



Jahresbericht
des
Institutes für Elektrische Energietechnik
TU Clausthal

Bericht Nr.4 (1993)

Dezember 1993

Prof. Beck

J A H R E S B E R I C H T 1993
des Instituts für Elektrische Energietechnik
Technische Universität Clausthal

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Vorwort	3
1 Lehre	5
1.1 Vorlesungen, neue Studiengänge	5
1.2 Übungen, Praktika	5
1.3 Seminarvorträge	6
1.4 Studien- und Diplomarbeiten, mathematische Praktika	8
2 Veröffentlichungen, Dissertationen, Technische Notizen	11
2.1 Zeitschriftenaufsätze, Patente	11
2.2 Vorträge/Seminare	11
2.3 Dissertationen	11
2.4 Technische Notizen, Vorlesungsmanuskripte	11
2.5 Forschungsanträge	12
2.6 Veranstaltungen, Exkursionen, Gastaufenthalte	13
3 Forschungsarbeiten	15
3.1 Ausbau der Institutseinrichtungen	15
3.2 Projektblätter	15
4 Personelle Besetzung	43
4.1 Hauptamtliche Mitarbeiter des Instituts	43
4.2 Nebenamtlich tätige Hochschullehrer	44
4.3 Wissenschaftliche Hilfskräfte	44
4.4 Von der Lehrverpflichtung befreite Hochschullehrer	44
4.5 Mitglieder in den Selbstverwaltungsgremien der Universität	44
Anlagen	47

Vorwort

Liebe Freunde und Mitarbeiter(-innen) des Instituts,

das vierte Jahr der gemeinsamen Institutsarbeit nach meiner Berufung war im ganzen gesehen erfolgreich! Dies gilt für Lehre und Forschung gleichermaßen.

Die Studienrichtung "Energietechnik/Energiesysteme" wurde in diesem Jahr, vermutlich auch durch die wirtschaftliche Entwicklung in der Industrie beeinflusst, von den Studierenden besonders gut angenommen. Da das IEE an der Lehre in diesem Fachgebiet wesentlich beteiligt ist, entstehen hieraus die gewünschten Wachstumsschübe. Auch das derzeit laufende öffentliche Seminar "Energiepolitik und CO₂-Minderungspotentiale" mit Referenten aus Industrie, Forschung und Lehre, zu dem ich Interessierte noch herzlich einlade, wird eine weitere Akzeptanz dieser Studienrichtung fördern.

In der Forschungsarbeit geht, nachdem vier zusätzliche Drittmittelstellen eingeworben werden konnten, der erste Dissertationszyklus dem Ende entgegen. Für das nächste Jahr stehen zwei Dissertationen zu den Institutsforschungsschwerpunkten "Einbindung regenerativer Energiequellen in elektrische Netze" und "Regelung von Drehstromantrieben in der Walzwerksindustrie" an. Sie bilden die Grundlagen für weitere Projekte auf diesen Gebieten, die auch mit Drittmitteln gefördert werden.

Meine unerwartete Berufung auf den Lehrstuhl für "Leistungselektronik und Antriebstechnik" des Elektrotechnischen Institutes der Universität Karlsruhe ließ einige Unsicherheiten über die zukünftige Entwicklung des IEE aufkommen, obwohl dieser Vorgang in Hinblick auf die mit ihm verbundene Würdigung bislang erzielter wissenschaftlicher Arbeitsleistungen durchaus positiv zu bewerten ist. Nach Abschluß der Berufungs- und Bleibeverhandlungen im Dezember diesen Jahres, die zu der Rufablehnung führten, wird die Institutsarbeit im kommenden Jahr sicherlich in gewohnter Weise, aber mit neuer Motivation fortgesetzt. Die mögliche Einführung eines neuen Studienganges "Elektrotechnik" könnte ein nächster Meilenstein sein.

Allen, die zum Gelingen des vergangenen Arbeitsjahres beigetragen haben, möchte ich an dieser Stelle herzlich danken und verbleibe mit den besten Wünschen für ein erfolgreiches Jahr 1994

Ihr

Dezember 1993

1 Lehre

1.1 Vorlesungen, neue Studiengänge

Die folgenden Vorlesungen wurden in diesem Jahr von Mitarbeitern des IEE angeboten. Die Zahlen in Klammern geben jeweils die ungefähre Teilnehmerzahl an.

Beck	Grundlagen der Elektrotechnik I/II	(300)
Beck	Elektrische Antriebe	(60)
Beck	Regelung elektrischer Antriebe	(10)
Beck	Energieelektronik	(10)
Canders	Elektrische Maschinen	(10)
Diemar	Elektrowärme	(5)
Helmholz	Theorie der Wechselströme I/II	(25)
Schmidt	Hochspannungstechnik	(10)
Wahl	Elektrizitätswirtschaft	(15)
Wehrmann	Elektrische Energieerzeugung	(15)
Wehrmann	Energieverteilung in elektrischen Netzen	(15)

Insgesamt wurden im Verlauf dieses Jahres 360 Vor- und Hauptdiplomprüfungen von den prüfungsberechtigten Hochschullehrern bzw. Lehrbeauftragten des Institutes abgenommen.

Außer im Fach "Grundlagen der Elektrotechnik I/II", in dem Vorexamensklausuren geschrieben wurden (225 Teilnehmer), fanden alle Haupt- (135 Teilnehmer) und Nachprüfungen mündlich statt.

Nachdem der Senat der TU Clausthal in seiner Sitzung am 09.11.93 den Fachbereich Maschinen- und Verfahrenstechnik gebeten hat, eine Studien- und Prüfungsordnung für einen Studiengang "Elektrotechnik" (Studienrichtung Allgemeine Elektrotechnik) vorzulegen, wurde diese vom Fachbereichsrat in seiner Sitzung am 16.11.93 verabschiedet und an den Senat weiter geleitet. Mit einer eventuellen Genehmigung seitens des Ministeriums für Wirtschaft und Kultur in Hannover ist frühestens Mitte 1994 zu rechnen.

1.2 Übungen, Praktika

Im Berichtszeitraum wurden folgende Übungen und Praktika angeboten. Die Zahlen in Klammern geben jeweils die ungefähre Teilnehmerzahl an.

Große Übung	zu Grundlagen der Elektrotechnik I/II (Wehrmann)	(180)
Tutorien	zu Grundlagen der Elektrotechnik I/II (Kanakis und wissenschaftliche Hilfskräfte)	(200)
Praktika	zu Grundlagen der Elektrotechnik I/II (Kayser, wissenschaftliche Mitarbeiter und Hilfskräfte)	(340)
Übung	zu Elektrische Antriebe (Engel)	(60)
Übung	zu Regelung elektrischer Antriebe (Krüger)	(10)
Übung	zu Energieelektronik (Sourkounis)	(10)
Praktikum	zu Energieelektronik (Sourkounis)	(8)
Übung	zu Elektrische Energieerzeugung (Mendt)	(15)
Übung	zu Energieverteilung in elektrischen Netzen (Mendt)	(15)
Praktikum	Anlagen- und Steuerungstechnik (Kayser)	(6)
Praktikum	Elektrische Antriebe I (Alders)	(7)
Grundpraktikum	im Hauptstudium (Pflichtversuch (Kanakis) Elektrische Antriebe)	(124)

1.3 Seminarvorträge

Hoffmann, K.	Elektrodenregelung für einen Gleichstrom-Lichtbogenofen
Luh, E.	Ist Wasserstoff der sekundäre Energieträger der Zukunft?

Im Rahmen des Gemeinschaftsseminars "Energiepolitik" wurden folgende Vorträge gehalten:

Auge, C.	Least-Cost Planning - Situation in den USA/Übertragbarkeit auf die BRD
Bleiker, G.	CO ₂ -Einsparung bei der Nutzung fossiler Energieträger - Konzepte - Techniken

- Bokämper, S. Entwurf einer Checkliste zur Bewertung von Energiesystemen
- Bollmann, M. Die Internalisierung externer Kosten, Invest- und Betriebskosten einschließlich Kosten für Entsorgung, Recycling und Umweltschäden für rationelle Energieanwendung
- Eckert, C. Zusammenfassung des 3. Berichtes der Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Bundestages - Kapitel 4 und 5
- Funke, T. Dritter Bericht der Enquête-Kommission: Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre - Abschnitt E: Nationales Vorgehen zur Reduktion der Emissionen energiebedingter klimarelevanter Spurengase, 6. Kapitel (1. Teil)
- Götz, M. Vergleichende Betrachtung der Energiesysteme: - fossile Energieträger - Kerntechnik - rationelle Energieanwendung - regenerative Energien
- Heiner, H. Die Internalisierung externer Kosten, Investitions- und Betriebskosten einschließlich Kosten für Entsorgung, Recycling und Umweltschäden
- Hesse, M. Nationales Vorgehen zur Reduktion der Emissionen energiebedingter klimarelevanter Spurengase
- Jakobs, H. Die Internalisierung externer Kosten, Investitions- und Betriebskosten einschließlich Kosten für Entsorgung, Recycling und Umweltschäden bei der Nutzung regenerativer Energiequellen in Deutschland
- Lachenit, M. CO₂-Einsparung bei der Nutzung von Kernkraftwerken
- Lücker, G. Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre - Treibhauseffekt und Klimaänderung
- Metz, A. CO₂-Einsparung bei der Nutzung regenerativer Energiequellen
- Müller-Elvers, C. Zusammenfassung des 3. Berichtes der Enquête-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11. Bundestages
- Reiff, D. CO₂-Einsparung durch rationelle Energieanwendung
- Smit, S.-O. Vortrag zum Abschnitt E, Kap. 6, Teil 2 des 3. Berichtes der Enquête-Kommission zum Schutz der Erdatmosphäre

- Tschierschke, M. Least-Cost Planning
- Wenske, J. Die Internalisierung externer Kosten, Invest- und Betriebskosten einschließlich der Kosten für Entsorgung, Recycling und Umweltschäden bei der Nutzung von Kernkraftwerken in Deutschland
- Winkelmann, W. Zusammenfassung des Konferenzinhaltes (bzgl. UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung (UNCED 92) in Rio de Janeiro

1.4 Studien- und Diplomarbeiten, mathematische Praktika

Studienarbeiten

- Chen, S. H. Untersuchung der Komponenten für ein Versuchsmodell zur Demonstration umrichter gespeister Antriebe
- Lemogo, C. Modellierung und Simulierung einer pulswechselrichter gespeisten Asynchronmaschine einschließlich eines hochdynamischen Steuerverfahrens mit dem Simulationssystem Netasim
- Loff, M. Entwurf und Realisierung einer Betriebsführung für einen teilweise windgeführten Windenergiekonverter
- Lüken, C. Konstruktive Gestaltung der Impulseinrichtung zur (gezielten) Momenteinleitung
- Meyer, U. Simulation des dynamischen Verhaltens eines Antriebsprüfstandes
- Nolte, J. Marktübersicht und Vergleich echtzeitfähiger Rechnersysteme
- Schlicht, R. Untersuchung der Drehmomentverteilung an den Antriebsspindeln der Ober- und Unterwalze eines Warmbreitband-Fertigwalzgerüsts
- Wenske, J. Entwurf, Realisierung und Optimierung einer Leistungsregelung für einen teilweise windgeführten Windenergiekonverter mit einer Synchronmaschine als mechanisch-elektrisches Energiewandlersystem

Wenske, J. Untersuchung des Betriebsverhaltens des mechanisch-elektrischen Energiewandlersystems von Windenergiekonvertern mit Stromzwischenkreis-Umrichter am Inselnetz mittels Simulation

Diplomarbeiten

Goslar, M. Einsatz eines Kalman-Filters zur Wellenmomentschätzung eines Dreimassenschwingers

Hennemann, G. Simulation und Optimierung einer Erdgas-Expansions-Turbine zur Stromerzeugung in einer Erdgas-Druckregelstation

Hoffmann, K. Inbetriebnahme eines analogen Drehmomentrechners für fremderregte Gleichstrommaschinen an einem Prüfstand

Koch, M. Entwurf einer Bandzugregelung für Kaltwalzwerke im Zustandsraum

Pißowotzki, F.-P. Simulation des hochdynamischen Steuerverfahrens "Direkte Selbstregelung" für pulswechselrichter gespeiste Asynchronmaschinen am Beispiel eines Hochleistungstraktionsantriebes

Rick, F. Untersuchung eines Drehstromantriebes im Hinblick auf Eignung zur Nachbildung des Rad-Schiene-Kraftschlusses einer elektrischen Lokomotive

Schlicht, R. Vergleich gemessener und anhand bekannter Walzspaltmodelle berechneter Walzkräfte und Analyse des Schwingungsverhaltens eines Walzgerüstantriebsstranges

Mathematische Praktika

- keine -

2 Veröffentlichungen, Dissertationen, Technische Notizen

2.1 Zeitschriftenaufsätze, Patente

Zeitschriftenaufsätze

Beck Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa am Beispiel des ICE - wird veröffentlicht im Mitteilungsblatt der TU Clausthal 1994

Patente

Beck/Sourkounis Autonomes modulares Energieversorgungssystem für Inselnetze - offengelegt durch das Deutsche Patentamt in München am 04.03.1993 (Offenlegungsschrift DE 42 32 516 A1, siehe Anlage 3)

2.2 Vorträge/Seminare

Beck Hochgeschwindigkeitsverkehr in Europa am Beispiel des ICE - gehalten anlässlich der Erstimmatrikulationsfeier zum WS 1993/94 an der TU Clausthal

Beck u. a. Energiepolitik und CO₂-Minderungspotentiale - Öffentlicher Seminarzyklus - siehe hierzu Anlage 4

2.3 Dissertationen

- keine -

2.4 Technische Notizen, Vorlesungsmanuskripte

Technische Notizen

Engel, B. Modellierung eines Pulswechselrichters im Simulationssystem MATRIXx mittels Übertragungsfunktionsblöcken

- Klepp, G. Vergleichende Untersuchung der Integrationsverfahren des Simulationssystemes Netasim
- Krüger, M. Optimierung von Drehstromantrieben in der Hüttenindustrie, Teil II
- Mendt, W. Mögliche Anwendungsgebiete für den Einsatz eines Echtzeit-Simulators im Bereich des Walzenstraßenbetriebs

Vorlesungsmanuskripte

- Beck/
Kayser Überarbeitung des Grundlagenpraktikumskriptes II
- Wehrmann/
Mendt Vorlesungsskript "Elektrische Energieerzeugung"
- Wehrmann/
Mendt Vorlesungsskript "Energieverteilung in elektrischen Netzen"

2.5 Forschungsanträge

Kooperationsvertrag mit der Daimler Benz AG (Fortsetzungsantrag 1993)
"Echtzeitsimulation in der Antriebstechnik"
Bearbeiter: Dr.-Ing. Wehrmann, Dipl.-Ing. Mendt
Status: genehmigt

VFWH-Forschungsantrag (Fortsetzungsantrag 1993)
"Optimierung der Regelung von Drehstromantrieben in der Hüttenindustrie"
(VFWH, AW 118)
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Krüger
Status: genehmigt

DFG-Verbundantrag zusammen mit dem Institut für Elektrotechnik der Bergakademie Freiberg
"Minimierung von Lastkollektiven bei Bahnantrieben durch digitale Wellenmomentbeobachtung und -regelung"
(Be 1496/1-1)
Bearbeiter: Dipl.-Ing. Engel, Prof. Dr. Beckert
Status: genehmigt

DFG-Verbundantrag zusammen mit dem Institut für Betriebsfestigkeit und Maschinelle Anlagentechnik der TU Clausthal, im Rahmen des DFG-Schwerpunktprogrammes

"Systemintegration elektrischer Antriebe"

"Lastkollektivminimierung im Antriebsstrang von elektrischen Hochleistungsantrieben durch Einsatz unscharfer Logik"

(Be 1496/2-1)

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Kayser, Dr.-Ing. Liu

Status: genehmigt

2.6 Veranstaltungen, Exkursionen, Gastaufenthalte

Veranstaltungen

Im SS 93 und WS 93/94 organisierte das IEE in Zusammenarbeit mit dem Institut für Energieverfahrenstechnik erstmals ein Seminar zur "Energiepolitik" für zwanzig Studenten der Fachrichtungen Elektrotechnik, Maschinenbau, Physik, Technomathematik und Verfahrenstechnik. In fünf Gruppen zu je vier Teilnehmern untersuchte man die Energiesysteme für fossile, regenerative und nukleare Energieträger sowie die rationelle Energieverwendung in Hinblick auf ihre technische, ökologische, ökonomische und gesellschaftliche Relevanz und bewertete diese abschließend mittels einer erarbeiteten Vergleichsmatrix. Dies führte zu der Empfehlung, im nächsten Jahr ein Seminar zu dem Thema "Energiepolitik zur Rationellen Energieverwendung" zu veranstalten, da auf diesem Arbeitsgebiet kurzfristig die höchste Effizienz zu erwarten ist. (Siehe hierzu die Anlage 5.)

Im Rahmen des diesjährig in Clausthal-Zellerfeld abgehaltenen 47. Niedersachsentimes präsentierte sich das Institut und organisierte einen Rundkurs durch das Neubaugebiet der TU für interessierte Besucher. (Siehe hierzu Anlage 1.)

Exkursionen

ABB Henschel AG/Thyssen Henschel AG, Kassel, und ABB Henschel, Mannheim

Teilnehmer: ca. 30 Studenten der VL "Elektrische Antriebe" und "Energieelektronik", SS 93

Hauptschaltleitwarte der Preußen Elektra, Lehrte, und Kraftwerk Buschhaus der Braunschweigischen Kohlen-Bergwerke AG, Helmstedt-Offleben

Teilnehmer: ca. 15 Studenten der VL "Elektrizitätswirtschaft", "Energieerzeugung" und "Energieverteilung", SS 93

ICE-Bahnbetriebswerk Hamburg-Eidelstedt

Teilnehmer: ca. 25 Studenten der VL "Elektrische Antriebe", "Regelung elektrischer Antriebe" und "Energieverteilung", WS 93/94

Gastaufenthalte

Herr Prof. Meng von der Bergbau-Hochschule Fuxin gastierte in den drei Monaten August/September/Oktober am IEE. Seine Studien betrafen die Umrichterantriebstechnik, die er anhand einschlägiger Fachliteratur der Hausbibliothek, der zahlreichen Umrichter-Versuchsantriebe im Institut und im Gespräch mit den Mitarbeitern kennenlernen konnte. Ein Gegenbesuch in China ist für das nächste Jahr geplant.

Herr Dr.-Ing. Hanzelka vom Institut für Elektrotechnik der AGH Krakau hielt sich in der Zeit vom 17.-30. Oktober für zwei Wochen am IEE auf. Sein DAAD-Stipendium erlaubte ihm diesen Studienaufenthalt, um sein Arbeitsgebiet zur "Elektrischen Energiequalität" zu vertiefen.

Die Herren Dr. hab. inz. Tondos und Dr.-Ing. Stobiecki besuchten für eine Woche im November (15.-21.11.) unser Institut. Im Mittelpunkt der Unterredungen stand ein geplanter EG-Antrag im Rahmen der Tempus-Förderung zur Modernisierung der Lehre in den Hochschulen des früheren Ostblocks. Hierbei stehen die Umrichter-Antriebstechnik und die Simulationstechnik im Vordergrund der gemeinsamen Aktivitäten zur Antragsstellung.

3 Forschungsarbeiten

3.1 Ausbau der Institutseinrichtungen

Im Berichtszeitraum wurden folgende Neuanschaffungen getätigt bzw. in Betrieb genommen:

- * ein Stromrichterwagen mit 50 kVA-Umkehrstromrichter für Praktikumsversuche in der Energieelektronik,
- * ein 110 kVA/400 V Direktumrichter mit Transputersteuerung (AEG) und 84 kVA-Synchronmaschine (Piller) (Anlage 2b),
- * ein dreiphasiges Lichtleiter-Meßsystem (Nicolet) für Spannungen von 0...2 kV bei 0...15 MHz, Isolationsspannung > 500 kV,
- * ein Echtzeitsimulationssystem für Gleichstromlichtbogenofenregelungen (Logicad 4.0),
- * Mobiliar für einen Konferenz- bzw. Diplomandenraum für ca. 20 Personen.

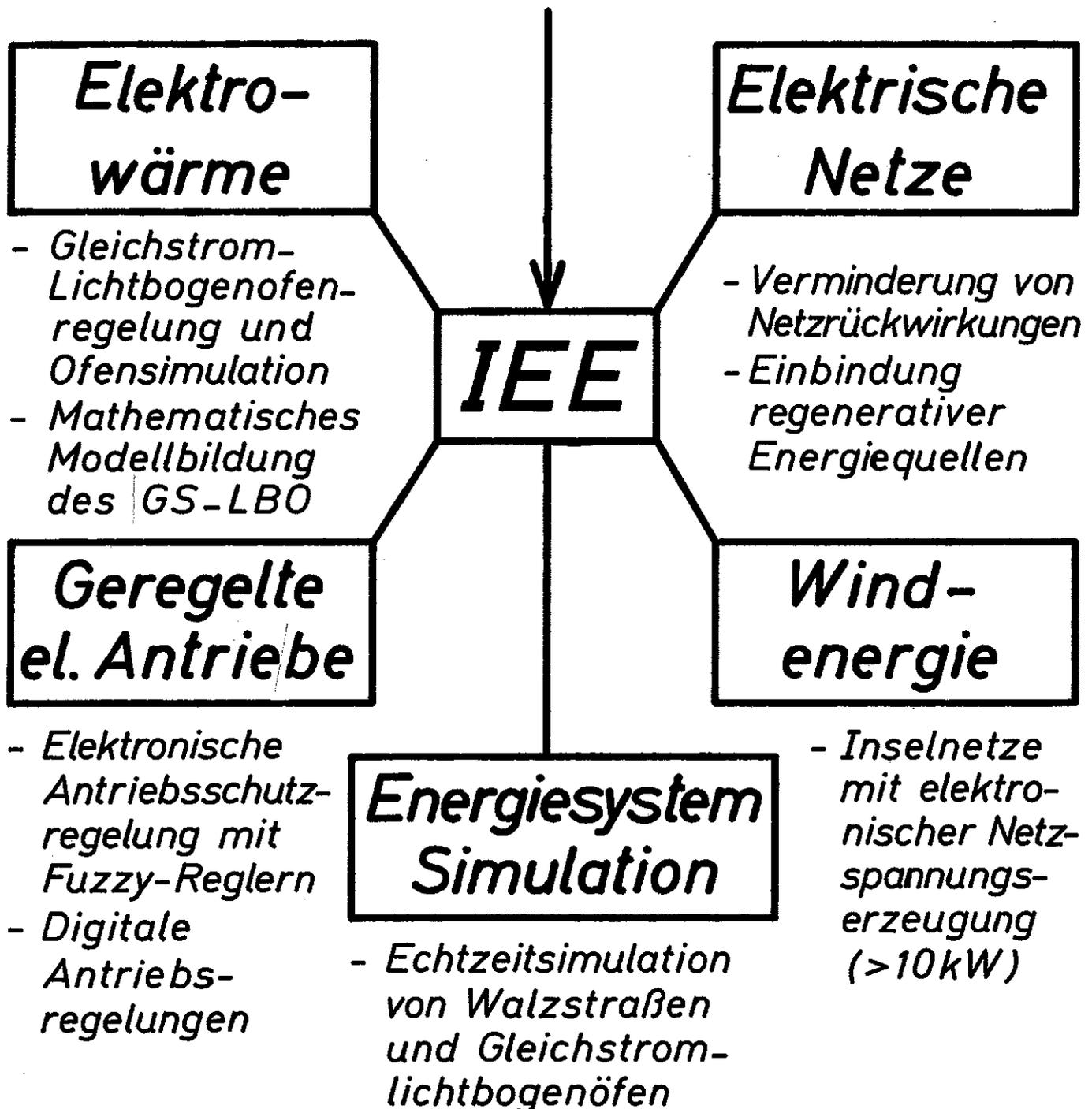
Der CAD/CAE-Pool mit vier SUN-SPARC-Workstations für Energie- und Regelungssystemsimulationen (Software MATRIX/X), die Workstation "Microvax" (Software NETASIM) und einzelne Arbeitsplatzrechner der wissenschaftlichen Mitarbeiter sind inzwischen vernetzt und über Lichtwellenleiter an das Hochschulnetz angeschlossen. Eine Kommunikation über "Internet" mit internationalen Rechenzentren und anderen Teilnehmern ist daher nun möglich.
(Anlage 2c)

3.2 Projektblätter

Die folgende Übersicht und die sich anschließenden aktualisierten Kurzbeschreibungen der von den wissenschaftlichen Mitarbeitern durchgeführten Forschungstätigkeiten geben Auskunft über die derzeit am IEE laufenden Projekte.



Forschungsschwerpunkte des Institut für Elektrische Energietechnik

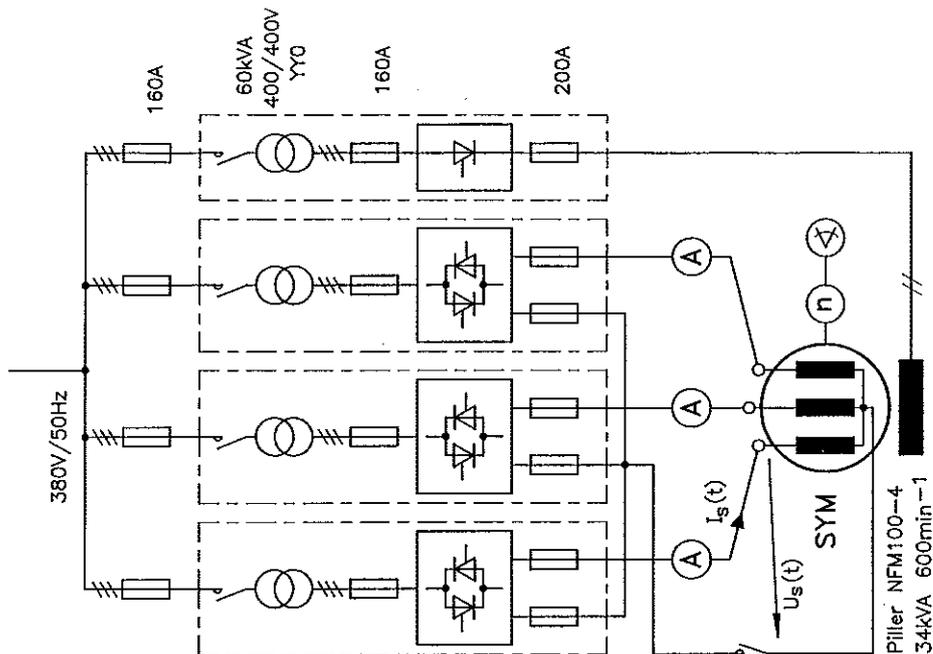




-
- Problem:** Torsionsschwingungen belasten die Antriebsstränge moderner Hochleistungslokomotiven.
- Ziel:** Nachbildung des dynamischen Verhaltens und betrieblichen Belastungen des Antriebsstranges eines Drehstrom-Bahnantriebes durch einen Prüfstand. Dieser soll als Grundlage für Untersuchungen zur Minimierung von Lastkollektiven bei Bahnantrieben dienen (Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. Engel).
- Stand der Technik:** Siehe Jahresbericht 1992
- Lösungsweg:**
1. Modellbildung, -reduktion und Simulation des Antriebsstranges auf dem Digitalrechner
 2. Nachbildung des dynamischen Verhaltens durch mechanische Prüfstandskomponenten
 3. Inbetriebnahme der Hardware
 4. Nachbildung des Rad-Schiene-Kraftschlusses durch das Luftspaltemoment elektrischer Maschinen
- Vorteile angestrebter Lösungen:** Siehe Jahresbericht 1992
- Bisherige Ergebnisse:**
- Untersuchungen mit verschiedenen Verfahren zur Modellreduktion
 - Fortsetzung und Verfeinerung der Auslegung mechanischer Prüfstandskomponenten unter verstärkter Berücksichtigung der Getriebeauswahl und maschinenbaulicher Detailfragen
 - Inbetriebnahme und Untersuchung eines Drehstromantriebes mit Direktumrichter-speisung als Belastungseinheit
 - Interne Veröffentlichung:
Rick: Untersuchung eines Drehstromantriebes im Hinblick auf die Eignung zur Nachbildung des Rad-Schiene-Kontaktes einer elektrischen Lokomotive, Diplomarbeit
- Voraussichtliches Ende:** 1995
- Bearbeiter:** Dipl.-Ing. Alders (Tel.: 72-3821)

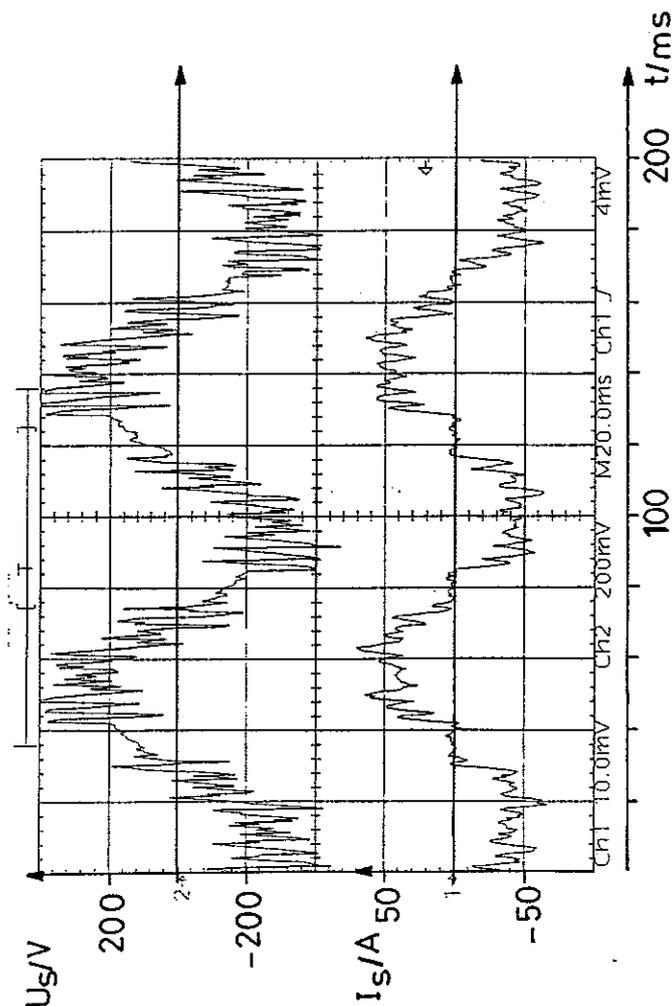
Datum: 8.12.1993

Projekt: Lastkollektivminimierte Bahnantriebe,
Bahnprüfstand



Adlers, Dezember 1983

Prinzip Schaltbild des Direktumrichterleistungsteiles



Gemessene Zeitverläufe von Strangspannung und Strangstrom einer Synchronmaschine mit Direktumrichterspeisung. Es liegt motorischer und momenten geregelter Betrieb bei der Drehzahl $n = 350 \text{ min}^{-1}$ vor. Das abgegebene Wellenmoment beträgt $M = 390 \text{ Nm}$.



- Problem:** Im Antriebsstrang elektrischer Grenzleistungslokomotiven kommt es zu Torsionsschwingungen, die die Lebensdauer der mechanischen Komponenten herabsetzen.
- Ziel:** Minimierung der Lastkollektive bei Bahnantrieben durch aktive Dämpfung der Torsionsschwingungen mittels digitaler Wellenmomentbeobachtung und -regelung. (Zusammenarbeit mit Dipl.-Ing. Alders und Prof. Beckert, Bergakademie Freiberg)
- Stand der Technik und Lösungsweg** siehe Institutsbericht 1992
- Bisherige Ergebnisse:**
- Es konnte eine Förderung dieses Projektes durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft ab 1. Februar 1993 erreicht werden.
 - Neben den Wellenmomentbeobachtern nach Luenberg wurde ein neues Verfahren erfolgreich angewandt, daß die Stochastik des Prozeß- und Meßrauschens berücksichtigt.
 - Es wurden mehrere Verfahren der Zustandsregelung der Wellenmomente in der Simulation getestet und miteinander verglichen.
 - Das Stellglied "pulswechselrichtergespeiste Asynchronmaschine" wurde am Prüfstand eingehend untersucht.
 - Die Frage des Echtzeit-Rechnersystems wurde zugunsten eines Transputersystems entschieden.
 - Es wurden in 1993 zu diesem Projekt die folgenden internen Schriften erstellt:
 - Engel: "Modellierung eines Pulswechselrichters im Simulationssystem MATRIXx mittels Übertragungsfunktionsblöcken", Technische Notiz
 - Goslar: "Einsatz eines Kalman-Filters zur Wellenmomentschätzung", Diplomarbeit
 - Pißowotzki: "Simulation des hochdynamischen Steuerverfahrens DSR für pulswechselrichtergespeiste Asynchronmaschine am Beispiel eines Hochleistungstraktionsantriebes", Diplomarbeit
 - Lemogo: "Modellierung und Simulation einer pulswechselrichtergespeisten Asynchronmaschine einschließlich eines hochdynamischen Steuerverfahrens mit dem Simulationssystem Netasim", Studienarbeit
 - Nolte: "Inbetriebnahme sowie Untersuchung und Optimierung des dynamischen Verhaltens eines Antriebssystems, bestehend aus einem Pulswechselrichter und einer Asynchronmaschine", Studienarbeit
 - Zhu: "Vergleich mehrerer Verfahren zur Wellenmomentregelung von Mehrmassenschwingern", Studienarbeit
- Voraussichtliches Ende:** 1995
- Bearbeiter:** Dipl.-Ing. Engel (Tel.: 72-2592)

Datum: 1.12.93

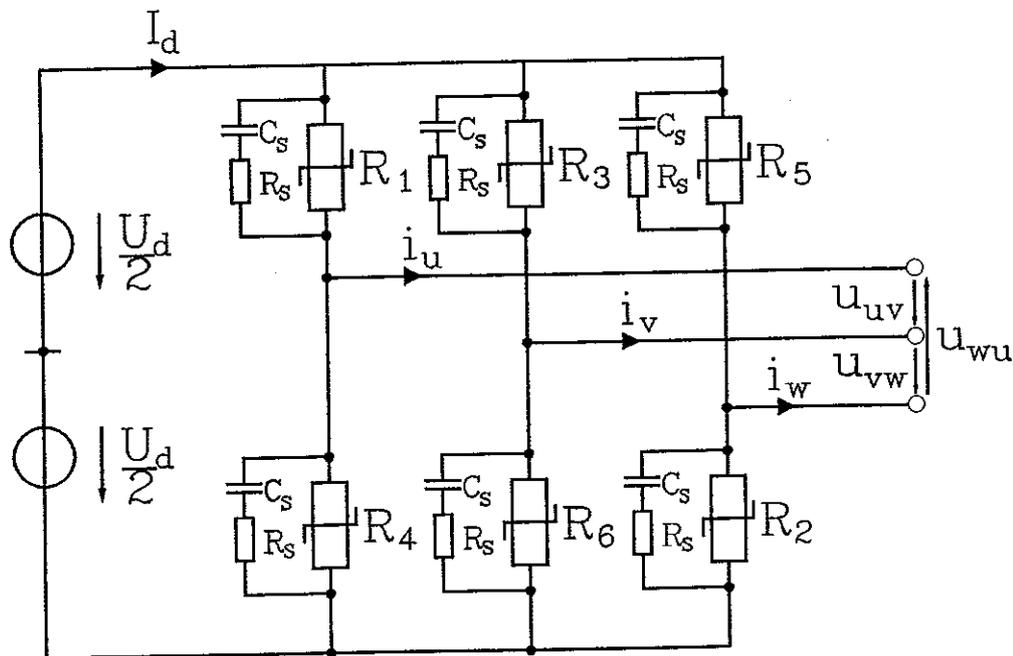


Bild1: Ersatzschaltbild eines Pulswechselrichters mit schaltbaren Widerständen zur Nachbildung der antiparallelen Ventile GTO und Diode in den Brückenzweigen und RC-Schutzbeschaltung

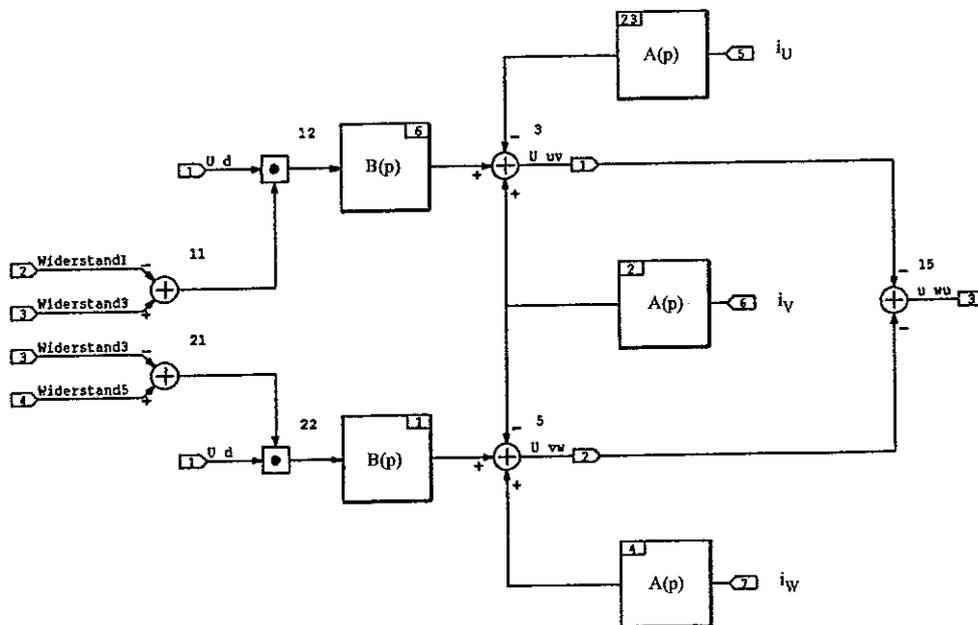


Bild2: Darstellung dieses Wechselrichters im Strukturbild des Simulationssystem MATRIXx mit den Übertragungsfunktionsblöcken A(p) und B(p).

Projekt: Lastkollektivminimierte Bahnantriebe

Modellierung eines Pulswechselrichters

im Simulationssystem MATRIXx mittels Übertragungsfunktionsblöcken

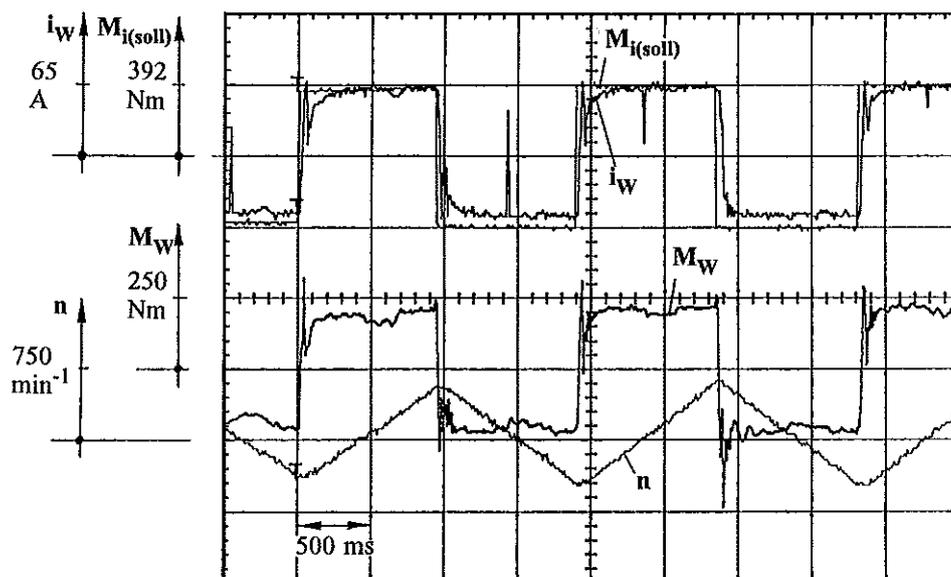


Bild 1: Rechteck-Reversierbetrieb bei feldorientierter Momentenregelung (100% M_N) des 40 kVA-Pulswechselrichters mit reiner Schwungmassenlast
 Folgende Meßwerte sind geplottet:

- Sollwert des Luftspaltmoments $M_{i(soll)}$
- Wirkstrom des Pulswechselrichters i_W (\sim Luftspaltmoment)
- Drehmoment in der Meßwelle M_W
- Drehzahl des Asynchronmotors n

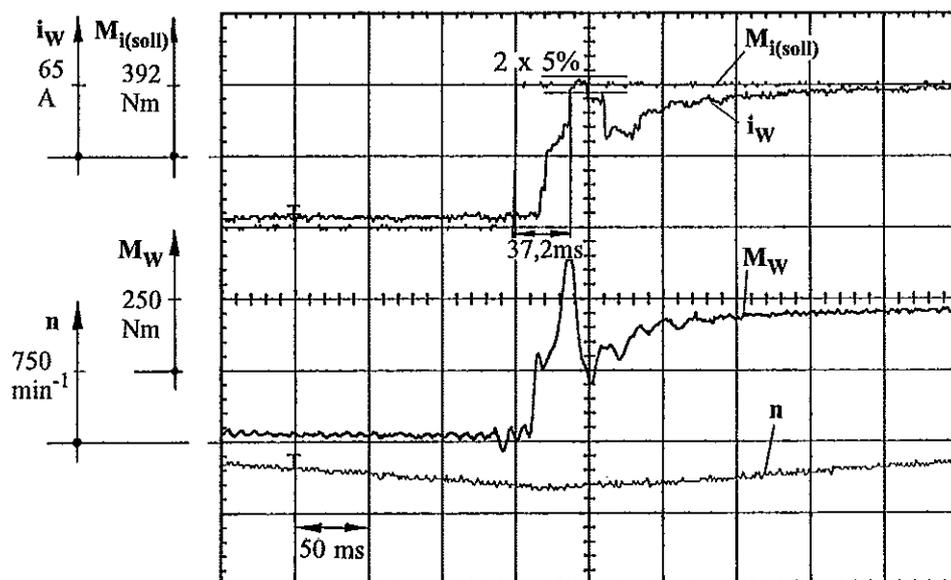


Bild 2: Ausschnittsvergrößerung einer Flanke zur Bestimmung der Anregelzeit

Projekt: Lastkollektivminimierte Bahnantriebe
Messung der Anregelzeit des Luftspaltmomentes
einer pulswechselrichtergespeisten Asynchronmaschine
mit feldorientierter Regelung



Problem,Ziel: Autonomes durch Windenergiekonverter gespeistes elektrisches Versorgungssystem mit Asynchrongenerator bei unsymmetrischer Last. Betriebsführung des Systems und Untersuchung der Netzruckwirkungen.

Stand der Technik: 1.Die Spannungsführung übernimmt eine ständig mitlaufende Synchronmaschine.
2.Bereitstellung des Blindstroms zur Erregung der Asynchronmaschine durch Kondensatoren oder Synchrongenerator.
3.Wirkleistungskompensation durch einen netzgeführten Umkehrstromrichter und Batterie.

Lösungsweg: 1.Modellierung und Simulation des autonomen Versorgungssystems auf dem Digitalrechner.
2.Netzführung durch eine unterbrechungsfreie Stromversorgung(USV)
3.Spannungs- und Frequenzregelung übernimmt der selbstgeführte Stromrichter der USV.
4.Der für die Erregung benötigter Blindstrom, wird durch die USV bereitgestellt.

Vorteile: 1.Verbetterung des Wirkungsgrads vom Gesamtsystem, Einsparung von Kraftstoff, Geräuschminderung.
2.Bessere Netzdynamik(Spannungs- und Frequenzstabilität)
3.Geringer Wartungsbedarf, ASM ist robust.
4.Redundanz und Erweiterbarkeit des Systems.

Bisherige Ergebnisse: 1.Konzeptentwicklung zur Stromerzeugung mit einem Aynchron-generator im Inselnetzbetrieb.
2.Untersuchung des dynamischen Verhaltens einer ASM mit Sanftanlasser am Netz.
3.Nachbildung des selbstgeführten Stromrichters durch Simulation.
4.Entwicklung eines Steuerverfahrens zum Ausgleichsschwingungsfreien Einschalten und Reversieren von ASM. Vermeiden von harten Schlägen an mechanischen Komponenten (Getriebe).

Voraussichtliches Ende: 1994

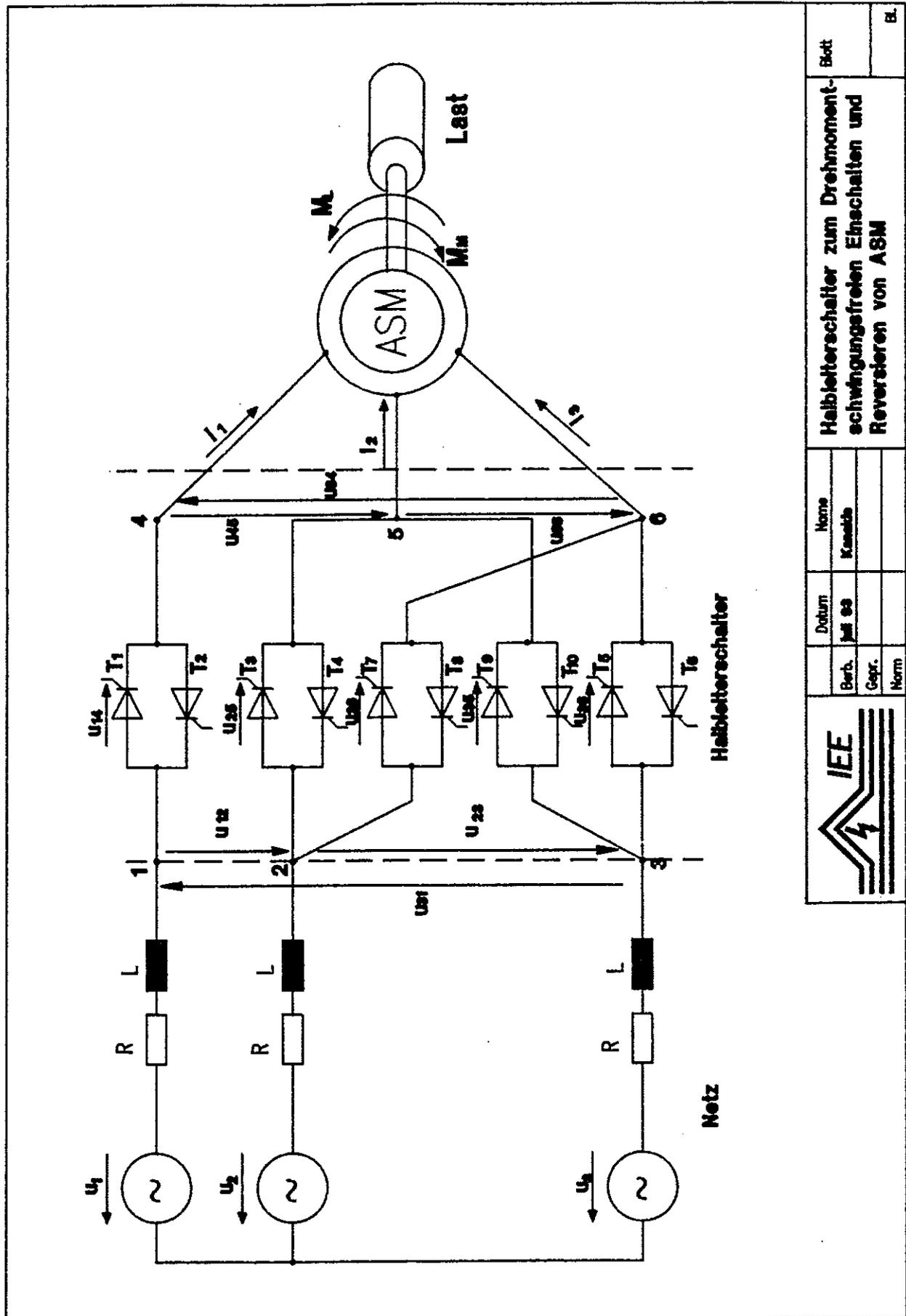
Bearbeiter: Dipl.-Ing. A. Kanakis (Tel.: 72-3637)

Datum: 3.12.1993

INSTITUT FÜR ELEKTRISCHE ENERGIETECHNIK

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CLAUSTHAL

DIREKTOR: PROF. DR.-ING. HANS-PETER BECK



		Datum Juli 83	Name Kowalski	Blatt 1
		Bearb. Gepr.	Norm	
Halbleiterschalter zum Drehmoment- schwingungsfreien Einschalten und Reversieren von ASM				

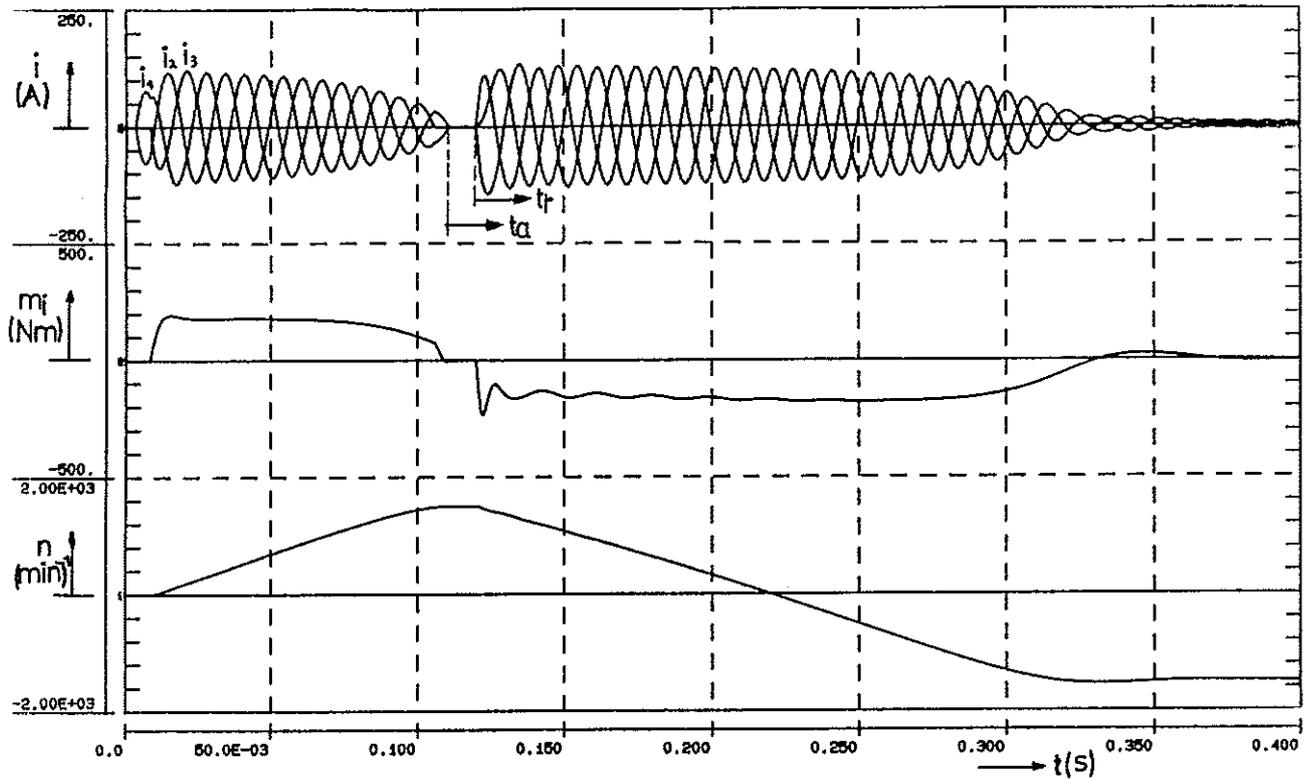


Bild 1: Drehmomentschwingsungsfreies Einschalten und Reversieren einer 10 KW ASM.

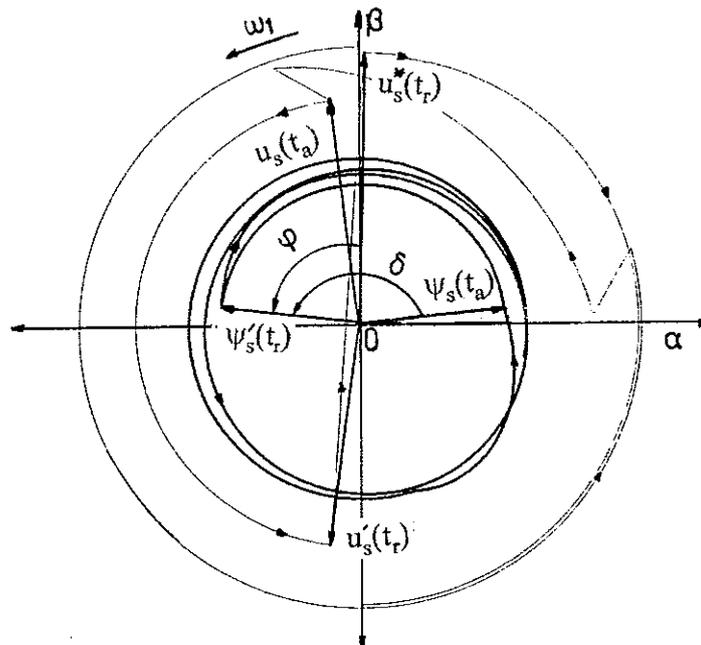


Bild 2: Zeigerdiagramm der Ständerspannung u_s und des Ständerflusses ψ_s beim Reversiervorgang. Die Maschine wurde bei $t = t_a$ abgeschaltet und nach einem Phasenwinkel $\delta = 170^\circ$ bei $t = t_r$ reversiert.



- Problem:** In Walzwerken führen Walzenblockierungen sowie pendelnde Torsionsmomente in der Antriebswelle in der Regel zu Betriebsstörungen bzw. zu Schäden an der Antriebsanlage und damit zu einer Verringerung der Lebensdauer.
- Ziel:** Die Reduzierung der Lastkollektive in den Antriebssträngen durch eine elektronische Überlastsicherung bzw. einen "Antriebsschutzregler".
- Stand der Technik:** Betriebsstörungen und Belastungen der genannten Art können zu einem vorzeitigen Ausfall/Verschleiß der Maschinenanlage führen. Wartung und Reparatur von Sicherheitskupplungen führen zu Produktionsausfällen.
- Lösungsweg:**
1. Entwicklung eines Regelungskonzeptes für Gleichstromantriebe
 2. Simulation dieses Konzeptes
 3. Erstellen eines 85kW-Prüfstandes
 4. Erprobung des entwickelten Konzeptes am Prüfstand
- Bisherige Ergebnisse:**
1. Entwicklung unterschiedlicher Regelungskonzepte.
 2. Simulationsergebnisse, Nulldurchgänge des Momentes im Getriebe beseitigt.
 3. Antrag bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG gestellt und bewilligt bekommen. Gemeinschaftsvorhaben mit dem Institut für Maschinelle Anlagentechnik und Betriebsfestigkeit (Prof. Zenner) der TU Clausthal.
 4. Prüfstand konzipiert und erstellt.

**Projekt: Elektronische Überlastsicherung für
Walzwerkshauptantriebe**



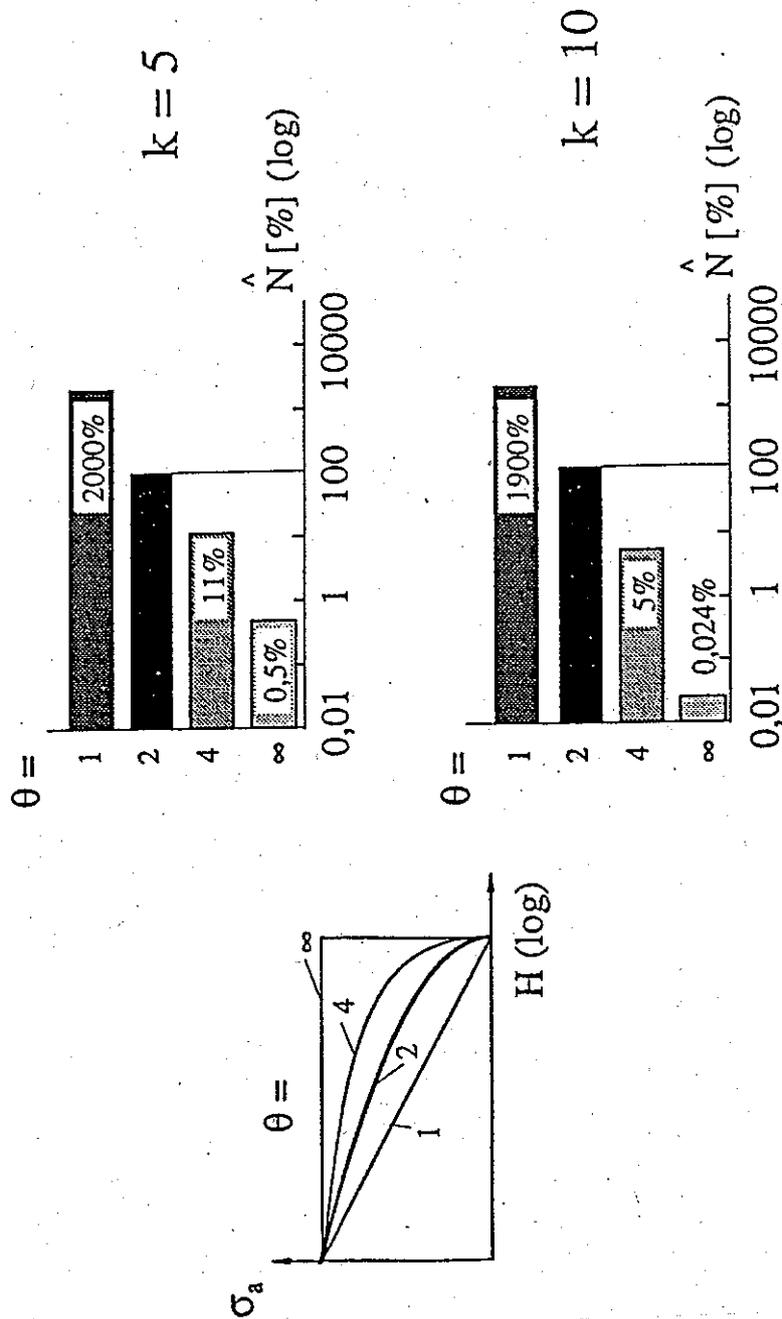
-
5. Studienarbeiten/Diplomarbeiten auf diesem Gebiet:
- "Optimierung eines Gleichstrommaschinenantriebes für einen Prüfstand"
 - "Mathematisches Praktikum über die Simulation und Optimierung eines Gleichstromantriebes"
 - "Prinzipien elektrischer und mechanischer Schutzsysteme zur Verhütung von Schäden in Walzwerken"
 - "Entwicklung einer Lastaufschaltungsvorrichtung für einen Prüfstand"
 - "Konstruktive Gestaltung der Ansteuerungseinheit einer Impulsbremseinrichtung zur (gezielten) Momenteneinleitung"
 - "Simulation des dynamischen Verhaltens eines Antriebsprüfstandes"
6. Veröffentlichung "Electronic equipment for the prevention of damages in rolling mill systems" auf der Konferenz "Metal Forming '92" in Krakau, Polen
7. IEE-interne Technische Notiz Ky/IEE 1

Voraussichtliches Ende: 1994

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Hubert Kayser
(Tel.: 72-2572)

Datum: 03.12.1993

**Projekt: Elektronische Überlastsicherung für
Walzwerkshauptantriebe**

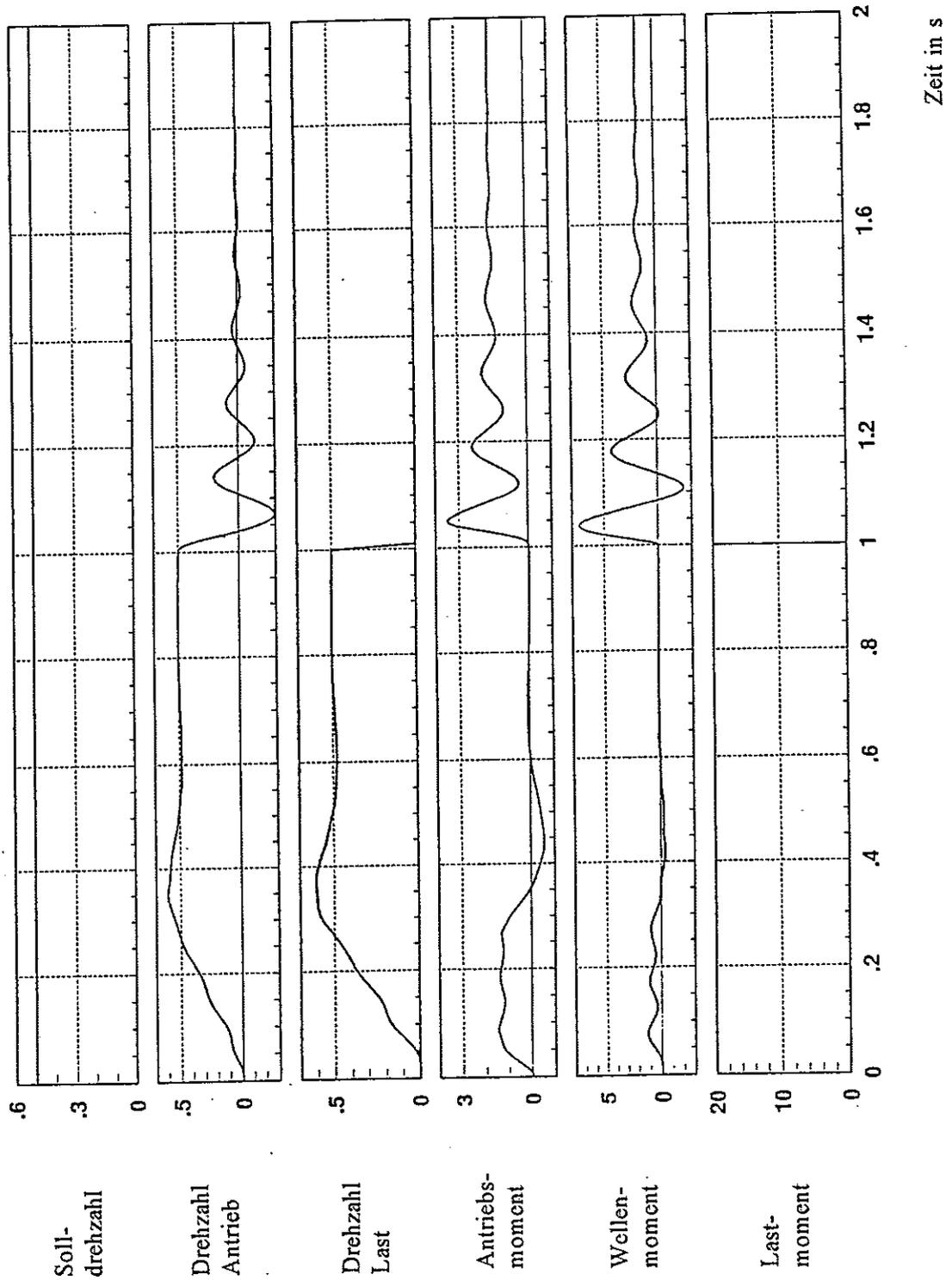


θ = Formfaktor, σ_a = Spannungsamplitude,
 N = Anzahl der Lastspiele, Lebensdauer,
 k = Neigung der Wöhlerlinie, H = Häufigkeit

Einfluß der Lastkollektivform auf die rechnerische Lebensdauer

Quelle: DFG-Antrag Be 1496/2-1, IfB

Projekt: Elektronische Überlastsicherung für Walzwerkshauptantriebe



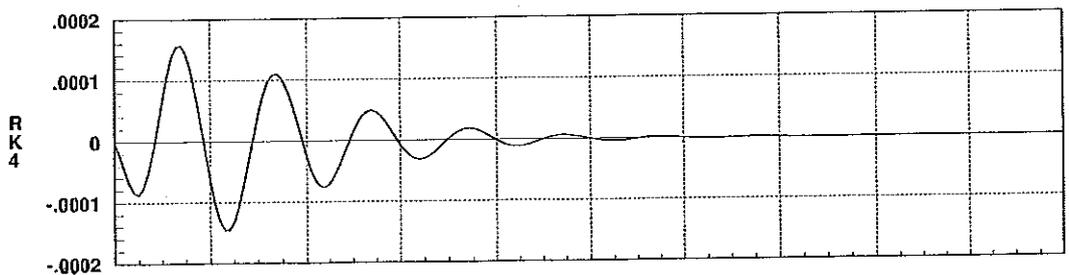
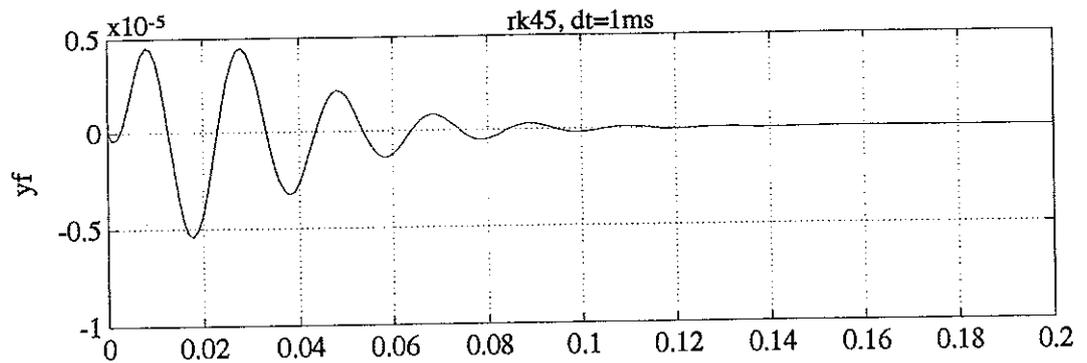
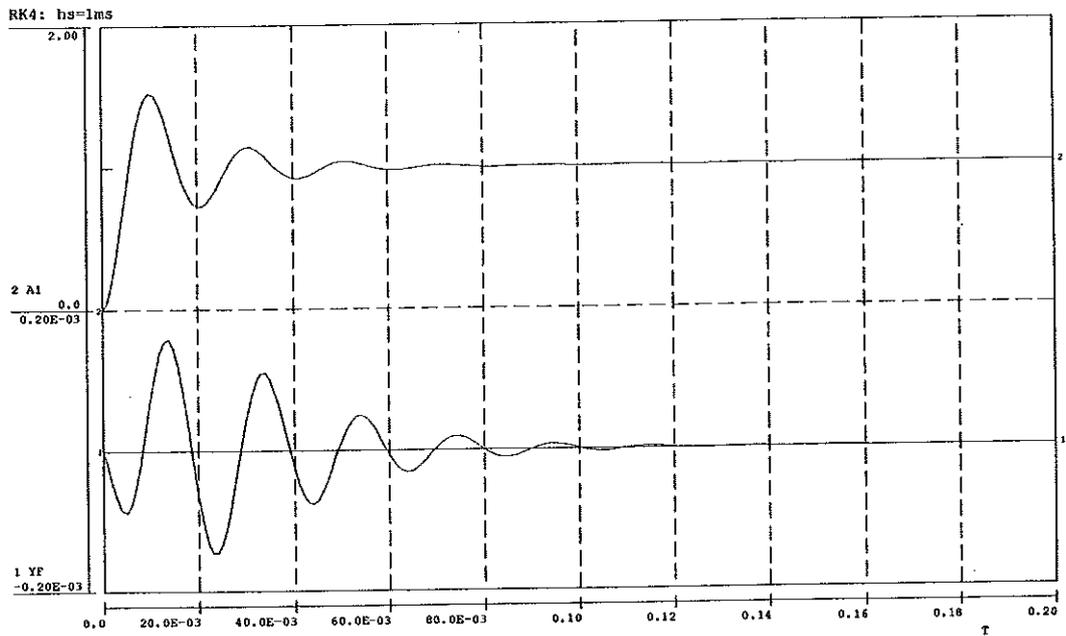
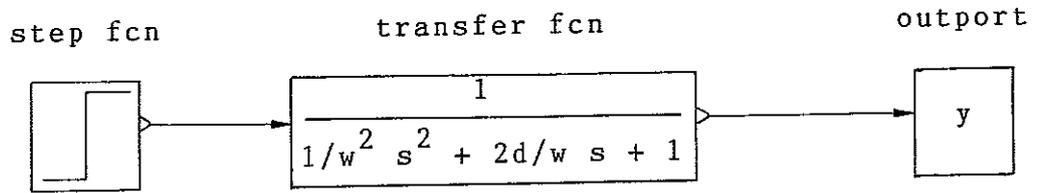
Simulation des Antriebsstranges des Prüfstandes im IEE

Projekt: Elektronische Überlastsicherung für Walzwerkshauptantriebe



-
- Problem, Ziel: Vergleichende Untersuchung von Simulationssystemen mit Schwerpunkt auf den implementierten Integrationsverfahren. Die Untersuchungsergebnisse sollen der Bewertung und der Unterstützung bei der Auswahl von Simulationssystemen dienen.
- Stand der Technik: Komplexe Simulationssysteme bieten i.a. mehrere Integrationsverfahren unterschiedlichen Typs zur numerischen Lösung der Simulationsaufgabe, wobei dem Anwender oft nur wenige Informationen zu deren Verhalten z.B. bezüglich Stabilität und Fehler vorliegen.
- Lösungsweg:
1. Implementierung eines einfachen Testmodells mit schwingungsfähiger Ausgangsgröße und analytischer Lösung
 2. Untersuchung von Stabilität, Fehler und Rechenzeit unter dem Einfluß verschiedener Parameter
 3. Erstellung eines Kriterienkatalogs zur Beurteilung der Simulationssysteme anhand der gewonnenen Ergebnisse
- Vorteile der Untersuchungen:
1. Objektive Vergleichsmöglichkeit der verschiedenartigen Integrationsverfahren unter festgelegten Testbedingungen
 2. Anwendungsorientierte Kriterien zur Bewertung der Simulationssysteme
 3. Anhaltspunkte zur Auswahl von Integrationsverfahren und Simulationssystem für bestimmte Aufgabenbereiche
- Bisherige Ergebnisse: Untersuchung, Vergleich und Bewertung der Simulationssysteme Matlab, MATRIXx und Netasim
- Voraussichtliches Ende: Dezember 1993
- Bearbeiter: Dr.-Ing. G. Klepp

Datum: 1.12.1993



Testmodell zur Untersuchung der Integrationsverfahren mit zugehörigem zeitlichen Verlauf der Ausgangsgröße und Beispielen für den Fehlerverlauf bei gleichartigen Integrationsverfahren verschiedener Simulationssysteme



Problem, Ziel: Entwicklung und Realisierung neuer Konzepte zur Regelung von drehstromgespeisten Antriebssträngen mit schwingungsfähiger Mechanik

Stand der Technik: Einschleifige Drehzahlregelungen mit PI-Regler

Lösungsweg:

1. Off-Line-Simulation von mechanischen Antriebssträngen auf dem Digitalrechner
2. Entwicklung, Gegenüberstellung und Bewertung neuartiger Regelkonzepte
3. Simulationstechnische Überprüfung des ausgewählten Regelkonzeptes (Off-Line)
4. Stufenweise Erprobung am Prüfstand (Hardware in the Loop - Simulation)

Vorteile:

- Umsetzung moderner, leistungsfähiger Regelkonzepte in die Praxis
- Verbesserung des stationären und dynamischen Regelverhaltens von Antriebssträngen mit schwingungsfähiger Mechanik
- Hohe Flexibilität durch Verwendung moderner, echtzeitfähiger Rechnersysteme

Ergebnisse:

1. Modellierung und Off-Line-Simulation eines ausgewählten Antriebsstranges auf dem Digitalrechner
2. Entwicklung und Erprobung eines Konzeptes zum Entwurf robuster Zustandsregelungen für Antriebsstränge (Simulation)

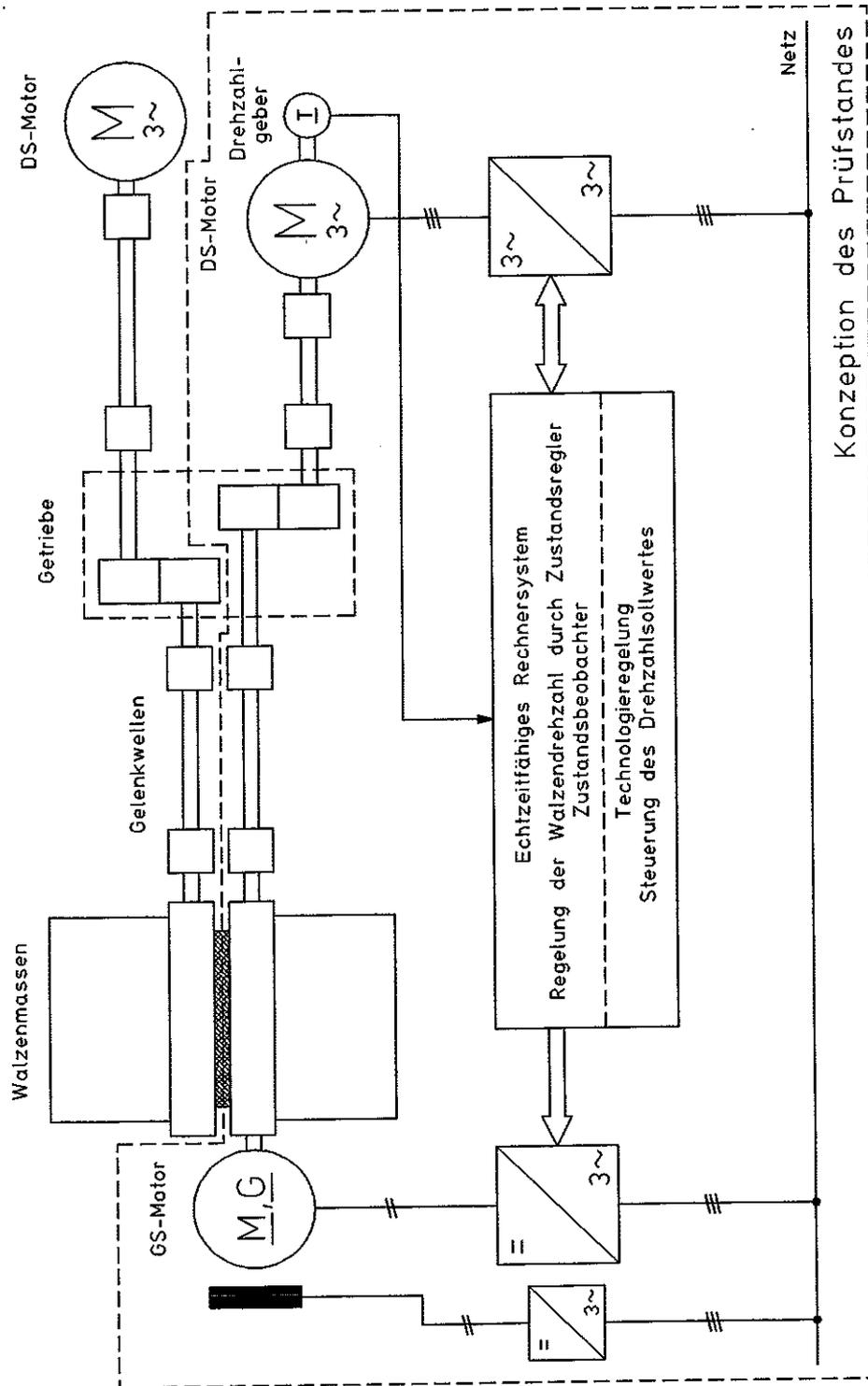
Die bisherigen Ergebnisse wurden im Rahmen von zwei technischen Berichten ausführlich dokumentiert.

vorauss. Ende: 1994

Bearbeiter: Dipl.-Ing. M. Krüger (Tel.: 72-2593)

Datum: 30.11.1993

Projekt: Optimierung der Regelung drehstromgespeicherter Antriebsstränge mit Methoden der modernen Regelungstheorie



Projekt: Optimierung der Regelung drehstromgespeister Antriebsstränge mit Methoden der modernen Regelungstheorie



Problem:	Untersuchung der möglichen Einsatzbereiche der Echtzeit-Simulation verschiedener Antriebssysteme am Beispiel einer realen technischen Anlage
Stand der Technik:	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Zur Zeit werden Simulationen hauptsächlich in Teilgebieten eingesetzt, z. B. zur Optimierung von Regelkreisen oder zur Bestimmung des dynamischen Verhaltens von Feder-Masse-Systemen, dabei werden fast ausnahmslos Offline-Simulationen durchgeführt ◆ "Prozeßbegleitende" Echtzeitsimulation wird selten bei komplexen Systemen eingesetzt, i. allg. wegen zu geringer Rechengeschwindigkeiten
Arbeitsschritte:	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Offline-Simulation einer realen Anlage zur Abschätzung der erforderlichen Rechenleistungen ◆ Validierung der Simulationsergebnisse durch Vergleich mit Meßdaten des realen Systems ◆ Erarbeiten eines ausbaufähigen Konzeptes für die Soft-/Hardware-Investitionen zur Echtzeit-Simulation ◆ Realisierung des Soft-/Hardware-Konzeptes zur Echtzeit-Simulation ◆ Entwicklung und Untersuchung von Konzepten zur Anwendbarkeit des Echtzeit-Simulators ◆ Erprobung der Konzepte im Online-Betrieb
Ziel:	Einsatz von Echtzeitsimulation im Online-Betrieb zur Prozeßüberwachung und Prozeßsteuerung durch die Einbindung von Diagnose- und Prognoseverfahren aufgrund von Ereignissen im Prozeß
bisherige Ergebnisse, laufende Arbeiten:	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Untersuchungen der Laufzeiten für das Modellsystem (vgl. Bild 1) mit gängigen Simulationssoftwares haben gezeigt, daß diese klassischen Simulationssysteme auf einer üblichen Hardware (SUN-Workstation) für die Echtzeit-Simulation aufgrund der Rechenzeiten nicht geeignet sind. Eine Verkürzung der Rechenzeit durch die Ausnutzung der problemstrukturellen Parallelität soll hier die entsprechenden Ergebnisse erzielen. Die Struktur der Simulationshardware soll dem Problem angepaßt werden können und muß somit modular erweiterbar sein. ◆ Erste Vergleiche der Offline-Simulationsergebnisse mit Meßdaten der realen Anlage zeigen tendenziell eine recht gute Übereinstimmung. Die Validierung des Simulationsmodells wird durchgeführt. ◆ Für die o. g. Rechnerhardware sind Überlegungen zur Beschaffung eines Massiv-Parallel-Rechners angestellt. ◆ Die erarbeiteten Konzepte zum Einsatz eines Echtzeit-Simulators werden auf ihre Anwendbarkeit untersucht.
Dokumente:	<p>"Untersuchung zur Drehmomentverteilung an den Antriebsspindeln der Ober- und Unterwalzen ...", Studienarbeit, IEE intern</p> <p>"Vergleich gemessener und anhand bekannter Walzspaltmodelle gerechneter Walzkräfte und Analyse ...", Diplomarbeit, IEE intern</p> <p>"Mögliche Anwendungsgebiete für den Einsatz eines Echtzeitsimulators im Bereich des Walzstraßenbetriebs", Technische Notiz, IEE intern</p> <p>"Simulation des dynamischen Verhaltens einer zweigerüstigen Walzstraße", Zwischenbericht zur Kooperation mit der Daimler Benz AG</p>
Bearbeitungszeitraum:	voraussichtlich bis Ende 1994
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Wolfram Mendt (Tel. 2938)
Datum:	7. Dezember 1993

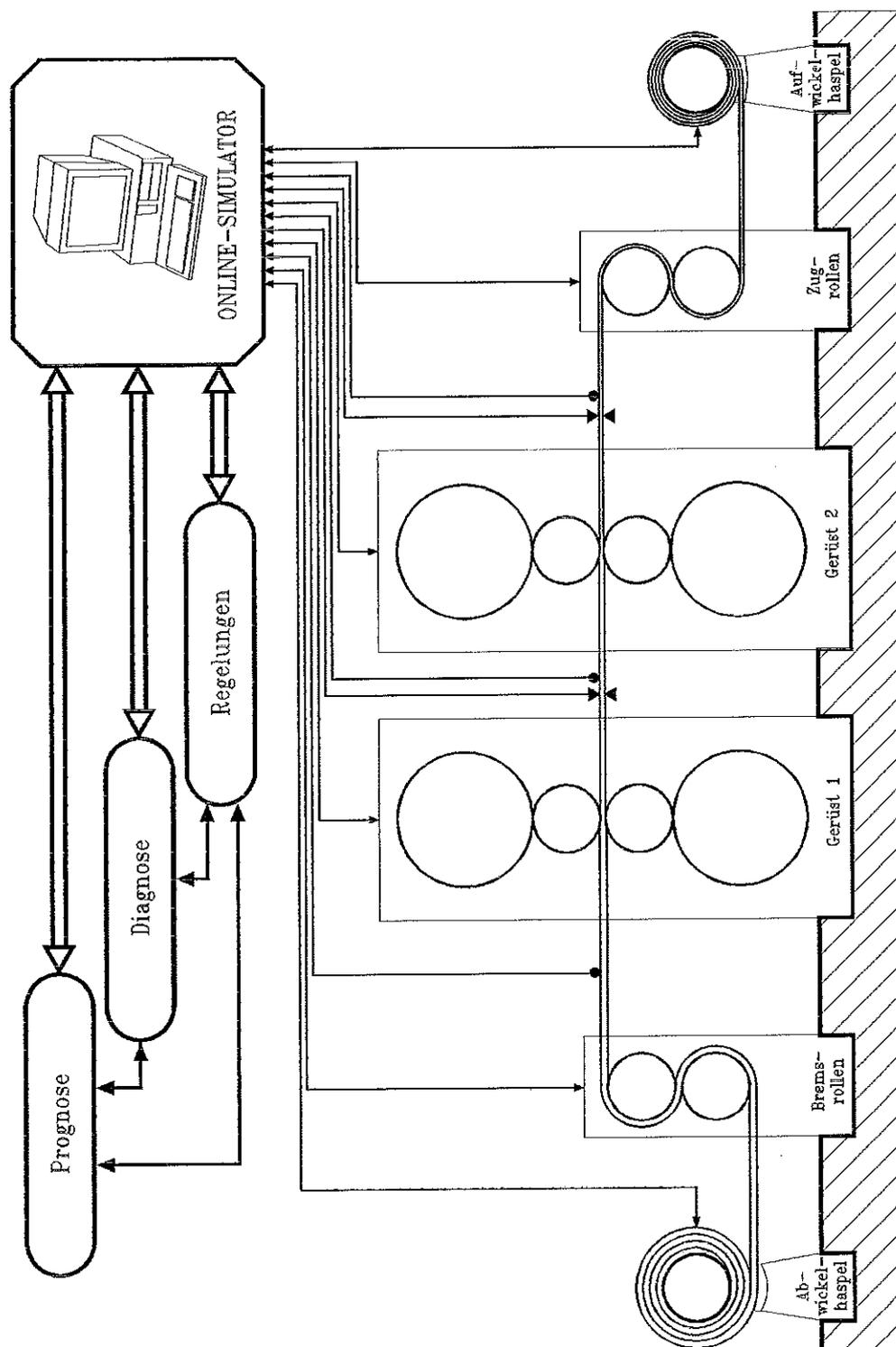


Bild 1: Geplanter Einsatz eines Online-Simulators an einer zweigerüstigen Walzstraße

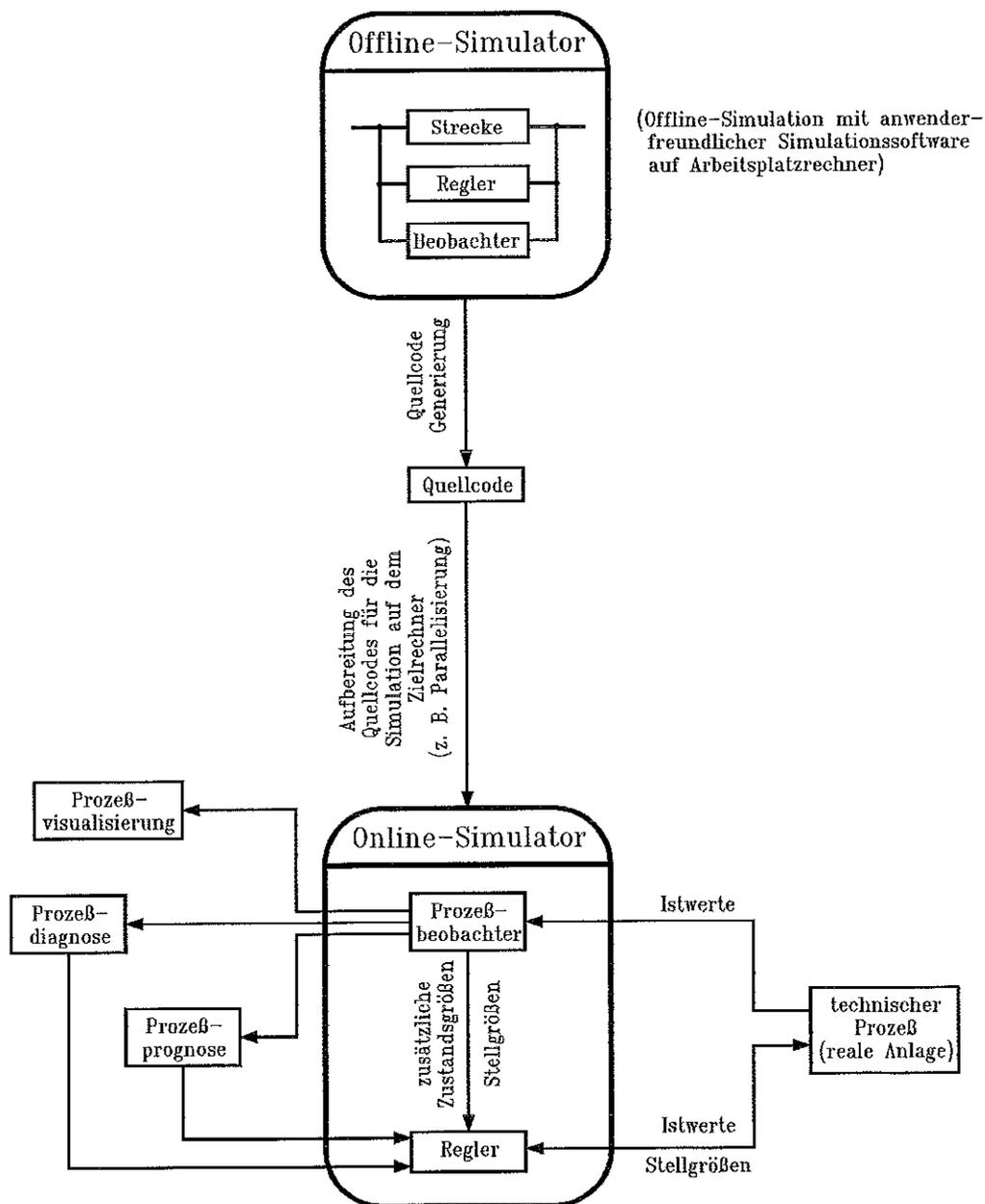


Bild 2: Geplantes Konzept in der letzten Ausbaustufe

INSTITUT FÜR ELEKTRISCHE ENERGIETECHNIK

TECHNISCHE UNIVERSITÄT CLAUSTHAL

DIREKTOR: PROF. DR.-ING. HANS-PETER BECK



Problem, Ziel: Windenergienutzung zur Versorgung von leistungsschwachen Netzen, besonders an abgelegenen Standorten mit guten Windverhältnissen, oder zur autonomen Inselnetzversorgung

Lösungsweg:

- Optimale Energieausbeute durch den Einsatz von drehzahlvariablen Windenergiekonvertern (WEK)
- Verminderung der NetZRückwirkungen des drehzahlvariablen WEK durch geeignete Leistungsregelverfahren und Frequenzentkopplung des Netzes vom Generator des WEK, auch im Oberschwingungsbereich durch geeignete Filter im Zwischenkreis des Umrichters
- Stabilisierung bzw. Führung des Netzes durch statische Kompensationsanlagen (Wirk- und Blindleistungskompensation durch selbstgeführten Stromrichter)

Prüfstand:

- Nachbildung der Winddynamik mittels Mikrokontrollers für beliebige Standorte durch on-line Parameter-Eingabe
- Echtzeitsimulation des Betriebsverhaltens von Windrotoren und Bereitstellung des Drehmomentes des simulierten Rotors an der Welle des Generators durch eine drehmomentgeregelte Gleichstrommaschine (s. Abb. 1)
- Realisierung des Grundkonzeptes für eine Drehzahl- bzw. Leistungsregelung nach einem Zwei-Stellgrößen-Verfahren (s. Abb. 2); dadurch hohe Regeldynamik bei breitem Stellbereich

Stand der Untersuchungen:

- Auswirkungen der Art und Leistungsgröße der Zwischenkreisfilter auf die NetZRückwirkungen
- Einfluß des Drehzahl- bzw. Leistungsregelverfahrens auf die kurzfristigen Leistungsschwankungen

Dokumentation:

- Entwurf, Realisierung und Optimierung einer Leistungsregelung für einen drehzahlvariablen Windenergiekonverter (Studienarbeit)
- Untersuchung des Betriebsverhaltens des mechanisch-elektrischen Energiewandlersystems von Windenergiekonvertern mit Zwischenkreis-Umrichter am leistungsschwachen Netz mittels Simulation (Studienarbeit)
- Drehzahlvariable Windenergiekonverter am leistungsschwachen Netz (Dissertation in Vorbereitung)

Bearbeiter : Dipl.-Ing. Constantis Sourkounis (Tel: 72-2594)

Datum: 3.12.93

Projekt: AMOEVES (Autonome Modulare Energieversorgungssysteme)
Teilprojekt: Drehzahlvariable Windenergiekonverter am leistungsschwachen Netz

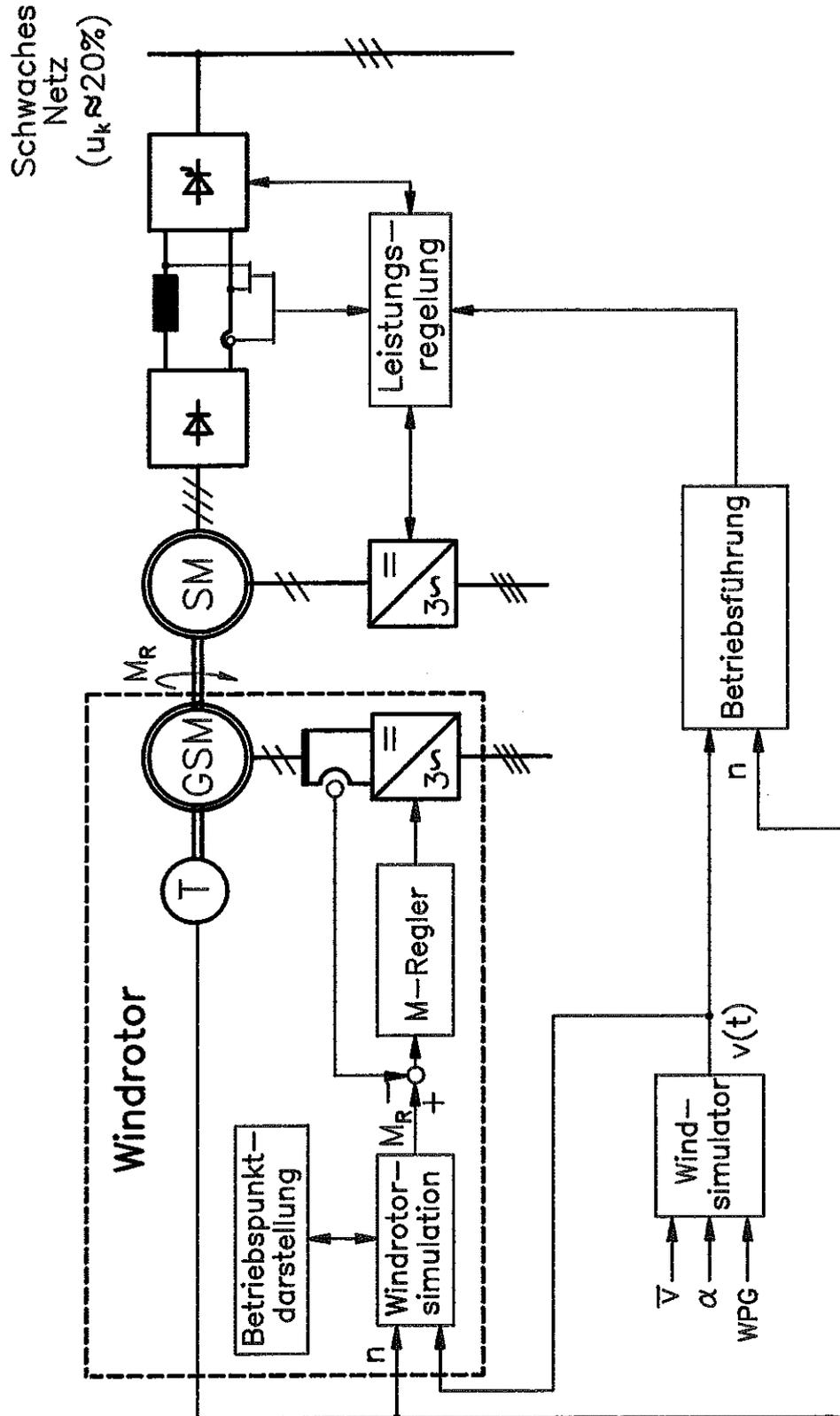


Abb. 1 Prüfstandaufbau zur Nachbildung des Betriebsverhaltens eines Windkonverters

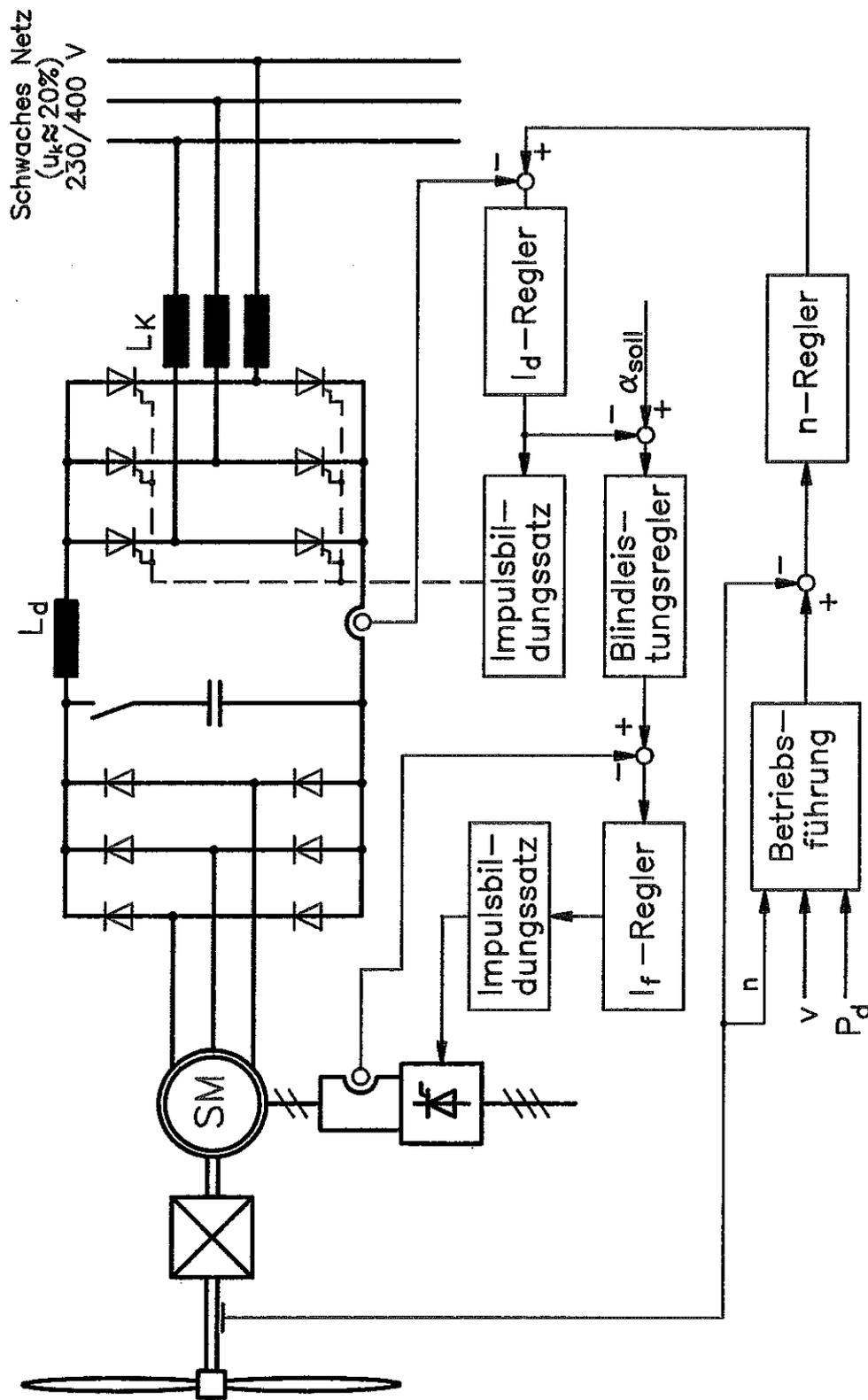


Abb. 2 Leistungsregelung

4 Personelle Besetzung

(Stand 1.12.93)

4.1 Hauptamtliche Mitarbeiter des Instituts (Anlage 2a)

Hochschullehrer: (Institutsdirektor)	Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck
Oberingenieur:	Dr.-Ing. E.-A. Wehrmann
Akademischer Rat a. Z.:	Dipl.-Ing. W. Mendt
Wissenschaftliche Mitarbeiter:	Frau Dr.-Ing. G. Klepp Dr.-Ing. B. Jain (Praktikantenamt) Dipl.-Ing. J. Alders Dipl.-Ing. B. Engel Dipl.-Ing. A. Kanakis Dipl.-Ing. H. Kayser Dipl.-Ing. M. Krüger Dipl.-Ing. K. Sourkounis
Gastwissenschaftler:	Prof. Q. Meng Dr. hab. inz. M. Tondos Dr.-Ing. Z. Hanzelka Dr.-Ing. A. Stobiecki
Mitarbeiter im Technischen und Verwaltungsdienst:	Frau E. Mendt Herr D. Bartz Herr W. Hansmann Herr F. Höfner Herr V. Just Herr H. Kirchner Herr R. Koschnik Herr H. Schultze (Hausmeister) Herr I. Vahldiek

- Mitglied der Berufungskommission des FB Mathematik und Informatik - Nachfolge Prof. Albrecht,
Sprecher der TU Clausthal auf dem Fakultätentag Elektrotechnik,
Mitglied des Forum Clausthal,
Mitglied der Berufungskommission der Fakultät Elektrotechnik der TU Magdeburg,
Mitglied der Berufungskommission der Universität Halle/Merseburg, FB Verfahrenstechnik, zur Besetzung der Stelle "Grundlagen der Elektrotechnik"
- Dr.-Ing. E.-A. Wehrmann Mitglied der Haushalts- und Planungskommission des Senats,
Mitglied der gemeinsamen Kommission der Fakultät für Bergbau, Hüttenwesen und Maschinenwesen,
Mitglied des Konzils,
stellv. Mitglied des Fachbereichsrates MVT
- Dipl.-Ing. J. Alders stellv. Mitglied der Baukommission des FB MVT
- Dipl.-Ing. B. Engel stellv. Mitglied des Fachbereichsrates MVT
stellv. Mitglied der Studienkommission MVT,
- Dipl.-Ing. A. Kanakis Mitglied der Studienkommission des FB MVT
- Dipl.-Ing. H. Kayser Mitglied im Prüfungsausschuß des FB MVT für den Studiengang Maschinenbau
- Dipl.-Ing. M. Krüger Mitglied der Arbeitsgruppe "Werbemaßnahmen" des FB MVT,
stellv. Mitglied des Fachbereichsrates MVT
- Herr W. Hansmann stellv. Vorsitzender im Personalrat,
Mitglied des Vorstandes der Mitarbeiter im Technischen und Verwaltungsdienst,
Mitglied des Arbeitsschutzausschusses der TU,
Gefahrstoffbeauftragter
- Herr H. Kirchner Ersatzmitglied im Personalrat,
Brandschutzbeauftragter
- Herr R. Koschnik Ausbilder,
Sicherheitsbeauftragter

ANLAGEN

- Anlage 1 Informationsfaltblatt IEE, erstellt anlässlich des Niedersachsentages
- Anlage 2 Institutsausstattung IEE
- a - Personal, Geräte, Gebäude
 - b - Stromversorgung
 - c - Rechnerausstattung
- Anlage 3 Offenlegungsschrift der Patentanmeldung "Amoeves"
- Anlage 4 Programm zur Seminarreihe Energiepolitik und CO₂-Minderungspotentiale
- Anlage 5 Organisation des Seminars "Energiepolitik"

Wir sind an einer Zusammenarbeit (Z) bzw. Auftragsuntersuchung (A) oder Beratung (B) auf dem Gebiet der

- Elektrischen Antriebstechnik
- Leistungselektronik
- Elektrowärme
- Simulationstechnik für Energiesysteme
- Regenerativen Energiequellen
- Lichtbogenregelungen
- Blindleistungskompensation
- Energiesystemtechnik
- Energiepolitik

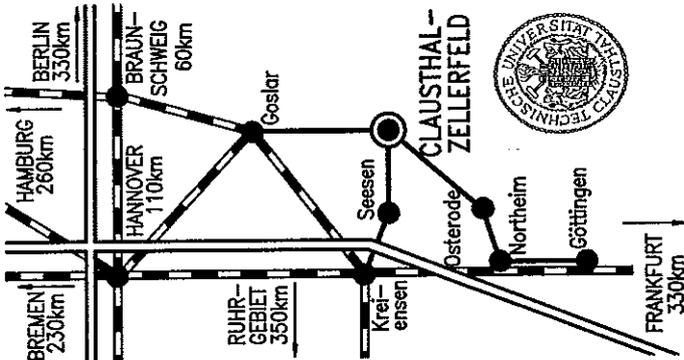
interessiert und bitten um ein Informationsgespräch.

Name: _____

Telefon: _____

Firma: _____

Anschrift: _____

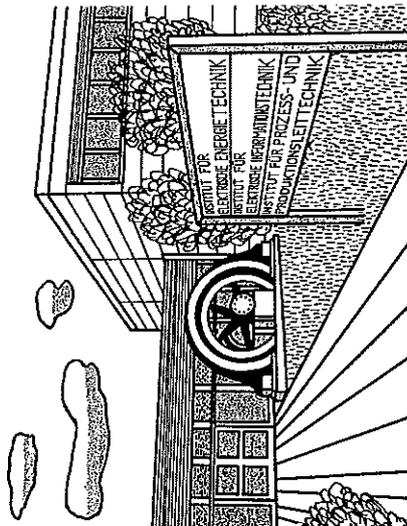


Standort

Clausthal-Zellerfeld, eine etwa 600 m hoch im Naturpark Harz gelegene Stadt mit ca. 16000 Einwohnern und ca. 4.000 Studenten. Gute Sport- und Freizeitmöglichkeiten: im Sommer Leichtathletik, Tennis, Wassersport und im Winter Skilaufen, Eissport. Die TU Clausthal verfügt neben der UniversitätsSportanlage über eine Schwimmhalle und ein Bootshaus am Okerstausee.



Institut für Elektrische Energietechnik

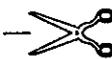
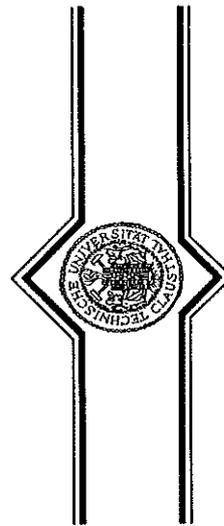


Institut für

Elektrische Energietechnik

Information: Professor Dr.-Ing. Beck
(Institutsdirektor)
Anschrift: Leibnizstraße 28
D-38678 Clausthal-Zellerfeld
Telefon: 05323/72-2570 oder 2299
Fax: 05323/72-2104

Technische Universität Clausthal



Das Institut für Elektrische Energietechnik:

1. Aufgaben

Am IEE werden in der Lehre die Grundlagen der Elektrotechnik für alle Ingenieurstudenten der Fakultät II sowie für Technomathematiker in Theorie und Praxis vermittelt. Im Hauptstudium werden für alle Maschinenbaustudenten die Grundlagen der Elektrischen Energietechnik und für die Studienrichtung Elektrotechnik die Wahlpflicht- und Wahlfächer der Vertiefungsrichtung Elektrische Energietechnik gelehrt. Die Forschung behandelt mit Vorrang die Probleme der modernen prozessorientierten Umrichter-Antriebstechnik sowie die der Echtzeitsimulation in der elektrischen Energietechnik. Beschäftigt sind aus planmäßigen und sogenannten Drittmitteln ca. 20 Mitarbeiter, davon etwa 10 mit wissenschaftlicher Ausbildung. Gastwissenschaftler aus Polen und China nutzen die Kenntnisse und Erfahrungen am IEE zur Weiterbildung.

2. Wissenschaftliche Ausstattung

Experimentelle Untersuchungen an elektrischen Antriebssystemen und Stromversorgungsanlagen werden in einer ca. 1000m²-Versuchshalle mit Prozedaturverarbeitungsanlagen und Simulationslabor durchgeführt. Im einzelnen stehen folgende Einrichtungen und Geräte zur Verfügung:

- Antriebs-Prüfstände bis 100 kVA (Umkehrstromrichter, U-Umrichter, I-Umrichter, Direkt-Umrichter)
- Hochspannungslabor bis 300 kV / 150 kVA
- Lichtbogenofenmodelle, Lichtbogenmeßeinrichtung¹⁾, Meßsystem Clausthal
- Energiesystem-Simulation (NETASIM auf MicroVAX und Sun 4)
- CAD-Workstation-Pool (Sun 4) mit Software zur System-Modellierung und Simulation (MATRIX_x) und Feldberechnung
- Prozeßrechner, Meßwertfassung (HP 1000, A 800)
- Windenergie-Versuchsstand (30 kVA)

3. Hauptarbeitsgebiete

Die derzeitigen Hauptarbeitsgebiete werden im folgenden stichwortartig aufgeführt:

Elektrische Antriebe und Energieelektronik

- Digitale Regelungen für Lokomotiven und Walzgerüste zur Reduktion der Lastkollektive in den Antriebssträngen

- Umsetzung analoger Regelkonzepte der elektrischen Antriebstechnik in geeignete digitale Regelkonzepte
- Verifikation digitaler Simulationssysteme zur Nachbildung von Antriebssystemen im Hinblick auf Echtzeitfähigkeit
- Entwicklung eines umrichtergeräuspeisten Schwingantriebes zum Schüttguttransport auf Förderriemen

Regenerative Energiequellen

- Inselnetzversorgung mit elektronischer Netzspannungserzeugung durch Kopplung von Windenergiekonvertern und unterbrechungsfreien Stromversorgungsanlagen

Elektrowärme

- Reduzierung der Netzrückwirkungen durch Kombination von Stromrichtern und Lichtbogenofeneinspeisung
- Neuartige Elektrodenregelung, basierend auf der indirekten Messung der Lichtbogenenspannung
- Elektronische Echtzeitmodelle für Lichtbogenofenanlagen

4. Veröffentlichungen

Einen Einblick in die Institutsarbeit und die veröffentlichten Ergebnisse liefert der jährlich erscheinende Institutsbericht, der von Interessenten jederzeit angefordert werden kann.

5. Dissertationen (seit 1990)

Taouk, A.: Elektronisches Echtzeitmodell für einen frei brennenden Drehstrom-Lichtbogenofen
TU Clausthal (1990)

Wehrmann, E.-A.: Untersuchung des Anlauf- und Betriebsverhaltens von elektromagnetischen Transversalfeld-Beschleunigern für Schwingantriebe
TU Clausthal (1990)

Obenauf, H.-D.: Regelung für Drehstrom-Lichtbogenöfen über die Lichtbogenenspannung und unsymmetrisch einstellbare Transformatorspannungen, TU Clausthal (1992)

Schäfer, P.: Numerische Lösungsverfahren für modulare Differentialgleichungssysteme mit Unstetigkeiten zur Simulation technischer Systeme
TU Clausthal (1992)

Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck
Institut für
Elektrische Energietechnik
Leibnizstraße 28
38678 Clausthal-Zellerfeld

74. Niedersachsentag vom 8. - 10. Oktober 1993

Programm der TU Clausthal am 9. Oktober 1993

a) Rundgang durch das Hauptgebäude

Eingangsbereich (Sockelgeschoß)

1. Ausstellung des Lehrangebots durch die 7 Fachbereiche
 - Plakate, Stellwände
 - Informationsmaterial
 - Exponate in Bezug auf die Lehre
2. Darstellung der verfassten Studentenschaft

Flure

1. Obergeschoss

1. Ausbildungs- und Arbeitsplatz TU Clausthal
2. Akademisches Auslandsamt

2. Obergeschoss

1. Calvörsche Bibliothek
2. Expo 2000
3. Frauenbüro
4. Geschichte der TU
5. Entwicklung der TU, Statistik
6. Dia-Show
7. Mineraliensammlung

b) Innenhof des Hauptgebäudes (Hochschultreff)

1. Verkauf von Speisen und Getränken
2. Kapelle, Band
3. Festzelt
4. Tag der offenen Tür des Instituts für Technische Mechanik
5. Forschungsexponate

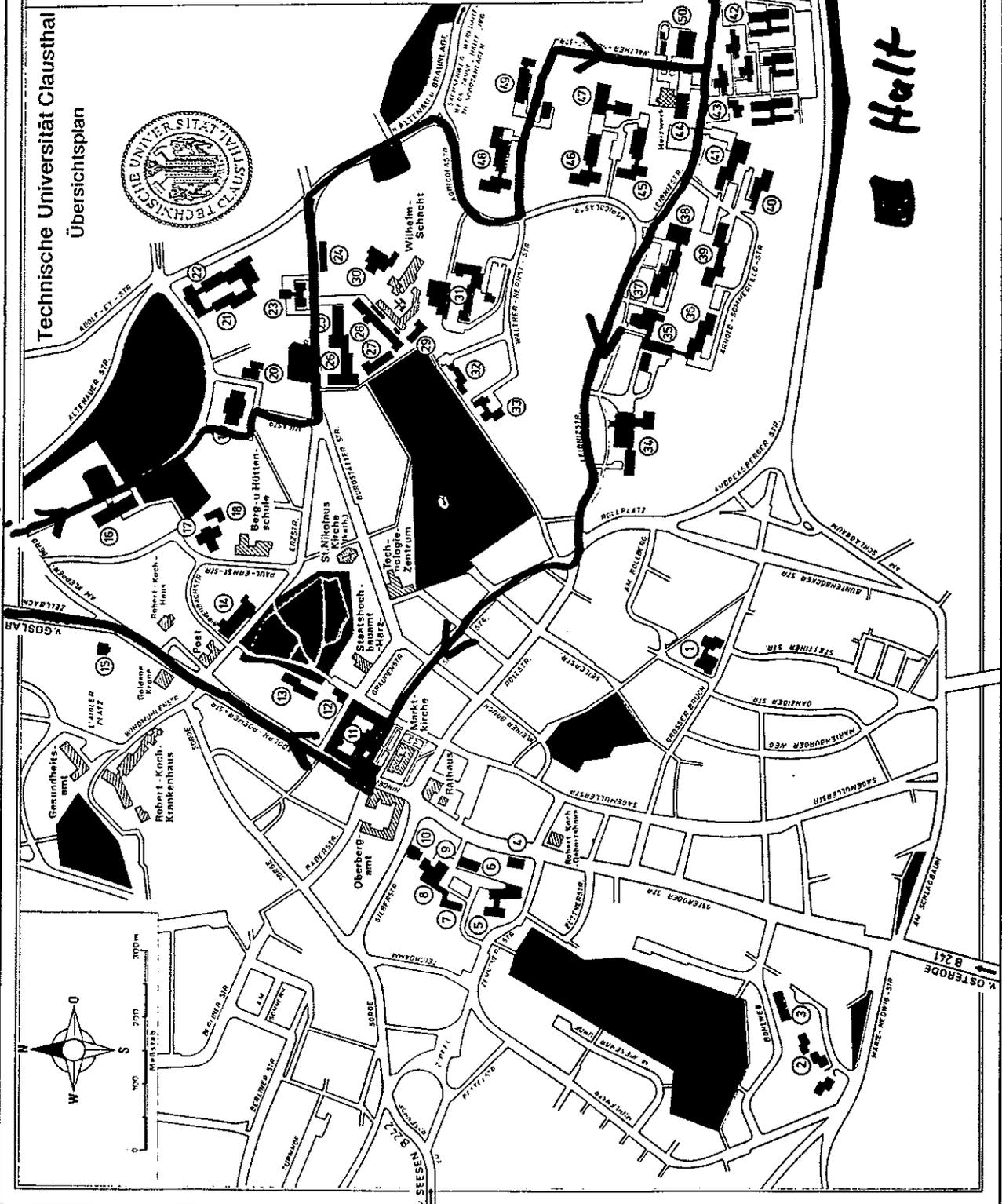
c) Rundkurs durch das TU Gelände (Feldgrabengebiet)

Elektrofahrzeug(e) oder Kleinbusse - Zwischenstopps bei verschiedenen Instituten, die einen Tag der offenen Tür veranstalten.

Technische Universität Clausthal Übersichtsplan



- 14 53 Fakultät Mathematik und Informatik
- 15 54 Fakultät für Informatik
- 16 55 Fakultät für Informatik
- 17 56 Fakultät für Informatik
- 18 57 Fakultät für Informatik
- 19 58 Fakultät für Informatik
- 20 59 Fakultät für Informatik
- 21 60 Fakultät für Informatik
- 22 61 Fakultät für Informatik
- 23 62 Fakultät für Informatik
- 24 63 Fakultät für Informatik
- 25 64 Fakultät für Informatik
- 26 65 Fakultät für Informatik
- 27 66 Fakultät für Informatik
- 28 67 Fakultät für Informatik
- 29 68 Fakultät für Informatik
- 30 69 Fakultät für Informatik
- 31 70 Fakultät für Informatik
- 32 71 Fakultät für Informatik
- 33 72 Fakultät für Informatik
- 34 73 Fakultät für Informatik
- 35 74 Fakultät für Informatik
- 36 75 Fakultät für Informatik
- 37 76 Fakultät für Informatik
- 38 77 Fakultät für Informatik
- 39 78 Fakultät für Informatik
- 40 79 Fakultät für Informatik
- 41 80 Fakultät für Informatik
- 42 81 Fakultät für Informatik
- 43 82 Fakultät für Informatik
- 44 83 Fakultät für Informatik
- 45 84 Fakultät für Informatik
- 46 85 Fakultät für Informatik
- 47 86 Fakultät für Informatik
- 48 87 Fakultät für Informatik
- 49 88 Fakultät für Informatik
- 50 89 Fakultät für Informatik
- 51 90 Fakultät für Informatik
- 52 91 Fakultät für Informatik
- 53 92 Fakultät für Informatik
- 54 93 Fakultät für Informatik
- 55 94 Fakultät für Informatik
- 56 95 Fakultät für Informatik
- 57 96 Fakultät für Informatik
- 58 97 Fakultät für Informatik
- 59 98 Fakultät für Informatik
- 60 99 Fakultät für Informatik
- 61 100 Fakultät für Informatik



Halt

Copyright Dr. Peter Heberste
Kreuz der Technischen Universität
Clausthal
Anleitung W. Paul, R. Sinner
Adolph-Rosner-Str. 2 A
3972 Clausthal-Z. Oberdorf



⊙	Verfügbare Gebäudefläche (Leibnizstraße 28)	1620m ²
	– Bürofläche	826m ²
	(einschl. verliehener Fläche)	(220m ²)
	– Labor-/Prüffeldfläche	794m ²
⊙	Mitarbeiter	
	– wissenschaftliches Personal	10
	– techn.-/Verwaltungspersonal	8
	– Lehrbeauftragte/Gastwissenschaftler	9
	– wissenschaftliche Hilfskräfte	10
	– externe Doktoranden	2
		<hr style="width: 100px; margin-left: auto; margin-right: 0;"/>
		Σ 39
⊙	Prüffeld mit	
	– Maschinen-/Antriebslabor	
	– Energieelektroniklabor	
	– Hochspannungs-/Energieanlagenlabor	
	– Meßdatenverarbeitungslabor (HP1000/PC)	
	– Prüfstände für Walzwerks- und Bahnantriebe mit I/U/D-Umrichtern, Umkehrstromrichtern	
⊙	Mechanik-/Elektrotechnik-/Elektronikwerkstatt	
⊙	Prozeßrechner-/Simulationstechniklabor (MicroVAX, SUN 4, PCs)	
⊙	CAD-Schaltplanerstellung	

Rechnerbestand -aufgaben am Institut (incl. Planung für 1994):

Offline-Simulation (MATRIX _x , NETASIM):	CAD-Pool 6 des Fachbereiches MVT bestehend aus einem Server (Sun-Station 2) und drei Clients (SunStation IPC) <1990>
Offline-Simulation (NETASIM):	MicroVAX 3100 unter VMS <1990>
Online-Simulation, digitale Regelung:	Logidyn-D (A800) mit Software LogiCAD (Entwicklungsumgebung). LogiVIEW (Visualisierung, Parametrierung) und RDTM (Testen, Bedienen) <1990>
Online-Simulation, digitale Regelung und Beobachtung (<i>Beschaffung ca. 09.94 geplant</i>):	Massiv-Parallelrechnersystem, bestehend aus skalierbaren heterogenen Prozessorknoten (Signal-, Transputer- und Standardprozessor) mit Prozeßankopplung, Prozeß-Visualisierung und Entwicklungsumgebung (incl. parallelisierender FORTRAN- und C-Compiler) auf Sun-Workstations
Prozeßrechner	HP-1000 (A600+) unter RTE-A (Multiuser/Multitasking), ursprünglich "Institutsrechner" mit universellen Softwareentwicklungs-, Simulations-, und Prozeßvisualisierungsaufgaben, heute Prozeßdatenerfassung, -auswertung, -darstellung und institutsinterne Organisationsaufgaben <1983>
Meßdatenerfassung und -auswertung:	HP-9000 (310) unter BASIC- und PASCAL-Betriebssystem, Prozeßankopplung über IEC-Bus (Meßgeräte) und A/D-Wandler <1986>
Meßdatenerfassung und -auswertung (neu) (<i>Beschaffung ca. 09.94 geplant</i>):	Industrie-PC mit Glasfaser-Netzankopplung, IEC- und SCSI-Bus, A/D-Wandlerkarte, DAGO- und DIA-Software zur Meßwerterfassung, -auswertung und -darstellung
Desktop-Publishing, CAD-Anwendung:	NeXTstation
Textverarbeitung, CAD, usw.	IBM-kompatible PCs

Hard- und Software-Aktivitäten in 1994:

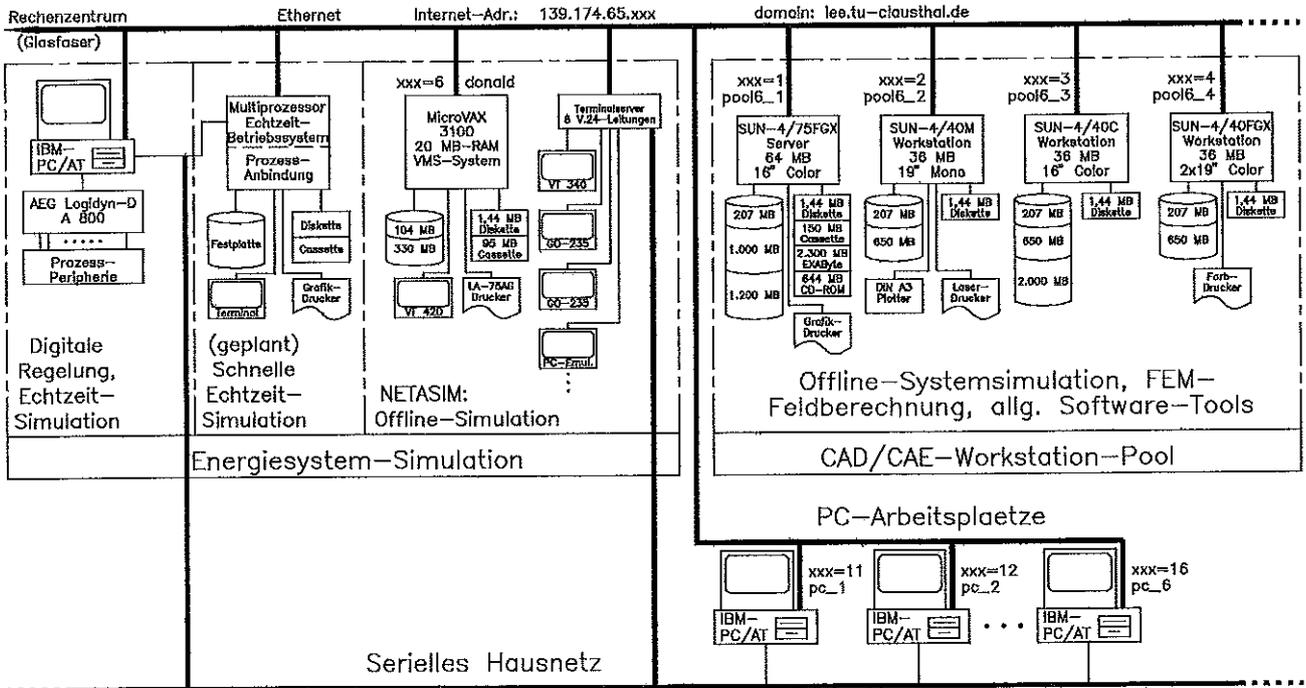
Vernetzung:	<ul style="list-style-type: none"> • Hausinterne Verbindung des bisher isoliert betriebenen IEE-Ethernet-Netzes mit dem des Institutes für Elektrische Informationstechnik • Integration der dafür relevanten PCs unter PC-NFS (Sun) in das Workstationnetz • Anschluß über Glasfaser an das Hochschul- Rechnernetz und damit Zugang zum Internet
Schulung	<ul style="list-style-type: none"> • Hochschulweites MATRIX_x-Seminar durch die Fa. TEDAS unter Leitung des IEE
Software	<ul style="list-style-type: none"> • Installation der neuen MATRIX_x-Lizenz zur hochschulweiten Nutzung auf dem MATRIX_x-Server des IEE
Hardware	<ul style="list-style-type: none"> • Kontinuierlicher Ausbau der Platten- und Arbeitsspeicher-Kapazität im Workstation-Bereich

Bearbeiter:

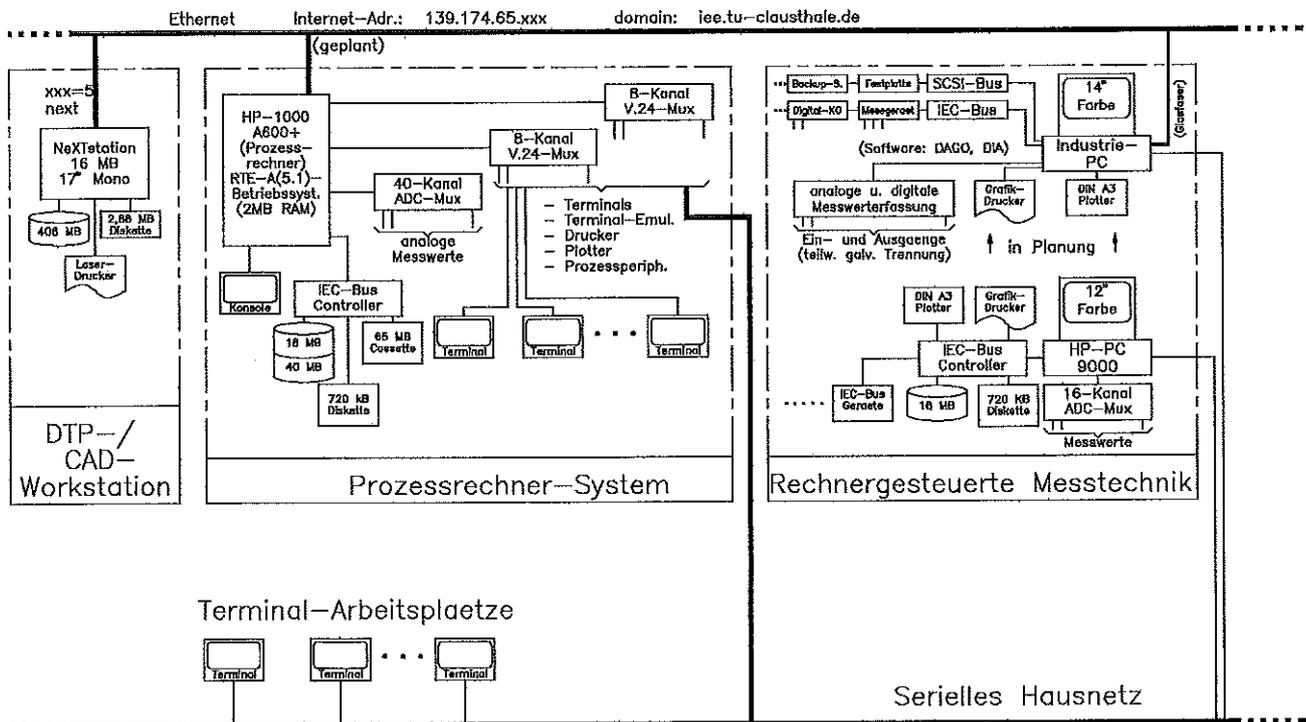
Dr.-Ing. E.-A. Wehrmann (Tel.: 72-2595)

Datum:

10.12.1993



Rechnerausstattung zur Simulation von Energiesystemen



Rechnerausstattung zur Mess- und Regelungstechnik im Prueffeld



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 42 32 516 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁵:
H 02 J 9/08
H 02 J 3/38
H 02 J 7/35

⑲1 Aktenzeichen: P 42 32 516.1
⑲2 Anmeldetag: 22. 9. 92
⑲3 Offenlegungstag: 4. 3. 93

DE 42 32 516 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

⑲1 Anmelder:

Beck, Hans Peter, 3380 Goslar, DE; Sourkounis,
Constantis, 3392 Claustal-Zellerfeld, DE

⑲2 Erfinder:

gleich Anmelder

⑤4 Autonomes modulares Energieversorgungssystem für Inselnetze

⑤7 Aufgabe der Erfindung ist es, ein autonomes modulares Wind-Photovoltaik-Batterie-Dieselsystem zu konzipieren, bei dem die zur Netzfürhrung bisher heute notwendige Synchronmaschine ersetzt und ein System entwickelt wird, mit dem eine Wirk- und Blindleistungskompensation mit Spannungseinprägung auf der Gleichstromseite erfolgen kann. Darüber hinaus soll durch Verwendung von erprobten auf dem Markt verfügbaren Komponenten die Modularität und Wirtschaftlichkeit der Anlage erreicht werden. Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß anstelle eines netzgeführten Umkehrstromrichters zur Wirkleistungskompensation sowie eines Synchronmaschinenphasenschiebers zur Blindleistungskompensation eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) mit am Eingang angeschlossenen Notstromaggregat Verwendung findet. Derartige unterbrechungsfreie Stromversorgungen sind an sich bekannt und werden heute z. B. zur Speisung von Computeranlagen verwendet. Hier sollen sie in modifizierter Form zur Inselnetzfürhrung eingesetzt werden.

DE 42 32 516 A 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur autonomen modularen Energieversorgung mit Photovoltaik- und Windenergieeinspeisung zur Versorgung von Verbrauchern mit elektrischer Energie aus einem Inselnetz.

In den letzten Jahren hat die Gewinnung elektrischer Energie aus Sonne und Wind gerade in abgelegenen Gebieten zunehmend Anwendung gefunden. Aufgrund der steigenden Energiepreise ist insbesondere die Nutzung der Windenergie in den wirtschaftlichen Bereich gerückt.

Vor diesem Hintergrund sind autonome Energieversorgungssysteme in hybrider Technik entwickelt worden, welche es erlauben, den Dieselmotor abzuschalten, wenn Sonnen- und Windenergie in ausreichendem Maße zur Verfügung stehen. Die Nutzung des existierenden Energiespeichers ermöglicht, die Dieselmotorlaufzeiten und die Anzahl seiner Starts zu minimieren. Die Nutzung eines parallel arbeitenden stromrichter gespeisten Batteriespeichers ermöglicht, in Schwachwindzeiten die Energie aus der Batterie in das Inselnetz einzuspeisen und somit eine gewisse Wirkleistungskompensation zum Ausgleich von Lastschwankungen vorzunehmen zu können. Ein derartiges System mit Synchronmaschine als rotierendem Phasenschieber ist in den letzten Jahren entwickelt worden; es wird heute mit Erfolg z. B. auf der irischen Insel Cape Clear eingesetzt (vgl. G. Cramer, R. Grebe (SMA Regelsysteme GmbH), Wind-Diesel-Batteriesystem auf Cape Clear/Irland, Statusbericht für das Jahr 1990 zum Forschungsvorhaben O3E-8536-B des Bundesministeriums für Forschung und Technologie).

Ein Nachteil dieses Systems ist durch die Tatsache gegeben, daß zur Netzföhrung, d. h. zur Spannungshaltung und Blindleistungskompensation mindestens eine Synchronmaschine im Phasenschieberbetrieb ständig mitlaufen muß. Sie ist in ihrer Nennleistung auf die des Netzes angepaßt und verursacht aufgrund dessen nennenswerte Leerlaufverluste, Geräusche sowie Wartungsaufwendungen, die durch den Einsatz eines selbstgeführten Stromrichters mit modernen Leistungshalbleitern erheblich verringert werden können; hierzu wird z. B. auf Ch. Duca, F. Feilcke, Wirkungsgradoptimierte USV-Anlagen, etz Bd. 111(1990), Heft 20, S. 1048 – 1057 verwiesen. Über Wirkungsgradverbesserungen und eine Erhöhung der Regeldynamik kann die Wirtschaftlichkeit und Spannungs-Frequenzhaltung des Gesamtsystems verbessert werden.

In letzter Zeit sind auch moderne Windkonverter mit Stromrichtereinspeisung auf den Markt gekommen, die eine 5–20% höhere Energieausbeute haben. Diese können jedoch an das vorhandene Wind-Photovoltaik-Batterie-Dieselsystem nicht so ohne weiteres angeschlossen werden, da sie starke Blindleistungsschwankungen verursachen, die aufgrund der geringen Regeldynamik des Synchronphasenschiebers nur unzulänglich dynamisch kompensiert werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein autonomes modulares Wind-Photovoltaik-Batterie-Dieselsystem zu konzipieren, bei dem die zur Netzföhrung bisher heute notwendige Synchronmaschine ersetzt wird und ein System entwickelt wird, mit dem eine Wirk- und Blindleistungskompensation mit Spannungseinprägung auf der Gleichstromseite erfolgen kann. Darüber hinaus soll durch Verwendung von erprobten auf dem Markt verfügbaren Komponenten die Modularität und Wirtschaftlichkeit der Anlage erreicht werden.

Gelöst wird diese Aufgabe gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1, vorteilhafte Ausgestaltungen sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Anstelle eines netzgeführten Umkehrstromrichters zur Wirkleistungskompensation, d. h. zur Ladung und Entladung eines Batteriespeichers, sowie eines Synchronmaschinenphasenschiebers zur Blindleistungskompensation wird eine unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) mit am Eingang angeschlossenem Notstromaggregat verwendet. Derartige unterbrechungsfreie Stromversorgungen sind an sich bekannt und werden z. B. bereits zur gezielten Speisung von Computeranlagen verwendet. Hier sollen sie zur Inselnetzföhrung eingesetzt werden.

Anhand von Ausführungsbeispielen wird die Erfindung im nachstehenden näher erläutert. Es zeigen: Fig. 1 den prinzipiellen Aufbau einer derartigen Anlage, Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel für eine autonome Energieversorgung.

In Fig. 1 ist ein Inselnetz 1 dargestellt, das von einer Anlage her über einen Verteiltransformator 3d von einem selbstgeführten Stromrichter 3c aus einer Batterie 3b gespeist wird. Die Batterie 3b wiederum kann neben der Ladung durch den selbstgeführten Wechselrichter 3c bei Rückspeisebetrieb im Falle genügender Energieeinspeisung durch Photovoltaikanlage 4 bzw. durch die Windkonverter 5 auch über ein Notstromaggregat 3f, 3g mit elektrischer Energie versorgt werden, wobei ein gesteuerter Gleichrichter 3a als Batterieladegerät dient. Der selbstgeführte Stromrichter 3c hat die Aufgabe, die Netzspannung des Inselnetzes 1 trotz eines schwankenden Energieangebots (Wind) und wechselnder Lasten 6 weitgehend konstant zu halten. Eine Filteranlage 2 dient zur Kompensation der Stromoberschwingungen im Netz, die von den netzgeführten Stromrichtern 4a, 5a hervorgerufen werden. Die Grundschiwungsblindleistungskompensation übernimmt die Filteranlage 2 ebenfalls, soweit es sich um die vorhersehbaren statischen Anteile handelt. Die dynamischen Anteile, die ursächlich mit Spannungsschwankungen im Zusammenhang stehen, werden vom selbstgeführten Stromrichter 3c abgegeben (kapazitiv) bzw. aufgenommen (induktiv).

Die Batterie 3b ist als elektrochemischer Speicher derart ausgelegt, daß die Differenz zwischen Energieangebot und -nachfrage gedeckt werden kann (sog. Wirkleistungskompensation). Auf diese Weise wird das Dieselaggregat 3f, 3g zum Notstromaggregat, welches nur in Betrieb geht, wenn ein Mindestladezustand des Batteriespeichers unterschritten ist. Dies hat mehrere Vorteile. Zum einen wird durch nichtige Speicherdimensionierung der Betrieb des Dieselmotors auf ca. 0–30% der Gesamtbetriebsdauer des Systems reduziert, wodurch sich erhebliche Treibstoffersparnisse einstellen. Zum anderen kann in Zeiten schwachen Energieangebots das Notstromaggregat zur gleichzeitigen Speicheraufladung und Verbraucherversorgung durch Schließen der Überschalteinrichtung 3e eingesetzt werden. Das Dieselaggregat wird so überwiegend unter Vollast betrieben, welches zu weiteren Treibstoffersparnissen führt, weil der Vollastbetrieb im allgemeinen einen besseren Wirkungsgrad als der Betrieb im Teillastbereich aufweist.

Bei Windkonvertern sind heute zwei grundsätzliche Typen zu unterscheiden. Es gibt zum einen teilweise windgeführte Anlagen mit variabler Drehzahl und Stromrichterleistungsregelung 5a. Bei diesen Anlagen wird die Drehzahl des Rotors 5d bzw. die der Synchronmaschine 5b, die über ein Getriebe 5c mit diesem gekop-

pelt ist, entsprechend der Windgeschwindigkeit angepaßt. Hierdurch erhöht sich der Energieertrag. Bei Windkonverteranlagen mit quasi fester Drehzahl entfällt die elektronische Leistungsregelung. Anstelle der Synchronmaschine 5b wird eine Asynchronmaschine 5e eingesetzt, die ihren Schlupf entsprechend dem Windangebot selbst einstellt. Die zum Betrieb erforderliche Blindleistung wird bei beiden Anlagentypen von der USV-Anlage und dem Filter 2 geliefert. Dies gilt auch für die Blindleistung, welche der netzgeführte Stromrichter der Photovoltaikanlage und die Verbraucher aufnehmen.

Das Energiemanagement der Anlage wird von der Betriebsführungseinrichtung 7 vorgenommen, die aus einem herkömmlichen Automatisierungssystem mit entsprechender Software besteht.

Die Fig. 2 zeigt ein Ausführungsbeispiel für eine autonome Energieversorgung, wie sie für eine griechische Insel mit ca. 300 MWh/a Energieverbrauch geplant ist. Das dreiphasige 400 V-Inselnetz mit 50 Hz Netzfrequenz wird mit zwei USV-Anlagen 3, 3' gespeist, die jeweils von einem Notstromaggregat 3gf, 3'gf mit 60 kVA versorgt werden können. Ein weiteres 40 kVA-Modul 3 dient der Deckung von Überlasten in Zeiten zu geringem Sonnen- und Windangebots. Dieses wird dann mittels der Thyristor-Überschalteneinrichtung 3h an das Netz 1 geschaltet, wobei es sich selbsttätig auf die Netzspannung synchronisiert, die von den beiden selbstgeführten Wechselrichtern 3e, 3e' der USV-Anlage geliefert wird.

Die installierte Leistung dieser Energieversorgungsanlage wird durch die maximal entnehmbare Verbraucherleistung 6, 6' bestimmt, welche hier in zwei Gruppen mit unterschiedlicher Versorgungspriorität aufgeteilt sind.

Bei einer angenommenen Verbraucherleistung von z. B. 150 kW bzw. 200 kVA betragen die Typenleistungen beider USV-Anlagen je 100 kVA. Sie decken damit die Blindleistung der beiden Windkonverteranlagen 5, 5' mit 80 kW_p (100 kVA) und die der Photovoltaikanlage 4 mit 25 kW_p (40 kVA). Die erforderliche Blindleistung der parallel arbeitenden über netzgeführte Stromrichter angeschlossenen Solar- bzw. Windgeneratoren beträgt darum bei einem mittleren angenommenen Leistungsfaktor von $\cos \varphi = 0,8$ $Q \sum = (2 \times 60 + 24)$ kVAr ca. 150 kVAr.

Es bleiben 50 kVAr als Regelreserve für die USV-Anlage zur Spannungsstabilisierung übrig. Die Verbraucherblindleistung in Höhe von 120 kVAr (ind.) wird durch das Filter 2 gedeckt. Es kompensiert auch die Oberschwingungen der Stromrichterströme.

Die Wirkleistung der Verbraucher in Höhe von 150 kW wird in Normalbetrieb von den Windkonvertern 5, 5' und dem Solargenerator 4 gedeckt, wobei die Wirkleistungsschwankungen von der USV-Anlage ausgeglichen werden. Die Batteriespeicher werden so dimensioniert, daß die Differenz zwischen der angebotenen und nachgefragten Augenblicksleistung gedeckt werden kann, ohne daß die Notstromaggregate 3gf, 3'gf eingeschaltet werden müssen. So ist im Nennbetrieb eine Speisung der Verbraucher aus den regenerativen Quellen möglich.

Erst wenn die Speicher entladen sind und die nachgefragte Leistung nicht geringer geworden ist, erfolgt eine Zuschaltung aller Notstromaggregate. Die Differenz zur nachgefragten Verbraucherleistung und der Nennleistung der Notstromaggregate trägt zur Aufladung der Batteriespeicher bei.

Sollte das Angebot an Solar- und Windenergie weiter zurück gehen, werden die Verbraucher mit geringerer Priorität 6' so lange abgeschaltet, bis alle Batteriespeicher wieder aufgeladen sind.

Im Falle eines weit ausgedehnten Netzes kann am Ende einer Stichleitung zur Spannungsstabilisierung eine USV-Anlage ohne Notstromaggregat 7 zum Ausgleich der Wirk- und Blindstrompendelung installiert werden. Auf die Weise können Flickererscheinungen, hervorgerufen durch Schaltvorgänge im Netz und Spannungsabfälle auf der Leitung, mit Geräten derselben Technologie vermieden werden bzw. die Kurzschlußleistung an diesen Stellen auf den gewünschten Wert erhöht werden.

Sollten ein oder zwei der selbstgeführten Stromrichter 3c, 3'c der USV-Anlage ausfallen, so werden die zugehörigen Leistungsschalter 3i geschlossen und alle drei Notstromaggregate gestartet. Die Anlage ist derart ausgelegt, daß in diesem Fall die Netzführung von den Synchronmaschinen übernommen wird und ein Betrieb der Anlage bei Nennlast auch im Fehlerfall gegeben ist. Erst beim Ausfall weiterer Einheiten muß die Verbraucherleistung durch Abschalten der Verbrauchergruppe mit niedrigerer Priorität 6' verringert werden. Nachteilig ist jetzt natürlich der Treibstoffverbrauch, das Abgas und die Geräusche der Notstromaggregate.

Patentansprüche

1. Verfahren zur autonomen modularen Energieversorgung mit Photovoltaik- und Windenergieeinspeisung zur Versorgung von Verbrauchern mit elektrischer Energie aus einem Inselnetz ist **dadurch gekennzeichnet**, daß für eine Netzführung mit unterbrechungsfreier Stromversorgung (USV) eine Anordnung (3) bestehend aus einem netzgeführten Stromrichter (3a), einer Batterie (3b), einem selbstgeführten Stromrichter (3c), einem Transformator (3d), einem Filterkreis (2) und einem Notstromaggregat (3f, 3g) mit Überschalteneinrichtung (3e) eingesetzt wird, bei der im Normalbetrieb das Notstromaggregat (3f, 3g) abgeschaltet ist, und Photovoltaik- und Windkonverteranlagen (4, 5) die Versorgung der Verbraucher (6) und die Ladung der Batterie (3b) über den selbstgeführten Wechselrichter (3c) übernehmen und daß nur im Falle einer nicht ausreichenden Einspeisung aus den regenerativen Energiequellen Sonne und Wind die fehlende Energie in umgekehrter Richtung zunächst aus der Batterie (3b) und, falls diese zur Überbrückung der Lücken im Energieangebot nicht ausreicht, mittels des Notstromaggregates (3f, 3g) gedeckt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim Einschalten des Notstromaggregates (3f, 3g) für eine Aufladung der Batterie (3b) die Überschalteneinrichtung (3e) zur elektrischen Verbindung des Notstromaggregates (3f, 3g) mit dem Inselnetz (1) von der Betriebsführung (7) eingeschaltet und die vom Aggregat erzeugte elektrische Energie zur Ladung der Batterie (3b) und Versorgung der Verbraucher (6) genutzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhöhung der Verfügbarkeit beim Ausfall des selbstgeführten Stromrichters (3c) das Notstromaggregat (3f, 3g) gestartet, die Überschalteneinrichtung (3e) geschlossen und die Versorgung der Verbraucher (6) sowie die Netzführung

von der Synchronmaschine (3g) des Notstromaggregates übernommen wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Falle redundanter Notstromaggregate und USV-Anlagen jeweils eine USV-Anlage mit einem weiteren Notstromaggregat gekoppelt wird und diese zur Leistungssteigerung des Netzes synchronisiert betrieben werden. 5

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Blind- und Oberschwingungsstromkompensation in Ausläufern des Inselnetzes eine Filteranlage (2) oder eine USV-Anlage ohne angeschlossenem Notstromaggregat (3f, 3g) und netzgeführtem Stromrichter (3a) vorgesehen wird, wobei die USV-Anlage bei entsprechender Auslegung der Batterie (3b) neben der Blindstromkompensation auch zur Wirkstromkompensation mitbenutzbar ist. 10 15

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur Langzeitenergiespeicherung ein Pumpspeicherwerk mit Wasserkraftgeneratoren vorgesehen wird. 20

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zur umkehrbaren Langzeitenergiespeicherung im Gleichspannungszwischenkreis der USV-Anlage parallel oder anstelle der Batterie (3b) eine Brennstoffzelle mit Elektrolyseur bzw. eine umkehrbare Brennstoffzelle mit Wasserstoff als Sekundärträger eingesetzt wird. 25 30

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

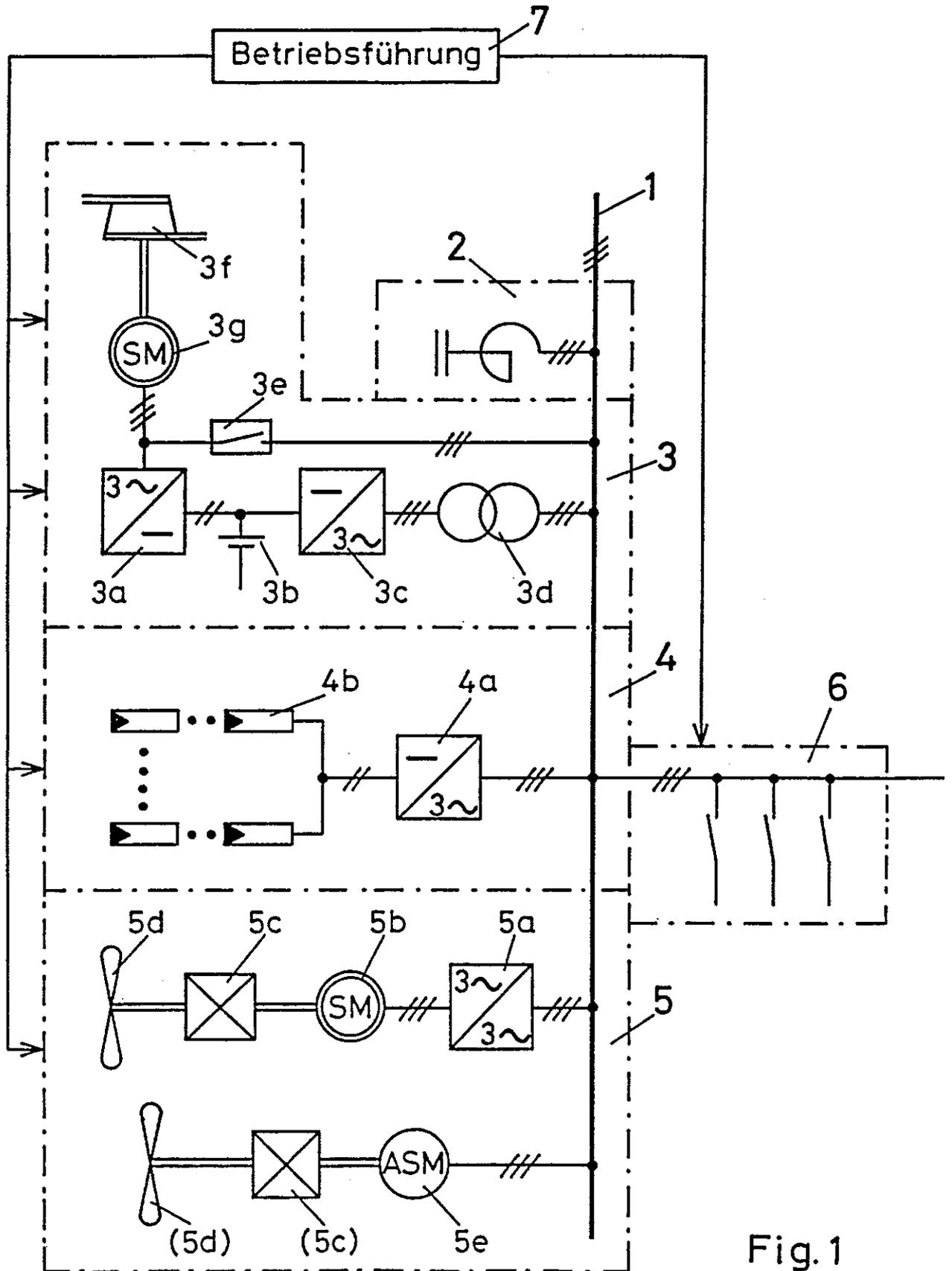


Fig. 1

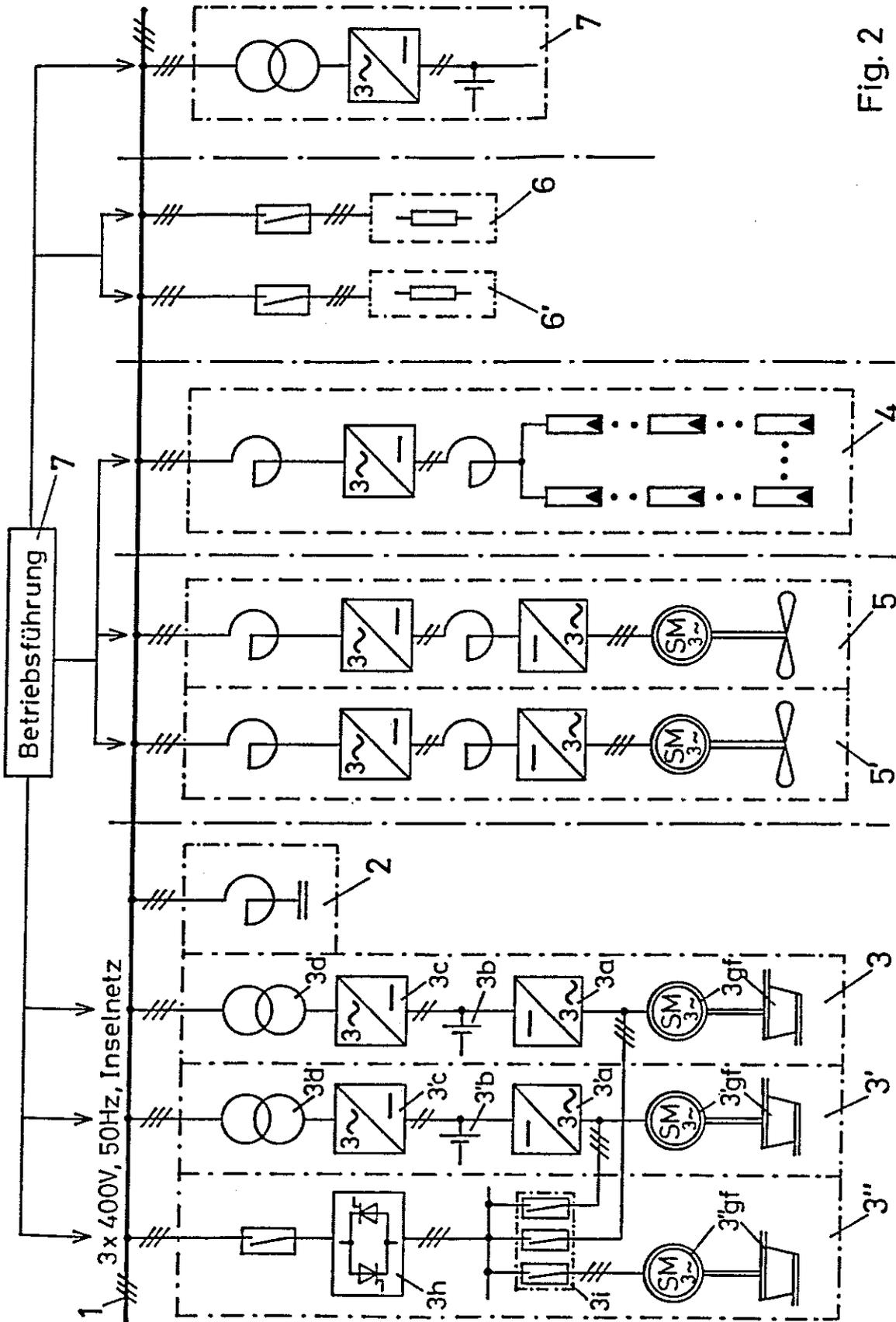


Fig. 2

Das 1991 gegründete *Forum Clausthal* (FC) bietet an der Technischen Universität Clausthal Gespräche, Vorträge und Diskussionen an. Zur Mitwirkung sind Personen, Institutionen und Gruppen eingeladen, denen an einer verantwortbaren konsensfähigen Gestaltung der Zukunft liegt.

FC bearbeitet konkrete, aktuelle Fragestellungen von grundsätzlicher Bedeutung. Dabei soll vorrangig Anforderungen vorausschauender sozialer, wirtschaftlicher, politischer und ökologischer Verantwortung im Sinne von Technikbewertung entsprechen werden.

Inhaltlich ist FC dem Stand der Wissenschaft und Technik verpflichtet. Fachkompetenz bedarf heute zusätzlich fachübergreifender Kooperation. Interdisziplinäre Zusammenarbeit, Dialogbereitschaft und Streitkultur sind dabei Voraussetzung als wichtige Wege der Wahrheitsfindung.

Das Spektrum der Mitwirkenden soll der Komplexität bearbeitender Probleme nahekommen und umfasst deshalb Vertreter aus Lehre und Forschung, aus Wirtschaft, Presse, Gewerkschaft, Politik, Kirchen, Verwaltung usw.

Unbeschadet der Möglichkeit begrenzter Arbeitskreise und vertraulicher Konsultationen zielt FC auf Öffentlichkeit; Arbeitsergebnisse werden möglichst dokumentiert und veröffentlicht.

Ein ständiger Arbeitskreis verantwortet und organisiert die Aktivitäten von FC.

Die Trägerschaft von FC liegt durch einen Beauftragten formell bei der TU Clausthal; insgesamt lebt FC von der ideellen, persönlichen und finanziellen Unterstützung aller Beteiligten.

Der Arbeitskreis Forum Clausthal

Wissenschaftliche Leitung:

Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck
Institut für Elektrische Energietechnik
der TU Clausthal
Leibnizstraße 28
38678 Clausthal-Zellerfeld

Telefon 05323 / 72- 2570 Fax 05323 / 72-2104

Sprecher des Forum Clausthal:

Prof. Dr.-Ing. M. F. Jischa
Pfarrer K. Wachlin
Seminarhaus Goldene Krone
Am Kronenplatz 3
38678 Clausthal-Zellerfeld

Telefon 05323 / 40082 Fax 05323 / 3120

Mitglieder des Forum Clausthal:

Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck
Dr. H. Cyntha
Prof. (em.) Dr. K.-D. Gundermann
Prof. (em.) Dr. H.W. Henricke †
Prof. Dr.-Ing. M. F. Jischa
Prof. Dr. H. Kulke
Prof. Dr. D. Mayer
Pfarrer K. Wachlin

Einladung

zu der Seminarreihe

Energiepolitik und CO₂ - Minderungspotentiale

Wintersemester 1993 / 94
Audimax der
Technischen Universität Clausthal
Adolph-Roemer-Str. 2 A

Die Verminderung der CO₂-Emissionen ist eine der größten Herausforderungen der globalen und nationalen Energie- und Umweltpolitik in den nächsten Jahrzehnten und zwar unabhängig davon, ob eine klimarelevante Beeinflussung besteht oder nicht. Der sparsame Umgang mit Energie und eine weitestgehende Schonung der Umwelt sollte ein ethisches Ziel der Menschheit sein, welches zur Bewahrung der Schöpfung gesetzt werden sollte. Zur Erreichung dieses Zieles ist eine Integration der Ingenieur-, Natur-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften gefordert, um die gegenseitigen Abhängigkeiten zu beleuchten und ganzheitlich Lösungswege zu finden. Die geplanten öffentlichen Seminarveranstaltungen sollen diesem Ziel dienen. Die Vorträge sind so aufeinander abgestimmt, daß jeweils die wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Aspekte der vorliegenden Fragestellung erörtert werden können.

Eine Besonderheit ergibt sich durch die aktive Einbindung von Studenten, die auch die Interessen des ASTA und der ESG vertreten. Ein solches Vorgehen wurde möglich, weil in einem unmittelbar vorausgegangenem hochschulinternen Energiepolitik-Seminar eine pädagogische Aufarbeitung des Themas "Energienutzung und Klima" erfolgte und einige Studenten bereit waren, sich mit Vorträgen einzubringen.

Wir freuen uns, wenn durch die Themenwahl und Gestaltung der Veranstaltungen ein breites Publikum angesprochen wird und der Einladung folgt



Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck

PROGRAMM

Donnerstag, 25. November 1993, 16.15 Uhr

CO₂ - Minderungspolitik nach Rio

Referenten:

cand. ing. S. Bokämper, TU Clausthal
 W. Kaufmann, VEW, HZ Umwelt- und Energiepolitik,
 Dortmund
 MD H.-R. Wälzholz, Nieders. Ministerium für Umwelt,
 Hannover

Moderator:

Prof. Dr.-Ing. M. F. Jischa,
 Institut für Technische Mechanik* und CUTEC-Institut GmbH

Donnerstag, 9. Dezember 1993, 16.15 Uhr

Erdgas, der CO₂-Einsparer für den Übergang?

Referenten:

cand. ing. G. Lücker, TU Clausthal
 Dr. S. Müssig, BEB, Hannover
 Prof. Dr. H. Kulke, Institut für Geologie und Paläontologie*

Moderator:

Prof. Dr. H. Kulke

Donnerstag, 13. Januar 1994, 16.15 Uhr

Kernkraftwerke, CO₂-freie Stromerzeugung?

Referenten:

cand. ing. S.-O. Smit, TU Clausthal
 Dr. C. Salander, ehem. Mitglied des Vorstandes der Deutschen
 Gesellschaft für Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen
 mbH, Hannover
 Prof. Dr. H. Michaelis, Mitglied der Enquete-Kommissionen
 "Zukünftige Kernenergie-Politik" des 9. Deutschen Bundes-
 tages und "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des 11.
 und 12. Deutschen Bundestages

Moderator:

Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. R. Jeschar, Institut für Energie-
 verfahrenstechnik* und CUTEC-Institut GmbH

PROGRAMM

Donnerstag, 27. Januar 1994, 16.15 Uhr

Regenerative Energiequellen, lösen sie das Problem?

Referenten:

cand. ing. M. Tschierschke, TU Clausthal
 Dipl.-Ing. R. Aringhoff, Flachglas-Solartechnik GmbH,
 Köln
 Dr.-Ing. H. Klauß, DLR, Stuttgart

Moderator:

Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck,
 Institut für Elektrische Energietechnik*

Donnerstag, 10. Februar 1994, 16.15 Uhr

Energieeinsparung als ethische Aufgabe

Referenten:

cand. ing. M. Bollmann, TU Clausthal
 Dipl.-Ing. S. Köhler, Geschäftsführer der Niedersächsischen
 Energieagentur, Hannover
 Prof. Dr. G. Altner, Lehrstuhl für Evangelische Theologie,
 Universität Heidelberg

Moderator:

K. Wachlin, Studentenfarrer,
 Evangelische Studentengemeinde Clausthal-Zellerfeld

* der TU Clausthal

Die Seminare finden donnerstags von 16.15 - ca. 20 Uhr statt. Im Anschluß an die Vorträge ist eine Podiums-/Plenumsdiskussion vorgesehen.



schließender 15minütiger Diskussion) bestreitet und die diesbezüglichen Fragen fundiert beantwortet.

Die Gruppenteilnehmer der fünften Gruppe (einschließlich Protokollführer) halten einführende und ergänzende Referate und erarbeiten das zusammenfassende, ggf. zu veröffentlichende Ergebnis. Die Grundlage ihrer Arbeit bilden die schriftlichen Fassungen der ersten vier Teams und die ausgefüllten Fragebogen.

Eine Scheinvergabe erfolgt nur, wenn die o.a. Bedingungen erfüllt werden. Darüberhinaus wird eine 75%ige Teilnahme an den Sitzungen und Vorträgen erwartet (Anwesenheitsliste). Es ist auch daran gedacht, externe Experten zu Vorträgen und Diskussionsveranstaltungen einzuladen, zu dem alle Seminarteilnehmer erscheinen sollten.

Aufgabenstellung:

Erarbeitung einer Strategie zur CO₂-Minderung zum Schutz der Erdatmosphäre

Grundlage:

Diesbezügliche Berichte der Enquete-Kommission des Deutschen Bundestages

Vortragsweise:

Planspiel mit fünf Kleingruppen (à 3 Personen), bestehend aus je einem Experten für:

- Technik
- Ökonomie
- Ökologie

und einem Protokollführer(-in) für die Ergebnisprotokolle der Sitzungen.

Zu den Teilaufgaben der ersten vier Gruppen gehören die Untersuchung der CO₂-Einsparungsmöglichkeiten

- a) bei der Nutzung von fossilen Primärenergieträgern
- b) durch Einsatz von Kernkraftwerken
- c) durch rationale Energieanwendung (einschließlich Fernwärme und HKW)
- d) durch Nutzung regenerativer Energiequellen

Die fünfte Gruppe erfüllt eine Art "Schiedsrichter"-Funktion. Sie hat die Aufgabe einen Fragebogen zu entwickeln, den die übrigen vier Arbeitsgruppen jeweils für ihren Sektor ausfüllen müssen. Dazu ist es erforderlich, daß jeder Gruppenteilnehmer ein 30minütiges Referat (mit an-

23.03.1993

Organisation des Seminars "Energiepolitik"

Im SS 93 und WS 93/94 verantwortliche Hochschullehrer:

Prof. Dr. Dr.-Ing. Jeschar

Prof. Dr.-Ing. Beck

Betreuung: Frau Dipl.-Geophys. P. Krämer

Folgender Ablauf ist geplant:

1. Termin: 28.04.1993, 16.00 Uhr c.t., Seminarraum Institut für Energieverfahrenstechnik
 - Vorbesprechung
 - Gruppeneinteilung
 - Themenfestlegung
 - Terminfestlegung
 - Vergabe von Referaten
2. Termin: 09.06.1993, 16.00 Uhr c.t. - 18.00 Uhr
 - 1. Vortrag (30 min), 3. Bericht der Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre (1990, Teil A) Zusammenfassung
 - 2. Vortrag (30 min), Treibhauseffekt und Klimaänderung, Teil C
3. Termin: 16.06.1993, 16.00 Uhr c.t. - 18.00 Uhr
 - 3. Vortrag (30 min), "Nationales Vorgehen der Emissionen energiebedingter klimarelevanter Spurengase"; Abschnitt E, Kapitel 1 - 3
 - 4. Vortrag (30 min), wie 3. Vortrag - jedoch Kapitel 4-6

- 4. Termin: 30.06.1993, 16.00 Uhr c.t. - 18.00 Uhr
- 5. Vortrag (30 min), Bericht über die Konferenz der UNO für Umwelt und Entwicklung (Auszug "Rio 1992" / EG-Planungen)
- 6. Vortrag, "Entwurf einer Checkliste zur Bewertung von Energiesystemen" hinsichtlich Akzeptanz, technischer Wirkungsgrad, ökologische Aspekte, ökonomische Aspekte, etc.

Ende des Sommersemesters 1993

- 5. Termin (Team 1) 27.10.1993, 16.00Uhr c.t. - 18.00 Uhr c.t.
- 7. Vortrag, (CO2 - Einsparung bei der Nutzung fossiler Energieträger, Konzepte / Technik)
- 8. Vortrag, (Die Internalisierung externer Kosten, Invest- und Betriebskosten einschließlich Kosten für Entsorgung, Recycling und Umweltschäden) (+ 1. Vortrag)
- 6. Termin (Team 2) 03.11.93, 16.00 Uhr c.t. - 18.00 Uhr
- 9. Vortrag, (CO2 - Einsparung bei der Nutzung von Kernkraftwerken)
- 10. Vortrag, (wie 8. Vortrag, jedoch für KKW) (+ 2. Vortrag)
- 7. Termin (Team 3) 10.11.1993, 16.00 Uhr c.t. - 18.00 Uhr
- 11. Vortrag, (CO2 - Einsparung durch rationelle Energieanwendung)
- 12. Vortrag, (wie 8. Vortrag, jedoch für rationelle Energieanwendung) (+ 3. Vortrag)
- 8. Termin (Team 4) 24.11.1993, 16.00 Uhr c.t. - 18.00 Uhr
- 13. Vortrag, (CO2 - Einsparung bei der Nutzung regenerativer Energiequellen)
- 14. Vortrag, (wie 8. Vortrag, jedoch für regenerative Energiequellen) (+ 4. Vortrag)

- 9. Termin (Team 5) 01.12.1993
- 15. Vortrag, Auswertung, Bewertung und Zusammenfassung der Checklisten (+ 5. Vortrag) (+ 6. Vortrag)
- 10. Termin 08.12.1993

Abschlussdiskussion, Konsequenzen, weiteres Vorgehen!
Veröffentlichung der Ergebnisse !?

Prof. Dr.-Ing. H.-P. Beck

Anlage Literaturverzeichnis

Verteiler

- Herrn Prof. Dr. Dr.-Ing. Jeschar
- Frau Dipl.-Geophys. Krämer
- Teilnehmende Studenten/innen

Literaturverzeichnis zum Seminar

Bericht der Bundesregierung über die Konferenz der Vereinten Nationen für die Entwicklung in Rio de Janeiro (03.-14. Juni 1992)

Deutscher Bundestag
Drucksache 12/3380
Bonn, 1992

Dritter Bericht der ENQUENTE-KOMMISSION

Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre

Deutscher Bundestag 11. Wahlperiode

Drucksache 11/8030
Bonn 1990

Dürschmidt, Dr. W.

Die deutsche Klimaschutz- und CO₂-Minderungspolitik nach Rio in : VDI-Berichte 1016

Klimabeeinflussung durch den Menschen III

Tagung Düsseldorf, 25. und 26. November 1992

VDI - Verlag

Düsseldorf, 1992

Erster Bericht der ENQUENTE-KOMMISSION "Schutz der Erdatmosphäre" des 12. Deutschen Bundestages

Klimamänderung gefährdet globale Entwicklung

Economica Verlag, Bonn

Verlag C.F., Müller Karlsruhe

Bonn, 1992

Gerwin, R.

Die Welt-Energie-Perspektive

Analyse bis zum Jahr 2030 nach dem IIASA-Forschungsbericht - vorgelegt von der Max-Planck-Gesellschaft

Deutsche Verlags-Anstalt
Stuttgart, 1980

Häfele, W.

Energiesysteme im Übergang

-Unter den Bedingungen der Zukunft-

Forschungszentrum Jülich

mi-Poller-Verlag

Landsberg/Lech, 1990

Prognos AG (Hrsg.)

Eckertle, K., Hofer, P., Masuhr, K.P.

Energiereport 2010

-Die Energiewirtschaftliche Entwicklung in Deutschland-

Schäffer-Poeschel Verlag, Stuttgart

Stuttgart, 1992

Bemerkung: Die aufgeführte Literatur, sowie ein Arbeitsplatz stehen dem (der) jeweils Vortragenden Studenten (in) eine Woche zur Verfügung.
(Ort: Institut für Elektrische Energietechnik, Raum 809; Anmeldung im Sekretariat des Instituts für Elektrische Energietechnik)