Beitrag zur Erhöhung der Effizienz und Prozesssicherheit in der elektrischen Energieversorgung durch integrierte zeitvariable Betriebsmittelkennzeichnung

Von der Fakultät
für Maschinenbau, Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen
der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus zur
Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte Dissertation

von

Dipl.-Ing. Johann Pohany
geb. am 09.03.1961 in Sindelfingen

Vorsitzender:	Prof. Dr.-Ing. Klaus Pfeiffer
Gutachter:	Prof. Dr.-Ing. Harald Schwarz
Gutachter:	Prof. Dr.-Ing. Rainer Bitsch
Gutachter:	Prof. Dr. rer. pol. Jens Dibbern

Tag der mündlichen Prüfung: 26.02.2010

Berichte aus der Energietechnik

Johann Pohany

Beitrag zur Erhöhung der Effizienz und Prozesssicherheit in der elektrischen Energieversorgung durch integrierte zeitvariable Betriebsmittelkennzeichnung

Shaker Verlag
Aachen 2010

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.

Zugl.: Cottbus, BTU, Diss., 2010

Copyright Shaker Verlag 2010
Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8322-9330-7
ISSN 0945-0726

Shaker Verlag GmbH • Postfach 101818 • 52018 Aachen
Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9
Internet: www.shaker.de • E-Mail: info@shaker.de

Vorwort

Die Überlegungen zur vorliegenden Arbeit begannen während meiner Tätigkeit im Bereich „Power Transmission and Distribution“ der Siemens AG. Der Impuls für die Konkretisierung der Arbeit war die Großstörung des UCTE-Netzes im Jahre 2006. Konkrete Erweiterungen und Denkanstöße erfolgten während meiner Tätigkeit als Lehrbeauftragter für das Gebiet „Energy Information Systems“ am Lehrstuhl Dezentrale Energiesysteme und Speichertechnik des Instituts für Energietechnik der Fakultät 3 an der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus.

Herr Prof. Dr.-Ing. Rainer Bitsch regte diese Arbeit an und begleitete die Durchführung mit zahlreichen wertvollen Hinweisen und Diskussionen. Für seine ständige Gesprächsbereitschaft, die gute Zusammenarbeit und Offenheit bedanke ich mich besonders herzlich. Herrn Prof. Dr.-Ing. Harald Schwarz danke ich ebenfalls für das ständige Interesse am Arbeitsfortschritt und für die konstruktive Diskussion über konkrete Anwendungsfälle. Bei Prof. Dr. Jens Dibbern bedanke ich mich für die wertvollen Hinweise und Anregungen aus dem Gebiet der Design Science, ohne die die Bewertung der Arbeit im Umfeld der Forschung an Informationssystemen nicht möglich gewesen wäre.

Des Weiteren möchte ich mich bei Herrn Alexander Mikula aus Wien sowie bei Andy Zetlan aus San Jose und Kevin Smith aus Toronto für die zahlreichen anregenden Diskussionen bedanken.

Mein herzlicher Dank gilt ferner allen Freunden und Fachkollegen, die mich durch ihre ständige Diskussionsbereitschaft unterstützt haben.

Cottbus, im Februar 2010 Johann Pohany

Kurzfassung

Beitrag zur Erhöhung der Effizienz und Prozesssicherheit in der elektrischen Energieversorgung durch integrierte zeitvariable Betriebsmittelkennzeichnung

Die Deregulierung/Liberalisierung des Energiemarktes setzt die nun im Wettbewerb befindlichen Energieunternehmen dem Zwang zur Kostensenkung aus. Durch innerbetriebliche Optimierungen werden Leitstellen von Energieverteilern konsolidiert, Energieversorger integriert und die Informationsverarbeitung zunehmend von der ursprünglichen Informationsquelle isoliert. Es entstehen Datenzentren, die die gesamten Betriebsmittel eines Energieverteilers verwalten. Neben der zentralen Informationsverarbeitung erfolgt eine Effizienzsteigerung durch die Integration der einzelnen Informationssysteme. Die Betriebsmittel der Energieversorger werden in unterschiedlichen Informationssystemen mit meist unterschiedlichen Bezeichnungen, Attributen, Gültigkeitsdauern und Aggregationsstufen gespeichert. Ein ganzheitlicher Zugriff auf diese Betriebsmittel für zum Beispiel zukünftige Ausbauplanungen oder Sicherheitsberechnungen ist ohne manuelle Selektion der Basisdaten bisher nicht möglich. Der Austausch von betriebsrelevanten Daten von Teilnetzen in unterschiedlichen Zuständigkeitsbereichen erfolgt nach wie vor nur zu festgelegten Zeitpunkten und in begrenztem Umfang. Die vorliegende Arbeit befasst sich deshalb mit der Erhöhung der Prozesssicherheit durch integrierte zeitübergreifende Betriebsmittelkennung in Übertragungs- und Verteilnetzen. Als Schlüssel für innovative Ansätze wird besonders auf den Zugriff und die Verwaltung der Daten – basierend auf zentraler Indizierung von Betriebsmittelattributen unter Berücksichtigung der zeitlichen Relevanz bei dezentraler Speicherung der Daten – eingegangen. Zudem werden Einführungsoptionen solch integrierter Lösungen diskutiert und organisatorische und ökonomische Möglichkeiten zur Verknüpfung von vorausschauendem Netzsicherheitsmanagement im Verteilnetz und zukünftiger marktorientierter Betriebsführung aufgezeigt. Mit einer eingehenden Untersuchung eines zukünftig möglichen Szenarios mit unterschiedlichen Informationssystemen wird verdeutlicht, wie aus einer unkoordinierten Betriebsmittelverwaltung unter Zugrundelegung der Ausführungen dieser Arbeit die Prozesssicherheit signifikant erhöht werden kann.

Abstract

Operational process improvement of a power supply by time-dependent asset indexing.

Deregulation/liberalization exposes the competing utilities to the constraint of cost optimization. Due to organizational optimizations, control centers will be consolidated, utilities will be integrated, and data processing will be more and more isolated from the origin of the information. Data centers arise where all the assets of the utility as a whole will be handled. Besides centralized data processing, efficiency gain is based on the integration of the various information systems. The assets of a utility are stored in different information systems mainly with different identifiers, attributes and validity dates, and within different aggregations. Integrated access to the assets, e.g. for extension planning or security calculations, is currently not possible without manual intervention. The exchange of operational data between parts of networks with different responsibilities is currently done on the basis of fixed schedules only and only with limited data sets. The presented thesis deals with the process improvement by time-dependent asset indexing in transmission and distribution grids. As they are crucial for innovative approaches, particular attention is given to the access to and administration of assets based on centralized asset attribute indexing, based on decentralized asset storage. In addition, deployment options for such integrated solutions will be discussed and organizational and economic benefits of the combination of reliability management in distribution grids and future market-oriented asset management will be identified. Based on a detailed analysis of a future possible scenario with various information systems, the way in which the migration of the uncoordinated asset management based on centralized asset attribute indexing significantly enlarges the process maturity will be pointed out.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 1
Kurzfassung/Abstract 2
Inhaltsverzeichnis 4
Abbildungsverzeichnis 6
Tabellenverzeichnis 8
Abkürzungsverzeichnis 9
1. Einleitung 11
1.1. Motivation und Ziele 11
1.2. Aufbau der Arbeit 13
2. Rahmenbedingungen 15
2.1. Organisatorische Ausgangssituation/Systemlandschaft 15
2.1.1. Rahmenbedingungen durch Liberalisierung 15
2.1.2. Organisation von EVUs und Wandel durch Akquisition 16
2.2. Applikationslandschaft 17
2.3. Klassen von Betriebsmittelattributen und relevante Quellsysteme 18
3. Enterprise Application Integration (EAI) 23
3.1. Interne Integration 25
3.2. Externe Integration 25
3.3. Integrationsplattformen und Topologie 26
3.3.1. Punkt-zu-Punkt-Integration 26
3.3.2. Middleware oder „Hub and Spoke“-Integration 29
3.3.3. Zeitlich gesteuerte Datenintegration 30
3.3.4. Prozessbasierte Integration 31
3.4. Problemfelder der Integration 32
3.4.1. Vorhandene Standard IT-Modelle und Werkzeuge 32
3.4.2. Middleware-Modelle und -Werkzeuge 33
3.4.3. Eindeutigkeit der Daten und Daten-Doubletten 34
3.4.4. Daten-Referenzsystem und Datenüberschneidung 34
3.4.5. Granularität der Daten 35
3.4.6. Zeitliche Abhängigkeit 36
4. Asset (Attribute) Indexing 39
4.1. Parameterdefinition 39
4.2. Diskussion unterschiedlicher Lösungsansätze 40
4.2.1. Zentrale Betriebsmitteldatenapplikation 40

4.2.2. Zentrale Betriebsmitteldatenbank 41
4.2.3. Verteilte Betriebsmitteldatenhaltung 41
4.2.4. Vorgeschlagene Lösung und Begründung des Vorgehens 42
4.3. Asset-Indexing-Struktur 43
4.4. Einführung in die Asset-Indexing-Lösung 45
4.4.1. Definitionen und verwendete Abkürzungen 45
4.4.2. Involvierte Systeme 47
4.5. Asset-Indexing-Lösungsbeschreibung 53
4.5.1. Asset Index Generator (AID GEN) 53
4.5.2. Cross-Reference Table (AICR) 53
4.5.3. Propagation Table (ARPR) 56
4.5.4. Repository 57
4.5.5. Process Engine 59
4.5.6. Prozessabläufe (Process Flows) 63
4.5.7. Befehlssatz 68
4.5.8. System of Record 69
4.5.9. Betriebsmittelhierarchie (Asset Hierarchy) 69
4.5.10. Voraussetzung für die Lösungsimplementierung 71
5. Offene Punkte der vorgestellten Lösung 73
6. Wirtschaftlicher Nutzen der vorgestellten Lösung 75
6.1. Berechnung einer Erweiterungsplanung 75
6.1.1. Geschäftsprozess Erweiterungsplanung 75
6.1.2. Business Case Asset-indexierte Erweiterungsplanung 76
6.2. Berechnung einer Teilnetzabschaltung 79
6.2.1. Geschäftsprozess Teilnetzabschaltung 79
6.2.2. Business Case Asset-indexierte Teilnetzabschaltung 79
6.3. UCTE-Netzstörung am 4. November 2006 82
6.4. Innovativität und Übertragbarkeit der vorgestellten Lösung 83
7. Zusammenfassung 87
8. Anhänge 89
8.1. Anhang 1 – Applikationen 89
8.2. Anhang 2 - Relevante Standards und Technologien 95
8.3. Anhang 3 – Geschäftsprozesse 98
9. Literatur und Quellenangaben 101

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Generisches Fünf-Schichten-Applikationsmodell eines EVUs 17
Abbildung 2: Technischer Platz oder logischer Ort von Betriebsmitteln 19
Abbildung 3: Datenquellsysteme und Verknüpfungen mit anderen Systemen .. 21
Abbildung 4: Definition Enterprise Applikation Integration 24
Abbildung 5: Singuläre Punkt-zu-Punkt-Verbindung 27
Abbildung 6: Punkt-zu-Punkt-Verbindungen zu mehreren Systemen 28
Abbildung 7: Punkt-zu-Punkt-Integration eines Energieversorgers 29
Abbildung 8: Vergleich Point-to-Point- vs. Hub-and-Spoke-Architektur 30
Abbildung 9: Ganzheitliche Sicht eines Mastes 36
Abbildung 10: Asset-Indexing-Komponenten 43
Abbildung 11: Arbeitsauftragshierarchie im AMS 48
Abbildung 12: Standorthierarchie im AMS 48
Abbildung 13: Hierarchiebaum im AMS 49
Abbildung 14: Gerätehierarchie im AMS 49
Abbildung 15: UTC im ERP-FI-System 50
Abbildung 16: Asset-Hierarchie 52
Abbildung 17: Schematischer Überblick Asset-Indexing-Lösung 53
Abbildung 18: Hierarchischer Aufbau von Betriebsmitteln 55
Abbildung 19: Interaktion zwischen AICR, Repository und Int.-Adaptern 58
Abbildung 20: Schematische Darstellung des Datenausleseprozesses 60
Abbildung 21: Erzeugungsprozess eines neuen Betriebsmittels 63
Abbildung 22: Unmöglichkeit einer Assoziation 69
Abbildung 23: Hinzufügen eines Transformators zum Standort 1.1.2. 70
Abbildung 24: Geschäftsprozess Erweiterungsplanung 76
Abbildung 25: Sensitivätsanalyse Business Case Erweiterungsplanung 78
Abbildung 26: Teilnetzabschaltung ..... Einlegeseite hinten
Abbildung 27: Sensitivitätsanalyse Business Case Asset-Indexing-Kopplung SCADA–AMS 82
Abbildung 28: Information Systems Research Framework (nach Hevner) 84
Abbildung 29: IEC-Normen, gespiegelt am Applikationsmodell eines EVUs 95
Abbildung 30: Beispiel für eine CIM-basierte grafische UML-Objektbeschreibung 96

Abbildung 31: IEC-TC-57-Arbeitsgruppen (Working Groups – WG) für Standards 97
Abbildung 32: Exemplarische Geschäftsprozesse eines EVUs auf oberster Ebene 98
Abbildung 33: Subprozess Asset-Strategie 99
Abbildung 34: Subprozess Investitionsplanung 99
Abbildung 35: Schwimmliniendiagramm „Initiierung nicht geplante Arbeit“ 100

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispiel einer Cross-Reference-Tabelle 54
Tabelle 2: Cross-Reference-Tabelle einer hierarchischen Asset-Folge 56
Tabelle 3: Darstellung eines Ausschnittes einer Propagation Table 57
Tabelle 4: Schrittsequenz eines Datenlesezugriffs 61
Tabelle 5: Ablauf der Erzeugung eines Betriebsmittels 64
Tabelle 6: Zeit- und Kostenaufwand Datenerbringung pro Jahr 77
Tabelle 7: Implementierungsaufwand Asset Indexing 77
Tabelle 8: Business Case Asset-indexierte Erweiterungsplanung 78
Tabelle 9: Entgangener Gewinn durch Nichtversorgung 80
Tabelle 10: Pönale nach skandinavischem Model 80
Tabelle 11: Implementierungsaufwand Asset-Indexing-Kopplung SCADA–AMS 81
Tabelle 12: Business Case Asset-Indexing-Kopplung SCADA–AMS für Teilnetzabschaltung 81
Tabelle 13: Design Science Research Guidelines 85

Abkürzungsverzeichnis

Asset	Betriebsmittel
Asset Attribute	Attribut eines Betriebsmittels
Asset Class	Klasse von Betriebsmitteln
Asset Indexing	Umfassender Begriff für das einheitliche Management von Betriebsmitteln in lose gekoppelten Systemen
AIP	Asset Indexing Process
AGID	Asset Attribute Group ID
AGR	Asset Attribute Group
AICR	Asset Index Cross-Reference
AID	Asset Index ID
AMP	Asset Maintenance Process
AMS	Asset Management System (AssetMgmtSystem)
ARP	Asset Retrieval Process
ARPR	Asset Attribute Propagation Reference
B2B	Business to Business
B2C	Business to Consumer
B2G	Business to Government
CAPEX	Capital Expenditures
CIM	Common Information Model
CRM	Customer Relationship Management
CU	Compatible Unit
EAI	Enterprise Application Integration
ERP-FI	ERP-System Finance
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GIS	Geo Information System
LAN	Local Area Network
NSM	Netzsicherheitsmanagement
O&M	Operation and Maintenance
OMS	Outage Management System
PSDB	Power System Data Base

PUB	Property Unit Breakdown
ODBC	Open Data Base Connectivity
OPC	OLE (Object Linking and Embedding) for Process Control
OPEX	Operational Expenditures
RPC	Remote Procedure Call
RMI	Remote Object Invocation
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition System
SCM	Supply Chain Management
SOR	System of Record
SOP	System of Propagation
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
UTC	Unique Trackable Component
UCTE	Union for the Coordination of Transmission of Electricity (part of ENTSO-E)
WAN	Wide Area Network
WMS	Workforce Management System
XM	Exchange-Monitor (Energiebezugsüberwachung)
XML	Extensible Markup Language