

# Treibhausgasbilanzierung der Datennutzung bei IoT-Konzepten in Gebäuden

Diplomand



Marco Rutschmann

**Einleitung:** Der fortschreitende Klimawandel ist besonders in der Schweiz spürbar, wo die Durchschnittstemperatur seit der vorindustriellen Zeit um 2°C gestiegen ist. Hauptursache sind Treibhausgase aus der Energieerzeugung und dem Verkehrssektor. Die Energiestrategie 2050 zielt darauf ab, das Netto Null Ziel in weniger als 30 Jahren zu erreichen, erfordert jedoch eine Senkung der Treibhausgasemissionen in allen Sektoren. Der Gebäudesektor, verantwortlich für 40 % des Endenergieverbrauchs, hat ein grosses Potenzial zur Reduktion der Verbräuche durch die Integration von IoT-Konzepten. Diese zielen darauf ab, den Energiebedarf zu optimieren und die Treibhausgasemissionen zu reduzieren. Allerdings erfordert die Implementierung von IoT-Konzepten zusätzliche Hardware und Energie, was zu neuen Emissionen führen kann. Um die Nachhaltigkeit von IoT-Konzepten zu bewerten, ist eine detaillierte Bilanzierung notwendig. Ein Berechnungstool wurde entwickelt, um qualitative Aussagen über die verursachten Treibhausgasemissionen treffen und mögliche Rebound-Effekte identifizieren zu können.

**Vorgehen:** Ziel der Arbeit war es, die durch IoT-Anwendungen verursachten Emissionen zu quantifizieren und mit den potenziellen Einsparungen durch die Effizienzsteigerungen dieser Technologien zu vergleichen. Der Fokus lag auf der jährlichen Datennutzung in Einfamilienhaushalten und Mehrfamilienhaushalten in der Schweiz, wobei die Systemgrenzen die Rohstoffgewinnung, Produktion und Nutzungsphase umfassten. Die Entsorgung, der Transport und die Installation wurden nicht berücksichtigt. Die funktionelle Einheit ist die Datennutzung für die IoT-Anwendungen in intelligenten Haushalten, die über Aktivitätsraten in Emissionen (kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente pro Jahr) umgerechnet wird. Basierend auf typischen Use Cases wurden die Anzahl und Art der Sensoren und Aktoren bestimmt. Es wurde untersucht, wie verschiedene IoT-Komponenten wie Sensoren, Aktoren, Netzwerke und Speichersysteme zur Gesamtbilanz beitragen. Die Berechnung der Emissionen basierte auf Daten der Produktlinie von Bosch Smart Home und berücksichtigte die spezifischen Emissionsfaktoren des Schweizer Strommixes sowie der Produktionsstandorte in China.

**Ergebnis:** Die Ergebnisse zeigen, dass die durch IoT verursachten Emissionen in intelligenten Haushalten grundsätzlich gering sind (im Basis-Szenario weniger als 1 % des durchschnittlichen CO<sub>2</sub>-Fussabdrucks einer Person in der Schweiz). Verschiedene Szenarien wie die Verwendung von Fussbodenheizungen oder Mobilfunknetzen für die Datenübertragung wurden analysiert, um ihre Auswirkungen auf die Emissionen zu bewerten. Der Einsatz von IoT-Technologien kann durch eine intelligente Wärmenutzung und Stromnutzung

Emissionen einsparen. Je nach Gebäudetyp und Energieträger ist der Einsatz von IoT zur intelligenten Heizungssteuerung für die THG-Bilanz sinnvoll, wenn eine Reduktion des Energieeinsatzes für Heizzwecke zwischen 1 % und 30 % erreicht wird. Der Break-even-Punkt der THG-Emissionen für die intelligente Stromnutzung liegt bei einer 6 % Reduktion des jährlichen Strombedarfs eines durchschnittlichen Schweizer Einfamilienhaushalts (4000 kWh, ohne Heizung).

Bei der Untersuchung der Wirtschaftlichkeit konnte in den untersuchten Use Cases nur für die intelligente Heizungssteuerung von Altbauten mit Ölheizung ein ökonomischer Vorteil identifiziert werden.

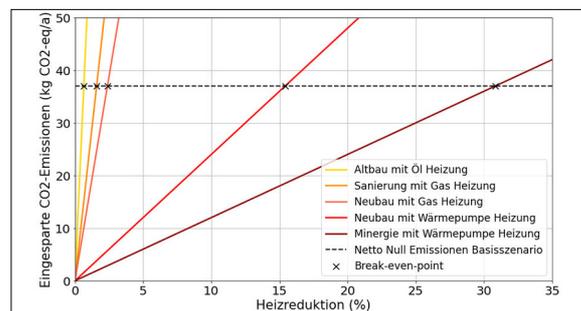
**Netto-Jahresemissionen mit einer 20 % Heizreduktion und 10 % Stromreduktion je nach Gebäude- und Heizungstyp**  
Eigene Darstellung

Szenario	Netto-Jahresemissionen [kg CO <sub>2</sub> eq / a]		
	All-in-Konzept	i. Wärmenutzung	i. Stromnutzung
Altbau mit Ölheizung	-1049	-1105	-22
Sanierung mit Gasheizung	-374	-430	-22
Neubau mit Gasheizung	-219	-274	-22
Neubau mit Wärmepumpe	42	-13	-22
Minergie mit Wärmepumpe	69	12	-22

**Netto-Jahresertrag mit einer 20 % Heizreduktion und 10 % Stromreduktion je nach Gebäude- und Heizungstyp**  
Eigene Darstellung

Szenario	Netto-Jahresertrag [CHF / a]		
	All-in-Konzept	i. Wärmenutzung	i. Stromnutzung
Altbau mit Ölheizung	-448	51	-72
Sanierung mit Gasheizung	-556	-57	-72
Neubau mit Gasheizung	-652	-153	-72
Neubau mit Wärmepumpe	-745	-246	-72
Minergie mit Wärmepumpe	-794	-295	-72

**Break-even-Punkte der THG-Emissionen pro Jahr je nach Gebäude- und Heizungstyp für den Use Case i. Wärmenutzung**  
Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Elimar Frank

Korreferentin

Corinna Baumgartner,  
ZHAW Zürcher  
Hochschule für  
Angewandte  
Wissenschaft,  
Winterthur, ZH

Themengebiet

Ökomanagement,  
Umweltökonomie

