



Doctoral Thesis

Energy efficiency strategies in urban communities Modeling, analysis and assessment

Author(s):

Fonseca Alvarado, Jimeno Andres

Publication Date:

2016

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-010639933> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

ENERGY EFFICIENCY STRATEGIES IN URBAN COMMUNITIES:
MODELING, ANALYSIS AND ASSESSMENT

DISS. ETH NO 23335

***ENERGY EFFICIENCY STRATEGIES IN URBAN COMMUNITIES:
MODELING, ANALYSIS AND ASSESSMENT***

A thesis submitted to attain the degree of
DOCTOR OF SCIENCES of ETH ZURICH
(Dr. sc. ETH Zurich)

presented by

JIMENO ANDRES FONSECA ALVARADO

Laurea Magistrale con Lode in Ingegneria dei Sistemi Edilizi, Politecnico di Milano

born on 04.04.1988

citizen of
Colombia

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Arno Schlueter
Prof. Dr. Francois Maréchal

2016

ENERGY EFFICIENCY STRATEGIES IN URBAN COMMUNITIES:
MODELING, ANALYSIS AND ASSESSMENT

ABSTRACT

The oil crisis of the late 1970s raised energy efficiency literacy worldwide. Energy conservation and distributed generation were by then key elements in the agenda of urban and energy planning authorities. A recent awareness in climate change drives a new wave of initiatives to improve the energy efficiency of urban communities.

This thesis presents a methodology and computational model for the study of energy efficiency strategies in urban communities at neighborhood and district scale (i.e., on-site energy generation, building and infrastructure retrofits, and modifications to urban form and spatial program). The method evaluates the energy, carbon and financial benefits of these strategies in plausible scenarios of urban development. For this, a computational model was created to simulate and visualize hourly flows of energy in neighborhoods and city districts and to optimize the configuration of future community energy systems. The model was applied to study the future performance and resilience of a downtown area in Switzerland.

The method is useful for three main purposes: (a) to determine patterns of energy supply and demand in future urban communities, (b) to evaluate plausible opportunities to increase the energy efficiency of these communities, and (c) to identify interdependencies between plans of urban development and the performance of energy systems.

This research provides a better understanding of how energy is distributed and becomes available in the built environment. It generates new knowledge about alternatives to increase the sustainability and resilience of cities. Moreover, it provides urban designers and energy systems engineers with a new approach to integrate plans for energy efficiency in urban communities.

Future work proposes the development of software application for performance-based urban design.

ZUSAMMENFASUNG

Die Ölkrise der späten 70er Jahre führte zu einem weltweit gesteigerten Energieeffizienzbewusstsein. Energieeinsparung und dezentrale Energieerzeugung wurden daraufhin zu Schlüsselementen an der Tagesordnung der Stadt- und Energieplanungsbehörden. Die jüngsten Auswirkungen des Klimawandels haben eine neue Welle von Initiativen zur Verbesserung der Energieeffizienz zukünftiger Stadtgebiete angetrieben.

Diese Dissertation stellt eine Methode und ein Computermodell zur Untersuchung von Energieeffizienzstrategien in Stadtgebieten auf Nachbarschafts- und Distriktsebene vor (d.h., Energieerzeugung vor Ort, Gebäude- und Infrastrukturnachrüstung und Modifizierung der Stadtform und des Raumprogramms). Ein solcher Ansatz besteht in der Bewertung der Energie-, der Emissions- und finanziellen Vorteile dieser Strategien und deren Umsetzung in plausible Szenarien der Stadtentwicklung. Dazu wurde ein Computermodell generiert, welches die stündlichen Energieflüsse der Nachbarschaften und der Stadtdistrikte simuliert und visualisiert, um daraufhin die Konfiguration von zukünftigen Energiesystemen der Stadtgebiete zu optimieren. Das Modell wurde zur Untersuchung von zukünftiger Leistung und Resilienz an einer Innenstadt in der Schweiz angewendet.

Die Methode kann für die folgenden drei Hauptziele eingesetzt werden: (a) um Muster der Energieverteilung und – nachfrage zukünftiger Stadtgebiete zu bestimmen, (b) um plausible Möglichkeiten zur Erhöhung der Energieeffizienz dieser Stadtgebiete zu evaluieren, (c) um Interdependenzen zwischen den Stadtentwicklungsplänen und der Energiesystemleistung zu identifizieren.

Diese Forschung führt zu einem besseren Verständnis der Energieverteilung und deren Verfügbarkeit der gebauten Umwelt. Es trägt damit zur Wissensbildung über mögliche Alternativen zur verbesserten Nachhaltigkeit und Resilienz der Städte bei. Darüber hinaus, bietet es Stadtplanern und Energiesystemingenieuren einen neuen Ansatz zur Integration von Energieeffizienz der Stadtgemeinden in deren Planung.

Die Entwicklung einer Softwareanwendung für eine leistungsorientierte Stadtplanung unter Energieeffizienzaspekten aufgrund der hier dargestellten Ansätze könnte diese Dissertation in Zukunft fortführen.