

## Dritter Teil

# Die Institute der Fakultät – Beiträge zu Forschung und Lehre

## Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik

### Geschichtlicher Rückblick

Mit der Fertigstellung des Neubaus in der Brockmann-gasse im Jahre 1928 wurde an der Technischen Universität Graz ein Institut für "Elektrotechnik" gegründet, das älteste dieses Faches, aus welchem schlussendlich das heutige "Institut für Elektrische Maschinen und Antriebstechnik" hervorging. Zuvor war die Elektrotechnik im Gegenstand Physik eingebaut, wo unter Prof. Dr. Albert v. Ettingshausen so bedeutende Forscher und Lehrer wie die späteren Professoren für Elektromaschinenbau Karl Pichlmayer und Johann Ossana hervorgingen. Erster Vorstand des neuen Institutes wurde Herr Dipl.-Ing. Karl Koller, vorher Chefkonstrukteur der Siemens-Schuckert-Werke Wien. 1930/31 konnte ein Studienbetrieb aufgenommen werden, welcher damals die allgemeinen theoretischen Grundlagen der Elektrotechnik und Vorlesungen über die Wirkungsweise der elektrischen Maschinen umfasste. Nach der Emeritierung von o.Prof. Koller übernahm im Studienjahr 1939/40 Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Karl Schäfer den Lehrstuhl für "Elektrotechnik".

Im Zuge einer Studienplanumstellung im Jahre 1940 wurde mit dem Aufbau einer selbständigen Abteilung für Elektrotechnik begonnen, und der bisherige Lehrstuhl geteilt. Das Gebiet des "Elektromaschinenbaus", um Berechnung und Konstruktion erweitert, wurde von nun an durch Herrn Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Anton Höpp vertreten, während die "Theoretische Elektrotechnik" bei Herrn Prof. Dr. Schäfer verblieb. Ein dritter Lehrstuhl unter o.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Wierer wurde für "Elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik" neu eingerichtet.

Nach dem Zweiten Weltkrieg waren die drei Lehrstühle der Abteilung für Elektrotechnik verwaist. Im Herbst 1945 übernahm o.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Alfred Grabner, bis dahin Ordinarius an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg, die Lehrstühle "Allgemeine Elektrotechnik" und "Elektromaschinenbau" als nunmehr vereinigt "Institut für Allgemeine Elektrotechnik und Elektromaschinenbau". Nach der viersemestrig begonnenen Grundausbildung wurde im Jahre 1946/47 der Lehrbetrieb für den dritten und ein Jahr später für den vierten Jahrgang aufgenommen. Da mit dieser Erweiterung der Lehrbetrieb zu umfangreich wurde, ist im Studienjahr 1950/51 Herr o.Prof. Dipl.-Ing.

Dr.techn. Peter Klaudy mit den theoretischen Fächern der Elektrotechnik betraut worden, wofür er ein eigenes Institut für "Grundlagen der Elektrotechnik und theoretische Elektrotechnik" erhielt. Dadurch konnte der Lehrstoff am Institut entsprechend reduziert werden. Nach der Emeritierung von Prof. Grabner wurde im Jahre 1963 Herr o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerhard Aichholzer als Ordinarius an das "Institut für Elektromaschinenbau" berufen. Im Jahre 1973 wurde nicht nur der bisherige Name in "Institut für Elektromagnetische Energieumwandlung" geändert, auch der Aufgabenbereich wurde um das Fachgebiet für Tieftemperaturtechnik und Supraleitung erweitert.

Die Einführung des Universitätsorganisationsgesetzes 1975 (UOG 75) brachte die Umbenennung der Technischen Hochschule in Technische Universität. Gleichzeitig damit wurde sie in fünf Fakultäten gegliedert, die bisherige Fakultät für Maschinenwesen und Elektrotechnik, die seit dem Jahre 1955 bestand, aufgelöst und eine eigene für Elektrotechnik eingerichtet.

Mit Beginn des Studienjahres 1986/87 übernahm o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Manfred Rentmeister, am 1.5.1987 zum Ordinarius berufen, nach der Emeritierung von Prof. Aichholzer die Leitung des Institutes, welche er bis zum 24.10.1996, dem Tage vor dem effektiven Wirksamwerden des Universitätsorganisationsgesetzes 1993 (UOG 93) innehatte. Letzteres erlaubte wegen der mittlerweile erfolgten Wahl von Prof. Rentmeister zum Dekan der Fakultät für Elektrotechnik nicht länger eine gleichzeitige Ausübung seiner Funktion als Institutsvorstand. Gleichzeitig damit wurde die Institutsbezeichnung in "Institut für elektrische Maschinen und Antriebstechnik" geändert. In einer Wahl über die Nachfolge wurde Herr ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Hansjörg Köfler zum neuen Institutsvorstand gewählt, welche Funktion er nach einer Wiederwahl bis heute bekleidet.

### Bemerkenswertes aus Lehre und Forschung

Seit Gründung des Institutes war neben der Lehre, die sich anfangs auf die allgemeinen theoretischen Grundlagen der Elektrotechnik und Vorlesungen über die Wirkungsweise der Elektromaschinen bezog, der Forschung stets ein breiter Raum gewidmet. Hier sind die Arbeiten von Prof. Koller zu erwähnen, die sich auf Untersuchungen über den Gleichlauf asynchroner

Motoren, über Zündspulen und über die Beeinflussung der Wellenform und Wirbelstrombremsen beziehen, ebenso wie jene von Prof. Höpp über den Austausch schwach belasteter Transformatoren.

Mittlerweile war das Gebiet des Elektromaschinenbaues auch auf die Berechnung und Konstruktion der Elektromaschinen ausgedehnt worden. Als nach dem Zweiten Weltkrieg Herr Dipl.-Ing. Dr.techn. Alfred Grabner als ordentlicher Professor nach Graz berufen worden war, wurden der Lehrbetrieb ständig erweitert und Vorlesungen über Kollektormaschinen und Regelsätze sowie über elektrische Antriebe hinzugefügt. Als der Studienbetrieb zu umfangreich wurde, ist für die theoretischen Fächer der Elektrotechnik eine eigene Lehrkanzel eingerichtet worden, womit sich der Lehrbetrieb nur mehr auf die elektrischen Maschinen beschränkte.

Einen besonderen Aufschwung erhielt die Forschung durch Herrn Prof. Alfred Grabner. Pionierleistungen auf dem gesamten Gebiet des Elektromaschinenbaus hatten ihm schon Berufungen an verschiedene Technische Hochschulen gebracht. In Graz nahm er nach dem Zweiten Weltkrieg sofort wieder seine rege Forschungstätigkeit auf. Zu den markantesten Arbeiten bis zu seiner Emeritierung zählen ein Netzkupplungsumformer mit kompensierter Synchronmaschine, Asynchronmaschinen mit ausgeprägten Polen, solche mit massivem Läufer und schließlich kommutatorlose Gleichstrommaschinen, im Besonderen mit unbewickeltem Läufer in der Bauart von Mittelfrequenzmaschinen, womit höhere Drehzahlen erzielt werden können.

Nach der Übernahme der Lehrkanzel durch Herrn o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerhard Aichholzer wurden bereits begonnene Arbeiten fortgesetzt und sofort auch neue Forschungen hinzugefügt. Prof. Aichholzer widmete sich aber auch mit viel Mühe und Sorgfalt der akademischen Lehre. Der Erfolg seiner Anstrengungen wurde durch das Erscheinen seines zweiteiligen Buches über "Elektromagnetische Energiewandler" auch nach außen hin sichtbar. Die Anerkennung seines Wirkens in Lehre und Forschung und seiner Bemühungen um die Universität brachte ihm die zweimalige Würde eines Dekans der Fakultät. Darüberhinaus war er in der Zeit von 1968 bis 1978 als Vorsitzender der Zweiten Staats- bzw. – nach Änderung der gesetzlichen Bestimmungen – Diplomprüfungskommission tätig.

Von besonderer Bedeutung war die Entwicklung eines zweipoligen Turbogenerators mit Luftspaltwicklung und axialer Flussführung. Ziel dieses vom Forschungsförderungsfonds der gewerblichen Wirtschaft geförderten Projektes war eine Steigerung der Turbogeneratorein-

heitsleistung über die damals ausführbare Größe von 1 GVA hinaus bis zu Leistungen von 2 GVA und mehr. Dafür war zunächst eine 20 kVA-Versuchsmaschine zu planen und zu bauen. Da diese Maschine einen bislang nicht bekannten Aufbau des Magnetgestells mit Zwischenlagern und eine ebenfalls neuartige Ständerwicklung (spiral pancake winding) besitzen sollte, mussten erst Entwurfsgrundlagen geschaffen werden. Darüberhinaus wurden Untersuchungen angestellt, welche Vorteile der

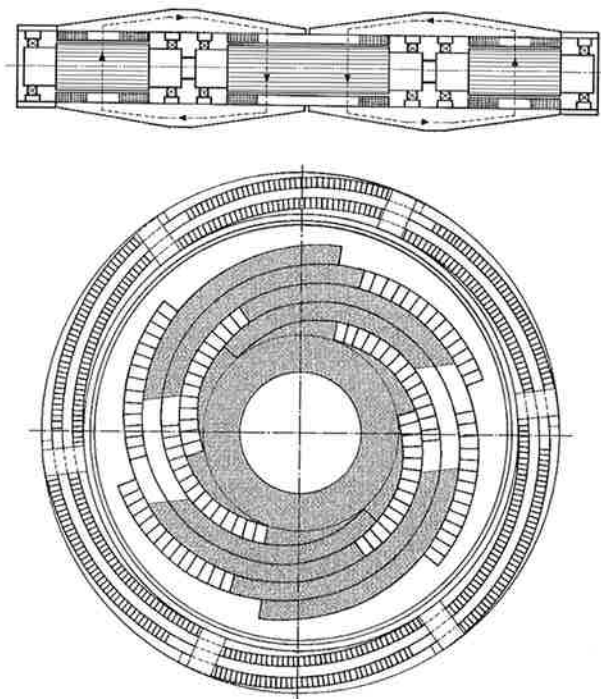


Abb.1: Vereinfachter Längs- und Querschnitt durch die Versuchsmaschine

neue Maschinentyp hinsichtlich Materialaufwand, Herstellungs- und Transportkosten im Vergleich mit herkömmlichen Turbogeneratoren besitzen könnte. Das Ergebnis war, dass sowohl diese Kosten als auch das Gesamtgewicht geringer ausfallen würden. Ende 1979 ist diese Versuchsmaschine erfolgreich in Betrieb gegangen.

Sowohl für diese Erfindung als auch die Erfindung der neuartigen Ständerwicklung (spiral pancake winding) ist Herrn Prof. Aichholzer der Österreichische Staatspreis für Energieforschung 1976 verliehen worden.

Die moderne Antriebstechnik geht mehr und mehr in Richtung ganzheitlicher Systeme, die von der Schnittstelle am Versorgungsnetz bis zum Arbeitsgut reichen und daher alle an der Energieumsetzung beteiligten Komponenten umfassen. Es ist ein Verdienst von Herrn Prof. Rentmeister, diesen Trend schon frühzeitig erkannt und die Forschungen darauf abgestimmt zu haben. Gefordert werden immer leistungsfähigere und dynamischere

Antriebssysteme, die den heute an sie gestellten Anforderungen besser entsprechen können. Daher konzentrieren sich die Untersuchungen vor allem auf den Einsatz von Drehfeldmaschinen synchroner und asynchroner Bauart, deren Drehzahl/Drehmoment-Verhalten den Arbeitserfordernissen möglichst anzupassen ist, und auf eine Verbesserung der Stellglieder, insbesondere der Stromrichter, sowie auch auf geeignete Mess-, Steuer- und Regeleinrichtungen. Die Nachbildung elektrischer Antriebssysteme und die Simulation der Arbeitsabläufe mittels Rechner, der schließlich auch als Steuerorgan eingesetzt wird, scheinen dafür ein taugliches Mittel. Die Optimierung aller elektrischen Komponenten hinsichtlich Volumen und Gewicht ist vordringliches Ziel. Besonderes Augenmerk wird dabei auf den Einsatz von Synchronmaschinen mit permanentem Polrad und auf Asynchronmaschinen mit Kurzschlussläufern gelegt. Durch den Einsatz über Stromrichter gesteuerter kommutatorloser Antriebsmotoren kann eine Erhöhung der Leistungsfähigkeit elektrischer Triebfahrzeuge bei gleichem Volumen und annähernd gleichem Gewicht erreicht werden. Dabei muss in erster Linie den äußeren Bedingungen des Traktionsbetriebes Rechnung getragen werden. Arbeiten haben die optimale Auslegung des gesamten am Triebfahrzeug installierten Energieumwandlungssystems zum Ziel, wobei auch Hochspannungsvarianten dieses Systems und Möglichkeiten untersucht werden, die volle Fahrdrachtspannung an die Antriebsmotoren heranzubringen.

Ein wesentlicher Bestandteil moderner Antriebe sind die unter der allgemeinen Bezeichnung Umrichter bekannten Steuer- und Regeleinrichtungen. Erst die Fortschritte in der Elektronik und die damit verbundene Leistungssteigerung der Bauelemente haben ihren verstärkten Einsatz möglich gemacht. Arbeiten am Institut beziehen sich auf Stromrichter aus abschaltbaren Halbleitern und reichen von der formalen Beschreibung ihres Verhaltens über die Simulation bis hin zu Aufbau und Test einzelner Schaltungsvarianten im Labor. Neben der Betrachtung von Umrichtertypen, die zur Verbesserung der Kommutierung Resonanzerscheinungen ausnutzen, liegt der Schwerpunkt auf solchen, deren Ausgangsgrößen mit Hilfe der Pulsweitenmodulation verändert werden können. Unterschiedliche Methoden dieser Modulation werden u.a. im Hinblick auf die spektrale Verteilung der Ausgangsgrößen oder Einflüsse des nicht idealen Verhaltens der Leistungshalbleiter – Spannungsabfälle im eingeschalteten Zustand oder unterschiedliche Verzögerungszeiten beim Ein- und Ausschalten – untersucht. Konventionelle Pulswechselrichter mit Span-

nungszwischenkreis werden solchen mit resonantem Gleichspannungszwischenkreis im Hinblick auf Verluste, Schaltungsaufwand, Betriebssicherheit und elektromagnetische Verträglichkeit gegenübergestellt.



**Abb.2: Halbbrücke, bestehend aus Kühlkörper, IGBT Modul, Ansteuerschaltung und Zwischenkreiskondensatoren**

Untersuchungen beziehen sich auf Anwendungen des Umrichters als Stellglied für elektrische Maschinen innerhalb der Antriebstechnik. Auch Anwendungen etwa als Batterieladegerät für ein batteriebetriebenes Elektrostraßenfahrzeug oder als netzseitiger Umrichter für dezentrale Energieversorgungssysteme werden in Betracht gezogen.

Bei der Suche nach potentiellen Verursachern der Luftverschmutzung stößt man bald auf den Straßenverkehr als Emittenten von Stickoxiden, Kohlenmonoxid und Kohlenwasserstoffen. Ein Ansatz zur Entlastung unserer Städte, wo Luftverschmutzung zum besonderen Problem geworden ist, ist der emissionsfreie Betrieb von Fahrzeugen. Um einen Beitrag zur technischen Lösung des Traktionsproblems zu liefern, wurde das Projekt eines Leichtbau-Elektromobils als inter fakultäre Entwicklungsarbeit zwischen den Fakultäten für Elektrotechnik und Maschinenbau beschlossen. Die Arbeiten gliederten sich in drei Teilbereiche – Entwicklung des Fahrwerks, der Karosserie und des Antriebs. Geplant war ein Stadtauto für die Ansprüche europäischer Großstädte, mit zwei Sitzplätzen mit genügend Raum für Zuladung oder zusätzliche Kindersitze. Das Fahrzeug sollte eine Steigfähigkeit von 25 % aufweisen und mit einer vollgeladenen konventionellen Blei-Säure-Batterie eine Fahrstrecke von 100 km problemlos bewältigen können. Naturgemäß war die Entwicklung des Antriebes Aufgabe des Institutes. Die Entscheidung wurde zugunsten von Antrieben mit Asynchronmaschinen gefällt, da diese sehr robusten Maschinen für höhere Drehzahlen geeignet und überaus preisgünstig sind. Der Antrieb wurde derart dimensioniert, dass die geforderten Fahrleistungen ohne



**Unsere Aufgabe.**



**Unsere Verantwortung.**



**Unsere Kompetenz.**

## **Arbeiten mit Energie.**

Der Mensch braucht Strom. Wieweit es gelingt, diesen umweltschonend und wirtschaftlich sinnvoll zu verteilen und zu nützen, bildet eine der großen Herausforderungen unserer Zeit. Eine Aufgabe, der die VA TECH ELIN EBG mit einem Höchstmaß an Erfahrung und Kompetenz begegnet. Wir sind Österreichs führender Anbieter für kundenspezifische elektrotechnische und elektronische Systeme, Anlagen und Dienstleistungen in der Energieverteilung und -anwendung, Automation und Antriebstechnik.

**Energy that works.**

### **VA TECH ELIN EBG GmbH**

Penzinger Straße 76, A-1141 Wien, Postfach 5 · Tel.: (+43/1) 89990-0, Fax: (+43/1) 89990-2373  
Kraußstraße 1-7, A-4021 Linz, Postfach 301 · Tel.: (+43/732) 6939-0, Fax: (+43/732) 6939-2318  
Info-Service: Abteilung Unternehmenskommunikation, Frau Mag. Jutta König,  
Tel.: (+43/732) 6939-2440, Fax: (+43/732) 6939-2318, E-mail: [koej@elinebg.at](mailto:koej@elinebg.at)  
Internet: [www.elinebg.at](http://www.elinebg.at)



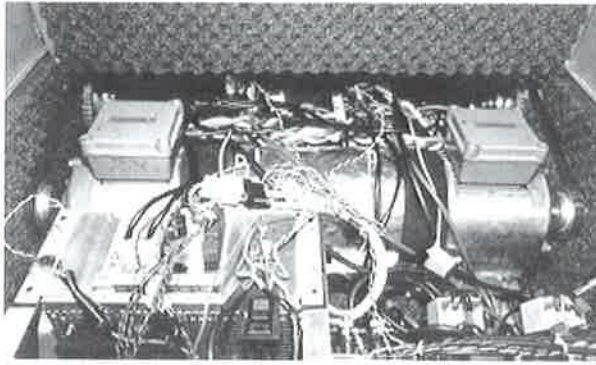


Abb.3: Einbau des Doppelantriebs im Fahrzeug

Zuhilfenahme eines mechanischen Schaltgetriebes erreicht wurden. Um das Differentialgetriebe zu sparen, wurde jedes Hinterrad mit einer eigenen Antriebseinheit aus Stromrichter und Maschine ausgestattet. Im Zusammenhang mit einer intelligenten Regelstrategie konnte der Gesamtwirkungsgrad des Antriebs auf deutlich über 80 % gebracht werden.

Das schöne Ergebnis dieses Projektes unter Federführung von Herrn Prof. Rentmeister war ein funktionsfähiges, auf den Verein zur Förderung des Solarmobils zugelassenes Elektrostraßenfahrzeug.

Außerdem umfasst das Gesamtkonzept für Straßenfahrzeuge auch die Erarbeitung von Einsatzmöglichkeiten von Elektromotoren, im Speziellen von Reluktanz- oder Asynchronmotoren, in einer Servolenkung für Kraftfahrzeuge unter Einhaltung vorgegebener Spezifikationen. Die Modellierung des mechanischen Systems Lenkrod, Getriebe, Servomotor, Räder soll helfen, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu finden.

Die Entwicklung und Erprobung eines Antriebes für ein rein elektrisch betriebenes Taxi seitens der Fahrzeugindustrie erfolgte unter Beteiligung von Institutsangehörigen. Dieser Antrieb wurde in ein Fahrzeug einer Taxigruppe eingebaut, welches im regulären Betrieb in Graz getestet wurde.

Ein – in vielerlei Hinsicht – unkonventionelles und besonders zukunftsorientiertes Arbeitsgebiet stellt die Anwendung tiefster Temperaturen in der elektrischen Energietechnik dar. Diesem Bereich kommt angesichts knapper werdender Rohstoffe und eines zunehmenden Umweltbewusstseins immer größere Bedeutung zu.

Mechanische Energie – gewonnen aus Wasserkraft oder fossilen Energieträgern wie Kohle und Erdöl – wird in Generatoren in elektrische Energie umgewandelt. Der noch heute – wenn auch nicht im gleichen Maße wie früher – ständig steigende Bedarf an elektrischer Energie ließ die Leistungen und damit die Größe der Generatoren immer weiter anwachsen. Konventionelle Generatoren



Abb.4: Elektrofahrzeug

stoßen dabei schon an ihre mechanisch-physikalischen Grenzen. Mittlerweile strebt unsere Gesellschaft zudem eine möglichst wirkungsvolle Nutzung der Energieressourcen an.

Die stromdurchflossenen Wicklungen, in Eisen oder Luft angeordnet, bilden die Energieübertragungselemente elektromagnetischer Energiewandler. Beim Stromfluss werden in den herkömmlichen Leitern Verluste verursacht, die eine Erwärmung der Leiter und Wicklungen zur Folge haben. Einige Stoffe aber, die sogenannten Supraleiter, haben die faszinierende Eigenschaft, dass sie ein solches Verhalten bei Temperaturen weit unterhalb von Null °C nicht mehr aufweisen.

Die Anwendung dieser Supraleiter in supraleitend erregten Synchrongeneratoren eröffnet hier außerordentliche Möglichkeiten. Die Verluste in solchen Generatoren können bei gleichzeitiger deutlicher Reduktion des Bauvolumens auf etwa die Hälfte verringert werden. Diese Generatoren können in der Anwendung allerdings nur dann bestehen, wenn sie den konventionellen Generator in der Zuverlässigkeit zumindest gleichwertig ersetzen können. Der Nachweis darüber kann nur über Untersuchungen des stationären und transienten Betriebsverhaltens solcher Generatoren führen.

In Österreich wurde dieses Ziel in einem mehrjährigen Forschungsprogramm der Elin in Zusammenarbeit mit

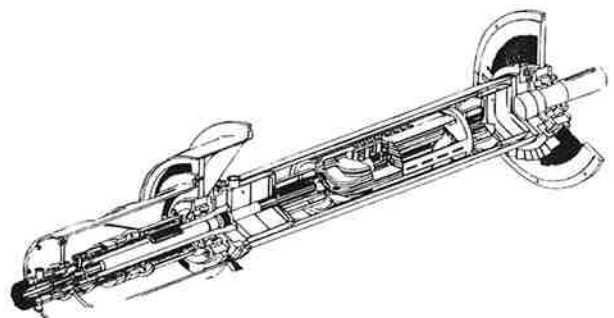


Abb.5: Supraleitender Generator SMG

dem Institut und der Forschungsgesellschaft Joanneum mit Unterstützung durch den Forschungsförderungsfonds verfolgt, an welchem Prof. Köfler maßgeblichen Anteil hat. In einem ersten Schritt wurden die zu bewältigenden Aufgaben bei Berechnung und Konstruktion am Bau einer kryogenen Versuchsmaschine erarbeitet. In einem zweiten wurde der Übergang zur Fertigung und Prüfung von supraleitenden Erregerspulen vollzogen, um schließlich zum Bau eines supraleitenden Modellgenerators (SMG) zu führen. In umfangreichen Tests an beiden Versuchsmaschinen konnte gezeigt werden, dass ein supraleitend erregter Generator den Vorteil der verringerten Verluste, des kleineren Bauvolumens und damit Gewichts, und der größeren Stabilität bei stationärem und transientem Betrieb bei gleicher Verfügbarkeit wie ein konventioneller Generator erbringen kann.

Der Gedanke, elektrische Energie mittels Supraleiter widerstandsfrei mit extrem hoher physikalischer Stromdichte zu transportieren, wobei deren Übertragung vom Kraftwerk zum Verbraucher unter Entfall von Hochspannung sogar direkt mit der Generatorspannung möglich sein sollte, ließ schon früh nach geeigneten Problemlösungen suchen. Prof. Klaudy, Vorgänger von Prof. Aichholzer an der Anstalt für Tieftemperaturforschung, die mit dem Institut stets in enger Verbindung stand, erkannte schon bald das große Potential der damals bekannten Supraleiter für die Drehstromleistungsübertragung und begann mit der Entwicklung supraleitender Wechselstromkabel. Die Notwendigkeit, die supraleitende Kabelseele auf ihrer ganzen Länge mit einem Kälteschutzsystem zu umgeben, konnte mit einem konzentrischen, in großen Längen herstellbaren und auf- und abtrommelbaren Wellrohrsystem zukunftsweisend gelöst werden. In weiterer Konsequenz wurde auch die elektrische Kabelseele vollständig in Wellrohrtechnik ausgeführt. Niob war von allen damals in Frage kommenden Supraleitern derjenige mit der höchsten kritischen Temperatur. Es ist das Verdienst von Kabelmetal Hannover, ein Plattierungsverfahren für Niob

auf Kupfer gefunden und daraus ein Wellrohr gefertigt zu haben. Ermutigende Untersuchungsergebnisse an metallischen Supraleitern und den Kabelkomponenten führten schließlich zum Bau eines 50 m Versuchskabels, welches vor Ort im Kraftwerk Arnstein der Steweag - aus Kostengründen einphasig - in einen Drehstromabgang eingebaut werden konnte. Nach von der Steweag durchgeführten Isolationsprüfungen mit 60 kV gegen Erde konnte die feierliche Inbetriebnahme im Oktober 1979 erfolgen. Die Netzversuche liefen zur vollen Zufriedenheit und ließen die Funktionsfähigkeit des Gesamtsystems erkennen. Es war dies die erste echte Leistungsübertragung auf der Welt zu einem Stromkunden mittels eines Supraleiterkabels. Angesichts des weltweiten Interesses an Kabellösungen vor allem im Zusammenhang mit Hochtemperatursupraleitern haben diese Feldversuche neue Aktualität erlangt.

Im Hinblick auf knapper werdende Rohstoffe und das steigende Interesse an Recycling-Verfahren kam im Jahre 1980 von Prof. Aichholzer der Vorschlag, die Entwicklung eines supraleitenden Magnetscheiders für schwach magnetische Stoffe in Angriff zu nehmen, umso mehr, als vielfach wertvolle Rohstoffe auf Abraumhalden ungenutzt liegen. Erste Überlegungen führten zum Bau eines Trennkanal-Magnetscheidermodells mit wassergekühlter Ringspule und ringförmig geführtem Trennkanal. Damit konnten erste Erfahrungen gesammelt, gleichzeitig aber auch Schwierigkeiten beim Trennverfahren aufgezeigt werden. Dies führte zur Erfindung eines neuen Verfahrens, welches auf einem besonders ausgebildeten Magnetfeld zwischen gleichsinnig stromdurchflossenen Ringspulen in Verbindung mit einem Drehteller für die Erzeugung der Zentrifugalkräfte beruht. Nach einem für diese Erfindung an Prof. Gerhold erteilten Patent wurde ein weiteres Modell gebaut, an welchem erfolgreiche Trennversuche durchgeführt und die Funktionsfähigkeit des Trennverfahrens demonstriert werden konnten. Schließlich wurde in Zusammenarbeit mit der Elin und mit Unterstützung

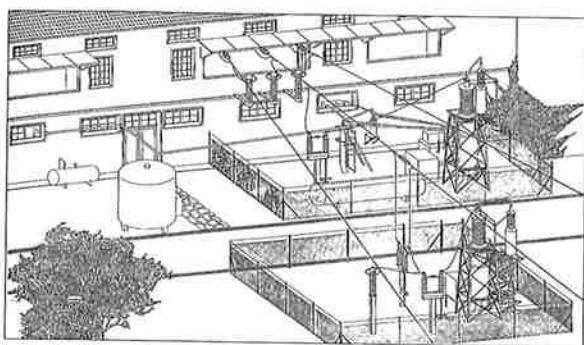


Abb.6 Supraleiterkabelversuchsanlage im KW Arnstein

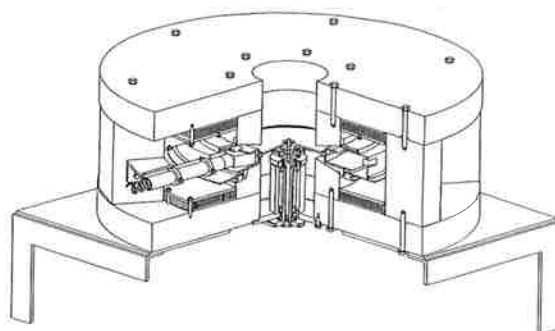


Abb.7 Modell-Magnetscheider mit Eisenpolen in Anlehnung an österr. Pat. Nr. 377 202



durch den FFF ein Eisenpolmagnetscheider mit normalleitenden Spulen für einen großen Durchsatz zur selektiven Trennung von partiell ferromagnetischem Trockengut gebaut. Nach einer erfolgreich abgeschlossenen Testserie wurde dieses Gerät schließlich noch zu weiteren Testzwecken zur Firma Aquafine in Brunswick, USA verfrachtet. Eine Abschätzung einer Ausführung mit Supraleitermagneten ergab, dass der hohe Preis der verfügbaren Supraleiter einen wirtschaftlichen Einsatz aber unmöglich macht. Daher war eine Weiterentwicklung nicht mehr marktkonform und musste 1995 beendet werden.

Die Beherrschung von Kurzschlüssen in Versorgungsnetzen wird infolge ständigen Ausbaus und höheren Energiebedarfs immer schwieriger. Einen Beitrag zur Lösung dieses Problems könnten supraleitende Kurzschlussstrombegrenzer liefern, die in die zu schützende Leitung eingebaut werden. Hochtemperatursupraleiter wurden vielfach als prädestiniert für die Verwendung in solchen Kurzschlussstrombegrenzern erachtet, da sie im Gegensatz zum supraleitenden im normalleitenden Zustand beträchtlichen Widerstand besitzen. Diese Geräte arbeiten während des normalen Betriebes als ein sekundär ideal kurzgeschlossener Transformator. Die sekundäre supraleitende Schleife wird vornehmlich als supraleitender Ring oder Zylinder ausgeführt. Im Falle eines Leitungsfehlers wird der Supraleiter infolge des nun fließenden hohen Stromes gequenchet und geht in seinen normalleitenden Zustand mit nun beachtlichem Widerstand über. Bedingung für eine effektive Anwendung ist ein sehr schneller Übergang von der Supraleitung in die Normalleitung, was den Aufbau einer Längsimpedanz im Zuge der zu schützenden Leitung bedeutet, und andererseits die genügend rasche Wiederverfügbarkeit des supraleitenden und damit praktisch widerstandslosen Zustandes des Strombegrenzers. Zielrichtung ist die Entwicklung von Trafotyp-Begrenzern mit Hochtemperaturzylindern. Die Arbeiten werden unter Federführung des Forschungszentrums Karlsruhe, der Hoechst AG und der Ben Gurion bzw. der Tel Aviv Universität, Israel, durchgeführt.

Ungeachtet des verlustlosen Stromtransportes in Supraleitern müssen fallweise Spannungen im Bereich mehrerer Kilovolt beherrscht werden – so etwa beim Quench eines Magneten, d.h. seinem plötzlichen Übergang vom supraleitenden in den normalleitenden Zustand, sowie auch bei energietechnischen Supraleiteranwendungen in Kabeln, Transformatoren etc.. Seit vielen Jahren laufen Arbeiten auf diesem Gebiet, welche die unterschiedlichsten Isolationssysteme betreffen. Die Arbeiten wurden und werden in enger Zusammenarbeit

mit der Kyushu-Universität, Japan, durchgeführt. Ziel ist die Erarbeitung von Dimensionierungsrichtlinien für die Isolation von Supraleitermagneten und anderen Supraleiterkomponenten der Energietechnik. Dabei standen Aspekte der Korrelation zwischen statistischen Streuungen von Durchschlagswerten und Größen/Zeitdegradationen, sowie Arbeiten zur verbesserten Darstellung der Heliumpaschenkurve im Bereich des Paschen - Minimums im Vordergrund. Diese Untersuchungen sind vor allem zur Auslegung von innengekühlten, vakuumisolierten Supraleitern bei auftretenden Heliumlecks von großer Bedeutung, wird dabei doch die Paschenkurve von links bis hin zum Minimum durchlaufen. Die Erkenntnisse und Erfahrungen aus diesen Arbeiten an Isolationssystemen konnten bereits in einer Design-Studie zur Hochspannungsisolierung eines großen supraleitenden Magneten für die Energiespeicherung samt der für die Ein- und Ausleitung der Energie notwendigen Hochstromdurchführungen für ein weltbekanntes amerikanisches Unternehmen praktisch umgesetzt werden.

Neben den Arbeiten zur Isolation von Flüssigheliumgekühlten klassischen Supraleitern wurde begonnen, spezielle Aspekte von auf Flüssigstickstoff basierenden Isolationssystemen für Hochtemperatursupraleiter zu untersuchen. Erste Ergebnisse liegen bereits vor.

Die Lehre und Ausbildung der studierenden Jugend zählten – und zählen weiterhin – neben der Forschung und Entwicklung stets zu den Hauptaufgaben des Institutes. Naturgemäß gingen mit der Erhöhung des allgemeinen Erkenntnisstandes auch eine Zunahme der Lehrtätigkeit und Ausweitung des Lehrstoffes einher. Bei der Erstellung neuer Inhalte und Studienpläne wurde stets größtes Augenmerk auf neueste Aspekte des Fortschritts und der internationalen Entwicklungen gelegt und in besonderer Weise den sich ständig veränderten Bedingungen im heutigen Berufsleben entsprochen. Dies mag dazu beigetragen haben, dass es trotz eines merklichen Trends zu Computer-Wissenschaften in den letzten Jahren gelungen ist, das Interesse an energietechnischen Studien wieder zu wecken. Dem Weitblick und der Zähigkeit eines Prof. Rentmeister ist es zu verdanken, diese Entwicklung vorausgesehen und vorangetrieben zu haben. Gelegenheit dazu bot sich ihm in verschiedenen Gremien der Universität, in seiner Eigenschaft als Präses der Zweiten Diplomprüfungskommission während der Jahre von 1988 bis 1996 und vor allem seit 1995 als Dekan der Fakultät für Elektrotechnik, deren Belange er seither mit großem Geschick und Einfühlungsvermögen leitet.