

Universität Zürich
Institut für Banking und Finance
Prof. Dr. Marc Chesney



**Universität
Zürich^{UZH}**

Masterarbeit

**Was macht eine
Gemeinde energieeffizient? –
Eine Untersuchung am Beispiel des
Kantons Zürich**

Vorgelegt von: Andika C. Willyanto

Betreuer: Dr. Jürg Syz / Prof. Dr. Marc Chesney
Banking & Finance (Quantitative Finance)

Ort, Abgabedatum: Zürich, 10. Januar 2012

Executive Summary

A. Problemstellung

Fossile Energieträger decken das Grundbedürfnis einer jeden Gesellschaft nach Wärme, Licht, Elektrizität und Arbeitskraft. Jedoch entstehen bei der Nutzung von Energie Schadstoffemissionen, die als Hauptursache des globalen Klimawandels gelten. Wegen des steigenden Energiebedarfs sind die Reduktion des Treibhausgas-Ausstosses und der Klimawandel¹ wichtige Herausforderungen unserer heutigen Gesellschaft. Parallel zum vom Menschen verursachten Klimawandel wird unter anderem in der Schweiz und in den USA einerseits über die fortlaufende Urbanisierung, andererseits über die fortschreitende Zersiedelung und die damit einhergehenden ökologischen Folgen berichtet. Die Attraktivität von urbanen Zentren lockt Menschen in die Städte, wobei diese beschuldigt werden, Hauptemittenten von Treibhausgasen zu sein. Die Urbanisierung kann aber auch ökonomische und ökologische Vorteile mit sich bringen. Es ist daher denkbar, dass urbane Faktoren nicht nur das Erscheinungsbild des Kantons Zürich prägen, sondern auch einen Einfluss auf dessen Klimakennzahlen haben.

B. Vorgehen

Die Arbeit beginnt mit einem Überblick auf die theoretischen Grundlagen, die für die vorliegende Untersuchung von Relevanz sind: Urban Economics, Energieverbrauch und Treibhausgas-Emission, der Mensch und sein Einfluss auf das Klima sowie dessen Reaktion auf Klimaveränderungen. Zahlreiche Studien zeigen, dass physikalische Eigenschaften von Städten die Klimakennzahlen beeinflussen.

Auf der literarischen Grundlage aufbauend, wird in der Untersuchung zum ersten Mal der Kanton Zürich mit seinen 171 politischen Gemeinden beleuchtet, für welche ein umfassender Datensatz der urbanen Faktoren vorliegt. Dabei werden die Gemeinden als Körperschaften und ihre Green Urban Factors als Produktionsfaktoren der CO₂-Emissionen angesehen. Fünf Hypothesen über mögliche Einflussfaktoren auf die beiden Klimakennzahlen Treibhausgas-Emissionen und Energieverbrauch werden aus der Literatur herausgearbeitet:

- H1: In Gemeinden mit hoher Bevölkerungsdichte [Einwohner/km²] sinken die Klimakennzahlen pro Kopf.

¹ Beispiele des Klimawandels: Temperaturanstieg, steigende Meeresspiegel, Eisschmelze.

- H2: In Gemeinden mit höherem Anteil [%] an nach 1995 gebauten Wohnungen sinken die Klimakennzahlen pro Kopf.
- H3: In Gemeinden mit höherem steuerbaren Einkommen [Fr, median] sinken die Klimakennzahlen pro Kopf.
- H4: In Gemeinden, in denen grüne Parteien einen höheren Wähleranteil [%] erreichen, sind die Klimakennzahlen pro Kopf tiefer.
- H5: In Gemeinden mit einem höheren Erschliessungsgrad [%] durch das Zürcher S-Bahn- und Bus-Netz sinken die Klimakennzahlen pro Kopf.

Anschliessend werden Berechnungen² zu Energieverbrauch und CO₂-Ausstoss von Haushalten hinsichtlich Wärmeversorgung, Stromverbrauch und Verkehr durchgeführt. Die Hypothesen werden mit Hilfe der verfügbaren Daten und den Berechnungen empirisch getestet. Nach der empirischen Analyse werden jene Green Urban Factors, die signifikante Einflüsse auf die Klimakennzahlen aufweisen, über die von ihnen verursachten CO₂-Emissionen finanziell bewertet. Eine Tarifierorientierung³ bieten Myclimate, und das schweizerische CO₂-Gesetz. Im Anschluss daran werden Instrumente zur Senkung von Treibhausgasen vorgestellt, welche die Gemeinden des Kantons Zürich zur weiteren Reduktion ihrer Treibhausgas-Emissionen animieren könnten. Auf den vorgestellten finanziellen Instrumenten aufbauend, schlägt die Arbeit schliesslich einen Zürcher CO₂-Ausgleichsfonds vor, dessen Ein- und Auszahlungshöhe sich auf die Green Urban Factors stützt.

C. Resultate

Mittels selbstständiger empirischer Analysen wird gezeigt, dass urbane Formen signifikante Einflüsse auf die Klimakennzahlen der einzelnen Gemeinden aufweisen. Sobald die Bevölkerungsdichte einer Gemeinde um einen Einwohner/km² höher ist, sinkt ceteris paribus der CO₂-Ausstoss/Jahr um 0.593 kg/Einwohner bzw. der Energieverbrauch/Jahr um 11.83 MJ/Einwohner. Des Weiteren hängt ein um einen Prozentpunkt höherer Anteil an Wohnungen gebaut nach 1995 ceteris paribus mit einem tieferen CO₂-Ausstoss/Jahr von 32.08 kg/Einwohner bzw. mit einem sinkenden Energieverbrauch/Jahr von 542.8 MJ/Einwohner zusammen. Ebenfalls zeigt die empirische Analyse, dass ein um einen Prozentpunkt höherer Anteil der Bevölkerung mit Anbindung an den öffentlichen Verkehr ceteris paribus mit einem

² Je nach Berechnungsmethode verbraucht ein Einwohner des Kantons Zürich durchschnittlich 130721 MJ Energie/Jahr und emittiert durchschnittlich 7522 kg CO₂/Jahr.

³ Myclimate Ausland: 30.00 Fr./t CO₂; Myclimate Schweiz: 115.00 Fr./t CO₂; CO₂-Abgabe: 36.00 Fr./t CO₂.

geringeren CO₂-Ausstoss/Jahr von 18.010 kg/Einwohner zusammenhängt, jedoch keinen signifikanten Einfluss beim Energieverbrauch aufzeigt. Die Faktoren Einkommen und Wähleranteil grüner Parteien ergeben keinen signifikanten Zusammenhang mit den Klimakennzahlen.

Die finanzielle Bewertung⁴ der Green Urban Factors ergibt für die Bevölkerungsdichte einen Wert von 0.018 bis 0.068 Fr./Einwohner und Dichte, abhängig davon, ob die Tariffhöhe nach Myclimate Ausland, Myclimate Schweiz oder der CO₂-Abgabe berechnet wird. Der Faktor Bausubstanz wird zwischen 0.962 und 3.689 Fr./Einwohner und Prozentpunkt eingeschätzt, und der Erschliessungsgrad durch ÖV wird einem Wert von 0.540 bis 2.071 Fr./Einwohner und Prozentpunkt zugeordnet.

Der vorgeschlagene CO₂-Ausgleichsfonds für den Kanton Zürich meint ein System mit indirekten CO₂-Ausgleichszahlungen, wobei sich die Höhe der zu erhaltenden oder zu zahlenden Beträge aus den Messgrößen der Green Urban Factors ergibt. Mit diesem Instrument würden Anreize für eine Optimierung der Green Urban Factors gesetzt, welche zur Folge hätten, dass die Klimakennzahlen pro Einwohner der Gemeinden sinken würden. Im Zuge eines derartigen Systems fände kein eigentlicher CO₂-Emissionsrechtehandel zwischen den Gemeinden statt. Stattdessen würden Gemeinden mit suboptimalen Green Urban Factors in einen CO₂-Ausgleichsfonds einzahlen. Die Finanzmittel aus dem CO₂-Ausgleichsfonds würden den Gemeinden mit besseren Green Urban Factors als Belohnung ausbezahlt. Hierbei wird die Höhe der zu zahlenden oder zu erhaltenden Beträge des CO₂-Ausgleichsfonds pro Gemeinde anhand dessen bestimmt, wie hoch die Differenz zwischen den einzelnen Green Urban Factors der jeweiligen Gemeinde und dem kantonalen Durchschnitt (kantonaler Benchmark) wäre.

Beispielsweise kann die Stadt Zürich jährlich durch ihre vorteilhaften Green Urban Factors rund 2'909 kg CO₂/Einwohner gegenüber dem kantonalen Schnitt einsparen und dabei ein Guthaben von 87.27 Fr./Einwohner (Bewertung Myclimate Ausland), 334.53 Fr./Einwohner (Bewertung Myclimate Schweiz) oder 104.72 Fr./Einwohner (Bewertung CO₂-Abgabe) erwirtschaften. Die Analyse der gesamten Financial Green Urban Factors zeigt auf, dass 84 Gemeinden mit ungünstigen Green Urban Factors im Durchschnitt 24.84 Fr./Einwohner (Bewertung Myclimate Ausland), 95.21 Fr./Einwohner (Bewertung Myclimate Schweiz) oder 29.80 Fr./Einwohner (Bewertung CO₂-Abgabe) in den indirekten CO₂-Ausgleichsfonds einzahlen müssten. Gleichzeitig würden rund 87 Gemeinden mit vorteilhaften Green Urban Fac-

⁴ Beispiele der Berechnungen: Wert des Faktors Bevölkerungsdichte nach Myclimate Ausland: $0.593 \text{ [kg CO}_2\text{/Einwohner]} \cdot 0.030 \text{ [Fr./kg CO}_2\text{]} = 0.018 \text{ [Fr.]}$; Wert des Faktors Bausubstanz nach Myclimate Schweiz: $32.080 \text{ [kg CO}_2\text{/Einwohner]} \cdot 0.115 \text{ [Fr./kg CO}_2\text{]} = 3.689 \text{ [Fr.]}$; Wert des Faktors öffentlicher Verkehr nach CO₂-Abgabe: $18.010 \text{ [kg CO}_2\text{/Einwohner]} \cdot 0.036 \text{ [Fr./kg CO}_2\text{]} = 0.648 \text{ [Fr.]}$.

tors aus dem Zürcher CO₂-Ausgleichsfonds im Schnitt Finanzaufwendungen in Höhe von 23.98 bis 91.92 Fr./Einwohner erhalten.

D. Allgemeine Beurteilung

In der Masterarbeit wurde erstmals gezeigt, dass ausgewählte urbane Faktoren in den 171 politischen Gemeinden des Kantons Zürich Auswirkungen auf die CO₂-Emissionen und den Energieverbrauch haben. Die Untersuchung empfiehlt, dass Politiker und Stadtplaner bei der Suche nach Reduktionsmöglichkeiten der Treibhausgase die urbanen Faktoren, die sogenannten Green Urban Factors, berücksichtigen müssen. Dabei wäre der vorgeschlagene kantonale CO₂-Ausgleichsfonds eine geeignete Massnahme, um den Gemeinden Anreize zu setzen, ihre Green Urban Factors zu optimieren und somit CO₂-Emissionen zu senken.

Der kausale Zusammenhang der in dieser Studie aufgeführten Faktoren mit den Klimakennzahlen kann lediglich nur vermutet werden. Dies bedeutet, dass der gemessene Effekt nicht zwingend ursächlich zu verstehen ist, sondern als statistisch signifikanter Zusammenhang.