

**Stefan Trost**

# **Reduzierung der Netzverluste im Rahmen von Investitionstätigkeiten**

**Trost, Stefan: Reduzierung der Netzverluste im Rahmen von Investitionstätigkeiten. Hamburg, Diplomica Verlag GmbH 2015**

Buch-ISBN: 978-3-95850-504-9

PDF-eBook-ISBN: 978-3-95850-004-4

Druck/Herstellung: Diplomica® Verlag GmbH, Hamburg, 2015

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

---

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden und die Diplomica Verlag GmbH, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Alle Rechte vorbehalten

© Diplomica Verlag GmbH

Hermannstal 119k, 22119 Hamburg

<http://www.diplomica-verlag.de>, Hamburg 2015

Printed in Germany

# INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis .....	V
Tabellenverzeichnis .....	VII
Abkürzungsverzeichnis .....	VIII
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1 Themenauswahl und Motive zur Studie.....	1
1.2 Hypothesen und Zielsetzung der Arbeit.....	4
1.3 Zusammensetzung der Arbeit .....	5
1.4 Werkzeuge zur Erstellung der Studie .....	6
<b>2 DIE WERTSCHÖPFUNGSKETTE.....</b>	<b>8</b>
2.1 Wertschöpfungskette .....	8
2.1.1 Erzeugung.....	9
2.1.2 Übertragung .....	11
2.1.3 Verteilung.....	13
2.1.3.1 Freileitungen.....	14
2.1.3.2 Kabelleitungen .....	15
2.2 Netzzustand.....	16
2.2.1 Einfluss der kommerziellen Verluste auf den Netzzustand .....	16
2.2.2 Fernwärme; eine Herausforderung für Elektrizitätsversorger in Mazedonien .....	17
<b>3 NETZVERLUSTE.....</b>	<b>19</b>
3.1 Definition von Netzverlusten .....	19
3.2 Bestreben der Verlustreduktion im Verteilnetz .....	20
3.3 Gliederung der Netzverluste .....	21
3.3.1 Technische Netzverluste .....	22
3.3.1.1 Lastunabhängige Verluste.....	22
3.3.1.2 Lastabhängige Verluste.....	24
3.3.2 Nichttechnische Netzverluste .....	25
3.3.2.1 Datenverarbeitungsfehler.....	26

3.3.2.2	Kommerzielle Verluste.....	27
<b>3.4</b>	<b>Messtechnische Erhebung der Netzverluste .....</b>	<b>34</b>
3.4.1	Regionsebene .....	34
3.4.2	Trafostations- und Abzweigebene.....	35
<b>4</b>	<b>ANLEITUNG UND HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN ZUR REDUZIERUNG DER NETZVERLUSTE .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1</b>	<b>Einleitung zu den Handlungsempfehlungen .....</b>	<b>37</b>
4.1.1	Projektdefinition.....	39
4.1.2	Projektmanagement des Projektes .....	41
4.1.3	Das Projektportfolio im Einklang mit den Maßnahmen .....	43
<b>4.2</b>	<b>Gruppenzählplatzversetzung .....</b>	<b>45</b>
4.2.1	Eingesetzte Materialien.....	45
4.2.1.1	Im Jahr „1“ der Implementierung .....	45
4.2.1.2	Die Folgejahre .....	48
4.2.2	Evaluierung der potenziellen Regionen/Trafostationen .....	53
4.2.3	Grundlagen der Projektbewertung .....	55
4.2.3.1	Allgemeine Projektbewertungskriterien .....	56
4.2.3.2	Projektbewertungskriterien in Bezug auf die Gruppenzähl- platzversetzung .....	57
4.2.3.3	Projektbewertung anhand von Wirtschaftlichkeitsrechnungen .....	58
4.2.4	Behördliche Einreichung des Projektes und Erhalten der Genehmigungen .....	62
4.2.5	Nachhaltige Analyse der Ergebnisse der Realisierung.....	63
4.2.5.1	Verlustanalyse.....	64
4.2.5.2	Analyse der Einbringlichkeit.....	66
4.2.6	Einfluss auf die Netzverluste .....	67
<b>4.3</b>	<b>Einzelzählplatzversetzung .....</b>	<b>67</b>
4.3.1	Verwendete Materialien .....	68
4.3.2	Evaluierung der potenziellen Kunden .....	72
4.3.3	Nachhaltige Analyse der Ergebnisse.....	73
<b>4.4</b>	<b>Zählertauschprogramm .....</b>	<b>74</b>
4.4.1	Nutzen des Zählertausches .....	75
4.4.2	Dynamik des Tauschprogramms .....	75
<b>5</b>	<b>SCHLUSSBEMERKUNG/RESÜMEE .....</b>	<b>76</b>
<b>5.1</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>76</b>

5.2	Diskussion der Hypothesen.....	79
5.3	Diskussion der Handlungsempfehlungen .....	81
5.4	Ausblick .....	82
6	QUELLENVERZEICHNIS .....	LXXXIV



## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Der Energiesektor entlang der Wertschöpfungskette .....	8
Abbildung 2: Struktur der Energieerzeugung in der Republik Mazedonien .....	10
Abbildung 3: Bedarf an Grund- Mittel und Spitzenlast an einem Sommer- beziehungsweise Wintertag ..	11
Abbildung 4: Leistungsformel .....	12
Abbildung 5: Niederspannungsfreileitungsmast mit vier A2Y - Leiter .....	14
Abbildung 6: Niederspannungskabel 0,6/1kV NAYY-J 4x35mm <sup>2</sup> .....	15
Abbildung 7: Vergleich Abmeldung Fernwärmenetz vs. notwendige Netzleistung .....	18
Abbildung 8: Formel und Definition der Verlustenergie .....	19
Abbildung 9: Gliederung der Netzverluste .....	22
Abbildung 10: Tagesbelastungskurve bei (1) Umspanner 110/10kV (2) Transformator 10/0,4kV und (3) Vollelektrifiziertes Vierfamilienhaus .....	25
Abbildung 11: Erläuterung der Register im elektronischen Zähler welche zur Evaluierung dienen .....	29
Abbildung 12: Monatlicher Verbrauch vor und nach der Manipulation .....	29
Abbildung 13: Erläuterung der ersten Manipulationsmöglichkeit .....	30
Abbildung 14: Erläuterung der zweiten Manipulationsmöglichkeit .....	31
Abbildung 15: Bypass in einem Mehrparteienhaus .....	32
Abbildung 16: Bypass am Dachstuhl (der rote Pfeil ist der Bypass) .....	32
Abbildung 17: Bypass mit automatischer Abschaltung durch einen Schütz .....	33
Abbildung 18: Direktanschluss an das Versorgungsnetz ohne Messeinrichtung .....	34
Abbildung 20: Bilanzmessung mit Abzweigmessung .....	35
Abbildung 21: Magisches Dreieck des Projektmanagements .....	43
Abbildung 22: Gegenüberstellung von Programm, Einzelprojekten und Projektportfolio .....	44
Abbildung 23: Modem zur Fernauslesung, „Alarmbaugruppe“ 2010 .....	46
Abbildung 24: Topologie der „Alarmbaugruppe(n)“ - alt .....	47
Abbildung 25: Zählerkästen der alten Generation (in Rot umrahmt ist die Alarmbaugruppe .....	47
Abbildung 26: Zählerkasten der neuen Generation mit 9 Zählplätzen (in Rot ist das Gehäuse für die Alarmbaugruppe umrahmt) .....	48
Abbildung 27: Zählerkasten der neuen Generation mit Schaufenster (in Rot ist das Gehäuse für die Alarmbaugruppe umrahmt) .....	49
Abbildung 28: Überwachungszentrum für die Zählerkästen der Gruppenzählplatzprojekte .....	50
Abbildung 29: Neue Alarmbaugruppe (in Rot eingezeichnet ist das Kommunikationsmodem) .....	50
Abbildung 30: Topologie der „Alarmbaugruppe(n)“ - neu .....	51
Abbildung 31: Basis Station für Kommunikation zwischen den Projekten und den Überwachungszentrum .....	52
Abbildung 32: Generelle Struktur der Firma ADD von SMART – metering .....	53
Abbildung 33: Meistverwendeter drei Phasen Zähler – SMART – meter von ADD .....	53
Abbildung 34: Netztopologie bei „Markierung“ zur Verlustanalyse .....	54

<i>Abbildung 35: Mittelfristige Planung von Gruppenzählplatzversetzungen .....</i>	<i>55</i>
<i>Abbildung 36: Visualisierung der eindimensionalen Projektbewertungsverfahren .....</i>	<i>59</i>
<i>Abbildung 37: Verlustentwicklung vor- und nach der Projektrealisierung .....</i>	<i>65</i>
<i>Abbildung 38: Tägliche Verlustbilanz von SMART – meter System .....</i>	<i>66</i>
<i>Abbildung 39: Zählerkasten für einen Zählplatz – MRO 1 .....</i>	<i>69</i>
<i>Abbildung 40: Konstruktionschema des MRO 1 (in Rot eingezeichnet ist das Kommunikationsmodem). 70</i>	
<i>Abbildung 41: MRO – KU genutzt für Einzelzählplatzversetzung .....</i>	<i>71</i>
<i>Abbildung 42: Visuelle Darstellung einer Einzelzählplatzversetzung.....</i>	<i>72</i>

## TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1: Strukturdaten des Mazedonischen Stromnetzes.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabelle 2: Eingabeblatt für Wirtschaftlichkeitsberechnung .....</i>	<i>61</i>

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

<i>DSO</i>	<i>Distribution System Operator</i>
<i>Etc.</i>	<i>et cetera</i>
<i>GIS</i>	<i>Geografisches Informations System</i>
<i>GWh</i>	<i>Giga Watt Stunde</i>
<i>km</i>	<i>Kilometer</i>
<i>kW</i>	<i>Kilowatt</i>
<i>SEE</i>	<i>South East Europe (Südosteuropa)</i>
<i>TSO</i>	<i>Transmission System Operator</i>
<i>ÜNB</i>	<i>Übertragungsnetzbetreiber</i>
<i>VNB</i>	<i>Verteilnetzbetreiber</i>
<i>W</i>	<i>Watt</i>

# 1 Einleitung

## 1.1 Themenauswahl und Motive zur Studie

In den vergangenen Jahren hat es eine verstärkte Investitionstätigkeit in weiten Teilen der SEE Region aufgrund von Privatisierungen staatlicher Energiebetriebe. Insbesondere fehlende Liquidität kombiniert mit fehlender Energieproduktionskapazität hat zu diesen Privatisierungen und letztendlich zu ausländischen Investments geführt.

Reine Energieversorgungsunternehmen sahen in ihren angestammten Kernmärkten kein Wachstumspotenzial mehr; vorhandene Liquidität konnte nun zum Erwerb von Energieversorgungsunternehmen oder Produktionskapazitäten in der SEE Region eingesetzt werden. Da ein Großteil der Investitionen vor dem Ausbruch der weltweiten Wirtschafts-, Finanz- und jetzt Schuldenkrise getätigt wurden, sind die Investoren von anhaltend überdurchschnittlich hohen (im Vergleich zu jenen im Mitteleuropa) Wachstumsraten für die SEE Region ausgegangen.

Einige Jahre später hat sich das Bild deutlich gewandelt. Mitunter haben einige Investoren die Märkte bereits wieder verlassen, da die positiven Zukunftsperspektiven der Realität gewichen sind. In vielen ehemaligen Ostblockländern sind ausländische Investoren mit instabilen politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen konfrontiert. Zudem herrscht in vielen dieser Länder eine enorme Arbeitslosigkeit gepaart mit einem sehr geringen Bruttoinlandsprodukt. Da es in diesen Regionen kaum funktionierende Sozialprogramme gibt, findet man sich als Investor – insbesondere als Energieversorger – direkt in einer Sozialdebatte wider, wobei diese Diskussion in der Regel sehr populistisch geführt wird und der Investor als Spielball zwischen regierender und in Opposition befindlicher Partei „herhalten“ muss.

Da in vielen dieser Länder Strom oftmals noch immer als Allgemeingut gesehen wird sowie in der Vergangenheit keine Konsequenzen für das Nichtbezahlen der Stromrechnung aber auch für das Stehlen von Strom erfolgten, sind Energieversorger mit einer Folge von Herausforderungen konfrontiert.