



Ingo Karschin (Autor)
**Entwicklung eines Netzwerk-Standort-Modells für die
ökonomische Optimierung lokaler Nahwärmesysteme**

Ingo Karschin



Entwicklung eines
Netzwerk-Standort-Modells
für die ökonomische Optimierung
lokaler Nahwärmesysteme



Cuvillier Verlag Göttingen
Internationaler wissenschaftlicher Fachverlag

<https://cuvillier.de/de/shop/publications/7104>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen, Germany
Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: info@cuvillier.de, Website: <https://cuvillier.de>



Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	iii
Abbildungsverzeichnis	v
Abkürzungsverzeichnis	vii
Formelverzeichnis	ix
1 Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung und Lösungsweg	2
2 Grundlagen der Nahwärmeversorgung und Rahmenbedingungen für Bioenergiedörfer	5
2.1 Wärmeversorgung	5
2.1.1 Wärmequellen	6
2.1.2 Leitungsnetz	6
2.1.3 Wärmekunden	8
2.1.4 Schwankungen der abgenommenen Wärmemengen	8
2.2 Bioenergiedörfer	12
2.2.1 Das Bioenergiedorf Jühnde	14
2.2.2 EEG 2012	14
2.2.3 EEG 2014	16
2.3 Schlussfolgerungen	17
3 Grundlagen der Netzwerk- und Standorttheorie	19
3.1 Graphentheorie	20
3.1.1 Steinerbäume	21
3.1.2 Flussprobleme	22
3.1.3 Netzwerkkonstruktionsprobleme	25
3.2 Standortplanung	27
3.2.1 Beschreibung von Standortplanungsproblemen	28
3.2.2 Mathematische Formulierung	29
3.2.3 Location-Allocation-Probleme	30
3.2.4 Standorte in Netzwerken	32
3.3 Lösbarkeit gemischt-ganzzahliger Programme	32
3.3.1 Flussprobleme bei Ganzzahligkeit	32
3.3.2 Lösbarkeit allgemeiner MILPs	33
4 Allgemeines Netzwerk-Standort-Modell	37
4.1 Netzwerk-Standort-Modell für das Eingüterproblem	37
4.2 Netzwerk-Standort-Modell für das Mehrgüterproblem	40
4.3 Laufzeit-Vergleich der beiden Netzwerk-Standort-Modelle	42



4.3.1	Einfluss variierender Flusskosten auf die Laufzeit	42
4.3.2	Einfluss der Knotenzahl auf die Laufzeit	44
4.3.3	Einfluss der Kantendichte im Graphen	45
5	Modell zur Analyse lokaler Nahwärmenetze in Bioenergiedörfern	49
5.1	Kapazitäten der Kraftwerke	50
5.2	Wärmeverlust	51
5.3	Berücksichtigung der Biomasseverfügbarkeit	52
5.4	Anforderungen des EEG 2012	54
5.5	Zusammenfassung des Modells für Bioenergiedörfer	55
6	Praktische Anwendung des Modells in einer Fallstudie in Niedersachsen	59
6.1	Bestimmung der Modellparameter	60
6.1.1	Kapitalwertmethode zur ökonomische Bewertung	60
6.1.2	Substratkosten und -verfügbarkeit	61
6.1.3	Kapitalwerte der Biogasanlagen nach EEG 2012	64
6.1.4	Kapitalwerte der Biogasanlagen nach EEG 2014	67
6.1.5	Bestimmung und Bewertung des Graphen	70
6.1.6	Parameter Wärmeverlust	72
6.2	Fallstudie eines Dorfes in Niedersachsen	73
6.3	Zusammenfassung und Fazit	84
7	Fallstudie in Osorno (Chile)	87
7.1	Problemstellung	87
7.2	Anpassung und Formulierung des Optimierungsmodells	87
7.3	Fallstudie	92
7.4	Zusammenfassung und Fazit	101
8	Schlussfolgerungen und Ausblick	103
8.1	Erkenntnisse aus der Entwicklung und Anwendung des Modells	103
8.2	Methodische Erweiterungen und weitere Einsatzbereiche	104
8.3	Schlussfolgerungen	110
9	Zusammenfassung	113
	Literaturverzeichnis	117