

#### Auftraggeber

Energieforschung Stadt Zürich Ein ewz-Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft

#### Auftragnehmer

Université de Neuchâtel, Institut de recherches économiques, Rue A.-L. Breguet 2, 2000 Neuchâtel, <a href="https://www.unine.ch/irene">https://www.unine.ch/irene</a>

Universität Basel, Nachhaltigkeitsforschung, Vesalgasse 1, 4051 Basel <a href="https://nachhaltigkeit.philhist.unibas.ch/de/home/">https://nachhaltigkeit.philhist.unibas.ch/de/home/</a>

#### Autorinnen und Autoren

Prof. Dr. Mehdi Farsi, Université de Neuchâtel Martin Péclat, Université de Neuchâtel Dr. Sylvain Weber, Université de Neuchâtel Prof. Dr. Paul Burger, Universität Basel Dr. Iljana Schubert, Universität Basel Dr. Annika Sohre, Universität Basel

#### Begleitgruppe

Björn Slawik, ewz Martina Blum, Departement der Industriellen Betriebe (DIB) Ruth Furrer, Tiefbauamt (TAZ) Rahel Gessler, Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ) Dr. Yvonne Lötscher, Umwelt- und Gesundheitsschutz Zürich (UGZ) Dr. Urs Rey, Statistik Stadt Zürich (SSZ) Franz Sprecher, Amt für Hochbauten (AHB)

Das Projekt wurde durch Dr. Silvia Banfi Frost (DIB) und Reto Dettli (Leiter Geschäftsstelle EFZ) als PatInnen betreut.

#### Zitierung

Farsi M., Péclat M., Weber S., Burger P., Schubert I., Sohre A. (2020): Datenanalyse der «Swiss Household Energy Demand Survey» für die Stadt Zürich. Energieforschung Stadt Zürich. Bericht Nr. 61, Forschungsprojekt FP-1.22.

Für den Inhalt sind alleine die Autorinnen und Autoren verantwortlich. Der vollständige Bericht kann unter www.energieforschung-zuerich.ch bezogen werden.

#### Kontakt

Energieforschung Stadt Zürich Geschäftsstelle c/o econcept AG, Gerechtigkeitsgasse 20, 8002 Zürich reto.dettli@econcept.ch 044 286 75 75

#### Titelbild

Luca Zanier, Zürich

## Inhaltsverzeichnis

ln	nhaltsverzeichnis			
Εı	nergi	ieforschung Stadt Zürich	4	
1	Einl	leitung	6	
2	2 Explorative Analyse			
3	Ver	tiefende Analysen	9	
	3.1	Methodik	9	
	3.2	Ergebnisse	11	
	3.3	Schlussfolgerungen	15	

## Energieforschung Stadt Zürich

Ein ewz-Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft

Energieforschung Stadt Zürich ist ein auf zehn Jahre angelegtes Programm und leistet einen Beitrag zur 2000-Watt-Gesellschaft. Dabei konzentriert sich Energieforschung Stadt Zürich auf Themenbereiche an der Nahtstelle von sozialwissenschaftlicher Forschung und der Anwendung von neuen oder bestehenden Effizienztechnologien, welche im städtischen Kontext besonders interessant sind.

Im Auftrag von ewz betreiben private Forschungs- und Beratungsunternehmen sowie Institute von Universität und ETH Zürich anwendungsorientierte Forschung für mehr Energieeffizienz und erneuerbare Energien. Die Forschungsergebnisse und -erkenntnisse sind grundsätzlich öffentlich verfügbar und stehen allen interessierten Kreisen zur Verfügung, damit Energieforschung Stadt Zürich eine möglichst grosse Wirkung entfaltet – auch ausserhalb der Stadt Zürich. Geforscht wird zurzeit in zwei Themenbereichen.

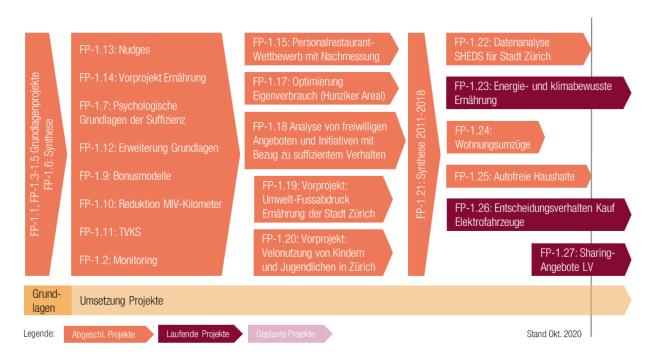
#### Themenbereich Haushalte

Der Themenbereich Haushalte setzt bei den Einwohnerinnen und Einwohnern der Stadt Zürich an, die zuhause, am Arbeitsplatz und unterwegs Energie konsumieren und als Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in vielerlei Hinsicht eine zentrale Rolle bei der Umsetzung der 2000-Watt-Gesellschaft einnehmen. Dabei werden insbesondere sozialwissenschaftliche Aspekte untersucht, die einen bewussten Umgang mit Energie fördern oder verhindern. In Feldversuchen mit Stadtzürcher Haushalten wird untersucht, welche Hemmnisse in der Stadt Zürich im Alltag relevant sind und welche Massnahmen zu deren Überwindung dienen.

#### Themenbereich Gebäude

Der Themenbereich Gebäude setzt bei der Gebäudeinfrastruktur an, welche zurzeit für rund 70 Prozent des Endenergieverbrauchs der Stadt Zürich verantwortlich ist. In wissenschaftlich konzipierten und begleiteten Umsetzungsprojekten sollen zusammen mit den Eigentümerinnen und Eigentümern sowie weiteren Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträgern Sanierungsstrategien für Gebäude entwickelt und umgesetzt werden, um damit massgebend zur Sanierung und Erneuerung der Gebäudesubstanz in der Stadt Zürich beizutragen. Im Vordergrund stehen die Steigerung der Energieeffizienz im Wärmebereich und die Minimierung des Elektrizitätsbedarfs.

#### Übersicht und Einordnung der Forschungsprojekte (FP) im Themenbereich Haushalte



# 1 Einleitung

Der vorliegende Bericht präsentiert die Ergebnisse einer vergleichenden Analyse der Schweizerischen Energieverbrauchserhebung für Haushalte (SHEDS) auf Mikroebene aus der Perspektive der Stadt Zürich. SHEDS ist eine Online-Umfrage, die von Forschenden von SCCER CREST konzipiert und durchgeführt wurde. Bei der Stichprobe handelt es sich um einen Paneldatensatz, der aus vier Wellen des SHEDS von 2016 bis 2019 extrahiert wurde, darunter rund 1'200 Beobachtungen in der Stadt Zürich und insgesamt rund 20'000 Beobachtungen in der Deutsch- und Westschweiz. Die SHEDS-Stichproben sind in Bezug auf Alter und Geschlecht der Befragten sowie auf die Region und die Miet-/Eigentumssituation der Haushalte repräsentativ für die Schweizer Bevölkerung. Alle Informationen in SHEDS basieren auf Selbstauskünften desjenigen Haupthaushaltsmitglieds, das über Energiefragen entscheidet.

Obwohl die Studie in erster Linie darauf abzielt, politische Empfehlungen für die Stadt Zürich zu formulieren, zeigt sie viele allgemeinere Zusammenhänge auf, die auf die Struktur der Energienachfrage in der Schweizer Bevölkerung insgesamt zutreffen könnten. Die Studie besteht aus zwei Phasen. Phase I umfasst eine explorative Analyse, um zentrale Muster an Unterschieden zwischen den Haushalten der Stadt Zürich und denjenigen in anderen Teilen der Schweiz zu identifizieren. Ziel von Phase I ist es, eine breite Palette von Variablen zu analysieren, die die Nachfrage der Haushalte in den drei Hauptenergiefeldern (Elektrizität, Mobilität und Heizung) sowie eine Auswahl damit zusammenhängender psychologischer Faktoren wie Absichten und Normen charakterisieren.

Um die Stärken und Schwächen der Stadt Zürich in dieser Hinsicht aufzuzeigen, betrachten wir vier sich gegenseitig ausschliessende Vergleichsgruppen:

- 1. Haushalte in der Stadt Zürich (SZH).
- 2. Haushalte im Kanton Zürich (KZH), ohne SZH und Winterthur.
- 3. Haushalte in den 8 Schweizer Grossstädten ausserhalb SZH (M8), nämlich Genf, Lausanne, Bern, Basel, Luzern, Winterthur, Biel/Bienne und St. Gallen. In einigen Analysen werden nur die Daten von 2 Grossstädten betrachtet: Basel und Genf (M2). Letzteres wird speziell ausgewiesen.
- 4. Haushalte aus der übrigen Schweiz (RCH), d.h. alle ohne die oben genannten Gruppen 1-3.

Beigefügt sind grafische Darstellungen der Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen auf der Basis von Gruppenmittelwerten sowie Messungen von statistischer Signifikanz, die hauptsächlich auf generischen OLS-Regressionsmodellen basieren, welche die jährlichen nationalen Variationen berücksichtigen.

In Phase II wurden die für die Energiepolitik der Stadt Zürich identifizierten besonders interessanten Unterschiede beim Stromverbrauch, bei den Investitionen in die Energieeffizienz beim Strom, bei der Umsetzung von Energieratschlägen vertieft analysiert.

# 2 Explorative Analyse

Die Ergebnisse der explorativen Analyse (Phase I) sind in einem Zwischenbericht (auf Anfrage bei den Autoren/innen erhältlich) ausführlich dargestellt. Ausgehend von den Ergebnissen der Phase I konzentriert sich die Studie auf eine Auswahl von Variablen, die statistisch signifikante Unterschiede zwischen den oben genannten Gruppen aufweisen und als politikrelevante Variablen für SZH betrachtet werden. Der vorliegende Bericht konzentriert sich zwar auf Phase II, gibt jedoch auch einen Überblick über die wichtigsten explorativen Ergebnisse von Phase I (vgl. Kapitel 2 im Schlussbericht).

Die wichtigsten Ergebnisse der explorativen Analyse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Es besteht eine signifikante Kluft zwischen den suburbanen und ländlichen Gebieten einerseits und den Grossstädten andererseits. Dieses Stadt-Land-Gefälle zeigt, dass die Grossstädte im Durchschnitt in allen Bereichen (Elektrizität, Heizung und Mobilität) durch einen geringeren Energiebedarf gekennzeichnet sind. Die grundlegenden Faktoren, die den Energieverbrauch beeinflussen, unterscheiden sich jedoch von Region zu Region. Im Allgemeinen erleichtern die Nähe zu Arbeit und Dienstleistungen in den Städten sowie ein dichtes Infrastrukturnetz unterschiedliche Verhaltensweisen, die den Energieverbrauch begrenzen. So sind z.B. in Grossstädten die Haushalte im Allgemeinen kleiner und leben in kleineren Wohnungen bzw. Häusern. Die Stadtbewohner haben zwar ein höheres Durchschnittseinkommen, besitzen aber seltener ein Eigenheim oder ein privates Auto. Wenn sie ein Privatfahrzeug besitzen, ist das Alter ihres Autos im Durchschnitt höher als das der Haushalte in den Vorstädten und auf dem Land. All diese Unterschiede sind sowohl zwischen SZH und KZH als auch zwischen SZH und RCH signifikant.
- Etwa jeder dritte Haushalt in SZH ist sich nicht bewusst, dass sein Strommix vollständig erneuerbar ist, was auf eine mangelhafte «Energiekompetenz» zurückzuführen sein könnte, aber auch als Hinweis darauf gewertet werden kann, dass die Energieversorgungsunternehmen die Präsentation ihrer Produkte optimieren könnten. Was die Geräte im Haushalt betrifft, so ist die Zahl der Elektrogeräte in SZH im Durchschnitt zwar geringer, die Wahrscheinlichkeit, dass sie energieeffizient sind, ist jedoch deutlich geringer.
- Die Ergebnisse für psychologische Determinanten sind vielfältig. Am auffälligsten ist, dass sich die Menschen zwar persönlich verpflichtet fühlen, sich umweltfreundlich zu verhalten, dass sie aber (in der gesamten Stichprobe) nur geringe Absichten bekunden, ihr Energieverbrauchsverhalten zu ändern. SZH-Haushalte äussern im Vergleich zu den Haushalten in M8 und RCH noch weniger die Absicht, ihr Energieverbrauchsverhalten zu ändern (abgesehen von ihrem CO<sub>2</sub>-Fussabdruck). Wir beobachten auch, dass die Umsetzung von Energiespartipps (von lokalen Versorgungsunternehmen und dem Bundesamt für Energie (BFE)) in allen Haushalten relativ gering ist. Wahrscheinlich besteht ein Potenzial zur Verbesserung des Vertrauens in die Energieberatung durch lokale und nationale Behörden und somit der Umsetzung von Energiespartipps, das für SZH weiter untersucht werden kann.
- Die signifikanten Unterschiede zwischen SZH und den anderen oben beschriebenen Gruppen rechtfertigen eine tiefergehende und detailliertere Analyse. Wir betonen, dass die gesamte Stichprobe des SHEDS zwar repräsentativ für die Schweizer Bevölkerung ist, dass es aber wahrscheinlich bei deskriptiven Vergleichen auf der Basis von Unterstichproben, insbesondere in der SZH-Gruppe, an Repräsentativität mangelt, was zu Problemen bei der Vergleichbarkeit führt. Bei nicht repräsentativen und unähnlichen Stichproben könnten die geschätzten Unterschiede zwischen den Gruppen tatsächlich verzerrt sein. Daher bilden unsere vorläufigen Er-

gebnisse die Grundlage für eine ausführliche ökonometrische Analyse (in Phase II), die darauf abzielt, das Prob-
lem der Repräsentativität durch geeignete Regressionsmodelle und/oder Propensity Score Matching (PSM) zu
lösen, und mit deren Hilfe aussagekräftige politische Schlussfolgerungen gezogen werden können.

# 3 Vertiefende Analysen

### 3.1 Methodik

Basierend auf den Ergebnissen von Phase I und nach Gesprächen mit Energieforschung Stadt Zürich (EFZ) konzentrieren wir uns in vertiefenden Analysen (Phase II) auf die folgenden drei Bereiche, die für EFZ von grösstem politischem Interesse sind:

- 1. Verstehen der identifizierten Stadt-Land-Gefälle zwischen SZH und KZH, um Politikbereiche und Bevölkerungsgruppen zu identifizieren, die für eine Reduktion des Stromverbrauchs in Frage kommen. Darüber hinaus zeigt der grosse Mangel an Wissen über den Stromverbrauch der Haushalte, dass trotz der Tatsache, dass der in SZH gelieferte Strom vollständig erneuerbar ist, diese Information für viele Haushalte nicht hervorstechend ist. Unsere Forschung soll daher herausfinden, ob dies auf bestimmte Gruppen beschränkt oder weit verbreitet ist und ob dieses Wissen Auswirkungen auf das Verhalten hat.
- 2. Angesichts des relativ schlechten Abschneidens von SZH bei Effizienzinvestitionen in Elektrogeräte ist es wichtig, die Ursachen dieser Unterschiede zu untersuchen und Bereiche und/oder Bevölkerungssegmente für wirksame politische Massnahmen zu identifizieren.
- 3. Die Umsetzung von Energiespartipps zur Verringerung des Energieverbrauchs ist gering (10%-40%), und variiert beträchtlich zwischen den Informationsquellen. Weitere Forschung sollte untersuchen, welche Faktoren mit einer erfolgreichen Umsetzung von Energiespartipps zusammenhängen und welche Gruppen besser auf Informationen durch welche Institution reagieren könnten.

Um diese Fragen zu untersuchen, konzentrieren wir uns auf die folgenden abhängigen Variablen:

- 1. Jährlicher Stromverbrauch der Haushalte (kWh) und Stromrechnung (CHF), beide ausgedrückt in Logarithmen:
- 2. Investitionen der Haushalte in effiziente Elektrogeräte (Fernseher, Kühlschrank, Geschirrspüler und Waschmaschinen), erfasst durch den Anteil der Geräte mit A+++ oder A++ Label;
- 3. Umsetzung von Energiespartipps, insbesondere von BFE und lokalen Versorgungsunternehmen, ausgedrückt in binären Variablen (1: Ja, 0: Nein);
- 4. Kenntnis der Stromquellen, wobei nur Standorte berücksichtigt werden, an denen die Stromversorgung zu 100% aus erneuerbaren Energien besteht, nämlich in SZH im Vergleich zu M2, ausgedrückt in binären Variablen (1: Befragter berichtet korrekt, 0: Nicht korrekt berichtet).

Aufgrund der Ergebnisse von Phase I konzentrieren wir uns auf statistisch signifikante Unterschiede, die hauptsächlich zwischen SZH und KZH beobachtet wurden. Der Vollständigkeit halber und in Anbetracht der Tatsache, dass systematische Unterschiede innerhalb bestimmter Bevölkerungssegmente durch die in Phase I berichteten explorativen Analysen nicht festgestellt werden konnten, dehnen wir unsere Vergleichsgruppen jedoch auf die beiden anderen Gruppen, nämlich M8 und RCH, aus.

Auf Grundlage einer interdisziplinären Studie des Energieverbrauchsverhaltens von Haushalten (Burger et al., 2015), angepasst an den Strombereich und die verfügbaren Daten, definieren wir die folgende Hierarchie der Determinanten:

- 1. Sozio-demographische Merkmale und strukturelle Faktoren sind jene Aspekte, die sich zumindest kurzfristig der Kontrolle der Haushalte entziehen. Dazu gehören Variablen wie Einkommen, Haushaltstyp und -grösse, Wohneigentum (Mieter/Eigentümer/innen) und -typ (Ein-/Mehrfamilienhäuser), Bildung, Geschlecht und Alter sowie die Wohnsituation (städtisch/vorstädtisch/ländlich), die Bevölkerungsdichte und die Heiztechnik;
- 2. Technische Faktoren im Zusammenhang mit Art, Menge und Effizienz von Elektrogeräten. Diese Faktoren unterliegen der Kontrolle der Haushalte und können sich in relativ kurzer Zeit ändern;
- 3. Verhaltensfaktoren im Zusammenhang mit der Nutzung von Energiegeräten, die von Lebensstil, Routinen und Gewohnheiten sowie von psychologischen Faktoren und Umwelteinstellungen bestimmt werden;
- 4. Latente oder residuale Faktoren umfassen die übrigen Unterschiede, die nicht durch eine der oben genannten Kategorien erklärt werden können.

Auf der Mikroebene könnten die Unterschiede zwischen Haushalten aus SZH und einer anderen Region auf einen oder mehrere der oben genannten Faktoren zurückzuführen sein. Die erste Kategorie an Faktoren (soziodemographisch und strukturell) sollte nicht als politikrelevante Effekte betrachtet werden, die sich leicht durch kurzfristige politische Interventionen beheben lassen. Für die Forschung interessant sind daher besonders die Kategorien 2 bis 4, die von der Politik in einem angemessenen Zeithorizont adressiert werden können. Insbesondere, handelt es sich sowohl bei technischen als auch bei verhaltensbezogenen Faktoren um Entscheidungen der Haushalte, die durch angemessene politische Massnahmen, einschliesslich anreizbasierter Instrumente und Anstösse («nudges»), beeinflusst werden können.

Auf der Grundlage der oben skizzierten Hierarchie der Determinanten verwenden wir die folgenden Modelle, um den relativen Effekt jeder Kategorie zu ermitteln:

- 1. Modell 0: Generisches Modell, das nur Gruppen-Dummies und Jahres-Dummies enthält (ähnlich wie in Phase I);
- 2. Modell 1: Modell 0 plus soziodemographische Merkmale und strukturelle Determinanten;
- 3. Modell 2: Modell 1 plus technische Determinanten;
- 4. Modell 3: Vollständiges Modell, d.h. Modell 2 plus Verhaltensfaktoren.

Die angewandte ökonometrische Methodik basiert auf Regressionen von Paneldaten mit Zufallseffekten sowie auf Propensity Score Matching (PSM). Wir wenden beide Ansätze auf die Modelle 1 bis 3 an und verwenden die Regressionskoeffizienten, um Beziehungen und zugrundeliegende Assoziationen zu identifizieren. Bei der Schlussfolgerung stützen uns hauptsächlich auf das vollständige Modell (Modell 3).

Mit den PSM-Modellen können wir direkt die Unterschiede zwischen Haushalten in SZH ("Treatment"-Gruppe) und anderen Gruppen ("Kontrollgruppen»), insbesondere KZH und M8, schätzen. Vergleiche der Effekte der Haushalte in SZH, d.h. der durchschnittlichen Behandlungseffekte auf die Behandelten (Average Treatment Effects on the Treated (ATET)), zwischen den drei Modellen ermöglichen, das relative Gewicht jeder Kategorie von Determinanten bei der Definition der Unterschiede zwischen den Haushalten in SZH und ansonsten vergleichbaren Haushalten in anderen Regionen zu ermitteln.

Der PSM-Ansatz wird auch angewandt, um Unterschiede innerhalb spezifischer Bevölkerungssegmente (Unterstichproben) auf der Grundlage relevanter Variablen (wie Einkommen, Haushaltstyp/Grösse und Wohnungstyp/Eigentum) zu untersuchen. Aufgrund der signifikanten Unterschiede werden Bevölkerungssegmente identifiziert, auf die politische Interventionen ausgerichtet werden können. Dies ist ein wichtiger Teil der Analyse, da einige der insgesamt unbedeutenden Effekte für bestimmte Bevölkerungssegmente dennoch signifikant sind.

## 3.2 Ergebnisse

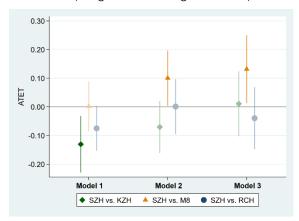
Ein Vergleich der mit Modell 0 und Modell 1 erzielten Ergebnisse legt nahe, dass ein Grossteil der Unterschiede zwischen SZH und anderen Gruppen bei der Stromnachfrage auf strukturelle und soziodemographische Unterschiede zurückzuführen ist. So verringert sich beispielsweise die scheinbar grosse Verbrauchslücke zwischen SZH und KZH von Modell 0 (42% weniger Verbrauch und 35% weniger Ausgaben in SZH) in Modell 1 erheblich (etwa 12% beim Verbrauch und nur 6% bei den Ausgaben). Eine ähnliche Schlussfolgerung kann für die Messung der Geräteeffizienz sowie für das Wissen über den Energiemix gezogen werden. Während Modell 0 eine deutlich niedrigere Effizienz in SZH im Vergleich zu KZH (Differenz von etwa 4%) und ein besseres Wissen über den Energiemix in SZH im Vergleich zu M2 (Differenz von etwa 11%) anzeigt, verschwinden beide Unterschiede, wenn soziodemographische und strukturelle Faktoren einbezogen werden. Diese Ergebnisse zeigen, wie wichtig potenzielle Verzerrungen einer aggregierten Analyse sind, ohne dass vergleichbare Haushalte in Bezug auf soziodemographische und strukturelle Variablen übereinstimmen.

Unsere wichtigsten Ergebnisse aus dem PSM werden in der Figur 1 veranschaulicht. Die vier Abbildungen zeigen die durchschnittlichen Unterschiede zwischen den Haushalten von SZH und vergleichbaren Haushalten in den Kontrollgruppen.

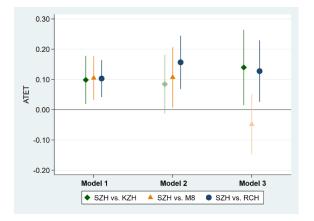
Diese Ergebnisse lassen mehrere Muster erkennen, die auf die folgenden Schlussfolgerungen hindeuten:

- Der im Modell 1 beobachtete signifikante Unterschied im Stromverbrauch zwischen SZH und KZH verschwindet in den Modellen 2 und 3, was darauf hindeutet, dass die Ursachen der Unterschiede hauptsächlich technischer Natur sind (weniger Geräte, aber nicht unbedingt effizientere in SZH).
- Signifikante Unterschiede in der Effizienz bleiben in Modell 2 mehr oder weniger gleich, verschwinden aber in Modell 3, was darauf hindeutet, dass eine geringere Effizienz nicht mit weniger Geräten verbunden ist.
- Signifikante Unterschiede in der Beratungsaufnahme (BFE und Versorgungsunternehmen) bleiben mit einigen kleinen Ausnahmen unabhängig vom Modell (1, 2 oder 3) mehr oder weniger gleich. Daher können diese Unterschiede insgesamt mit unbeobachteten Faktoren wie z.B. politischen und kulturellen Variablen in Verbindung gebracht werden.

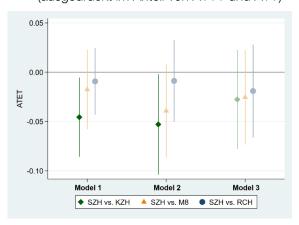
## Unterschied im Stromverbrauch (ausgedrückt in Logs von kWh)



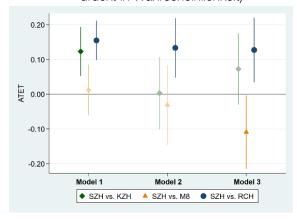
Unterschiede in der Umsetzung von Energiespartipps vom BFE (ausgedrückt in Wahrscheinlichkeit)



Unterschied Geräte-Effizienz (ausgedrückt im Anteil von A+++ und A++)



Unterschiede in der Umsetzung von Energiespartipps von örtlichen Versorgungsunternehmen (ausgedrückt in Wahrscheinlichkeit)

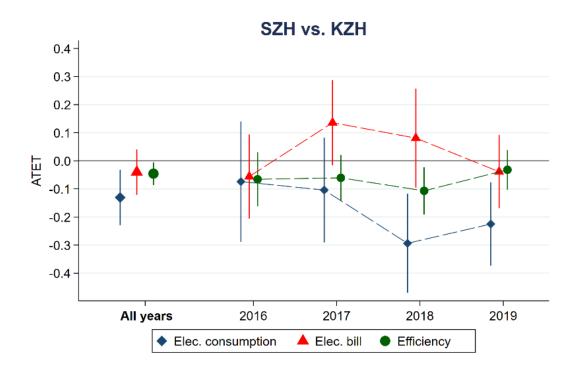


Figur 1: Hinweis: Vertikale Lienen repräsentieren 90% Konfidenzintervalle. Statistisch signifikante Unterschiede (p<0,1) werden in dunklen Farben dargestellt, nichtsignifikante Behandlungseffekte in hellen. ATET Effekt unter null (< 0) weist auf einen niedrigeren Verbrauch, Effizienz oder Umsetzung von Energiespartipps für SZH-Haushalte zur jeweiligen Verbrauchsgruppe (siehe Legende) hin. Ein ATET Effekt über Null (> 0) weist auf einen höheren Verbrauch, Effizienz oder Umsetzung von Energiespartipps für SZH-Haushalte im Vergleich zur jeweiligen Vergleichsgruppe hin.

Berücksichtigt man nur soziodemographische Merkmale und technische Faktoren (Modell 1), so hat die Stadt Zürich im Durchschnitt etwa:

- 10% bis 13% weniger Verbrauch im Vergleich zur KZH;
- 5% geringeren Anteil effizienter Geräte im Vergleich zur KZH;
- 10% bis 15% höhere Wahrscheinlichkeit der Umsetzung von Energiespartipps vom BFE und Versorgungsunternehmen.

Die Analyse der zeitlichen Veränderungen zeigt, dass die Effizienzunterschiede (SZH versus KZH) relativ stabil bleiben. Die Verbrauchsunterschiede zwischen SZH und KZH scheinen jedoch im Laufe der Zeit zuzunehmen, wobei SZH eine Verbesserung (d.h. einen relativen Rückgang) aufweist. Diese Ergebnisse sind in der Figur 2 dargestellt.



Figur 2: Zeitliche Entwicklung der Unterschiede. Hinweis: Vertikale Lienen repräsentieren 90% Konfidenzintervalle.

Insgesamt zeigen diese Ergebnisse eine relativ gute Leistung der SZH-Haushalte, was darauf hindeutet, dass die bestehenden politischen Massnahmen wahrscheinlich erfolgreich sind und beibehalten werden sollten. Während positive Trends durch die Fortführung der bestehenden Politik durchgesetzt werden, zeigen die Ergebnisse auch, dass eine stärkere Konzentration auf die Förderung effizienterer Geräte hilfreich wäre.

Die PSM-Analyse liefert zwei wichtige Ergebnisse für Verbesserungspotentiale der Politikmassnahmen:

Die durchschnittliche Umsetzung von Energiespartipps variiert zwar je nach Quelle (12% bei den lokalen Behörden, 32% bei den lokalen Versorgungsunternehmen und 42% beim BFE), zeigt aber insgesamt eine geringe Umsetzung, denen durch politische Massnahmen begegnet werden könnte. Nichtsdestotrotz ist die Umsetzung von Energiespartipps bei den Einwohnern in SZH höher als in RCH, KZH und bis zu einem gewissen Grad in M8.

 Die Daten deuten auf eine relativ schlechte Kenntnis des eigenen Strommixes, da ein Drittel der Haushalte in SZH f\u00e4lschlicherweise angibt, nicht erneuerbaren Strom zu verbrauchen. Dennoch ist die Kenntnis des Strommixes in SZH etwas (aber nicht signifikant) besser als in vergleichbaren Haushalten in M2.

Um die zugrundeliegenden Effekte und Zusammenhänge zu analysieren, wurden verschiedene Zufallseffekt-Regressionsanalysen durchgeführt. Eine Auswahl dieser Ergebnisse ist in der Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Zugrundeliegende Effekte und Beziehungen auf der Grundlage von Panel-Regressionsmodellen. +: positive Wirkung; -: negativer Effekt; NS: statistisch nicht signifikant bei p<0,1; NA: Nicht im endgültigen Modell enthalten, weil er in den vorläufigen Modellen nicht signifikant war. Lesebeispiel erste Zeile in der Tabelle: Haushalte mit männlichen Alleinstehenden haben einen höheren Stromverbrauch (positiver Effekt) und weniger effiziente Geräte (negativer Effekt) als Haushalte mit weiblichen Alleinstehenden. Alleinstehende Männer (negativer Effekt) setzen weniger oft Energieberatungsratschläge des BFE um als weibliche Alleinstehenden bei denen kein signifikanter Unterschied zu Mehrpersonenhaushalten zu finden war (NS=nicht signifikant). Bei männlichen und weiblichen Alleinstehenden gab es keinen Unterschied bei der Umsetzung von Energiespartipps durch lokale Versorgungsunternehmen (nicht signifikant, NS) im Vergleich zu Mehrpersonenhaushalten.

Faktoren	Höhe Stromverbrauch (kWh)	Anteil an effizienten Elektrogeräten	Umsetzung von Energie- spartipps vom BFE	Umsetzung von Energie- spartipps von Versor- gungsunternehmen
Einpersonenhaushalte Männer vs. Frauen	+	-	- / NS	NS
Mieter vs. Eigentümer	_		_	
Haus vs. Wohnung	+	NS	NS	NS
Kenntnis zum eignen Strommix (eigene Angabe)	NS	+	+	+
Energiekompetenz	NS	_	+	+
Effiziente Elektrogeräte	NS		NS	NS
Anzahl Elektrogeräte	+ meistens	+ / NS	- meistens	– meistens
Persönliche Normen	NS	NS	+	+
Vertrauen (in das BFE)	NA	NA	+	
Vertrauen (in das Versorgungs- unternehmen)	NA	NA	NS	+

Die wichtigsten Ergebnisse bezüglich des Stromverbrauchs sind:

- Der Stromverbrauch weist starke Skaleneffekte auf: Jedes zusätzliche Haushaltsmitglied hat nur etwa 12% mehr an Verbrauch. Pro Person verbrauchen kleinere Haushalte unverhältnismässig mehr als Paare und grössere Familien.
- Unter den Einpersonenhaushalten verbrauchen alleinstehende M\u00e4nner mehr (ca. 10%) und weisen eine relativ geringe Effizienz auf (ca. 5% weniger effiziente Ger\u00e4te) im Vergleich zu Frauen.
- Mieter/innen verbrauchen weniger als Eigentümer/innen (ca. 20%) und weisen geringere Effizienzinvestitionen auf (ca. 5% weniger effiziente Geräte).

- Hausbewohner/innen verbrauchen mehr als Haushalte, die in Wohnungen leben (im Durchschnitt etwa 30% bis 40%).
- Die Anzahl der Elektrogeräte hat einen positiven (d.h. Steigerung) Effekt auf den Stromverbrauch.
- Es gibt keine signifikanten Belege dafür, dass die Geräteeffizienz den Stromverbrauch senkt.
- Der Verbrauch eines Strommixes mit mehr als 50% erneuerbaren Energieträgern (eigene Angabe) scheint keine Auswirkungen auf den Gesamtstromverbrauch zu haben (d.h. es scheint keinen verhaltensbedingten Rebound-Effekt zu geben). Es besteht jedoch ein positiver Zusammenhang mit der Geräteeffizienz, so dass es keinen indirekten Rebound-Effekt gibt.

In Bezug auf die Inanspruchnahme von Beratungen lassen sich aus den Panel-Regressionen und den beobachteten Differenzmustern die folgenden Ergebnisse ableiten:

- Persönliche Normen und Vertrauen haben einen signifikanten Einfluss auf die Umsetzung von Energiespartipps.
  Auch wenn diese Variablen keinen direkten Einfluss auf Konsum/Effizienz haben, könnten sie dennoch durch ihren indirekten Effekt auf die Umsetzung von Energiespartipps eine wichtige Rolle spielen.
- Die Umsetzung von Energiespartipps ist bei Mieter/innen geringer, daher k\u00f6nnten sie bei Interventionen speziell angesprochen werden.
- Wir schlagen massgeschneiderte Beratungen vor (Zielsetzung, bestimmte Gruppe und/oder bestimmtes Konsumverhalten), z.B. Beratungen zu Effizienzinvestitionen, die sich an die Mieter/innen richten, könnte maximale Effizienz erreichen.
- Eine bessere Umsetzung von Energiespartipps kann durch die Verbesserung des Vertrauens in den Beziehungen zu den Kunden und durch auf persönliche Normen ausgerichtete Werbekampagnen erreicht werden.

## 3.3 Schlussfolgerungen

In Bezug auf das Wissen über den Strommix und die Auswirkungen der Energiekompetenz können wir die folgenden Schlussfolgerungen ziehen:

- Geringe Kenntnis des Energiemixes (etwas besser in SZH mit 66% gegenüber 57% in M2).
- Das Wissen über den Energiemix zeigt einen starken Zusammenhang mit einem in SHEDS gemessenen allgemeinen Energiekompetenz-Score, d.h. allgemeine Energiekompetenz ist niedriger, wenn das Wissen über den Energiemix auch niedriger ist und andersrum.
- Wichtige Faktoren mit signifikanten positiven Auswirkungen auf das Wissen sind persönliche Normen, Alter (>65); wohingegen Familien mit Kindern eher weniger gutes Wissen aufweisen.
- Die Energiekompetenz wirkt sich leicht (negativ) auf die Effizienz aus, d.h. je mehr Menschen über energiebezogene Themen wissen, desto geringer ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie effiziente Geräte besitzen. Es gibt jedoch keinen direkten Einfluss der Energiekompetenz auf den Stromverbrauch. Ein Teil der negativen Auswirkungen auf die Effizienz könnte durch die Besorgnis der Verbraucher über die bei der Herstellung von Geräten verbrauchte (graue) Energie erklärt werden.

 Die Bewertung der Energiekompetenz hat einen wesentlichen Einfluss auf die Umsetzung von Energiespartipps (vom BFE und Versorgungsunternehmen). Die Verbesserung der Energiekompetenz durch Informationskampagnen könnte daher ein Mittel zur Verbesserung der Beziehung zwischen Energieversorgungsunternehmen und ihren Verbrauchern sein.

Unsere politische Schlussfolgerung zu den angestrebten Auswirkungen der Energiekompetenz und der Umsetzung von Energiespartipps beruht auf der Prämisse, dass sich gezielte Beratung und Energiespartipps durch eine Verringerung des Energieverbrauchs auswirken. Obwohl diese Prämisse im Allgemeinen durch die Differenzen zwischen den untersuchten Regionen begünstigt wird, liefern unsere Regressionsergebnisse keine soliden Belege für einen statistisch signifikanten Einfluss auf den Energieverbrauch. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass unsere Daten keine ausreichenden Informationen über die spezifischen Ratschläge und Informationskampagnen liefern, die während des Untersuchungszeitraums durchgeführt wurden.

Die Aufschlüsselung der Unterschiede zwischen den Haushalten in SZH im Vergleich zu den entsprechenden Haushalten in den beiden Kontrollgruppen (KZH und M8) liefert wichtige Erkenntnisse. Die durchschnittlichen Unterschiede auf Grundlage des PSM (Modell 1) einer Auswahl von Bevölkerungssegmenten sind in Tabelle 2 und Tabelle 3 aufgeführt. Diese Ergebnisse können verwendet werden, um zu verstehen, welche Bevölkerungssegmente mit welchem spezifischen Verhalten adressiert werden können und ob diese Segmente auf die Beratung durch das BFE und die Versorgungsunternehmen ansprechen könnten. Die Ergebnisse zeigen zwar eine starke Heterogenität der Unterschiede zwischen den verschiedenen Bevölkerungssegmenten, weisen aber dennoch auf mehrere "tiefhängende Früchte" hin, d.h. auf Segmente, die bei politischen Interventionen gezielt und prioritär adressiert werden könnten.

Interessanterweise zeichnen sich Einpersonenhaushalte in SZH im Vergleich zu den Haushalten in KZH durch höheren Konsum aus, aber diese Haushalte reagieren auch relativ gut auf die Energiespartipps von Versorgungs-unternehmen.

Wir können zudem zwei Verhaltensmuster in SZH im Vergleich zu den entsprechenden Haushalten in KZH identifizieren:

- 1. Relativ geringe Geräteeffizienz, aber relativ empfänglich für die Ratschläge des Versorgungsunternehmens:
  - Männer
  - Haushalte mit niedrigem Einkommen
- 2. Relativ geringe Geräteeffizienz, aber nicht besonders beratungsfreudig:
  - Grosse Haushalte (mehr als zwei Mitglieder)
  - Mieter/innen

Für einkommensschwache Haushalte könnten finanzielle Anreize für Investitionen in Betracht gezogen werden, z.B. Zuschüsse für den Kauf effizienterer Geräte. Ebenso könnten für die beiden Gruppen, die für Beratung weniger empfänglich sind (d.h. grosse Haushalte und Mieter/innen) auch Massnahmen wie finanzielle Anreize zur Effizienzsteigerung (z.B. Geräteeffizienz) in Betracht gezogen werden. Bei grossen Haushalten kann die geringere

Beratungsaufnahme mit der Anwesenheit von Kindern in Verbindung gebracht werden. Tatsächlich stellen wir fest, dass Haushalte ohne Kinder eine bessere Aufnahmebereitschaft für die Beratung durch die Versorgungsunternehmen und das BFE zeigen.

Insgesamt können wir die folgenden Gruppen identifizieren, die prioritär angesprochen werden könnten (Gruppe mit relativ guten Beratungsaufnahmen, weshalb Informationen oder Anstösse (nudges) wirksam sein könnten). Die Beratungen sollten jedoch auf diese Zielgruppen zugeschnitten sein:

- Zur Verbesserung der Effizienz:
  - Gruppe mit niedrigem Einkommen
  - Eigentümer/innen
- Zur Verbrauchsreduzierung:
  - Einpersonenhaushalte

Abschliessend weisen unsere Ergebnisse auf die folgenden politischen Schlussfolgerungen hin:

- Insgesamt beobachten wir in SZH eine relativ gute Performance, was zwei Hauptstrategien nahelegt: Beibehaltung einer erfolgreichen Politik und Entwicklung massgeschneiderter Beratung für bestimmte Bevölkerungsgruppen (z.B. Mieter/innen) für bestimmte Verhaltensweisen.
- Informationskampagnen und andere Mittel zur Verbesserung der Energiekompetenz tragen zur Vertrauensbildung bei und könnten für eine höhere Inanspruchnahme der Beratung sorgen. Einige frühere empirische Ergebnisse deuten jedoch darauf hin, dass eine reine Informationsvermittlung wahrscheinlich nicht wirksam sein wird. Die Informationskampagnen müssen auf bestimmte Verhaltensweisen abzielen und andere Faktoren wie persönliche und soziale Normen bezüglich des Energiesparens ansprechen. Beispielsweise können Schulkampagnen zur Förderung von Wissen und sozialen Normen empfohlen werden.
- Werbekampagnen sollten wichtige Faktoren wie Vertrauen in die beratende Institution, h\u00f6here Energiekompetenz sowie Unterschiede zwischen Bev\u00f6lkerungsgruppen ber\u00fccksichtigen. Insbesondere fallen die Verhaltensunterschiede zwischen Eigent\u00fcmer/innen und Mieter/innen, Hausbewohner/innen und Wohnungshaushalten sowie zwischen m\u00e4nnlichen und weiblichen Single-Haushalten auf.

Tabelle 2: Performance der Haushalte in SZH im Vergleich zu KZH. Blau: Die SHZ zeigt eine deutlich bessere Leistung; Rot: Die SHZ weist eine deutlich geringere Leistung auf; ns+: Nicht signifikant (p=.1) mit positivem Vorzeichen; ns-: Nicht-signifikant (p=.1) mit negativem Vorzeichen; na: Nicht verfügbar aufgrund des Versagens des Matching-Modells.

	Höhe Stromver- brauch (kWh)	Anteil an effizienten Elektrogeräten	Höhe Stromver- brauchrechnung	Umsetzung von Energiespartipps vom BFE	Umsetzung von Energies- partipps von Versorgungs- unternehmen
Insgesamt	-0.13	-0.05	ns-	+0.10	+0.12
< CHF 9 K	ns+	-0.11	ns+	+0.15	+0.10
≥ CHF 9 K	-0.22	ns-	-0.14	ns+	+0.12
Alter < 65	ns-	-0.07	ns-	ns+	+0.09
Alter ≥ 65	-0.16	-0.11	ns+	na	na
Frauen	-0.24	ns-	ns-	+0.13	+0.15
Männer	-0.19	-0.06	ns-	ns+	+0.12
HH=1	+0.20	ns-	ns+	+0.12	+0.20
HH=2	-0.25	ns-	ns+	ns+	+0.14
HH > 2	-0.22	-0.09	ns-	ns+	ns-
Mieter/innen	ns-	-0.06	ns-	+0.09	ns+
Eigentümer/innen	ns-	-0.09	ns+	ns+	+0.32

Tabelle 3: Performance der Haushalte in SZH im Vergleich zu M8. Blau: Die SHZ zeigt eine deutlich bessere Leistung; Rot: Die SZH weist eine deutlich geringere Leistung auf; ns+: Nicht signifikant (p=.1) mit negativem Vorzeichen; na: Nicht verfügbar aufgrund des Versagens des Matching-Modells.

	Höhe Stromver- brauch (kWh)	Anteil an effi- zienten Elekt- rogeräten	Höhe Stromver- brauchrech- nung	Umsetzung von Energiespar- tipps vom BFE	Umsetzung von Ener- giespartipps von Ver- sorgungsunternehmen	100% erneuerbare Energieträger Strommixwissen
Insgesamt	ns+	ns-	-0.08	+0.10	NS+	ns+
< CHF 9 K	ns+	ns-	ns+	+0.12	ns+	ns+
≥ CHF 9 K	ns+	ns+	-0.13	ns+	ns+	ns+
Alter < 65	+0.10	ns-	ns-	+0.15	ns+	ns-
Alter ≥ 65	-0.17	-0.11	-0.15	na	na	+0.40
Frauen	ns-	-0.06	ns-	ns+	ns+	ns+
Männer	ns-	ns+	-0.22	ns+	ns-	ns+
HH=1	ns-	-0.09	ns-	+0.12	ns-	ns+
HH=2	ns+	ns-	-0.17	+0.13	ns+	+0.20
HH > 2	ns+	ns+	-0.20	+0.15	ns+	ns-
Mieter/innen	ns+	ns-	ns-	+0.12	ns-	+0.10
Eigentümer/innen	ns+	-0.09	ns-	ns+	+0.22	ns+