



# Inhalt

1	Einleitung und Problemstellung.....	7
2	Abgrenzung, Rechtliche Vorgaben und Konzeptentwicklung .....	12
2.1	Räumliche Abgrenzung .....	12
2.2	Relevante rechtliche Fragestellungen.....	14
2.2.1	Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (EnWG) .....	15
2.2.2	Gesetz über den Vorrang Erneuerbarer Energien (EEG) .....	17
2.2.3	Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen (DIN EN 50160) .....	23
2.2.4	Erzeugungsanlagen am Mittelspannungsnetz (BDEW-Richtlinie) .....	25
2.2.5	Erzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz (VDE-Anwendungsregel 4105).....	31
2.3	Netzplanerische Grundlagen.....	34
2.3.1	Funktion stationärer Leistungsflussberechnungen .....	34
2.3.2	Netzzuverlässigkeit .....	36
2.3.3	Modellierung der Netzaufgabe.....	39
2.3.4	Verwendung des Spannungsbandes.....	45
2.4	Grundlagen der betrachteten Betriebsmittel .....	53
2.4.1	Mittelspannungsleitungen.....	53
2.4.2	Regelbare Ortsnetztransformatoren .....	60
2.5	Konzeptüberlegungen.....	66
3	Modellierung.....	67
3.1	Modellierung des regelbaren Ortsnetztransformators .....	67
3.1.1	Analytische Betrachtung der Transformatorregelung.....	69
3.1.2	Nutzenfaktoren .....	80
3.1.3	Systemauswahl .....	86
3.2	Modellierung des Leitungsnetzes .....	89



3.2.1	Spannungsverhalten und Analyse der Einzelleitung.....	90
3.2.2	Aufbau eines Netzmodells .....	98
3.2.3	Parametrierung.....	107
3.2.4	Modellierung der Einsatzgrenze .....	108
3.3	Modellierung der Netzaufgabe .....	111
3.3.1	Prognosezeitraum.....	111
3.3.2	Prognose der Aufnahmefunktion .....	112
3.3.3	Prognose der Lieferfunktion .....	120
3.3.4	Ermittlung relevanter Auslegungsfälle .....	125
3.4	These .....	126
4	Verifikation an realen Netzen .....	128
4.1	Netzauswahl.....	128
4.2	Beschreibung und Planungsansätze.....	130
4.2.1	Umspannungsbereich Ahlden.....	130
4.2.2	Umspannungsbereich Nettlingen .....	135
4.3	Berechnungsergebnisse .....	139
4.3.1	Umspannungsbereich Ahlden.....	140
4.3.2	Umspannungsbereich Nettlingen .....	143
4.3.3	Analyse.....	145
5	Schlussfolgerungen .....	150
5.1	Fazit .....	150
5.2	Implikationen für die betriebliche Praxis.....	152
5.3	Implikationen für die weitere Forschung.....	154
6	Literatur .....	159