

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis v

1 Einleitung	1
1.1 Einflüsse auf die Netzplanung	1
1.2 Vergleich von Kabel und Freileitung	5
1.3 Ziel und Gliederung dieser Arbeit	6
2 Analyse	9
2.1 Hochspannungskabel mit VPE-Isolierung	9
2.1.1 Historie kunststoffisolierter Hochspannungskabel . .	9
2.1.2 Komponenten einer Kabelanlage	11
2.1.3 Auslegung und Dimensionierung der Kabelanlage . .	14
2.1.4 Innovationen und Entwicklungstrends bei VPE-Kabeln	18
2.2 Definition des Betrachtungsbereichs	19
2.2.1 Systembereich	19
2.2.2 Zeitbereich	21
2.3 Charakteristika ländlicher Versorgungsaufgaben	21
2.4 Einfluss vollständiger Verkabelung auf das Netz	26
2.4.1 Elektrisches Betriebsverhalten	27
2.4.2 Trassenverlauf	33
2.4.3 Sternpunktbehandlung	35
2.4.4 Versorgungszuverlässigkeit	37
2.4.5 Wirtschaftliche Aspekte	41

i

3	Methodisches Vorgehen	47
3.1	Generierung ländlicher Versorgungsaufgaben	49
3.2	Ermittlung von Referenznetzen mit Genetischen Algorithmen	52
3.2.1	Verfahrenserweiterungen zur Planung reiner Kabelnetze	54
3.3	Probabilistische Zuverlässigkeitsanalyse	55
3.4	Transiente Modelle	58
3.5	Untersuchungsprogramm	60
3.5.1	Parametrierung der Versorgungsaufgaben	61
3.5.2	Planungsvorgaben zur Ermittlung von Referenznetzen	63
4	Untersuchungsergebnisse	65
4.1	Auswirkungen auf die Netzgestaltung	65
4.1.1	Trassen- und Stromkreislänge	66
4.1.2	Schaltanlagenkonzepte	70
4.1.3	Betriebsmitteldimensionierung	72
4.2	Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit	75
4.2.1	Erhöhte Redundanz in Kabelnetzen	79
4.3	Auswirkungen auf die Kurzschlussleistung	82
4.4	Auswirkungen von Schaltvorgängen	85
4.4.1	Einschaltvorgänge	85
4.4.2	Ausschaltvorgänge	88
4.5	Wirtschaftliche Auswirkungen	90
4.5.1	Einfluss der Modellierung von Versorgungsaufgaben auf die Netzkosten	91
4.5.2	Wirtschaftlicher Vergleich von Kabel- und Freileitungsnetzen	92
4.6	Fazit der Untersuchungen	95
5	Zusammenfassung	99
	Literaturverzeichnis	103

A Anhang	117
A.1 Elektrische Kenndaten	117
A.1.1 110-kV-Leitungen	117
A.1.2 Transformatoren	117
A.2 Zuverlässigkeitskenndaten	118
A.2.1 Niederohmig geerdete Kabelnetze	118
A.2.2 Kompensiert geerdete Freileitungsnetze	119
A.3 Wirtschaftliche Kenndaten	121
A.3.1 Allgemeine Daten zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung	121
A.3.2 Investitionskosten Leitungen	121
A.3.3 Investitionskosten Stationen	122
A.3.4 Betriebskosten	122