

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	XI
Tabellenverzeichnis	XIII
Abbildungsverzeichnis	XV
1 Einleitung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielsetzung	3
1.3 Verwandte Arbeiten	8
1.4 Aufbau und Gliederung der Arbeit	13
2 Das europäische Energieversorgungssystem	17
2.1 Stand der Technik	17
2.2 Energiewirtschaftliche Entwicklung	30
2.3 Herausforderungen an eine verteilte Regelung dezentraler Energieumwandlungsanlagen	34
3 Verteilte Verhandlungen in einem dezentralen Agentensystem	37
3.1 Agentenmodell	38
3.2 Verhandlungsarchitektur	41
3.3 Preisbildung	45
3.4 Anpassen von Geboten und Angeboten	49
3.5 Modellsimulationen zum Einfluss der <i>similarity</i> und der Preisrahmengröße	67
3.6 Kommunikation über Ticket Distributoren	71
3.7 Komplexität und Skalierbarkeit des Verhandlungsalgorithmus	73
4 Dezentrales Netzmanagement	87
4.1 Bedingte Konsumenten/Produzenten	88
4.2 Peak Demand and Supply Management in DEZENT	97
4.3 Virtuelle Konsumenten/Produzenten	111

4.4	Komplexität und Skalierbarkeit des erweiterten Verhandlungsalgoritmus	123
5	Verteiltes Lernen	129
5.1	Reinforcement Learning	130
5.2	Kooperatives Lernen in DEZENT	131
5.3	Modellsimulation des DECOLEARN-Algorithmus	137
5.4	Komplexität und Skalierbarkeit von DECOLEARN	143
6	Experimentelle Untersuchungen	145
6.1	Qualitätsmerkmale und Systemparameter in DEZENT	148
6.2	Experimentelle Vorgehensweise	149
6.3	Erzeugen einer Klasse realitätsnaher Konfigurationen	153
6.4	Aufbau des experimentellen Beispielnetzes	159
6.5	Experimentelle Untersuchung von DEZENT ohne Peak Management	166
6.6	Experimentelle Untersuchung von DEZENT mit Peak Management	185
6.7	Zusammenfassung der fallstudienhaften Untersuchung	199
7	Dezentrale Betriebsführung	205
7.1	Leitungsüberlastungen durch veränderte Versorgungskonfigurationen	207
7.2	Spannungsprofil in einem strahlenförmigen Netz	210
7.3	Herkömmliche Verfahren zur Bewertung von Betriebszuständen	213
7.4	Stable State Recognition	216
8	Fazit und Ausblick	241
8.1	Fazit	241
8.2	Ausblick	244
A	Anhang	249
A.1	Lastgangkurven Einzelhaushalte	249
A.2	Lastgangkurve Photovoltaik	252
A.3	Lastgangkurve Windkraft	253
Literaturverzeichnis		255