

Institut für Elektrische Anlagen

Geschichtlicher Rückblick

Nach der Emeritierung von Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Günther Oberdorfer, der die damalige Lehrkanzel für Bau und Betrieb elektrischer Anlagen von der Nachkriegszeit bis 1970 geführt hatte und in dessen Wirkungsbereich die Gebiete elektrische Anlagen, Hochspannungstechnik, elektro- und biomedizinische Technik sowie auch Regelungstechnik in Forschung und Lehre gelegen waren, folgte eine Interimsphase, in der die Lehrkanzel in drei eigenständige Institute aufgeteilt wurde: 1971 übernahm Prof. Dr. Alfred Leschanz das Institut für Hochspannungstechnik einschließlich Versuchs- und Forschungsanstalt für Hochspannungstechnik, im Frühjahr 1973 Professor Dr. Stefan Schuy das Institut für Elektro- und Biomedizinische Technik und im Herbst 1973 Professor Dr. Richard Muckenhuber das Institut für Bau und Betrieb Elektrischer Anlagen. 1973 wurde schließlich auch für den Schwerpunkt Regelungstechnik unter Professor Schneider ein eigenes Institut gegründet. Dem ehemaligen Großinstitut Professor Oberdorfers waren die Räumlichkeiten im 2. Stock der Neuen Technik in der Kopernikusgasse längst zu klein geworden, bis 1972 der von Professor Oberdorfer initiierte und geplante Neubau in der Inffeldgasse 18 bezogen werden konnte und eine großzügige moderne Unterbringung der drei Institute sowie der Versuchsanstalt für Hochspannungstechnik ermöglichte.

Professor Muckenhuber, der von der Österreichischen Elektrizitätswirtschafts AG (Verbundgesellschaft) aus Wien gekommen war, sah seine Aufgabe zunächst im Ausbau der Laboratorien und Instituts Einrichtungen für den Aufbau des Lehr- und Forschungsbetriebes und widmete einen Großteil seiner Arbeitszeit der Neukonzeption und Ausarbeitung von Vorlesungs- und Übungsunterlagen. Zu erwähnen ist insbesondere das 50 Hz-Wechselstromnetzmodell, das Professor Muckenhuber von der Verbundgesellschaft zum Geschenk erhalten hatte, welches in einem eigenen Labor voll funktionsfähig wieder aufgebaut und in den Übungen eingesetzt wurde.

Mit dem UOG 1975 erfolgte die Umbenennung der Lehrkanzel für Bau und Betrieb Elektrischer Anlagen in "Institut für Elektrische Anlagen". Leider gelang es bis heute nicht, die anlässlich der Berufung Professor Muckenhubers versprochenen 7 Assistentenplanstellen tatsächlich zu besetzen. Mit einem wissenschaftlichen Personalstand von anfangs 3 ½, später 4 ½ Universitätsassistenten und 1 wissenschaftlichen Bediensteten blieb

das Institut eines der kleinsten an der Fakultät für Elektrotechnik. Obwohl wegen der Kleinheit des Institutes des öfteren Themen nach dem Ausscheiden der auf diesem Gebiet arbeitenden Kollegen nicht mehr in gleicher, wünschenswerter Intensität weiterverfolgt werden konnten, gelang es dank des unermüdlichen Einsatzes aller Mitarbeiter, eine Vielzahl interessanter, aktueller Forschungsthemen im Rahmen von Diplomarbeiten, Doktorarbeiten und geförderten Forschungsprojekten zu bearbeiten und nationale wie auch internationale Anerkennung zu erzielen.

1997 übernahm nach Emeritierung von Professor Muckenhuber Univ.-Doz. Dr. Manfred Sakulin die interimistische Leitung des Institutes, und 1998 wurde schließlich der heutige Vorstand Univ.-Prof. Dr. Lothar Fickert aus der Elektrizitätswirtschaft von den Wiener Stadtwerken-Wienstrom als Ordinarius an das Institut für Elektrische Anlagen berufen.

Allen ehemaligen und derzeitigen Kollegen, allen Mitarbeitern – Diplomanden, Dissertanten, Habilitanden, die an den Forschungsarbeiten des Institutes mitgewirkt haben, sei an dieser Stelle herzlichst für ihre Mithilfe und ihren Einsatz gedankt.

Bemerkenswertes aus Lehre und Forschung

Lehre

Die von Professor Muckenhuber aufgebauten umfangreichen Vorlesungen waren wohl für viele Studierende zunächst eine erhebliche Hürde auf ihrem Weg zum Diplomingenieur der Elektrotechnik/Energietechnik. So mancher Absolvent, insbesondere aus der Gruppe jener, die in der Elektrizitätswirtschaft ihren Arbeitsplatz fanden, kam jedoch nach einigen Jahren Praxis nochmals mit der Bitte an das Institut, die Vorlesungsstudienbeihilfe nachzubeschaffen, da diese das umfassendste Nachschlagewerk für die praktischen Aufgabenstellungen – insbesondere im Bereich der Planung und des Betriebes elektrischer Netze – darstellten.

Im Zuge der Studienreform 1992 wurde im Wahlfachkatalog Energie und Umwelt – der Entwicklung der Zeit Rechnung tragend – die bisherige überwiegend netz- bzw. kraftwerksbautechnisch orientierte Ausbildung durch Vorlesungen über Energiewirtschaft, Energieeffizienz, neue Technologien der Elektrizitätserzeugung, ökologische Auswirkungen der Energieerzeugung, Umweltschutzgesetzgebung, Abfallentsorgung usw. erweitert, um den in diesen Bereichen tätigen bzw. mit diesen Bereichen zunehmend konfrontierten Absolven-

ten im EVU-Bereich entsprechende Grundlagen zur Verfügung zu stellen. Diese Vorlesungen werden größtenteils in dankenswerter Weise von Experten aus der Praxis abgehalten und werden nicht nur von Studierenden der elektrischen Energietechnik, sondern auch anderer Studienzweige und Studienrichtungen sowie insbesondere von interessierten Berufstätigen gerne in Anspruch genommen.

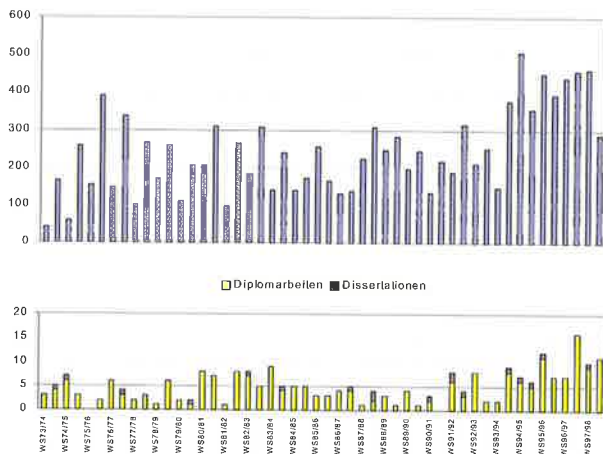


Abb. 1: Prüfungen

Eine interessante Entwicklung zeigen die Prüfungszahlen sowie insbesondere die Zahl der abgelegten Diplomarbeiten. Von den anfänglichen relativ hohen Zahlen ist ein stetiges Absinken von Anfang der 80er Jahre bis Anfang der 90er Jahre zu beobachten. Erst mit der Studienreform 1992 begann wieder eine Zunahme an Energietechnikern.

Die vom Institut für Elektrische Anlagen initiierten und maßgeblich betreuten Wahlfachkataloge "Elektrische Energiesysteme" und "Energie und Umwelt" zeichnen sich, wie eine seitens der Studentenschaft durchgeführte statistische Analyse der Absolventen der Studienrichtung Elektrotechnik der letzten 6 Diplomprüfungstermine zeigt, durch sehr große Akzeptanz aus. 20 % aller Absolventen bezeichneten einen dieser beiden Kataloge (von 25 möglichen) als ihren Hauptwahlfachkatalog.

Eine wesentliche Bereicherung des Studienangebotes stellen die im Rahmen des EU-Austauschprogrammes ERASMUS gebotenen Studienmöglichkeiten an ausländischen Universitäten dar. Das Institut für Elektrische Anlagen war in mehreren Austauschprogrammen (Spanien, Italien, Frankreich, Niederlande, Dänemark, England) integriert und konnte vielen interessierten Studenten die Möglichkeit für einen Auslandsstudienaufenthalt ermöglichen. Eine weitere Forschungs- und Auslandskooperation wurde 1998 mit dem VAAL-Technikon in Südafrika vereinbart. Ziel des Institutes

für Elektrische Anlagen ist es, weiterhin einen maßgeblichen Anteil bei der Ausbildung der Elektroenergie-technikerInnen der TU Graz verantwortungsvoll zu gestalten.

Forschung

Den vielfältigen Aufgaben des wissenschaftlichen Faches „Elektrische Anlagen“ entsprechend wurden im Rahmen des Institutes für Elektrische Anlagen folgende Forschungsziele verfolgt:

- Erstes Forschungsziel: Planung elektrischer Verbundnetze und Erarbeitung moderner Verfahren, Berechnungs- und Planungsmethoden. Von Bedeutung sind dabei neben den klassischen Problemen der Lastfluss- und Kurzschlussberechnung sowie der Stabilität elektrischer Energieübertragung im Wesentlichen auch Fragen der Netzregelung und Netzführung, der Zuverlässigkeitsplanung und Optimierung elektrischer Energieversorgungssysteme.
- Zweites Forschungsziel: Analyse und Lösungen von Problemen bei der Planung und dem Bau elektrischer Anlagen, die mit der Entwicklung des Schaltanlagenbaues und der Leitungsübertragungssysteme zusammenhängen. Es umfasst Aufgaben sowohl im Bereich der Kraftwerksanlagen der Elektrizitätsversorgungsunternehmen als auch Verbrauchanlagen im Bereich der Industrie.
- Drittes Forschungsziel: Elektrische Beeinflussung und Behandlung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV). Probleme der Beeinflussung und Gefährdung im Bereich elektrischer Anlagen sowie der Systemverträglichkeit stellen ein sehr wichtiges Aufgabengebiet der Anlagentechnik dar. Zu nennen sind dabei die ohmsche, induktive und kapazitive Beeinflussung und insbesondere Probleme der Netzurückwirkungen und Auswirkungen auf die Spannungsqualität (Power Quality) sowie Probleme im Zusammenhang mit niederfrequenten elektromagnetischen Feldern.
- Viertes Forschungsziel: Elektrowärme. Der Einsatz von elektrischen Erwärmungs- und Wärmerückgewinnungsverfahren in der Industrie sowie der Einsatz der Wärmepumpe für die Raum- und Brauchwasserheizung erlangte große Aktualität, weil diese sowohl eine Einsparung von Primärenergie als auch eine Verringerung der Umweltbelastung ermöglichen. Außerdem können bei industriellen Fertigungsprozessen durch die Automatisierbarkeit und Reproduzierbarkeit der Elektrowärmeverfahren Qualitätsverbesserungen und Produktionsstei-

gerungen erzielt werden. Die Optimierung des elektrischen Betriebs von Lichtbogenöfen zur Stahlgewinnung stellt seit vielen Jahren ein wissenschaftlich äußerst anspruchsvolles und für die Praxis sehr bedeutendes Forschungsgebiet des Institutes dar.

- Fünftes Forschungsziel: Energiewirtschaft und Steigerung der Energieeffizienz sowie verstärkte Integration erneuerbarer Energiequellen zur Stromerzeugung. Diese sollen langfristig den Problemen der Klimaveränderung, der Umweltverschmutzung und künftigen Verknappung fossiler Energieträger entgegenwirken. Da eine Planung der elektrischen Energieversorgungssysteme, losgelöst vom übrigen Umfeld der Energiedienstleistung, heute nicht mehr zielführend erscheint, wurden auch allgemeine Energiekonzepte unter Einbeziehung der Fernwärmeversorgung, des regionalen und kommunalen Energieverbrauchs allgemeiner Art, der Analyse, der Prognose und der Einsparmöglichkeiten in das genannte Forschungsziel subsumiert.

Ausgewählte aktuelle Forschungsschwerpunkte

Aus diesem globalen Rahmen verschiedener Forschungsziele ergab sich in den vergangenen Jahren eine Vielzahl von Schwerpunkten und Forschungsprojekten, angeregt und aktualisiert durch Fragestellungen aus der Praxis, die im folgenden auszugsweise wiedergegeben werden.

Elektrische Beeinflussung – elektromagnetische Felder – Erdungsanlagen

Das Gebiet der elektrischen Beeinflussung umfasst den Komplex der Beeinflussung technischer Systeme – wie z.B. Öl- und Gasleitungen (Pipelines), nachrichtentechnische Leitungen, Steuerleitungen usw. – durch starkstromtechnische Einrichtungen zur Erzeugung und zum Transport elektrischer Energie durch das mit ihnen verbundene magnetische Feld (induktive Beeinflussung), elektrische Feld (kapazitive Beeinflussung) und elektrische Strömungsfeld (ohmsche Beeinflussung). Professor Muckenhubers Domäne war von Beginn an die Entwicklung von Berechnungsmethoden für die Beurteilung der verschiedenen in der Praxis auftretenden Beeinflussungsprobleme. Als anerkannter Beeinflussungsfachmann war er stets ein gesuchter Gutachter auf diesem Gebiet. Die nach seinen Rechenansätzen entwickelten Computerprogramme zur Berechnung komplexer induktiver Mehrfachbeeinflussungen – sowohl auf der verursachenden Seite (z.B. mehrere beeinflussende Leitungen) als auch auf der beeinflussten Seite (z.B. Rohrleitungsnetze) in der Dissertation Dr. Schmautzer – sowie weitere von ihm initiierte Programme zur Berechnung der Erdausbreitungswiderstände und Erdpotentiale bei geschichtetem Erdboden stellen noch heute die Werkzeuge für viele praktische Problemstellungen dar. Auch das Problem der gegenseitigen Beeinflussung von Leitungssystemen unterschiedlicher Spannungsebene auf Gemeinschaftsleitungen, welche aufgrund der Schwierigkeit, neue Hochspannungsleitungstrassen genehmigt zu erhalten, zunehmend gebaut werden müssen, wurde von Professor Muckenhuber wissenschaftlich behandelt. Seit 1995 werden die Forschungs-

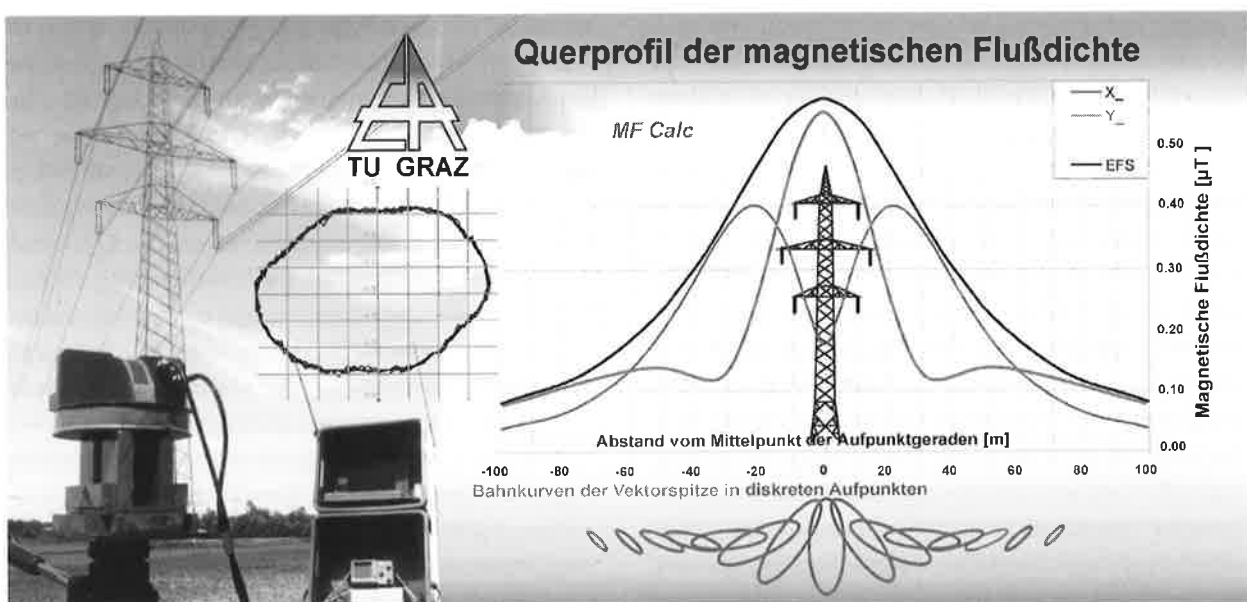


Abb.2: Messung und Berechnung magnetischer Felder

aktivitäten über die Berechnung und Messung magnetischer Felder am Institut intensiviert, um entsprechende Basisdaten für die Diskussion und Risikokommunikation hinsichtlich möglicher technischer und gesundheitlicher Auswirkungen zur Verfügung zu stellen. In der Diplomarbeit "Visualisierung der 50-Hz-Magnetfeldexposition im Haushalt und im öffentlichen Bereich" (Abart 1997) wurden zahlreiche Messungen an Haushaltsgeräten sowie Berechnungen und Messungen an Einrichtungen der elektrischen Energieversorgung durchgeführt. In der Umgebung dieser wurden vor allem Messungen von 24 Stunden bis zu mehreren Tagen zur Erfassung der typischen tageszeitabhängigen Schwankungen des Magnetfeldes durchgeführt. Auch wurde ein Verfahren zur einfachen Erfassung charakteristischer Querprofile der Magnetfelder von Starkstromleitungen bei schwankender Last sowie zur Erfassung von Drehfeldern entwickelt. Weit unter den Grenzwerten, die von der WHO (World Health Organization) und den meisten nationalen Gremien in ähnlicher Form zum Schutz von Personen festgelegt werden, können durch niederfrequente magnetische Felder jedoch technische EMV-Probleme z.B. bei Röhrenbildschirmen auftreten. Niederfrequente magnetische Wechselfelder, wie sie unter Hochspannungsleitungen, in der Nähe von Umspannwerken, Verteilanlagen, Bahnanlagen, bis hin zu Hausinstallationen, Niederspannungsverteilern, Netzteilen etc. auftreten, verursachen eine unerwünschte Ablenkung des Elektronenstrahls. Die resultierenden Störungen in Form von Zittern und Flackern bedeuten eine starke Einschränkung der Bildqualität und können Augenbrennen, Müdigkeit, Kopfschmerzen etc. der an Bildschirmarbeitsplätzen tätigen Personen verursachen. Ein aktuelles Projekt in Zusammenarbeit mit der AUVA (Allgemeine Unfallversicherungsanstalt) befasst sich mit der individuellen subjektiven Wahrnehmung der durch magnetische Felder verursachten Störungen von Röhrenbildschirmen. Ziel der Untersuchung ist es, die individuell unterschiedliche Wahrnehmung der Störeffekte unter Standardbedingungen für eine Stichprobe von etwa 100 Probanden zu erfassen. Insbesondere sollen dabei eine mögliche Altersabhängigkeit sowie geschlechtsspezifische Unterschiede ermittelt werden. Die Ergebnisse sollen als Grundlage für die Erstellung von Empfehlungen oder Richtlinien für den PC-Arbeitsplatz dienen. Ziel der gegenwärtigen Forschung ist die Entwicklung eines Feldmesssystems zur Lokalisierung von konzentrierten Strömen in Leiternetzen und Stromflüssen im Erdreich mittels eines Korrelationsverfahrens. Damit sollen insbesondere die Verhältnisse in genullten Niederspannungs-

verteilnetzen, aber auch die Stromverteilung in der Umgebung realer Umspan- und Erdungsanlagen untersucht werden.

Simulation – Optimierung

Die Entwicklung von dynamischen Simulationsmodellen war und ist stets die Basis für die Nachbildung komplexer Systemzusammenhänge. Besonders erwähnt sei hier beispielsweise das vom Institut entwickelte Speicherkraftwerkssimulationsmodell, mit dem unter anderem das Wasserkraftwerksspeichersystem der VIW (Vorarlberger Illwerke) hinsichtlich seiner hydraulischen und elektrischen Zusammenhänge so detailliert nachgebildet wurde, dass es als Trainingsmodell für die Lastverteiler eingesetzt wurde. Auch ein Simulationsmodell zur Nachbildung von Flusskraftwerksketten wurde in ähnlicher Weise entwickelt und zur Optimierung der Energieerzeugung und Wasserwirtschaft eingesetzt.

Das Thema Optimierung war mehrmals ein intensiver Forschungsschwerpunkt des Institutes (Dr. Rabensteiner, Dr. Bogensperger), welches den mit diesem Spezialwissen ausgebildeten Kollegen äußerst interessante Positionen in der Elektrizitätswirtschaft ermöglichte. Im Zuge der Liberalisierung der Strommärkte ist in Zukunft die Optimierung im Bereich von Erzeugung und Transport an die geänderten Rahmenbedingungen anzupassen.

Netzregelung – Stabilität

Weitere Schwerpunkte der Forschungstätigkeit von Professor Muckenhuber waren Untersuchungen über das Verhalten überregionaler Verbundnetze beim Ausfall großer Kraftwerkseinheiten, die Wirkleistungsfrequenzregelung, sowie über den Selbstregeleffekt von Netzen, welche die Basis für die Dissertationen Dr. Schwarz 1981 und Dr. Wang 1987 darstellten. Ein wesentlicher Beitrag zur Untersuchung der Blindleistung wurde schließlich 1998 in der Dissertation über statische und dynamische Blindleistungsstabilität von Dipl.-Ing. Strempl geleistet.

Elektrowärme – Netzurückwirkungen – Flickermeter – Power Quality

Ein Schwerpunkt der Forschungstätigkeit entwickelte sich bereits 1980 auf dem Gebiet der Elektrowärme – insbesondere in der analytischen Berechnung von Lichtbogenkreisen sowie in der Simulation des Betriebsverhaltens von Lichtbogenöfen (Habilitation Dr. Sakulin). Lichtbogenöfen sind nicht nur die energieintensivsten und größten Verbraucher im elektrischen Netz, sie sind aufgrund ihrer stark wechselnden, nichtlinearen und

Österreichs größte
Energiequelle

Wasserkraft – Energie aus der Sonne

Sauberer Strom aus Österreich.

www.verbund.co.at



unsymmetrischen Charakteristik auch die größten Störer hinsichtlich Netzrückwirkungen in Form von Spannungsänderungen, Flicker, harmonischen und interharmonischen Oberschwingungen und Unsymmetrien. Die vom Institut durchgeführten Forschungsarbeiten konzentrierten sich einerseits auf die Simulation und Optimierung der Ofenschmelzleistung unter Einbeziehung der Ofenregelung, andererseits auf die Ermittlung der Störauswirkungen auf das elektrische Netz bei verschiedenen Betriebsbedingungen. Die zulässige Grenze für den Netzanschluss von Lichtbogenöfen war seit jeher nicht die erforderliche Leistung selbst, sondern es waren deren Schwankungen, die zu Flickererscheinungen der am selben Netz angeschlossenen Lampen führen. Das von Dr. Sakulin auf Basis der UIE-Spezifikationen entwickelte digitale Flickermeter – erstmals 1984 auf der Wissenschaftsmesse in Wien vorgestellt – ist bislang das einzige Flickermesssystem, welches mit Hilfe von Korrelationsanalysen und durch Anwendung einer Differenzmessmethode die direkte Ermittlung der Störemission einzelner Verbraucher gestattet. Das „TU-Graz-Flickermeter“ genannte Gerät wird weltweit eingesetzt – insbesondere für den Fall kritischer Netzsituationen, wenn mehrere Störer zusammenwirken und z.B. für Abnahmemessungen der Beitrag einzelner Verbraucher benötigt wird.

Das UIE-Flickermeter – 1986 als IEC-Report 868 publiziert – war zunächst auf Europa bzw. auf Länder mit 230-V-Lampen beschränkt, nicht jedoch für andere Lampenspannungen (100 V Japan, 120 V USA) geeignet. Die 1995 an der TU Graz von Dr. Sakulin und Dr. Renner entwickelten Vorschläge für eine universelle weltweite Anwendbarkeit des IEC-Flickermeters wurden von der UIE-Power-Quality-Working-Group angenommen und werden derzeit in die IEC-Standards aufgenommen.

Das Thema Power Quality ist auch hinsichtlich der Störformen Oberschwingungen, Interharmonische, Unsymmetrien, Dips etc. ein Forschungsschwerpunkt des Institutes (laufende Habilitation Dr. Renner), da in diesem Bereich in Zukunft durch die Marktliberalisierung besondere Aufgaben im Hinblick auf Berechnung und Messung gestellt werden.

Energiesparen – Energieeffizienz – Energiemanagement – Energiedatenanalyse

Ende der 80er Jahre – nach Energiekrisen und verhinderten Kraftwerksbauten – wurden in der Öffentlichkeit widersprüchlichste Aussagen über mögliche Stromsparmöglichkeiten im Verbraucherbereich laut: von wenigen Prozenten bis hinauf zu mehr als 70 %, so hieß es, seien

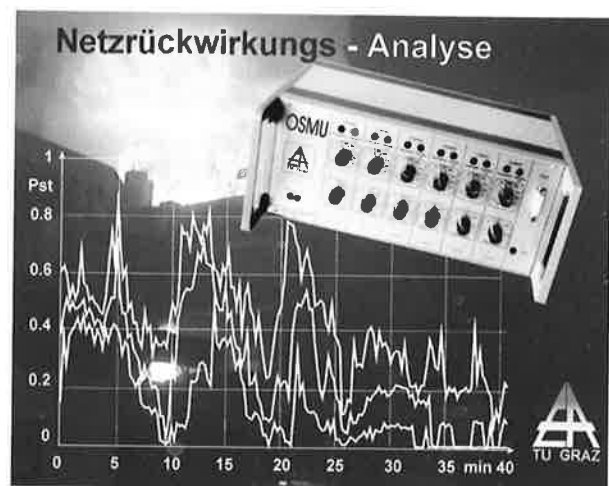


Abb.3: Netzrückwirkungs - Analyse

einsparbar. Das Institut für Elektrische Anlagen hat 1989/90 im Rahmen einer umfangreichen Studie mit Befragungen in 2000 statistisch repräsentativen österreichischen Haushalten das Thema Stromsparen im Haushalt erstmalig wissenschaftlich bearbeitet und somit wissenschaftlich „hoffähig“ gemacht. Gemeinsam untersuchten Dr. Sakulin, Dr. Dell und Dr. Iskra die Verbrauchergewohnheiten der Österreicher, die in den Haushalten vorhandenen Geräte, das Alter dieser Geräte und die Häufigkeit ihres Gebrauchs. Das Sparpotential bei Austausch dieser Geräte durch marktbeste Neugeräte des Jahres betrug 1990 ca. 37 %, das bedeutet etwa die Jahresproduktion des nichtgebauten Kraftwerks Hainburg.

Die Streubreite des Stromverbrauchs gleicher am Markt angebotener Neugeräte beträgt im Kühlsektor 1:8 zwischen dem besten und schlechtesten Gerät, im Sektor Warmwasser ca. 1:4 und im Sektor Waschen/Geschirrspülen ca. 1:2. Die größten Sparpotentiale liegen in den Bereichen Kühlen/Gefrieren, Licht, Warmwasser und in der Vermeidung des Stand-by-Verbrauchs von EDV-, Kommunikations- und Unterhaltungsgeräten. Die Umsetzung dieser Sparpotentiale wäre am wirksamsten durch gesetzliche Maßnahmen in der Form von Höchstverbrauchsstandards sowie in Form einer Effizienz-Kennzeichnungspflicht aller Geräte zu realisieren.

Bei zahlreichen Energiesparaktionen in Gemeinden (Obdach 1991, St. Peter ob Judenburg 1992/93, Thal 1996/97) stand das Institut für Elektrische Anlagen für die wissenschaftliche Beratung und Auswertung der Aktionsergebnisse zur Verfügung.

Zwei Dissertationen (Dr. Dell, Dr. Iskra), neue Vorlesungen – „Energieversorgung von Gebäuden“ (Dr. Schmautzer) und „Neue Technologien der Elektrizitätsanwendung“ (Dr. Sakulin) – zahlreiche Publikationen und

die Teilnahme an mehreren zum Teil noch laufenden EU-Projekten sind der Erfolg in dieser Thematik. Das EU-Projekt DESWH (Domestic Electric Storage Water Heaters), für welches das Institut 1996/97/98 (Dr. Sakulin, Dr. Schmutzner, Dipl.-Ing. Hölblinger) die technisch-ökonomische Analyse durchführte, zeigt mit großer Deutlichkeit, dass im Bereich Warmwasser erhebliche Sparpotentiale mit Amortisationszeiten von nur ½ bis zu 4 Jahren realisierbar wären. Ein EU-Fortsetzungsprojekt für effiziente Warmwasserbereit-

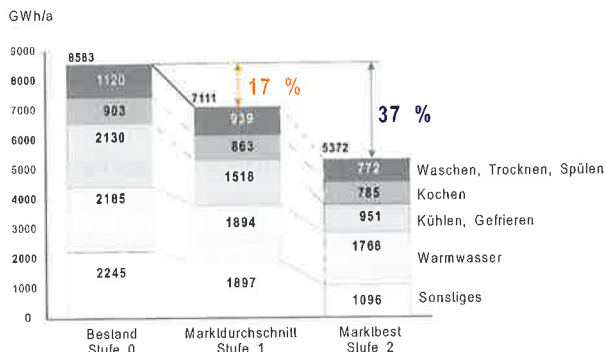


Abb.4: Sparpotential elektrische Haushaltsgeräte, Österreich 1990 Gesamtstromverbrauch, ohne elektrische Raumheizung

stellung – ausgedehnt auf andere Energieträger sowie auf die Frage der möglichen Einsparung an CO₂-Emissionen – wird unter Teilnahme des Institutes für Elektrische Anlagen im Jahre 1999 beginnen. Ein weiteres Projekt über Energiemanagement in Schulen, welches gemeinsam mit der SAFE (Salzburger AG für Energiewirtschaft), den Stadtwerken Brixen/Südtirol sowie der Universität Coimbra/Portugal durchgeführt wird, wird noch etwa 1 Jahr laufen.

Auch im Sektor Gewerbe und Industrie führte das Institut zahlreiche Tarif- und Energieberatungen durch und entwickelte eigene Mehrkanalleistungsmess- und Registriergeräte zur genaueren detaillierten Analyse der Energie- und Leistungsverläufe von Betrieben und deren Einsparmöglichkeiten.

Durch die vielkanalige Messung können die Leistungsanteile der einzelnen Verbraucher während der höchsten Leistungsspitzen genau zugeordnet werden. Somit wird klar und deutlich sichtbar, wer wieviel Anteil an den Verrechnungsspitzen hat und wo Laststeuerung Sinn macht. Um neben Energieverbrauch und Viertelstundenleistung (Verrechnungsleistung) auch schnellere Vorgänge bewerten und die Charakteristik einzelner Verbraucher erkennen zu können, ist die Messung von 15-Minuten-Werten nicht ausreichend. Messungen bis in den Sekundenbereich, zum Beispiel zur Visualisierung des Schaltverhaltens von Lastmanagementsystemen,

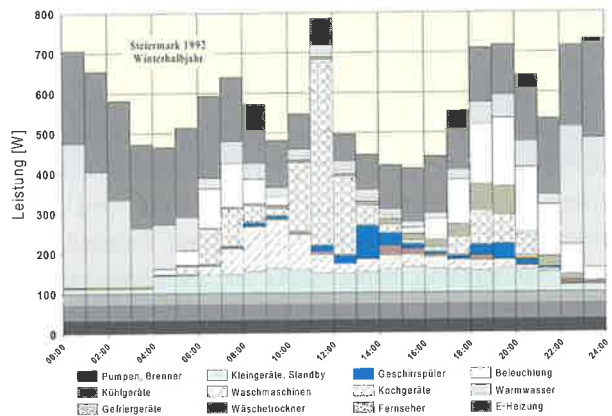


Abb.5: Lastgang des Durchschnittshaushalts

kommen in der Praxis zur Anwendung. Durch Analyse aller Kanäle in Bezug auf Energieverbrauch und Leistung ist auch eine Kostenzuordnung zu einzelnen Teilverbrauchern einer Anlage möglich (laufende Doktorarbeit Dipl.-Ing. Schöffner).

Durch die neuen Möglichkeiten der Technik, vielkanalig mit hoher Auflösung zu messen, ergeben sich auf Grund der bisherigen Arbeiten in Zukunft genauere und gezieltere Analysemöglichkeiten des Energieverbrauches und Energiemanagements.

Regenerative Energiequellen – Photovoltaik – Wind – Biomasse

Obwohl Österreich über einen hohen Anteil an Wasserkraft verfügt, müssen doch rund 30 % der elektrischen Energie durch kalorische Kraftwerke in der kalten Jahreszeit zur Verfügung gestellt werden. Hieraus folgt auch die besondere Anforderung an alternative, regenerative Möglichkeiten zur Stromerzeugung: speziell im Winter, bei geringem Wasserangebot und großem kalorischem Kraftwerkeinsatz, sollten diese Energien zur Verfügung stehen, um fossile Energieträger einsparen zu können. Schon während der letzten Studienreform integrierte das Institut diese Thematik durch eine eigene Lehrveranstaltung in die Lehre. Darüber hinaus führte das Institut im Rahmen des von FWF geförderten Forschungsprojektes „Auswirkungen effizienzsteigernder Maßnahmen beim Verbraucher sowie regenerativer Erzeugungsmöglichkeiten auf die Struktur der Elektrizitätsbereitstellung Österreichs“ wissenschaftliche Untersuchungen durch, um das mögliche Ausmaß an einsparbarer fossiler Energie festzustellen. In diesem Projekt erfolgte auch eine Abschätzung der bei großmaßstäblicher Einbindung fluktuierender Quellen (Photovoltaik, Wind) zu erwartenden Beeinflussung des bestehenden Kraftwerks- und Netzbetriebs (Dissertation Dr. Groß). Weiters erfolgte eine Abschätzung der Erzeugungspotentiale zur Stromer-

zeugung aus Wind, Photovoltaik, Biomasse bei Kraft-Wärme-Koppelung und Biogas in Österreich.

Die im Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz (EIWOG) für die Zukunft vorgeschriebene Quote von 3% für neue regenerative Stromerzeugung stellt eine Herausforderung hinsichtlich der technischen Realisierung und Optimierung der Erzeugungsanlagen sowie der Netzanbindung dieser Energiequellen dar.

Versorgungssicherheit – Netzzuverlässigkeit

Bereits in den frühen 70er Jahren wurde das Thema Zuverlässigkeit der elektrischen Energieversorgung – ausgedrückt durch Einheiten der Verlässlichkeit, Nichtverfügbarkeit usw. der elektrischen Energie an einem bestimmten Verbrauchsort – intensiv wissenschaftlich bearbeitet. Trotzdem blieb jedoch die Anwendung der Zuverlässigkeitstheorie im Wesentlichen auf Komponenten und einfache Netzkonfigurationen beschränkt, einerseits wegen der mangelnden Datenbasis (Ausfallstatistik), andererseits wegen des umfangreichen Rechenaufwandes, für welchen kaum geeignete Programme und Rechner zur Verfügung standen. Seitens des Institutes wurde das Programm KRANICH (Kraftwerksnichtverfügbarkeitsanalyse) entwickelt, welches bei einigen EVUs in Einsatz steht. Für Untersuchungen im vermaschten Übertragungsnetz wird bislang nach wie vor auf das bewährte (n-1)-Kriterium zurückgegriffen. Dieses sagt aus, dass bei Ausfall eines Elements noch keine Folgewirkungen auftreten dürfen. Ausgelöst durch den erforderlichen Ausbau des 380-kV-Netzes in Österreich führte das Institut 1997/98 (Dr. Sakulin, Dipl.-Ing. Strempl) eine umfangreiche Studie über die Versorgungssicherheit des steirischen 110-kV-Netzes sowie deren mögliche Verbesserung durch eine geplante 380-kV-Leitung zwischen dem Raum Wien und dem Raum Graz durch. Die Frage, die zu beurteilen ist, ist vor allem, wie weit die geplante, in der Öffentlichkeit stark bekämpfte, 380-kV-Leitung für die Sicherheit der steirischen Stromversorgung erforderlich ist, und ob nicht andere alternative Lösungen dasselbe Ziel zu erreichen gestatten. Maßgeblich mit diesem Leitungsausbau verknüpft sind die Fragen, wie weit die steirische Wirtschaft an der Liberalisierung des Strommarktes teilnehmen kann und für Betriebssansiedlungen – insbesondere in der Oststeiermark – eine gesicherte, den modernen Erfordernissen angepasste Stromversorgung zur Verfügung gestellt werden kann.

Diese aus technischer Sicht relativ klar beantwortbaren Fragen bereiten vor allem den Politikern des steirischen Landtages größtes Kopfzerbrechen. Als Techniker in der politischen Diskussion gewinnt man den Eindruck, dass

einerseits ein blindes, nahezu unbegrenztes Vertrauen in die Technik besteht, andererseits jedoch trotzdem eine massive Ablehnung gegen energietechnische Einrichtungen existiert: Man ist der Meinung, dass jegliche Leistung seitens der Technik erbracht werden könne und dass Ausfälle einfach unmöglich seien (Beweis: bisher ist auch nichts passiert). Daraus wird abgeleitet, dass ein Leitungsneubau vollkommen unnötig sei. Die Frage nach Versorgungssicherheit – ein als selbstverständlich erachtetes Gewohnheitsgut – tritt „mangels empirischer Evidenz von Ausfällen“ in den Hintergrund, die Frage nach der Wahrscheinlichkeit von Ausfällen und die Meinung, dass man sich gegen diese ja versichern könnte, tritt in den Vordergrund.

Energiewirtschaft – Liberalisierung – Tarifmodelle – Transite

Die größte Herausforderung erfährt die Elektrizitätswirtschaft zur Zeit durch die von der EU vorgeschriebene Öffnung des Energiemarktes, welche die Durchleitungsverpflichtungen, das Recht Dritter zur Nutzung der Netze, sowie die freie Wahl für bestimmte Verbraucher hinsichtlich ihres Energieerzeugers einschließt. Ziel der EU ist es, Wettbewerb in den bisher monopolistischen Bereich der Energieversorgung einzubringen, um schließlich der europäischen Wirtschaft Vorteile durch niedrigere Energiepreise zu verschaffen. Die Binnenmarktrichtlinie, die in allen EU-Mitgliedsstaaten bis 19. Februar 1999 umgesetzt sein muss, führt zu einer völligen Neustrukturierung der Energieversorgung – insbesondere zu einer organisatorischen Trennung von Netzbetrieb und Erzeugung.

Im Rahmen einer Dissertation (Frau Dipl.-Ing. Kawann) werden zur Zeit die Auswirkungen der Liberalisierung auf die österreichische Elektrizitätswirtschaft untersucht. Das große Problem dieser Thematik ist das ungewöhnlich hohe Tempo, mit dem allorts Studien erarbeitet und auf Grund der wechselnden politischen Zielvorgaben wieder verworfen werden. Dies bedeutet, dass die Bearbeitung dieses Themas große Anforderungen an die Flexibilität in der wissenschaftlichen Bearbeitung stellt.

Festzustellen ist, dass sich die kaufmännischen Überlegungen – vor allem hinsichtlich der Annahme der Transportwege – mehr und mehr von der physikalischen Realität entfernen. Eine wichtige Aufgabe wird daher darin bestehen, die von den Kaufleuten entworfenen Szenarien des Stromhandels auf ihre technische Durchführbarkeit hin zu überprüfen und allfällige technische Unvereinbarkeiten aufzuzeigen.

Anhand eines UCPT-Modellnetzes wurden die Auswirkungen von Transiten im liberalisierten Markt simuliert. Die folgende Abbildung zeigt einen Transit aus dem Raum Paris in den Raum Graz. (Dieses Szenario analysiert die Möglichkeit der steirischen ESTAG – die EdF ist seit Anfang 1998 Miteigentümer der Energie Steiermark – Strom aus französischen Kraftwerken zu beziehen.) Man sieht deutlich, dass 23% des erzeugten Stromes über die Netze von Belgien und den Niederlanden nach Deutschland fließen. Über die vorhandenen Verbindungsleitungen zwischen Frankreich und der Schweiz fließen 15% des Transites. Interessant ist auch, dass ein großer Teil des Lastflusses über das italienische Netz übertragen wird, wobei aufgrund der geringen Transportkapazität der Kuppelleitungen zwischen Österreich und Italien nur ein Bruchteil direkt übertragen wird, und der Großteil über Slowenien nach Österreich gelangt. Eine weitere Aufgabe im Bereich Liberalisierung stellt sich in der Analyse vorgeschlagener Tarifmodelle – sowohl für die Netznutzung als auch für die Energiebereitstellung selbst. Diesbezüglich wurden bereits in der Dissertation Dr. Groier wertvolle Vorarbeiten geleistet. Prinzipiell stellt das System des norwegischen Elektrizitätsbinnenmarktes auch einen geeigneten Ansatz für

die Realisierung eines deregulierten liberalisierten Marktes in Österreich dar. Besondere Berücksichtigung müsste dabei allerdings die unterschiedliche Kraftwerksstruktur (der österreichische hydrothermische Verbundbetrieb) und deren Einfluss auf die Preise am Spotmarkt finden. Außerdem müsste auch der Umstand, dass sich Österreich inmitten des UCPT-Netzes befindet und somit ein typisches Transitland darstellt, Berücksichtigung finden.

Ausblick

Neben dem erweiterten Ausbau der Lehrtätigkeit und der Kooperationen sind die Fortsetzung und Weiterführung der laufenden Forschungsarbeiten und -projekte vorrangige Ziele der kommenden Jahre. Neu hinzu kommen werden vor allem die Themen „Schutz- und Leittechnik“ sowie eine Intensivierung der Themen „elektromagnetische Felder“ und „Power Quality“ – insbesondere unter dem Aspekt des deregulierten, liberalisierten Marktes. Die Aufrechterhaltung und Bewertung der Versorgungssicherheit und der Spannungsqualität bedarf neuer Analysemethoden – sowohl rechentechnischer als auch messtechnischer Art.

Die im Vorangegangenen vorgestellten Forschungsprojekte zeigen, dass die Aktivitäten des Institutes nicht nur die verschiedenen Bereiche der Netztechnik betreffen, sondern auch eine starke energiewirtschaftliche Orientierung aufweisen. Auch im Bereich der Energiewirtschaft ist es die Liberalisierung des europäischen Elektrizitätsmarktes, die eine Vielzahl neuer Problemstellungen und Aufgabenstellungen aufwirft – wie z.B. die Harmonisierung der Netznutzungstarife, die wirtschaftliche und technische Bewertung von Transiten und Durchleitungen, die Behandlung von Engpässen und dergleichen mehr – und eine große Herausforderung hinsichtlich der Berechnungs- und Bewertungsmethoden darstellt.

Schlussendlich wird auch die Berücksichtigung umwelttechnischer Belange, die Vermeidung schädlicher Auswirkungen auf Umwelt und Klima sowie der Aufbau einer nachhaltigen, ressourcenschonenden und energieeffizienten Energieversorgung ein langfristiges Ziel der Institutsforschungsaktivitäten bleiben.

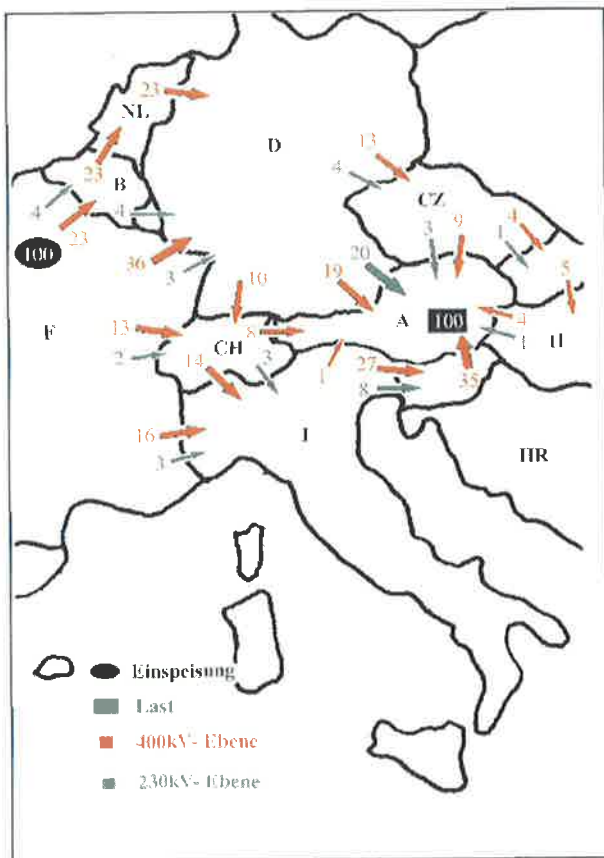


Abb.6: Lastfluss Paris-Graz