

Inhalt

1 Einleitung und Problemstellung.....7

2 Abgrenzung, Rechtliche Vorgaben und Konzeptentwicklung12

2.1 Räumliche Abgrenzung12

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 Leistungsflussberechnungen34

2.3.2 Netzzuverlässigkeit36

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 Ortsnetztransformatoren60

2.5 Konzeptüberlegungen.....66

3 Modellierung.....67

3.1 Modellierung des regelbaren Ortsnetztransformators67

3.1.1 Analytische Betrachtung der Transformatorregelung.....69

3.1.2 Nutzenfaktoren.....80

3.1.3 Systemauswahl86

3.2 Modellierung des Leitungsnetzes89

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	Umspannwerksbereich Ahlden.....	130
4.2.2	Umspannwerksbereich Nettlingen	135
4.3	Berechnungsergebnisse	139
4.3.1	Umspannwerksbereich Ahlden.....	140
4.3.2	Umspannwerksbereich 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