



JAHRESBERICHT 1996



Über die Arbeiten gemäss Auftragsnummer: 50700

Titel des Projekts: Lastbestimmungsmodell für Verteilnetztransformatoren

Zusammenfassung:

Der vorliegende Jahresbericht fasst die Arbeiten des Forschungsprojekts *Lastbestimmungsmodell für Verteilnetztransformatoren* im dritten Projektjahr zusammen. Basierend auf den Ideen des Vorgängerprojekts *Führung des Verteilnetzes und Lastbestimmungsmodell* wird die automatisierte Lasterkennung für die Abbildung des Niederspannungsnetzes angestrebt. Letzteres lässt sich wegen der geringen Energiedichte pro Messpunkt messtechnisch nicht mit vernünftigem Aufwand erfassen. Aber für Optimierungen in Betrieb und Planung von Netzwerken ist die Kenntnis des Netzzustandes wichtig.

Der Lösungsansatz, der in diesem Projekt verfolgt wird, beruht auf kurzzeitigen Messungen zu verschiedenen Jahreszeiten (Stichproben) und einer geeigneten Simulation, welche statistisches Wissen über jahreszeitliche Veränderungen verschiedener Lastkomponenten ausnützt. Von zentraler Bedeutung ist hierbei die automatische Trennung der Lastkomponenten in die zeitlich invariante Hausnaltgrundkurve (HHGK), Boiler- und Heizlasten, sowie in die saisonal stark schwankende Lichtlast.

Für den Einsatz in der Praxis soll den zuständigen Netzbetreibern ein neuartiges Werkzeug in Form einer einfachen, bedienerfreundlichen Software zur Verfügung gestellt werden. Die gesteckten Projektziele in diesem Jahr sind:

- *Knowhowtransfer* der extern programmierten Oberfläche und Datenbank zur ETH.
- *Verknüpfung* der Programmoberfläche mit dem dahinterliegenden Datenbanksystem.
- *Test* der ersten Prototypversion bei den künftigen Anwendern.
- *Weiterführung* der theoretischen Arbeiten an der automatischen Lasterkennung mit neuronalen Netzen.

Dauer des Projekts: April 1994 - April 1997

Beitragsempfänger: Amstein & Walther AG, Fachgruppe EÜS der ETH

Berichtersteller: Th. Arpagaus

Adresse: Leutschenbachstr. 45
8050 Zürich

Telefon: 01/305 91 11

1. PROJEKTZIELE 1996

Knowhowtransfer

Programmoberfläche und Datenbankorganisation wurden von einer beigezogenen Softwarefirma gemäss Pflichtenheft umgesetzt. Die bestehenden Elemente und die gesamte Entwicklungsumgebung müssen für die Integration der Lasterkennungsmodule von der ETH übernommen werden.

Integration der Funktionalität

Die bestehenden Softwareelemente müssen miteinander verknüpft werden, damit sie im Zusammenspiel funktionieren können. Des weiteren ist die Stabilität zu gewährleisten, d.h. mögliche Fehlmanipulationen seitens der Anwender müssen aufgefangen und mit Fehlermeldungen quittiert werden.

Erste Prototypversion

Das Hauptziel für das Projektjahr 96 war die Abgabe einer Prototypsoftware, die von den künftigen Anwendern hinsichtlich ihrer Funktionalität getestet werden kann. Bei dieser Gelegenheit werden sich auch Konzept und Stabilität bewähren müssen.

Theoretische Arbeiten

Neben der Programmierung der Anwendersoftware geht auch die Arbeit an den Algorithmen für die automatische Lasterkennung mit neuronalen Netzen weiter.

2. 1996 GELEISTETE ARBEITEN UND ERGEBNISSE

2.1 Entwicklungsarbeiten

An der letzten Plenarsitzung des vergangenen Jahres (Herbst 95) konnte allen Beteiligten die neue Oberfläche und das dahinterliegende Datenbankkonzept demonstriert werden. Diese Softwareversion war eine reine Demonstrationsversion, die (von den Lasterkennungsalgorithmen abgesehen) alle wichtigen Strukturen und Bedienungselemente enthielt. Diese Demoversion wurde extern von der Firma Semafor AG, einem Softwareentwickler, programmiert und nutzt die Möglichkeiten der modernsten Entwicklungstools. Dies bedeutet, dass sämtliche Steuerungsmöglichkeiten, welche unter Windows bekannt sind (z.B. Arbeitsmappenregister über der Statusleiste), eingesetzt werden können.

Die Weiterentwicklung der Software bzw. die Integration der Lasterkennungsalgorithmen, deren Effizienz kontinuierlich wächst, erfolgt an der ETH. Aus diesem Grund musste der Wissensstand und die gesamte Entwicklungsumgebung von der Semafor AG zur ETH transferiert werden. Dieser Prozess ist erfolgreich abgeschlossen, sodass die Fertigstellung der Software ohne Hilfe von Drittfirmen realisiert werden kann. Trotz dieses kleinen Mehraufwands für den Wissenstransfer hat sich das Beiziehen eines professionellen Softwareentwicklers als sehr hilfreich und effizient gezeigt. Dies gilt besonders hinsichtlich der Auswahl der Entwicklungsumgebung, der konzeptionellen Gestaltung der Programmoberfläche sowie der Nutzung aller bestehenden Bedienungsmöglichkeiten.

Nach der erfolgreichen Übernahme des Wissens musste den bestehenden Programmelementen Leben eingehaucht bzw. Funktionalität zugewiesen werden. Die Arbeiten an der Schnittstelle zwischen Programmoberfläche und Datenbank haben sich als ungemein aufwendig herausgestellt. Die Bewältigung der vielschichtigen Probleme verschlang unerwartet viel Zeit und verzögerte die Einführung der Prototypsoftware über ein halbes Jahr. Im September 96 konnte dann erstmals ein lauffähiges und stabiles Programm an die beteiligten Kraftwerke (Aargauische Kraftwerke AG, BKW Energie AG und St.Gallisch-Appenzellische Kraftwerke AG) für einen ersten Praxistest abgegeben werden.

2.2 Das Resultat - der Prototyp

Wegen der unerwarteten Verzögerung beim Erstellen der logischen Beziehungen zwischen Oberfläche und Datenbank konnten in der vorliegenden Testversion 1.0 die meisten Elemente des Forschungsprojekts "Lastbestimmungsmodell für Verteilnetztransformatoren" noch nicht integriert, dementsprechend auch noch keine Lastprognosen erstellt werden. Die fehlenden Module werden Schritt für Schritt ergänzt und in kommenden Versionen den Anwendern vorgestellt. Die Testversion 1.0 beinhaltet die Datenbank für die gesamte Netzwerkadministration (Firmenangaben, Netzwerktopologie, Personalien etc.) und gibt einen Einblick in die grafischen Möglichkeiten bei der Visualisierung der Messungen.

Die Testversion 1.0 soll die künftigen Anwender mit der neuen Oberfläche und dem dahinterliegenden Datensystem vertraut machen. Im Vordergrund stehen dabei die Organisation der Arbeitsblätter in den verschiedenen Registern, die Manipulationen an der Datenbank, das Verknüpfen und Einlesen von externen Messdaten sowie der Umgang mit dem Grafikfenster. Im weiteren ist auch ein erstes Lasterkennungsmodul integriert, mit welchem die Haushaltsgrundkurve detektiert werden kann.

Vorweg wird mit einem kurzen Einblick in die Datenstruktur dargestellt, welche Speicherbereiche der Programmkontrolle unterstehen und welche nicht. Es folgen ein paar Bemerkungen zur Programmstruktur, zum Bildschirmaufbau, zu den globalen Steuerelementen, zum Online-Hilfesystem und zum Grafikeditor.

Programmstruktur

Das gesamte Programm ist modular aufgebaut, so dass es jederzeit angepasst und erweitert werden kann. Die modulare Struktur äussert sich auch in der Programmoberfläche, die in Haupt- und Untermenüs gegliedert ist. Zu jedem Untermenü gehört ein Arbeitsblatt (Eingabeformular, Grafik u.ä.). Ein oder mehrere thematisch verwandte Blätter sind gemeinsam in einem Register als Hauptmenü zu finden (vgl. Figur 1).

Programmstruktur		
Register	Blätter	Funktion
Administration	Firma Abgang Person	Adressdatenbank Netztopologie Zuständigkeiten
Einstellungen	Sondertage <i>Rundsteuerung</i>	Tabelle untypischer Tage <i>Rundsteuerdaten</i>
Messung	Messung	Verknüpfung zu den Rohdaten
Bibliothek	<i>Modell</i>	<i>Modellkurven</i>
Berechnungen	<i>Mittelwerte</i> <i>Zerlegung</i> <i>Prognosen</i> <i>Szenario</i>	<i>Auswahl der "typischen" Tage</i> <i>Zerlegung in Lastkomponenten</i> <i>Prognosen mit Lastfaktoren</i> <i>Fiktive Lasten einfügen</i>

Figur 1: Die Programmelemente im Überblick

Anmerkung: In der Programmstruktur in Fig. 1 werden einige Module, die in der vorliegenden Version 1.0 noch nicht implementiert sind, erwähnt. Die kursiv gedruckten Elemente werden schrittweise in die nächsten Versionen eingebaut.

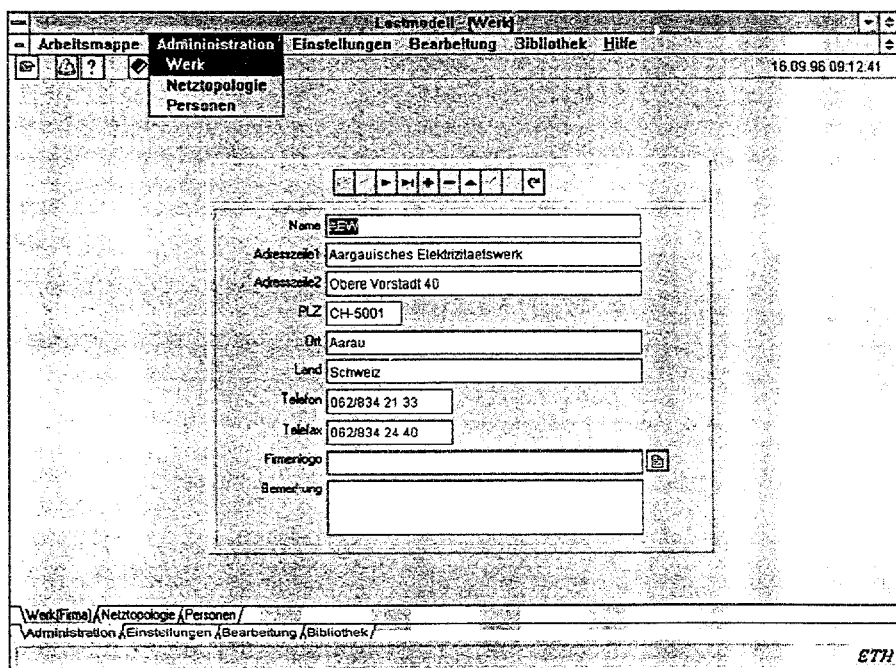
Datenstruktur

Beim Einsatz des Lastbestimmungsmodells fallen je nach Netzgrösse und Messumfang unter Umständen sehr grosse Datenmengen an, welche zwar vom Programm verwendet, aber nicht in der internen Datenbank verwaltet werden. Diese Lösung ermöglicht die zentrale Verwaltung der Rohmessungen (z.B. auf Netzwerkservers) und beugt damit der Platzverschwendung auf dem internen Speichermedium vor. Bei den externen Daten handelt es sich um die Rohdaten, bzw. die Messfiles im CODAM-Format ("*.cdm"), welche in beliebigen Verzeichnissen auf verschiedenen Laufwerken lokal oder global gespeichert sind. Für den Testversion 1.0 werden ein paar ausgewählte Messfiles zur Verfügung gestellt.

Das Programm basiert im wesentlichen auf den drei Elementen Programmsteuerung, Datenbank und Algorithmen der ETH, mit denen die Lastbestimmung anhand von externen Daten erfolgt. In der Datenbank werden neben administrativen Daten auch die Netztopologie sowie sämtliche Einstellungen und Angaben der Anwender gespeichert und verwaltet. Dies gilt auch für jene Daten, welche beim erstmaligen Einlesen der Rohdaten eingegeben werden müssen (Datenursprung, Sondertage, Bemerkungen etc.). Ist die Datenaufbereitung einmal erfolgt, so werden alle Parameter vom Programm verwaltet, so dass sich der Anwender nicht mehr darum zu kümmern braucht.

Bedienungselemente

Im Interesse einer einfachen und selbsterklärenden Programmorganisation wurde darauf geachtet, das Erscheinungsbild der verschiedenen Arbeitsoberflächen möglichst einheitlich zu gestalten. Das bedeutet, dass jeder Bildschirmaufbau weitgehend die selben Steuer- und Funktionselemente enthält, welche dem Windowsanwender von Programmen wie MS Word, Excel etc. zum grössten Teil bereits vertraut sind (vgl. Figur 2).

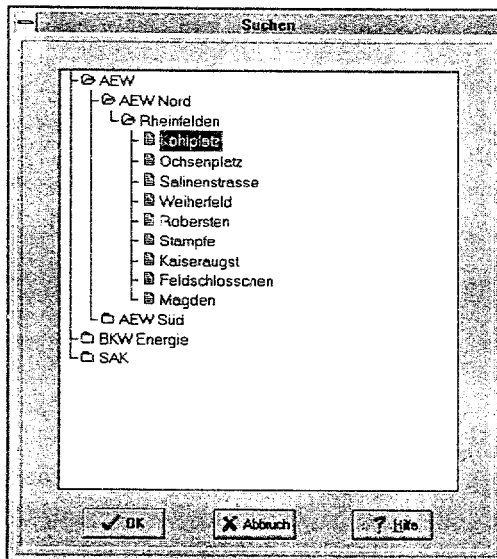


Figur 2: Elemente der Oberflächengestaltung mit Menu- und Symbolleiste, Pulldownmenüs, Eingabeformular und Arbeitsregister

Die Oberfläche wurde in einer Entwicklungsumgebung, welche sämtliche Steuerungsmöglichkeiten von Windows unterstützt, erzeugt. Dem entsprechend finden sich auch viele bekannte Steuerelemente für die Fensterkontrolle und die Programmauswahl via Pulldownmenu, Symbolleiste oder Register. In Figur 2 ist stellvertretend ein typischer Bildschirmaufbau abgebildet. Es handelt sich dabei um ein

Formular zur Handhabung der wichtigsten Firmendaten. Das Formular "Werk (Firma)" befindet sich im Register "Administration" und kann entweder über die Menuleiste (oben) oder die beiden Registerleisten (unten) ausgewählt werden.

Bei Unklarheiten über den Programmablauf oder Fragen zu einzelnen Befehlen steht dem Anwender ein Online-Hilfesystem zur Verfügung. Es kann entweder direkt aus der Programmoberfläche via "Hilfe"-Buttons oder aber mit der Kontrolltaste "F1" aktiviert werden.



Figur 3: Grafischer Zugriff auf ein Unterwerk

Das gesamte Netzwerk (Unterstationen, Transformatorstationen) wird in der Datenbank hierarchisch abgelegt. Mittels einer grafischen Abbildung des Netzwerkes kann der Anwender auf jede beliebige Transformatorstation zugreifen (vgl. Figur 3). Die entsprechenden Daten stehen dann für die Bearbeitung oder Visualisierung der Messwerte zur Verfügung.

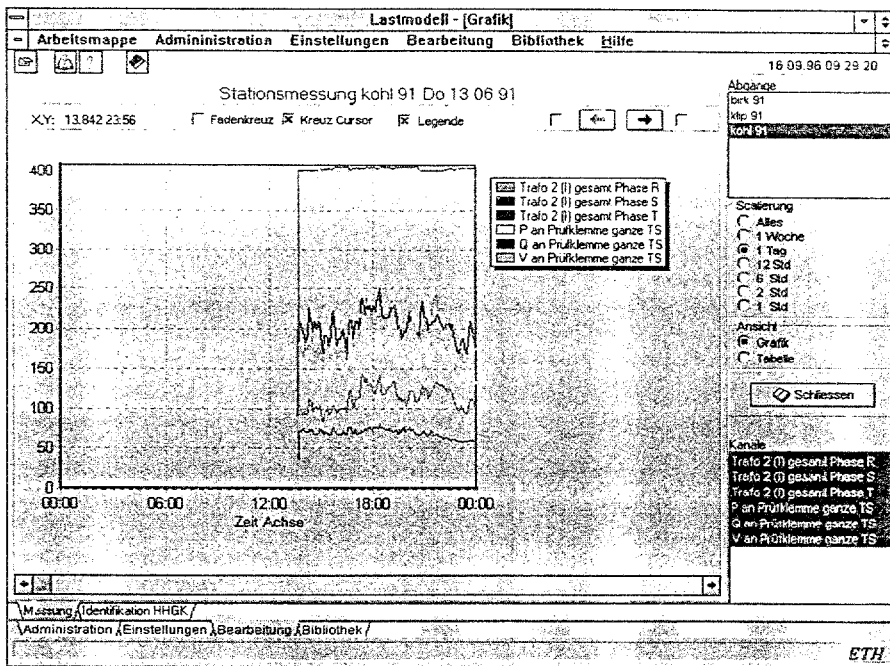
Der Grafikeditor

Für die Visualisierung von Rohmessungen, Mittelwertskurven, Lastkomponenten und Prognosen kommt ein leistungsfähiger Grafikeditor zum Einsatz. Auch hier wurde auf ein selbsterklärendes und benutzerfreundliches Erscheinungsbild geachtet (vgl. Figur 4).

Das neue Grafikfenster der Lastbestimmungssoftware bietet viele Steuerungsmöglichkeiten mit der Maus. Hier eine Zusammenstellung (von oben links nach unten rechts):

- Anzeige der Cursorposition (zur Bestimmung eines Messwerts zu einem beliebigen Zeitpunkt)
- Cursorformatierung
- Ein- oder Ausblenden der Legende
- Blättern in der Messung (Sprung um eine Fensterbreite vorwärts oder rückwärts)
- Auswahl des Abgangs (z.Zt. nur einzelne)
- Auswahl der Fensterbreite (1h, 2h, 6h, 12h, 1d, 7d, ganze Messung)
- Tabellarische Darstellung
- Auswahl der Kanäle (einzeln oder beliebige Mehrfachauswahl)
- flexible Zoomfunktion (indem der gewünschte Zoombereich mit der Maus - bei gedrückter rechter Maustaste - eingerahmt wird)

Mit den vielfältigen Steuermöglichkeiten lassen sich Messungen – künftig auch Lastkomponenten und -prognosen – schnell und übersichtlich erstellen und visualisieren.



Figur 4: Oberfläche für die Visualisierung der Messungen und Prognosen

Gesamteindruck

Zusammenfassend ist zu bemerken, dass mit dem vorliegenden Prototyp alle Anforderungen hinsichtlich einer anwenderfreundlichen, praxistauglichen Software erfüllt werden konnten. Dies gilt insbesondere für Stabilität und Funktionalität. Die Oberfläche gibt klare und übersichtliche Strukturen für den alltäglichen Einsatz des Lastbestimmungsmodells vor und widerspiegelt den heutigen Standard benutzerfreundlicher Programmoberflächen.

3. ZUSAMMENARBEIT MIT DRITTFIRMEN

Damit das Konzept der Anwendersoftware bestmöglich, d.h. mit den aktuellsten Entwicklungstools effizient umgesetzt werden kann, wurde - wie bereits erwähnt - für die Programmierung der Oberfläche eine Drittfirma beigezogen.

Die Firma Semafor AG hat schon bei anderen BEW-Projekten mitgearbeitet (OPAL) und mit engagiertem Einsatz professionelle Schnittstellen zwischen Anwender und theoretischen Grundlagen, bzw. Modellen gestaltet. Die Oberfläche der vorliegenden Programmversion gibt klare und übersichtliche Strukturen für den alltäglichen Einsatz des Lastbestimmungsmodells vor und widerspiegelt den heutigen Standard benutzerfreundlicher Programmoberflächen. Besondere Erwähnung verdient auch die hilfreiche Unterstützung beim Wissenstransfer und die Bereitschaft, Entwicklerwissen und -erfahrung zur Verfügung zu stellen.

Für die Vermarktung und den Support des Lastbestimmungsprogramms ab Frühjahr 97 wurden erste Kontakte mit einem geeigneten Vertreter aufgenommen.

4. TRANSFER VON ERGEBNISSEN IN DIE PRAXIS

Die Abgabe der Prototypversion an die beteiligten Elektrizitätswerke ist ein Meilenstein in diesem Projekt. Im Herbst 96 hatten die künftigen Anwender erstmals Gelegenheit, sich selber von Bedienungsfreundlichkeit und Stabilität der Software zu überzeugen. Im Anschluss an eine dreiwöchige Testphase wurden die Eindrücke während einer gemeinsamen Zusammenkunft ausgetauscht und das Programm schrittweise durchlaufen, wobei allfällige Verbesserungsmöglichkeiten diskutiert werden konnten.

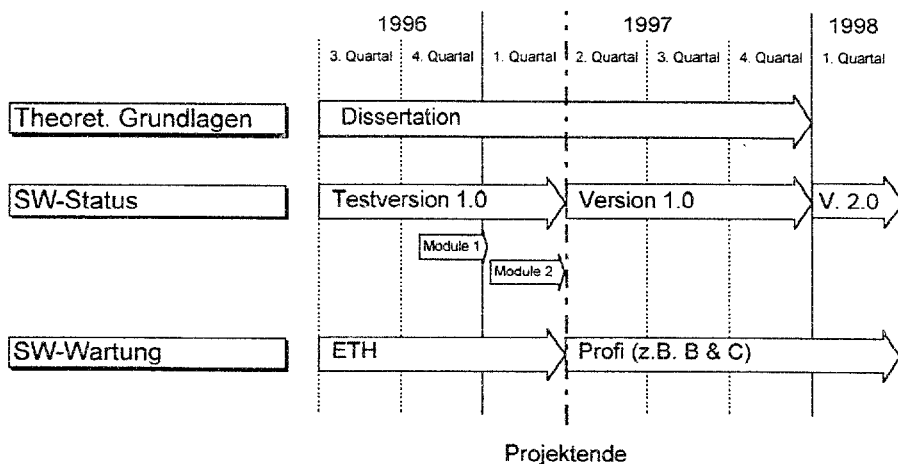
Das Programm ist stabil und die Verbesserungsvorschläge beschränken sich im wesentlichen auf Details. Sämtliche Anregungen oder Fehlermeldungen wurden erfasst und sind grösstenteils bereits in die Programmierung eingeflossen. Nach dem sehr guten Urteil der Beteiligten beim ersten Praxistest wird nun die Integration der Lastbestimmungsfunktionen folgen. Die klare, selbsterklärende Struktur und die professionelle Oberfläche der Software wurden von allen Vertretern der Elektrizitätsgesellschaften gut aufgenommen.

5. PERSPEKTIVEN FÜR 1997

Im Frühjahr 1997 ist das Projektende (vgl. Figur 5). Die Arbeiten an dem neuen Werkzeug für Betrieb und Planung von Niederspannungsnetzen sind damit aber noch nicht abgeschlossen. Bis zum Projektende sollen sämtliche Lasterkennungsalgorithmen in die Software integriert werden, damit für die kommerzielle Vermarktung eine vollwertige Version 1.0 vorliegt. Für die Vermarktung und den Support der Lastbestimmungssoftware sind Verhandlungen mit einem geeigneten Vertreiber im Gang.

Die theoretischen Arbeiten an der Weiterentwicklung der Lasterkennung mit neuronalen Netzen gehen über das Projekt hinaus (Dissertation). Die neuen Erkenntnisse und verbesserten Lasterkennungsalgorithmen sollen auch nach dem Projektende noch in die Software einfließen können, was eine zweite Version anfangs 1998 mit sich bringt.

Das nachfolgende Schema veranschaulicht dieses Szenario:



Figur 5: Planungsskizze für die Vermarktung des Forschungsprojekts