicht überschritten wird, darf längerfristig nicht mehr als 1 Tonne CO<sub>2</sub> eq. pro Person und Jahr emittiert werden, der fossile Anteil am Energieverbrauch darf daher nicht mehr als 500 Watt pro Person betragen. Die Differenz von 1500 Watt muss demnach aus nicht fossilen d.h. „CO<sub>2</sub>-freien“-Quellen stammen.*

*In seinem Bericht „Strategie Nachhaltige Entwicklung 2002“ (Schweizerischer Bundesrat; März 2002, S.24) hält der Bundesrat fest: „Das Szenario der 2000-Watt-Gesellschaft dient der Energie- und Klimapolitik als Zielvorstellung, was langfristig eine Reduktion der Treibhausgase (primär CO<sub>2</sub>) auf nachhaltig eine Tonne pro Kopf, eine Deckung des Energieverbrauchs von 500 Watt/Kopf aus fossilen und 1500 Watt/Kopf aus erneuerbaren Energieträgern erfordern würde. Diese strebt der Bundesrat in den nächsten Jahrzehnten an.“*

*In seinem Jahresbericht 2005 des ETH-Rats (ETH-Rat, 2005) wird die 2000-Watt-Gesellschaft wie folgt umschrieben: "Strategisches Ziel der Energieforschung ist die Nachhaltigkeit, wie sie im Energieartikel der Bundesverfassung definiert ist. Die damit verbundene Vision einer 2000-Watt- Gesellschaft ist eine Metapher für die Zielsetzung, das angestrebte Wirtschaftswachstum bei deutlich reduziertem Primärenergieeinsatz und drastisch reduzierten CO<sub>2</sub>-Emissionen zu realisieren.“*

*Da nach Einschätzung des ETH-Rats letztlich die Bevölkerung über den Erfolg nachhaltiger Energiesysteme entscheidet, haben die ETH-Institutionen ihre Vision "2000-Watt-Gesellschaft" popularisiert. Diese Maxime soll sich im Denken der Menschen verfestigen und sie für das Ziel gewinnen, den heutigen Pro-Kopf-Verbrauch an Energie bei gleich bleibender Lebensqualität langfristig auf einen Drittel zu reduzieren und einen zunehmenden Teil dieser Energie erneuerbar zu gewinnen. (BFE 2007)*

*Im Jahr 2009 hat die Stadt Zürich gemeinsam mit dem Bundesamt für Energie und Energie Schweiz für Gemeinden mit wissenschaftlicher Begleitung aus den ETH-Bereichen (Novatlantis) die „Grundlagen für ein Umsetzungskonzept der 2000-Watt-Gesellschaft am Beispiel der Stadt Zürich“ erarbeitet. Diese methodischen Grundlagen und die darin definierten Zielwerte hat Energiestadt für die Energiestadt-Ziele übernommen und sie bilden die methodische Grundlage für das Energiekonzept 2050 für Winterthur.*

## 2.1 Methodik Primärenergie und Treibhausgasemissionen

Die Methodik der 2000-Watt-Gesellschaft betrachtet die gesamte Primärenergie und die gesamten Treibhausgasemissionen aus allen Nutzungsbereichen der Gemeinde. Diese Gesamtsicht ist erforderlich, um den Massnahmen in den einzelnen Bereichen die richtige Priorität zuordnen zu können.

### 2.1.1 Primärenergie

Die in der Methodik der 2000-Watt-Gesellschaft verwendete Definition der Primärenergie entspricht dem methodischen Ansatz „kumulierter Energieaufwand“ für die Energienutzung. Dieser Begriff wird in der Energietechnik jedoch bereits eindeutig aber mit anderen Systemgrenzen als bei der 2000-Watt-Gesellschaft verwendet. Die Systemgrenze der 2000-Watt-Gesellschaft ist global. Daher wird hier der Begriff Primärenergie verwendet.

In der Literatur findet man unterschiedliche Definitionen des Begriffs. Häufig und daher im Kontext der 2000-Watt-Gesellschaft verwendet ist Primärenergie wie folgt definiert:

Die Primärenergie wird aufgrund der von den Verbrauchern bezogenen Endenergie mit spezifischen Primärenergiefaktoren berechnet. Endenergie ist die Stufe der Energienutzung die von den Endkunden bezahlt wird (gelieferte Energie), d.h. Strom oder Erdgas ab Verbrauchszähler oder Heizöl, Diesel, Benzin im Tank. Der Primärenergiefaktor berücksichtigt nun, ausgehend von der Energiemenge auf Stufe Endenergie, den gesamten vorgelagerten Aufwand entlang der Produktionskette bis zum natürlichen Vorkommen der Energiequelle, aber ohne deren Entstehung. Der vorgelagerte Aufwand besteht beim Heizöl beispielsweise aus dem Transportaufwand für den Import bis zum Tank des Kunden, aus den Energieverlusten bei der Ö Raffinerie (Umwandlung, Aufbereitung) inkl. dem Aufwand für die Erstellung der Raffinerie, dem Aufwand für die Förderung inkl. Bohrplattform und für die Bohrung bis zum natürlichen Reservoir des Rohöls.

Der Energieinhalt einer Einheit Rohöl in der Natur ist damit nicht das Mass für den Primärenergiefaktor Heizöl. Eine Einheit Primärenergie Heizöl besteht aus dem Energieinhalt der Einheit Heizöl gebrauchsfertig auf Stufe Endenergie mit zusätzlich allem „nicht natürlichem“ energetischen Aufwand, der erforderlich ist, um das gebrauchsfertige Heizöl im Tank zu haben.

Für eine Solarstromanlage als Beispiel ist die Basis der von der Anlage produzierte Strom (gebrauchsfertig, Stufe Endenergie). Der vorgelagerte Aufwand besteht aus dem Aufwand für die Herstellung der Solarpanele, Montagestruktur etc. und deren Transport und Montage. Die eingestrahelte Solarenergie ist hier, wie im vorgängigen Beispiel das natürliche Rohöl, nicht das Mass für die Primärenergie nach vorliegender Definition.

Mit den Primärenergiefaktoren wird damit der gesamte „nicht natürliche“, vom Menschen verursachte (anthropogene) Energieumsatz erfasst. Der natürliche Anteil wie die Sonnenstrahlung, Regen und Windkraft wird dabei nicht bilanziert.

Die in der Schweiz verwendeten Primärenergiefaktoren werden aufgrund von detaillierten Stoffbilanzen auf Basis der Datensammlung „ecoinvent“<sup>1</sup> berechnet und haben nur in der Schweiz normative Gültigkeit<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Ecoinvent centre, Swiss Center for Lifecycle Inventories; ETHZ, EPFL, PSI, EMPA, ART

<sup>2</sup> Die Faktoren und Koeffizienten sind in verschiedenen Normen und Merkblätter der Schweizer Ingenieure und Architekten SIA aufgenommen.

## 2.1.2 Treibhausgasemissionen

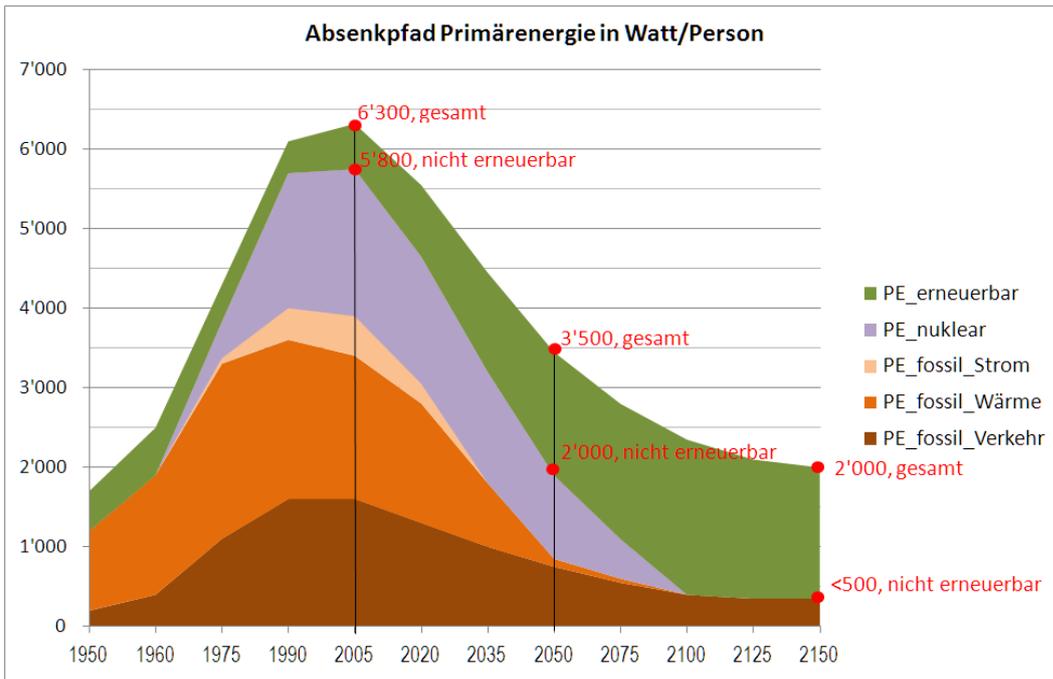
Die Treibhausgasemissionen werden analog zur Primärenergie basierend auf dem Endenergieverbrauch mit spezifischen Treibhausgaskoeffizienten berechnet. Diese Koeffizienten beschreiben die Menge der Treibhausgase (Kohlendioxid CO<sub>2</sub>, Methan, Lachgas und weitere klimawirksame Gase), die pro verwendete Energieeinheit in die Atmosphäre emittiert werden. Sie werden als äquivalente Menge CO<sub>2</sub> ausgedrückt, die denselben Treibhauseffekt wie die Summe der diversen Treibhausgase hat. Analog zur Primärenergie werden die kumulierten Treibhausgasemissionen ausgehend von der lokalen Nutzung, Verteilung, Umwandlung bis zur Gewinnung des Rohstoffes berücksichtigt.

## 2.2 Generelle Zielwerte und Absenkpfad Schweiz

	2005	2050	2150
Primärenergie gesamt in Watt pro Person	6'300	3'500	2'000
Primärenergie nicht erneuerbar, in Watt pro Person	5'800	2'000	500
Treibhausgasemissionen, in kg CO <sub>2</sub> eq. pro Person	8'600	2'000	1'000

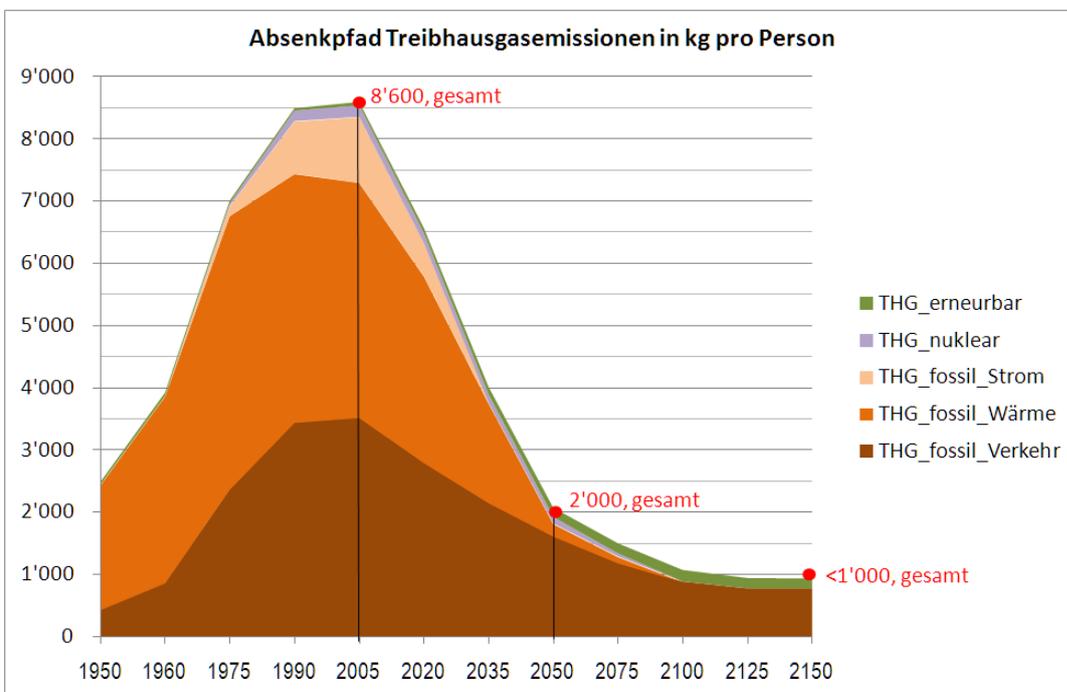
**Tabelle 1: Generelle Zielwerte der 2000-Watt- und 1-Tonne CO<sub>2</sub>-Gesellschaft** (Stadt Zürich, Novatlantis, BFE 2009)

Per 2050 soll der Verbrauch der gesamten Primärenergie von 6'300 W/P auf 3'500 W/P reduziert werden und die nicht erneuerbarer Primärenergie auf rund einen Drittel (von 5'800 auf 2'000 W/P) und die Treibhausgasemissionen auf rund einen Viertel (von 8'600 auf 2'000 kg/P) gegenüber dem Referenzjahr 2005 gesenkt werden. Die auf die Zeitachse projizierten Zielwerte der 2000-Watt-Gesellschaft werden als Absenkpfad bezeichnet. Die folgenden Abbildungen zeigen die Absenkpfade für Primärenergie und Treibhausgasemissionen der Schweiz.



**Abbildung 1: Absenkpfad Primärenergieverbrauch (PE) Schweiz in Watt/Person**

Der sehr langfristige Zielwert der 2'000 Watt Primärenergie pro Person und Jahr steht mit dem Ziel der reduzierten Treibhausgasemissionen und der anzustrebenden nachhaltigen Versorgung mit erneuerbaren Energien im Einklang und soll gemäss Absenkpfad im nächsten Jahrhundert erreicht werden. Der Anteil der erneuerbaren Energie am gesamten Primärenergieverbrauch wird dann rund 75% betragen.



**Abbildung 2: Absenkpfad Treibhausgasemissionen (THG) in kg CO<sub>2</sub>eq./Person für die Schweiz**

Die Treibhausgasemissionen der Schweiz werden heute praktisch ausschliesslich durch die fossilen Brenn- und Treibstoffe also durch die Wärmenutzung und den Verkehr verursacht. Die Gebäude haben daran den grössten Anteil. Die technischen Lösungen für die energetische Gebäudesanierung sind bereits vielfach erprobt und bereit für die breite Anwendung. Demgegenüber ist der Lastverkehr und insbesondere der Flugverkehr ohne fossile Brennstoffe innerhalb den nächsten Jahrzehnten noch undenkbar. Damit kann eine klares primäres Ziel definiert werden: Der Verbrauch an fossilen Brennstoffen durch den Gebäudepark Schweiz ist per 2050 gegen Null zu bringen. Mit begleitenden Effizienzmassnahmen im Verkehrsbereich sollen so die Treibhausgasemissionen per 2050 auf noch 2'000 kg pro Person, einen Viertel des heutigen Wertes, reduziert werden und per Ende des Jahrhunderts der langfristige Grenzwert vom 1'000 kg (1 Tonne) pro Person erreicht werden können.

## 2.3 Watt pro Person und Energieeinheiten

Das Watt ist die Einheit für die Angabe von Energie pro Zeit, wobei häufig eine mittlere Leistung über eine gewisse Zeit genannt wird. Der Energieverbrauch ergibt sich aus der Leistung in Watt multipliziert mit der Zeit.

Als Grundeinheit für die Energie wird daher Watt x Sekunden = Wattsekunden (Ws) verwendet. In der Physik wird dafür der Begriff Joule mit dem Einheitszeichen J für 1 Ws verwendet.

In der Technik wird Energie häufig in Kilowattstunde (kWh) angegeben. Die Energiemenge von 1 Kilowattstunde entspricht 1 Kilowatt das eine Stunde wirkt, also 1'000 Watt x 3'600 Sekunden = 3'600'000 Ws.

Zur Abkürzung der Tausender-Skalierung werden im internationalen Einheitensystem die folgenden, abkürzenden Bezeichnungen verwendet: Kilo, k, (x1'000). Mega, M, (x1'000'000), Giga, G, (x1'000'000'000), Tera, T, (x 1'000'000'000'000). 1 Kilowattstunde kWh ist damit gleich 3.6 MWs oder 3.6 MJ.

Der Wert 2'000 Watt pro Person bedeutet somit, dass jede Person eine durchschnittliche Leistung von 2'000 Watt dauernd zur Verfügung hat.

Pro Jahr entspricht das der Energiemenge von 2'000 Watt x 24 (Stunden pro Tag) x 365 (Tagen pro Jahr) = 17'520'000 Wattstunden oder 17'520 Kilowattstunden kWh.

### **3 Grundlagen Absenkpfad für die Stadt Winterthur**

Für die Grundlagen zum Energiekonzept 2050 wurde der Energieverbrauch der Stadt Winterthur in die drei Bereiche Strom, Wärme (Brennstoffe) und Mobilität (Treibstoffe) aufgeteilt. Diese Aufteilung bietet sich aufgrund der heute vorhandenen Datengrundlage an und sie genügt, um den Absenkpfad für die Stadt Winterthur zu definieren und auf Plausibilität überprüfen zu können. Als Ausgangswerte (Startwerte) für den Absenkpfad wurden Primärenergieverbrauch und Treibhausgasemissionen von Winterthur auf Basis des Endenergieverbrauches für das Jahr 2008 berechnet. Für dieses Jahr liegen detaillierte Datengrundlagen vor, die für den Umweltbericht 2009 der Stadt Winterthur bereits erhoben wurden.

Mit der detaillierteren Betrachtung der Einzelziele für Strom, Wärme und Mobilität in Abschnitt 4 bis 7 wurden die als Zielszenarien definierten Absenkpfade für Primärenergie und Treibhausgasemissionen auf Plausibilität und grundsätzliche Machbarkeit hin überprüft. Die Werte der Absenkpfade entsprechen dabei der Summe dieser Einzelziele. Der Absenkpfad für Treibhausgasemissionen ist mit den spezifischen Treibhausgaskoeffizienten der verwendeten Energie an den Absenkpfad Primärenergie gekoppelt. Die beiden Absenkpfade bilden damit stets das gleiche Zielszenario ab.

#### **3.1 Ausgangswerte Winterthur 2008**

Als Ausgangswerte wurden vorhandene Datengrundlagen der Stadt Winterthur per 2008 verwendet. Die Berechnungen sind im Anhang A1 zusammengestellt. Im Vergleich mit den schweizerischen Durchschnittswerten liegen die Ausgangswerte für Winterthur beim Primärenergieverbrauch um rund 20% und bei den Treibhausgasemissionen um rund 25% tiefer. Das Resultat entspricht den Erwartungen. Grössere Städte sind gegenüber dem Landesdurchschnitt aufgrund der höheren Dichte generell im Vorteil. Das Verhältnis der Zahl der Beschäftigten zur Einwohnerzahl liegt in Winterthur nur rund 10% über dem Schweizer Durchschnitt. Eine besondere Berücksichtigung des Bereichs Arbeiten bei der Interpretation der Ausgangswerte ist daher nicht erforderlich. Speziell für Winterthur ist der im Vergleich mit dem Landesdurchschnitt hohe Anteil der Wärme- und Stromproduktion durch die Kehrichtverwertungsanlage und der Strommix mit bereits heute sehr tiefen Treibhausgasemissionen.

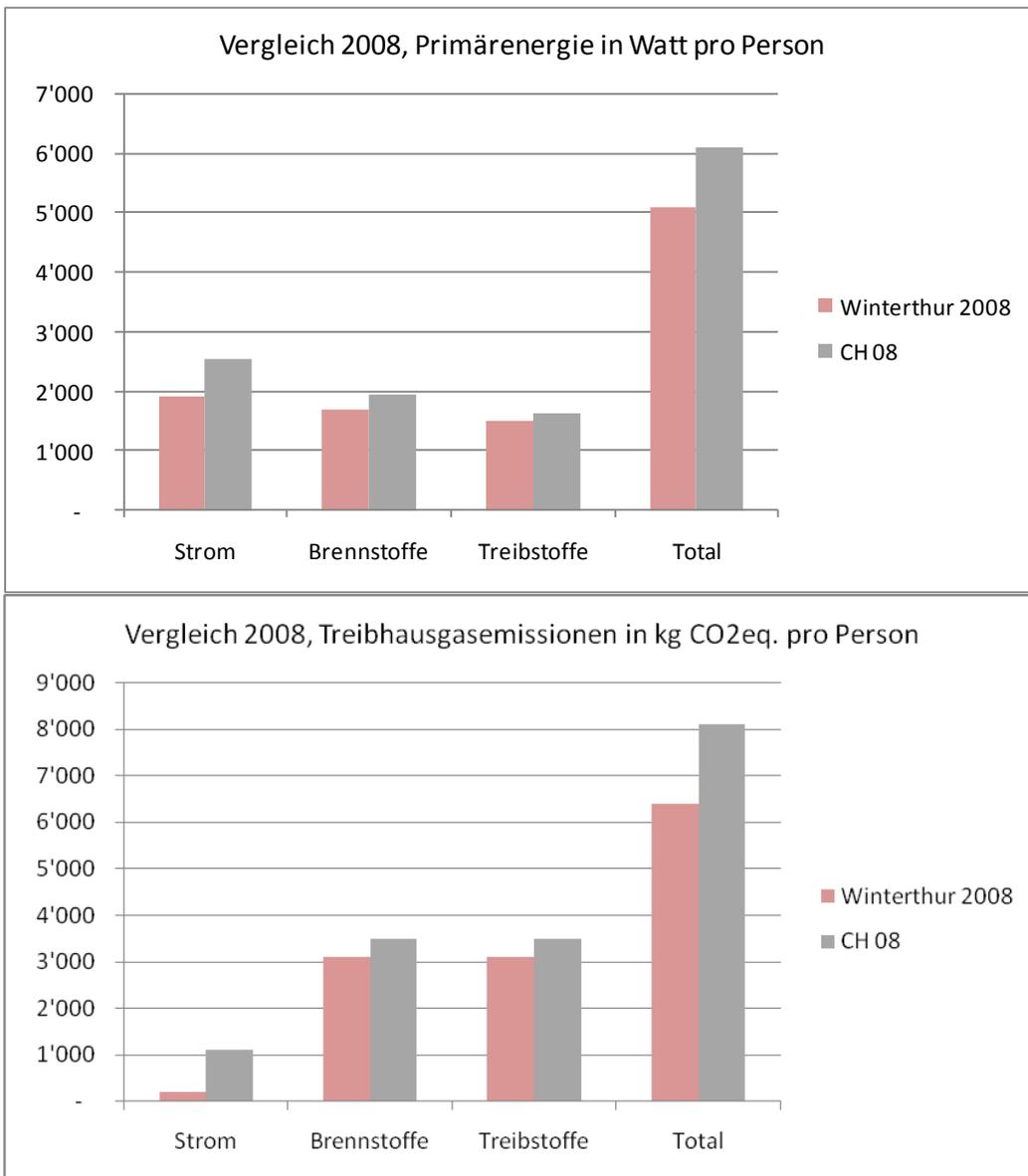


Abbildung 3: Vergleich der Startwerte Winterthur mit Referenzwerten Schweiz per 2008

### 3.2 Absenkpfad Primärenergie

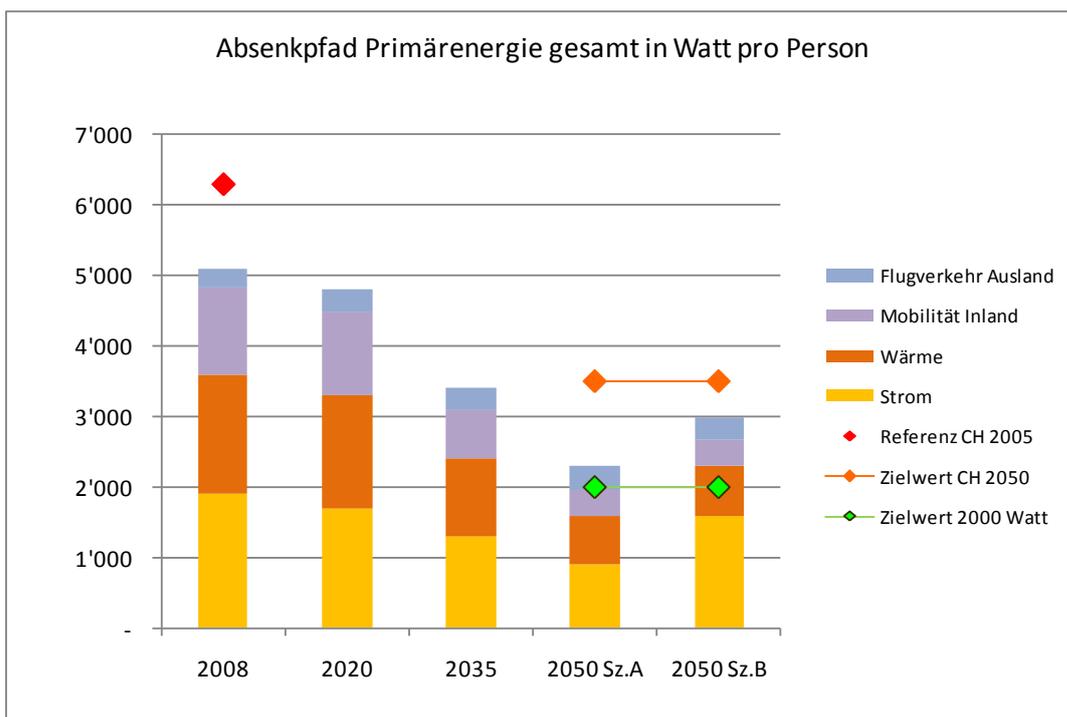


Abbildung 4: Stadt Winterthur, Absenkpfad Primärenergie in Watt pro Person (Synthesewerte)

Absenkpfad Primärenergie	2008	2020	2035	2050 Sz.A	2050 Sz.B
Strom	1'900	1'700	1'300	900	1'600
Wärme	1'700	1'600	1'100	700	700
Mobilität Inland	1'230	1'200	700	370	370
Flugverkehr Ausland	270	300	320	330	330
<b>Total Primärenergie in Watt pro Person</b>	<b>5'100</b>	<b>4'800</b>	<b>3'420</b>	<b>2'300</b>	<b>3'000</b>

Tabelle 2: Stadt Winterthur, Absenkpfad Primärenergie in Watt pro Person

Der Zielwert 3'500 Watt pro Person für Primärenergie gesamt kann mit den unterstellten Einzelzielen per 2050 erreicht und sogar unterschritten werden. Mit dem Szenario A, in dem eine Stromversorgung mit 100% erneuerbarer Energie unterstellt wird, liegt das langfristige Ziel von 2000 Watt pro Person bereits per 2050 in Reichweite. Mit Szenario B (Definition siehe 4.2) wird ein Wert von 3'000 Watt per 2050 erreicht. Die Zwischenwerte per 2020 und 2035 wurden entsprechend den getroffenen Annahmen für die Entwicklung in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität eingesetzt. Die Grundlagen dazu sind in den Abschnitten 4 bis 7 behandelt.

### 3.3 Absenkpfad Treibhausgasemissionen

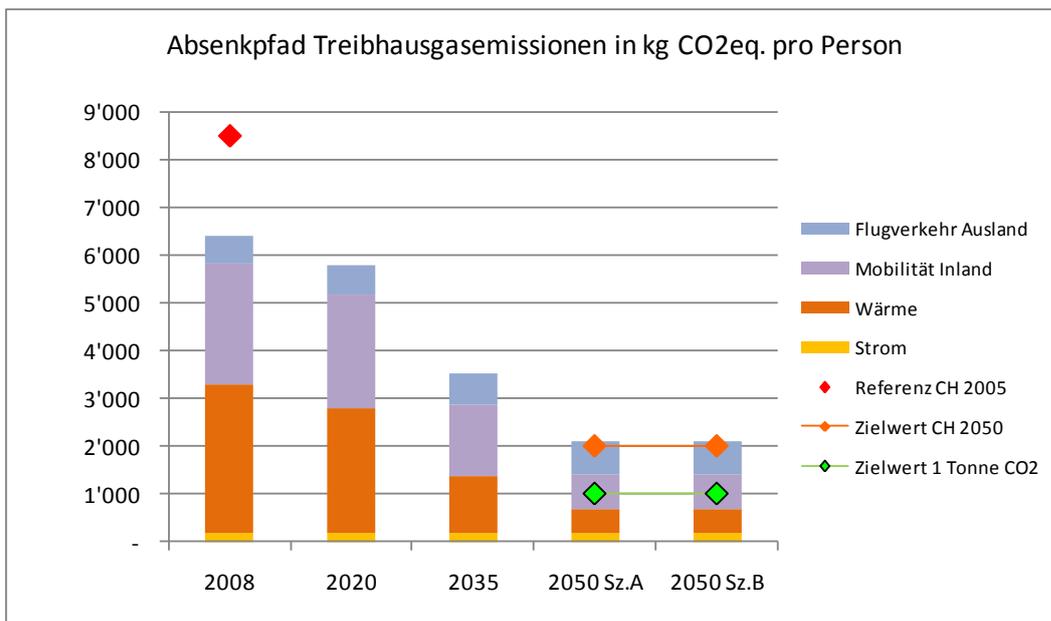


Abbildung 5: Stadt Winterthur, Absenkpfad Treibhausgasemissionen in kg CO<sub>2</sub> eq. pro Person (Synthesewerte)

Absenkpfad Treibhausgasemissionen	2008	2020	2035	2050 Sz.A	2050 Sz.B
Strom	100	130	150	220	150
Wärme	3'100	2'600	1'200	500	500
Mobilität Inland	2'530	2'400	1'500	710	710
Flugverkehr Ausland	570	620	650	690	690
<b>Total Treibhausgase in kg CO<sub>2</sub> eq. /Person</b>	<b>6'400</b>	<b>5'750</b>	<b>3'500</b>	<b>2'120</b>	<b>2'050</b>

Tabelle 3: Stadt Winterthur, Absenkpfad Treibhausgasemissionen in kg CO<sub>2</sub> eq. pro Person

Der Zielwert 2 Tonnen CO<sub>2</sub> eq. (2'000 Kilogramm pro Person) per 2050 kann für Winterthur voraussichtlich knapp erreicht werden. Der berechnete Wert per 2050 liegt mit rund 2'100 kg pro Person nur um rund 5% über dem Zielwert. Per 2050 fallen rund 70% der Treibhausgasemissionen auf die Mobilität. Das Stromszenario B hat leicht tiefere Werte als Szenario A. Der zukünftige Strommix ist aber in den zwei untersuchten Varianten in Bezug auf die Treibhausgasemissionen nicht relevant.

Der berechnete Wert für die Treibhausgasemissionen per 2050 liegt noch um das Doppelte über dem langfristigen Zielwert von 1'000 kg CO<sub>2</sub> eq. (1 Tonne CO<sub>2</sub> eq.) pro Person. Dieser Wert kann durch eine weitere Reduktion der fossilen Energie im Bereich Mobilität und Wärme (Industrie, Prozesse) nach 2050 erreicht werden. Für die Bereiche Gebäudewärme und Strom kann das heute vorhandene Reduktionspotential dagegen bereits per 2050 ausgeschöpft werden.

### 3.4 Vergleich mit den Energiestadt-Zielwerten

Im folgenden werden die für Winterthur ermittelten und in Abschnitt 4 bis 7 plausibilisierten Werte der Einzelziele und der Absenkpfade mit den Zielvorgaben von Energiestadt verglichen. Die Zielvorgaben von Energiestadt<sup>3</sup> haben für Winterthur als Energiestadt Gold einen besonderen Stellenwert.

#### 3.4.1 Absenkpfad Primärenergie und Treibhausgasemissionen

Absenkpfad Primärenergie in Watt pro Person	Heute (2008)	2020	2035	2050 Sz.A	2050 Sz.B	nach 2100
Referenz Absenkpfad Schweiz	6'300	5'400	4'400	3'500		(2'000)
Absenkpfad für Winterthur	5'100	4'800	3'400	2'300	3'000	
Absenkpfad Treibhausgasemissionen in kg CO <sub>2</sub> eq. pro Person	Heute (2008)	2'020	2'035	2050 Sz.A	2050 Sz.B	nach 2100
Referenz Absenkpfad Schweiz	8'500	6'400	4'200	2'000		(1'000)
Absenkpfad für Winterthur	6'400	5'800	3'500	2'100	2'100	

#### Absenkpfad Primärenergie Zielwert < 3'500 Watt pro Person

- Der Zielwert 3'500 Watt pro Person für Primärenergie gesamt per 2050 kann in Winterthur erreicht werden. Mit dem Szenario A des Strommix wäre sogar das darüber hinausgehende Ziel von 2'000 Watt pro Person bereits per 2050 in Reichweite. Mit Szenario B wird ein Wert von 3'000 Watt per 2050 erreicht.

#### Absenkpfad Treibhausgasemissionen Zielwert < 2 Tonnen CO<sub>2</sub>eq. (< 2'000 Kilogramm pro Person)

- Der Zielwert 2 Tonnen CO<sub>2</sub>eq. per 2050 kann für Winterthur knapp (+5% über Zielwert per 2050) erreicht werden. Das Resultat von 2.1 Tonnen CO<sub>2</sub>eq. pro Person ist für Szenario A und B gleichermassen gültig.

<sup>3</sup> Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft, Fassung vom September 2010

### 3.4.2 Zielvorgaben Endenergiebedarf pro Person

Zielvorgabe Endenergie pro Person per 2050 in% zu Heute (2008)	Bereich Strom	Bereich Wärme	Bereich Mobilität (ohne Flugverkehr)
Endenergie pro Person, 2050 zu 2008	< 100%	< 50%	< 33%
Nachweis Energiekonzept Winterthur 2050	100%	48%	30%

#### Bereich Strom, Ziel Nullwachstum Endenergie per 2050 pro Person

- Für den zukünftigen Stromverbrauch der Stadt Winterthur wird im Energiekonzept per 2050 eine begründete Zunahme von +20% gegenüber 2008 angenommen. Bei der unterstellten Zunahme der Bevölkerung von rund 20% im gleichen Zeitraum kann das Nullwachstum für die pro Kopf-Werte per 2050 jedoch erreicht werden. Ein Rückgang des Stromverbrauches könnte dagegen mit den unterstellten Annahmen für das Wachstum und mit den angenommenen Verlagerungen aus den Bereichen Wärme und Mobilität nicht plausibel dargestellt werden. (siehe dazu Abschnitt 4).

#### Bereich Wärme Zielwert < 50% Endenergie per 2050 pro Person

- Der Endenergiebedarf in der Wärmebilanz per 2050 beträgt noch rund 2'400 TJ, entsprechend 58% des Verbrauches von 2008 (siehe dazu Abbildung 12 in Abschnitt 5.2.2). Mit dem unterstellten Wachstum der Bevölkerung mit Faktor 1.2 per 2050 gegenüber 2008 resultiert somit ein Endenergiebedarf Wärme pro Person von noch 48% gegenüber heute (2008).

Der Zielwert 50% Endenergie pro Person per 2050 gegenüber heute kann damit erreicht werden. Dieses Ziel stellt im Bereich der Gebäudesanierung und der damit koordiniert zu erstellenden Infrastruktur für die leitungsgebundene Nutzung von Umweltwärme und Abwärme hohe Anforderungen, ist aber dennoch im Zeitraum bis 2050 realistisch erreichbar (siehe dazu Abschnitt 5 und Abschnitt 7).

#### Bereich Mobilität (ohne Flugverkehr) Zielwert < 33% Endenergie per 2050 pro Person

- Der Zielwert 33% Endenergie pro Person per 2050 gegenüber heute kann erreicht werden. Die in den Einzelzielen und im Absenkpfad unterstellte Reduktion durch Effizienzsteigerung der Fahrzeuge wird als exogene Wirkung betrachtet, die ausserhalb des Einflusses der städtischen Energiepolitik liegt.

In Bezug auf die für den Energieverbrauch relevante Stabilisierung und Reduktion der Kilometerleistungen des motorisierten Individualverkehrs mit der Verlagerung von Mobilitätsleistungen auf den Öffentlichen Verkehr muss die Stadt Winterthur jedoch den Handlungsspielraum voll ausnützen. (siehe dazu Abschnitt 6.)

### 3.4.3 Zielvorgaben Anteil erneuerbare Energien

Zielvorgabe Anteil Erneuerbare Energie per 2050 an Endenergie	Bereich Strom		Bereich Wärme	Bereich Mobilität (ohne Flugverkehr)
Anteil Erneuerbare Energie an Endenergie per 2050	> 80%		> 80%	keine Vorgabe
Nachweis Energiekonzept Winterthur 2050	Sz.A 100%	Sz.B 62%	79%	

#### Erneuerbare Energie Strom, Anteil 80% Endenergie per 2050

- Mit Szenario A kann die Stromversorgung per 2050 zu 100% mit erneuerbarer Energie realisiert werden. Mit Szenario B wird per 2050 ein Anteil erneuerbarer Energie von rund 60% erreicht und es bleibt ein Anteil nicht erneuerbarer Kernenergie von rund 40%. (Strombilanz siehe Abschnitt 4.2)

#### Erneuerbare Energie Wärme, Anteil 80% Endenergie per 2050

- Das Ziel wird mit den unterstellten Annahmen weitgehend erreicht (Abweichung nur 1% zum Zielwert). Der Anteil erneuerbare Energie im Bereich Wärme inkl. Fernwärme aus Kehrrechtverwertungsanlage kann von heute rund 14% auf 79% per 2050 gesteigert werden. (Wärmebilanz siehe Abschnitt 5.2.2).

## **4 Schwerpunkt Strom**

### **4.1 Grundlagen und Szenarien für Winterthur im Bereich Strom**

#### **4.1.1 Effizienz**

Die Annahmen für die zukünftige Verbrauchsentwicklung in Winterthur sind aus der Synthese diverser Studien für die Schweiz abgeleitet (Diese Grundlagen sind im Anhang A3 zusammengestellt). Im Bereich Wohnen wird für Winterthur dementsprechend trotz Zunahme der Anzahl Haushalte und der Bevölkerung per 2050 kein Mehrverbrauch gegenüber 2008 angenommen. Im Bereich Arbeit, Wirtschaft wird mit einer Zunahme von 0-10% bis 2050 gerechnet. Der Anteil für die Wärmeversorgung wird hier separat betrachtet und ist im folgenden Abschnitt behandelt.

#### **4.1.2 Substitution aus den Bereichen Wärme und Mobilität**

Die zukünftige Wärmeversorgung für Raumheizung und Warmwasser wird einen hohen Anteil an Umweltwärme und Abwärme enthalten. Die dazu erforderlichen Wärmepumpen werden gemäss dem Szenario im Bereich Wärme per 2050 einen Verbrauch von rund 100 GWh (360 TJ, siehe Abschnitt 5.2.2) pro Jahr haben. Das entspricht rund 16% des heutigen Stromverbrauches. Nach Angaben von Stadtwerk verbrauchen heute (2008) Elektro-Heizungen rund 12GWh/a und Elektroboiler rund 30GWh/a. Diese total rund 40 GWh/a Elektrowärme werden mit der neuen Energieversorgung ersetzt. Der Nettozuwachs Strom für die Wärmeversorgung beträgt damit rund 60 GWh/a entsprechend rund 10% des Stromverbrauches von 2008.

Im Bereich Mobilität ist per 2050 ein Anteil neuer Elektrofahrzeuge von rund 20% der heutigen Kilometerleistung angenommen. Das sind rund 140 Millionen Fahrzeugkilometer mit einem Verbrauch von rund 20 kWh pro hundert Kilometer. Der resultierende Stromverbrauch, entsprechend rund 28 GWh Stromverbrauch, entspricht knapp 5% des Stromverbrauches von 2008.

Mit der Substitution aus den Bereichen Wärme und Mobilität wird so mit einem Zuwachs des Strombedarfes per 2050 von rund 15% gegenüber heute gerechnet. Zusammen mit dem Zuwachs im Bereich Wirtschaft von 0-10% wird somit ein Mehrbedarf im Bereich Strom von rund 15-25% per 2050 gegenüber heute (2008) im Energiekonzept 2050 berücksichtigt.

### **4.2 Erneuerbare Energie und Zielwerte Strom per 2050**

Für den zukünftigen Stromverbrauch und Produktionsmix per 2050 wurden zwei Szenarien untersucht:

Szenario A geht davon aus, dass der Bau neuer Kernkraftwerke KKW mit nationalem Volksentscheid ca. per 2012-2014 abgelehnt wird. Damit ist der Bau neuer KKW in der Schweiz längerfristig blockiert und als Konsequenz daraus wird die Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen forciert ausgebaut.

Szenario B geht davon aus, dass dem Bau neuer KKW in der Schweiz zugestimmt wird und damit Strom aus KKW auch nach 2050 einen wesentlichen Anteil der Stromversorgung abdecken wird.

Es handelt sich dabei um zwei Varianten der zukünftigen Stromversorgung für Winterthur, wie sie aufgrund einer Synthese von verschiedenen nationalen Studien von den Autoren des vorliegenden Berichts als plausibel erachtet werden. Die Grundlagen dazu sind in Anhang A3 zusammengestellt und erläutert. Die Kostenbetrachtung und die Entwicklung 2011-2050 ist in Abschnitt 4.4 enthalten.

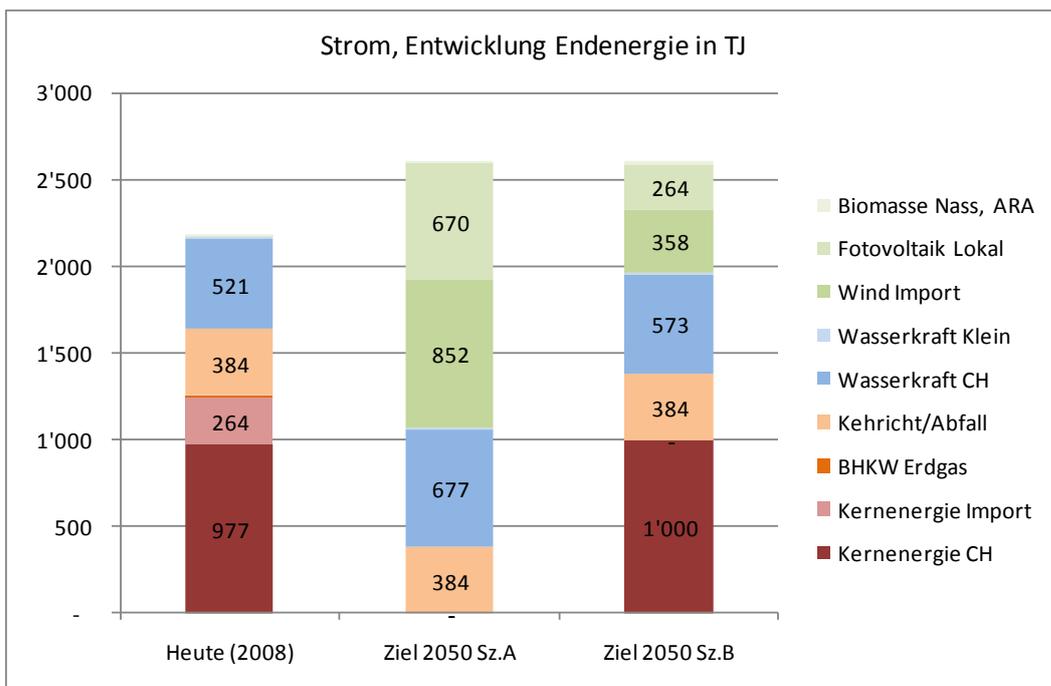


Abbildung 6: Endenergie und Energiemix Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050 für zwei unterschiedliche Szenarien.

Strom Endenergie in TJ	Heute (2008)		Ziel 2050 Sz.A		Ziel 2050 Sz.B	
	in TJ	Anteil	in TJ	Anteil	in TJ	Anteil
Kernenergie CH	977	45%	-	0%	1'000	38%
Kernenergie Import	264	12%	-	0%	-	0%
BHKW Erdgas	11	1%	-	0%	-	0%
<b>Total nicht erneuerbar</b>	<b>1'253</b>	<b>57%</b>	<b>-</b>	<b>0%</b>	<b>1'000</b>	<b>38%</b>
Kehricht/Abfall	384	18%	384	15%	384	15%
Wasserkraft CH	521	24%	677	26%	573	22%
Wasserkraft Klein	12	1%	12	0%	12	0%
Wind Import	0	0%	852	33%	358	14%
Fotovoltaik lokal	2	0%	670	26%	264	10%
Biomasse Nass, ARA	8	0%	15	1%	15	1%
<b>Total erneuerbar (inkl. Abfall)</b>	<b>926</b>	<b>42%</b>	<b>2'610</b>	<b>100%</b>	<b>1'606</b>	<b>62%</b>
<b>Total</b>	<b>2'180</b>	<b>100%</b>	<b>2'610</b>	<b>120%</b>	<b>2'610</b>	<b>120%</b>

Tabelle 4: Endenergie und Energiemix Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050

Die obenstehende Tabelle zeigt den Strommix heute und per 2050 für die Szenarien A und B. In Sz.A ist Kernenergie per 2050 nicht mehr im Strommix enthalten. In Sz.B wird der Importanteil Kernenergie abgelöst, die Strommenge aus inländischen Kernkraftwerken bleibt in gleicher Grösse wie 2010. Die Produktion mit Erdgas-BHKW wird bis 2050 aufgegeben. Der Produktion aus Kehrichtverwertung bleibt in beiden Szenarien auf dem heutigen Stand erhalten.

Die zukünftige Zusammensetzung des Strommix wird entsprechend den Annahmen der beiden Szenarien unterschiedlich sein. Die Strombeschaffung nach Kundenwunsch kann von bestehenden Produzenten oder mit Beteiligung an neuen Anlagen gelöst werden. Es wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

Die nachgefragte Strommenge aus Wasserkraft im Inland steigt in Sz.A von 521 auf 677TJ (+30%) und in Sz.B auf 573TJ (+10%) an. Das Produkt „Wasserstrom“ wird heute im Produkteportfolio von Stadtwerk ohne Mengenbeschränkung angeboten. Der Anteil von Wasserkraft am Strommix Winterthur ist von 2005 bis 2008 bereits von 14.8% auf 24.5% angestiegen (Stromkennzeichnung Stadtwerk). Der Anteil von Wasserstrom im Mix von Winterthur bleibt per 2050 mit rund 25% im Vergleich mit dem Produktionsanteil Wasserkraft Schweiz von rund 60% und auch mit dem durchschnittlichen Liefermix Schweiz von 34% (Strommix Schweiz 2005) jedoch unter dem nationalen Durchschnitt. Die bestehende Produktion Kleinwasserkraft wird weiter betrieben.

Die Windkraft wird in beiden Szenarien stark ausgebaut. Mit der Abstimmung im März 2010 hat das Winterthurer Stimmvolk einem ersten Bezugsvertrag von der neuen Nordsee-Windkraftanlage „Bard-Offshore1“ über 4.5 Mio. Franken Investition und 7 Gigawattstunden (25 TJ) Jahresmenge zugestimmt. Diese Menge entspricht knapp 1% des Jahresverbrauchs 2050. Um den per 2050 ausgewiesenen Anteil von 33% Windstrom gemäss Sz.A zu erreichen, müsste dieses Engagement rund um den Faktor 34 erhöht werden, für Sz.B um den Faktor 14. Der folgende Vergleich zeigt, dass diese Zielwerte realistisch erreicht werden können: Die erwähnte Windkraftanlage „Bard-Offshore1“ besteht im Vollausbau aus 80 Windturbinen. Die aktuelle Beteiligung der Stadt Winterthur entspricht rund einem Drittel der Produktion einer einzigen dieser Windturbinen. Um die Zielwerte per 2050 zu erreichen, müsste demnach die Beteiligung für Sz.A auf rund 12 Turbinen und in Sz.B auf rund 5 Turbinen erhöht werden.

Das Potential von Photovoltaik am Standort Winterthur ist in Sz.A mit 26% hoch angesetzt aber technisch erreichbar und aufgrund einer aktuellen und sehr detaillierten Potentialabklärung für die Stadt Yverdon-les-Bains für den Zeithorizont bis 2050 technisch realistisch (VSE 2010, S.38). Dabei ist zu beachten, dass das ganze Potential von 26% erst im Zeitraum nach 2035 ausgeschöpft werden muss. Bis 2035 ist in Sz.A ein Anteil Fotovoltaik von 10% gleich wie in Sz.B vorgesehen (siehe auch Entwicklung der Strompreise, S. 24.)

Die Produktion aus nasser Biomasse (Vergärungsanlagen) wird rund verdoppelt, bleibt aber bei einem kleinen Produktionsanteil.

### **4.3 Politische Steuerungsmöglichkeiten**

#### **Förderung und Anreize für Stromeffizienz**

Die bestehenden Informationen und Aktionen und Beratungen zur Energieeffizienz im Bereich Wohnen sind weiterzuführen. Ebenso das KMU-Modell in Zusammenarbeit mit der Energieagentur der Wirtschaft EnAW und der Klimastiftung Schweiz.

#### **Smart Metering**

Durch die in naher Zukunft zu realisierenden „Smart-Meter“ hat auch der Benutzer direkt auf seine aktuellen, individuellen Verbrauchszahlen Zugriff und kann damit die Wirkung von Effizienzmassnahmen auf seinen Stromverbrauch direkt und unmittelbar feststellen und den Verbrauch minimieren. Die Industriellen Werke Basel führen 2010 ein Pilotprojekt mit 1000 Haushalten durch: *Nach dem Sammeln erster Erfahrungen sollen die Smart Meters später für diverse Zusatzfunktionen und Dienstleistungen genutzt werden. Das intelligente Messdatenmanagement hilft Ihnen dann dabei, Energie effizienter zu nutzen. Pilotprojekte in anderen Ländern haben gezeigt, dass alleine durch die bessere Kenntnis des tatsächlichen Verbrauchs etwa 5 % an Energieeinsparung möglich sind.* (IWB 2010)

### **Steuerung des Angebotes erneuerbarer Elektrizität**

Die Angebote an erneuerbarer Elektrizität im Produkteportfolio von Stadtwerk sind mit entsprechenden Kraftwerksbeteiligungen auszubauen und die Kundinnen und Kunden sind weiter in Bezug auf die Wahl der Produktionsart ihres Stromes zu sensibilisieren.

## 4.4 Entwicklung der Strompreise

Im Bereich Strom ist generell mit einer deutlichen Erhöhung der Gesamtkosten zu rechnen. Eine Abschätzung bis 2050 ist aber stark von der zukünftigen Preisentwicklung der Produktionskosten und der Entwicklung der Preise für die Netznutzung und der Systemdienstleistungen der Stromversorgung abhängig. Die zwei Szenarien A und B haben gleiche Verbrauchswerte unterstellt aber sie unterscheiden sich in Bezug auf den Strommix. Mit einem einfachen Modell wurde daher die Veränderung des Strommix von 2010 bis 2050 abgebildet und die Auswirkung auf den Strompreis abgeschätzt. Die Aussagen beziehen sich auf die relativen Unterschiede der beiden Szenarien und dürfen nicht als Prognose für die Entwicklung der Strompreise generell verstanden werden.

### 4.4.1 Entwicklung des Strommix Stadtwerk Winterthur

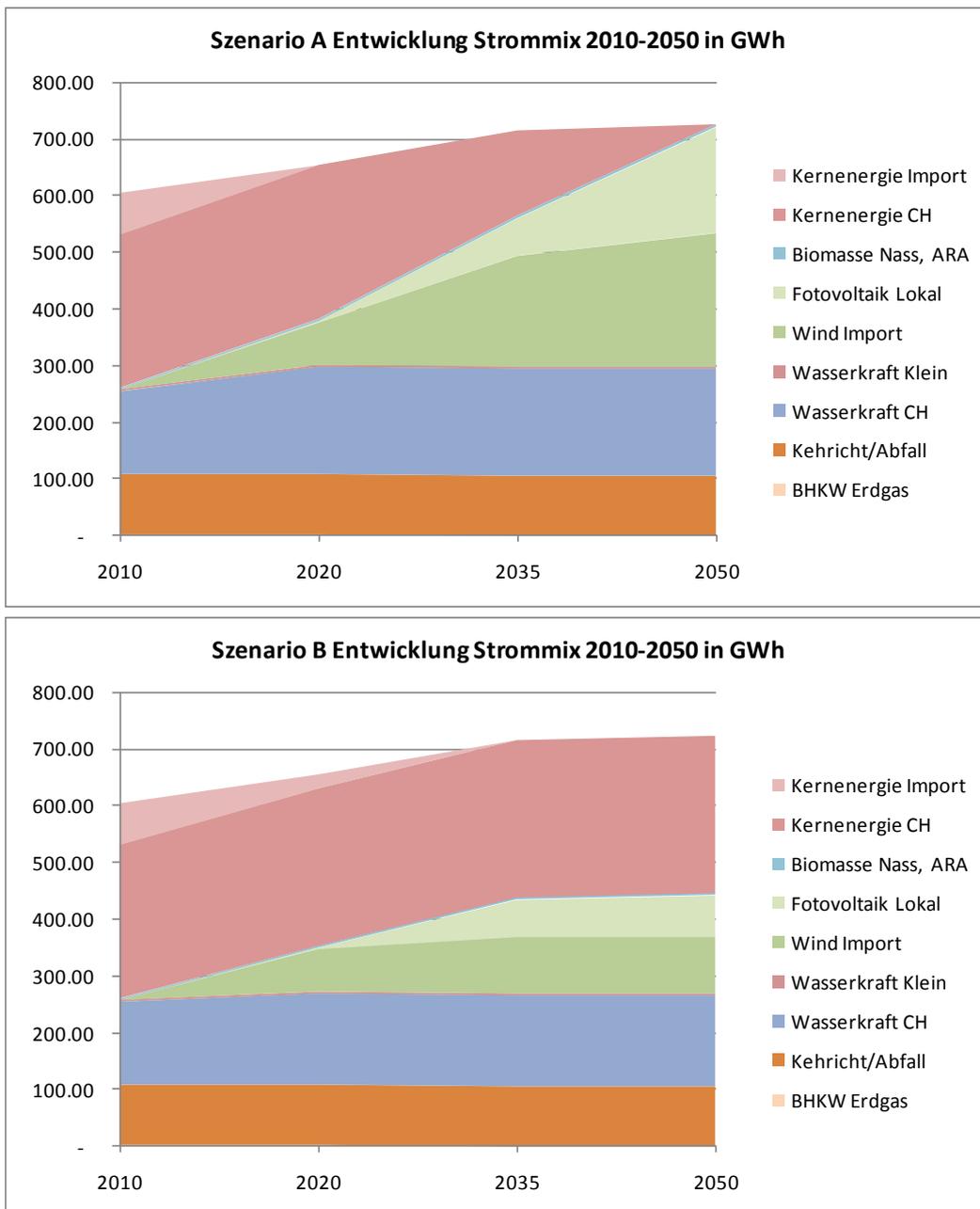


Abbildung 7: Gegenüberstellung der Entwicklung des Strommix für Sz.A und Sz.B

Die angenommene Entwicklung des Strommix der beiden Szenarien unterscheidet sich insbesondere in der Zusammensetzung ab 2020:

- Für die Periode 2010-2020 wird in Szenario A eine höhere Nachfrage nach Wasserstrom unterstellt, mit dem ein Teil Strom aus Kernkraft ersetzt würde. In beiden Szenarien wird ein steigender Anteil von Windstrom zur Deckung der steigenden Nachfrage angenommen.
- Von 2020 bis 2035 wird in Sz.A Wind und Fotovoltaik stärker zunehmen und Kernkraft ablösen. In Sz.B wird Wind und Fotovoltaik nur entsprechend dem Nachfragewachstum und zur Ablösung der Kernenergie aus dem Ausland zunehmen.
- Von 2035 bis 2050 wird eine Seitwärtsentwicklung der Nachfrage angenommen. In Szenario A wird die Kernkraft mit weiter wachsenden Anteilen von Wind und vor allem Fotovoltaik abgelöst und in Szenario B bleibt der Anteil Kernkraft sowie Wind und Fotovoltaik gleich.

Mit diesem Modell können nun die Energiemengen bestimmt werden und mit der Zuordnung der Energiepreise pro Periode können die Gesamtkosten abgeschätzt werden.

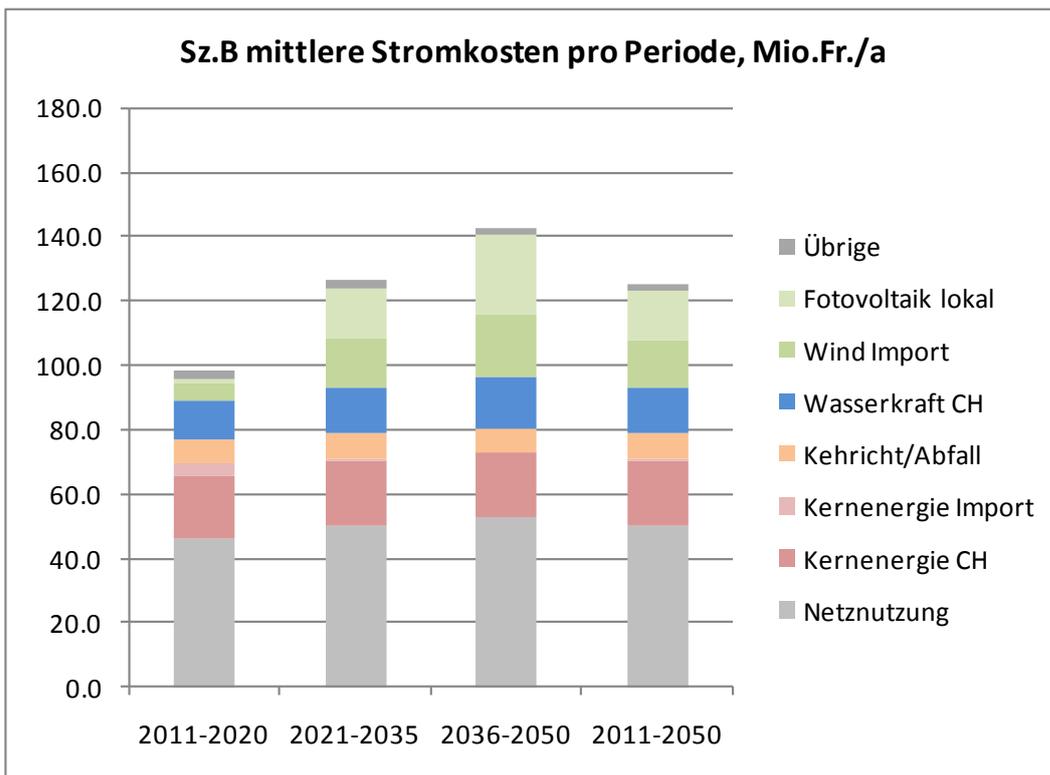
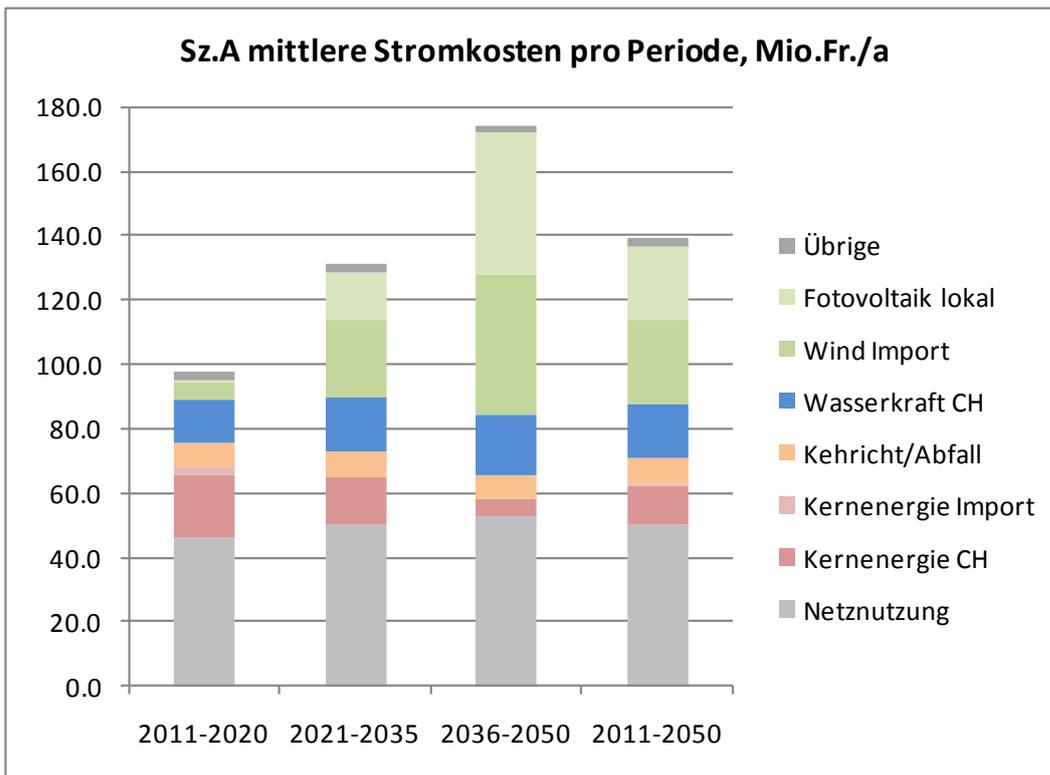
#### 4.4.2 Vergleich der Strompreise

Beim Vergleich der Strompreise muss beachtet werden, dass mit dem Energiepreis nur ein Teil des Endkundenpreises durch das gewählte Stromprodukt, d.h. durch die Art der Produktion bestimmt wird. Rund die Hälfte des Strompreises entfällt auf Aufwendungen für die Bereitstellung und den Betrieb der Netzinfrastruktur (Netznutzung, Systemdienstleistungen). Auf Basis der Tarife Stadtwerk Winterthur 2010 wird zum Beispiel für den Einfachtarif Basic Standard-Mix ein Energiepreis von 7.47 Rp./kWh, eine Netznutzung von 7.30 Rp./kWh und ein Grundpreis von CHF 8.50 pro Monat verrechnet. Für einen Beispielhaushalt mit einem Jahresverbrauch von 3'000 kWh entfallen so CHF 224 auf den Energieverbrauch, CHF 219 auf die Netznutzung und CHF 102 auf den Grundpreis. Das Total der Stromkosten ist CHF 545 (ohne Mehrwertsteuer), der Anteil der Energiekosten beträgt CHF 224 entsprechend 41%. Würde dieser Haushalt bei gleicher Verbrauchsmenge nun ein Strommix mit doppelt so hohem Energiepreis beziehen (2 x CHF 224 für Energieverbrauch) dann steigt der gesamte Strompreis nominal um CHF 224 und prozentual um +41%. Der doppelte Energiepreis bei gleicher Verbrauchsmenge bewirkt also in diesem Beispiel eine Erhöhung des Strompreises um einen Faktor von 1.4 und nicht 2.

Die Preisbasis für die Modellrechnung des Kosteneffektes der zwei Szenarien bis 2050 wurde an die Preise von Stadtwerk Winterthur 2010 angenähert. Für Wind und Fotovoltaik wurde der Preis entsprechend der Produktionsperiode gewichtet. Es wurde keine Teuerung angenommen. Es handelt sich bei diesem Modell um eine grobe Vergleichsbetrachtung. Die verwendeten Preise (Verkaufspreise an die Endkunden) sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Mittelwerte 2011-2050 zu heutigen Preisen	Rp/kWh
Netznutzung	7.3
Kernenergie CH	7.2
Kernenergie Import	7.2
Kehricht/Abfall	7.3
Wasserkraft CH	9.1
Wind Import	18.8
Fotovoltaik lokal	37.3

**Tabelle 5: Modellwerte der Energiepreise**



**Abbildung 8: Vergleich der Preisentwicklung Sz.A und B von 2010-2050**

Die Preisentwicklung der beiden Szenarien zeigt erst nach 2035 einen deutlich höheren Gesamtpreis für Szenario A. Für die Perioden 2011-2020 und 2021-2035 sind die Unterschiede gering, da hier der Strommix der beiden Szenarien noch wenig voneinander abweicht. Im Durchschnitt der Gesamtperiode 2011 bis 2050 liegen die im Modell ermittelten Stromkosten für Sz.A um nur 11% über Sz.B. Der Unterschied in absoluten Zahlen liegt im Zeitraum von 2011-2050 bei rund CHF 14 Mio. pro Jahr Mehrkosten für Sz.A (139 Mio./a) gegenüber B (125 Mio./a).

Obwohl die Energiepreise der erneuerbaren Energien gemäss Tabelle 5 für Wind um einen Faktor 2.5 und für Fotovoltaik um einen Faktor 5 über den Preisen von Stadtwerk (2010) liegen und der Anteil dieser Energien am Gesamtabsatz per 2050 rund 60% ausmacht, ist der Unterschied über die Periode 2011 bis 2050 erstaunlich gering. Deutlich werden die Kostenunterschiede zwischen den beiden Varianten erst gegen das Ende der Vergleichsperiode per 2050.

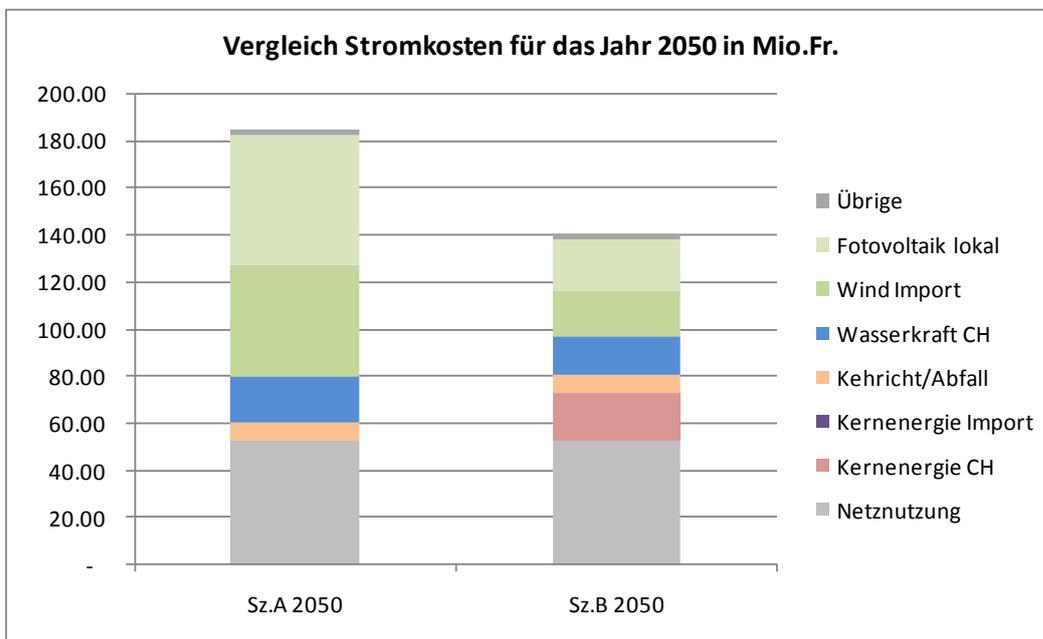


Abbildung 9: Vergleich der Stromkosten Sz.A und Sz.B per 2050

Im konkreten Vergleich für das Jahr 2050 liegt Sz.A um rund 30% über Sz.B. In absoluten Werten beträgt die Differenz rund CHF 45 Millionen (zu heutigen Preisen).

Es kann folgendes Fazit aus der Vergleichsbetrachtung gezogen werden:

Der unterschiedliche Energiemix von Sz.A und Sz.B führt über die Periode von 2011 bis 2050 zu Mehrkosten von rund 11% oder ca. CHF 14 Mio. pro Jahr für Sz.A gegenüber Sz. B. Über die Periode von 40 Jahren sind das total rund CHF 560 Mio. (zu heutigen Preisen). Diese Kosten steigen im Verlauf der Periode an: von Null per 2011 bis rund CHF 45 Mio. pro Jahr per 2050.

Die als vergleichsweise gering zu bezeichnenden Unterschiede der beiden Szenarien von 11% im Mittel 2011-2050 und 30% per 2050 sind auch im Vergleich mit der möglichen Kostenentwicklung bei der Netznutzung und bei den Systemdienstleistungen zu interpretieren. Diese hier als konstant angenommenen Kostenfaktoren gelten für Sz.A und Sz.B gleichermaßen, da diese allgemeinen Kostenelemente proportional zum Verbrauch verteilt werden. Die Begründung der Preiserhöhung von Stadtwerk per 1.1.2011 wird hier als Beispiel dafür zitiert:

*Die Strompreise müssen jährlich neu kalkuliert werden, dies schreibt die Stromgesetzgebung vor. Die Strompreise 2011 wurden vom Stadtrat Winterthur beschlossen. Sie steigen durchschnittlich um 10,5% bzw. 1,37 Rp./kWh. Etwa die Hälfte der Erhöhung, 0,74 Rp./kWh, ist bedingt durch die höheren Beschaffungspreise. Die Vorlieferantin von Stadtwerk Winterthur erhöht die Strom-Ankaufspreise deutlich. Dank Optimierung in der Strombeschaffung kann Stadtwerk Winterthur der Kundschaft über einen Drittel der Erhöhung ersparen.*

*Neben der Beschaffung werden die Strompreise durch Regulierungen verteuert. Hauptsächlich steigen die den Endkonsumenten verrechneten Kosten für vorgelagerte Stromnetz-Dienstleistungen von Swissgrid - die neue Gesellschaft für den Betrieb des landesweiten Stromübertragungsnetzes - um 93%*

*von 0,4 Rp./kWh auf 0,77 Rp./kWh an. Grund dafür ist ein Entscheid des Bundesverwaltungsgerichts vom Juli dieses Jahres, das eine vom Bundesrat vorgesehene Entlastung der Konsumenten rückgängig macht. Über die nächsten drei Jahre werden deshalb diese Kosten schrittweise auf die Konsumentinnen und Konsumenten überwält.*

(Pressemitteilung Stadtwerk Winterthur, 1.9.10)

## 5 Schwerpunkt Wärme

### 5.1 Grundlagen und Szenarien für Winterthur im Bereich Wärme

#### 5.1.1 Energetische Erneuerungsrate

Die energetische Erneuerungsrate beschreibt die jährliche Rate, mit der das Energiesparpotential bei Raumheizung und Warmwasser des bestehenden Gebäudeparks realisiert wird. Mit den für die folgende Abschätzung getroffenen Annahmen wird mit der energetischen Gesamtanierung oder mit einem Ersatzneubau nach heutigem Stand der Technik das individuelle Energiesparpotential des Gebäudes vollständig realisiert. Um das Energiesparpotential aller heute bestehenden Gebäude von Winterthur im Zeitraum der nächsten 40 Jahre (2010 bis 2050) vollständig zu realisieren, wäre somit eine energetische Erneuerungsrate von jährlich 2.5% erforderlich (2.5% pro Jahr x 40 Jahre = 100% Realisierung).

Das technische Sparpotential wird anhand von Erfahrungswerten im Durchschnitt auf rund 60% Einsparung vom bestehenden Verbrauch geschätzt. Wie nachfolgend erläutert wird, liegt die realistische Vorgabe für die energetische Erneuerungsrate bei 1% pro Jahr über die nächsten 40 Jahre. Damit können 40% des technisch Sparpotentials beim Heizwärmebedarf realisiert werden.

Die bis 2050 zu erreichende Energieeinsparung bei Raumheizung und Warmwasser liegt somit für bestehende Gebäude im Durchschnitt bei rund 24%, somit bei einer Einsparung von einem Viertel des heutigen Verbrauches. (Realisierung von durchschnittlich 40% des technischen Potentials von 60% Heizwärmeeinsparung gegenüber Istzustand).

#### **Energetische Gesamterneuerungen**

Die Anzahl von energetischen Gesamterneuerungen liegt nach Angaben der Fachstelle Energie aktuell bei rund 50-60 Gebäuden pro Jahr (bei einem Gebäudebestand von rund 16'000). Das entspricht einer energetischen Erneuerungsrate von rund 0.3 % pro Jahr durch Gesamterneuerungen.

#### **Teilerneuerungen und Einzelmassnahmen**

Über die energetische Wirkung von Teilerneuerungen und Einzelmassnahmen sind für Winterthur keine detaillierten Statistiken vorhanden. Aufgrund der Arbeiten Gebäudeparkmodell (TEP, ETHZ, BFE 2009) kann davon ausgegangen werden, dass die Anzahl der durchgeführten Teilerneuerungen und Einzelmassnahmen aggregiert rund doppelt so hoch sein können wie die ausgewiesenen Gesamtanierungen. Wird als energetische Wirkung einer Teilsanierung oder Einzelmassnahme ein Effekt entsprechend 10% bis 30% einer Gesamtanierung angenommen, dann entsprechen die geschätzten Teilsanierungen für Winterthur einer energetischen Erneuerungsrate, bezogen auf Gesamterneuerung, von rund 0.12%. (Aus obigem kalkuliert: 0.06% bis 0.18%).

#### **Ersatz-Neubauten**

Als Ersatz-Neubau wird der Neubau eines Gebäudes anstelle eines bestehenden, abgerissenen Gebäudes bezeichnet. Gemäss einer aktuellen Statistik zum Wohnungsbau im Kanton Zürich (Kanton Zürich 2010:2) wurden im Zeitraum von 2003 bis 2008 rund ein Viertel (26%) der neuen Wohnungen in Ersatzneubauten erstellt. Winterthur liegt mit einem Anteil von 29% leicht über dem kantonalen Durchschnitt und auch über dem Durchschnitt der Region Winterthur (24%). Im Grossraum Zürich dagegen wurden im gleichen Zeitraum gegen 65% der neuen Wohnungen in Ersatzneubauten erstellt. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass der Ersatzneubau einen wesentlich geringeren Energiebedarf aufweist als der ersetzte Altbau.

Der Wohnungszuwachs in Winterthur lag zwischen 2001 und 2010 bei rund 1% pro Jahr. Mit einem Anteil von 29% neuer Wohnungen in Ersatzneubauten kann somit eine Erneuerungsrate durch Ersatzneubauten von rund 0.29% im Bereich Wohnen abgeleitet werden. Eine statistische Überlappung der Erneue-

rungsrate durch Ersatzneubau mit der Erneuerungsrate durch Gesamtanierung nach Angaben der Fachstelle Energie ist dabei möglich und muss zukünftig noch geklärt werden.

### **Fazit energetische Erneuerungsrate**

Die effektive energetische Erneuerungsrate ist zu Beginn der Umsetzung des Energiekonzepts genauer festzustellen und in Richtung auf die vorgegebenen Ziele zu steuern. Mit der aktuellen Datenlage kann eine gesamthaft wirksame Erneuerungsrate erst abgeschätzt werden. Dieser Schätzwert setzt sich wie folgt zusammen:

Anteil durch Gesamterneuerungen nach Angaben Fachstelle Energie:	0.3 %
Geschätzte Wirkung der Teilerneuerungen und Einzelmassnahmen:	0.06 bis 0.18%
Geschätzte Wirkung durch Ersatzneubauten:	0 bis 0.29%
Bereich der aktuellen, geschätzten energetischen Erneuerungsrate:	0.36% bis 0.77%

Aufgrund dieser Abschätzung wird für die weitere Potentialabschätzung im Bereich Wärme von einer aktuellen energetischen Erneuerungsrate im Gebäudebereich von gesamthaft mindestens 0.5% ausgegangen. Der Zielwert liegt bei rund 1% um einen Faktor 2 höher, siehe dazu Abschnitt 5.1.4 ff.

### **5.1.2 Rückstand bei der Erneuerung des Wohnungsbestandes**

Mit dem Bericht „Erneuerung des Wohnungsbestandes“ (Stadt Winterthur 2009:1) wird ein bedeutender Nachholbedarf insbesondere bei Gebäuden mit Baujahr vor 1970 festgestellt. Rund 30% (13'400 Wohnungen) des aktuellen Wohnungsbestandes gelten demnach als renovationsbedürftig.

*In Winterthur besteht erheblicher Nachholbedarf bei der Renovation von Liegenschaften. Dieser betrifft vor allem Gebäude aus der Nachkriegszeit und im Eigentum Privater. Räumliche Konzentrationen gibt es in den Quartieren Oberfeld, Guggenbühl, Gutschick und Endliker, wobei dies eher mit der Siedlungsstruktur und weniger mit anderen Lagequalitäten zusammenhängen dürfte. Stark renovationsbedürftige Einzelliegenschaften etwa in Teilen der Altstadt wirken sich Image schädigend und damit negativ auf die Umgebung aus. Mit Blick auf soziodemografische Indikatoren kann gesagt werden, dass Wohnraumqualität und Status der Bewohnerinnen und Bewohner miteinander in Zusammenhang stehen. Schliesslich sprechen auch ökologische Gründe für eine erhöhte Erneuerungstätigkeit. Die Stadt ist daher bestrebt, dem aufgezeigten Erneuerungsbedarf mit konkreten Massnahmen zu entsprechen. (S.13)*

*Für Winterthur als «Energistadt Gold» ist die Erneuerung des Wohnungsbestands auch aus energetischen und ökologischen Gründen ein zentrales Thema. Angesichts des hohen Anteils des Gebäudebereichs am gesamten Energieverbrauch von rund 50% und des enormen Fortschritts bei der baulichen Energieeffizienz liegt hier eines der grössten Potenziale zur Energieeinsparung und Reduktion der damit verbundenen Emissionen sowie Wohnkosten. Die Stossrichtung der Wohnungspolitik dient damit gleichermassen der Erreichung dieser umweltpolitischen Ziele. (S.4)*

Die Problemlage des Erneuerungsrückstandes ist damit in der Stadt Winterthur bereits erkannt. Die für die Zielerreichung per 2050 erforderliche deutliche Erhöhung der energetischen Sanierung steht ganz im Einklang mit den Zielen der Stadtentwicklung und der Wohnungspolitik.

### **5.1.3 Machbarkeitsuntersuchung mit Gebäudeparkmodell**

Mit dem Bericht „Gebäudeparkmodell, SIA Effizienzpfad Energie, Dienstleistungs- und Wohngebäude“ (TEP, ETHZ, BFE 2009) wurde die Herausforderung der energetischen Erneuerung des Gebäudebestandes im Zeitraum bis 2050 wissenschaftlich untersucht. Mit detaillierten Modellrechnungen wurde einerseits die Reduktion des Wärmebedarfes durch energetische Sanierungsmassnahmen am Gebäude und andererseits eine Veränderung des Energiemixes der Wärmeversorgung sowie die Kombination der beiden Massnahmenstränge untersucht. Mit einer Folgestudie wurde diese Modellrechnung auf den realen Gebäudepark der Stadt Zürich angewendet. (TEP, ETHZ 2010). Die Resultate dieser Machbarkeitsuntersuchung werden wie folgt zusammengefasst:

Die Ergebnisse der Modellrechnungen zeigen, dass die proportional auf die einzelnen Gebäudetypen herunter gebrochenen Zwischenziele der 2000-Watt-Gesellschaft bei den getroffenen Annahmen übererfüllt werden: die relativen Zielsetzungen der pro Kopf-Bemessungsgrössen totale Primärenergie (-44%), nicht-erneuerbare Primärenergie (-66%) und Treibhausgas-Emissionen (-77%) werden im Jahr 2050 um je 10 bis 25%-Punkte unterschritten, bezogen auf 2005. Bei der totalen Primärenergie pro Kopf wird bei den Wohngebäuden eine Reduktion von 53% erreicht und bei den Büro- und Schulgebäuden eine solche von 61%. Bei der nicht-erneuerbaren Primärenergie wird über alle Gebäudetypen sogar eine Reduktion von 90% erreicht und bei den Treibhausgasemissionen pro Kopf eine solche von 86%. (TEP, ETHZ 2010, S.15)

#### 5.1.4 Vorgabe für die energetische Erneuerungsrate in Winterthur

Die in der Machbarkeitsuntersuchung der Stadt Zürich angenommenen jährlichen Erneuerungsraten liegen im Durchschnitt bei 0.92% für den Zeitraum bis 2050. Für die in Winterthur festgestellte Erneuerungsrate von rund 0.5% pro Jahr bedeutet dies eine Erhöhung um rund einen Faktor 2.

Basierend auf diesen Grundlagen wird für das Energiekonzept 2050 eine in Bezug auf den Energiebedarf relevante Erhöhung der Gebäude-Erneuerungsrate innerhalb der nächsten 5 Jahre um den Faktor 2 auf rund 1.0% pro Jahr postuliert. Diese Rate ist bis 2050 zu halten.

Abbildung 10 zeigt den Verlauf der Erneuerungsrate als Vorgabe für die Stadt Winterthur im Vergleich mit der Referenz für die Stadt Zürich gemäss der Machbarkeitsstudie.

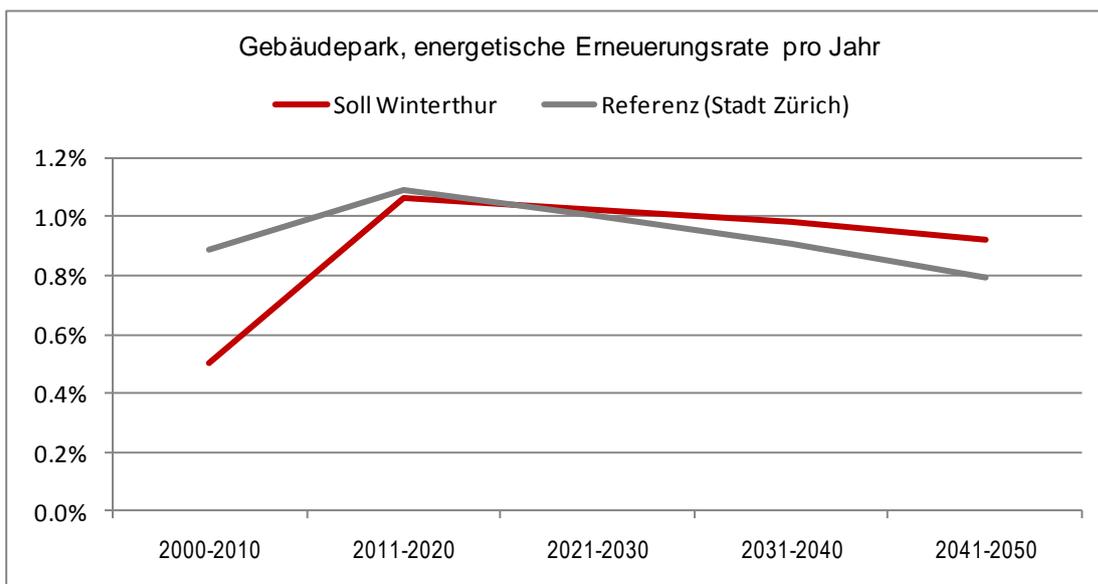


Abbildung 10: Gebäudebestand Erneuerungsrate pro Jahr, Vorgabe für die Stadt Winterthur.

Die energetische Erneuerungsrate von 1% über 40 Jahre bedeutet, dass für rund 40% der bestehenden Gebäudeflächen (Basis Energiebezugsfläche) bis 2050 eine energetische Gesamtanierung oder eine entsprechende Summe von Teilsanierung und Einzelmassnahmen realisiert werden wird.

Für einzelne Bauteile wie Flachdächer (66-75%) und Fenster (60-90%) wird in (TEP,ETH,BFE 2009) entsprechend der kürzeren Lebensdauer dieser Bauteile generell von höheren Erneuerungsraten gegenüber den Gesamtanierungen ausgegangen.

Die energetische Erneuerungsrate ist hier als Gesamtwirkung sowohl der Gesamtanierungen und der Teilsanierungen berücksichtigt. Der Zielwert von 40% energetisch gesamthaft sanierten Gebäuden kann daher in der realen Umsetzung auch mit einer geringeren Anzahl Gebäude-Gesamtanierungen und dafür ergänzt mit einer entsprechend höheren Anzahl von Teilsanierungen erreicht werden.

## 5.1.5 Entwicklung des Wärmebedarfs 2010-2050

Für die Entwicklung des Wärmebedarfes im Bereich Gebäude bis 2050 wird von der folgenden Abschätzung ausgegangen:

- Zuwachs der Bevölkerung um rund 20%, Zuwachs der Energiebezugsflächen um rund 25%. (von ca. 6.7 Mio.m<sup>2</sup> per 2010 auf 8.3 Mio.m<sup>2</sup> per 2050, Annahmen A+W, basierend auf Kanton Zürich 2010:1,2, Winterthur 2010:1 und TEP,ETH,BFE 2009)
- Erneuerungsrate Gebäudebestand bei rund 1%, gemäss Abbildung 10.
- Energiekennzahl bestehender Bauten nach Baujahresklassen gemäss TEP,ETH,BFE 2009
- Reduktion Energiebedarf Wärme (Raumheizung und Warmwasser) durch Gesamtanierung beim einzelnen Objekt auf in der Praxis überprüfte 40% im Vergleich zum Zustand vor der Sanierung (Einsparung 60%).

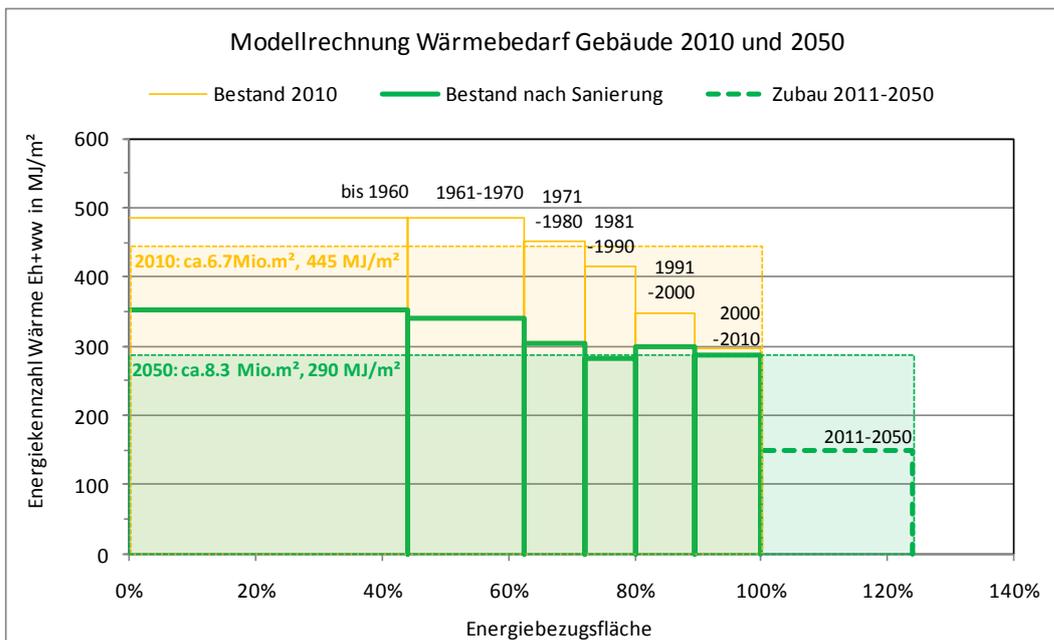


Abbildung 11: Gebäudepark Winterthur, Wärmebedarf nach Baujahrguppen 2010 und 2050

Im Zeitraum von 2010 bis 2050 werden rund 40% der per 2010 bestehenden Flächen energetisch saniert (Erneuerungsrate 1% pro Jahr während 40 Jahren, Gesamtanierung oder Ersatzneubau). Die Erneuerungsraten und Sanierungserfolge sind pro Altersklasse unterschiedlich angenommen. Für ältere Bauten vor 1960 wurde mit Hinweis auf den Denkmal- und Stadtbildschutz eine etwas geringere energetische Erneuerungsrate als für die Gebäude ab 1960 angenommen. Für die Gebäude nach 1990 ist die Reduktion aufgrund des besseren Gebäudestandards und der bei den jüngeren Gebäuden noch tiefen Erneuerungsrate entsprechend geringer.

Der Mittelwert für den spezifischen Energiebedarf sinkt als Mischresultat von Sanierung und Zubau von heute ca. 445 MJ/m<sup>2</sup> auf rund 290 MJ/m<sup>2</sup> per 2050 (Reduktion des spezifischen Verbrauchs pro Quadratmeter im Durchschnitt auf rund 66%). Mit der im gleichen Zeitraum angenommenen Erhöhung der Gesamtfläche auf 125% resultiert damit eine Reduktion des Wärmebedarfs des gesamten Gebäudeparks per 2050 auf noch 82% gegenüber 2010.

## 5.2 Erneuerbare Energie, Zielwerte per 2050

### 5.2.1 Ausgangslage 2008

Für das Referenzjahr 2008 wurde im Bereich Wärme ein Energieverbrauch von 4'100 MJ ermittelt. Davon wurden 86% mit fossilen Brennstoffen gedeckt (45% mit Heizöl, 41% mit Erdgas). 9% der Wärme wurde durch die Fernwärme der KVA-Winterthur geliefert. Die restlichen 5% entfallen auf die Nutzung der erneuerbaren Energieträger Holz sowie Solar- und Umgebungswärme.

### 5.2.2 Zielwerte 2050

Die für das Energiekonzept 2050 zu verfolgende Entwicklung im Bereich Wärme ist anhand der folgenden Abbildung 12 erläutert.

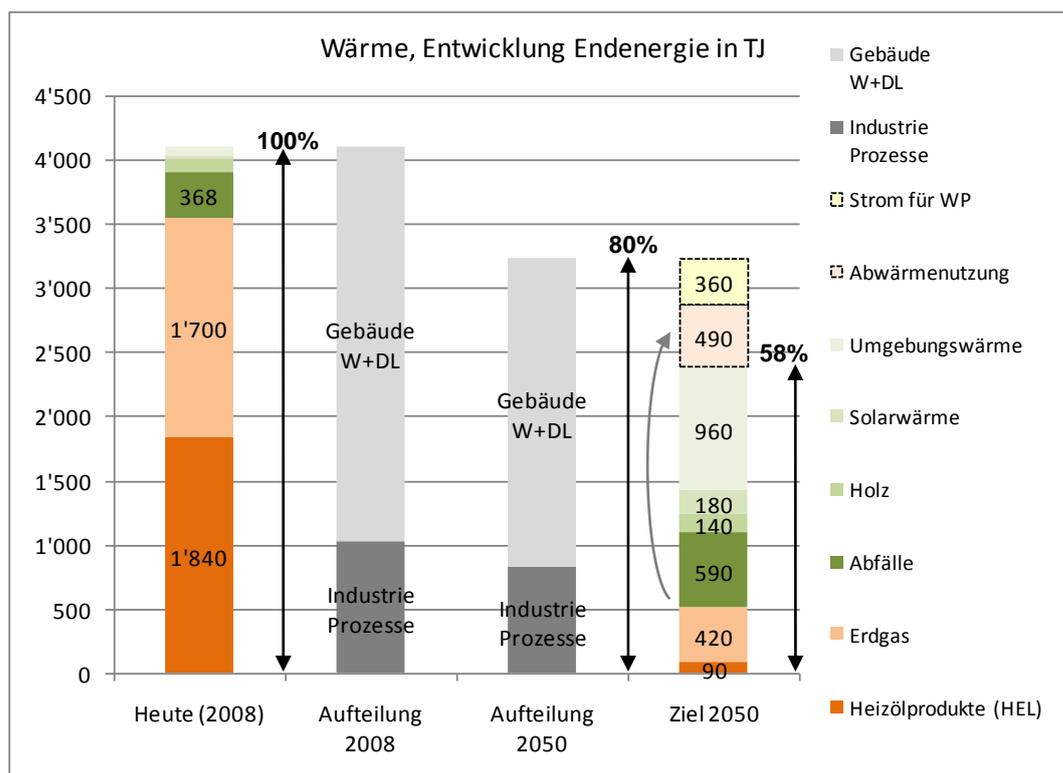


Abbildung 12: Endenergie und Energiemix Stadt Winterthur in TJ für Wärme. Heute (2008) und Zielwerte per 2050

Für das Jahr 2008 wurde ein Endenergiebedarf Wärme von 4'100 TJ ermittelt. Der grösste Anteil der Wärme wird für die Gebäude verwendet. Ein kleinerer Teil für gewerbliche und industrielle Prozesse. Mit der vorhandenen Datenbasis wurde eine Aufteilung von ca. 75% für Gebäude (Wohnen und Dienstleistung, W+DL) und ca. 25% für Industrie, Prozesse bestimmt.

Der Energiebedarf des gesamten Gebäudebestandes kann per 2050, wie in Abschnitt 5.1 gezeigt wurde, trotz Zubau bei der Gebäudefläche auf rund 80% gegenüber heute (2008) reduziert werden. Für Industrie, Prozesse wurde ebenfalls eine Reduktion auf 80% durch Effizienzsteigerung und Strukturwandel angenommen. Damit resultiert ein zukünftiger Endenergiebedarf im Bereich Wärme von rund 3'300 TJ per 2050, entsprechend 80% gegenüber heute (2008).

Mit der Energieversorgung per 2050 wird ein wesentlicher Teil der Wärme durch Abwärmennutzung (Abwärme von Prozessen, aus Abwasser etc.) für die Raumheizung und Warmwasser wiederverwendet. Da es sich bei der Abwärme um eine Zweitnutzung von bereits bilanzierter Wärme handelt, ist dieser per 2050 bedeutende Anteil separat dargestellt. Analog dazu wird der per 2050 für die Wärmeversorgung aufgewendete Strom für Wärmepumpen nicht bei der Wärme bilanziert sondern beim Strom und in der

Wärmebilanz ebenfalls separat dargestellt. Der verbleibende Endenergiebedarf in der Wärmebilanz per 2050 beträgt damit noch rund 2'400 TJ, entsprechend 58% des Verbrauches von 2008.

Mit dem unterstellten Wachstum der Bevölkerung mit Faktor 1.2 per 2050 gegenüber 2008 resultiert somit ein Endenergiebedarf Wärme „pro Kopf“ von noch 48% gegenüber heute (2008). Siehe dazu auch: 3.4.2, Zielvorgaben Endenergiebedarf pro Person.

In der folgenden Tabelle ist die Verteilung der im Bereich Wärme bilanzierten Energie und die Änderungsfaktoren von 2008 zu 2050 zusammengestellt.

Wärme Endenergie in TJ	Heute (2008)		Faktor	Ziel 2050	
	in TJ	Anteil		in TJ	Anteil
Heizölprodukte (HEL)	1'840	45%	0.05	90	4%
Erdgas	1'700	41%	0.25	420	18%
<b>Total nicht erneuerbar</b>	<b>3'540</b>	<b>86%</b>	<b>0.14</b>	<b>510</b>	<b>21%</b>
Abfälle	368	9%	1.6	590	25%
Holz	90	2%	1.5	140	6%
Solarwärme	28	1%	6.5	180	8%
Umgebungswärme	80	2%	12.0	960	40%
<b>Total erneuerbar (inkl. Abfall)</b>	<b>566</b>	<b>14%</b>	<b>3.3</b>	<b>1'870</b>	<b>79%</b>
<b>Total Winterthur</b>	<b>4'106</b>	100%	<b>0.58</b>	<b>2'380</b>	100%

Tabelle 6: Endenergie Bereich Wärme in TJ. Zielwerte nach Energieträger.

Heizöl wird per 2050 nur noch in wenigen Anlagen als Reserve bzw. Spitzendeckung eingesetzt (auch Notstrom-Anlagen). Die verbrauchte Menge Heizöl sinkt auf 5% (Faktor 0.05) des heutigen Wertes. Die Detailversorgung mit Erdgas für Raumheizung wird stark reduziert, die Abgabe von Erdgas sinkt auf 25% (Faktor 0.25) des heutigen Wertes. Die nicht erneuerbaren Energieträger Heizöl und Erdgas sind per 2050 in der Menge mit Faktor 0.14 reduziert und haben dann zusammen noch einen Anteil von 21% gegenüber 86% per 2008.

Die Fernwärme ab KVA wird weiter betrieben. Die Wärmeabgabe wird um den Faktor 1.6 gesteigert<sup>4</sup>. Der Anteil per 2050 beträgt rund ein Viertel (25%). Die Menge von Holz, Pellets, Stückholz und Holzschnitzel für Raumheizung soll um den Faktor 1.5 gesteigert werden (Anteil 6% per 2050). Die Nutzung der Solarwärme für Raumheizung und insbesondere Warmwasser soll auf rund das 6-fache des heutigen Wertes gesteigert werden (Anteil 8% per 2050). Der Anteil der durch Wärmepumpen genutzten Umgebungswärme soll auf das 12-fache ansteigen und mit 40% den grössten Anteil des zukünftigen Bedarfes abdecken. Die Verwendung erneuerbarer Energien inkl. Abfall wird bis 2050 total um den Faktor 3.3 erhöht, der Anteil an der bilanzierten Energie im Bereich Wärme steigt per 2050 auf 79% gegenüber 14% per 2008.

<sup>4</sup> Ausbau Wärmelieferung durch Fernwärme ab Kehrrechtverwertungsanlage gemäss Angaben Stadtwerk Winterthur. Die übrigen Faktoren sind auf Plausibilität überprüfte Zielwerte. Siehe dazu Potentialanalyse in Abschnitt 7.4.

## **5.3 Politische Steuerungsmöglichkeiten im Bereich Wärme**

### **5.3.1 Finanzielle Förderung**

Per Anfang 2010 ist das „Gebäudeprogramm des Bundes“ gestartet. Das Programm dauert zehn Jahre und schüttet aus der CO<sub>2</sub>-Abgabe jährlich über 130 Millionen Franken für Massnahmen an der Gebäudehülle an die Bevölkerung aus. Der Einsatz erneuerbarer Energien, moderne Haustechnik und die Abwärmenutzung wird ebenfalls mit Geld aus der CO<sub>2</sub>-Abgabe und mit kantonalen Beiträgen unterstützt. Insgesamt stehen so für die gesamte Schweiz pro Jahr 280 bis 300 Millionen Franken zur Verfügung. Diese Fördermittel decken im Einzelfall bis zu 20% der Kosten einer energetischen Gebäudesanierung. Die Stadt soll diese bestehenden Förderanreize mit Information und Erleichterung der Bewilligungsabläufe unterstützen.

### **5.3.2 Steuerung der Siedlungsentwicklung**

Die Neubautätigkeit in Winterthur steht ganz im Gegensatz zu den festgestellten Rückständen bei der Gebäudeerneuerung. Über die vergangenen 20 Jahre wurden +9'000 Wohnungen dazugebaut, entsprechend +23% seit 1990 (Winterthur 2009:1). Das entspricht einem Zuwachs von mehr als +1% neue Wohnungen pro Jahr. Aufgrund der aktuellen Bevölkerungsprognose wird für Winterthur mit einem weiteren Wachstum der Wohnbevölkerung gerechnet. Die vorhandenen Bauzonen könnten so in rund 15 Jahren bebaut sein. (Winterthur 2010:1, S.3). Werden die vorhandenen Reservebauzonen nur restriktiv oder gar nicht freigegeben, dann kann die Siedlungsentwicklung ab 2020 verstärkt auf den Bestand gelenkt werden womit die innere Verdichtung und damit auch die Gebäudeerneuerung eine Stärkung erhalten würde. Die Wirkung der Steigerung der Erneuerungsrate durch die Steuerung der Siedlungsentwicklung ist damit aufgezeigt.

### **5.3.3 Koordination der leitungsgebundenen Wärmeversorgung**

Ein zentrales Element der politischen Steuerungsmöglichkeiten zur Zielerreichung im Bereich Wärme ist die Koordination der leitungsgebundenen Wärmeversorgung für erneuerbare, CO<sub>2</sub>-freie Wärme wie sie mit den Grundlagen zum neuen Energieplan in diesem Bericht aufgezeigt wird. (Siehe Abschnitt 7).

## **5.4 Investitionsbedarf und Kosten**

### **Abschätzung der Investitionen im Gebäudebereich**

In (Winterthur 2009:1) werden 13'400 Wohnungen des heutigen Bestandes als renovationsbedürftig bezeichnet. Der Anteil der bis 2050 durch Gesamtanierung zu erneuernden Flächen entsprechen bei den Wohngebäuden rund 19'000 Wohnungen (40% des Bestandes per 2010).

Für die Investition in eine grosszyklische Instandsetzung (Gesamterneuerung) kann als Durchschnittswert rund CHF 100'000 für eine Wohnung und rund 200'000 für ein normalgrosses Einfamilienhaus EFH eingesetzt werden<sup>5</sup>. Entsprechend den unterschiedlichen Wohnungstypen und Ausbaustandards ist die Bandbreite der konkreten Fälle in der Praxis gross. Winterthur hat einen Anteil Wohnungen in EFH von rund 20%. Daher wird ein Mittelwert von CHF 125'000 pro Wohnung (inkl. EFH) angenommen. Für die Gesamtanierung der 19'000 Wohnungen im Durchschnitt (inkl. EFH) sind damit Investitionen in der Grössenordnung von CHF 2.4 Milliarden im Zeitraum von 2010 bis 2050 erforderlich, entsprechend jährlich rund CHF 60 Millionen allein für den Bereich Wohnen.

Die Flächen der Dienstleistungsbauten entsprechen rund 25% der Wohnbauten und sind mit der folgenden zweiten Abschätzung berücksichtigt:

---

<sup>5</sup> Erfahrungswerte A+W

Die zu erneuernden 40% des Flächenbestandes entsprechen über alle Gebäudetypen, Wohnen und Dienstleistung zusammen, geschätzt rund 2.7 Millionen m<sup>2</sup> Energiebezugsfläche EBF. Als Erfahrungswert können für eine Gesamtanierung im Durchschnitt rund CHF 1'200-1'500 pro m<sup>2</sup> eingesetzt werden. Dies ergibt total rund CHF 3.2 bis 4 Milliarden, entsprechend rund CHF 80-100 Millionen pro Jahr im Zeitraum bis 2050.

Damit sind Investitionen in der Grössenordnung von rund 80 bis 100 Millionen pro Jahr für die Gebäude-sanierung vorzusehen. Eine Gebäude-Gesamtanierung enthält in der Regel im Wohnbereich auch den Ersatz der Küche und von Bad/WC, die Erneuerung von Teilen der Gebäudetechnik und Installationen, die energetische Sanierung sowie eine Renovation der Oberflächen der Innenräume. Die Bandbreite ist in der Praxis sehr gross.

Auf die effektiven energetischen Massnahmen der Wärmedämmung Gebäudehülle, Fensterersatz und Ersatz Wärmeerzeugung entfallen dabei aber nur rund 25 bis maximal 50% der Investition. Wird hier als Mittelwert 33% genommen, dann sind rund CHF 25 bis 33 Millionen pro Jahr effektiv für die energetisch wirksamen Massnahmen aufzubringen und der restliche Aufwand ist als Ohnehin-Aufwand der Gebäude-erneuerung zu betrachten.

Das Resultat kann über die Ansätze des „Gebäudeprogramm des Bundes“ plausibilisiert werden, dessen Ziel es explizit ist, die energetische Gebäudesanierung zu fördern. Pro Jahr sind für die ganze Schweiz rund CHF 300 Mio. vorgesehen. Für Winterthur werden, proportional zum Bevölkerungsanteil der Stadt an der Schweiz von 1.25%, also CHF 3.75 Millionen Fördergelder pro Jahr angenommen. Das sind rund 12-15% der oben abgeschätzten jährlichen Investitionen von im Mittel CHF 25-33 Millionen pro Jahr und das liegt damit im Bereich des mit dem Programm angestrebten Förderanteils von 10-20% der Massnahmenkosten.

### **Fazit Investitionsbedarf und Kosten im Gebäudebereich**

Als Fazit der Investitionsabschätzung für die Zielerreichung im Gebäudebereich kann von rund CHF 3.2 bis 4 Milliarden Investitionen ausgegangen werden. Das sind 80 bis 100 Millionen pro Jahr. Davon entfällt der grössere Teil der Investition auf ohnehin erforderliche Instandsetzungsmassnahmen und Wohnungs-Innenerneuerungen.

Nur ein Drittel, also rund CHF 1 bis 1.3 Milliarden sind jedoch explizit für energetische Massnahmen an der Gebäudehülle und für die Gebäudetechnik aufzuwenden. Das entspricht, immer für die ganze Stadt Winterthur betrachtet, einer Investition von rund CHF 25 bis 33 Millionen pro Jahr allein für energetische Massnahmen am Gebäude, wovon durch das Gebäudeprogramm des Bundes (zur Zeit befristet bis 2020) rund CHF 3.75 Millionen pro Jahr finanziert werden könnten.

Mit einer Verzinsung von real 3.5% und einer Laufzeit von 40 Jahren gerechnet, entsprechen die oben genannten Investitionen von CHF 1 bis 1.3 Milliarden für explizit energetische Massnahmen einer jährlichen Zahlung von rund CHF 60 Millionen für Kapitalamortisation und Zinsen im Zeitraum von 2010 bis 2050.

Wird diese Zahlung auf die rund 43'000 Wohnungen mit Baujahr vor 2000 verteilt, dann resultiert daraus eine jährliche Mehrbelastung von rund CHF 1'400 pro Wohnung und Jahr. Dies entspricht in der Grössenordnung rund 10% der durchschnittlichen aktuellen Mietzinsen.

## **6 Schwerpunkt Mobilität**

### **6.1 Grundlagen und Szenarien für Winterthur im Bereich Mobilität**

#### **Effizienz**

Die heute im Betrieb stehenden Personenwagen in der Schweiz haben einen durchschnittlichen Verbrauch von 8,9 Liter Treibstoff<sup>6</sup> pro 100 km Fahrleistung (SIA2039 2010). Der durchschnittliche Verbrauch der Neuwagen mit Stand 2009 liegt demgegenüber mit 6.9 Liter bereits heute deutlich tiefer. Für knapp die Hälfte der 2009 verkauften Fahrzeuge liegt der Verbrauch schon unter 6 Liter pro 100 km (Auto-Schweiz 2010). Das bereits heute in Serie hergestellte 3-Liter-Auto oder eine energetisch äquivalente Antriebstechnologie (Elektro, Hybride) muss bis ins Jahr 2050 zum Standard werden. Dies scheint absehbar, die Trends auf dem Fahrzeugmarkt zeigen in diese Richtung. Mit 3 Liter/100 Kilometer Durchschnittsverbrauch per 2050 und gleicher Fahrzeugkilometerleistung wie heute (Referenzjahr 2008) sinkt der Verbrauch für Mobilität der Personenwagen demnach auf noch einen Drittel des heutigen Wertes.

#### **Verkehrsleistungen**

Gemäss Umweltbericht 2009 fahren heute rund ein Drittel der Binnenpendler, also innerhalb Winterthur, mit dem Auto zur Arbeit. Die- Zu- und Wegpendler benutzen für etwas mehr als die Hälfte der Wege das Auto. Die in Winterthur mit Motorfahrzeugen aufgewendete Verkehrsleistung ist von 1999 bis 2007 um rund 13% auf 700 Millionen Fahrzeugkilometer angestiegen. Im gleichen Zeitraum ist die Bevölkerung jedoch auch im gleichen Mass gewachsen. Die Motorfahrzeugkilometer pro Kopf haben damit in den vergangenen 10 Jahren bei rund 6'900 Kilometer pro Kopf der Wohnbevölkerung stagniert (Winterthur 2009:2). In der weiteren Entwicklung bis 2050 soll nun auch die absolute Menge der Motorfahrzeugkilometer stabilisiert und längerfristig wieder reduziert werden.

### **6.2 Politische Steuerungsmöglichkeiten**

Für das Energiekonzept sind die pro Kopf -Werte des Energieverbrauches massgebend. Demgegenüber ist für die konkrete Verkehrspolitik in Bezug auf Kapazität und Emissionen allein die absolute Verkehrsleistung relevant. Die Ziele des Energiekonzepts werden daher durch die bereits aktive Verkehrspolitik sehr gut unterstützt. Gegenwärtig wird in Zusammenarbeit mit dem Kanton Zürich ein neues städtisches Gesamtverkehrskonzept (sGVK) ausgearbeitet. Die Stadtrat hat zudem 2010 die „Charta für nachhaltige städtische Mobilität“ als Grundlage für die städtische Verkehrspolitik genehmigt. (Winterthur 2010:3)

### **6.3 Berechnung der Zielwerte**

Mit der Forderung, die Menge der heute gefahrenen Motorfahrzeugkilometer bis 2050 durch die Aufnahme des Mehrverkehrs mit öffentlichen Verkehrsmitteln mindestens zu stabilisieren, sinkt der Energiebedarf per 2050 auf rund 33% des heutigen Wertes durch die unterstellte Effizienzsteigerung der Motorfahrzeuge. Der Energieverbrauch der öffentlichen Verkehrsmittel wird demgegenüber noch zunehmen. Diese Zunahme ist jedoch in Bezug auf den Energieverbrauch sehr gering im Vergleich mit dem Individualverkehr (Winterthur 2009:2). Mit der Annahme von rund 20% effizienter Elektromobilität im Individualverkehr resultiert für den individuellen und den öffentlichen Verkehr gesamthaft ein Reduktion auf 30% pro Kopf. (Einsparung fossile Treibstoffe, die Elektromobilität wird im Bereich Strom bilanziert). Für den in der Gesamtbetrachtung mit berücksichtigten Ausland-Flugverkehr (Ferien- und Geschäftsreisen) wird abweichend vom Inland-Verkehr eine weitere Zunahme der pro Kopf-Werte um rund 20% per 2050 angenommen. Zusammen resultiert für die gesamte Mobilität inkl. Auslandflugverkehr eine Abnahme der fossilen Treibstoffe (Verbrauch pro Kopf der Wohnbevölkerung) auf rund 47% per 2050 gegenüber heute (2008).

---

<sup>6</sup> Synthesewert der Verbrauchswerte für Benzin und Diesel

Fossile Treibstoffe Primärenergiebedarf in Watt pro Person.	Heute (2008)	2020	2035	2050
<b>Mobilität Inland</b>	<b>1'230</b>	<b>1'200</b>	<b>700</b>	<b>370</b>
in%	100%	98%	57%	30%
<b>Flugverkehr Ausland</b>	<b>270</b>	<b>300</b>	<b>320</b>	<b>330</b>
in%	100%	111%	119%	122%
<b>Total fossile Treibstoffe</b>	<b>1'501</b>	<b>1'501</b>	<b>1'021</b>	<b>700</b>
in%	100%	100%	68%	47%

Tabelle 7: Absenkpfad Winterthur, Entwicklung fossile Treibstoffe

## 6.4 Kosten im Bereich Mobilität

Im Bereich Mobilität wird von einem Erneuerungszyklus der Motorfahrzeuge (Personenwagen) von rund 10 Jahren ausgegangen. Bis 2050 haben sich damit 4 Fahrzeuggenerationen ohnehin mit entsprechenden Effizienzgewinnen abgelöst. Bei den Fahrzeugen des öffentlichen Verkehrs (Bus, Trolleybus, Züge) ist der Erneuerungszyklus demgegenüber länger. Dies ist aber aufgrund des kleinen Verbrauchsanteils des öffentlichen Verkehrs in Bezug auf den gesamten Energieverbrauch im Bereich Mobilität von geringer Bedeutung. Die Kosten für die Umsetzung des städtischen Gesamtverkehrskonzepts werden unter Wirkung der Verkehrspolitik (Kapazität, Emissionsminderung Lärm, Schadgase, Feinstaub) bilanziert. Eine Zuordnung von Mehrkosten im Bereich Mobilität ist im Rahmen des Energiekonzepts somit nicht möglich. Das bedeutet nicht, dass die Zielerreichung ohne Kostenfolge erreicht werden kann, aber die entsprechenden Investitionen sind auf andere Bilanzgruppen (Verkehrsmassnahmen und Fahrzeugbeschaffung) verteilt und werden in Bezug auf das Energiekonzept als Ohnehin-Kosten betrachtet. Die Verlagerungen in den Bereich Strom sind dagegen in der Kostenbetrachtung Strom im Energiekonzept anteilmässig enthalten.

## 7 Grundlagen räumlicher Energieplan für die Stadt Winterthur

Als Grundlage für die folgende räumliche Koordination der Wärmeversorgung des Siedlungsgebietes wurden in diesem Arbeitsschritt vorerst die erforderlichen Grundlagen erarbeitet.

Als Hauptergebnisse liegen nun folgende Ergebnisse vor (Karten siehe Anhang A5):

- Energiebezug Wohnen  
Spezifische Wärmedichte für Heizung und Warmwasser (WW) im ha-Raster
- Energiebezug Arbeiten (Dienstleistungs-, Gewerbe- und Industriebetriebe)  
Spezifische Wärmedichte für Heizung und Prozesse (ohne Elektrizität) im ha-Raster
- Energiebezug für Wohnen und Arbeiten  
Spezifische Wärmedichte für Heizung, WW und Prozesse (ohne Elektrizität) im ha-Raster
- Übersichtskarte Energiepotenziale  
Räumliche Darstellung der wichtigsten Abwärmequellen (KVA, ARA, Sammelkanäle), der Grundwasservorkommen als mögliche Umweltwärmequelle, der Gebiete mit zulässiger Erdwärmenutzung sowie bestehender leitungsgebundener Energieträgern.

Zusätzlich wurden weitere Daten im Geographischen Informationssystem (GIS) erfasst und aufbereitet. Diese Daten können alle ortsbezogen (z.B. im ha-Raster oder Gebietsweise) kombiniert und ausgewertet werden. Die wichtigsten davon sind:

- Installierte Leistung Gaskessel
- Installierte Leistung Heizölkessel
- Installierte Leistung Holzkessel
- Strombezug Arbeiten (Dienstleistungs-, Gewerbe- und Industriebetriebe)

### 7.1 Energiebezug Wohnen

Der im ha-Raster ausgewertete Energiebezug Wohnen umfasst lediglich die für Wärmezwecke (Heizung und Warmwasser) erforderliche Energie, ohne Elektrizität für Licht oder Haushaltgeräte. Basis der Auswertung bilden nationale Geodaten (insbesondere der Volkszählung 2000). Ermittelt werden die spezifischen Energiedichten über Gebäudenutzflächen Wohnen, Gebäudealter und den Bauperioden zugeordnete typische Energiekennzahlen<sup>7</sup> (siehe Karte im Anhang A5.1).

---

<sup>7</sup> Erfahrungswerte von Planar basierend auf statistischen Werten aus den Kantonen Basel-Stadt und Zürich.

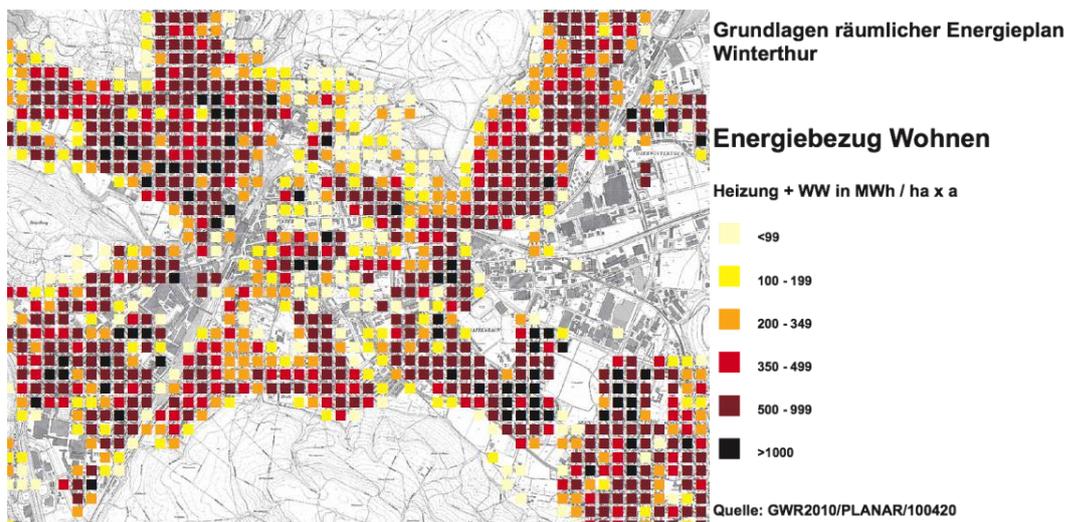


Abbildung 13: Kartenausschnitt Wärmebezugsdichte im Hektarraster für Wohnen

Aufgrund dieser Datenbasis kann im Koordinationsprozess der Wärmeversorgung die mutmassliche künftige Wärmebezugsdichte (mit tieferen Energiekennzahlen für sanierte Bauten) im ha-Raster für die ganze Stadt oder quartierweise abgeschätzt und dargestellt werden.

## 7.2 Energiebezug Arbeiten

Der im ha-Raster ausgewertete Energiebezug Arbeiten (Dienstleistungs-, Gewerbe- und Industriebetriebe) umfasst neben der Wärmeerzeugung zusätzlich die für die jeweiligen Prozesse benötigte Energie (ohne Stromverbrauch).

Basis bilden die Arbeitsplatzzahlen der Betriebszählung 2005 mit den unterschiedlichen Arbeitsplatztypen (nach Branchen) zugeordneten, spezifischen Energieverbräuchen<sup>8</sup> (siehe Karte im Anhang A5.2).

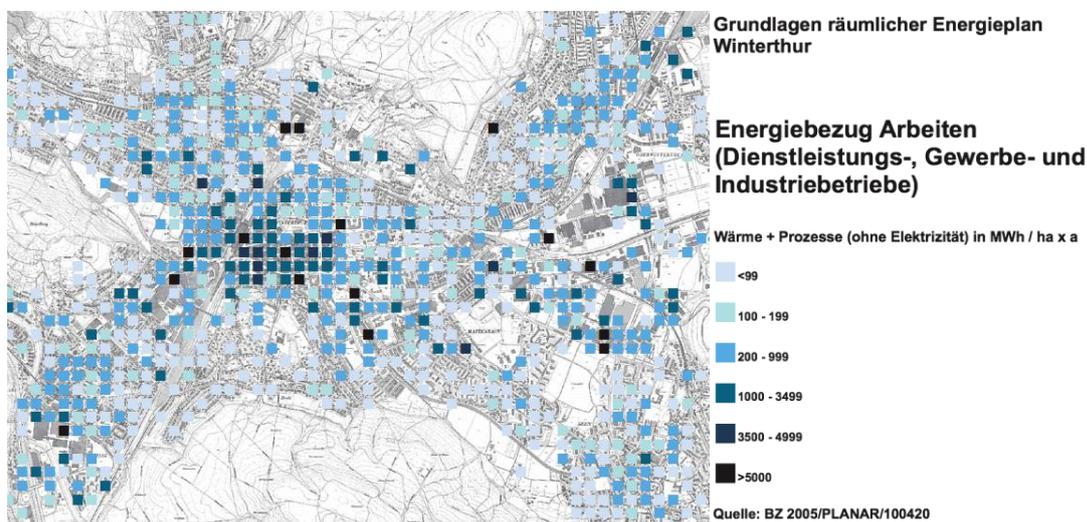


Abbildung 14: Kartenausschnitt Wärmebezugsdichte im Hektarraster für Dienstleistung, Gewerbe und Industrie

<sup>8</sup> Spezifischer Energieverbrauch von 19 unterschiedlichen Arbeitsplatzkategorien (gemäss Betriebszählung) basierend auf Erhebungen von Helbling Beratung + Bauplanung AG, 2004

### 7.3 Energiebezug Wohnen und Arbeiten

Der im ha-Raster dargestellte Energiebezug Wohnen und Arbeiten ist die Summe der beiden vorgängig beschriebenen Auswertungen, siehe Karte im Anhang A5.

### 7.4 Energiepotenziale

In den folgenden Kapiteln werden die mit hoher Wahrscheinlichkeit nutzbaren Energiepotenziale auf dem Gebiet der Stadt Winterthur umschrieben und soweit möglich, in der Übersichtskarte (siehe Anhang A5) dargestellt.

Die technische Machbarkeit sowie die Wirtschaftlichkeit der Nutzung dieser Potenziale sind dabei noch nicht abschliessend geklärt. Zudem werden an dieser Stelle keine Aussagen über die für deren Nutzung geeigneten Gebiete gemacht. Die Festlegung entsprechender Prioritätsgebiete für die Nutzung ortsgebundener Energiepotenziale ist Inhalt der nächsten Arbeitsschritte (vgl. Kap. 10).

#### 7.4.1 Abwärme aus Kehricht

Die Kehrichtverwertungsanlage (KVA) Winterthur ist die bedeutsamste Abwärmequelle. Mit der Wärme aus der Kehrichtverwertung werden heute neben der Stromerzeugung rund 105 MWh, resp. 370 TJ Wärme pro Jahr über den bestehenden Wärmeverbund verkauft. Nach Auskunft Stadtwerk ist ein längerfristiger Ausbau der Wärmelieferungen von heute rund 100 GWh/a auf bis zu 160 GWh/a vorgesehen.

Mit einem Stromnutzungsgrad von 0,15 und einem Wärmenutzungsgrad von 0,33 liegt die KVA Winterthur über dem Schweizer Durchschnitt und erfüllt den minimalen Gesamtnutzungsgrad gemäss Energieverordnung (siehe folgende Abbildung).

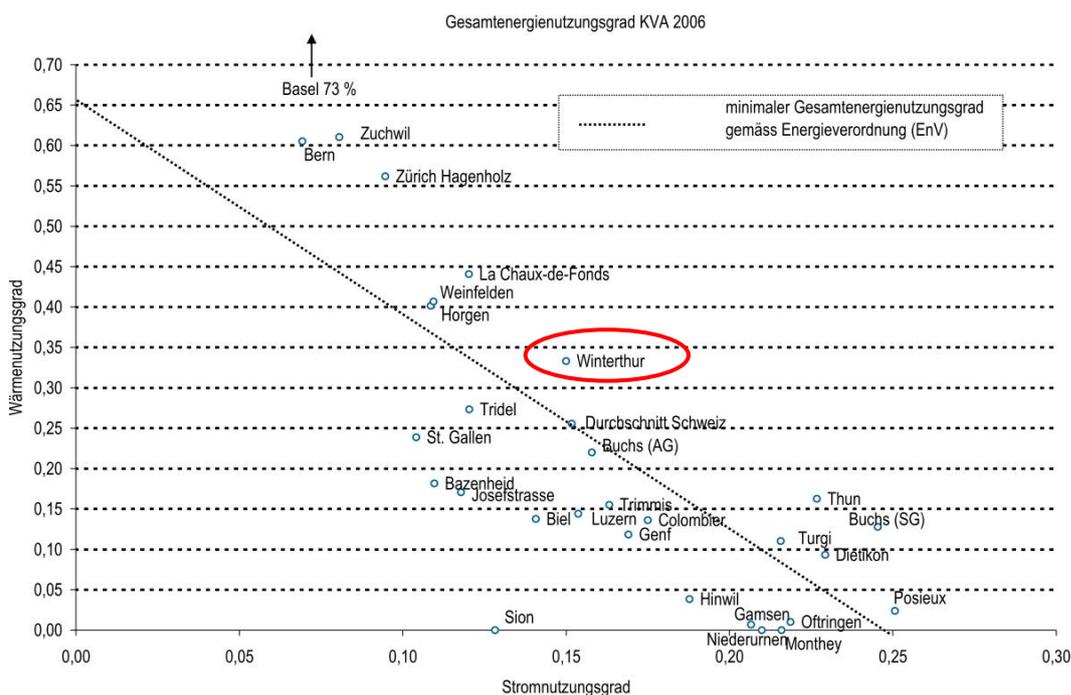


Abbildung 15: Vergleich von Strom- und Wärmenutzungsgrad verschiedener KVA in der Schweiz (Quelle: Abfallwirtschaftsbericht 2008, BAFU)

Im Rahmen der räumlichen Koordination der Wärmeversorgung ist vorgesehen, Möglichkeiten einer Erhöhung des energetischen Gesamtnutzungsgrades des Kehrichts zu prüfen; aus heutiger Sicht mit den folgenden Ansatzpunkten:

- Saisonale Optimierung zwischen Stromerzeugung und Wärmeabgabe

- Prüfung einer zusätzlichen Wärmeauskopplung auf tieferem Temperaturniveau
- Optimierung des Wärmeabsatzes (Verdichtung / Vergrösserung Wärmeverbund) allenfalls mit Spitzendeckung im Winter sowie Kühlung im Sommer mittels Abwärme

Als künftiges Abwärmepotenzial wird mit mindestens der heutigen Abwärmemenge gerechnet. Je nach Ergebnis des Optimierungsprozesses könnte sich dieses Potenzial allenfalls auch wesentlich erhöhen.

Eine künftig mögliche Reduktion der schweizerischen Gesamtmenge an Abfällen wird nach Einschätzung von Fachkreisen kaum zu einer Verringerung der Kehrrichtmenge von optimierten KVA's (wie die KVA Winterthur) führen. Eine entsprechende Entwicklung hätte eher die Schliessung von einzelnen KVA's mit schlechtem Energienutzungsgrad zur Folge (z.B. ist die Schliessung der KVA Zürich-Josefstrasse vorgesehen). Für die KVA Winterthur – als einzige KVA im Kt. Zürich mit Gleisanschluss – ist im Kantonalen Richtplan Versorgung und Entsorgung eine Erhöhung der Verbrennungskapazität von 150'000 auf 160'000 t / a festgelegt.

#### 7.4.2 Abwärme Industrien

In Winterthur sind zahlreiche Energiegrossoverbraucher (ca. 20 Bezüger mit jährlich mehr als 2 GWh Erdgas und ca. 40 mit jährlich mehr als 1 GWh Strom) angesiedelt. Diese Grossoverbraucher sollen im folgenden Energieplanungsprozess auf ihre Eignung als Abwärmelieferanten geprüft werden. Ihr Nutzpotenzial lässt sich ohne genauere Abklärungen nicht abschätzen. Zu klären sind insbesondere die technische Nutzbarkeit, die Dauer der möglichen Auskoppelung sowie die langfristige Verfügbarkeit der Industrieabwärme.

Ebenso sind Anlagen zur Energieumwandlung (wie Trafostationen und Unterwerke) auf deren Eignung als Abwärmelieferanten abzuklären.

#### 7.4.3 Abwärme aus Abwasser

Die Eignung von Abwasser-**Sammelkanälen** für eine Wärmenutzung ist an die folgenden Anforderungen gebunden:

- Durchschnittlicher Trockenwetterabfluss mind. 15 l/s; nachts mind. 10 l/s
- Erforderlicher Durchmesser: bestehende Leitungen  $\varnothing$  80 cm, neue Leitungen  $\varnothing$  50 cm
- Durchschnittliche Abwasser-Temperatur im Winter  $\geq$  10 °C

Im Übersichtsplan (vgl. Anhang) sind alle bestehenden Sammelkanäle  $\geq$  80 cm dargestellt, die Erfüllung der übrigen Anforderungen ist fallweise zu klären.

Die Wärmenutzung aus dem gereinigten Abwasser der **Abwasserreinigungsanlage** (ARA) hat ein grosses Potenzial, das erst zu einem kleinen Teil genutzt wird. Das gesamte theoretisch nutzbare Wärmepotenzial im ARA-Ablauf beträgt pro Heizsaison (Oktober bis April) bei Abkühlung des Abwassers auf 4°C über 100 GWh bei Abkühlung auf 7°C rund 70 GWh.

Allerdings wird die Wärmenutzung für Winterthur durch die dezentrale Lage am unteren Stadtrand erschwert (bessere örtliche Voraussetzungen zur ARA-Abwärmennutzung hat die Nachbargemeinde Nefenbach. Im Ortsteil Tössallmend wurde eine erste Abwärmennutzung im kleinen Umfang von der Heimstättengenossenschaft realisiert und wird noch weiter ausgebaut).

#### Exkurs **Kühlen mit Abwasser**:

Im Allgemeinen sollen die Temperaturen der Fliessgewässer durch die Einleitung von erwärmtem Abwasser (z.B. nach Kühlzwecken) nur unmerklich erhöht werden. Aufgrund der Grössenverhältnisse der Wassermengen und den üblichen Temperaturen ergibt sich trotzdem ein beträchtliches, nutzbares Kühlpotenzial. Die Erwärmung des ungereinigten Abwassers durch die Kältenutzung vor der ARA hätte zudem einen positiven Einfluss auf die Reinigungsleistung der ARA.

Bereits vorgesehen ist die multivalente Gewinnung von Wärme und Kälte aus dem Abwasserkanal mit einem separaten Entnahmebauwerk für das Hochhaus Wintower. Die vorgesehenen Wärmeleistungen sind: 480 kW Wärmeentnahme für Heizung und 840 kW Wärmeeintrag für Kühlung.

#### 7.4.4 Wärme aus Grundwasser

Winterthur liegt über ausgedehnten Grundwasserträgern unterschiedlicher Mächtigkeit (vgl. Karte Energiepotenziale im Anhang 4) mit zahlreichen bestehenden Grundwasserbrunnen. Nur kleinere Teile des Gebietes liegen in für die Trinkwassergewinnung reservierten Grundwasserschutzzonen.

Anforderungen an die Grundwasserwärmenutzung im Kanton Zürich:

- Minimale Kälteentzugsleistung ca. 150 kW
- Die Rückführung des abgekühlten Grundwassers hat in der Regel durch eine Rückversickerung wieder in denselben Grundwasserleiter zu erfolgen
- Temperaturdifferenz durch Wärmeeintrag oder -entzug = max. 3°C

Das theoretische Wärme-Nutzpotenzial ist als sehr gross einzuschätzen. Aufgrund der nachgewiesenen und vermuteten Grundwasservorkommen bestehen in Winterthur für die **Wärmenutzung aus Grundwasser** sehr günstige Voraussetzungen.

Grundsätzlich kann auch **Kühlen mit Grundwasser** in Betracht gezogen werden. Hier sind interessante Kombinationen und Mehrfachnutzungen bei gleichzeitiger oder saisonal abwechselnder Nutzung zu Kühl- und Wärmezwecken denkbar.

Die **Wärmenutzung aus Trinkwasser** wird bis heute noch kaum praktiziert. Die Temperatur des Trinkwassers im kommunalen Verteilsystem beträgt in der Regel um die 10°C, ist grossflächig verfügbar und damit eine sehr attraktive Wärmequelle. Bei einer Abkühlung um ca. 3°C sind dank der hohen, verfügbaren Wassermengen in Hauptleitungen grössere Wärmeleistungen realisierbar. Die vollumfängliche Einbettung des Leitungsnetzes im Erdreich gewährleistet, dass für die Wasserbezüger kaum eine spürbare Abkühlung des Trinkwassers resultiert. Die Hauptleitungen mit einem Durchmesser ab 200 mm sind in der Übersichtskarte Energiepotenziale dargestellt (siehe Anhang A5.4).

#### 7.4.5 Erdwärme

Die Nutzung der Erdwärme mittels Wärmepumpen und Erdsonden (untiefe Geothermie) erlebt in den letzten Jahren einen regelrechten Boom (siehe nachfolgende Abbildung). Zulässig ist die Erstellung von Erdsonden nur in Gebieten ohne oder mit höchstens sehr geringmächtigen Grundwasservorkommen. Die entsprechenden Gebiete sind in der Übersichtskarte Energiepotenziale dargestellt (siehe Anhang A5.4).

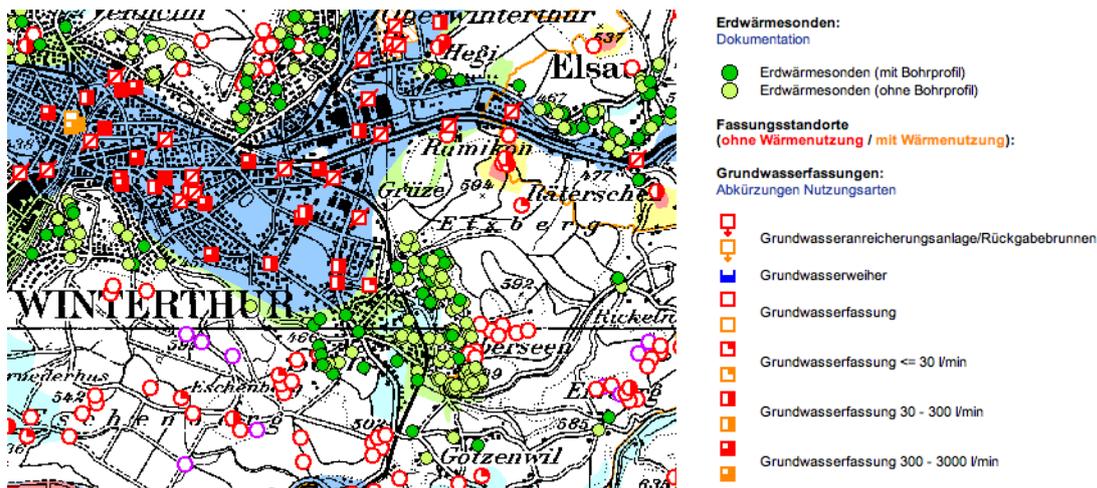


Abbildung 16: Bestehende Erdwärmesonden (grüne Punkte), Auszug kantonaler Energieplan

Aktuell fördert der Kanton Zürich die direkte Nutzung von Erdwärme aus der tiefen Geothermie (ohne Wärmepumpe). Solche Anlagen kombiniert mit Nahwärmeverbunden sind insbesondere für Neubaugebiete mit Niedertemperaturheizungen (Vorlauf um 30°C) sehr attraktiv.

Zur Gewinnung von Strom und Abwärme wird gegenwärtig eine «Machbarkeitsstudie Tiefe Geothermie Winterthur» bearbeitet. Es sollen die Erfolgchancen entsprechender Tiefenbohrungen, geeignete Standorte, Kosten und Nutzen, eine grobe Ökobilanz sowie die damit verbundenen Risiken geklärt werden.

#### 7.4.6 Bestehende leitungsgebundene Energien

In der Übersichtskarte Energiepotenziale sind die Hauptleitungen der bestehenden Fernwärmenetze (mit den zugehörigen Fernwärmegebieten von Stadtwerk Winterthur) sowie die Hauptleitungen der Erdgasversorgung (differenziert nach Hoch- und Niederdruck) dargestellt, siehe Anhang A5.4.

#### 7.4.7 Biomasse

##### Energieholz

Holz zur energetischen Nutzung stellt nach der Wasserkraft der zweitwichtigste einheimische und erneuerbare Energieträger der Schweiz dar: Energieholz hält einen Anteil von 28% an der schweizerischen Holznutzung (Quelle: Taschenstatistik «Forstwirtschaft der Schweiz 2008»). Eine möglichst rationelle Nutzung der Holzenergie wird sich künftig vermehrt auf Wärmekraftkopplungsanlagen oder die Gewinnung von Biogas mit Einspeisung ins Erdgasnetz in Grossanlagen fokussieren (Beispiel: Holzheizkraftwerk Aubrugg). Die Ermittlung des verbleibenden Energiepotenzials Holz bedarf damit überregionaler bis nationaler Betrachtungen, da als Folge der steigenden Holznachfrage sich ein grossräumiger, dynamischer Holzmarkt entwickelt hat (Quelle: Holz als Rohstoff und Energieträger, Dynamisches Holzmarktmodell und Zukunftsszenarien, BFE / BAFU, Mai 2010).

Die Stadt Winterthur als eine der grösseren Holzproduzentinnen der Schweiz ist allerdings prädestiniert für einen effizienten lokalen Rohstoff- und Energiekreislauf durch Versorgung der eigenen Heizzentralen (Beispiele Gern, Sennhof, Wyden) aus lokalen Wäldern mit kurzen, emissions- und risikoarmen Transporten. In der Stadt Winterthur wird heute zirka 2% des Energiebedarfs für Raumwärme und Warmwasser mit Holz erzeugt (siehe Anhang A1.1). Das zusätzlich verfügbare Potenzial an Energieholz beträgt ca. 10 GWh pro Jahr.

##### Organische Abfälle

Aus organischen Abfällen kann in einer Vergärungsanlage wertvolle Energie in Form von Biogas gewonnen werden. Standardisierte Vergärungsanlagen sind auf 5'000 oder 10'000 Tonnen organische Abfälle

pro Jahr ausgelegt. 5'000 Tonnen organische Abfälle entsprechen einem Einzugsgebiet von rund 50'000 Einwohner/innen-

Bei der Standortwahl ist auf eine Einspeisung von Biogas ins Erdgasnetz oder die direkte Nutzung in einem Blockheizkraftwerk und/oder die Nutzung von allfällig anfallender Abwärme zu achten. Entsprechende laufende Studien (Vergärungsanlage Riet mit einer Kapazität von 20'000 Tonnen/a und mit einer geplanten Produktion von 13 GWh/a) sind mit den weiteren Schritten der Energieplanung (Ausarbeitung des Energieplanes) zu koordinieren.

## 7.4.8 Nicht ortsgebundene Umweltwärme

### Wärme aus Umgebungsluft

Bei der Nutzung der Umgebungsluft ist keine räumliche Koordination erforderlich. Sie lässt sich überall und ohne kantonale Bewilligung oder Konzession nutzen. Jedoch haben Luft-Wasser-Wärmepumpen im Winter – in der Zeit des grössten Wärmebedarfs – einen tieferen Wirkungsgrad als solche, die Abwärme, Erdwärme oder Grundwasser nutzen (tiefe Lufttemperaturen bei grösstem Heizbedarf). Dies hat höhere Betriebskosten infolge deutlich grösserem Stromverbrauch zur Folge.

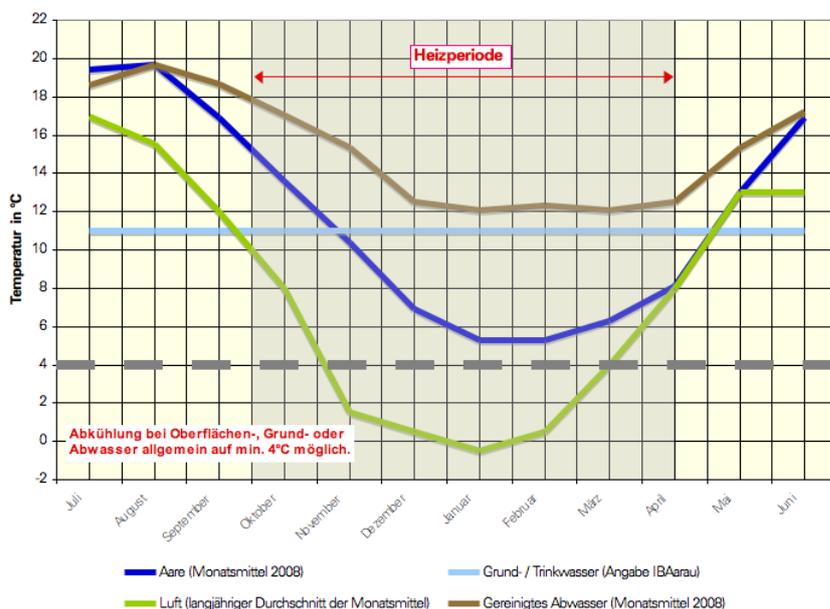


Abbildung 17: Typischer Temperaturverlauf verschiedener Umweltwärmequellen (Grafik: PLANAR)

### Sonnenenergienutzung

Auch Sonnenenergie ist grundsätzlich überall nutzbar. Vorbehalte bestehen bezüglich Ortsbildverträglichkeit oder topographisch ungünstiger Lagen (z.B. Schattenhänge). In empfindlichen Gebieten sind dezentrale, ortgebundene thermische Solaranlagen (zur Warmwassergewinnung) grundsätzlich zu bevorzugen.

Die mittlere Energieausbeute beträgt ca. 250 kWh/a und m<sup>2</sup> Kollektorfläche, wenn damit geheizt und Warmwasser aufbereitet wird. Zur Warmwasser-Vorwärmung kann eine Ausbeute von bis zu 600 kWh/m<sup>2</sup> a erreicht werden. Es besteht ein grosses, noch mehrheitlich ungenutztes thermisches Solarenergiepotenzial: mit 1 m<sup>2</sup> Kollektor pro Person kann rund 60% des jährlichen Warmwasserbedarfes eines Haushaltes solar aufbereitet werden.

## 7.5 Neue Wärmeversorgung für Winterthur

Die neue Wärmeversorgung für das Energiekonzept 2050 ist zu grossen Teilen auf der Nutzung von Abwärmern und Umweltwärmern aufgebaut. Sie erfordert eine Vernetzung von einzelnen Arealen und ganzen Stadtgebieten mit leitungsgebundener Niedertemperaturwärme. Der Aufbau des Gesamtsystems erfolgt dabei über 4 Schritte.

- Als erstes wird eine effiziente Energienutzung im Gebäude selbst vorausgesetzt.
- Als zweiter Schritt sollen vorhandene Energiepotentiale auf dem Grundstück genutzt werden.
- Als dritter Schritt werden saisonale Überschüsse eingespeichert z.B. Abwärme aus Kühlung im Sommer zu Heizwärme im Winter.
- Als vierter Schritt werden die Areale untereinander vernetzt um das Gesamtsystem weiter auszubauen und die Energieflüsse optimieren zu können. Das Resultat der Vernetzung ist eine bessere Gesamtleistung und Versorgungssicherheit für den einzelnen Wärmebezügler.

Die wesentlichen Elemente des Gesamtsystems sind einerseits die Gebäude, die als Wärmebezügler (Wohnen) aber auch als Wärmequelle (Abwasser, gekühlte Geschäftshäuser, Industrieanlagen) im System vertreten sind. Als Quelle und Speicher werden Erdsondenfelder verwendet, die im Sommer mit überschüssiger Wärme geladen und im Winter für die Heizung wieder entladen werden. Zusätzliche Wärmequellen wie Solarwärme im Sommer und Erdwärme und Grundwasser im Winter ergänzen das System. Ebenso können bestehende System wie KVA-Fernwärme in das System integriert werden.

Die Wärmepumpen (und Kühlanlagen) befördern die Wärme über die erforderlichen Temperaturniveaus im ganzen System. Der für die Wärmepumpen eingesetzte Strom bleibt im System als Wärmeenergie erhalten.

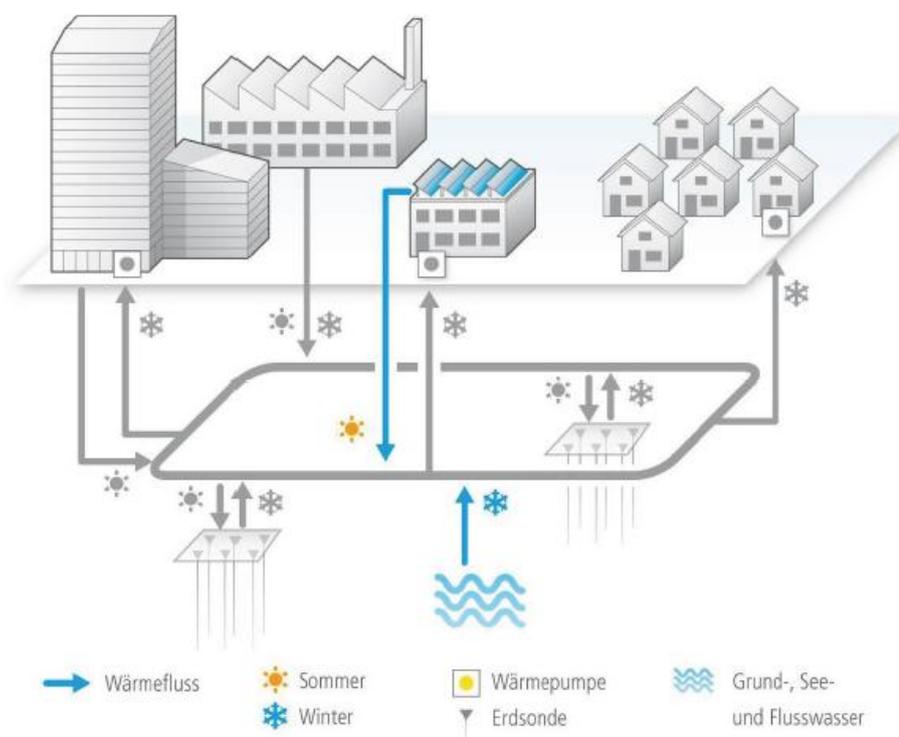


Abbildung 18: Prinzipbild der neuen Wärmeversorgung Winterthur 2050

Für den Aufbau dieser neuen Wärmeversorgung sind die Wärmepotenziale und die Wärmebezüge und die entsprechende Leitungsführung gleichermassen im langfristigen Zeithorizont zu koordinieren. Der neue Energieplan der Stadt Winterthur ist das Instrument für diese Koordination.

## 8 Volkswirtschaftliche Effekte

### 8.1 Investitionsbedarf und Kosten

Der geschätzte Investitionsbedarf und die Kosten teilen sich unterschiedlich auf die drei Bereiche Strom, Wärme und Mobilität auf und sind im folgenden als Überblick zusammengestellt:

Im Bereich Strom wird ein Mehrverbrauch von +20% bis 2050 jedoch ein Nullwachstum im Verbrauch pro Kopf unterstellt. Im Unterschied der zwei untersuchten Szenarien der Stromversorgung führt Szenario A mit 100% erneuerbarer Energie bei gleichem Mehrverbrauch zu Mehrkosten gegenüber Szenario B von durchschnittlich rund 11% im Zeitraum von 2011-2050 und von rund 30% nach 2050. (Zu heutigen Preisen, in absoluten Zahlen und grob geschätzt rund CHF 14 Mio./a für 2011-2050 und rund CHF 45 Mio./a per 2050 und später, siehe Abschnitt 4.4.2).

Im Bereich Wärme sind mit der um Faktor 2 gesteigerten Erneuerungsrate von 1% zusätzliche Investitionen von rund CHF 80 bis 100 Millionen pro Jahr für die Gebäudesanierung erforderlich (siehe Abschnitt 5.4). Dieser Betrag ist in Beziehung mit der gesamten Bautätigkeit in der Stadt Winterthur von aktuell rund CHF 550 Mio./a zu setzen (Kanton Zürich 2010:1). Die Erhöhung der Bautätigkeit durch die Steigerung der Erneuerungsrate kann im Verhältnis mit der aktuellen Neubautätigkeit somit auf rund 20% beziffert werden und sollte auch bei anhaltender hoher Neubautätigkeit damit ohne Strukturprobleme in der Baubranche zu bewältigen sein. Zudem kann die bis 2050 kontinuierlich anhaltende Sanierungstätigkeit eine zukünftig sich abschwächende Neubautätigkeit zumindest teilweise kompensieren.

Die Überwälzung der Investitionen für die energetische Gebäudeerneuerung wird sich voraussichtlich mit einer moderaten Erhöhung von durchschnittlich rund 10% auf die Mietzinsen auswirken. (Siehe 5.4).

Für den Bereich Mobilität können innerhalb des Energiekonzepts 2050 keine Kosten zugewiesen werden, da die entsprechenden Investitionen auf andere Bilanzgruppen (Verkehrsmassnahmen und Fahrzeugbeschaffung) bereits verteilt sind und in Bezug auf das Energiekonzept als Ohnehin-Kosten betrachtet werden. In der Konsequenz werden damit auch die finanzielle Einsparungen und Gewinne aus den Wirkungen im Bereich Mobilität (reduzierter Treibstoffverbrauch) nicht dem Energiekonzept sondern dem in diesem Punkt übergeordneten Verkehrskonzept gutgeschrieben. Die Einsparungen Energie und Treibhausgasemissionen aus dem Bereich Mobilität werden dagegen wieder im Energiekonzept bilanziert.

### 8.2 Einsparungen und Gewinne

Mit der Umsetzung des Energiekonzeptes und der Zielerreichung per 2050 sinken die fossilen Energien im Wärmebereich von heute rund 3'500 TJ auf noch 500 TJ. Die Einsparung von 3'000 TJ fossiler Energie entspricht rund 830 GWh oder 83 Mio. Liter Heizöl pro Jahr. Die Kosteneinsparung beträgt bei heutigen Preisen von rund CHF 80 pro 100 Liter Heizöl damit rund CHF 66 Mio. pro Jahr per 2050 oder durchschnittlich rund CHF 33 Mio./a für den Zeitraum von 2010-2050.

Dieser Einsparung bei den fossilen Energien stehen aber die Kosten für die neue, weitgehend CO<sub>2</sub>-freie Wärmeversorgung gegenüber. In einer ersten Näherung wird davon ausgegangen, dass mit den Einsparungen bei den fossilen Energien der Aufbau und der Betrieb der neuen Wärmeversorgung voll finanziert werden könnte und damit im Bereich Wärmeversorgung sich die Gewinne und Kosten des Energiekonzeptes aufheben werden.

Mit dem Energiekonzept 2050 können die Treibhausgasemissionen per 2050 um rund 4.3 Tonnen CO<sub>2</sub> eq. pro Person und Jahr reduziert werden. Das sind Einsparungen von jährlich rund 516'000 Tonnen CO<sub>2</sub> eq. im Jahr 2050 gegenüber heute. Werden per 2050 rund CHF 60 Mio. (Kapitalamortisation und Zins) für den energetischen Anteil der Gebäudesanierung den eingesparten Treibhausgasemissionen gegenübergestellt, dann resultieren bei kostenneutraler Energieversorgung mit dem Energiekonzept 2050 CO<sub>2</sub>-Vermeidungskosten von rund 120 CHF pro Tonne CO<sub>2</sub> eq. und Jahr.

## 9 Vorgehensweise im Projekt

### 9.1 Ausgangslage

Die derzeitige Energiepolitik sowie die Umsetzungsmassnahmen der Stadt Winterthur beruhen auf zwei zentralen Dokumenten, welche vor rund 10 Jahren erarbeitet wurden:

- Energiekonzept 2000-2020<sup>9</sup> (erarbeitet 1999)
- Energieplan 1998 (CAD-Plan überarbeitet 2005, Erläuterungsbericht datiert weiterhin von 1998)

Das Energiekonzept 2000-2020 enthält die bisherigen energiepolitischen Ziele und CO<sub>2</sub>-Reduktionsziele der Stadt Winterthur, jeweils spezifisch für die folgenden Zielgruppen: Private Haushalte, Wirtschaft, Verkehr und öffentliche Hand.

Der kommunale Energieplan legt als behördenverbindlicher Richtplan fest, wo für die Versorgung der Gebäude mit Wärme (und Kälte) welcher Energieträger im Siedlungsgebiet genutzt werden soll (Fernwärme, Erdgas, Holz, Abwärme). Der Erläuterungsbericht von 1998 enthält zudem Angaben über die damals abgeschätzten Potenziale zur Nutzung der Fernwärme aus der KVA sowie zu den erneuerbaren Energien.

Des Weiteren verfügt die mit dem European Energy Award Gold ausgezeichnete Energiestadt Winterthur über ein in den letzten Jahren laufend angepasstes Aktivitätenprogramm (Massnahmenplan Energiestadt).

Angesichts der in den letzten zehn Jahren stark geänderten Rahmenbedingungen sollen das Energiekonzept, der Energieplan sowie das Aktivitätenprogramm der Stadt Winterthur umfassend überarbeitet und ein neues «Energiekonzept 2050» erstellt werden, welches sich an den Zielen und Inhalten der 2000-Watt- und 1-Tonne- CO<sub>2</sub>-Gesellschaft orientiert. Hierzu gibt es jedoch verschiedene Vorgehensweisen, wie mit einer Vorstudie im Jahr 2008 aufgezeigt wurde.

Die Resultate der Vorstudie wurden in der Sitzung der Kommission Umwelt und Energie (KUE) am 14. November 2008 vorgestellt. Die KUE sprach sich für die Vorgehensvariante «Energiestadtweg» aus.

Dieser «Energiestadtweg» umfasst folgende aufeinander abgestimmte Elemente:

#### **Anpassung Energiestadt-Ziele für Winterthur**

Die energiepolitischen Ziele orientieren sich an den generellen und spezifischen Zielvorgaben der Orientierungshilfe «Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft»<sup>10</sup>, wobei diese Ziele an die spezifischen Gegebenheiten und politischen Zielvorstellungen der Stadt Winterthur angepasst werden.

#### **Aktivitätenprogramm**

Zur Erreichung der Ziele wird ein neuer Massnahmenplan erarbeitet und nach den sechs Themen des Energiestadt-katalogs (Entwicklungsplanung, Raumordnung / Kommunale Gebäude und Anlagen / Versorgung, Entsorgung / Mobilität / Interne Organisation / Kommunikation, Kooperation) gegliedert, wobei bestehende Massnahmen weitergeführt und allenfalls angepasst sowie neue hinzugefügt werden.

#### **Energieplan**

Für die räumliche Koordination der Energieträger für die Wärme- und Kälteversorgung auf dem Stadtgebiet wird ein auf die dynamische Entwicklung ausgerichteter Energieplan erarbeitet, welcher den aufgrund

---

<sup>9</sup> Energiekonzept 2000, Grundlagen und Zielsetzungen, Bericht zur Phase 1, 31. Mai 1999, Stadt Winterthur

<sup>10</sup> Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft, Energiepolitische Ziele in Anlehnung an die Aktionspläne des UVEK, Stand Beschluss ARGE ESfG vom 21.10.2008

der energieeffizienteren Gebäude über die nächsten Jahrzehnte abnehmenden Energiebedarf für die Raumwärme berücksichtigt.

## **Controlling**

Für die Erfolgskontrolle ist ein Konzept zu erstellen. Einerseits sind für das übergeordnete Monitoring periodisch Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzen zu erstellen. Andererseits sind für die Überprüfung der Zielerreichung bezüglich der spezifischen Ziele entsprechende Erhebungen vorzusehen und Datenquellen festzulegen. Zudem sind, wo nötig und sinnvoll, massnahmenspezifische Kennzahlen und deren Erhebung zu definieren.

Der Stadtrat beschloss auf Antrag der Kommission Umwelt und Energie (KUE) am 9. Dezember 2009, anhand dieser Vorgehensweise, die Ziele und Massnahmen der Energiestadt Gold Winterthur zu einem «Energiekonzept Winterthur 2050», einschliesslich einem aktualisierten Aktivitätenprogramm und räumlichen Energieplan, weiterzuentwickeln.<sup>11</sup> Mit der Federführung dafür wurde der Bereich Umwelt- und Gesundheitsschutz, Fachstelle Nachhaltige Entwicklung des Departements Sicherheit und Umwelt beauftragt.

## **9.2 Auftrag «Grundlagen Energiekonzept Winterthur 2050»**

Vom Januar bis Juli 2010 wurden für die Aktualisierung der energiepolitischen Ziele, des räumlichen Energieplans sowie für die weiteren Massnahmen der Energiestadt Winterthur mit dem vorliegenden Bericht folgende Grundlagen erarbeitet:

- Feststellen der Ausgangswerte für Winterthur als Basis für die Formulierung der Ziele
- Definition des Absenkpfadens und der spezifischen Ziele für Winterthur für die Jahre 2020, 2035 und 2050 anhand der Orientierungshilfe «Energiestädte auf dem Weg zur 2000-Watt-Gesellschaft»
- Struktur für das Aktivitätenprogramm und die Massnahmenblätter
- Struktur des Kennzahlensystems für das Controlling
- Abklären der Datenlage und Möglichkeiten im GIS für den räumlichen Energieplan
- Potenzialabschätzung der verfügbaren Umweltwärme und Abwärme für die Wärmeversorgung des Siedlungsgebietes ohne fossile Energieträger
- Ermittlung der heutigen Wärmebezugsdichte im Hektarraster für die Nutzungen Wohnen und Arbeiten getrennt
- Wichtigste Stossrichtungen der für die Erreichung der Ziele erforderlichen Massnahmen
- Volkswirtschaftlich Betrachtung der Kosten und Nutzen

Auf Basis dieser Grundlage kann mit den nächsten Schritten das detaillierte Aktivitätenprogramm für die folgenden Jahre sowie der kommunale Energierichtplan gemäss den Anforderungen des Kantons Zürich ausgearbeitet werden (siehe Kapitel 7).

---

<sup>11</sup> Stadtrat Winterthur, Protokollauszug vom 9.12.2009, Departement Sicherheit und Umwelt / Umwelt- und Gesundheitsschutz: «Energiekonzept Winterthur 2000-Watt- und 1-Tonne-CO<sub>2</sub>-Gesellschaft», (SR.09.1651-1)

## 9.3 Projektablauf

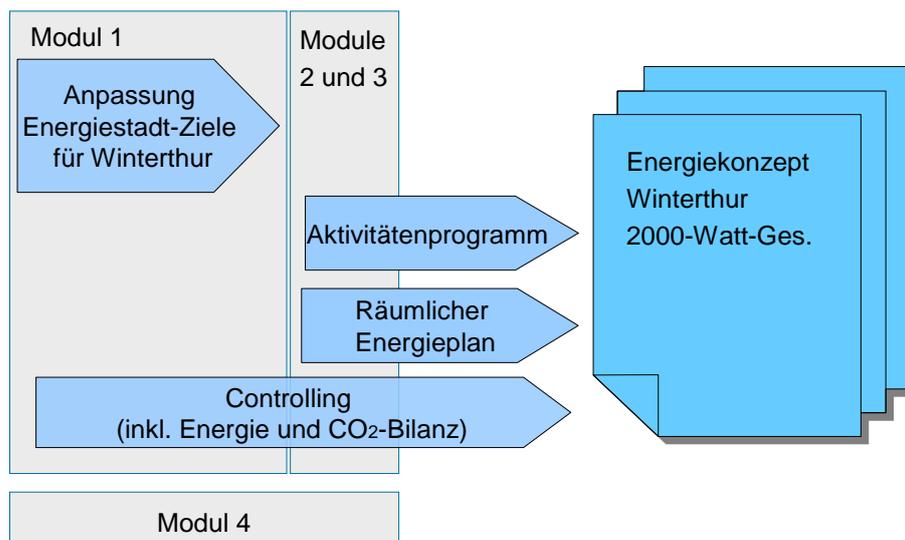


Abbildung 19 Energiestadtweg mit den Arbeitsmodulen für die Grundlagen Energiekonzept 2050

An der Sitzung der strategischen Begleitgruppe, der erweiterten Kommission Umwelt- und Energie (KUEplus), vom 23. März 2010 wurde im Rahmen des Projekts ein erster Vorschlag für den Absenkpfad 2000-Watt- / 1-Tonne-CO<sub>2</sub>-Gesellschaft sowie die Ausgangs- und Zielwerte gemäss der Orientierungshilfe für Energiestädte präsentiert.

Den präsentierten Stossrichtungen und Zielen wurde in dieser Sitzung grundsätzlich zugestimmt. In der anschliessenden Diskussion zeigte sich, dass die hinterlegten Annahmen zur Entwicklung der Energieeffizienz sowie zu den Veränderungen im Energieträgermix in einem Workshop mit Stadtwerk Winterthur vertieft diskutiert und konkretisiert werden sollten. Zudem entstand das Bedürfnis, im Hinblick auf den Input für das Stadtratsseminar vom 21.5.2010 die volkswirtschaftlichen Nutzen und Kosten sowie die wesentlichen Stossrichtungen der zur Erreichung der Ziele nötigen Massnahmen grob aufzuzeigen.

An der Besprechung vom 26. April mit Stadtwerk wurde insbesondere festgehalten:

- Es werden zwei Stromszenarien A und B dargestellt:  
Szenario A geht davon aus, dass der Bau neuer Kernkraftwerke mit nationalem Volksentscheid ca. per 2012-2014 abgelehnt wird. Damit ist der Bau neuer KKW in der Schweiz längerfristig blockiert und als Konsequenz daraus wird die Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen forciert ausgebaut. Szenario B geht davon aus, dass dem Bau neuer Kernkraftwerke in der Schweiz zugestimmt wird und damit Strom aus Kernkraftwerken auch nach 2050 einen wesentlichen Anteil der Stromversorgung abdecken wird.
- Für den zukünftigen Stromverbrauch der Stadt Winterthur wird im Energiekonzept per 2050 ein Zuwachs von 15-25% gegenüber 2008 berücksichtigt. Bei der unterstellten Zunahme der Bevölkerung von rund 15% im gleichen Zeitraum ergibt dies einen Bereich von +0 bis +10% für die pro Kopf-Werte per 2050. Ein Rückgang des Stromverbrauches kann mit den unterstellten Annahmen für das Wachstum und den Verlagerungen aus den Bereichen Wärme und Mobilität dagegen nicht plausibel dargestellt werden.

Am 29. April 2010 wurden die überarbeiteten Grundlagen des Energiekonzept 2050 der strategischen Begleitgruppe KUEplus vorgestellt.

Die Zwischenresultate wurden dem Stadtrat für das Seminar am 21.5.2010 zusammengestellt.

Eine Feinabstimmung der Datengrundlagen und Definitionen erfolgte an zwei weiteren Besprechungen mit Stadtwerk am 28. Mai und 14. Juni 2010.

Der Entwurf für den Schlussbericht wurde der strategischen Begleitgruppe KUEplus von Mitte Juli bis Ende August 2010 zur Vernehmlassung überlassen. Aufgrund der Vernehmlassungsantworten wurde der Bericht überarbeitet und in vielen Detailpunkten noch präzisiert. Die Abgabe des bereinigten Schlussberichtes an die Auftraggeber erfolgte Anfang Oktober 2010.

Das Mitberichtsverfahren dauerte von Oktober 2010 bis Januar 2011. An der KUE-Sitzung vom 18. Januar 2011 wurden die Mitberichte vorgestellt und diskutiert. Die Mitberichte wurden entsprechend den Beschlüssen der KUE vom 18.1.2011 im Februar 2011 in die vorliegende Schlussversion eingearbeitet.

## 9.4 Projektorganisation

Das Projekt wurde mit folgender Projektorganisation durchgeführt:  
(Kerngruppe Energieplan aktiv ab Januar 2011)

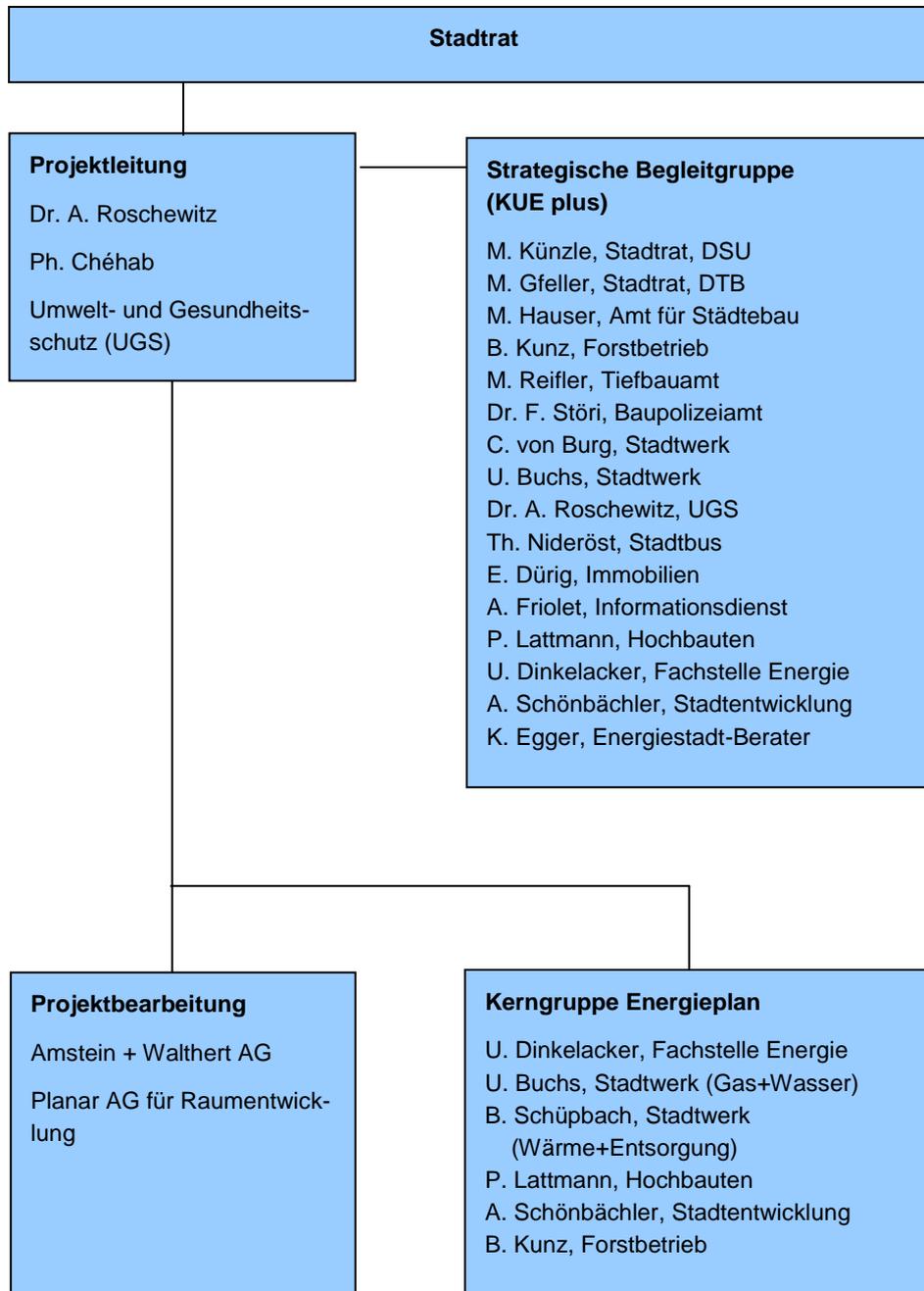


Abbildung 20: Projektorganisation für Grundlagen Energiekonzept 2050

## 10 Weiteres Vorgehen

Die hiermit vorliegenden Grundlagen zum Energiekonzept 2050 sollen dem Stadtrat zur positiven Kenntnisnahme beantragt werden und ihm als Grundlage für energiepolitische Entscheide dienen.

Des Weiteren wird dem Stadtrat beantragt, die Verwaltung mit folgenden Aufgaben zu beauftragen und die hierzu nötigen personellen und finanziellen Mittel bereitzustellen:

- Ausarbeitung von Umsetzungsmassnahmen orientiert an den strategischen Stossrichtungen für die 2000-Watt- und 1-Tonne-CO<sub>2</sub>-Gesellschaft
- Erarbeitung eines neuen behördenverbindlichen Energieplans für die räumliche Koordination der Wärme- und Kälteversorgung

Somit würde der gewählte «Energiestadtweg» für das Energiekonzept 2050 weiter beschritten (siehe nachfolgende Abbildung).

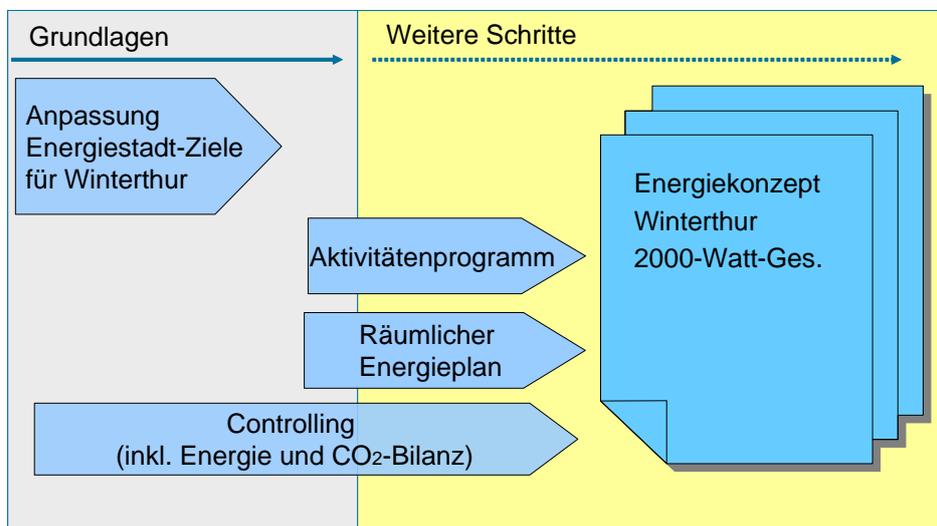


Abbildung 21: «Energiestadtweg» zum Winterthurer Energiekonzept 2050

### 10.1 Aktivitätenprogramm 2010-2014 (Massnahmenplan)

Um die Umsetzung hin zur 2000-Watt- und 1-Tonne-CO<sub>2</sub>-Gesellschaft konkret anzugehen, soll für die Legislaturperiode 2010 - 2014 ein erstes Aktivitätenprogramm mit den dazugehörigen detaillierten Massnahmenblättern und – wo nötig und sinnvoll – mit Konzepten und Projektskizzen ausgearbeitet werden. Dieses Aktivitätenprogramm wird dem Stadtrat beantragt, damit er die personelle und finanzielle Mittel für Umsetzung zur Verfügung stellen kann. Verantwortlich: UGS

#### 10.1.1 Strategische Stossrichtungen

Der Absenkpfad zur 2000-Watt- und 1-Tonne-CO<sub>2</sub>-Gesellschaft für die Stadt Winterthur (siehe Kapitel 2) und die ihm zu Grunde liegenden Abschätzungen der Potenziale an Energieeffizienz und erneuerbaren Energien zeigen, dass grosse Potenziale in der Gebäudesanierung sowie in der Umstellung der Wärme- und Kälteversorgung auf erneuerbare Energien liegen. Des Weiteren gilt es, die Zunahme des Motorisierten Individualverkehrs zu dämpfen und die Effizienz-Potenziale auch bei den elektrischen und elektronischen Geräten auszuschöpfen.

Wesentlich ist auch die Wahl der Stromerzeugung, da je nach Art der Erzeugung ein geringerer oder grösserer Primärenergieverbrauch verursacht wird. Angesichts der weitgehend beschlossenen Liberalisierung des Elektrizitätsmarktes wird der effektive Strommix zukünftig noch mehr durch Kundenentscheide geprägt. Eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit durch Stadtwerk ist daher unerlässlich.

Die daraus abgeleiteten strategischen Stossrichtungen für die Umsetzung von Massnahmen nach Handlungsfeldern zeigt die folgende Tabelle:

Handlungsfeld	Primäre Stossrichtungen für Massnahmen
Strom	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stromeffizienz weiter fördern und realisieren</li> <li>- Angebote für erneuerbaren Strom sicherstellen und Sensibilisierung der Kundinnen und Kunden bei ihrer Wahl der Herkunft und Erzeugungsart ihres Stroms,</li> <li>- Stadteigenes Handeln sowie die eigenen Gebäude und Anlagen als Vorbild einsetzen</li> </ul>
Wärme	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erhöhung der energetischen Erneuerungsrate Gebäudebestand auf 1% pro Jahr, ganzes Stadtgebiet, ab jetzt bis 2050</li> <li>- Umsetzung des Energieplanes mit Nutzung der Abwärmen und Umweltwärmen, verstärkt ab ca. 2020</li> <li>- Stadteigenes Handeln sowie die eigenen Gebäude und Anlagen als Vorbild einsetzen</li> </ul>
Mobilität <sup>12</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kilometerleistungen des motorisierten Individualverkehrs stabilisieren und reduzieren, Parkraumbewirtschaftung und –reduktion.</li> <li>- Weiterer Ausbau der Angebote des öffentlichen Verkehrs für die Aufnahme des erwarteten Verkehrswachstums</li> <li>- Weitere Stärkung des Langsamverkehrs (Velo, Zu Fuss), insbesondere für die innerstädtischen Wege</li> </ul>

**Tabelle 8: Strategische Stossrichtung für Umsetzungsmassnahmen**

### 10.1.2 Struktur für das Aktivitätenprogramm

Zur Erreichung der Ziele des Energiekonzeptes braucht es eine entsprechende Massnahmenplanung. Ein bewährtes Umsetzungsinstrument ist hierzu, pro Legislaturperiode ein sogenanntes Aktivitätenprogramm zu beschliessen und umzusetzen. Die noch auszuarbeitenden Massnahmen sollen sich an den Zielsetzungen und strategischen Stossrichtungen und Schwerpunkten des «Energiekonzept 2050» orientieren (siehe Kapitel 10.1.1).

Die bisherige Struktur des bestehenden Aktivitätenprogramms der Energiestadt Winterthur orientiert sich am «Energiekonzept 2000 – 2020» und ist nach Zielgruppen gegliedert. Neu soll sich das Aktivitätenprogramm nach den 6 Themenfeldern des Energiestadt-Katalogs gliedern. Dies gewährleistet Voll-

---

<sup>12</sup> Die in den Einzelzielen und im Absenkepfad unterstellten Reduktionen durch Effizienzsteigerung der Fahrzeuge wird als exogene Wirkung betrachtet, die ausserhalb des Einflusses der städtischen Energiepolitik liegt. In Bezug auf die weiter zu fördernde und für die Zielerreichung ebenso relevante Verlagerung von Mobilitätsleistungen auf den Öffentlichen Verkehr soll die Stadt Winterthur jedoch den Handlungsspielraum voll ausnützen.

ständigkeit und einfache Zuordnung der Massnahmen zum Anforderungskatalog Energiestadt. Dadurch sind auch beste Voraussetzungen für einen effizienten Ablauf der Energiestadt-Audits gegeben.

Der Vorschlag für die neue Gliederung des Aktivitätenprogramms findet sich im Anhang A4.1. Es listet die Massnahmen auf und gibt einen Überblick über Termine, Sachkosten, internen Aufwand, Verantwortlichkeiten sowie den Status der Umsetzung der einzelnen Massnahmen.

### **10.1.3 Vorlage für die Massnahmenblätter**

Die einzelnen Massnahmen werden in Massnahmenblättern detailliert beschrieben. Sie umfassen für jede Massnahme die Zielsetzung, Grundlagen, absolute oder relative Zielwerte, eine Beschreibung, den räumlichen Bezug, die Verantwortlichkeiten, das Vorgehen in Teilschritten, Budget und Kosten sowie energetische Wirkung, CO<sub>2</sub>-Reduktionen. Des Weiteren werden Abhängigkeiten zu anderen Massnahmen, allfällige Zielkonflikte sowie Synergie festgehalten und es kann laufend der Stand der Umsetzung dokumentiert werden. Ein Muster-Massnahmenblatt findet sich im Anhang A4.2.

### **10.1.4 Datenbank**

Es ist angedacht, die Massnahmen neu nicht mehr in Excel und auf Papier zu bewirtschaften, sondern neu in eine Datenbank. Welche Datenbank Software dazu zum Einsatz kommt, ist derzeit noch offen.

Vorzugsweise sollen über das Intranet die Angaben in den einzelnen Massnahmenblättern laufend dezentral von der jeweils für die Massnahme verantwortlichen Person und Stelle in der Datenbank gepflegt und aktualisiert werden können. Die für die Koordination aller Massnahmen verantwortliche Stelle kann über die Datenbank jederzeit Einblick in die aktuellen Massnahmenblätter nehmen und für das Controlling automatisiert das Aktivitätenprogramm als Zusammenzug und Übersicht der Massnahmen generieren.

## **10.2 Controlling und Monitoring**

Die Energiebuchhaltung städtischer Anlagen und Gebäude wird weiterhin jährlich nachgeführt. Eine Erhebung der Kennzahlen auf Ebene Stadtgebiet für das Monitoring soll alle 4 Jahre und somit gegen Ende der Legislaturperiode 2010 – 2014 erfolgen. Die zu erhebenden Kennzahlen sind mit dem hiermit vorliegenden Bericht festgelegt (siehe 10.2.2 unten). Verantwortlich: UGS

### **10.2.1 Controlling**

Die bisherige Praxis für das Controlling der Massnahmenumsetzung durch die bestehende operative Fachgruppe Energie (FGE) unter der Leitung von UGS soll fortgesetzt werden, da sich in dieser Fachgruppe die meisten der für die Umsetzung verantwortlichen Personen befinden.

Die FGE bespricht alle 6 Monate (z.B. an ihrer Sitzung im Frühling und im Herbst) den aktuellen Stand der Umsetzung mit Hilfe des jeweils aktuellen Aktivitätenprogramms (siehe Kapitel 10.1). Die Massnahmenblätter müssen hierzu vor der Sitzung durch die jeweiligen Verantwortlichen in der Datenbank aktualisiert werden. Die Fachgruppe kann Änderungen und Anpassungen im Aktivitätenprogramm beschliessen. Sollten die Änderungen ihre Kompetenz überschreiten, stellt sie entsprechende Anträge an den Stadtrat.

Gegen Ende der Legislaturperiode wird in der operativen FGE sowie in der strategischen Kommission Umwelt und Energie (KUE) Bilanz gezogen und das neue Aktivitätenprogramm für die nächste Legislaturperiode zu Händen des Stadtrates vorbereitet.

### **10.2.2 Monitoring mit Kennzahlen**

Die meisten Massnahmen entfalten erst über mehrere Jahre gemeinsam ihre Wirkung auf den Energieverbrauch und die Treibhausgasemissionen. Daher sollen die Kennzahlen für das Monitoring nicht jähr-

lich, sondern nur alle vier Jahre erhoben, zusammen gestellt und veröffentlicht werden. So ist ein verhältnismässiger Aufwand für die Erfassung und Aufbereitung der Daten gesichert.

Es werden folgende Kennzahlen für das Monitoring alle vier Jahre nachgeführt:

- Bisherige Kennzahlen des Umweltberichts in den Kapiteln «Energie» sowie «Luft und Klima» (siehe «Umweltbericht Winterthur 09»)
- Als weiter wesentlicher Indikator ist die energetische Erneuerungsrate des Gebäudeparks Winterthur zu erheben und zu überwachen.
- Neue Kennzahlen zur Reduktion Endenergie und Anteil erneuerbare Energie gemäss den Energiestadt-Zielwerten (siehe Kapitel 3.4 Zusammenstellung Energiestadt-Zielwerte)
- Kernindikatoren Umwelt gemäss Cercle Indicateurs (siehe «Winterthur in Zahlen»)

Die Energiebuchhaltung städtischer Anlagen und Gebäude wird weiterhin jährlich nachgeführt. So können Verbesserungen in der Energieeffizienz der städtischen Liegenschaften verfolgt werden und Handlungsbedarf zur Verbesserung der Energiebilanz der Gebäude und Anlagen rechtzeitig erkannt werden.

### 10.3 Räumlicher Energieplan und kontinuierliche Energieplanung

Für die Kerngruppe Energieplan ist der hiermit vorliegende Bericht Grundlage für ihre eigentliche Aufgabe der räumlichen Koordination der Wärmeversorgung, resp. der Revision des 1998 erarbeiteten Energieplanes. Die nun vorliegende Auswertung des Ist-Zustandes des Energiebezuges Wärme im GIS und die Ermittlung der Energiepotenziale sind Basis für die Bestimmung der bestgeeigneten Energiequellen für die Wärmeversorgung des Siedlungsgebietes respektive zur Festlegung der Prioritätsgebiete. Verantwortlich: BPA

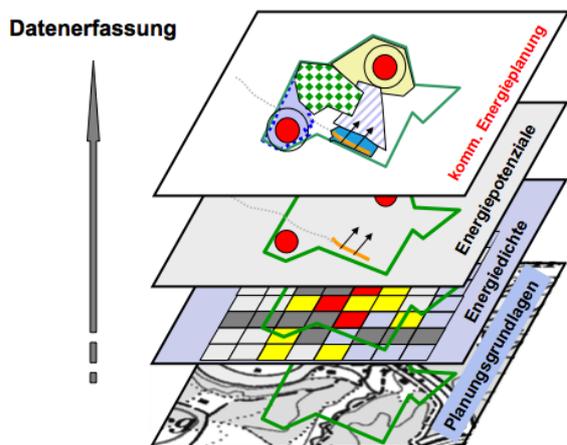


Abbildung 22: Methodisches Vorgehen für Revision des kommunalen Energieplans

Die Umsetzung des Energieplanes zu einer neuen CO<sub>2</sub>-freien Wärmeversorgung fordert eine periodische Koordination der möglichen Leitungsführung und insbesondere der Energiequellen und –senken über das ganze Stadtgebiet. Die Zusammensetzung der Kerngruppe Energieplan ist für diese Koordinationsarbeit personell entsprechend zu besetzen. Die Koordination der physischen Leitungsführung ist im Rahmen der Vollzugsarbeit für den Energieplan der Abteilung Energie und Technik übertragen.

# 11 Verzeichnis

## 11.1 Quellenverzeichnis

- Auto-Schweiz 2010; 14. Berichterstattung im Rahmen der Energieverordnung über die Absenkung des spezifischen Treibstoff-Normverbrauchs von Personenwagen 2009, Bern
- BFE 2007; Energieperspektiven 2035-Band 4, 15.Exkurs: Die 2000-Watt-Gesellschaft, Bundesamt für Energie
- IWB 2010; Smart Metering, Die clever Art Energiezähler abzulesen, Industrielle Werke Basel
- Kanton Zürich 2010:1; Statistisches Jahrbuch 2010 Gemeindespiegel Winterthur (online)
- Kanton Zürich 2010:2; Ersatzneubau von Wohnungen immer wichtiger, Statistisches Amt Kt. Zürich
- SIA 2039 2010; Mobilität – Energiebedarf in Abhängigkeit vom Gebäudestandort, Zürich
- Stadt Winterthur 2009:1; Erneuerung des Wohnungsbestandes, Stadtentwicklung, Winterthur
- Stadt Winterthur 2009:2; Umweltbericht 2009, Winterthur
- Stadt Winterthur 2010:1; Bevölkerungsprognose Szenario Trend 2009-2034, Fachstelle Statistik und Grundlagen, Winterthur
- Stadt Winterthur 2010:2; Winterthur in Zahlen 2010, Fachstelle Statistik und Grundlagen, Winterthur
- Stadt Winterthur 2010:3; Stadtverkehr, Charta für eine nachhaltige städtische Mobilität, Winterthur
- Stadt Zürich, Novatlantis, BFE 2009: Grundlagen für ein Umsetzungskonzept für die 2000-Watt-Gesellschaft, Stadt Zürich
- TEP,ETHZ,BFE 2009; Gebäudeparkmodell-Vorstudie zum Gebäudeparkmodell Schweiz-Machbarkeitsuntersuchung anhand des neuen SIA Effizienzpfades Energie, Bundesamt für Energie
- TEP,ETHZ 2010; Gebäudeparkmodell-Vorstudie zur Erreichbarkeit der Ziele der 2000-Watt-Gesellschaft für den Gebäudepark Zürich, Stadt Zürich
- VSE 2010; Bulletin 3/2010, M. Creteigny, Anticipation de la production d'énergie photovoltaïque, Fehraltorf

## 11.2 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Absenkpfad Primärenergieverbrauch (PE) Schweiz in Watt/Person .....	11
Abbildung 2: Absenkpfad Treibhausgasemissionen (THG) in kg CO <sub>2</sub> eq./Person für die Schweiz .....	11
Abbildung 3: Vergleich der Startwerte Winterthur mit Referenzwerten Schweiz per 2008 .....	14
Abbildung 4: Stadt Winterthur, Absenkpfad Primärenergie in Watt pro Person (Synthesewerte).....	15
Abbildung 5: Stadt Winterthur, Absenkpfad Treibhausgasemissionen in kg CO <sub>2</sub> eq. pro Person (Synthesewerte) .....	16
Abbildung 6: Endenergie und Energiemix Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050 für zwei unterschiedliche Szenarien. ....	21
Abbildung 7: Gegenüberstellung der Entwicklung des Strommix für Sz.A und Sz.B .....	24
Abbildung 8: Vergleich der Preisentwicklung Sz.A und B von 2010-2050.....	26
Abbildung 9: Vergleich der Stromkosten Sz.A und Sz.B per 2050 .....	27
Abbildung 10: Gebäudebestand Erneuerungsrate pro Jahr, Vorgabe für die Stadt Winterthur. ....	31
Abbildung 11: Gebäudepark Winterthur, Wärmebedarf nach Baujahrguppen 2010 und 2050 .....	32

Abbildung 12: Endenergie und Energiemix Stadt Winterthur in TJ für Wärme. Heute (2008) und Zielwerte per 2050 .....	33
Abbildung 13: Kartenausschnitt Wärmebezugsdichte im Hektarraster für Wohnen .....	40
Abbildung 14: Kartenausschnitt Wärmebezugsdichte im Hektarraster für Dienstleistung, Gewerbe und Industrie .....	40
Abbildung 15: Vergleich von Strom- und Wärmenutzungsgrad verschiedener KVA in der Schweiz (Quelle: Abfallwirtschaftsbericht 2008, BAFU) .....	41
Abbildung 16: Bestehende Erdwärmesonden (grüne Punkte), Auszug kantonaler Energieplan .....	44
Abbildung 17: Typischer Temperaturverlauf verschiedener Umweltwärmequellen (Grafik: PLANAR) .....	45
Abbildung 18: Prinzipbild der neuen Wärmeversorgung Winterthur 2050 .....	46
Abbildung 19: Energiestadtweg mit den Arbeitsmodulen für die Grundlagen Energiekonzept 2050 .....	51
Abbildung 20: Projektorganisation für Grundlagen Energiekonzept 2050 .....	53
Abbildung 21: «Energiestadtweg» zum Winterthurer Energiekonzept 2050 .....	54
Abbildung 22: Methodisches Vorgehen für Revision des kommunalen Energieplans .....	57
Abbildung 23: Vergleich Primärenergie Winterthur nach Bereich für das Jahr 2008 .....	62
Abbildung 24: Vergleich Treibhausgasemissionen Winterthur nach Bereich für das Jahr 2008 .....	63
Abbildung 25: Endenergie Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050 für zwei unterschiedliche Szenarien .....	64
Abbildung 26: Primärenergie Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050 für die Szenarien A und B. ....	65
Abbildung 27: Treibhausgasemissionen Stadt Winterthur in To. CO <sub>2</sub> eq. für Strom. Heute und Zielwerte für die Szenarien A und B. ....	66
Abbildung 28: Endenergie Stadt Winterthur in TJ für Raumwärme und Warmwasser Heute und Zielwerte per 2050 .....	67
Abbildung 29: Primärenergie Stadt Winterthur in TJ für Raumwärme und Warmwasser Heute und Zielwerte per 2050 ..	68
Abbildung 30: Treibhausgasemissionen Stadt Winterthur in Tonnen CO <sub>2</sub> eq. für Raumwärme und Warmwasser. Heute und Zielwerte 2050 .....	69
Abbildung 31: Verbrauchsanteil Haushalte Schweiz in TWh .....	73
Abbildung 32: Verbrauchsanteil Wirtschaft Schweiz in TWh .....	75
Abbildung 33: Vergleich der Grundlage Energiekonzept Winterthur mit den Szenarien 1-4 der Energieperspektiven 2035 bei der Stromnachfrage .....	77
Abbildung 34: Ausgangslage und Verbrauchsentwicklung Strom. ....	78
Abbildung 35: Produktionsszenario A, ohne neue Kernkraftwerke .....	79
Abbildung 36: Produktionsszenario B, mit neuen Kernkraftwerken .....	80

### 11.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Generelle Zielwerte der 2000-Watt- und 1-Tonne CO <sub>2</sub> -Gesellschaft (Stadt Zürich, Novatlantis, BFE 2009) ..	10
Tabelle 2: Stadt Winterthur, Absenkepfad Primärenergie in Watt pro Person .....	15
Tabelle 3: Stadt Winterthur, Absenkepfad Treibhausgasemissionen in kg CO <sub>2</sub> eq. pro Person .....	16
Tabelle 4: Endenergie und Energiemix Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050 .....	21
Tabelle 5: Modellwerte der Energiepreise .....	25
Tabelle 6: Endenergie Bereich Wärme in TJ. Zielwerte nach Energieträger .....	34

Tabelle 7: Absenkpfad Winterthur, Entwicklung fossile Treibstoffe .....	38
Tabelle 8: Strategische Stossrichtung für Umsetzungsmassnahmen .....	55
Tabelle 9: Bilanz Primärenergie und Treibhausgasemissionen, Reale Werte 2008.....	61
Tabelle 10: Synthetische Bilanz Primärenergie 2008.....	61
Tabelle 11: Synthetische Bilanz Treibhausgasemissionen 2008.....	62
Tabelle 12: Endenergie Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050 .....	64
Tabelle 13: Primärenergie Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050 .....	66
Tabelle 14: Treibhausgasemissionen Stadt Winterthur in Tonnen CO2eq. für Strom. Heute und Zielwerte 2050 .....	67
Tabelle 15: Endenergie Stadt Winterthur in TJ für Wärme. Heute und Zielwerte 2050 .....	68
Tabelle 16: Primärenergie Stadt Winterthur in TJ für Wärme. Heute und Zielwerte 2050.....	69
Tabelle 17: Treibhausgasemissionen Stadt Winterthur in Tonnen CO2eq. für Wärme. Heute und Zielwerte 2050 .....	70
Tabelle 18: Grundlagen Entwicklungsszenario Haushalte .....	72
Tabelle 19: Grundlagen Entwicklungsszenario Wirtschaft.....	74

# A1 Anhang: Ausgangslage Winterthur 2008

## A1.1 Berechnung der Bilanz 2008

Bilanz Primärenergie und Treibhausgasemissionen Winterthur 2008

Winterthur 2008									
Basis: Bevölkerung Mio.		0.101							
	Endenergie	fHo/Hu	fPEne	fPEtot	fTHG	PEne	PEtot	THG	
Energieträger	PJ	-	-	-	kg CO2eq/TJ	PJ	PJ	Mio.T CO2eq	
Elektrizität Winterthur	2.17	1.00	2.35	2.65	0.005	5.10	5.74	0.01	
Heizölprodukte (HEL)	1.84	1.07	1.20	1.22	0.084	2.36	2.40	0.17	
Erdgas	1.70	1.11	1.14	1.15	0.067	2.15	2.17	0.13	
Fernwärme	-	1.00	0.80	0.81	0.045	-	-	-	
Abfälle	0.37	1.00	0.05	0.06	0.001	0.02	0.02	0.00	
Holz	0.09	1.08	0.05	1.06	0.005	0.00	0.10	0.00	
Kohle	-	1.03	1.65	1.66	0.120	-	-	-	
Solarwärme	0.03	1.00	-	1.00	-	-	0.03	-	
Umgebungswärme	0.08	1.00	-	1.00	-	-	0.08	-	
Biogas/Klärgas	-	1.11	0.44	0.48	0.038	-	-	-	
Benzin 2/3, Diesel 1/3	2.38	1.08	1.27	1.27	0.087	3.26	3.26	0.22	
<b>Total</b>	<b>8.65</b>		<b>1.49</b>	<b>1.59</b>	<b>0.061</b>	<b>12.89</b>	<b>13.80</b>	<b>0.53</b>	
	in W/P					inW/P	inW/P	in kg/p	
<b>Werte pro Person</b>	<b>2'717.25</b>					<b>4'048</b>	<b>4'334</b>	<b>5'214</b>	

Tabelle 9: Bilanz Primärenergie und Treibhausgasemissionen, Reale Werte 2008

## A1.2 Synthetische Bilanz 2008 Ausgangswert Absenkpfad

Synthetische Bilanz 2008	Primärenergie in W/P					
	Winterthur 2008		CH 05	W'thur/CH	CH 08	W'thur/CH
	Reale Werte	Synth. Werte	Vergleich	Vergleich	Vergleich	Vergleich
<b>Elektrizität Stadtwerk</b>	<b>1'803</b>	1'803				
Zuschlag Schienenfern- und Güterverkehr		130				
<b>Elektrizität</b>		<b>1'900</b>	2'600	73%	<b>2'540</b>	<b>74.8%</b>
<b>Brennstoffe Erhebung Winterthur</b>	<b>1'508</b>	1'508				
Zuschlag Gross-Emitenten		150				
<b>Brennstoffe</b>		<b>1'700</b>	2'100	81%	<b>1'930</b>	<b>88.1%</b>
<b>Treibstoffe Erhebung Winterthur</b>	<b>1'022</b>	1'022				
Zuschlag Flugverkehr Ausland		270				
Zuschlag Tanken Grenzüberschreitend		160				
<b>Treibstoffe</b>		<b>1'500</b>	1'600	94%	<b>1'630</b>	<b>92.0%</b>
<b>Total Primärenergie gesamt</b>	<b>4'334</b>	<b>5'100</b>	6'300	81%	<b>6'100</b>	<b>83.6%</b>

Tabelle 10: Synthetische Bilanz Primärenergie 2008

Der für das Jahr 2008 für Winterthur berechnete Vergleichswert für die gesamte Primärenergie ist rund 5'100 Watt pro Person. Er liegt damit rund 20% unter dem Referenzwert für die Schweiz von 6'300 Watt per 2005. Jahresbereinigt per 2008 liegen die Werte für Brennstoffe und Treibstoffe je rund 10% unter den Schweizer Durchschnittswerten (siehe Anhang A1.2). Das Resultat entspricht den Erwartungen, da grössere Städte durch die in Bezug auf den Energieverbrauch günstigeren Strukturen mit einer generell höheren Dichte gegenüber dem Landesdurchschnitt im Vorteil sind. Beim Strom liegt der ermittelte Wert für Winterthur mit 25% noch deutlicher unter dem Durchschnitt. Zusätzlich zum Strukturvorteil der Stadt ist hier der durch die Stromproduktion aus der KVA gegenüber dem Durchschnitt leicht tiefere Primärenergieanteil im Strommix der Stadtwerke Winterthur die Begründung.

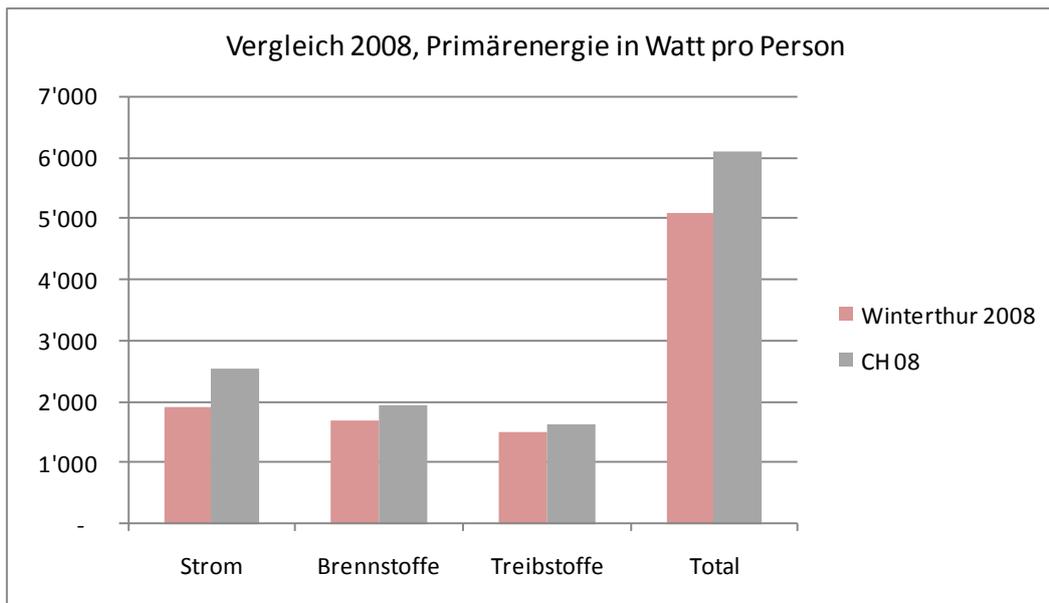


Abbildung 23: Vergleich Primärenergie Winterthur nach Bereich für das Jahr 2008

Synthetische Bilanz 2008	Treibhausgase in kg/P					
	Winterthur 2008		CH 05	W'thur/CH	CH 08	W'thur/CH
	Reale Werte	Synth. Werte		Vergleich		Vergleich
Elektrizität Stadtwerk	112	112				
Zuschlag Schienenfern- und Güterverkehr		60				
Elektrizität		200	1'200	17%	1'100	18.2%
Brennstoffe Erhebung Winterthur	2'896	2'896				
Zuschlag Gross-Emitenten		250				
Brennstoffe		3'100	3'900	79%	3'500	88.6%
Treibstoffe Erhebung Winterthur	2'206	2'206				
Zuschlag Flugverkehr Ausland		570				
Zuschlag Tanken Grenzüberschreitend		350				
Treibstoffe		3'100	3'500	89%	3'500	88.6%
<b>Total Treibhausgasemissionen</b>	<b>5'214</b>	<b>6'400</b>	8'600	74%	<b>8'100</b>	<b>79.0%</b>

Tabelle 11: Synthetische Bilanz Treibhausgasemissionen 2008

Der für das Jahr 2008 berechnete Wert für die Treibhausgasemissionen ist rund 6'400 Kilogramm pro Person (6.4 Tonnen CO<sub>2</sub> eq. pro Person). Er liegt damit rund 25% unter dem Referenzwert von 8.6 Tonnen pro 2005 und rund 20% tiefer im jahresbereinigten Vergleich per 2008. Die Werte für Brennstoffe und Treibstoffe liegen proportional zur Primärenergie rund 10% unter dem Schweizer Durchschnittswert. Der Strommix der Stadtwerke Winterthur hat gemäss der Stromkennzeichnung der Stadtwerke gegenüber dem durchschnittlichen Verbrauchermix der Schweiz einen deutlich tieferen Anteil Treibhausgase.

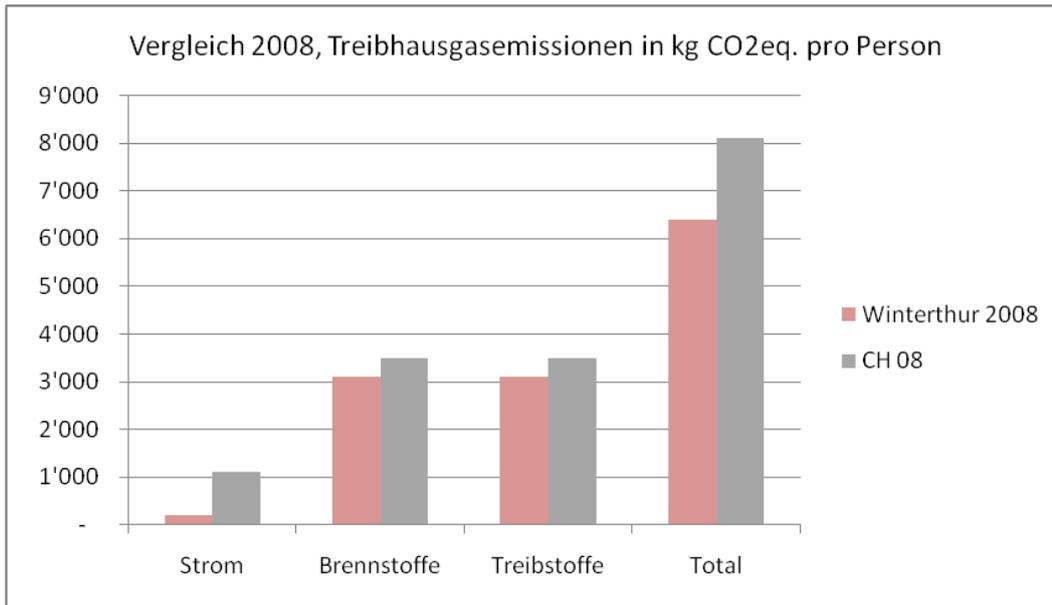


Abbildung 24: Vergleich Treibhausgasemissionen Winterthur nach Bereich für das Jahr 2008

## A2 Anhang: Einzelziele in den Bereichen Strom, Wärme und Mobilität für die Stadt Winterthur

### A2.1 Strom

Für den zukünftigen Stromverbrauch und Produktionsmix werden zwei Szenarien untersucht. Szenario A ohne neue Kernkraftwerke und Szenario B mit neuen Kernkraftwerken. Die Grundlagen dazu sind in Anhang A3 zusammengestellt und erläutert.

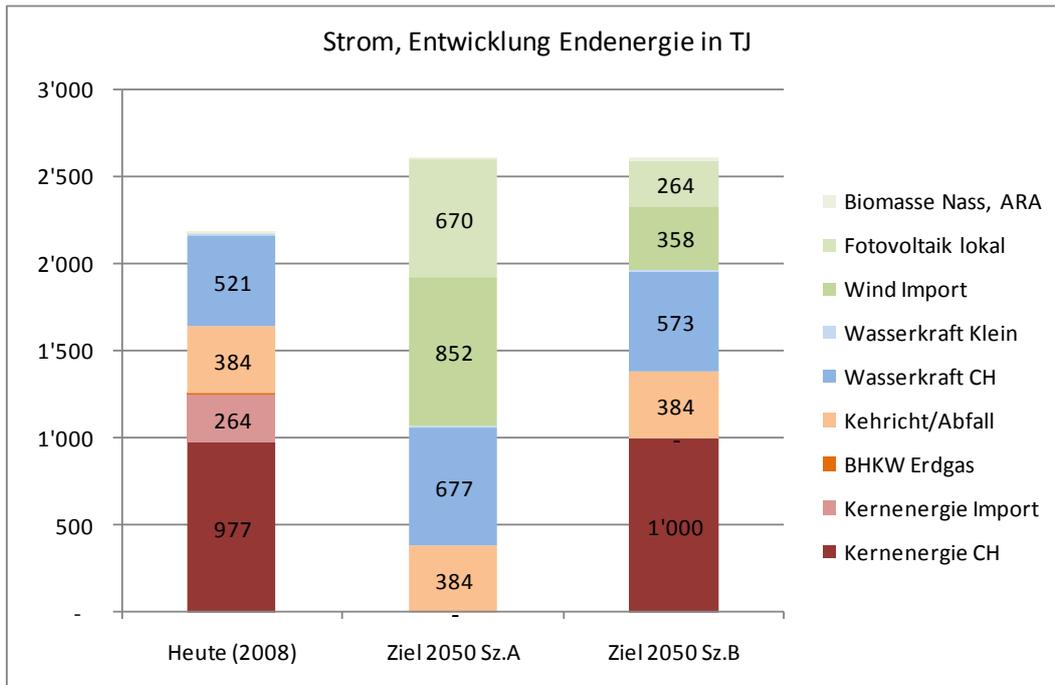


Abbildung 25: Endenergie Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050 für zwei unterschiedliche Szenarien.

Strom Endenergie in TJ	Heute (2008)		Ziel 2050 Sz.A		Ziel 2050 Sz.B	
	in TJ	Anteil	in TJ	Anteil	in TJ	Anteil
Kernenergie CH	977	45%	-	0%	1'000	38%
Kernenergie Import	264	12%	-	0%	-	0%
BHKW Erdgas	11	1%	-	0%	-	0%
Total nicht erneuerbar	1'253	57%	-	0%	1'000	38%
Kehricht/Abfall	384	18%	384	15%	384	15%
Wasserkraft CH	521	24%	677	26%	573	22%
Wasserkraft Klein	12	1%	12	0%	12	0%
Wind Import	0	0%	852	33%	358	14%
Fotovoltaik lokal	2	0%	670	26%	264	10%
Biomasse Nass, ARA	8	0%	15	1%	15	1%
Total erneuerbar (inkl. Abfall)	926	42%	2'610	100%	1'606	62%
<b>Total</b>	<b>2'180</b>	<b>100%</b>	<b>2'610</b>	<b>120%</b>	<b>2'610</b>	<b>120%</b>

Tabelle 12: Endenergie Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050

In beiden Szenarien wird der Anteil aus KVA als unverändert angenommen. In Szenario A wird der heutige Anteil Kernenergie durch Windstrom aus dem In- und Ausland sowie durch Photovoltaik vor Ort ersetzt. Wasserkraft sowie Biomassenutzung werden noch leicht ausgebaut. In Szenario B bleibt der Inlandanteil

Kernenergie (per 2050 aus neuen Anlagen) bestehen, der bisherige Importanteil Kernkraft und der leichte Verbrauchszuwachs wird durch erneuerbare Energien gedeckt.

Die obenstehende Tabelle zeigt den Strommix heute und per 2050 für die Szenarien A und B. Beim Windstrom in Szenario A wird im wesentlichen vom Bezug aus Anlagen im Ausland ausgegangen. Mit der Abstimmung im März 2010 hat das Winterthurer Stimmvolk einem ersten Bezugsvertrag über 4.5 Mio. Franken Investition und 7 Gigawattstunden (25 TJ) Jahresmenge zugestimmt. Für den per 2050 ausgewiesenen Anteil Windstrom gemäss Szenario A müsste dieses Engagement um den Faktor 30 erhöht werden.

Das Potential von Photovoltaik am Standort ist mit 26% hoch angesetzt aber technisch erreichbar und aufgrund einer aktuellen und sehr detaillierten Potentialabklärung für die Stadt Yverdon-les-Bains (Bulletin VSE 3/2010) für den Zeithorizont bis 2050 durchaus realistisch.

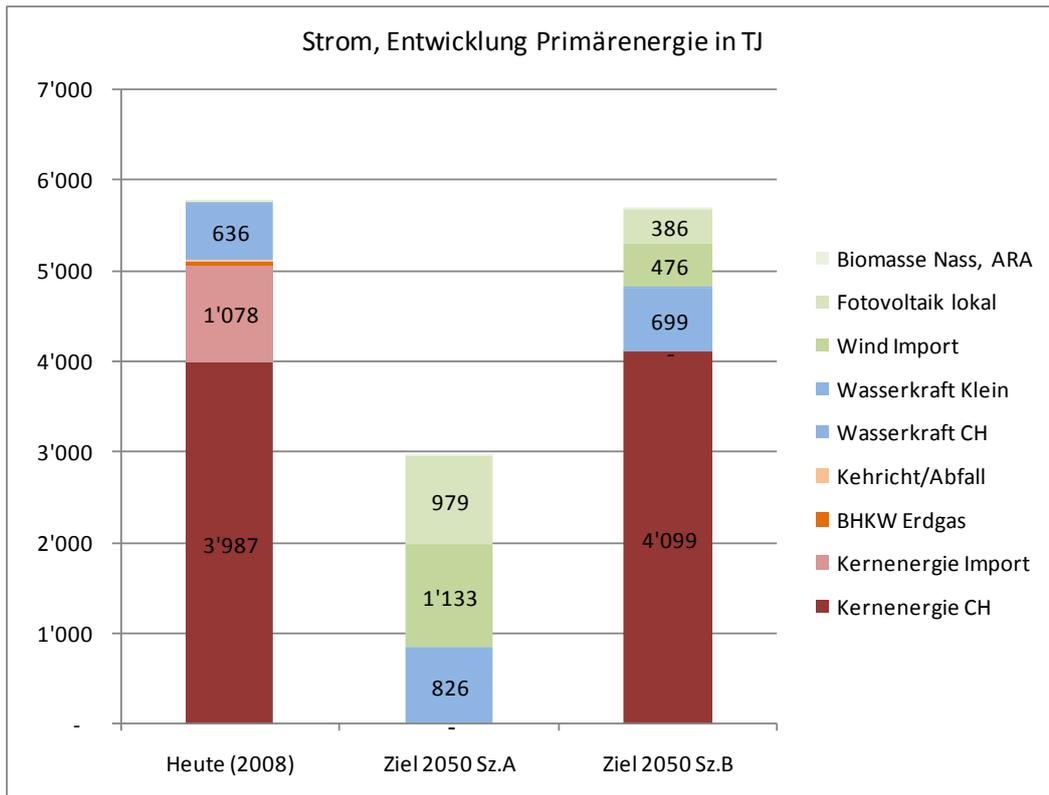
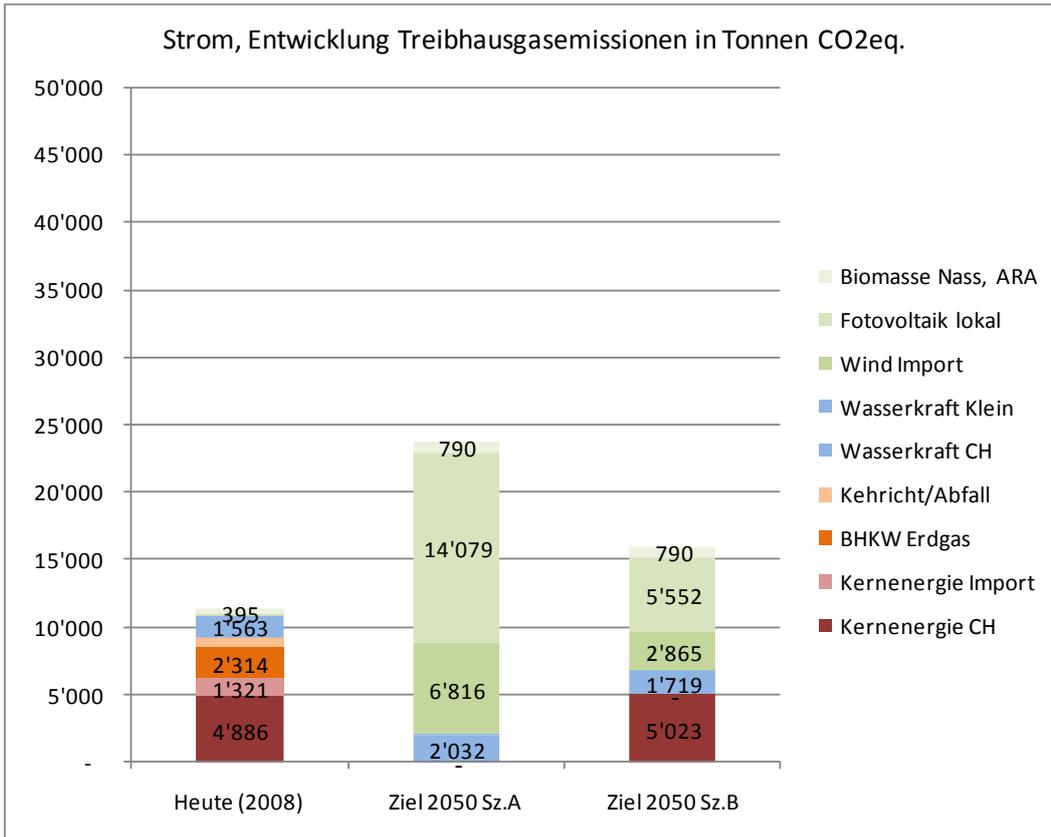


Abbildung 26: Primärenergie Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050 für die Szenarien A und B.

Strom Primärenergie in TJ	Heute (2008)		Ziel 2050 Sz.A		Ziel 2050 Sz.B	
	in TJ	Anteil	in TJ	Anteil	in TJ	Anteil
Kernenergie CH	3'987	69%	-	0%	4'099	72%
Kernenergie Import	1'078	19%	-	0%	-	0%
BHKW Erdgas	37	1%	-	0%	-	0%
Total nicht erneuerbar	5'102	89%	-	0%	4'099	72%
Kehricht/Abfall	8	0%	8	0%	8	0%
Wasserkraft CH	636	11%	826	28%	699	12%
Wasserkraft Klein	14	0%	14	0%	14	0%
Wind Import	0	0%	1'133	38%	476	8%
Fotovoltaik lokal	3	0%	979	33%	386	7%
Biomasse Nass, ARA	2	0%	3	0%	3	0%
Total erneuerbar (inkl. Abfall)	662	11%	2'963	100%	1'586	28%
<b>Total</b>	<b>5'760</b>	<b>100%</b>	<b>2'960</b>	<b>51%</b>	<b>5'690</b>	<b>99%</b>

**Tabelle 13: Primärenergie Stadt Winterthur in TJ für Strom. Heute und Zielwerte 2050**

Die Berechnung der Primärenergie zeigt die deutlichen Unterschiede der Szenarien A und B für den zukünftigen Strommix. Für Szenario A ist der heutige Anteil Kernenergie per 2050 vollständig durch erneuerbare Energie abgelöst und der Primärenergiebedarf ist auf 51% stark reduziert. In Szenario B wird dagegen der bestehende Inlandanteil Kernkraft beibehalten und nur der bisherige Importanteil wird durch neue erneuerbare Energien abgelöst. Damit ist in Szenario B nur ein minimale Reduktion des Primärenergiebedarfes auf 99% erreichbar.



**Abbildung 27: Treibhausgasemissionen Stadt Winterthur in To. CO<sub>2</sub> eq. für Strom. Heute und Zielwerte für die Szenarien A und B.**

Die Treibhausgasemissionen des Strommix werden vom heutigen sehr tiefen Wert von rund 10 Tausend Tonnen (rund 100 kg/Person und Jahr) durch den Zubau neuer Produktionsanlagen auf rund das Doppelte ansteigen. Der Anteil Treibhausgasemissionen am Total der Stadt Winterthur bleibt jedoch auch mit 20 Tausend Tonnen bzw. rund 200kg/Person minimal und ist für die Zielerreichung der 2'000 kg Treibhausgasemissionen pro Person per 2050 von untergeordneter Bedeutung. Siehe dazu auch Abschnitt 3.3

Strom Treibhausgasemissionen in Tonnen CO2eq.	Heute (2008)		Ziel 2050 Sz.A		Ziel 2050 Sz.B	
	in T.CO2eq	Anteil	in T.CO2eq	Anteil	in T.CO2eq	Anteil
Kernenergie CH	4'886	43%	-	0%	5'023	31%
Kernenergie Import	1'321	12%	-	0%	-	0%
BHKW Erdgas	2'314	20%	-	0%	-	0%
Total nicht erneuerbar	8'521	75%	-	0%	5'023	31%
Kehricht/Abfall	767	7%	-	0%	-	0%
Wasserkraft CH	1'563	14%	2'032	9%	1'719	11%
Wasserkraft Klein	35	0%	35	0%	35	0%
Wind Import	1	0%	6'816	29%	2'865	18%
Fotovoltaik lokal	40	0%	14'079	59%	5'552	35%
Biomasse Nass, ARA	395	3%	790	3%	790	5%
Total erneuerbar (inkl. Abfall)	2'800	25%	23'752	100%	10'962	69%
<b>Total</b>	<b>11'320</b>	<b>100%</b>	<b>23'750</b>	<b>210%</b>	<b>15'990</b>	<b>141%</b>

Tabelle 14: Treibhausgasemissionen Stadt Winterthur in Tonnen CO2eq. für Strom. Heute und Zielwerte 2050

## A2.2 Wärme

Für die Endenergie wird eine Reduktion des Wärmebedarfes um 50 angestrebt. Die wärmetechnisch sanierten Gebäude werden per 2050 mit einem grundsätzlich anderen Energiemix beheizt als heute.

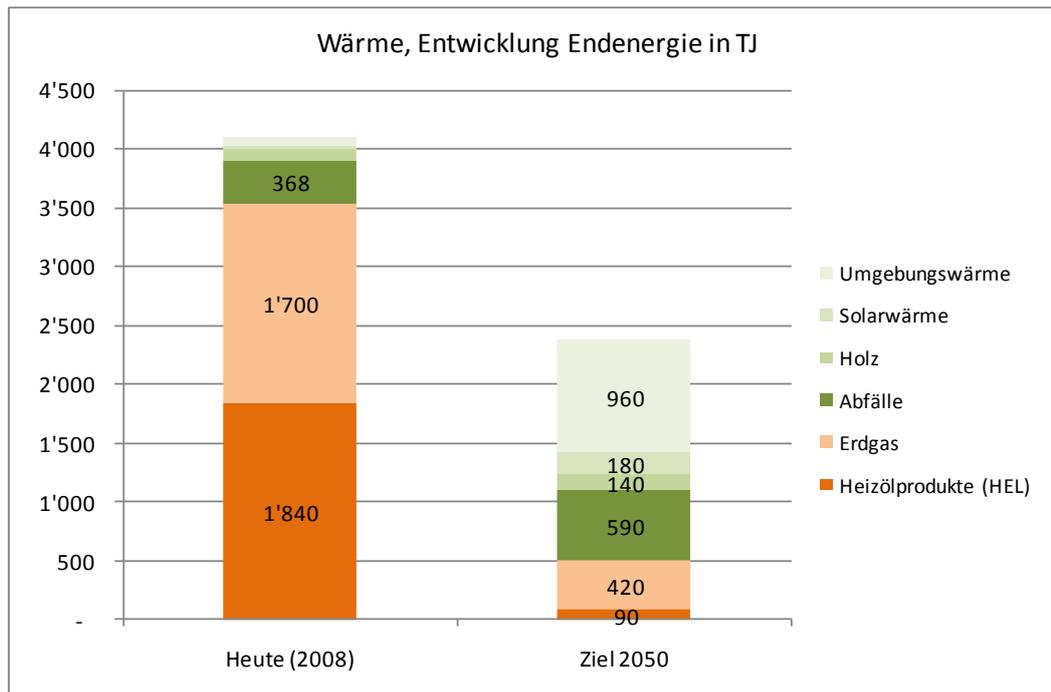


Abbildung 28: Endenergie Stadt Winterthur in TJ für Raumwärme und Warmwasser Heute und Zielwerte per 2050

Wärme Endenergie in TJ	Heute (2008)		Faktor	Ziel 2050	
	in TJ	Anteil		in TJ	Anteil
Heizölprodukte (HEL)	1'840	45%	0.05	90	4%
Erdgas	1'700	41%	0.25	420	18%
Total nicht erneuerbar	3'540	86%	0.14	510	21%
Abfälle	368	9%	1.60	590	25%
Holz	90	2%	1.56	140	6%
Solarwärme	28	1%	6.43	180	8%
Umgebungswärme	80	2%	12.0	960	40%
Total erneuerbar (inkl. Abfall)	566	14%	3.30	1'870	79%
<b>Total Winterthur</b>	<b>4'106</b>	<b>100%</b>	<b>0.58</b>	<b>2'380</b>	<b>100%</b>

Tabelle 15: Endenergie Stadt Winterthur in TJ für Wärme. Heute und Zielwerte 2050

Der Anteil an Heizöl sinkt auf 5% des heutigen Wertes. Heizöl wird per 2050 nur noch in wenigen Anlagen als Reserve bzw. Spitzendeckung eingesetzt. Die Detailversorgung mit Erdgas für Raumheizung wird stark reduziert, die Abgabe von Erdgas sinkt auf 25% des heutigen Wertes. Die Fernwärme ab KVA wird weiter betrieben. Die Wärmeabgabe wird um den Faktor 1.6 gesteigert. Der Anteil Holz, Pellets, Stückholz und Holzschnitzel für Raumheizung soll um den Faktor 1.5 erhöht werden. Der Anteil Solarwärme für Raumheizung und insbesondere Warmwasser soll auf rund das 6.5-fache des heutigen Wertes gesteigert werden. Der Anteil der durch Wärmepumpen genutzter Umgebungswärme und Abwärmenutzung soll rund auf das 12-fache ansteigen und damit rund 40% des zukünftigen Wärmebedarfes abdecken.

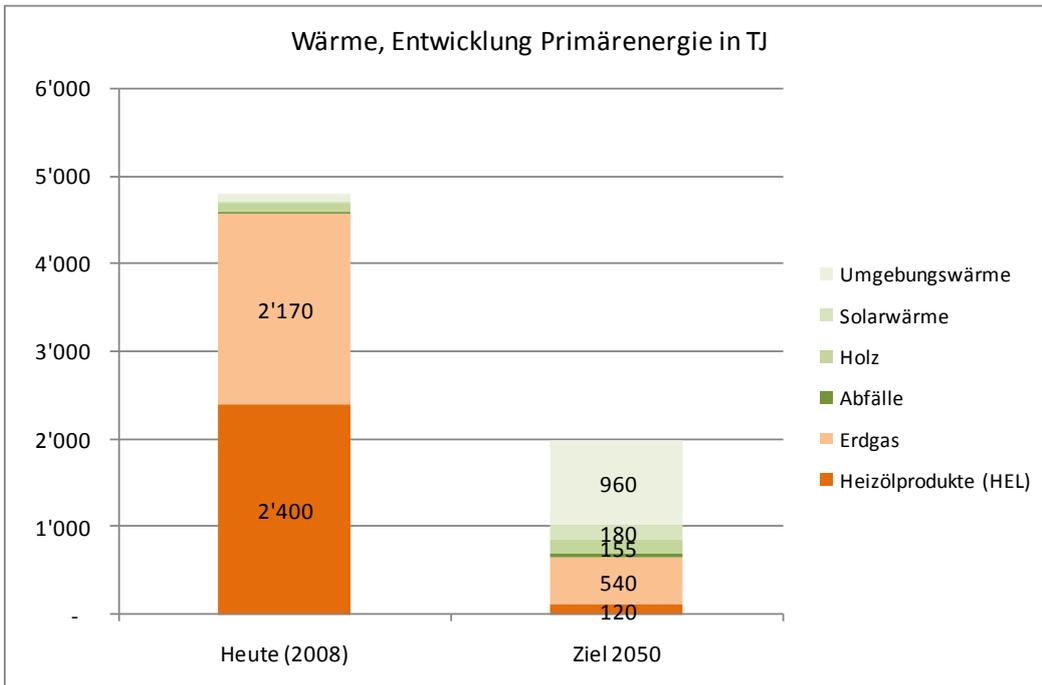
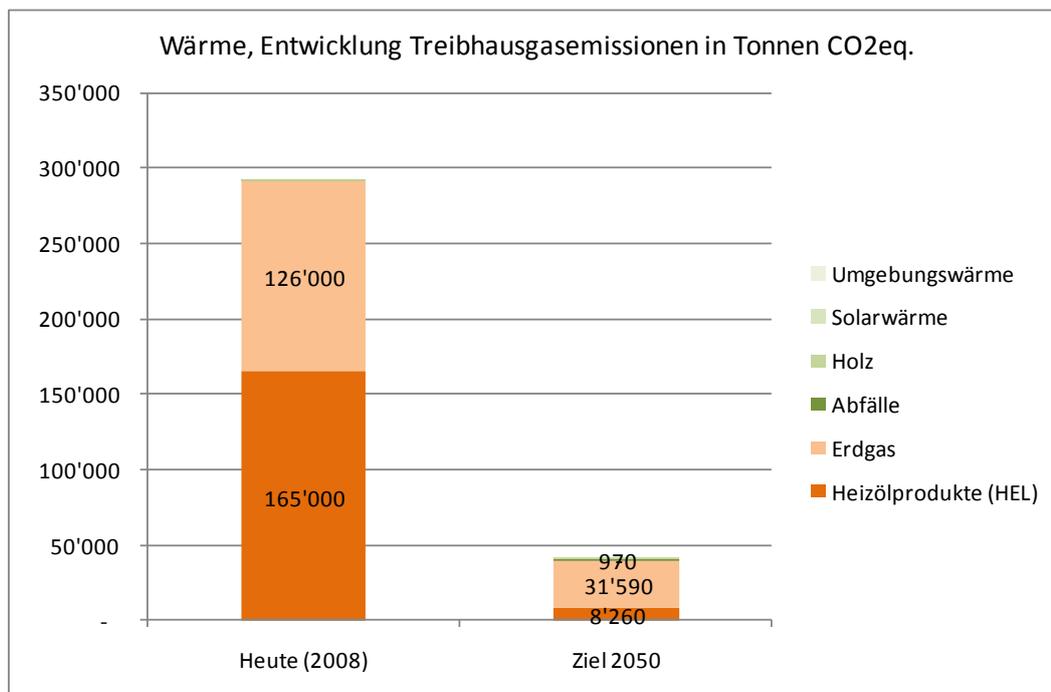


Abbildung 29: Primärenergie Stadt Winterthur in TJ für Raumwärme und Warmwasser Heute und Zielwerte per 2050

Wärme Primärenergie in TJ	Heute (2008)		Faktor	Ziel 2050	
	in TJ	Anteil		in TJ	Anteil
Heizölprodukte (HEL)	2'400	50%	0.05	120	6%
Erdgas	2'170	45%	0.25	540	27%
Total nicht erneuerbar	4'570	95%	0.14	660	33%
Abfälle	22	0%	1.59	35	2%
Holz	103	2%	1.50	155	8%
Solarwärme	28	1%	6.43	180	9%
Umgebungswärme	80	2%	12.00	960	48%
Total erneuerbar (inkl. Abfall)	233	5%	5.71	1'330	67%
<b>Total</b>	<b>4'803</b>	<b>100%</b>	<b>0.41</b>	<b>1'990</b>	<b>100%</b>

**Tabelle 16: Primärenergie Stadt Winterthur in TJ für Wärme. Heute und Zielwerte 2050**

Bei der Umrechnung auf Primärenergie verschwindet der bei der Endenergie ausgewiesene Anteil Wärme aus KVA, da Abfall gemäss Definition einen sehr kleinen Primärenergiefaktor aufweist. Die übrigen Anteile bleiben aufgrund der vergleichbaren Primärenergiefaktoren etwa gleich wie bei Endenergie.



**Abbildung 30: Treibhausgasemissionen Stadt Winterthur in Tonnen CO<sub>2</sub>eq. für Raumwärme und Warmwasser. Heute und Zielwerte 2050.**

Wärme Treibhausgasemissionen in Tonnen CO <sub>2</sub> eq.	Heute (2008)		Faktor	Ziel 2050	
	in T.CO <sub>2</sub> eq	Anteil		in T.CO <sub>2</sub> eq	Anteil
Heizölprodukte (HEL)	165'000	57%	0.05	8'260	20%
Erdgas	126'000	43%	0.25	31'590	77%
Total nicht erneuerbar	291'000	100%	0.14	39'850	97%
Abfälle	370	0%	1.59	590	1%
Holz	490	0%	1.49	730	2%
Solarwärme	-	0%	-	-	0%
Umgebungswärme	-	0%	-	-	0%
Total erneuerbar (inkl. Abfall)	860	0%	1.53	1'320	3%
<b>Total</b>	<b>291'860</b>	<b>100%</b>	<b>0.14</b>	<b>41'170</b>	<b>100%</b>

**Tabelle 17: Treibhausgasemissionen Stadt Winterthur in Tonnen CO<sub>2</sub>eq. für Wärme. Heute und Zielwerte 2050**

Die Berechnung der Treibhausgasemissionen zeigt das grosse Reduktionspotential im Wärmebereich durch die Einsparung und Substitution der fossilen Brennstoffe Heizöl und Erdgas. Die Treibhausgasemissionen liegen per 2050 bei noch rund 14% des Wertes von 2008.

## **A3 Anhang: Referenzszenarien Strom**

### **A3.1 Grundlagen und Quellenverweis**

Für die zukünftige Entwicklung im Strombereich werden zwei unterschiedliche Szenarien A und B betrachtet. Als Grundlage dazu dient die eigene Synthese aktueller Arbeiten, insbesondere die sehr umfangreichen und detaillierten Arbeiten, die im Rahmen der Energieperspektiven 2035 im Auftrag des Bundesamt für Energie BFE erarbeitet wurden:

- UVEK, BFE; 2007; Die Energieperspektiven 2035, Band 1-5 und Anhänge.
- BFE; Periodika; Schweizerische Gesamtenergiestatistik.
- BFE; Periodika; Schweizerische Elektrizitätsstatistik.
- Energie-Trialog Schweiz; 2008; Grundlagen Energie-Strategie 2050.

Sowie in Ergänzung dazu insbesondere:

- Avenir Suisse; 2008; Strategien für die Schweizer Stromversorgung im Europäischen Kontext.
- Axpo; 2006; Studie Stromperspektiven 2020.
- BFS, ARE; 2007; Ergebnisse des Mikrozensus 2005 zum Verkehrsverhalten.
- BFS; 2008; Entwicklung der Privathaushalte zwischen 2005 bis 2030.
- BFS; 2009; Eidgenössische Betriebszählung 2008.
- SATW; 2006; Road Map erneuerbare Energien Schweiz.
- UVEK, BFE; 2008; Analyse des schweizerischen Energieverbrauchs 2000-2006 nach Verwendungszweck.
- UVEK, BFE; 2008; Ex Post Analyse des schweizerischen Energieverbrauches 2000-2007.
- UVEK, BFE; 2008; Energieverbrauch in der Industrie und im Dienstleistungssektor, Resultate 2007.
- VSE; 2006; Vorschau auf die Elektrizitätsversorgung der Schweiz im Zeitraum 2035-2050.

## A3.2 Zielszenarien Strom

### A3.2.1 Perspektive Bereich Haushalte

Das Bundesamt für Statistik (BfS) hat 2008 erstmals Haushaltsszenarien für die Schweiz und die einzelnen Kantone berechnet. Demnach steigt die Anzahl der Privathaushalte von 2005 bis 2030 um einen Fünftel von 3,2 auf 3,9 Millionen. Die Zahl der Personen pro Haushalt wird indes von durchschnittlich 2,23 auf 2,02 abnehmen. Die Zahl der Ein- und der Zweipersonenhaushalte dürfte 2005 bis 2030 um je einen Drittel zunehmen - von 1,2 Mio. auf 1,6 Mio. respektive von 1 auf 1,4 Mio. Dagegen wird die Zahl der grösseren Haushalte um einen Zehntel zurückgehen. Je nach Region verläuft die Entwicklung aber unterschiedlich. Bis 2030 dürfte die Zahl der Haushalte laut BfS vor allem in Kantonen, die nahe bei Grossagglomerationen liegen (Freiburg, Zug, Appenzell Innerrhoden) stark zunehmen, nämlich um einen Drittel und mehr. In städtischen und rein ländlichen Kantonen ist die Zunahme geringer.

	<p><b>Entwicklung der Anzahl Haushalte:</b> Entsprechend den aktuellen Prognosen (BfS 2008) wird gegenüber 2005 eine Zunahme der Anzahl Haushalte um +20% bis 2035 und +25% bis 2050 angenommen.</p>
	<p><b>Stromintensität der Haushalte:</b> Mit Effizienzgewinnen insbesondere im Bereich Beleuchtung, Geräte und Elektrowärme (Substitution durch Solarwärme und Wärmepumpen) kann für den einzelnen Haushalt eine Abnahme der Stromintensität gegenüber 2005 von -15% per 2035 und rund -20% per 2050 angenommen werden.</p>
	<p><b>Verbrauchsentwicklung Haushalte:</b> Die Verbrauchsentwicklung ergibt sich aus dem Produkt des Zuwachses und der Stromintensität. Dies führt zu einer abgeschwächten Zunahme bis +10% per 2020 und nachfolgend bis 2035 zu einer leichten Absenkung auf weniger als +5% gegenüber 2005.</p>

Tabelle 18: Grundlagen Entwicklungsszenario Haushalte

Zusätzlich zu der wachsenden Anzahl Haushalte wird insbesondere durch den Einsatz von Elektrowärmepumpen ein generell steigender Strombedarf der Haushalte postuliert. Dieser zusätzliche Verbrauch kann aber durch Effizienzgewinne und Substitution von herkömmlichen Elektro-Direktheizungen kompensiert werden.

### Nachfrageentwicklung Haushalte

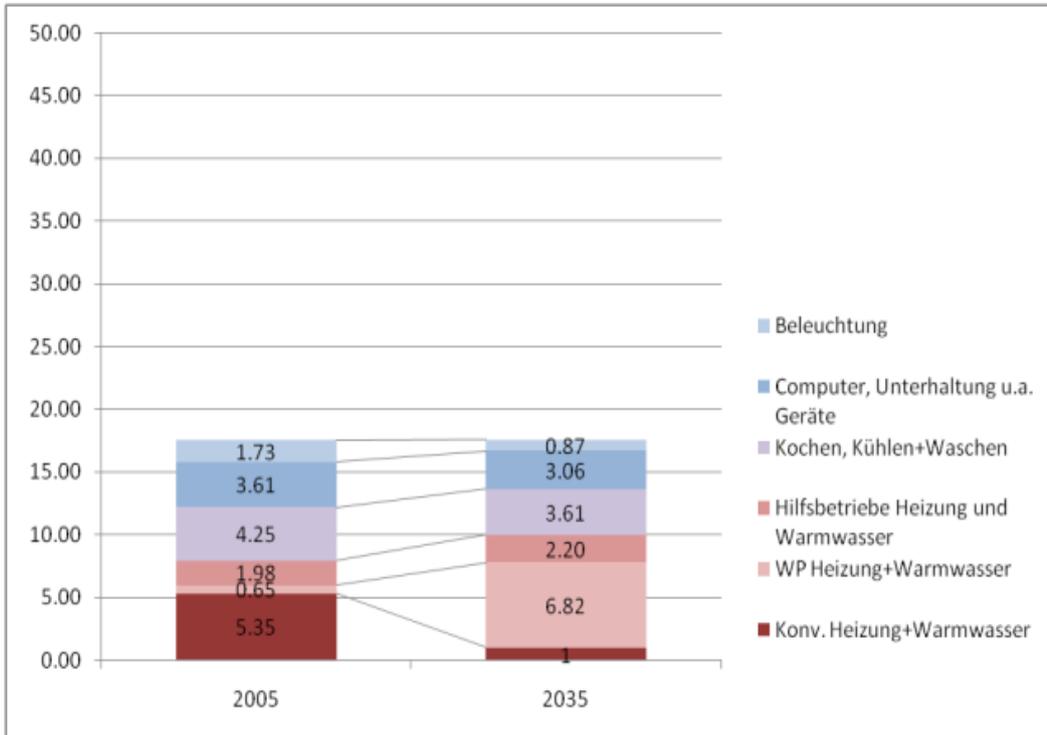


Abbildung 31: Verbrauchsanteil Haushalte Schweiz in TWh

Die obenstehende Grafik zeigt die relevanten Veränderungen der Verbrauchsanteile im Bereich Haushalte:

- Die konventionelle Elektro-Direktheizung für Raumwärme und Warmwasser (Boiler) wird im Zuge von Gebäudesanierungen auf noch rund einen Fünftel des heutigen Wertes stark reduziert.
- Der Verbrauchsanteil für Wärmepumpen wird demgegenüber auf mehr als das 10-fache des heutigen Wertes stark ansteigen.
- Der Anteil Hilfsbetriebe und Gebäudeautomation wird noch zunehmen.
- Der Anteil der Haushaltsgeräte für Kochen, Kühlen und Waschen wird durch die breite Anwendung effizienter Geräte (A und A+ Klasse) abnehmen.
- Der Anteil für Computer, TV und weitere Geräte wird durch Effizienzgewinne ebenfalls leicht abnehmen.
- Der Anteil Beleuchtung wird durch den breiten Einsatz neuer Beleuchtungstechnik auf rund die Hälfte abnehmen.

In der Summe kompensieren die erzielbaren Einsparungen, insbesondere im Bereich der Elektrowärme, die steigende Nachfrage durch die Anwendung von Wärmepumpen für Raumheizung und Warmwasser. Der Gesamtverbrauch der Haushalte bleibt damit praktisch konstant.

### Wärmepumpenstrom

Der im obigen Vergleich gezeigte Wert von rund 6.8 Terrawattstunden TWh für Wärmepumpen liefert bei einer durchschnittlichen Jahres-Arbeitszahl von 3.0 eine Wärmemenge von rund 20 TWh für Raumheizung

und Warmwasser. Der Wärmebedarf aller Privathaushalte der Schweiz war 2005 rund 60 TWh (inkl. konventionelle Elektrowärme). Somit liesse sich rund ein Drittel des heutigen Wärmebedarfes der privaten Haushalte durch Wärmepumpen abdecken. Mit dem Ziel, den Wärmebedarf der Haushalte zukünftig gesamthaft bis auf die Hälfte des heutigen Wertes zu reduzieren, könnten diese Wärmepumpen somit bis zwei Drittel des zukünftigen Bedarfes der privaten Haushalte für Raumwärme und Warmwasser abdecken.

### A3.2.2 Perspektive Bereich Wirtschaft

	<p><b>Entwicklung des BIPreal:</b></p> <p>Für die zukünftige Entwicklung der Wirtschaft wird basierend auf den Energieperspektiven eine Zunahme des BIPreal um +30% per 2035 und +40 per 2050 angenommen.</p>
	<p><b>Stromintensität der Wirtschaft:</b></p> <p>Nach einem starken Anstieg nach der ersten Ölkrise ist die Stromintensität seit rund 20 Jahren praktisch konstant. Für die zukünftige Entwicklung wird eine Abnahme gegenüber 2005 um -10% per 2035 und -20% per 2050 durch Effizienzgewinne und Strukturveränderungen angenommen.</p>
	<p><b>Verbrauchsentwicklung Wirtschaft:</b></p> <p>Die Verbrauchsentwicklung ergibt sich aus dem Produkt des Zuwachses und der Stromintensität. Dies führt zu einer abgeschwächten Zunahme um +10% per 2020 und +15% per 2035 und 2050.</p>

Tabelle 19: Grundlagen Entwicklungsszenario Wirtschaft

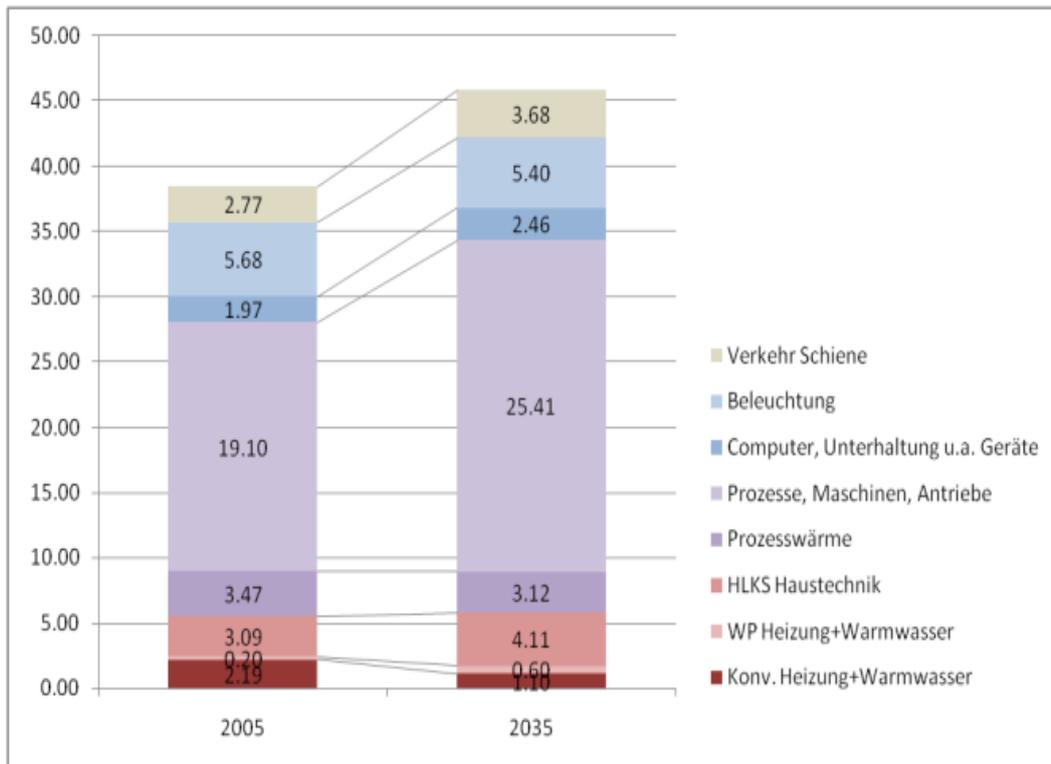


Abbildung 32: Verbrauchsanteil Wirtschaft Schweiz in TWh

Im Vergleich zu den privaten Haushalten ist im Bereich Wirtschaft der Anteil für Raumheizung und Warmwasser von geringerer Bedeutung. Im Vordergrund steht hier die Betriebsenergie für Prozesse, Maschinen und Antriebe.

- Der Anteil für Raumheizung und Warmwasser wird leicht abnehmen. Der Anteil für die Gebäudeautomation wird dagegen noch deutlich zunehmen. In der Summe bleibt der Anteil für Raumheizung, Warmwasser und Gebäudeautomation jedoch praktisch konstant.
- Der Anteil für direkte Prozesswärme wird leicht abnehmen.
- Der wesentlichste Anteil für Prozesse, Maschinen und Antriebe wird markant, praktisch proportional zum Wachstum der Wirtschaft, zunehmen.
- Der Anteil für Computer und IT wird ebenfalls noch deutlich zunehmen.
- Der Anteil für Beleuchtung wird trotz noch effizienterer Beleuchtungstechnik aufgrund steigender Flächen, Ansprüche und Ausstattung praktisch konstant bleiben.
- Der Verbrauch für den Schienenverkehr wird aufgrund höherer Kilometerleistungen noch deutlich zunehmen.

In der Summe resultiert so für die Wirtschaft inklusive Schienenverkehr eine Verbrauchszunahme von rund 15-20% per 2035 gegenüber 2005.

### A3.2.3 Elektromobilität

Der Endenergieverbrauch der Schweiz für den motorisierten Landverkehr liegt aktuell bei rund 60 TWh/a und ist damit praktisch gleich gross wie der Landesverbrauch an Elektrizität. Der sogenannte Alltagsverkehr, d.h. Pendlerverkehr zur Arbeit, Ausbildung, Einkaufen etc. hat daran einen Anteil von rund 50%, entsprechend 30 TWh/a.

Die heute im Verkehr stehende Fahrzeugflotte hat einen Durchschnittsverbrauch von rund 8 bis 9 Liter auf 100 Kilometer. (Mehrheitlich Benzin, entsprechend rund 70 kWh pro 100 km). Der Energieverbrauch inkl.

Ladevorgang eines reinen Elektrofahrzeuges für den Alltags-Nahverkehr wird zukünftig mit rund 20 kWh pro 100 Kilometer angenommen (Das entspricht einem Verbrauch von 2 Liter Diesel auf 100 Kilometer). Ein zukünftiges, rein elektrisch betriebenes Alltagsfahrzeug ist damit um rund einen Faktor 3.5 so effizient wie die heutige Durchschnittsflotte.

Für die Bewältigung des heutigen Alltagsverkehrs sind mit aktuellen Fahrzeugen also rund 30TWh erforderlich, mit Elektrofahrzeugen wären es rund 8.5 TWh. Dies entspricht rund 15% des heutigen Stromverbrauches. Wird eine Marktdurchdringung im Alltagsverkehr mit 25% rein elektrisch betriebenen Alltagsfahrzeugen angenommen, müsste dazu rund 4% des Stromverbrauches zusätzlich bereitgestellt werden.

#### **A3.2.4 Vergleich mit den Energieperspektiven 2035**

In den Energieperspektiven des Bundes werden basierend auf dem Stand 2005 vier Szenarien behandelt. Im Frühjahr 2008 wurde durch die eidgenössischen Räte das Stromversorgungsgesetz StromVG und wesentliche Ergänzungen des Energiegesetzes EnG in Kraft gesetzt. Vergleichen wir nun den Inhalt dieser aktuellen Gesetzesgrundlagen mit den für die Szenarien der Energieperspektiven 2035 als Ausgangslage definierten Bedingungen, dann stelle wir folgendes fest:

- Das Szenario1 mit einem zukünftig weiter stark ansteigenden Stromverbrauch ist keine gültige Perspektive mehr. Die aktuellen Gesetzesgrundlagen haben auf die zukünftige Verbrauchsentwicklung einen wesentlich stärkeren Einfluss, als das „weiter wie bisher“ der für Szenario 1 angenommenen Voraussetzungen.
- Am anderen Ende des Spektrums ist Szenario 4 wohl eine gültige Perspektive für den Fall eines generellen, globalen Wertewandels. Damit ist aber auch gesagt, dass Szenario 4 für die Schweiz auch als Pioniertat nicht möglich ist, da der darin unterstellte Wandel insbesondere bei den Wirtschaftssektoren als Alleingang der Schweiz unrealistisch ist.

In der folgenden Grafik sind die hier behandelten Perspektiven für das Energiekonzept Winterthur im Vergleich mit den Energieperspektiven des Bundes dargestellt.

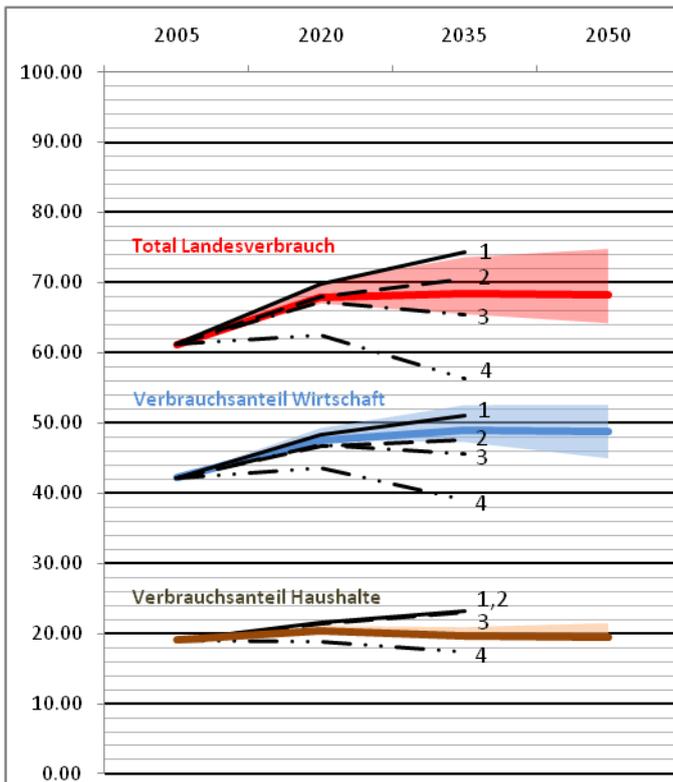
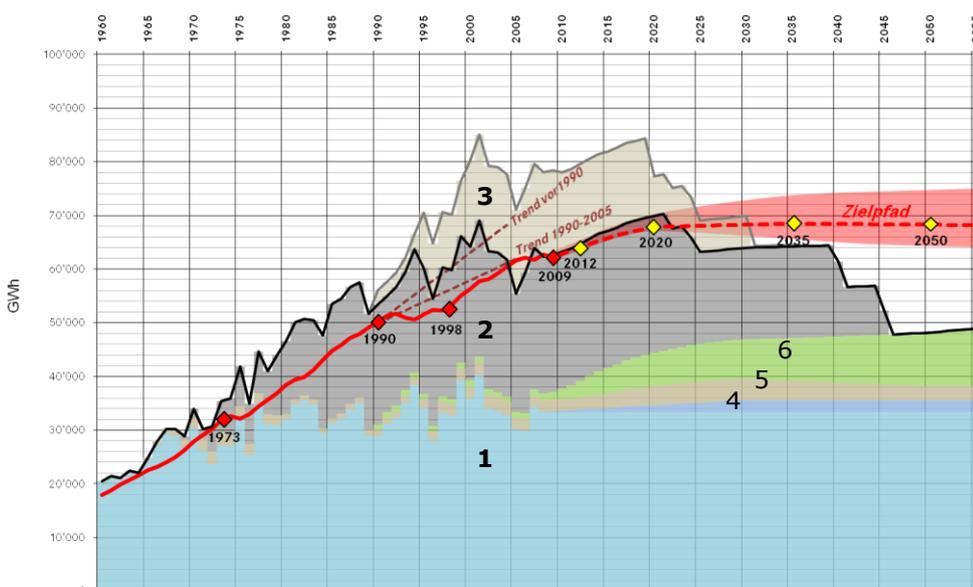


Abbildung 33: Vergleich der Grundlage Energiekonzept Winterthur mit den Szenarien 1-4 der Energieperspektiven 2035 bei der Stromnachfrage.

Im Bereich Haushalte entsprechen unsere Annahmen praktisch dem Zielszenario 3 der Energieperspektiven. Im Bereich Wirtschaft resultiert eine Bandbreite zwischen den Trendszenarien 1 und 2 und im Total liegt unser Szenario zwischen den Szenarien 2 und 3 der Energieperspektiven.

### A3.3 Ausgangslage und Verbrauchsentwicklung Strom



### Abbildung 34: Ausgangslage und Verbrauchsentwicklung Strom.

Die aktuelle Ausgangslage für Produktion und Verbrauchsentwicklung ist in der obenstehenden Abbildung zusammengefasst. Zunächst wird der Verlauf des Landesverbrauches kommentiert:

- In den vergangenen Jahrzehnten hat sich der Landesverbrauch Elektrizität (rote Linie) in mehreren Phasen entwickelt:  
Vor 1973, der ersten Ölkrise, ist der Verbrauch exponentiell stark angestiegen. Ab 1975 setzte sich der Verbrauchsanstieg praktisch linear bis 1990 fort. Ab 1990 bewegte sich dann der Verbrauch mit der einhergehenden wirtschaftlichen Stagnation im Wesentlichen nur seitwärts und stieg erst ab 1998 wieder stark an. Die Mehrjahres-Trendlinie nach 1990 verläuft dabei markant flacher als noch vor 1990. Seit 2005 erleben wir eine weitere Seitwärts-Bewegung die mit den aktuellen Aussichten für die Schweizer Wirtschaft wohl noch weiter anhalten wird.
- Für die zukünftige Verbrauchsentwicklung wird von einem Verlauf entsprechend den vorgängig erläuterten Grundlagen ausgegangen.  
Die Mitte des resultierenden Zielpfades (rote Linie gestrichelt) beschreibt dabei eine weitere Zunahme bis 2020 und dann eine langfristige Stagnation des Verbrauches. Dabei wird aber wie in A3.2.1 und A3.2.2 gezeigt kein Stillstand des Wachstums unterstellt. Vielmehr kompensieren dann die Effizienzgewinne die Zuwachsraten der Nachfrage zu Null. Die obere Bereichsgrenze des Zielpfades zeigt ein abflachendes Wachstum noch bis nach 2035 mit Werten bis +10% über der Mitte des Zielpfades. Die untere Bereichsgrenze beschreibt dagegen nach 2020 einen leichten Verbrauchsrückgang bis -5% gegenüber 2020 und rund +5% gegenüber heute (2009).

Die Ausgangslage auf der Produktionsseite wird entsprechend den mit Nummern gekennzeichneten Anteilen kommentiert:

- 1 Bestehende Grosswasserkraft. Annahme Produktionserwartung unverändert entsprechend dem mehrjährigen Mittel der Vorjahre.
- 2 Bestehende Kernkraftwerke Inland. Annahme Abschaltung Beznau und Mühleberg zwischen 2020 und 2025 (50 Jahre Betriebszeit) sowie Gösgen und Leibstadt zwischen 2040 und 2045 (60 Jahre Betriebszeit).
- 3 Bezugsrechte durch Beteiligung an Kernkraftwerken im Ausland. Bestehende Bezugsverträge entsprechend Laufzeit.
- 4 Nettozubau Grosswasserkraft (Gewinn durch Effizienzsteigerung der Anlageerneuerung abzüglich Verlust durch neue Restwasserbestimmungen.)
- 5 Thermische Stromproduktion inkl. KVA und Industrieanlagen. Annahme längerfristige Reduktion durch Wegfall der mit Erdgas betriebenen Anlagen.
- 6 Zubau neue erneuerbare Stromproduktion gemäss EnG (+5.4 TWh bis 2030).

### A3.3.1 Produktionszenario A, ohne neue Kernkraftwerke

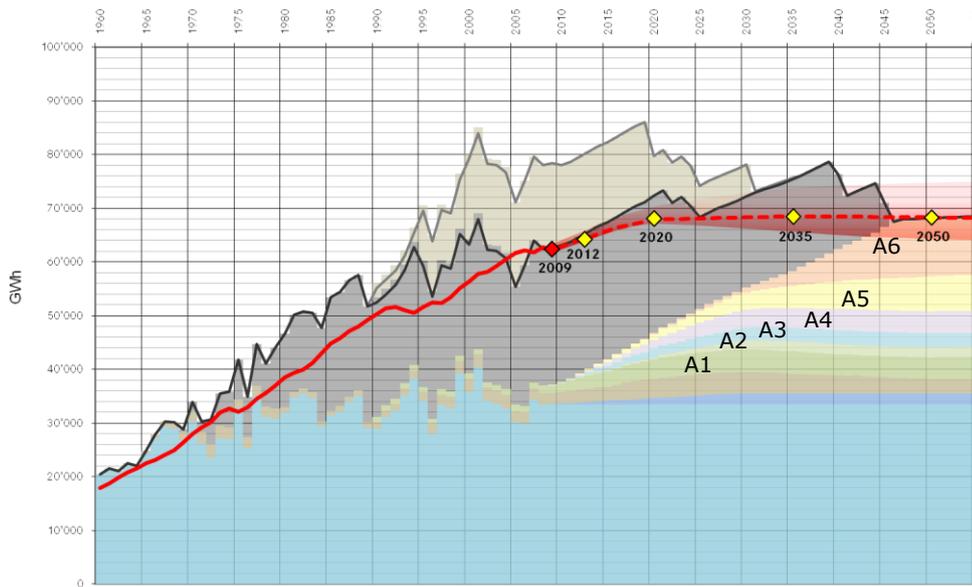


Abbildung 35: Produktionszenario A, ohne neue Kernkraftwerke.

Mit dem in der obenstehenden Grafik gezeigten Produktionszenario A gehen wir davon aus, dass der Bau neuer Kernkraftwerke mit Volksentscheid ca. per 2012-2014 abgelehnt wird. Damit ist einerseits der Bau neuer KKW in der Schweiz längerfristig blockiert und als Konsequenz daraus wird die Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen (A1 bis A6) forciert ausgebaut.

- A1 Biomasse nass. Biogasanlagen
- A2 Biomasse trocken. Im wesentlichen Holzverstromung.
- A3 Kleinwasserkraftwerke inkl. Trinkwasserkraftwerke.
- A4 Windkraftwerke Inland.
- A5 Photovoltaik Inland.
- A6 Geothermie ab 2030 und/oder weiterer Ausbau Photovoltaik bis 30% Landesverbrauch und/oder Nettoimporte Ausland.

### A3.3.2 Produktionsszenario B, mit neuen Kernkraftwerken

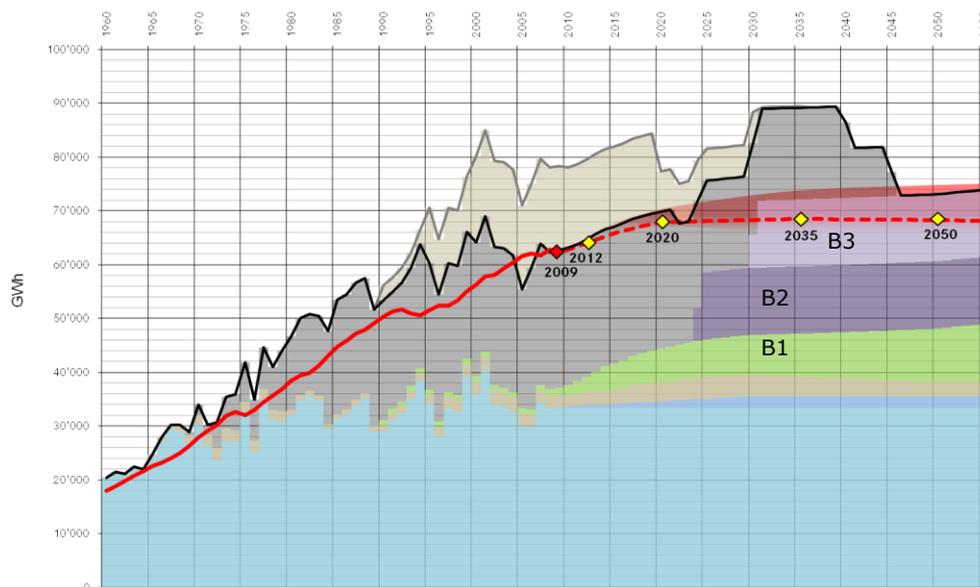


Abbildung 36: Produktionsszenario B, mit neuen Kernkraftwerken.

Mit dem in der obenstehenden Grafik gezeigten Produktionsszenario B gehen wir davon aus, dass dem Bau neuer Kernkraftwerke mit Volksentscheid per 2012 zugestimmt wird. Damit können zwei neue Anlagen erstellt und per 2025 (B2) und 2030 (B3) in Betrieb gehen. Als Konsequenz daraus wird die Stromproduktion aus erneuerbaren Quellen gemäss EnG (B1) wohl noch weitergeführt jedoch nicht mehr forciert ausgebaut und stagniert nach 2030.

- B1 Zubau neue erneuerbare Stromproduktion gemäss EnG (+5.4 TWh bis 2030).
- B2 1. neues KKW 1.6 GW. Inbetriebnahme um 2025
- B3 2. neues KKW 1.6 GW. Inbetriebnahme um 2030

# A4 Anhang: Struktur Aktivitätenprogramm und Massnahmenblätter

## A4.1 Struktur Aktivitätenprogramm

Aktivitätenprogramm Energie, Legislaturperiode 2010 - 2014							Stand	6. Juli 2010		
Stadt Winterthur										
			mit zwei Beispielen							
Nr.	Handlungsfeld	Nr.	Massnahmen Titel	Termin	Sachkosten		Aufwand intern	Verantw.	Status / Verlauf	Kommentar
	Nr. Massnahmengruppe	Nr. fortlaufend pro Gruppe		Monat / Jahr	CHF	CHF	Arbeitstage		im Defizit / überfällig	
					einmalige	wiederkehrend			kritisch	
					Investition				wie vorgesehen	
<b>1 Entwicklungsplanung</b>										
	11		Kommunale Entwicklungsplanung							
	12		Innovative Stadtentwicklung							
	13		Bauplanung							
	14		Baubewilligung, Baukontrolle							
<b>2 Kommunale Gebäude, Anlagen</b>										
	21		Energie- und Wassermanagement							
	22		Vorbildwirkung, Zielwerte							
	23		Besondere Massnahmen Elektrizität							
<b>3 Versorgung, Entsorgung</b>										
	31		Beteiligungen, Kooperationen, Verträge							
	32		Produkte, Tarife, Abgaben							
	33		Nah-, Fernwärme							
	34		Energieeffizienz Wasserversorgung							
	35		Energieeffizienz Abwasserreinigung							
	36		Tarife Wasserversorgung, Wasserentsorgung							
	37		Energie aus Abfall							
<b>4 Mobilität</b>										
	41	1	Konzept Mobilitätsmanagement für die Verwaltung	2010 ...'000.-			5.0	UGS		Fachstelle Umwelt erarbeitet Entwurf mit externer Unterstützung von "Mobilitäts GmbH". Grobkonzept von SR genehmigt am ...
	42		Verkehrsberuhigung, Parkieren							
	43		Nicht motorisierte Mobilität							
	44		Öffentlicher Verkehr							
	45		Mobilitätsmarketing							

5 Interne Organisation											
	51	Interne Strukturen	1	Vorlage Massnahmenblatt	Apr 2010	Teil von Auftrag vom ... an A+W/HSR		2.0	UGS		Entwurf von A+W liegt vor, 8.3.2010
	52	Interne Prozesse									
	53	Finanzen, Förderprogramme									
6 Kommunikation, Kooperation											
	61	Externe Kommunikation									
	62	Kooperation allgemein									
	63	Kooperation speziell									
	64	Unterstützung privater Aktivitäten									

## A4.2 Struktur Massnahmenblätter

### 51.1 Muster Massnahmenblatt

Beispiel

Kommentar zur Zeile

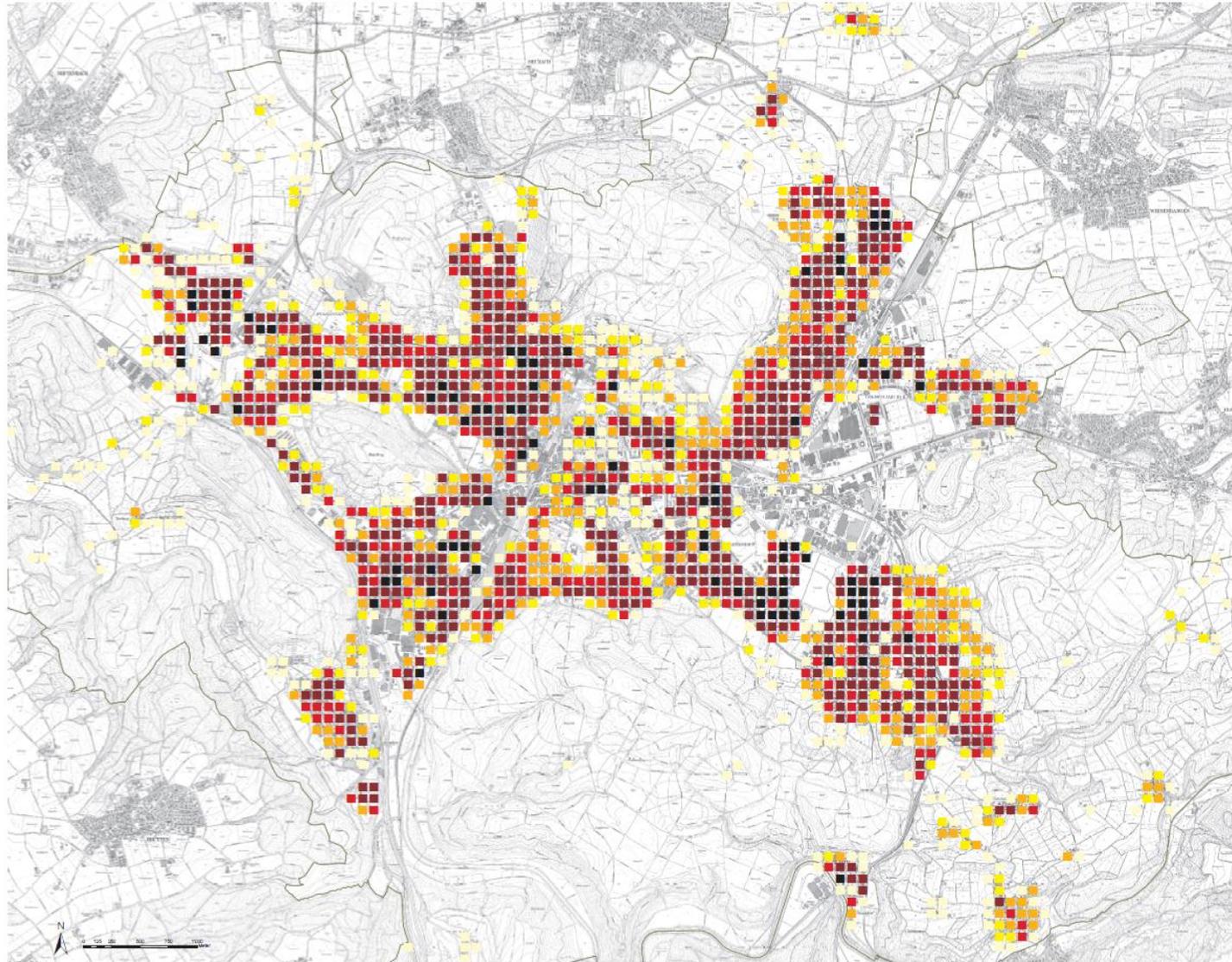
Massnahmengruppe 51 Interne Strukturen  
 Massnahme Nr., Titel 1 Muster Massnahmenblatt

Ziel	Vorlage Massnahmenblatt zu Aktivitätenprogramm im Rahmen Modul 2, Energiekonzept 2010 ist erstellt			Zielsetzung in Stichworten beschreiben
Grundlage	SR.09.1651-1 "Energiekonzept Winterthur 2000-Watt- und 1-Tonne-CO2-Gesellschaft", 9.12.2009. Auftrag von UGS an Amstein + Walther AG basierend auf Offerte vom 8. Oktober 2009			Gesetzliche oder andere Grundlage für die Massnahme
Zielwerte	keine Zielwerte			Angaben Zielwerte absolut oder relative Veränderung zu Basiswert. (Sofern sinnvoll).
Gegenstand	Strukturiertes Massnahmenblatt für das aktualisierte Aktivitätenprogramm im Entwurf erstellen, vernehmlassen, und bereinigte Version fertigstellen.			Detaillierte Kurzbeschreibung und Erläuterung der Massnahme
Räumlicher Bezug	ganzes Stadtgebiet			Angabe des räumlichen Bezugs bzw. Perimeters. (Sofern sinnvoll).
Verantwortung (Federführung)	Philipp Chéhab, Leiter Fachstelle Nachhaltigkeit, Umwelt- und Gesundheitsschutz			Federführende Person und Stelle angeben
Vorgehen	Termine:	Schritte:	Verantwortlichkeiten	Kurzbeschrieb des Vorgehens mit den wesentlichen Meilensteinen und den Verantwortlichen für die Teilschritte
	März 2010	Erstellen eines Entwurfs zu Händen der Projektgruppe.	E. Schmausser, A+W	
	April/Mai 2010	Vernehmlassung und Optimierung/Bereinigung.	Ph. Chéhab, UGS	
	Juni 2010	Erstellen des definitiven Dokuments als Vorlage.	E. Schmausser, A+W	
Budget und Kosten	Nicht separat ausgewiesen. im Rahmen Auftrag Energiekonzept 2010 vom __.__.__. Zu Lasten xy.			Angaben zu Budget und Kosten sowie Kostenträger.
Energetische Wirkung	Keine direkte			Energetische Wirkung sofern möglich quantifizieren
CO2-Reduktion				Wirkung der Massnahme für CO2-Reduktionen sofern möglich quantifizieren
Abhängigkeiten	Koordination mit Entwurf Aktivitätenprogramm erforderlich.			Kurzbeschrieb von Abhängigkeiten mit anderen Massnahmen oder Entscheiden.
Zielkonflikte	Keine.			Kurzbeschrieb von Zielkonflikten mit anderen Massnahmen.
Synergien	Synergie mit Aktivitätenprogramm, Massnahme 51.2			Kurzbeschrieb der Synergien mit anderen Massnahmen.
Stand der Umsetzung	Datum	Meilenstein	Zuständig/Visum	
	08.03.2010	Musterblatt erstellt	vogl A+W	
	25.06.2010	Definitive Vorlage erstellt	schm A+W	
Status / Verlauf		im Defizit / überfällig		
		kritisch		
	X	wie vorgesehen		

## **A5 Anhang: Karten Energiebezugsdichte und -potentiale**

## A5.1 Energiebezug Wohnen

Spezifische Wärmedichte für Heizung und Warmwasser im ha-Raster



Grundlagen räumlicher Energieplan  
Winterthur

### Energiebezug Wohnen

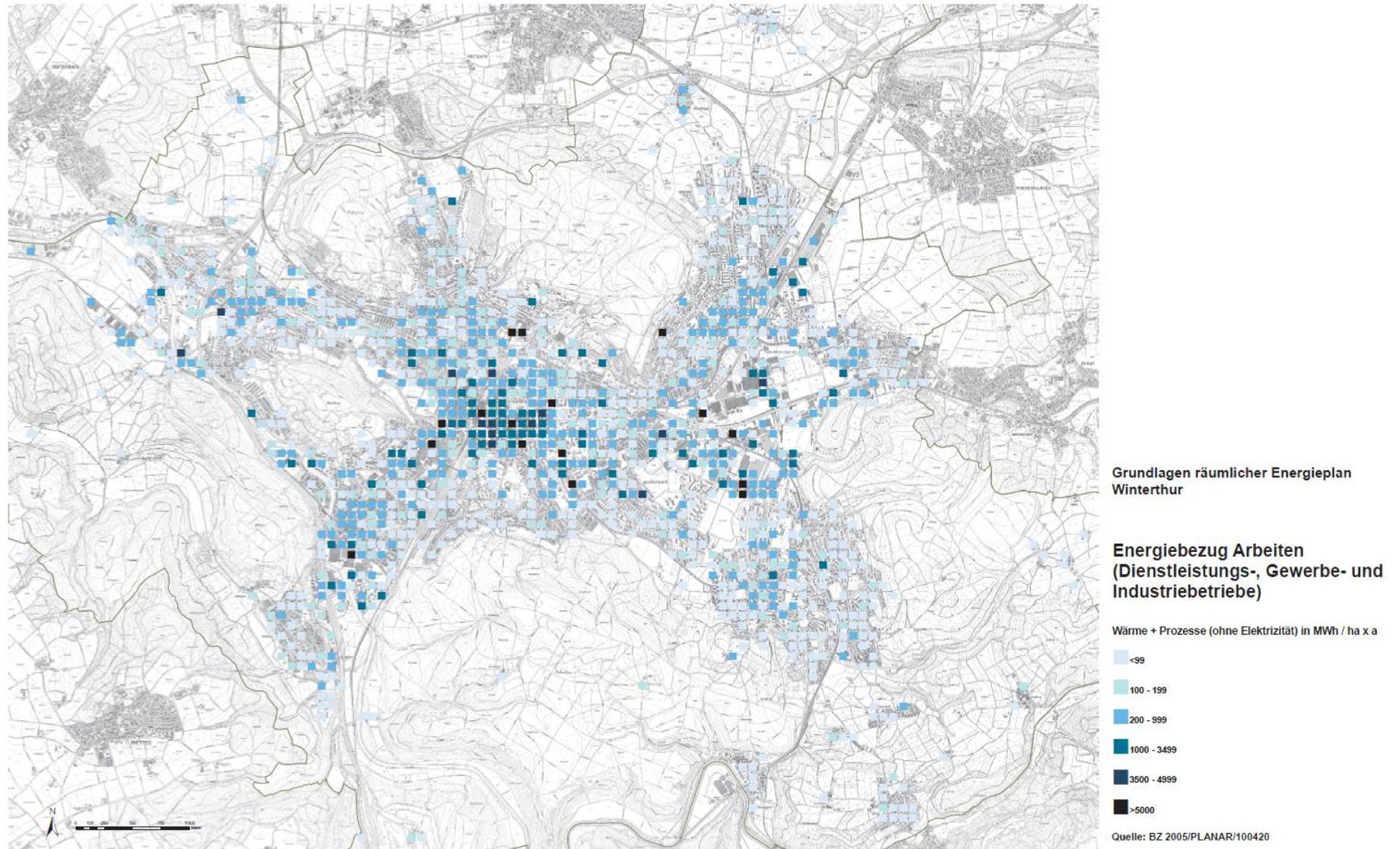
Heizung + WW in MWh / ha x a



Quelle: GWR2010/PLANAR/100420

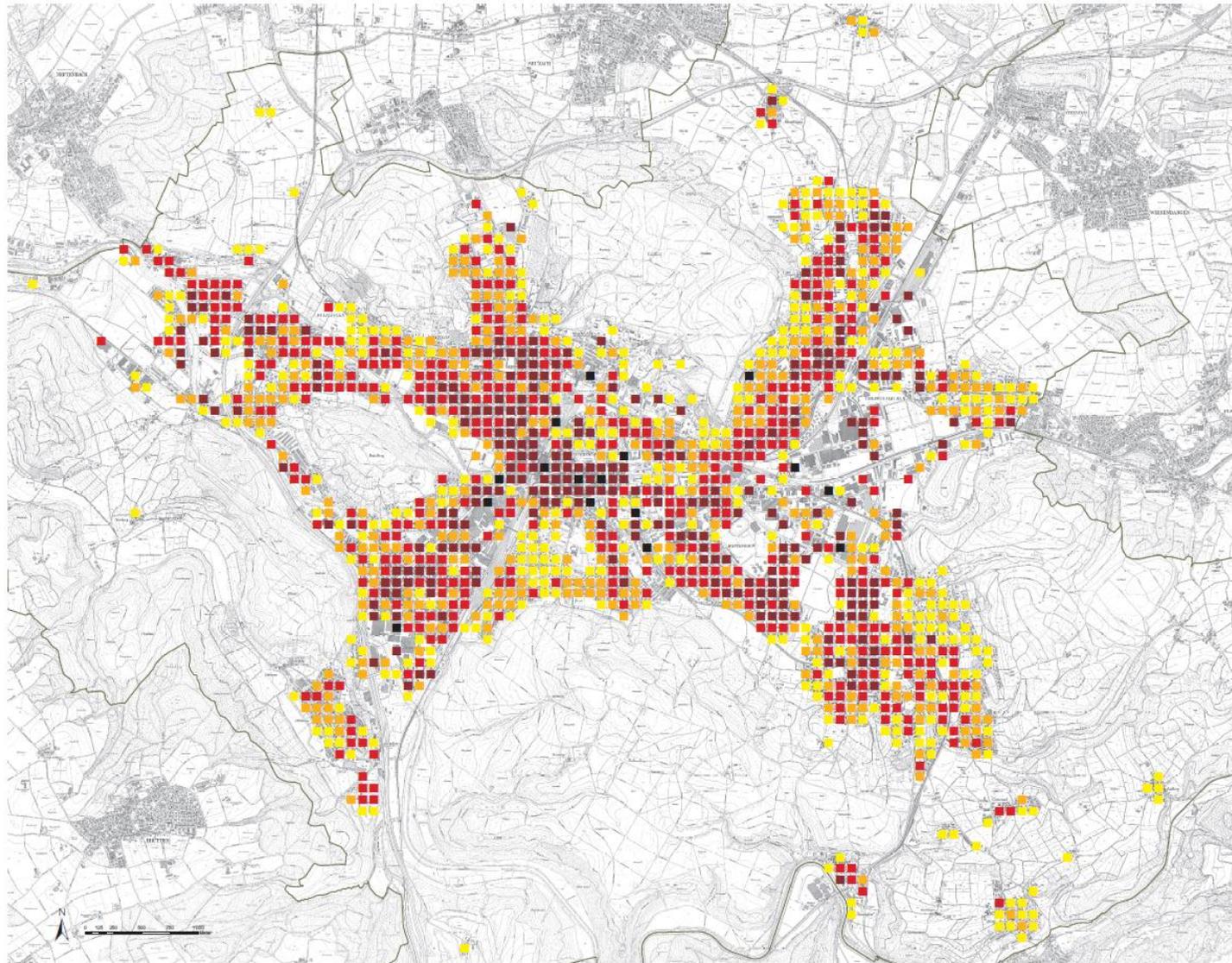
## A5.2 Energiebezug Arbeiten (Dienstleistungs-, Gewerbe- und Industriebetriebe)

Spezifische Wärmedichte für Heizung und Prozesse (ohne Elektrizität) im ha-Raster



### A5.3 Energiebezug für Wohnen und Arbeiten

Spezifische Wärmedichte für Heizung, WW und Prozesse (ohne Elektrizität) im ha-Raster



## A5.4 Energiepotentiale

Räumliche Darstellung der wichtigsten Abwärmequellen (KVA, ARA, Sammelkanäle), der Grundwasservorkommen als mögliche Umweltwärmequelle, der Gebiete mit zulässiger Erdwärmenutzung sowie bestehender leitungsgebundener Energien (ohne Elektrizität).

