

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	V
Vorwort.....	IX
Zusammenfassung.....	XI
Abstract.....	XIII
Inhaltsverzeichnis.....	XV
Verzeichnis der Abbildungen	XIX
Verzeichnis der Tabellen	XXI
Verzeichnis der Abkürzungen.....	XXIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Einführung in die Untersuchung.....	3
1.2 Ziel der Untersuchung	4
1.3 Gang der Untersuchung	6
2 Allgemeine Aspekte.....	9
2.1 Wärmepumpe.....	9
2.1.1 Funktionsweise.....	10
2.1.2 Wärmequellen und Wärmesenken.....	15
2.1.3 Marktsituation und allgemeine Trends	23
2.1.4 Förderinstrumente und rechtliche Rahmenbedingungen	26
2.2 Charakterisierung von Seen	28
2.2.1 Entstehung von Seen	28
2.2.2 Temperatur und Durchmischung.....	30
2.2.3 Trophiegrad und Stoffhaushalt.....	33
2.2.4 Exkurs: Künstliche Seen	36
2.3 Wärmepumpen an Seen	38
2.3.1 Offene Systeme	39
2.3.2 Geschlossene Systeme.....	43
2.3.3 Beispielanlagen	47
2.3.4 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	49
3 Stand der Forschung.....	55
3.1 Europa.....	56
3.2 Asien.....	61
3.3 Nordamerika	63
3.4 Zusammenfassende Bewertung.....	66

4	Hemmnisse für die Nutzung von Wärmepumpen an Seen	69
4.1	Datenerhebung und Methodik.....	69
4.1.1	Auswahl der Forschungsmethode.....	69
4.1.2	Vorbereitung und Interviewleitfaden.....	72
4.1.3	Expertenauswahl und Experteninterviews.....	77
4.1.4	Auswertung	81
4.2	Ergebnisse.....	83
4.2.1	Voraussetzungen für WP _{See}	84
4.2.2	Auswirkungen von WP _{See} auf das Seewasser	86
4.2.3	Planung	91
4.2.4	Wirtschaftlichkeit.....	96
4.2.5	Wasserrecht	99
4.2.6	Vergleich Deutschland und Schweiz.....	106
4.3	Interpretation.....	108
4.4	Diskussion	112
5	Akzeptanz der WP-Technologie von Seiten der Wasserbehörden und Bestandsanalyse von bestehenden Anlagen in Deutschland	115
5.1	Datenerhebung und Methodik.....	115
5.1.1	Identifikation der zuständigen Wasserbehörden.....	115
5.1.2	Fragebogen.....	119
5.1.3	Auswertung	122
5.2	Ergebnisse.....	127
5.2.1	Teilnahme der Behörden an der Befragung.....	127
5.2.2	Akzeptanz der WP _{OfG} von Seiten der Wasserbehörden	131
5.2.3	WP _{OfG} in Deutschland	139
5.2.4	χ^2 -Test und Korrelationsanalyse.....	148
5.3	Interpretation.....	150
5.4	Diskussion	156
6	Wärmebedarf in Deutschland an Seen ≥ 50 ha.....	159
6.1	Datengrundlage und Methodik.....	159
6.1.1	Datengrundlage	160
6.1.2	Flächenberechnung der relevanten Flächen.....	164
6.1.3	Berechnung des Wärmebedarfs und der möglichen CO ₂ -Einsparung	167

6.2	Ergebnisse.....	173
6.2.1	Wärmebedarf an Seen in Deutschland.....	173
6.2.2	Seen mit dem größten Wärmebedarf.....	179
6.2.3	Theoretisch mögliche CO ₂ -Einsparung.....	182
6.3	Interpretation.....	186
6.4	Diskussion	190
7	Zusammenführende Betrachtung vor dem Hintergrund der Innovationsgeschichte.....	197
7.1	Voraussetzungen für Innovationen	199
7.2	Hemmnis-Modell.....	203
7.2.1	Kernkategorie Wirtschaftlichkeit	204
7.2.2	Kernkategorie Wasserrecht	209
7.3	Handlungsempfehlungen	215
8	Ausblick	219
	Literaturverzeichnis.....	223
	Anhang	249