

Vorwort	5
 Teil I: Gesamtwirtschaftliche Bewertung von Stromverteilungssystemen	 15
1 Technologiebewertung:	
Gesellschaftliche Konflikte und soziale Kosten	15
1.1 Raumordnerische Zielkonflikte	17
1.2 Zur Bewertung der sozialen Kosten	20
 2 Gesamtwirtschaftliche Optimierung verschiedenartiger Stromverteilungssysteme	 26
2.1 Energiewirtschaftliche Funktionen von Hoch- und Höchstspannungsleitungen	26
2.2 Ablauf des Planungs- und Genehmigungsverfahrens	30
2.3 Bewertungsverfahren für Hochspannungsleitungen	35
2.3.1 Probleme der Einbindung und Bewertung von Höchstspannungsleitungen	36
2.3.2 Probleme der Bewertung von 110-kV-Leitungen	40
 Teil II: Verkabelung von 110-kV-Hochspannungsleitungen	 42
3 Technische Möglichkeiten der Verkabelung	42
3.1 Bisher verwendete 110-kV-Kabelarten	44
3.2 In Entwicklung befindliche 110-kV-Kabelarten	45
3.3 Erläuterung grundlegender Begriffe	46
3.4 Technischer Vergleich der 110-kV-Kabelarten	52
3.4.1 Vergleichskriterien	52
3.4.2 Freileitung versus Kabel	56
3.4.3 Zusammenfassung	60

4	Versorgungssicherheit von Erdkabel und Freileitung	63
4.1	Energiewirtschaftliche Funktionen von 110-kV-Leitungen	63
4.2	Leitungstyp und Versorgungssicherheit	65
4.3	Mittlere Nichtverfügbarkeit von Einzelsystemen nach veröffentlichten Störungsstatistiken	66
4.4	Mittlere Nichtverfügbarkeit von Doppelsystemen - wahrscheinlichkeitstheoretische Analyse	70
5	Einzelwirtschaftlicher Kostenvergleich von Erdkabel und Freileitung	75
5.1	Kosten für Material und Montage	77
5.2	Grundstücksentschädigung	79
5.3	Betriebskosten	81
5.3.1	Wartungskosten	82
5.3.2	Kosten für Störungsbeseitigung	82
5.3.3	Verlustkosten	83
5.4	Vergleich der einzelwirtschaftlichen Kosten	86
5.5	Zusammenfassung	91
6	Gesamtwirtschaftlicher Kostenvergleich von Erdkabel und Freileitung	93
6.1	Energiewirtschaftliche Notwendigkeit	95
6.2	Begriff der sozialen Kosten	97
6.3	Landschaftstypen	98
6.4	Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Kosten am Beispiel von 110-kV-Hochspannungsleitungen	101
Teil III:	Einige Anwendungsfälle	105
7	Freileitung versus Kabel	105
7.1	Bewertung von ausgewählten 110-kV-Leitungen	105
7.1.1	Friedberg-Süd	105
7.1.2	Nieder-Florstadt	106
7.1.3	Rosbach v. d. Höhe	108
7.1.4	Bickenbach	109

7.1.5	Seeheim-Jugenheim	110
7.1.6	Ringleitung Wiesbaden	111
7.1.7	Obertiefenbach - Allendorf	114
7.2	Zusammenfassung und Schlußfolgerungen	116
8	Exemplarische Bewertung einer 380-kV-Trasse	118
8.1	Bewertungskriterien für Höchstspannungsleitungen	119
8.2	Alternativtrassen	121
8.3	Gesamtwirtschaftliche Bewertung	123
8.3.1	Erschließungseffekt	126
8.3.2	Landschafts- und Umweltschutz	127
8.3.3	Politische Auswirkungen und erforderliche zusätzliche Abstimmungen	129
8.4	Zusammenfassung	130
8.5	Exkurs: Wie zuverlässig sind einzelwirtschaftliche Kostenangaben?	132
Teil IV:	Annex - Technologie von Erdkabeln	136
9	Technische Grundlagen von Erdkabeln	136
9.1	Bisher verwendete 110-kV-Erdkabel	137
9.1.1	Niederdruck-Ölkabel	137
9.1.2	Hochdruck-Ölkabel	138
9.1.3	Gasinnendruckkabel	138
9.1.4	Gasaußendruckkabel	141
9.1.5	Kunststoffkabel	141
9.2	In Entwicklung befindliche 110-kV-Kabelarten	144
9.2.1	Gasisolierte Kabel	144
9.2.2	Drehstrom - Koaxialkabel	145
9.3	Vergleich der 110-kV-Kabelarten	146
9.3.1	Elektrische Beanspruchung	146
9.3.2	Strombelastbarkeit, Übertragungsleistung, Verluste	148
9.3.3	Betriebskonstanten, Wellenwiderstand	151
9.3.4	Ladestrom, Erdschlußstrom, Ladeblindleistung	152
9.3.5	Montage	154
9.3.6	Umweltbeeinflussung	157

9.3.7	Zuverlässigkeit	157
9.3.8	Einsatzbereich der Kabelarten	161
10	Vergleich von Freileitung und Erdkabel	163
10.1	Übertragungsleistung und Leitungsverluste	163
10.2	Betriebskonstanten	169
10.3	Spezifischer Spannungsabfall	170
10.4	Ladestrom und Ladestromkompensation	171
10.5	Erdschlußstrom	171
10.6	Wellenwiderstand, natürliche Leistung	175
10.7	Beeinflussungen durch die Umwelt	176
10.7.1	Mechanische Phänomene	176
10.7.2	Elektrische Phänomene	177
10.7.3	Verschmutzung	177
10.8	Einflüsse von Leitungen auf die Umwelt	177
10.8.1	Optische Beeinflussung	177
10.8.2	Geräusche	178
10.8.3	HF-Störungen	178
10.8.4	Elektromagnetische Felder	179
10.8.5	Ohmsche, induktive und kapazitive Kopplung	179
10.9	Verhalten der Leitungen bei Störungen	180
10.9.1	Überströme	180
10.9.2	Überspannungen	180
11	Literaturverzeichnis	182
12	Sachverzeichnis	187