



TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

JAHRESBERICHT

DES

**INSTITUTS FÜR ELEKTRISCHE ANLAGEN
UND ENERGIEWIRTSCHAFT**

2005

Herausgegeben vom:

Technische Universität Wien
Institut für Elektrische Anlagen
und Energiewirtschaft

Gußhausstraße 25/373
A-1040 Wien

Telefon: 0043-1-588 01/37301
Telefax: 0043-1-588 01/37399

<http://www.ea.tuwien.ac.at/>

Redaktion: A.o.Univ.Prof. Dr. H. Müller

Vorwort

Sehr geehrte Freunde unseres Instituts,

wie jedes Jahr übermitteln wir Ihnen den Jahresbericht unseres Instituts.

Die Energiesystemtechnik gewinnt derzeit zunehmende Bedeutung in der Öffentlichkeit. Die stetig zunehmende Bedarfssteigerung wird voraussichtlich zu einer Verknappung der Reserven führen. Maßnahmen zur Effizienzsteigerung und zur Erhöhung des Anteils der regenerativen Quellen werden zukünftig an Bedeutung gewinnen.

Nach der Deregulierung der Elektrizitätswirtschaft wird die Sicherheit der Energieversorgung als Ressourcensicherheit, Erzeugungssicherheit und Übertragungs- und Verteilungssicherheit in den nächsten Jahren wichtiger sein und wird sich in unseren Forschungen niederschlagen.

Die Forschungsschwerpunkte des Instituts liegen derzeit im Bereich „Klimawandel und zukünftige Energiesysteme“, „Dezentrale und regenerative Energieerzeugung und deren Einbindung“, „Zuverlässigkeit und Sicherheit der Energieversorgung und dynamische Simulation von Energiesystemen in nichtstationären Betrieb insbesondere bei Großstörungen“, „Power Quality und EMV“, „Neue Wasserstoffbasierende Energiesysteme“ und „Langfristige Energieperspektiven und Strategien zur Treibhausgasreduktion“.

Wir bedauern, dass em. Univ. Prof. Dr. h.c. Dr. Herbert Stimmer dieses Jahr nach langer Krankheit von uns gegangen ist. Er hat das Institut für Elektrische Anlagen in der Zeit von 1970 bis 1990 geführt und war Dekan der Fakultät für Elektrotechnik. Seine Forschungsgebiete lagen insbesondere auf dem Gebiet der Energiesysteme und Selektivschutztechnik. Seine freundliche und bescheidene Art und seine ausgezeichnete Didaktik werden uns und seinen ehemaligen Studenten und Mitarbeitern in Erinnerung bleiben.

Wir möchten uns bei den Energieversorgern, den Verbänden, Ministerien und der energietechnischen Industrie für die gute Zusammenarbeit und die interessanten Forschungsaufträge im vergangenen Jahr bedanken.

Wir wünschen Ihnen auch im Namen der Mitarbeiter des Instituts ein frohes Weihnachtsfest und ein erfolgreiches Neues Jahr 2006

Ihre

Univ. Prof. Dr.-Ing. Günther Brauner

Univ. Prof. Dr. Nebojsa Nakicenovic

Wien im Dezember 2005

INHALT

	Seite
1. Personalverzeichnis	1
2. Lehrbetrieb	4
3. Diplomarbeiten	11
4. Dissertationen	13
5. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	20
6. Forschungsförderung und Projekte	72
7. Forschungsberichte	73
8. Ehrungen und Preise, Nachruf	73
9. Veröffentlichungen	75
10. Vorträge	83
11. Veranstaltungen/Seminare	88
12. Mitwirkung in Fachgremien	89
13. Einrichtungen des Instituts	90

1. Personalverzeichnis

58801-DW

Vorstand **Brauner** Günther, Univ.Prof. Dr.-Ing. 37310
E-Mail: g.brauner@tuwien.ac.at

Bereich Anlagen

Sekretariat **Gam** Sabine 37301
E-Mail: s.gam@tuwien.ac.at

Ao.Univ.Prof. **Hadrian** Wolfgang, Dipl.-Ing. Dr.techn. 37315
E-Mail: w.hadrian@tuwien.ac.at

Müller Herbert, Dipl.-Ing. Dr.techn. 37319
E-Mail: h.mueller+e373@tuwien.ac.at

Theil Gerhard, Dipl.-Ing. Dr.techn. 37317
E-Mail: g.theil+e373@tuwien.ac.at

wissenschaftl.
Mitarbeiter i. A. **Heidl** Martin, Dipl.-Ing. 37312
E-Mail: m.heidl+e373@tuwien.ac.at

Tiefgraber Dietmar, Dipl.-Ing. 37336
E-Mail: d.tiefgraber+e373@tuwien.ac.at

Projektassistent **Berger** Manfred, Dipl.-Ing. (- 31.8.2005) 37320
Demiri Besim, Dipl.-Ing.
E-Mail: b.demiri+e373@tuwien.ac.at

Laier Andreas, Dipl.-Ing. (- 9.1.2005) 37335
Leitinger Christoph, Dipl.-Ing. (ab 1.8.2005)
E-Mail: c.leitinger+e373@tuwien.ac.at

Mair Martin, Dipl.-Ing. Dr.techn. 37332
E-Mail: mair@ea.tuwien.ac.at

Pichler Hannes, Dipl.-Ing. 37323
E-Mail: h.pichler+e373@tuwien.ac.at

Pöppl Georg, Dipl.-Ing. 37318
E-Mail: g.poeppel+e373@tuwien.ac.at

allgem.Univ.Bed. **Besau** Franz 37346

Jobst Rainer 37339

Smolnik Karl 37338

Zugeweiht dem Institut: **Fickert** Lothar, O.Univ.Prof. Dr.techn. 37301

Rieder Werner, em.o.Univ.Prof. Dr.phil. 37322

Lehrauftrag am Institut: **Irsigler** Manfred, Univ.Lektor Hofrat Dipl.-Ing. 37301

Bereich Energiewirtschaft

Univ.Professor	Nakicenovic Nebojsa, Univ. Prof. Mag. Dr. E-Mail: nebojsa.nakicenovic@tuwien.ac.at	37350
Sekretariat	Frey Christine E-Mail: christine.frey+e373@uwien.ac.at	37303, 37302
Ao.Univ.Prof.	Haas Reinhard, Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: reinhard.haas@tuwien.ac.at	37352
Univ.Ass.	Auer Hans, Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: johann.auer@tuwien.ac.at	37357
	Müller Andreas, Dipl.-Ing. E-Mail: andreas.mueller@tuwien.ac.at	37362
wissenschaftl. Mitarbeiter i. A.	Ajanovic Amela, Dipl.-Ing. E-Mail: amela.ajanovic@tuwien.ac.at	37364
wissenschaftl. Mitarbeiter	Biermayr Peter, Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: peter.biermayr@tuwien.ac.at	37358
	Dittrich Regina	37352
	Faber Thomas, Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: thomas.faber@tuwien.ac.at	37359
	Huber Claus, Dipl.-Ing. Dr. techn. E-Mail: claus.huber@tuwien.ac.at	37360
	Keseric Nenad, Dipl.-Ing. E-Mail: nenad.keseric@tuwien.ac.at	37363
	Kranzl Lukas, Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: lukas.kranzl@tuwien.ac.at	37351
	Lopez-Polo Assun, Dipl.-Ing. (karenziert) E-Mail: maria.assumpcio.lopez-polo@tuwien.ac.at	37362
	Matevosyan Julija, M.S. (guest researcher) E-Mail: julija.matevosyan+e373@tuwien.ac.at	37366
	Obersteiner Carlo, Dipl.-Ing. E-Mail: carlo.obersteiner@tuwien.ac.at	37367
	Redl Christian, Dipl.-Ing. (ab 1.9.2005) E-Mail: christian.redl@tuwien.ac.at	37361
	Resch Gustav, Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: gustav.resch@tuwien.ac.at	37354
	Schrieffl Ernst, Dipl.-Ing. E-Mail: ernst.schrieffl@tuwien.ac.at	37355

	Suna Demet , Dipl.-Ing. (ab 1.8.2005)	
	E-Mail: suna.demet@tuwien.ac.at	37365
	Stadler Michael , Dipl.-Ing. Dr.techn.(bis 31.8.2005)	37361
	E-Mail: michael.stadler@tuwien.ac.at	
	Weißensteiner Lukas , Dipl.-Ing. (ab Aug. 2003)	37366
	E-Mail: lukas.weissensteiner@tuwien.ac.at	
Zugeweiht dem Institut:	Faninger Gerhard , Ao.Univ.Prof. Dr.mont.	37303
	Harhammer Peter , Hon.Prof. Dr.techn.	37333
Lehrauftrag am Institut:	Huber Claus , Dr.techn.	37360

2. Lehrbetrieb

Bereich Anlagen

Pflichtlehrveranstaltungen

Energieübertragung und Kraftwerke

Brauner, G.

3 VU

Die Vorlesung soll die wesentlichen Methoden zur Analyse, Planung und Simulation von Energiesystemen vermitteln im stationären und nichtstationären Betrieb.

Inhalt: Grundlagen der Thermodynamik, Kreisprozesse, Dampfturbinen, Gasturbinen, Maßnahmen zur Steigerung der Wirkungsgrade, Emissionen und Umweltschutz, dezentrale und regenerative Energiesysteme, autonome Energiesysteme, Simulationsverfahren für elektromagnetische und elektromechanische Vorgänge, Schutz- und Leittechnik.

Energieversorgung

Brauner, G.

3 VU

Es werden die Grundlagen der Energiesystemtechnik vermittelt, die zur prinzipiellen Berechnung und Auslegung von Energiesystemen und zur Beurteilung der Anforderungen an die Versorgungsqualität erforderlich sind.

Inhalt: Anforderungen an die Energieversorgung: zuverlässig, sicher und preiswert. Struktur der Energiesysteme: Energieumwandlung, Übertragung und Verteilung. Grundlagen der Berechnung und Simulation von Energiesystemen. Energie Management: Lastprognose, Primär- und Sekundärregelung, Bilanzgruppen und Ausgleichsenergie. Anforderungen an die Energieversorgung in öffentlichen, industriellen und Gebäudenetzen aus der Sicht der Verbraucher.

Seminar Energieversorgung

Brauner, Theil, Hadrian, Müller,

Heidl, Tiefgraber

3 SE

Erwerben eines tieferen Verständnisses über die Stoffgebiete der Lehrveranstaltungen "Energieübertragung und Kraftwerke" und "Energieversorgung Vertiefung" sowie Praxis bei der Anwendung von Netzberechnungssoftware. Inhalt: Stabilitätsprobleme in Energienetzen: Statische und Transiente Stabilität, Spannungsstabilität; Wirtschaftlicher Kraftwerkseinsatz, Betriebsoptimierung; Praktische Übungen mit Hilfe eines Netzberechnungsprogramms (Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnung)

Energieversorgung, Vertiefung

Theil, Hadrian, Müller, Heidl,

Tiefgraber

4 VU

Vertiefung und Ergänzung des Stoffgebietes der Pflichtlehrveranstaltung "Energieübertragung und Kraftwerke". Verstehen und Berechnen von Energieumwandlungssystemen (Kraftwerke), Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Energieumwandlung, Verstehen der Zuverlässigkeitsgrundlagen, Berechnung von Energieübertragungssystemen, Analyse von Störungsauswirkungen. Inhalt: Thermische Kraftwerke, Wasserkraftwerke, Kraftwerke mit erneuerbarer Primärenergie, Wirtschaftlichkeit der Energieumwandlung, Kraftwerks- und Netzregelung, optimaler Kraftwerkseinsatz, betriebliche Lastvorhersage, Zuverlässigkeit von Energieerzeugungs- und Übertragungssystemen, Leitungstheorie, Lastfluss- und Kurzschlussberechnung, Lastflussoptimierung, Blitzschutz, Erdung.

Labor Energieversorgung**Müller, Hadrian, Theil, Heidl,
Tiefgraber 3 UE**

Vertiefung des Stoffes der Pflicht-LVA "Energieübertragung und Kraftwerke": Anhand von Laborübungseinheiten Verstehen, Analysieren und Handhaben von Problemstellungen in elektrischen Energienetzen und aus der Hochspannungstechnik.

Inhalt: Erdschluss in Drehstromnetzen, Messungen an Schutzeinrichtungen elektrischer Maschinen und Anlagen, Wirk- und Blindleistungsregelung, Lange Leitung und Kompensation, Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme, EMV-Übung (Induktive Beeinflussung und Schutz gegen Überspannungen), Netzurückwirkungen, Prüfung der dielektrischen Festigkeit eines Freiluft-Trennschalters mit hoher Wechselspannung und Stoßspannung, Messung und praktische Prüfung von Anlagenteilen mit voller und abgeschnittener Stoßspannung.

EMV und Netzurückwirkungen**Hadrian, Brauner
2 VU**

Grundlegende Übersicht über die Bedeutung der Elektromagnetischen Verträglichkeit in der Energietechnik und die Beurteilung der Probleme auf dem Gebiet der Netzurückwirkungen.

Inhalt: Elektromagnetische Verträglichkeit in der elektrischen Energietechnik, Beispiele, elektromagnetische Felder von Freileitungen, Kabel, Transformatoren, elektrischen Bahnen. Elektrostatische Entladung, Raum- und Kabelschirmung, Erdströme, Netzurückwirkungen: Emission, Immission, stochastische Beschreibung der Power Quality, Signalanalyse in Drehstromsystemen, Normen und Empfehlungen, Oberschwingungen und Flicker

Hochspannungstechnik**Brauner, G.
2 VO**

Kennen lernen der physikalischen Phänomene in Isoliersystemen und der Isolationskoordination. Beschreiben prinzipieller Arten von Isolieranordnungen (Luftisolation, Druckgasisoliersysteme, Flüssigkeitsisoliersysteme, Mischisoliersysteme, Festkörperisoliersysteme). Berechnung elektrostatischer Felder. Hochspannungstechnische Auslegung von Komponenten der Energieübertragung und Verteilung. Isolationskoordination für äußere und innere Überspannungen. Prüftechnik (Spannungsformen, Erzeugung und Messung hoher Spannungen, Prüfprozeduren).

Diplomandenseminare**(Brauner/Rieder/ Hadrian/Müller/Theil)
2 SE****Pflichtlehrveranstaltungen für die Studienrichtung Maschinenbau****Laborübung Grundlg. Elektrotechnik
und elektr. Maschinen f. VT****Rummich, E. parallel mit Heidl,
Tiefgraber 2 LU**

Diese Laborübung findet in Kooperation mit dem Institut für Elektrische Antriebe und Maschinen und Allgemeine Elektrotechnik statt. Vom Institut für Elektrische Anlagen wird der Übungsteil "Grundlegende Messungen der ET" betreut. Im Rahmen der Teilübung soll das Messen von Spannung, Strom, Widerstand und Leistung in Gleich- und Wechselstromkreisen demonstriert werden.

Wahl-Pflichtveranstaltung (Vertiefungsfach zu Bakkalaureat)

Energie- und Automatisierungstechnik

Gemeinsam mit Inst. E376 6 VU WS/SS

Hadrian W., Müller H., Theil, G.

Haas R., Auer H.

Vergabe von Bakkalaureatsarbeiten, Einführungsvorträge zu den Themen der Bakkalaureatsarbeiten, Betreuung bei der Ausführung der Arbeiten.

Netzberechnung (Lastflussberechnung), Wirtschaftlichkeit, Kurzschlussstromberechnung und Begrenzung: Normen, Netzelementmodelle in Symmetrischen Komponenten, Berechnungsmethode mit Ersatzspannungsquelle, Einfluss der Erdschlusskompensation, Strombegrenzungseinrichtungen, Zuverlässigkeitsabschätzung von Elektroenergiesystemen, Instandhaltungsmodelle und Instandhaltungsstrategien, stationäre Berechnungsmethoden für elektrische Energienetze.

Wahllehrveranstaltungen

EDV-orientierte Projektarbeit für ET

4 AG

Brauner, Hadrian, Müller, Theil, Haas,

Berger M., Auer

Privatissimum für Dissertanten

Brauner/Rieder/Hadrian/Müller/Theil

2 PV

Blitzschutz

Hadrian, W.

1,5 VO

Blitze und die mit ihnen verknüpften transienten Felder (engl. LEMP Lightning Electro Magnetic Puls) führen zu starken elektromagnetischen Beeinflussungen am Einschlagsort und über den LEMP auch in der näheren Umgebung. Damit der Blitzschutz zweckmäßig aufgebaut werden kann, müssen die wesentlichen Eigenschaften der Blitze bekannt sein.

- Gewitterentstehung, Blitzphysik, - Blitzparameter und ihre Bedeutung, - äußerer Blitzschutz, - innerer Blitzschutz, - Vorschriftenwesen, - praktische Beispiele

Grundlagen der elektrischen Bahnen

Irsigler, M.

1,5 VO

Entwicklungstendenzen des Eisenbahnbetriebes, Aufgabenstellung der elektrischen Traktion, Betriebs-, Strom- und Stromversorgungssysteme, Energiebedarf und Energiewirtschaft elektrischer Bahnen, Dimensionierung der Bahnstromerzeugungs- und -verteilungsanlagen, Systemvergleiche und Grenzleistungsprobleme, Gestaltung der Stromversorgungsanlagen, elektrische Triebfahrzeuge, Betrieb elektrischer Bahnen unter besonderer Berücksichtigung des technischen Arbeitsschutzes, Kostenstruktur im elektrischen Bahnbetrieb.

**Rechnermethoden in der elektrischen
Energieversorgung**

Müller, H.
1,5 VO

"Systemtechnik" (Einleitung). Grundlegende Gebiete aus der Mathematik: Numerische Mathematik, Extremwertaufgaben (Optimierung), Statistik, Graphentheorie. Systemanalyse: Lastfluss-, Kurzschluß-, Stabilitätsberechnung, Zuverlässigkeitsanalyse, Prognose. Einsatz der Verfahren in Betriebsführung und Planung (Hierarchiestufen und systemtechnische Strukturen), Betriebsführung (Protokollierung, Steuer- und Regelaufgaben, State Estimation, Sicherheitsüberwachung, wirtschaftliche Lastverteilung und Fahrplanerstellung), Planung und Unternehmensführung. Datenbanken, Rechnersysteme, Mensch-Maschine(Rechner)-Kommunikation.

**Ausgew. systemtechnische Methoden
der elektrischen Energieversorgung**

Müller, H.
1,5 VO

Kurz- bis mittelfristige Lastprognosen zur Betriebsplanung (Methoden: Zeitreihenanalyse, multiple Regression, Mustererkennung, Neuronale Netze). Höherwertige Betriebsführungs- und -planungsaufgaben, insbesondere: Netzsicherheitsüberwachung und eventuell Zustandskorrektur (Algorithmen: verschiedene, auch rasche/genäherte, numerische Lösungsverfahren für lineare/nichtlineare und auch überbestimmte Gleichungssysteme); Kraftwerkseinsatzoptimierung und wirtschaftliche Lastaufteilung inkl. Optimallastfluss (Methoden: verschiedene Verfahren der linearen und nichtlinearen Optimierung unter Nebenbedingungen, stochastische Optimierung mit Szenariotechnik und Entscheidung unter Unsicherheit)

Physikalische Grundlagen der Schaltgerätetechnik

Rieder, W.
2 VO

Vermittlung spezieller physikalischer Kenntnisse über Phänomene, welche das Funktionieren elektrischer Schaltgeräte wesentlich beeinflussen und für Entwicklung, Prüfung, richtigen Einsatz und Erkennen von Fehlerursachen von Schaltgeräten von praktischer Bedeutung sind. Einführung in die Physik elektrischer Kontakte: Kontaktwiderstand, Kontakterwärmung, Kontaktschweißen, Kontaktabbrand, Kontaktzuverlässigkeit. Kontaktwerkstoffwahl im Hinblick auf Schalterkonstruktion, Schaltaufgaben und Umweltbedingungen. Der Lichtbogen als Schaltelement im Vergleich zum Halbleiter. Grundlagen der Plasmaphysik. Schaltmedien (Luft, Öl, SF 6, Vakuum). Physikalische Grundlagen der Lichtbogenlöschverfahren und synthetischer Prüfverfahren.

Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens

Rieder, W.
1 VO

Ausbildung zu selbständigem technisch-wissenschaftlichen Denken und Arbeiten bei der Durchführung von Diplomarbeiten, Dissertationen, Forschungsprojekten und anspruchsvolleren Ingenieur-Aufgaben in der Industrie. Erkenntnistheoretische Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens. Problemanalyse, Projektplanung und Durchführung. Mündliche und schriftliche Präsentation technisch- wissenschaftlicher Ergebnisse.

Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens**Rieder, W.**

1 UE

Praktische Anwendung des in der Vorlesung "Grundlagen wissenschaftlichen Arbeitens" vermittelten Wissens. Vorbereitung auf Durchführung und Präsentation von Diplomarbeiten, Dissertationen, Forschungsprojekten und anspruchsvolleren Ingenieuraufgaben. Praktisches Definieren und Erstellen von Begriffssystemen. Diskussion von Diplomarbeiten-Entwürfen hinsichtlich ihrer Struktur und Präsentation.

Stationäre Analyseverfahren f. el.**Theil, G.****Energienetze**

1,5 VO

Mathematische Methoden für die Lösung spärlich besetzter linearer Gleichungssysteme, für die Inversion spärlicher Matrizen und für die Lösung von Differentialgleichungssystemen werden behandelt. Danach werden Algorithmen zur Lösung der nichtlinearen Lastflussgleichungen beschrieben (Lastflussrechnung). Nach einem Überblick über Ausfallsimulationsrechnung wird näher auf Estimationstheorie und Lastflussoptimierung eingegangen. Sodann wird ein kurzer Überblick über die grundlegenden Methoden der Kurzschluß- und Stabilitätsrechnung gegeben. Den Abschluß bilden Verfahren zur Abschätzung der Zuverlässigkeit von Komponenten und Systemen für die Verteilung elektrischer Energie. Die Anwendung der wichtigsten hier beschriebenen Methoden wird mit Hilfe von Rechnerprogrammen demonstriert.

Zuverlässigkeit und Statistik i.d. ET**Theil, G.**

1,5 VO

Einleitend werden grundlegende statistische Methoden zur Zuverlässigkeitsabschätzung, wie beispielsweise Abschätzung von Dichtefunktionen für Zuverlässigkeitskenngrößen, Kombination der Zuverlässigkeiten von Komponenten zu Zuverlässigkeitsindizes von Systemen, Markov-Prozesse usw., behandelt. Anschließend werden Methoden zur Ermittlung der Zuverlässigkeit von Blockkraftwerkssystemen mit Berücksichtigung der Aushilfe durch ein benachbartes Kraftwerkssystem angegeben. Ein weiteres Kapitel behandelt die Abschätzung der rotierenden Reserve und der optimalen Ausbauplanung von Kraftwerkssystemen. Zuletzt werden Verfahren zur Abschätzung der Zuverlässigkeit von Netzkomponenten und von Netzsystemen unter Berücksichtigung der Belastbarkeit der Komponenten besprochen. Die Verfahren werden durch einfache Beispiele, teilweise aber auch anhand von komplexeren Untersuchungen an realen Systemen, praktisch erläutert.

**Berechnung von Erd- u. Kurzschlüssen
in Hochspannungsnetzen****Theil, G.**

1,5 VO

Überblick über Netzberechnungsmethoden, effiziente Lösungsmethoden für die Kurzschlußberechnung, Modellierung der elektrischen Betriebsmittel in Phasenkomponenten und in den symmetrischen Komponenten, Modellierung symmetrischer und unsymmetrischer Fehler, Netzreduktion für die Kurzschlußberechnung, Beispiele: Einfluß von Querelementen, Einfluß des Nullimpedanzverhältnisses, der Erdschlusskompensation, Auswirkung der Resonanzabstimmung bei unsymmetrischen Netzelementen, Beispiele für unsymmetrische Fehlerarten, Doppelerdschluss.

Bereich Energiewirtschaft

Energieökonomie

Nakicenovic, Haas VO 3,0

Analyse energiewirtschaftlicher und energiepolitischer Probleme, Diskussion von Energiekrisen und Umweltproblemen, Analyse der Verfügbarkeit von erneuerbaren und nicht erneuerbaren Energieträgern, Bewertung von energiepolitischen Instrumenten und Erarbeitung von Lösungsansätzen

Energiemodelle und Analysen

Nakicenovic, Haas SE 3,0

Grundlagen der Modellbildung in der Energiewirtschaft, Ökonometrische Ansätze, Zeitreihen- und Querschnittsanalysen, Simulations- und Optimierungsmodelle, Entwicklung von Szenarien und Prognosen, energiepolitische Analysen, Preisbildung in regulierten und liberalisierten Strommärkten

Regulierung und Markt in der Energiewirtschaft

Haas VO 1,5

Historische Entwicklungen, Regulierungsarten, Analyse bereits liberalisierter Märkte, Randbedingungen für langfristigen Wettbewerb, Hedging, Stromhandel, De-rivatmärkte, Kritische Einschätzung der Restrukturierung

Energiewirtschaft Vertiefung

Haas/Nakicenovic/Müller/Ajanovic VU 4.0

Vertiefende Analysen zu: Erneuerbare, nukleare, fossile Energieträger, Energieeffizienz, Heizenergieversorgung, Geschichte der Energiedienstleistungen, Klimawechsel, IPCC-Szenarien (Eine Auswahl)

Energiemodelle und Energiepol.Analysen

Nakicenovic VO 1,5

Bedeutung der Modellbildung in der Energiewirtschaft, Zeitreihen- und Querschnittsanalysen, Simulations- und Optimierungsmodelle (z.B. Lineares Programmieren), Ökonometrische und Makroökonomische Modelle, Entwicklung von Szenarien, u. A. mit Berücksichtigung von umweltpolitischen und technologischen Instrumenten und Strategien.

Elektrizitäts- u. Wasserwirtschaft

Auer VO 1,5

Kritische Diskussion der Umsetzung der Elektrizitätsbinnenmarktrichtlinie in den EU-Staaten, Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz (ElWOG) in Österreich vor dem Hintergrund der historischen Entwicklung und der Besonderheiten der österreichischen Elektrizitätswirtschaft (Wasserkraftanteil der gesamten Aufbringung von ca. 70%; große Bedeutung der Kleinwasserkraft, etc.)

Umweltschutz in der Energiewirtschaft

Huber VO 1,5

Umweltpolitische Instrumente und Strategien, Treibhausgasproblematik, Bewertung von Instrumenten zur Erreichung des Kyoto-Ziels (national und international)

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung i.d. EW.

Haas VO 1,5

Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsrechnung, Kostenrechnung und Investitionsrechnung, Betriebswirtschaftliche Instrumente, Buchhaltung, Bilanzierung, Gewinn- und Verlustrechnung;

Wirtsch.u.Ökol. Optimier.d.Heizens**Haas VO 2,0**

Analyse energetischer, ökologischer und wirtschaftlicher Aspekte zur optimalen Auslegung von Gebäudehülle und Heizsystemen, Maximierung der Energieeffizienz, optimale Nutzung erneuerbarer Energieträger

D. wirtschaftliche Bedeutung erneuerbarer Energieträger Faninger VO 2,0

Technische Grundlagen und Wirtschaftlichkeitsbewertung von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energieträger, Potentialabschätzungen, Diskussion der Zukunftsperspektiven

Energy Economics**Nakicenovic, Auer SE 4,0**

Analysis and discussion of recent problems in Energy Economics; Focus: Review of energy and environmental issues and policies including climate change and air pollution (in English)

Rechnergestützte Energiewirtschaft**Harhammer VO 2,0**

Modellierung leitungsgebundener Energiesysteme zur ressourcenoptimalen Planung mit Optimierungs- und Prognosemodellen in liberalisierten Märkten

Programmierpraktikum**Haas, Auer PR 6,0**

Lösung eines konkreten Problems der Energiewirtschaft durch Programmieren eines Computermodells

ATHENS

Im Rahmen eines einwöchigen internationalen Studentenaustauschprogramms wird dieses Jahr zum zweiten Mal die Vorlesung „Energy Economics and Climate Change“ abgehalten.

Diplomandenseminar**Privatissimum für Dissertanten**

3. Diplomarbeiten (2005 abgeschlossen)

GAMMER, M.: Simulation und Analyse der Großstörungen in Italien 2003.
(Betreuer: Brauner)

LEITINGER, C.: Einsatz und Auswirkungen von Phasenschiebertransformatoren im Übertragungsnetz der Verbund.
(Betreuer: Brauner)

MISAK, K.: Der Teslatransformator als Störgenerator.
(Betreuer: Hadrian)

LANSER, H.C.K.: Messsystem zur direkten Erfassung der Stromsteilheit natürlicher Blitzentladungen.
(Betreuer: Mair)

LOCHER, Th.: Entwicklung eines Simulationsmodells zur Bestimmung der Rücklauf-temperatur in verschiedenen Lastgebieten des Fernwärmenetzes der Wien Energie Fernwärme Wien GmbH.
(Betreuer: MÜLLER / REITER, Fernwärme Wien GmbH)

SACHERNEGG, M.: Einführung eines Workforce Management Systems für Energienetze.
(Betreuer: Theil)

BENESCH Birgit: „Die Implementierung von Solarthermischen Anlagen in der Slowakei“
(Betreuer: Haas, Ajanovic)

BRUCKER Greogor: „Energiedienstleistungen in Beleuchtung, Mobilität und Kommunikation – Eine historische Betrachtung“
(Betreuer: Nakicenovic, Ajanovic)

KALT Gerald: „Cost-resource curves of biomass potentials in Austria and other central European countries“
(Betreuer: Auer, Haas)

MATOUS Roland: „Kyoto und seine Auswirkungen auf Investitionen im Energiesektor am Beispiel des SI –Marktes in Südosteuropa“
(Betreuer: Auer, Haas)

NOVAKOVIC Marija: „Does deregulation and privatization of electricity generation in Latin American countries lead to expected investments?“
(Betreuer: Haas, Auer)

PETZ Andreas: „Technische und wirtschaftliche Analyse eines ökologisch orientierten Wasserstoffgestehungspfad“
(Betreuer: Nakicenovic, Ajanovic)

PRÜGGLER Wolfgang: „Ein Vergleich der disaggregierten Stromgestehungskosten von Windenergie- und Biomassekraftwerken unter Berücksichtigung der Netzanschlusskosten“
(Betreuer: Auer, Haas)

SCHARRER Michael: „Beitrag einzelner Verbrauchssektoren zur Reduktion des Regellenergieaufwandes bedingt durch vermehrte Windintegration“
(Betreuer: Auer, Haas)

SCHERZ Wolfgang: „Analyse und Effizienzvergleich europäischer Strom- und Transportnetze“
(Betreuer: Auer, Haas)

SCHMID Michael: „Subsidies for electricity from biomass and wind in selected northern and central European countries“
(Betreuer: Auer, Haas)

TALIC Almir: „Beitrag von Biokraftstoffen im Verkehrssektor – Betrachtung und Perspektiven im Vergleich mit fossilen Kraftstoffen“
(Betreuer: Nakicenovic, Ajanovic)

WEISSENSTEINER Lukas: „Erneuerbare Energie im österreichischen Ausgleichsenergiemarkt“
(Betreuer: Auer, Haas)

4. Dissertationen (2005 abgeschlossen)

BERGER, Manfred: Power Quality Monitoring für Qualitätsmanagement im Netzbetrieb

Dissertation an der Technischen Universität Wien, Oktober 2005

Begutachter: Univ.-Prof. Dr.Ing. Günther Brauner

Ao. Univ.-Prof. Dr.techn. Gerhard Theil

Im liberalisierten Elektrizitätsmarkt bleibt der Betrieb der Versorgungsnetze als „natürliches Monopol“ bestehen. Die Netztarife befinden sich daher im regulierten Bereich und sollen sich an den Kosten des Netzbetriebes orientieren. In vielen Ländern sind Regulatoren damit beschäftigt, die Kostenwahrheit der Netztarife zu überwachen und gegebenenfalls Einfluss auf deren Betrag zu nehmen. Für die Netzbetreiber bedeutet dies mehr oder weniger die Durchführung von Rationalisierungsmaßnahmen und effizienzsteigernden Maßnahmen. In diesem Umfeld ist es von essentieller Bedeutung, auf die Sicherstellung der Versorgungsqualität (Power Quality) zu achten.

Die Power Quality selbst wird quantitativ durch eine Vielzahl von Merkmalen beschrieben. Grundsätzlich beinhaltet diese im technischen Sinne die Versorgungszuverlässigkeit und die Spannungsqualität. Ein umfangreiches Normenwerk hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Merkmale zu beschreiben, Grenz- und Anhaltswerte bzw. Verträglichkeitspegel anzugeben und Messverfahren zu definieren.

Die Organisation der Überwachung und Sicherstellung wird durch das Qualitätsmanagement getätigt. Bisher findet Qualitätsmanagement im Netzbetrieb hauptsächlich in Teilbereichen statt. Dabei bieten Qualitätsmanagementsysteme eine Vielzahl von Vorteilen. Mittels QM-Systemen kann das Unternehmen laufend Effizienzsteigerungen sowohl im organisatorischen Aufbau als auch im Ablauf der Unternehmensprozesse unterzogen werden. Dabei steht die Sicherstellung der Qualität des Produktes „elektrische Energie“ im Vordergrund.

Um über den Status Quo der Power Quality in den Verteilernetzen Bescheid zu wissen wurden jüngst einige Messkampagnen durchgeführt. Störereignisse sind aufgrund der saisonalen Abhängigkeit zumindest über die Zeitspanne eines Jahres zu messen, um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen. Dieser Forderung kommen jedoch nur die wenigsten der getätigten Messkampagnen nach. Aus diesem Grund wurde eine eigene Messkampagne speziell zur Erfassung der Störereignisse durchgeführt.

Für die Erfassung der PQ Merkmale ist ein PQ Monitoring System erforderlich. Im Zuge der Planung sind die nötigen Messpunkte und deren richtige Platzierung zu bestimmen. An die PQ Messgeräte selbst sind Mindestanforderungen sowohl hardwarespezifischer als auch softwarespezifischer Natur zu richten.

Bei der Planung eines PQM Systems ist grundsätzlich zwischen der Erfassung von Störereignissen und der Erfassung von Merkmalen der Spannungsqualität zu unterscheiden. Störereignisse weisen einen „Top Down“-Wirkungseffekt auf und deren Erfassung unterscheidet sich grundsätzlich von der Erfassung von den Merkmalen der Spannungsqualität, welche einen „Bottom Up“-Wirkungseffekt aufweisen.

Für die Planung der Störereigniserfassung wird folgendermaßen vorgegangen: Zunächst wird der Lastbereich abhängig von den netztechnischen Gegebenheiten in der komplexen

Impedanzebene bestimmt. Danach werden die zu typischen Fehlerzuständen gehörenden Graphen ermittelt. Kommt es bei einem Fehlerzustand zu einer Überschneidung von Last- und Fehlerbereich, so ist eine eindeutige Deklaration des Fehlers nicht möglich. Mit dieser Information kann die Reichweite der Störungserfassung abhängig von den Netzparametern bestimmt werden. Damit ist eine Planung der erforderlichen Messpunkte für die Störungserfassung möglich.

Die zentralen Aufgaben der Koordinierung des QM Systems können dem Asset Management obliegen. Das Asset Management stellt dann auch die zentrale Schnittstelle zur Regulierungsbehörde dar. Die Hauptaufgaben liegen dabei in der Verhandlung der Netztarife und der eventuellen Koordinierung von PQ Vorgaben. Das zur Verfügung stehende Investitionsvolumen wird maßgeblich durch die Höhe der Netztarife beeinflusst.

Das Asset Management trägt die Verantwortung, das Versorgungsnetz in einem Zustand zu bewahren, in dem die Lieferung des Produktes elektrische Energie mit der vorgegebenen Qualität möglich ist. Die Erfassung des gegenwärtigen Zustandes der Power Quality erfolgt mit dem PQM System. Aus den Messdaten werden aussagekräftige PQ Kennziffern als Entscheidungsgrundlage gebildet.

Aufgabe des Asset Managements ist es dabei, auf Grundlage der PQ Kennziffern das zur Verfügung stehende Investitionsvolumen effizient auf die Ausbau- und Betriebsplanung aufzuteilen. Eine noch zu lösende Problematik stellt dabei die Totzeit des Versorgungsnetzes dar. Ein augenblicklich erfolgter Investitionsstop würde erst in einigen Jahren zu einer messbaren Verminderung der Power Quality führen. Dieser Effekt ist maßgeblich von der Altersstruktur der Netzbetriebsmittel abhängig. Gegenwärtig nicht getätigte Investitionen werden so ganz nach dem Motto „aufgeschoben ist nicht aufgehoben“ in die mehr oder weniger nahe Zukunft verlegt.

SCHUSTER, Thomas Karl: Mögliche Kraftwerksausbaupfade für Österreich bis 2050 – ein Optimierungsmodell (Energie – Wirtschaftlichkeit – Umwelt).

Dissertation an der Technischen Universität Wien, Dezember 2005.

Begutachter: Hon.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter G. Harhammer / A.o.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Herbert Müller
O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Lothar Fickert (Techn. Universität.Graz)

Die europäische Energiewirtschaft befindet sich seit mehr als zehn Jahren in einer nachhaltigen Veränderungsphase. Seitens der Gesetzgeber werden verschärfte Umweltschutzbestimmungen verordnet, der Preis für fossile Primärenergien steigt stetig an. Zahlreiche Kraftwerke werden daher außer Betrieb genommen. Dem steht jedoch die Steigerungsrate des Verbrauches an elektrischer Energie von jährlich 2,0 - 2,5 % in den alten beziehungsweise von 2,5 - 4,0 % jährlich in den neuen EU-Ländern gegenüber.

Unter den oben genannten Voraussetzungen wurde das vorliegende Entscheidungsunterstützende Modell mittels der Gemischt-Ganzzahligen Linearen Programmierung (GGLP) auf Basis langfristiger Szenariotechnik, am Beispiel Österreich entwickelt. In drei Hauptszenarien, welche sich jeweils in fünf Unterszenarien gliedern, wird gezeigt, mit welchen Kraftwerkstypen sowohl die Verbraucherleistung als auch die elektrische Energie gedeckt werden kann und es werden Investitions- und Betriebskosten berechnet. Um auch einen Vergleich der Szenarien aus Sicht eines Verbrauchers zu erhalten, werden die Stromgestehungskosten der Szenarien ermittelt und gegenüber gestellt. Die möglichst genaue Abbildung des Energiesystems, bestehend aus thermischen Kraftwerken, Wasserkraftwerken, Photovoltaikanlagen, Windanlagen, Brennstoff-Zellen, Spotmarkt, sowie Import/Export für langfristige Szenariorechnungen, liefert richtungweisende Ausbaupfade für die untersuchten Kraftwerkstypen.

Der Betrachtungszeitraum beträgt 40 Jahre, beginnend mit dem Jahr 2010. Der Startzeitpunkt 2010 wird gewählt, um eine Vorlaufzeit für Planung und Behördenverfahren zu berücksichtigen.

Der Vergleich des Referenzszenarios, das die herkömmliche angewendete Kraftwerksausbauplanung beschreibt, mit der bevorzugten Ausbauplanungsalternative, welche sich durch einen Erzeugungsmix von konventionellen Kraftwerken und mindestens 10 % erneuerbaren Energieerzeugern charakterisieren lässt, zeigt, dass die monetäre Differenz 89 Mrd. € beträgt, um zu einem nachhaltigen Stromerzeugungssystem zu gelangen. Eine Reduzierung des Luftschadstoffausstoßes steht positiv zu Buche.

Eine deutliche Kostensteigerung ist bei Ausbauplanungsansätzen ausschließlich auf Basis erneuerbarer Energieerzeuger gegenüber dem Referenzszenario zu beobachten (752 Mrd. € bzw. 777 Mrd. €). Diese Steigerung basiert auf den höheren Investitionskosten der erneuerbaren Energieerzeuger und der hohen Anzahl der benötigten neuen Kraftwerke zur Deckung der Verbraucherleistung und -energie. Der Ausstoß der Luftschadstoffe wird allerdings um ein vielfaches reduziert. Bereits ab 2013 liegen die Stromgestehungskosten aber so hoch, dass die Endkunden, entsprechend den der Untersuchung zugrunde liegenden Annahmen, nicht mehr bereit sind, diese zu finanzieren.

Das Ergebnis der Kraftwerksausbauplanungsoptimierung zeigt, dass ein Übergang von der derzeitigen Ausbauplanungspolitik auf ein Konzept, welches ausschließlich auf erneuerbaren Energieträgern basiert, NICHT finanzierbar ist.

RESCH Gustav: “Dynamic cost-resource curves for electricity from renewable energy sources and their application in energy policy assessment”

Begutachter: Ao.Univ.Prof. Dr.techn. R. Haas

Univ.Prof. Dr.rer.soc.oec. N. Nakicenovic

Der Ausbau erneuerbarer Energien wird national und international als wesentlicher Bestandteil einer Nachhaltigkeitsstrategie angesehen. Das Ziel der Europäischen Union ist es, den Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung massiv zu erhöhen. Die Effizienz und auch die Effektivität des Ausbaues hängen entscheidend vom Förderinstrument selbst (z.B. Einspeisetarif, Quotensystem), aber vor allem von dessen konkreter Ausgestaltung ab.

Technologien zur Nutzung (neuer) erneuerbarer Energien im Bereich der Stromerzeugung sind gekennzeichnet durch, einerseits, ein zumeist hohes Kostensenkungspotenzial und, andererseits, begrenzte Ressourcen. In dieser Arbeit wird die konträre Rolle dieser beiden Effekte analysiert und die Folgen für die zeitliche Ausgestaltung von entsprechenden Förderstrategien diskutiert. Ein neuer Ansatz im Bereich der Modellierung energiepolitischer Instrumente – die Entwicklung *dynamischer Kosten-Potenzialkurven* – wird aufgezeigt, der einen Brückenschlag zwischen bestehenden Methoden darstellt. Dies umfasst:

die formale Beschreibung von Kosten und Potenzialen erneuerbarer Energien mittels *statischer Kosten-Potenzialkurven*;

die Modellierung *technologischen Wandels*, d.h. der dynamischen Kosten- und Effizienzentwicklung, wie beispielsweise mittels *Lernkurven* beschrieben;

Aspekte der *Technologiediffusion* durch Berücksichtigung *nicht-ökonomischer dynamischer Barrieren*.

Nach eingehender Beschreibung der formalen Grundlagen wird die gewählte Modellimplementierung anhand des entwickelten Prognosemodells **Green-X**, das die Simulation energiepolitischer Instrumente erlaubt, beschrieben. Im Weiteren erfolgt eine umfassende Darstellung der erstellten Datenbasis bezüglich Potenziale und Kosten erneuerbarer Energietechnologien in den EU15 Mitgliedsstaaten.

Anhand von Beispielen wird die Anwendung des Modells im Bereich der Evaluierung energiepolitischer Instrumente aufgezeigt. Hierbei wird einerseits eine Förderinstrumentendiskussion auf europäischer Ebene durchgeführt, und andererseits die Erstellung von Entwicklungsprognosen für erneuerbare Energien auf nationaler Ebene exemplarisch am Beispiel Österreich diskutiert.

Die wichtigsten Erkenntnisse, die aus der Anwendung des Modells gezogen werden können, sind:

Die *Berücksichtigung der Dynamik ist essentiell*, da sich die Ergebnisse bzgl. der Effekte von Förderinstrumenten wesentlich von denen einer statischen Analyse unterscheiden. Von besonderer Bedeutung sind:

die technologische Diffusion,

die dynamische Entwicklung vorhandener, nicht ökonomischer Barrieren,

sinkende Investitionskosten aufgrund von Lerneffekten und daher veränderte finanzielle Rahmenbedingungen und

die nicht-lineare dynamische Zielsetzung für Erneuerbare über die Zeit.

Dynamische Kosten-Potenzialkurven erweisen sich als ein aussagekräftiges Werkzeug, das es erlaubt eine Vielzahl an Ergebnissen sowohl in Hinsicht auf Effizienz (Kosten) als auch Effektivität (Potenzialausschöpfung) energiepolitischer Instrumente abzuleiten. Die gleichzeitige Berücksichtigung von Ressourcenbeschränkungen als auch dynamischer Kostenentwicklungen erlaubt folglich eine verbesserte dynamische Ausgestaltung von Förderinstrumenten – zumindest im betrachteten Bereich der Energietechnologien basierend auf finiten erneuerbaren Energiequellen.

Die konkrete Ausgestaltung der Förderinstrumente stellt das wichtigste Kriterium für eine effiziente Förderung dar. Ähnliche Effekte bezüglich der Ausbaurate erneuerbarer Energien, der Investitionssicherheit, der Kosten für die Gesellschaft usw. lassen sich durch verschiedene Instrumente erreichen, wenn deren Rahmenbedingungen ähnlich gesetzt werden. Selbstverständlich bleiben gewisse Unterschiede erhalten, wie der Vergleich von Einspeisetarifen und handelbaren Zertifikatssystemen zeigt. Bei Beschränkung auf die direkten Förderkosten zeigen die Analysen klare Vorteile bei Einspeisetarifsystemen.

Um langfristig einen signifikanten Ausbau zu erreichen, ist es notwendig *ein breites Technologieportfolio aufzubauen*. Eine breite Förderung führt dazu, dass *Erfahrungen mit derzeit noch wenig ausgereiften Technologien gemacht werden können*, was zu einer Erhöhung der Akzeptanz und auch zur Kostenreduktion bei diesen Technologien aufgrund von technologischem Lernen führen kann.

Kostengünstige Optionen wie beispielsweise die Wasserkraft einen (wesentlichen) Beitrag zur Erreichung bestehender und künftiger Zielvorgaben leisten können.

Durch eine *Koordination der Förderinstrumente auf europäischer Ebene* lässt sich die Gesamteffizienz erhöhen. Eine Koordination der Maßnahmen ist jedoch nicht automatisch mit einer vollen Harmonisierung der Förderinstrumente gleichzusetzen. Die Einigung auf einheitliche Rahmenbedingungen wie kontinuierliche Förderpolitik, stabile Planungshorizonte für Investoren, Beschränkung der Förderdauer, spezielle Förderstrategien für neue Kapazitäten (kein Gießkannenprinzip) und die Förderung von Wettbewerb genügt weitgehend, um eine effiziente und effektive Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Europa zu gewährleisten.

JUNGINGER Martin: “Learning in Renewable Energy Technology Development”

Begutachter: Univ.Prof. Dr.rer.soc.oec. N. Nakicenovic (extern: Utrecht University)

Abstract

Renewable energy sources are not limited by finite fuel reserves. They have a large technical potential to contribute to global energy needs and this potential is geographically more evenly distributed than fossil fuel reserves are. In general, their application also has lower external (e.g. environmental) costs than the present use of fossil fuels. These characteristics have been key drivers for the Dutch government to set ambitious targets for the production of electricity from renewable sources in 2010 and 2020: a contribution of respectively 9% and 17% to the gross domestic electricity consumption. Yet, the current contribution is only 3.3% and it is uncertain whether these targets will be reached. The efforts to accelerate the implementation of renewable electricity can be hindered by several barriers, such as technical, economics, social and institutional barriers. A major barrier to a large-scale diffusion of renewable energy technologies are the electricity production costs. These costs have been reduced in the past few decades for a number of renewables and are expected to decline in the future too due to technological learning. A frequently used approach to quantify and evaluate past cost reductions and to protect potential future cost reductions is the experience curve approach. The experience curve describes the cost development of a product or technology as a function of cumulative production. The approach had been applied to the development of renewable electricity technologies frequently, especially onshore wind turbines and solar photovoltaic energy modules and systems. However, many methodological questions when using this approach have not been answered yet, such as the appropriate geographical boundaries of learning systems, the use of a so-called compound learning system approach (in which the main learning system is disaggregated, and the cost development of components is investigated), and the question whether the experience curve approach is suitable to describe the cost development of biomass fuelled plants. Given the range of application of experience curves, especially for policy advice and in energy models, further insights are required on how to deal with these issues.

HABER Alfons (Graz) Entwicklung und Analyse eines Qualitätsregulierungsmodells für die österreichischen Mittelspannungsnetze

Begutachter: Ao.Univ.Prof. Dr.techn. H. Renner
Ao.Univ.Prof. Dr.techn. R. Haas

Die verstärkte Forderung seitens der Europäischen Kommission nach wirtschaftlichen und marktkonformen Veränderungen im Elektrizitätsbereich führt dazu, dass die Versorgungssicherheit nicht nur ein zentrales Thema der Energiewirtschaft ist, sondern auch bei allen Marktteilnehmern als eine wesentliche Grundvoraussetzung für das Funktionieren des regulierten Marktes angesehen wird.

Das zentrale Ziel dieser Arbeit ist die Entwicklung eines Regulierungsmodells für die Versorgungsqualität in Österreich, um so eine abgesicherte Beurteilungs- und Bewertungsbasis für die notwendige Berücksichtigung in der Qualitätsregulierung zu schaffen. Das zu entwickelnde Modell soll die Versorgungszuverlässigkeit der österreichischen Mittelspannungsnetze bewerten, da diese, wie auch internationale Studie belegen, den größten Einfluss auf die Versorgungssicherheit aufweisen. Analysen der Einflussfaktoren auf die Versorgungszuverlässigkeit, wie z.B. der Verkabelungsgrad und die Altersstruktur der Betriebsmittel, sind durchzuführen. Grundlage für diese Berechnungen und Analysen stellen die aktuell verfügbaren Zuverlässigkeitskenndaten der Ausfalls- und Störungsstatistik der Energie-Control GmbH dar.

Anhand der in dieser Arbeit durchgeführten systematischen Analyse des Störungsgeschehens in Mittelspannungsnetzen und der daraus folgenden langen Versorgungsunterbrechungen (mit einer Dauer von mehr als drei Minuten), empfiehlt es sich, bei der Beurteilung der Versorgungszuverlässigkeit der Netze im Rahmen der Qualitätsregulierung die Störungsursache „Versorgungsausfall“ (z.B. Ausfall des dem betrachteten System vorgelagerten Netzes) unberücksichtigt zu lassen. Ebenso sind ausgewiesene „Naturkatastrophen“, wie beispielsweise die Hochwasser im Jahr 2002 und 2005, für die Bewertung aber auch für die Beurteilung nicht zu berücksichtigen. Diese beiden angeführten Störungsursachen („Versorgungsausfall“, „Naturkatastrophe“) liegen außerhalb des Einflussbereichs des Netzbetreibers und können nicht durch technische oder betriebliche Maßnahmen maßgebend beeinflusst werden.

Es wird somit vorgeschlagen, die Qualitätsregulierung in Österreich stufenweise, im Einklang mit der zu adaptierenden gesetzlichen Basis, einzuführen. Diese Stufen lassen sich wie folgt darstellen:

1. Definition und Ermittlung von Standards – entsprechend den unterschiedlichen Aspekten der Versorgungsqualität und unter Berücksichtigung der Bedeutung der Stromversorgung, der Messbarkeit und der Kontrollierbarkeit der Qualität.
2. Erhebung, Aufbereitung, Bereinigung und Auswertung der notwendigen Daten.
3. Umfassende und standardisierte Beurteilungen der Versorgungsqualität.
4. Standardisierte Veröffentlichungen zur Versorgungsqualität.
5. Monetäre Umsetzung der Qualitätsregulierung (Belohnungen und Bestrafungen,

5. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

Bereich Anlagen

Engpassmanagement und Kostenanalyse bei Anbindung großer Windparks im 110kV-Verteilnetz:

G. Brauner, D. Tiefgraber

Durch die in den Jahren 2003 und 2004 rasant anwachsende installierte Leistung von Windenergieanlagen (WEA) in Österreich werden verschiedene Maßnahmen und die daraus resultierenden Kosten für einen Verteilnetzbetreiber analysiert.

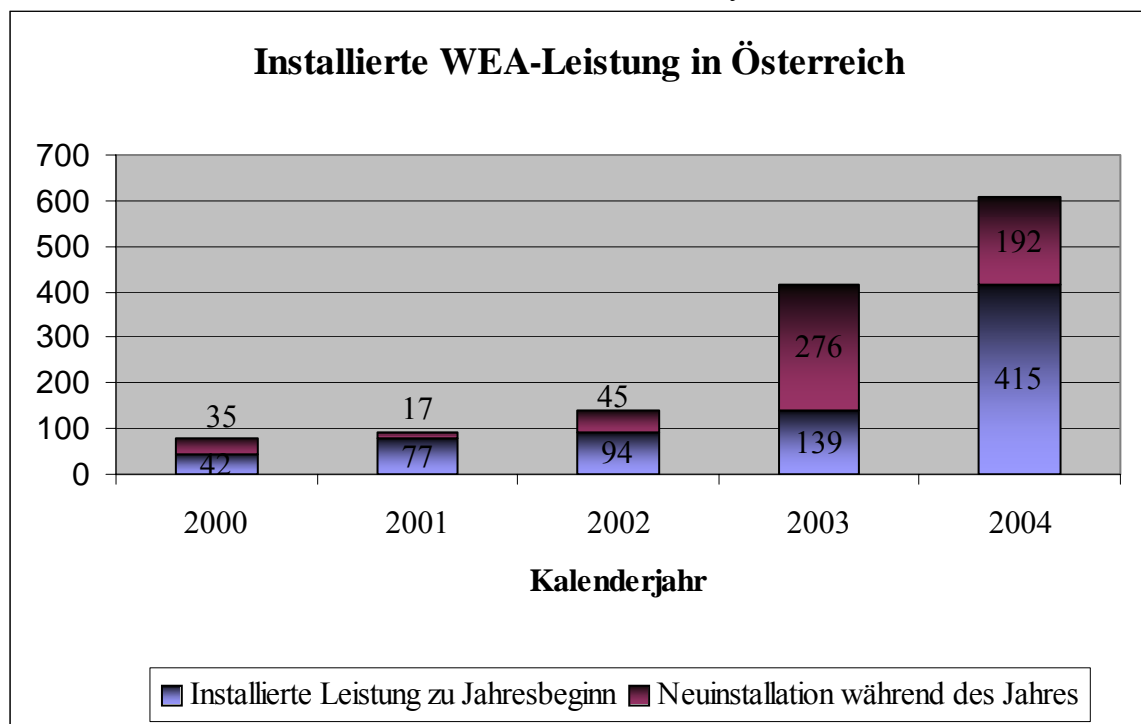


Abb. 1: Entwicklung der installierten WEA-Leistung in Österreich von 2000 bis 2004

Für die Einhaltung der in den Normen und technisch-organisatorischen Regeln (TOR) vorgegebenen Grenzwerte, ergeben sich i. A. sechs verschiedene Kostenbereiche die sich wiederum in anlagen- und netzseitige Maßnahmen unterteilen lassen.

Maßnahmenkategorien¹:

1. Keine Maßnahme.
2. Vorsehen einer Spannungsregelung bei den WEA
3. System zur Integration in den Netzbetrieb wird erforderlich.
4. Anlagenseitige Maßnahmen um die dynamischen Anforderungen des Netzbetriebs zu erfüllen.

¹ Nicht dargestellt sind die Kosten der Anbindung der WEA an das Umspannwerk oder eventuell notwendige Leitungsverstärkungen, da diese stark vom jeweiligen Projekt abhängig sind, sowie die durch den Betrieb der Anlagen entstehenden Kosten (Stichwort Ausgleichsenergie).

5. Vergrößern der Kurzschlussleistung und der Transportkapazität (Mittelspannungsebene).
6. Erweiterung in der Hochspannungsebene

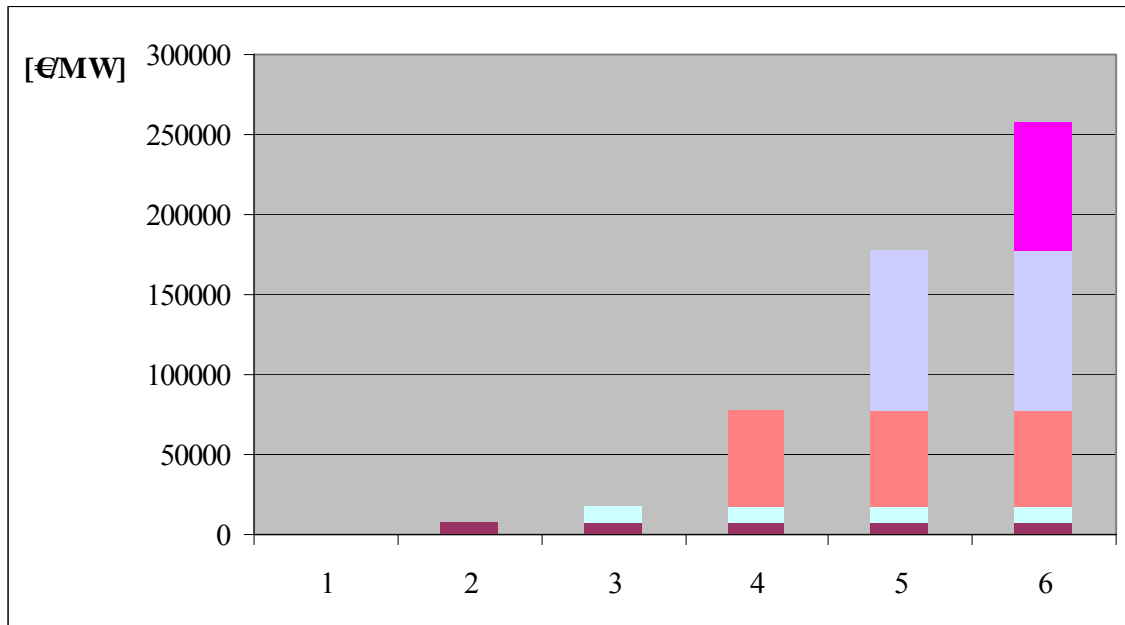


Abb. 2: Qualitativer Kostenzuwachs nach Leistungsanschluss zur Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte

Es zeigt sich, dass mit Hilfe von technisch verfügbaren Maßnahmen auf Seiten der Windenergieanlagen die leistungsbezogenen Kosten wesentlich geringer sind als ein statischer Netzausbau. Bei Fehlfunktion einer der vorgesehenen anlagenseitigen Maßnahmen ist die Einspeiseleistung zu reduzieren, da es sonst zu einer Verletzung der zulässigen Grenzwerte kommen kann und andere Kunden dadurch beeinträchtigt werden können.

Ökoenergie mit Demand Side Management

G. Brauner, G. Pöpl, D. Tiefgraber

Die Maßnahmen zur Förderung von erneuerbaren Energieträgern durch die EU-Richtlinie 2001/77/EG haben in Europa zu einer massiven Weiterentwicklung der regenerativen Stromerzeugungstechnologien geführt. In Österreich soll der Stromerzeugungsanteil aus erneuerbaren Energieträgern bis 2008 mindestens 4 % betragen, wobei insbesondere die Windenergie mit bis zu 1.700 MW an installierter Leistung einen wichtigen Beitrag leisten wird.

In einer Studie [1] werden die Auswirkungen der Einspeisung von Windenergieanlagen auf das österreichische Stromversorgungssystem untersucht. Die Stromerzeugung aus Windenergie ist hierbei durch eine stochastische Erzeugungscharakteristik und eine eingeschränkte Prognostizierbarkeit gekennzeichnet. Zudem sind die wesentlichen österreichischen Windpotenziale im Burgenland und in Niederösterreich konzentriert, wodurch entsprechende Kapazitäten im Übertragungsnetz erforderlich sind.

Die Untersuchungen mit Lastflussrechnungen und Ausfallsimulationen zeigen, dass mittelfristig die Integration von hohen Windenergiepotenzialen nur durch Ausbau des heutigen (bereits ohne Windenergieeinspeisung hoch ausgelasteten) Hochspannungsnetzes möglich ist.

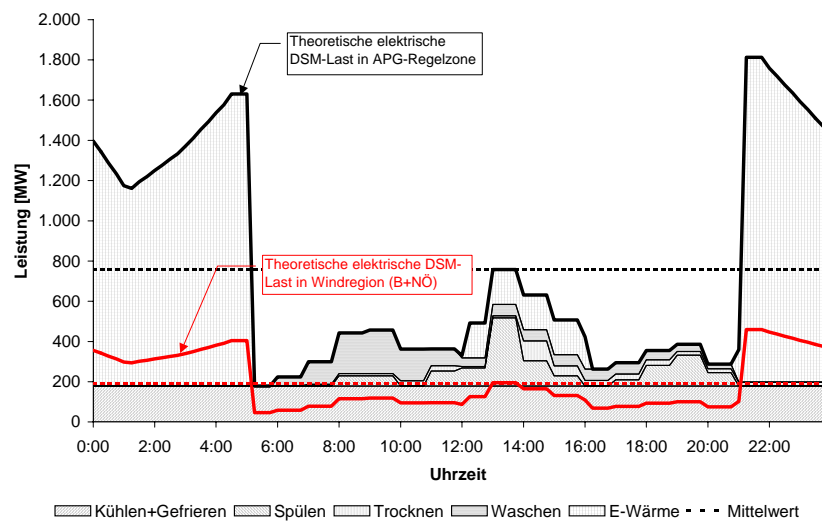
Die durch die stochastische Erzeugungscharakteristik gekennzeichnete Windenergie kann nach dem Stand der Technik mit einer (normalverteilten) Abweichung von ca. 10 bis 20 % (bezogen auf die installierte Anlagenleistung) für 24 Stunden im Voraus prognostiziert werden. Der dadurch bedingte Bedarf an Minutenreserve bzw. Ausgleichsenergie beträgt in Österreich ca. 20 % der jährlichen Windenergie-Einspeisung.

Zur Reduzierung der Ausgleichsenergie wird in dieser Arbeit der Ansatz über Demand Side Management untersucht. Hierbei wird zunächst die Möglichkeit über den klassische Ansatz der Lastschaltungen (entsprechend der Abweichungen vom Fahrplan) von elektrischen Anwendungen in Haushalten, die aufgrund der hohen Anzahl die maßgebliche Kundengruppe darstellen, betrachtet.

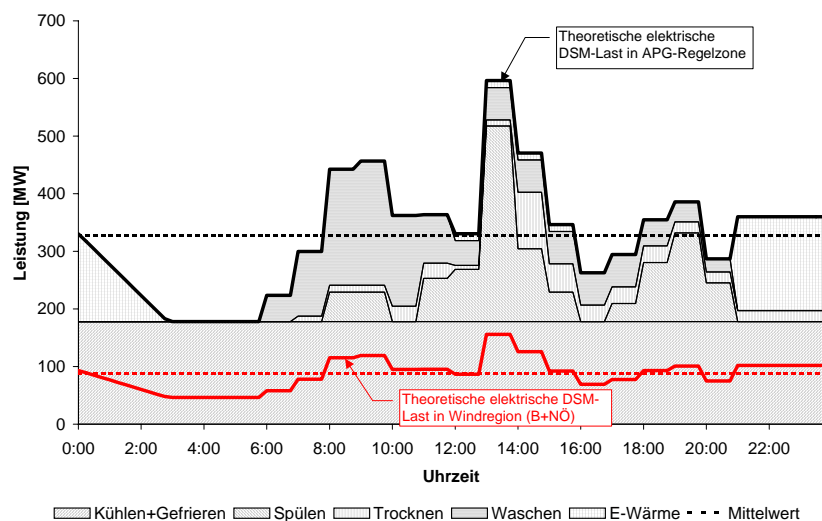
Die Analysen zeigen, dass im Wesentlichen die Anwendungen

- Kühl- und Gefrierschränke,
- Waschmaschinen, Wäschetrockner und Geschirrspüler,
- elektrische Heizungen und Warmwasserbereitung

in Frage kommen, da bei allen anderen Anwendungen (Kochen, Beleuchtung, Unterhaltungsgeräte etc.) der Komfortverlust zu hoch wäre und damit die Akzeptanz für DSM praktisch nicht umsetzbar. Die entsprechenden Lasten in APG-Regelzone und in der österreichischen Windregion (B+NÖ) sind in Abbildung 1 exemplarisch für einen Winter- und Sommertag dargestellt und ergeben die theoretischen DSM-Potenziale.



(a) Wintertag



(b) Sommertag

Abbildung 1: Gesamtes theoretisches DSM-Potenzial der relevanten elektrischen Haushaltsanwendungen und elektrischen Heizsysteme (Raumwärme + Warmwasser)

Das technisch-wirtschaftliche Potenzial beträgt nur einen Teil des angegebenen theoretischen Potenzials. Die Umsetzung hängt von den notwendigen technischen Aufwand und Kosten für Steuereinrichtungen für das Energieversorgungsunternehmen sowie von entsprechenden Anreizen für die Kunden, damit sie am DSM teilnehmen, ab. Zur Bewertung des wirtschaftlichen Nutzens sind dementsprechend die zukünftigen Preise für Ausgleichsenergie maßgebend.

Die Analysen der elektrischen Anwendungen zeigen, dass die Wärmeanwendungen das DSM-Potenzial deutlich bestimmen. Diese Anwendungen eignen auch besonders gut für DSM, da eine Speicherfähigkeit (Gebäude bzw. Wärmespeicher) in der Regel bereits vorhanden ist und daher diese besonders für Lastverlagerungen ohne Komfortverlust für den Kunden geeignet sind. Zudem ist damit eine geringere Anzahl an Kommunikationseinrichtungen zur Ansteuerung notwendig und daher eine Umsetzung wahrscheinlicher. Zur Erhöhung dieses DSM-Potenzials könnte die Windenergie zur Substitution von fossilen Einzelfeuerheizsystemen über elektrische Zusatzheizungen in den bestehenden Heiz- und Warmwasserkesseln (bivalente Systeme) genutzt werden.

Der Ausgleich von Windschwankungen bzw. Windprognosefehlern erfolgt indem über DSM die Zusatzwärmebereitungssysteme der Verbraucher entsprechend zu- oder weggeschaltet werden. Die Nutzung der vom Fahrplan abweichenden Windenergie (Ausgleichsenergie) wirkt somit wie eine hocheffiziente fiktive „Ölquelle“, wobei bei der Substitution von fossiler Heizenergie durch Wärme aus regenerativer Windenergie zudem CO₂-Emissionseinsparungen – sowohl durch Einsparung von Ausgleichsenergie aus konventionellen Kraftwerken als auch durch Emissionsreduktionen im Hausbrand – möglich sind.

Schrifttum:

[1] BRAUNER G., PÖPPL G., TIEFGRABER D.: Dezentrale nachhaltige Energieversorgung als virtuelles Kraftwerk unter Nutzung von Demand Side Management, Endbericht des Projektes im Rahmen der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“ (1. Ausschreibung) – Initiative des BMVIT.

Wissenschaftliche Untersuchung der Möglichkeiten bahnfrequente magnetische Felder zu schwächen

W. Hadrian und P. Schönhuber

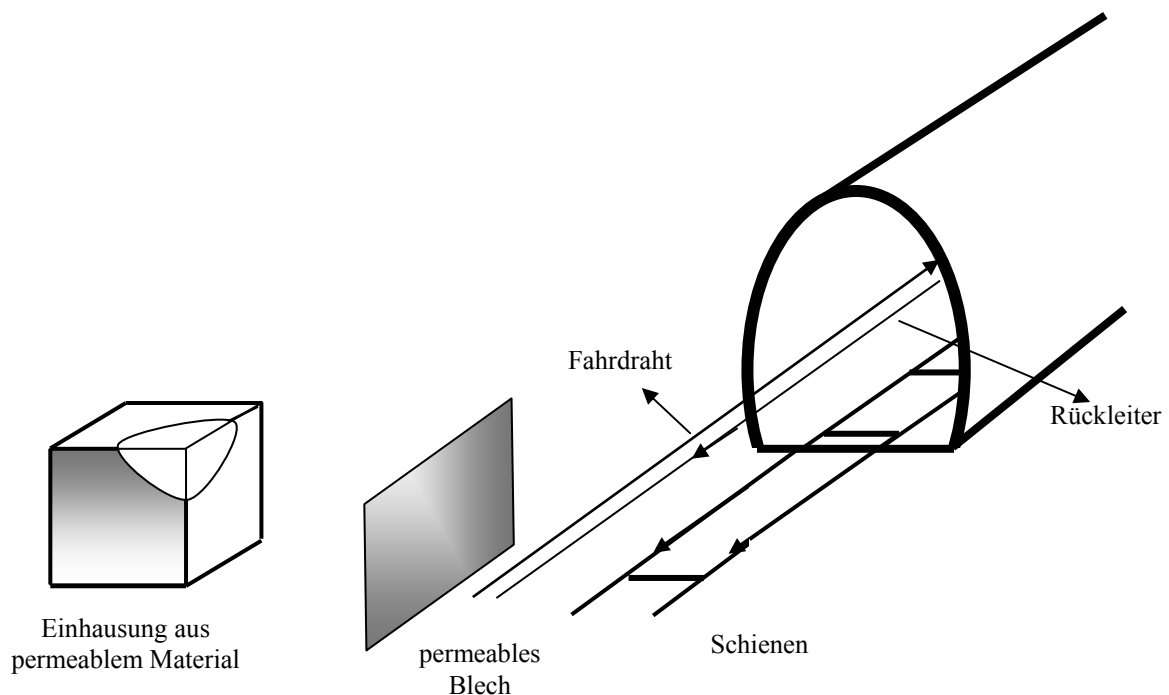
Diese Untersuchung wurde gemeinsam mit dem Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik durchgeführt und im November 2005 abgeschlossen.

Grundsätzlich können zwei Prinzipien herangezogen werden u.z.:

- Flusslenkende Maßnahmen
- Gegenfelder

Flusslenkende Maßnahmen

Die Maßnahme nutzt die physikalische Tatsache, dass permeable Werkstoffe (z.B. Eisen) den magnetischen Fluss besser leiten, als Luft. Der störende Fluss nimmt den Weg des geringeren Widerstandes.



Die Abbildung zeigt mögliche Maßnahmen wie z.B. die Einhausung des zu schützenden Objektes mit einem Blechschirm aus permeablem Material, den Einbau eines permeablen Bleches in die Lärmschutzwand und die Führung der Bahnstrecke in einer Röhre aus permeablem Material.

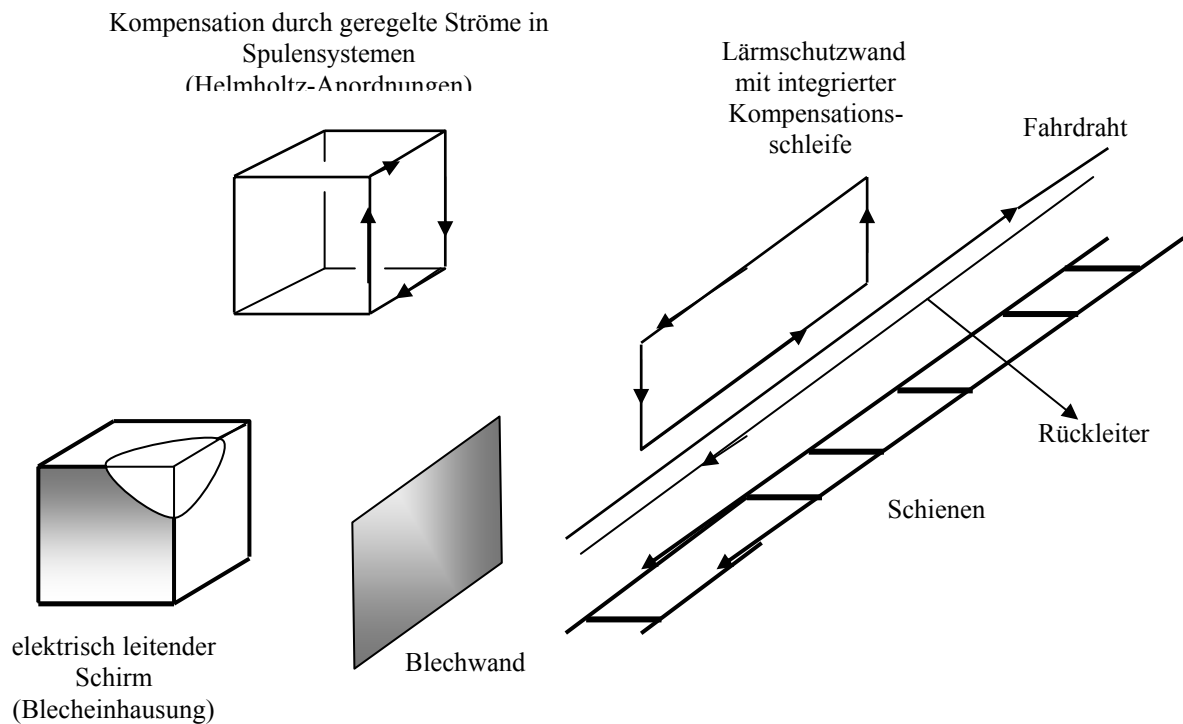
Gegenfelder

Bei diesem Prinzip der Feldschwächung wird ein Feld erzeugt, das dem ursprünglichen Feld (störendes Feld) entgegenwirkt d.h. schwächt. Die Gegenfelder werden durch geeignete Ströme erzeugt. Es gibt zwei Möglichkeiten diese Ströme bereitzustellen:

- Erzeugung durch Induktion in elektrisch leitenden Schirmen (Wirbelströme in Blechwänden) und in kurzgeschlossenen Schleifen (Kompensationsschleifen)
- Geregelt Ströme durch Spulensysteme (z.B. Helmholtz - Anordnungen).

Die Abbildung zeigt, dass diese Massnahmen sowohl bei der Bahnstrecke als auch im zu schützenden Bereich (Haus) angewendet werden können.

Im Bereich der Bahnstrecke wären der Einbau von Kompensationsschleifen und Blechwände in Lärmschutzwänden möglich. Das Magnetfeld des Stromes im Rückleiter wirkt ebenfalls reduzierend.



Einsatz von GPS in der Nähe von Nieder- und Hochspannungsfreileitungen zur Warnung vor unzulässigen Näherungen

W. Hadrian u. F. Ziegelwanger

Die praktische Erprobung ist abgeschlossen. Zur Demonstration der Möglichkeiten wurde eine DVD produziert (Steht auf unserer Homepage <http://www.ea.tuwien.ac.at/anlagenhome.html> ab April 2006 zum Download bereit).

NETZINTEGRATION VON STRAFLO-MATRIX™-GENERATOREN

Martin HEIDL

So genannte Hydromatrix-Generatoren sind ein neues Konzept für die kostengünstige Nutzung von Wasserkraft welche von VA TECH HYDRO entwickelt und vertrieben werden. In bereits existierende Dämme kann mit relativ geringem Aufwand eine Hydromatrix-Anlage eingebaut werden. Das ist mit konventionellen Turbinen-Konstruktionen nicht sinnvoll erreichbar. Fabrikfertige Elemente mit mehreren kleineren Generatoren in einem Raster zusammengefasst werden in die Dammanlage abgesenkt.



Eine Weiterentwicklung dieses Konzeptes stellt die so genannte Straflo-Matrix™ dar. Die Besonderheit des Straflo-Matrix™-Systems ist die Ausführung des Generators. Das Turbinenlaufrad dient dabei gleichzeitig als Träger des Generatorrotors. Die dadurch resultierende kleinere Bauweise ist noch wirtschaftlicher und hat große Vorteile bei engen Platzverhältnissen.

Auf der elektrischen Seite wird dafür eine spezielle Form der Synchronmaschine eingesetzt.

Für die Untersuchung der Integrierbarkeit solcher Systeme wurden detaillierte elektrische sowie hydraulische Modelle der Maschine entwickelt. Weiters wurden Modelle für verschiedene Netzelemente und die unterschiedlichsten Fehlerfälle entworfen. Für unterschiedliche kritische Szenarien konnten Simulationen durchgeführt werden, um das dynamische Verhalten dieses neuen Generatorkonzepts zu verstehen und zu beschreiben. Auch die Integration in aufwendige Netze ist mit diesen Modellen möglich.

Für die spezifischen Probleme die diese Konzeption aufwirft wurden verschiedene Lösungsmöglichkeiten gesucht und bewertet. Gemeinsam mit VA Tech wurden deren Einsetzbarkeit diskutiert.

DYNAMISCHE AUSGLEICHVORGÄNGE IM ÖSTERREICHISCHEN HOCHSPANNUNGSNETZ

Martin HEIDL

Das 220/380 kV-Netz der Austrian Power Grid (APG) ist derzeit hoch ausgelastet. Durch die Verzögerungen bei den Genehmigungsverfahren konnte der 380 kV-Ring nicht zeitgerecht geschlossen werden. Hierdurch kommt es immer wieder zu Überlastungen der 220 kV-Leitungen in Nord-Süd-Richtung.

Das Auftreten von größeren Fehlern auch außerhalb Österreichs kann zu schwerwiegenden Folgen für das innerösterreichische Höchstspannungsnetz führen.

Mit klassischen Lastflussprogrammen sind stationäre Zustände des Energiesystems berechenbar. Bei jedem Übergang von einem stationären Zustand in einen anderen treten dynamische Vorgänge auf, deren Bewertung dynamische Simulationen erfordert.

Das Österreichische Hochspannungsnetz wird deshalb detailliert modelliert. Es werden alle 380/220kV-Leitungen und die Umspanner zwischen diesen Spannungsebenen berücksichtigt.

- Das österreichische 220/380kV-Netz mit alle wesentlichen Kraftwerken wird exakt modelliert.
- Die 220/380kV-Netze der meisten Nachbarstaaten werden exakt abgebildet. Große Kraftwerke in diesen Netzen werden mitsimuliert. Das restliche UCTE-Netzes wird mit Ersatzelementen modelliert.
- Die in die 110-kV-Netze der Landesgesellschaften einspeisenden thermischen und hydraulischen Kraftwerke werden simuliert. Alle wesentlichen Leitungen der 110-kV-Netze der Landesgesellschaften werden durch Ersatzleitungen nachgebildet.

Kritische Szenarien werden nach vorausgehender Lastflussrechnung dynamisch simuliert. (z.B. Ausfall eines APG-Leitungssystems, hohe Zusatzbelastung durch Ausfall der Leitung Ungarn – Kroatien, Kraftwerksausfälle ...).

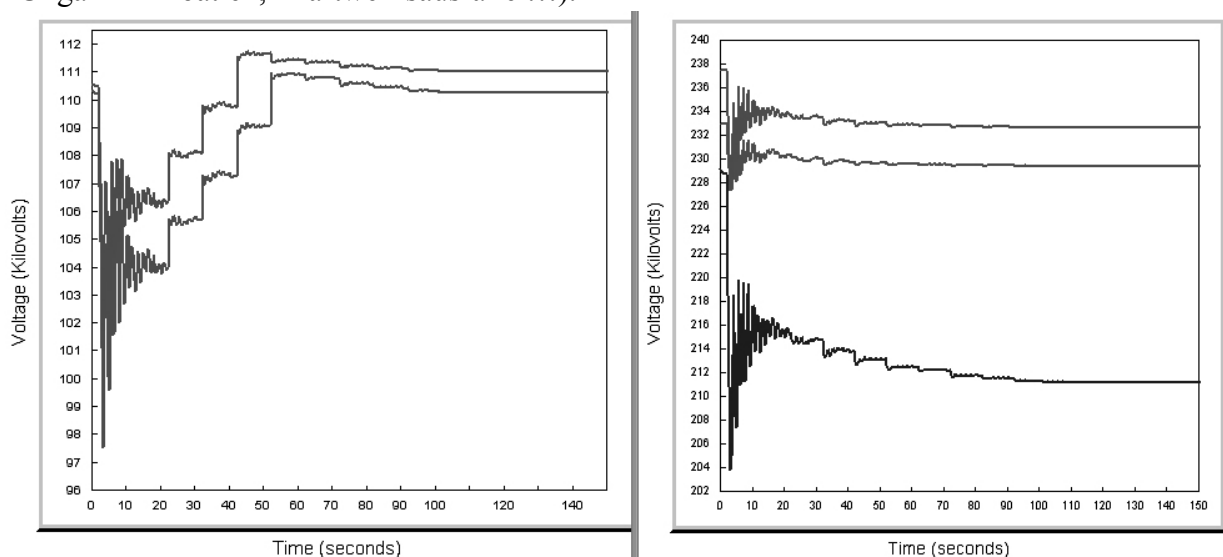


Abbildung 1: Beispiel für Spannungsverläufe bei schwerem Fehler und automatischer Transformatorstufung.

Wasserstoff als Energieträger der automobilen Zukunft – Möglichkeiten der regenerativen Wasserstoffgewinnung

Christoph LEITINGER

Der Automobilverkehr ist fast ausschließlich an die fossilen Energieträger angewiesen. Zukünftig kann von einem weiteren weltweiten Anstieg an fossilen Energieträgern im Mobilitätssektor - vor allem durch das rasante Wachstum in Indien und China - ausgegangen werden. Diese Entwicklungen sind mit zahlreichen bestehenden und in Zukunft noch stärker ausgeprägten Schwierigkeiten verknüpft:

- Abhängigkeit von Erdöl und seinen exportierenden Ländern, die zum Teil politische Instabilitäten aufweisen. Politische Verhältnisse könnten umso mehr die wirtschaftliche Situation anderer Regionen beeinflussen.
- Vermehrte Nachfrage wird zu steigenden Energiepreisen - speziell der Ölprodukte - führen.
- steigende Emissionen im Verkehrssektor wirken sich einerseits global auf den Treibhauseffekt aus (v.a. CO₂), andererseits bewirken lokale Schadstoffbelastungen Luftverschmutzungen, sodass Gesundheit und Lebensqualität darunter leiden (v.a. NO_x und Feinstaubbelastung)

Aus diesen Gründen wird versucht Alternativen zu bisher verwendeten Energieträgern im Verkehrssektor zu finden. Die Wasserstofftechnologie stellt eine Möglichkeit dar, welche derzeit einen Forschungsschwerpunkt darstellt. Hierbei ist die vollständige Prozesskette des Energieträgers von großer Bedeutung. Nur das effiziente Zusammenspiel der Bereiche Wasserstoffherzeugung, Speicherung, Transport, Sicherheit, Anwendung bzw. Energieumsetzung ermöglichen eine Etablierung der Gesamttechnologie in großem Ausmaß. Einige Teilbereiche davon weisen bereits ausgereifte Ergebnisse auf.

Für die erfolgreiche Behandlung der oben angeführten Problemstellungen ist es eine Notwendigkeit, Wasserstoff (ausschließlich) aus regenerativen Energien zu gewinnen.

Im Mittelpunkt der Untersuchungen stehen Abschätzungen der nationalen und europäischen Potenziale und Wirkungsgrade der regenerativen Herstellungsmöglichkeiten sowie der neueste Stand der Methoden bzw. Trendabschätzungen der Wasserstoffgewinnung.

Verbesserung der Messeinrichtungen zur Aufzeichnung der Blitzstromverteilung in Erdleitern an der „Blitzforschungsstelle Gaisberg“

Mair, M.

Bei der Errichtung von Erdungsanlagen für Blitzschutzeinrichtungen ist die Frage der „elektrisch wirksamen“ Erderlänge von besonderer technischer und wirtschaftlicher Bedeutung. Im Jahr 2002 wurde im Rahmen einer Diplomarbeit [1] der in Abbildung 1 schematisch dargestellte Messaufbau in Betrieb genommen. Es handelt sich dabei um 4 Messstellen entlang eines eigens dafür verlegten Banderders (ursprüngliche Länge 90m). Dieser ist nur am Fuß des Sendemastes mit dem Erdungsnetz der Sendeanlage verbunden. Der gesamte Blitzstrom wird mit den in [2] beschriebenen Messeinrichtungen an der Mastspitze gemessen. Ein Teil davon fließt erwartungsgemäß über den Messerder, wobei die Amplitude mit zunehmender Entfernung abnimmt. Dieser Ausbreitungseffekt kann mit der dargestellten Anordnung messtechnisch erfasst werden.

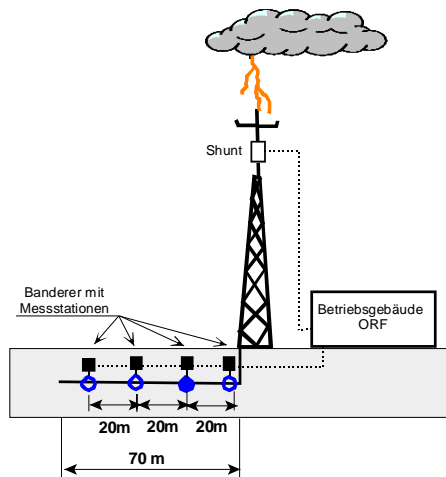


Abbildung 1:
Schematischer Aufbau der Messanlage zur Messung des Blitzteilstromes in verschiedenen Entfernungen zum Einspeisepunkt. (Station 2 ist derzeit außer Betrieb)

1. Bisherige Erfahrungen

Seit Anfang 2003 konnten an der „Blitzforschungsstelle Gaisberg“ Stromverläufe bei mehr als 90 Blitzeinschlägen aufgezeichnet werden. Entgegen den ursprünglichen Erwartungen erwies sich jedoch in zahlreichen Fällen der Messbereich von ca. 4kA als nicht ausreichend. Außerdem zeigte sich infolge des Einflusses des weitläufigen Erdungsnetzes der Sendeanlage erst in einer Entfernung vom 40m eine deutliche Abnahme der Stromamplitude und es konnte daher auch die Station 2 außer Betrieb gesetzt werden. Mitte 2003 wurde festgestellt, dass es beim Blitzeinschlag zu einer leitenden Verbindung zwischen dem Messerder und dem Erdungsnetz der Sendeanlage in einer Distanz von ca. 80m vom Sendemast kommt. Da eine Neuverlegung des Erders nicht möglich war, wurde die aktive Länge auf 70 m verkürzt.

2. Verbesserte Messeinrichtungen

Im Rahmen des europäischen COST Projektes P18 “The physics of lightning flash and its effects” mit Beteiligung von Institutionen aus 19 Ländern (siehe <http://www.costp18-lightning.org/>) erhalten die am Gaisberg durchgeführten Messungen von Blitzstromparametern eine zusätzliche Bedeutung. Die korrelierten Strom und Feldmessungen sollen eine wesentliche Basis für die Simulationen und die Verifizierung von bestehenden

mathematischen bzw. numerischen Modellen bilden. Österreich ist bei dieser COST Aktion durch den Projektleiter der „Blitzforschungsstelle Gaisberg“ Dr. Gerhard Diendorfer (ÖVE-ALDIS) vertreten.

Von einer Forschungsgruppe an der Universität Uppsala (Leitung: Prof. Rajeev Thottappillil) wird im Rahmen dieses Projektes ein besonderer Schwerpunkt auf die Untersuchung der Blitzstromverteilung in Erdungsanlagen gelegt. Zu diesem Zweck wurden für die Messeinrichtungen am Gaisberg von der Univ. Uppsala verbesserte Stromwandler für die Messstationen 1 und 3 zur Verfügung gestellt (Abbildung 2). Die Station Nr. 4 wurde aus Vergleichsgründen mit den bisherigen Messungen vorerst belassen. In Tabelle 1 sind die technischen Daten der bisherigen und der neuen Wandler gegenübergestellt.

Messergebnisse mit der neuen Ausrüstung liegen bisher leider nicht vor, da seit Juli 2005 keine Blitzeinschläge am Sender aufgetreten sind.



Abbildung 2: Neuer Stromwandler für die Stationen 1 und 4

Type: Pearson Current Monitor 301X

Tabelle 1: Technische Daten der Stromwandler für die Erderstrommessung

	Bisheriger Sensor	Neuer Sensor
Hersteller/Type	LEM-flex RR3000-SD24	Pearson Current Monitor 301X
Bandbreite	8 Hz bis 100kHz	5 Hz bis 2 MHz
Maximaler Messbereich	4 kA	50 kA

3. Literatur

- [1] Brenner, Robert.: Messtechnische Erfassung transienter Blitzstromimpulse in einem Horizontalerder, Diplomarbeit TU Wien 2002
- [2] Diendorfer, G., Mair, M., Schulz, W., Hadrian, W.: Lightning current measurements in Austria – Experimental setup and first results. Proceedings of the 25th International Conference on Lightning Protection, Rhodes 2000, Seite 44-47.

Lösung der Umweltschutzprobleme, die bei der Erhöhung der elektrischen Übertragungskapazität von bestehenden Freileitungen entstehen
 (ÖAD / ACM-Büro „WTZ Ö-Ung“ Proj.Nr. A-7/2003 „Solution for environment protection in case of uprating transmission capacity of overhead lines)

H. MÜLLER und W. HADRIAN

gemeinsam mit O. GÜNTNER und L. VARGA (VEIKI-VLN Ltd., Budapest, Ungarn)

Das vom ÖAD (Österreichischen Austauschdienst) / Büro für Akademische Mobilität und Kooperation im Rahmen des Abkommens über Wissenschaftlich-Technische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn 2004-2005 unter der Projekt-Nr. A-7/2003 unterstützte Kooperationsprojekt mit dem ungarischen Hochspannungslaboratorium VEIKI-VLN Ltd. in Budapest befand sich 2005 im 2. Projektjahr. Für die Zielsetzung einer Erhöhung der Stromtransportkapazität von Hochspannungsfreileitungen wurde von den ungarischen Projektpartnern in zwei Richtungen Untersuchungen angestellt: zum einen betreffend die Verwendung von fortschrittlichen Leitertypen (etwa mit neuen Aluminiumlegierungen und/oder kompakten Leiterstrukturen) und zum anderen bezüglich des Einsatzes einer Echtzeit-Überwachung (inkl. Umwelteinflüsse) der Freileitungen.

Für die aus den gesteigerten Auslastungen der Leitungen und damit größeren Strombelägen sowie Durchhängen resultierenden erhöhten elektrischen und magnetischen Feldstärken und damit eventuell einhergehenden verstärkten Umweltbeeinflussungen sind seitens der TU-Wien entsprechende Durchhangsbestimmungen und Messungen der real tatsächlich unter Freileitungen (bei erhöhter Auslastung) auftretenden elektrischen und magnetischen Feldstärken vorgesehen. In Vorbereitung dazu wurden an einer konkreten 120-kV-Freileitung im Verteilnetz eines Ungarischen Versorgungsunternehmens, für die die Ungarischen Partner mit der Aufrüst-Studie begonnen haben, einige Parameter bereits ermittelt bzw. berechnet (z.B. Durchhang und Temperaturanstieg bei verschiedenen – gesteigerten – Strombelägen der Aluminium-Stahl-Leitenseile – siehe die untenstehende Tabelle).

Sag and permissible loading current of ACSR 150/25 conductor

Temperature of conductor (°C)	Sag in tower distance of 240 m	Permissible loading current in winter (A)	Permissible loading current in summer (A)
40	7,5	398	33
60	8,0	555	400
80	8,5	654	525
100	8,9	725	631

The figure below shows the tower of the overhead line.



Messung des elektrischen Feldes von Blitzeinschlägen in Türme

Pichler, H.

Die bestehende Messeinrichtung am ORF-Sendeturm am Gaisberg in Salzburg wurde mit einer Feldmessung erweitert. Zur Messung des Nahfeldes ist in 200 m Entfernung zum Sendemast eine Plattenantenne (Abb. 1) installiert worden.

Die Änderung des elektrischen Feldes erzeugt in der Antenne einen Verschiebungsstrom der mit einem eigens dafür entwickelten Verstärker in ein Messsignal umgewandelt wird, welches proportional zum elektrischen Feld ist. Um Messfehler durch Einkopplungseffekte bei der Übertragung zu verhindern wird das Messsignal in ein optisches Signal konvertiert. Damit die Versorgungssicherheit garantiert ist, erfolgt die Stromversorgung vom Verstärker und Optokonverter über zwei Akkus, die alternierend nachgeladen werden. Die Digitalisierung der Messdaten erfolgt mit 5 MS/s und 12 Bit Auflösung in einem PC mit einer Digitizerkarte von National Instruments. Die Plattenantenne wird im Winter mit zwei Heizelementen beheizt um sicherzustellen, dass sich keine Schneedecke an der Oberseite der Antenne bildet. Die Ansteuerung des Verstärkers, Lichtwellenkonverter und Heizungsregelung befinden sich in einem Schaltschrank unmittelbar neben der Antenne (Abb. 2).



Abb. 1: Messaufbau

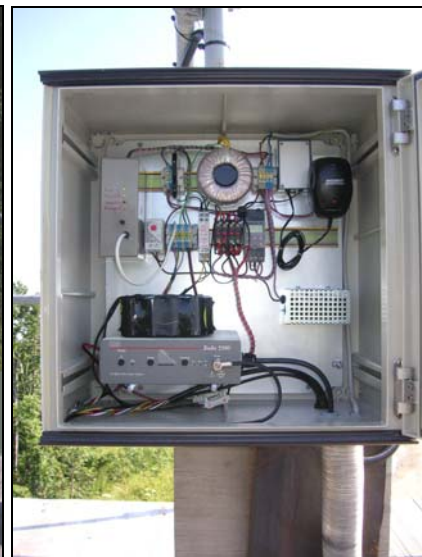


Abb. 2: Steuerung

Für die Messung des Fernfeldes wurde das Dach der Fachhochschule Wels in ca. 80 km Entfernung ausgewählt, auf dem ein ähnlicher Messaufbau zum Einsatz kommt. Die Triggerung der Fernfeldmessung erfolgt über das Internet mit dem TCP-Protokoll. Neben den Triggereignissen können mit der entwickelten Software auch Warn- und Statusmeldung automatisch per Email und SMS weitergeleitet werden.

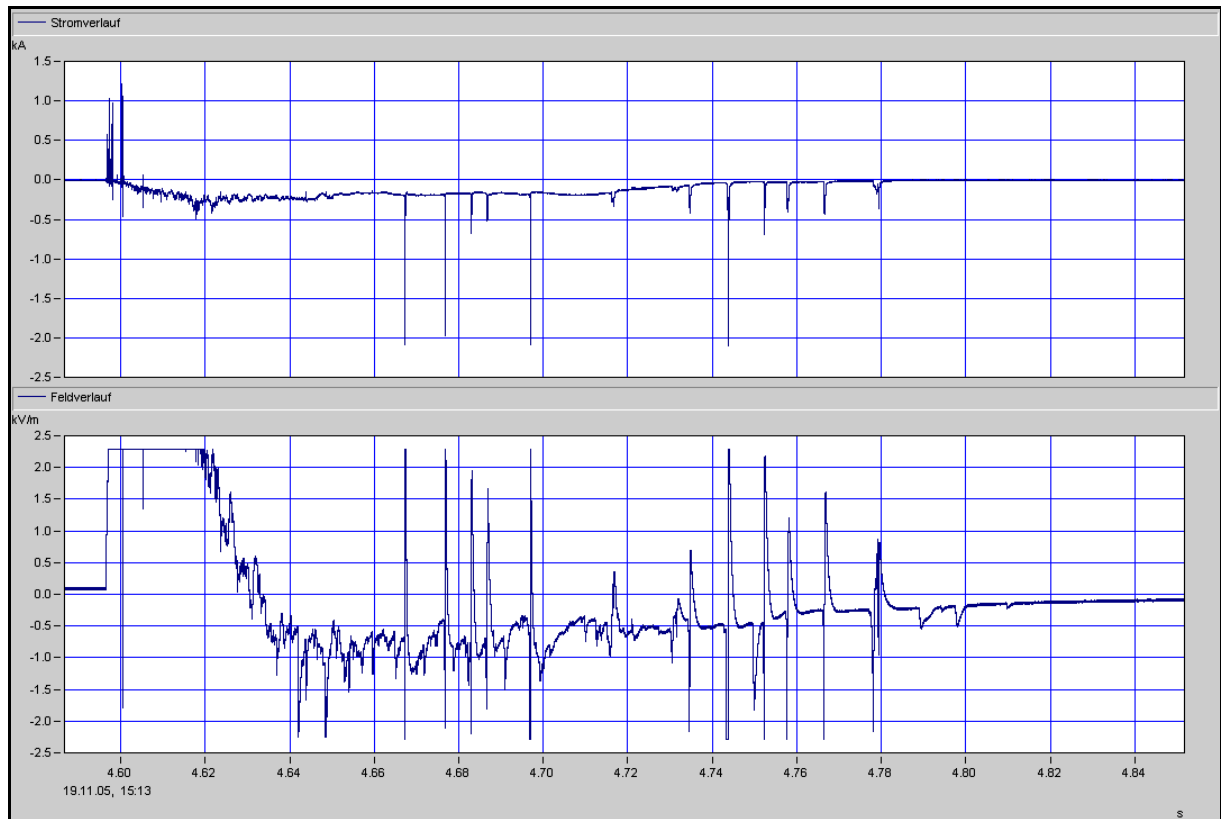


Abb. 3: Stromverlauf und elektrisches Feld einer Blitzentladung

Am 19. November 2005 um 15:13 konnte erfolgreich das elektrische Feld einer Blitzentladung in den Turm aufgezeichnet werden. Abb. 3 zeigt eine Gegenüberstellung des Stromverlaufs an der Mastspitze und des elektrischen Feldes in 200 m Entfernung.

Prognose der Altersverteilung von Komponenten elektrischer Energienetze mit Berücksichtigung von Technologieänderungen

Gerhard Theil

1. Einleitung

Für die Abschätzung des zukünftigen Erneuerungsbedarfs in Versorgungssystemen ist eine Prognose der Erneuerungsichte und der Altersverteilung der Systemkomponenten erforderlich. Ein wesentlicher Parameter für die Berechnung dieser Funktionen ist die statistische Lebensdauerverteilung der Betriebsmittel. Im Bereich der elektrischen Energiesysteme wurden bisher bei der Ermittlung der Erneuerungs- und Altersdichte ausschließlich Ansätze verfolgt, in welchen die Lebensdauerverteilung während des gesamten Beobachtungszeitraums unverändert angenommen wurde [1], [2]. Diese Voraussetzung ist jedoch insbesondere bei längeren Beobachtungszeiträumen nicht gegeben. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Beobachtungszeitraum nicht nur den Prognosezeitraum, sondern auch die Vergangenheit umfasst. Es ist daher offensichtlich, dass sich die Lebensdauerverteilungen, bedingt durch Technologieänderungen, im Verlauf des Beobachtungszeitraums verändern, und dass somit dieser Einfluss bei der Berechnung der Erneuerungs- und Altersdichte zu berücksichtigen ist. In der vorliegenden Arbeit werden daher die Gleichungen zur Berechnung dieser Funktionen auf veränderliche Lebensdauerdichten verallgemeinert, und es wird untersucht, inwieweit sich Technologieänderungen in den Funktionen auswirken, bzw. ob diese Auswirkungen für die Praxis von Relevanz sind.

2. Ermittlung der Erneuerungs- und Altersdichte

Technologieänderungen werden durch Änderung der statistischen Lebensdauerdichtefunktionen erneuerter Komponenten im Verlauf des Beobachtungszeitraums berücksichtigt. Dabei manifestieren sich Technologieverbesserungen durch Änderung in Richtung verlängerter, Verschlechterungen dagegen durch Änderung in Richtung verkürzter Lebensdauererwartungswerte. Geht man vom allgemeinsten Fall jährlicher Änderungen aus, so gilt:

$$f_{j-1}(t) \neq f_j(t) \quad (1)$$

Hierbei bedeutet $f(t)$ die Lebensdauerdichte als Funktion der Lebensdauer t und j das laufende Jahr des Beobachtungszeitraums.

Die Erneuerungsichte beschreibt die Verteilung der Erneuerungen einschließlich der Erstinbetriebnahmen innerhalb des Beobachtungszeitraums. Sie wird mit folgender Rekursionsgleichung berechnet [1]:

$$r(0) = \frac{e(0)}{1 - f_0(0)} \quad (2)$$

und

$$r(t) = \frac{1}{t} \cdot [e(t) + \sum_{\tau=0}^{t-1} r(t-\tau) \cdot f_{t-\tau}(\tau)] , t > 0 \quad (3)$$

$$1 - f_0(0) \quad \tau=1$$

$e(t)$ ist die Errichtungsfunktion. Sie beschreibt ausschließlich die Verteilung der Neuinbetriebnahmen der Komponenten während des Beobachtungszeitraums. Die über den gesamten Beobachtungszeitraum gebildete Summe ihrer Werte beträgt 1. Werden alle Komponenten gleichzeitig zum Zeitpunkt $t=0$ in Betrieb genommen, so gilt:

$$e(0) = 1, \\ e(t) = 0, t > 0.$$

Kann man ausschließen, dass Komponenten sofort nach ihrer Inbetriebnahme wieder ausfallen, so setzt man $f(0) = 0$ und $r(0) = 0$.

Die Altersdichtefunktion ist auf einen Beobachtungszeitpunkt t bezogen und beschreibt die relative Häufigkeit für das Auftreten von Komponenten mit dem Alter a zu diesem Zeitpunkt. Der Wert $fa_t(a)$ der Altersdichte ergibt sich aus dem Produkt der relativen Häufigkeit der Erneuerungen zum Zeitpunkt $t-a$ mit der Wahrscheinlichkeit, dass die Komponenten den darauf folgenden Zeitabschnitt a überleben. Da die Erneuerungsichte der relativen Häufigkeit der Erneuerungen entspricht, folgt [3]:

$$fa_t(a) = r(t-a) \cdot (1 - F_{t-a}(a)), \quad 0 \leq a \leq t \quad (4)$$

mit

$$F_{t-a}(a) = \sum_{j=0}^a f_{t-a}(j) \quad (5)$$

$1 - F_{t-a}(a)$ entspricht der Überlebenswahrscheinlichkeit der Zeit a .

3. Einfluß von Technologieänderungen auf die Erneuerungs- und Altersdichte

Es wird angenommen, dass ab einem bestimmten Zeitpunkt innerhalb des Beobachtungszeitraums Komponenten mit besserer Technologie (höherer Lebensdauererwartungswert) oder schlechterer Technologie (geringerer Lebensdauererwartungswert) zur Verfügung stehen und die ausgefallenen Komponenten durch Komponenten neuerer Technologie ersetzen.

Die Lebensdauern der Komponenten werden durch Kombination von zwei Gaußverteilungen mit unterschiedlichen Parametern nachgebildet. Diese betragen im Grundfall:

Gauß 1: $E(T) = 45$ Jahre, $\sigma = 6$ Jahre.

Gauß 2: $E(T) = 14$ Jahre, $\sigma = 6$ Jahre.

$E(T)$ Lebensdauererwartungswert

σ Standardabweichung

Im Grundfall bleiben die Parameter der Dichtefunktionen während des gesamten Beobachtungszeitraums unverändert. Folgende weitere Fälle werden untersucht, wobei an erster Stelle der Erwartungswert für Gauß 1 und an zweiter Stelle jener für Gauß 2 angegeben wird:

35/10, 65/20, 75/25.

Die Standardabweichungen werden nicht geändert.

In den ersten Jahren des Prognosezeitraums werden immer die Parameter des Grundfalls verwendet. Ab dem 20. Jahr werden die Parameter auf die oben angegebenen Werte verändert. Wird beispielsweise eine Technologieverbesserung nachgebildet, so werden ab dem 20. Jahr Erwartungswerte von 65/20 oder 75/25 Jahren verwendet. Im Grundfall E(T): 45/14 erfolgen keine Technologieänderungen. Der Prognosezeitraum beträgt in allen Fällen 70 Jahre.

Die Resultate sind in Abb. 1 für die Alters- und in Abb. 2 für die Erneuerungsdichten dargestellt.

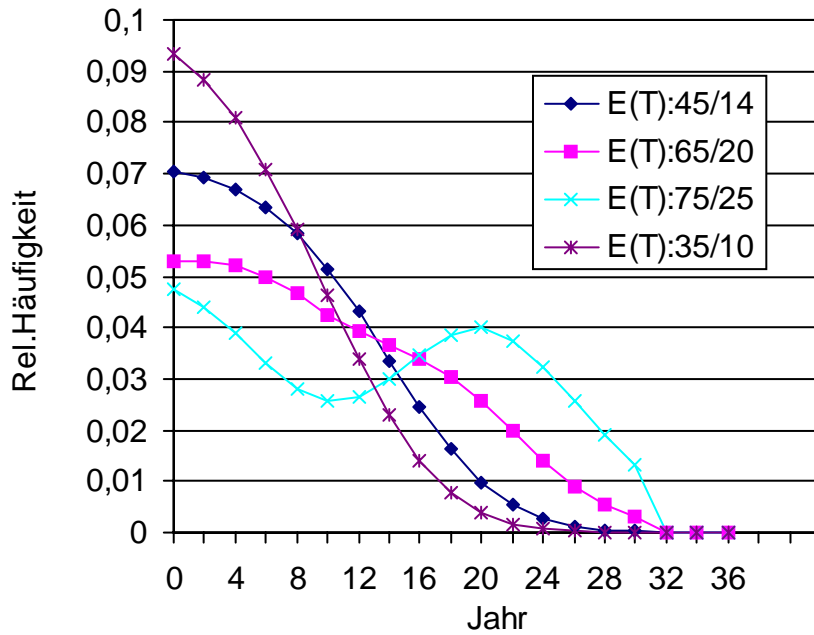


Abb. 1: Altersdichten bei unterschiedlichen Lebensdauererwartungswerten ab dem 20. Jahr

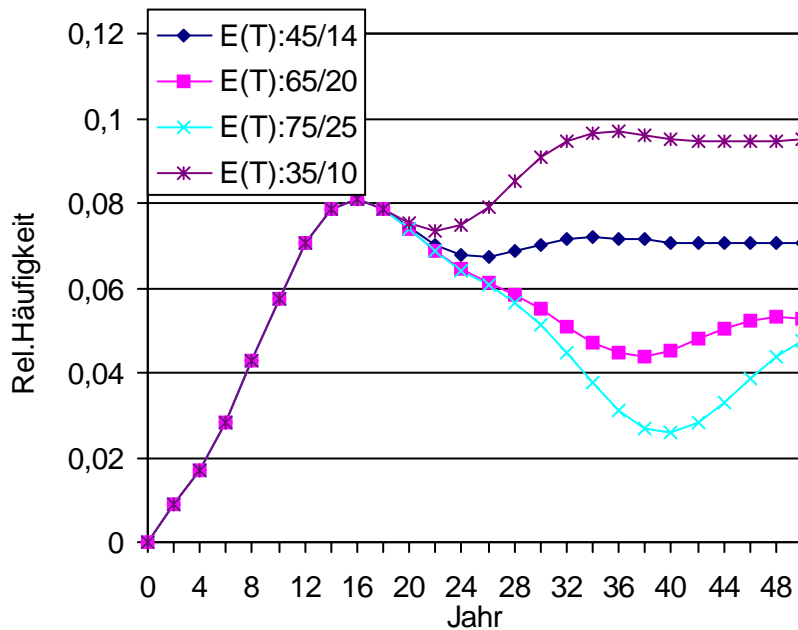


Abb. 2: Erneuerungsdichten bei unterschiedlichen Lebensdauererwartungswerten ab dem 20. Jahr

Man erkennt, dass Technologieänderungen sowohl auf die Alters- als auch auf die Erneuerungsdichten einen deutlichen Einfluss haben. Technologieverbesserungen bewirken eine Verschiebung der Kumulationspunkte der Altersdichtefunktion zu höherem Alter, während im anderen Fall die Häufigkeit der Komponenten mit niedrigem Alter merklich zunimmt. Die in der Altersdichte enthaltene Information ermöglicht es daher im Rahmen der Wartungsplanung die als Folge von Technologieverbesserungen im Betriebsmittelkollektiv vorhandenen Reserven besser auszunutzen.

Die Erneuerungsdichte verringert sich ab dem Zeitpunkt des Einsatzes verbesserter Technologie und konvergiert für großen Beobachtungszeitraum auf einen Endwert, welcher desto niedriger ist, je höher die Güte der eingesetzten Technologie ist. Da die Erneuerungsdichte als zeitliche Rate der Erneuerungen zu interpretieren ist, erlaubt sie, den durch Technologieverbesserungen erreichbaren finanziellen Nutzen abzuschätzen.

Weitere, hier nicht präsentierte Untersuchungsergebnisse zeigen, dass sich die Erneuerungsrate im Verlauf des Beobachtungszeitraums desto rascher reduziert, je früher Technologieverbesserungen stattfinden und dass sie bei großem Beobachtungszeitraum zu einem vom Technologieänderungszeitpunkt unabhängigen Wert tendiert. Der Zeitpunkt der Technologieänderungen wirkt sich daher auf die akkumulierte Erneuerungsdichte und somit auf die akkumulierten Erneuerungskosten aus.

Die Resultate machen deutlich, dass Verfahren zur Ermittlung der Erneuerungs- und Lebensdauerdichte wichtige Werkzeuge zur Entwicklung effizienter Instandhaltungsstrategien darstellen.

4. Schrifttum

- [1] Theil, G.: Prognose der Altersverteilung von Komponenten elektrischer Energienetze. Forschungsbericht FB2/2004, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft. Technische Universität Wien, 2004.
- [2] Stürmer, J.: Instandhaltungs- und Erneuerungsstrategien in Verteilungsnetzen. Dissertation Dortmund, Shaker Verlag Aachen 2002.
- [3] Theil, G.: Prognose der Altersverteilung von Komponenten elektrischer Energienetze mit Berücksichtigung von Technologieänderungen. Forschungsbericht FB1/2005, Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft. Technische Universität Wien, 2005.

Risikobasierte Instandhaltungsstrategie in Hoch – und Mittelspannungsnetzen

Besim Demiri, Gerhard Theil

Die jahresbezogenen Budgets der Energieversorger reichen nicht mehr aus, um die im Bereich Instandhaltung technisch notwendigen Einzelmaßnahmen durchzuführen. Dieser Umstand führt zwangsweise einerseits zur Verschiebung von Instandhaltungsmaßnahmen und andererseits zur Suche nach neuen Modellen und Instandhaltungsstrategien mit dem Ziel, Erneuerungskosten zu reduzieren sowie die Erhaltung der Versorgungsqualität im Sinne der Kunden zu sichern.

Im Rahmen eines optimierten Instandhaltungsbudgets und eines wirtschaftlichen Instandhaltungsprogramms sollte die Risiko- orientierte Instandhaltungsstrategie dem Betreiber als „Werkzeug“ zur Verfügung gestellt werden.

Ziel der Arbeit ist es, Modelle für Risiko- orientierte Instandhaltungsstrategien zu entwickeln, welche zur Instandhaltungsplanung in Hoch- und Mittelspannungsnetzen eingesetzt werden können. Diese Modelle beruhen auf den Regeln der Wahrscheinlichkeitstheorie [1]. Berücksichtigt werden die Lebensdauer- und Erneuerungsichten der Netzkomponenten, Zustand und Wichtigkeit sowie der Kostenaufwand für Instandhaltung der Komponenten.

In Abb. 1 wird die Aufbereitung der Datenbasis eines Komponentenkollektivs (z.B. Masten, Leitungsabschnitte, Schaltelemente usw.) für die Risiko- orientierte Instandhaltungsstrategie schematisch dargestellt, wobei Zustand und Wichtigkeit der Komponenten sowie der Kostenaufwand für Wartungen und Erneuerungen berücksichtigt wird. Der Zustand der Komponenten wird durch die Überlebenswahrscheinlichkeit Z , welche sich aus geeigneten Lebensdauerverteilungen ergibt, modelliert. Die Wichtigkeit W der Komponenten wird mit Hilfe der Zuverlässigkeitsanalyse des Netzes abgeschätzt. Das Produkt aus Ausfallwahrscheinlichkeit $(1-Z)$ und Wichtigkeit entspricht dem Risiko für das Auftreten unzulässiger durch Komponentenausfälle verursachter Systemzustände. Im Wahrscheinlichkeits-Wichtigkeitsdiagramm werden Domänen für Wartungs- und Erneuerungsbedarf abgegrenzt, Abb. 1.1. Aus diesen Domänen werden die Komponenten in Aufwands-Risikodiagramme für Erneuerung (Abb. 1.2) und Wartung (Abb. 1.3) übertragen. In diesen Diagrammen werden finanzieller Instandhaltungsaufwand (A_e, A_w) und Risiko R_e, R_w normiert dargestellt, wobei 1 hohem Aufwand bzw. hohem Risiko entspricht.

Die Diagramme der Abb. 1.2 und 1.3 stellen die Basis für die aufwands- und risikoorientierte Erneuerungsstrategie dar. In den Diagrammen werden Domänen mit wachsender Priorität festgelegt. Hierbei bestehen prinzipiell folgende Möglichkeiten:

- Vertikale Grenzen (parallel zur Ordinate). Hierbei wird die Handlungspriorität primär durch das Risiko festgelegt. Voraussetzung für die Anwendung dieser Strategie ist die Verfügbarkeit ausreichender finanzieller Mittel, damit möglichst alle in den Domänen mit maximalem Risiko befindlichen Komponenten behandelt (gewartet, erneuert) werden können.
- Grenzen mit mehr oder weniger starkem positivem Anstieg (von links nach rechts). Hierbei werden Komponenten mit geringerem Instandhaltungsaufwand abhängig vom Anstieg der Domänengrenzen mehr oder weniger stark bevorzugt. Diese Strategie eignet sich für den Einsatz bei beschränktem Instandhaltungsbudget.

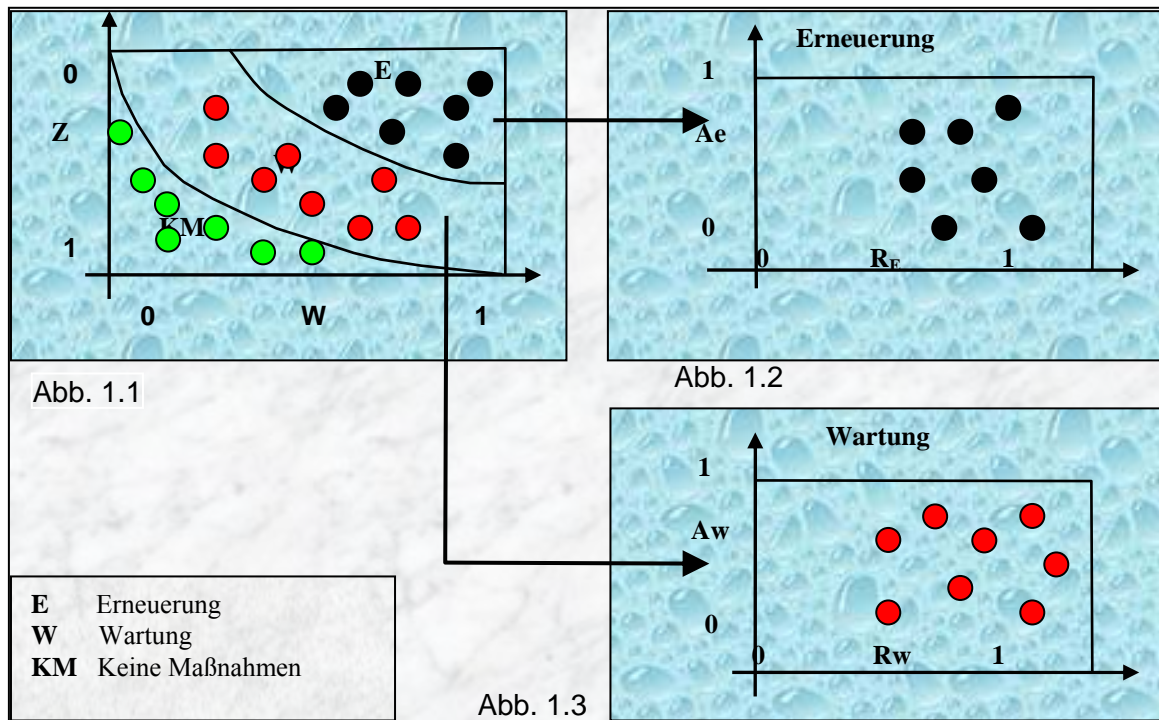


Abb. 1: Ermittlung der Wartungs- und Erneuerungsindizes in der Instandhaltungsstrategie

Die Domänengrenzen müssen nicht unbedingt Gerade sein, sie können auch Krümmungen besitzen. Innerhalb der Domänengrenzen wird die Priorität mit Hilfe von kombinierten Aufwands- Risikoindizes festgelegt, wobei zwei Ansätze verfolgt werden [3]:

A) Ausreichende Instandhaltungsmittel:

$$Ra(t) = R(t) \cdot A(t) \quad (1)$$

B) Beschränkte Instandhaltungsmittel:

$$Ra(t) = R(t) \cdot (1 - A(t)) \quad (2)$$

R_a kombinierter Aufwands- Risikoindex

R normierter Risikoindex (R_e oder R_w , Abb. 1)

A normierter Instandhaltungsaufwand (A_e oder A_w , Abb. 1)

t Beobachtungszeit

Literaturverzeichnis

- [1] Stürmer, J.: Instandhaltung- und Erneuerungsstrategien in Verteilungsnetzen. Dissertation Dortmund, Shaker Verlag Aachen 2002.
- [2] Theil, G.: Prognose der Altersverteilung von Komponenten elektrischer Hochspannungsnetze. Forschungsbericht FB 2/04. Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.(2004)
- [3] Demiri, B.; Theil, G.: Risikobasierte Instandhaltungsstrategie in Hoch – und Mittelspannungsnetzen. Forschungsbericht FB 3/05. Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Technische Universität Wien. (2005)

Bestimmung eines Kosteneffizienzfaktors für die Wartungsplanung im Rahmen einer Risiko- orientierten Instandhaltungsstrategie in elektrischen Netzen

Besim Demiri, Gerhard Theil

Instandhaltung ist für die Erhaltung einer hohen Versorgungsqualität in elektrischen Energienetzen von wesentlicher Bedeutung. Die Umstrukturierung der Energiewirtschaft bewirkt, dass die Elektrizitätsunternehmen innerhalb eines engeren Kostenrahmens operieren müssen, was zu Bestrebungen führt, auch bei den Instandhaltungskosten Einsparungen vorzunehmen. Es ist daher von wesentlicher Bedeutung, die Auswirkung von Sparmaßnahmen mit Hilfe eines Kosteneffizienzfaktors zu überprüfen, welcher die zur Erhaltung einer ausreichenden Versorgungsqualität mindest erforderlichen Instandhaltungskosten abzuschätzen erlaubt. Auf Basis dieses Faktors können die Instandhaltungskosten bei minimalem Risiko einer Reduktion der Versorgungsqualität verringert werden. Der Kosteneffizienzfaktor ist folglich eine zentrale Größe der Risiko- orientierten Instandhaltungsstrategie. Er besteht aus einer Summe von Größen, wobei jeder Summand einem Kollektiv von Betriebsmitteln mit gleichen oder ähnlichen Eigenschaften (z.B. Masten bestimmten Typs, Leistungsschalter eines bestimmten Herstellers und Baujahrs, usw.) zugeordnet ist. Der Effizienzfaktor jedes Kollektivs besteht aus folgenden Anteilen:

- Risiko von Versorgungsunterbrechungen, gemessen mittels der Kosten nicht gelieferter Energie, welche durch den Ausfall der Betriebsmittel des Kollektivs verursacht wird.
- Instandhaltungskosten.
- Austauschkosten der Betriebsmittel für Erneuerung vor Erreichen der maximalen Lebensdauer.

Das Risiko von Versorgungsunterbrechungen ist, abgesehen von den Kosten nicht gelieferter Energie, eine Funktion der Ausfallhäufigkeit. Letztere wird im vorliegenden Ansatz mit Hilfe der Lebensdauerverteilungsfunktion berechnet. Darin wird Instandhaltung in Form von determinierten Zyklen berücksichtigt, wobei die Möglichkeit besteht, im Verlauf des Beobachtungszeitraums unterschiedliche Zyklusdauern vorzugeben. Ferner kann in dem Instandhaltungsmodell Instandhaltung unterschiedlicher Qualität, also mit Zustandsverbesserung oder auch Zustandsverschlechterung der Betriebsmittel nachgebildet werden. Sämtliche oben genannten Anteile des Kosteneffizienzfaktors sind Funktionen der Instandhaltungsintensität, also der Anzahl der im Beobachtungszeitraum vorgenommenen Instandhaltungen. Um den Vergleich mit dem Ist-Zustand zu erleichtern, wird der Kosteneffizienzfaktor als Relativgröße formuliert, wobei als Bezugsgröße der Kosteneffizienzfaktor des Ist-Zustandes dient.

Das vorgestellte Verfahren kann zur Instandhaltungsplanung in Hoch- und Mittelspannungsnetzen angewandt werden, ist aber im Prinzip auch für den Einsatz in anderen Systemen geeignet.

Gl. (1) beschreibt den Kosteneffizienzfaktor für die Betriebsmittel eines Kollektivs bei einer vorgegebenen Anzahl von n Instandhaltungen innerhalb des Beobachtungszeitraums. Er gilt für das Jahr t des Beobachtungszeitraums. Der gesamte Kosteneffizienzfaktor ergibt sich folglich aus der Summe über alle Jahre des Beobachtungszeitraums. In Gl. (1) wurden vorerst ausschließlich Instandhaltungen zur Lebensdauererlängerung berücksichtigt. Mittels eines zusätzlichen Terms können auch die zur Funktionserhaltung erforderlichen Instandhaltungen inkludiert werden.

$$KEF_n(t) = \frac{r_n(t)}{r(t)} + \frac{K_{\text{tausch}}(t) * ra(t)}{\bar{S}(t) * r(t)} + \frac{KW_{nk}(t)}{\bar{S}(t) * r(t)} \quad (1)$$

$KEF_n(t)$ Kosteneffizienzfaktor

$r_n(t)$ Erneuerungsdichte mit Berücksichtigung der Instandhaltungen

$r(t)$ Ist- Erneuerungsdichte

$ra(t)$ Erneuerungsdichte zufolge des Austauschs

$K_{\text{tausch}}(t)$ Austauschkosten

$\bar{S}(t)$ Mittlere Schadenskosten der Komponenten des Kollektivs

$KW_{nk}(t)$ Wartungskosten pro Komponente

Die Erneuerungsdichten werden mit Hilfe der Lebensdauerdichtefunktionen berechnet [1]. Die Lebensdauerdichtefunktion vor der ersten Instandhaltung lautet mit $n=0$:

$$lw(t) = l(t) \quad (2)$$

$l(t)$ Lebensdauerdichte zu Beginn des Beobachtungszeitraums

Nach der n -ten Instandhaltung ergibt sich die Lebensdauerdichte $lnw(t)$ mit $n > 0$ und $t > tw_n$ zu:

$$lnw(t) = Kn * ln(t - tw_n + tv_n) \quad (3)$$

ln Lebensdauerdichte nach der n -ten Instandhaltung

tw_n Instandhaltungsabstand

tv_n Zeitverschiebung zur Modellierung der Zustandsverschlechterung bei nicht perfekter Instandhaltung [1]

Die Parameter tw_0, tw_1, tw_2 stellen die Abstände der Instandhaltungszeiten (Instandhaltungsbeginn) vom Bezugszeitpunkt $t=0$ dar. Daher gilt die Bedingung $tw_0 < tw_1 < tw_2 \dots < tw_n$. Die Konstante Kn lautet:

$$Kn = \frac{1 - F_0(tw_0)}{1 - F_1(tv_0)} * \prod_{i=1}^{n-1} \frac{1 - F_i(tw_i - tw_{(i-1)} + tv_{(i-1)})}{1 - F_{(i+1)}(tv_i)}, \quad \text{für } tw_i \geq tw_{(i-1)} \quad (4)$$

$F_i(t)$ Lebensdauervertiefungsfunktionen (Integral der Dichte)

Literaturverzeichnis

- [1] Demiri, B.; Theil, G.: Bestimmung eines Kosteneffizienzfaktors für die Wartungsplanung im Rahmen einer Risiko- orientierten Instandhaltungsstrategie in elektrischen Netzen. Forschungsbericht FB 4/05. Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft , Technische Universität Wien.(2005)
- [2] Zdrallek, M.: Zuverlässigkeitsanalyse elektrischer Energieversorgungssysteme. Neue Aspekte der Modellbildung und Anwendung- (Dissertation)
- [3] Theil, G.: Prognose der Altersverteilung von Komponenten elektrischer Hochspannungsnetze. Forschungsbericht FB 2/04. Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft , Technische Universität Wien.(2004)
- [4] Endrenyi, J.: Reliability modelling in electric power systems. John Wiley & Sons 1978

Ermittlung der Lebensdauervertiefungsfunktionen von Betriebsmitteln elektrischer Mittelspannungsnetze

Besim Demiri, Gerhard Theil

1. Einleitung

Bei der Instandhaltung elektrischer Anlagen sind sowohl technische als auch ökonomische Parameter zu berücksichtigen. Technische Parameter beschreiben die uneingeschränkte Funktionstüchtigkeit der Betriebsmittel während ihrer Nutzungsdauer, wirtschaftliche Parameter die Rentabilität der Anlagen, wobei die Instandhaltungs- und Erneuerungskosten eine wesentliche Rolle spielen. Formuliert man den technischen Aspekt mit Hilfe der Nichtverfügbarkeit der Anlagen und der Kosten nicht gelieferter Energie als Kostengröße, so lässt sich zusammen mit den Instandhaltungs- und Erneuerungskosten eine wirtschaftliche Zielfunktion formulieren, mit deren Hilfe man die Rentabilität der Instandhaltungs- und Erneuerungsstrategie überprüfen und gegebenenfalls verbessern kann. Unter Instandhaltungs-/Erneuerungsstrategie wird in diesem Zusammenhang die Festlegung geeigneter Instandhaltungs- und Erneuerungsintervalle unter Berücksichtigung von Zustand und "Wichtigkeit" der Betriebsmittel verstanden.

Zur Formulierung der Kostenfunktionen dieses Optimierungsproblems werden geeignete Modelle benötigt. Während diese für die Instandhaltungs- und Erneuerungskosten bei Voraussetzung determinierter Intervalle verhältnismäßig einfach aufgebaut sind, ist für die Abbildung der Ausfallkosten ein höherer Aufwand erforderlich. Ausfallkosten werden wesentlich von der Ausfallhäufigkeit der Betriebsmittel bestimmt, welche eine stochastische, vom Betriebsmittelzustand abhängige Größe ist. Der Betriebsmittelzustand wird von Faktoren wie Qualität, Belastung und Instandhaltungsintensität beeinflusst. Als Größen zu seiner Quantifizierung dienen der Ausfallabstand (Zyklusdauer) und die Lebensdauer.

Mathematische Funktionen zur Beschreibung der Zyklus- und Lebensdauer sind daher wesentliche Elemente für die Formulierung einer von der Instandhaltungsintensität abhängigen Ausfallkostenfunktion. Im vorliegenden Ansatz entsprechen die mathematischen Funktionen statistischen Dichtefunktionen. Die Dichtefunktion wird theoretisch aus dem Differential der Verteilungsfunktion gebildet. Praktisch (empirisch) entspricht die dem Histogramm (von Zyklus- oder Lebensdauer).

Die vorliegende Arbeit ist im Speziellen der Bestimmung der Lebensdauerdichtefunktionen gewidmet, wobei die Betriebsmitteltypen "Masten" und "Seile" betrachtet werden. Es wird ein Verfahren beschrieben, mit welchem die Parameter einer Lebensdauerdichte auf Basis des Lebensdauerhistogramms geschätzt werden können. Das Verfahren beruht auf einer evolutionsstrategischen Minimierung der Quadratsumme der Abstände zwischen Dichtefunktion und Histogramm durch Anpassung der Dichtefunktionsparameter. Vor Anwendung des Verfahrens muss ein geeigneter Dichtefunktionsstyp unter Berücksichtigung der Gestalt des Histogramms angenommen werden. Zur Demonstration werden die Lebensdauerdichtefunktionen für einige Kollektive der oben genannten Betriebsmitteltypen bestimmt. Die Auswertungen erfolgen mit den Daten der 20kV Spannungsebene eines Landes- Elektrizitätsversorgungsunternehmens.

2. Lebensdauerichte der 20kV Freileitungsabschnitte (Seile)

Innerhalb des Beobachtungszeitraums von 1926 bis 2002 wurden 1423 Freileitungsabschnitte, entsprechend ca. 50% der Gesamtanzahl der beobachteten Elemente, wenigstens ein einziges Mal erneuert. Diese Elemente bilden die Stichprobe für die Schätzung der Lebensdauerverteilung. Nach Bereinigung (vermutlicher) Datenfehler ergibt sich das Lebensdauerhistogramm der Abb. 1. Es fällt auf, dass einerseits ein erheblicher Anteil von Elementen bereits bei einem Alter von 10 bis 20 Jahren außer Betrieb genommen wird, während andererseits ein nicht vernachlässigbarer Anteil das Alter von 40 Jahren überschreitet. Die Elemente mit auffällig hohem Lebensalter bestehen durchwegs aus Seilen des Typs 133/21 Al/St, welche im Zeitraum von 1926 bis 1934 in Betrieb genommen wurden. Nach derzeitigem Wissensstand kann keine eindeutige Erklärung für die Ursachen des Auftretens extremer Betriebsdauern angegeben werden. Extrem lange Betriebsdauern könnten dadurch zustande kommen, dass das Außerbetriebnahmedatum nicht richtig erfasst wurde. Extrem kurze Betriebsdauern sind offensichtlich das Ergebnis vorzeitigen neuen Verseilens, wobei nicht auszuschließen ist, dass die ausgewechselten Seile später weiter verwendet wurden.

Die empirischen, aus dem Histogramm berechneten Kenngrößen lauten: Mittelwert 27,55 Jahre, Standardabweichungen 8,98 Jahre und Modalwert 31 Jahre. Wendet man auf das Histogramm der Abb. 1 das Verfahren der evolutionsstrategischen Parameteranpassung an, so erhält man die in Abb. 2 dargestellten Lebensdauerdichtefunktionen und die in Tabelle 1 angegebenen Dichtefunktionsparameter.

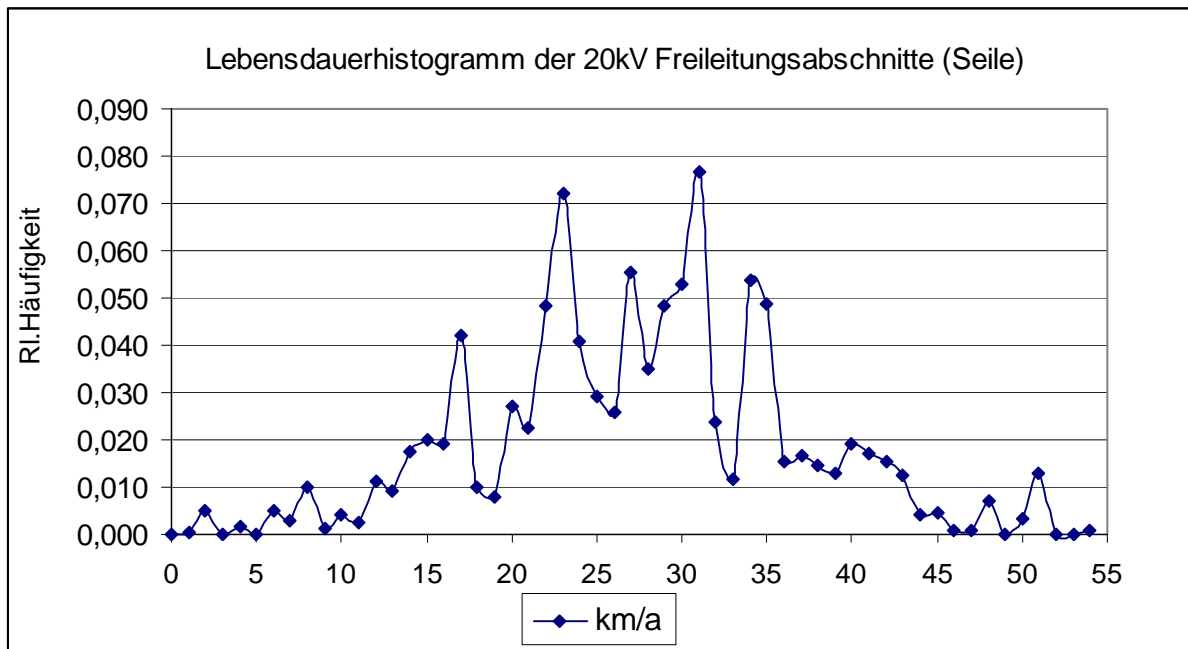


Abb. 1: Lebensdauerhistogramm der 20-kV Seile

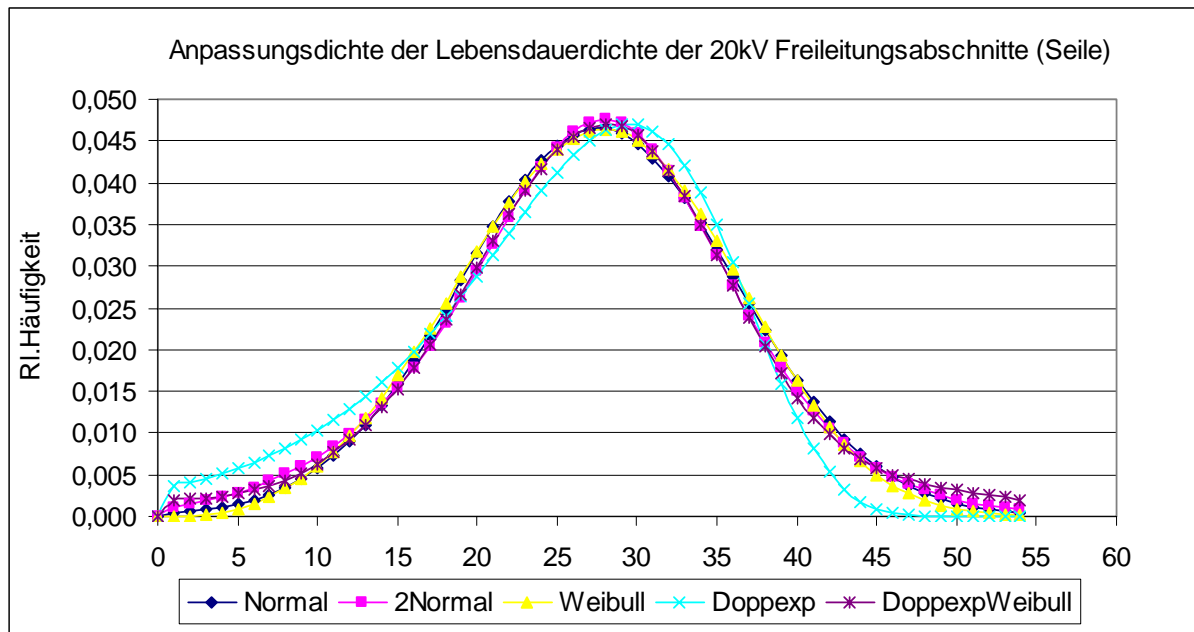


Abb. 2: Lebensdauerdichtefunktionen der 20kV Seile

Tabelle 1: Dichtefunktiosparameter für 20kV Seile

	Dichtefunktionstyp				
	Normal	2Normal	Weibull	Doppexp	DoppexpWeibull
Erwartungswert	27,58	27,33	27,44	25,75	27,51
Standardabweichung	8,51	8,87	8,28	8,81	9,07
Erwartungswert Modalwert	27,58	26,64;28,47	30,41	29,50	33,90;29,78
Zeitparameter Standardabweichung					
Streuung	8,51	10,34;6,22	3,68	8,03	17,29;4,14
Formparameter					
Zeitverschiebung	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zielfunktion	6,7472E-03	6,6865E-03	6,7813E-03	7,1629E-03	6,6716E-03

Anpassungen mit zwei überlagerten Verteilungen (2Normal, DoppexpWeibull) ergeben bessere Resultate als Anpassungen mit einfachen Verteilungen, wie aus den Zielfunktionen der Tabelle 1 zu entnehmen ist. (Je kleiner der Funktionswert, desto besser die Anpassung).

In Tabelle 2 werden die Resultate der Dichtefunktionsanpassungen für weitere Betriebsmitteltypen angegeben. Kabel bzw. Gittermasten besitzen im Mittel kleinere Lebensdauern als Freileitungen, bzw. Holzmasten. Die Lebensdauern von Betonmasten übersteigen im Durchschnitt jene von Holzmasten, ihre Werte streuen jedoch sehr stark. Unterschiede zwischen den Lebensdauer- Mittel- und Erwartungswerten von Holzmasten werden durch Datenstreuungen verwischt, wobei jedoch die Tendenz zu erkennen ist, dass Masten mit Salzimpregnierung länger in Betrieb verbleiben können als solche mit Teerimpregnierung, und dass die Ausstattung mit Betonfüßen eine Verlängerung der Einsatzdauer bewirkt. Dieser Effekt ist jedoch so schwach ausgeprägt, dass eine Ausstattung

mit Betonfüßen eher durch Sicherheits- als durch Kostenaspekte zu rechtfertigen ist.

Tabelle 2: Parameter der Lebensdauerdichten von Betriebsmitteln der 20kV Spannungsebene

Komponente	Empirische Werte		Theoretische Werte		Für beste Anpassung
	Mittelwert	Standardabweichung	Mittelwert	Standardabweichung	
Freileitungsabschnitte (Seile)	27,55	8,51	27,33	8,87	2Normal
Kabel	20,1	5,8	20,01	4,24	2Normal
Holzmast	27,82	10,74	27,54	10,45	2Normal
Holzmast Typ TE ohne Betonfuß	26,88	9,88	27,08	9,82	2Doppexp
Holzmast Typ TE mit Betonfuß	28,77	10,83	28,1	10,55	2Normal
Holzmast Typ WA	27,56	9,94	27,3	9,23	2Weibull
Holzmast Typ A	27,26	10,56	27,28	10,62	2Normal
Holzmast nach Grundimprägnierung Teer	26,59	9,98	26,9	9,85	2Normal
Holzmast nach Grundimprägnierung Salz	31,33	11,98	31,03	11,91	2Normal
Gittermast	23,87	11,34	23,72	11,13	2Normal
Betonmast	34,54	22,81	35,27	21,35	2Normal

3. Zusammenfassung

Die Lebensdauerverteilungen der untersuchten 20kV Betriebsmittel können in den meisten Fällen durch zwei zusammengesetzte Normal- Doppelpexponential- oder Weibullverteilungen gebildet werden. In einigen Fällen kann jedoch auch mit einfachen Verteilungen dieses Typs das Auslangen gefunden werden.

Ein Mangel der verfügbaren Datenbasis besteht darin, dass sie keine Aufzeichnungen über die Ursachen von Ausfällen, über vorgenommene Wartungsarbeiten und über den beabsichtigten Austausch von Betriebsmitteln enthalten. Es ist somit nicht möglich, diese Einflussfaktoren aus den Daten zu extrahieren, und so die um die genannten Einflussfaktoren bereinigten Lebensdauerdichten zu erhalten. Ebenso wenig ist es möglich, eine Aufgliederung nach instandhaltungsabhängigen und instandhaltungsunabhängigen Alterungsprozessen vorzunehmen. Um auf Basis der vorhandenen Daten eine gesicherte Aussage über den Einfluss der Instandhaltungsintensität auf die Ausfallabstände und Lebensdauern der Betriebsmittel machen zu können, sind zusätzliche Information des Netzbetreibers erforderlich. Die Untersuchungen machen daher deutlich, dass eine sorgfältig gepflegte Betriebsmitteldatenbasis, welche insbesondere auch die Beschreibung der Störungsereignisse enthalten sollte, eine unverzichtbare Grundlage für die Entwicklung zukünftiger Instandhaltungsstrategien darstellt.

4. Literaturverzeichnis

Demiri, B.; Theil, G.: Ermittlung der Lebensdauerverteilungsfunktionen von Betriebsmitteln elektrischer Mittelspannungsnetze. Forschungsbericht FB5/2005. Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Technische Universität Wien

Bereich Energiewirtschaft

Induced Technological Change and Diffusion

Nebojsa Nakicenovic

The objective is to better understand the dynamics of technological diffusion and their adoption. Historically, the development and diffusion of new technologies has been a main driving force of productivity improvements and hence economic growth and development. Technology is both one of the main drivers of adverse human impacts on environment as well as one of the main ways of mitigating these adverse effects: It is both the cause and the main solution of future environmental and economic challenges.

The introduction and market deployment of new and advanced energy technologies is a slow process. For example, the historical replacement of older by new energy systems and sources took on the order of more than 20 to 50. Most of the new and advanced energy technologies are currently costlier than their conventional counterparts in use today. Generally, cost reductions and improvements will be required to assure timely replacement of fossil intensive systems by those with lower or zero emissions. This is a global process that cannot be limited to just some parts of the world, even though the specific measures and policies need to be local. At the same time, technology improvement prospects are uncertain. Investments in new and advanced technology will only achieve improvements and cost reductions in some cases. However, the corollary is also true, without such uncertain investments there surely will be no improvements. Thus, experimentation and accumulation of experience are indispensable to achieve technological change and the replacement of old by new systems. The research approach will involve empirical case studies of technological change including learning by doing and by using, technology life cycles and substitution of old by new technologies.

Convergence Electricity and Hydrogen Technologies

Nebojsa Nakicenovic

The objective is to assess possible synergies and complementarities of electricity and hydrogen technologies and their possible convergence into new technology clusters within future energy systems. This will involve comparative studies of individual technologies that would be required to convert various primary energy sources into electricity and hydrogen, to transport and distribute the two energy carriers and to provide energy services. Currently, most of the hydrogen technologies are quite embryonic and are associated with very high costs. So are some of the electricity technologies, such as storage. The research activities will involve evaluation of current performance and costs of these technologies and infrastructures. They will assess the future improvement potentials with increasing scales of applications, possible spill-overs across technologies and emergence of technology “clusters” that might enhance each other.

The assessment will be systems oriented. Technologies and infrastructures will not be studied in isolation, but rather in the context of evolving energy systems and end use. This will identify possible path-dependences and cross-dependencies of individual technologies with respect to other components of electricity and hydrogen energy systems. The tools applied in the analysis will include evaluation of technological development starting with early niche applications and deployment, learning-by-doing and widespread diffusion. Models will include a technology database and engineering models of energy systems.

Greenhouse Gas Emissions Scenarios

Nebojsa Nakicenovic

The objective is to document new baseline and stabilization scenarios in the literature since the publications of the IPCC Special Report on Emissions Scenarios (SRES, Nakicenovic et al., 2000) and Third Assessment Report (TAR, Morita et al., 2001). It reviews the use of the SRES reference and TAR stabilization scenarios and compares them with new scenarios that have been developed by the modeling community during the last five years. Of special relevance is a how representative the SRES ranges of driving forces and emissions are of the newer scenarios in the literature. Other important aspects of this review include methodological, data and other advances since the time the SRES scenarios were developed. The focus of the chapter is on scenarios that stabilize atmospheric concentrations of GHG and other relevant anthropogenic substances that are radiatively active in the atmosphere such as sulfur aerosols.

The main finding from the comparison of SRES and new scenarios in the literature is that the uncertainties as represented by the ranges of main driving forces and emissions have not changed very much. The main change is that population projections are now generally lower, but they have not been fully implemented so far in the emissions scenarios in the literature. However, this will have to be considered in any new scenario exercise. Economic growth perspectives have not changed much even though they are among most intensely debated aspects of SRES scenarios. In particular, very few of the new scenarios are calibrated in purchasing power parities (PPP) so that most of the literature (more than 99 percent of all scenarios in the literature) is still based on market exchange rates. There have been some changes in the distribution of the carbon dioxide emissions. There are now more scenarios that explore both the upper and the lower of the SRES emissions changes. There are also many more new scenarios that include all gases and not only carbon dioxide.

1. **GreenNet-EU27: Guiding a Least Cost Grid Integration of RES-Electricity in an extended Europe**

Projektleitung: Hans Auer

Projektmitarbeiter: Gustav Resch, Thomas Faber, Carlo Obersteiner, Lukas Weißensteiner, Wolfgang Prügler

Projektpartner: 17 Projektpartner aus 11 EU- und Beitrittskandidatenländern,

Auftraggeber: Europäische Kommission (DG TREN)

Zeitdauer: 1. Jänner 2005 – 31. Dezember 2006.

Abstract:

The core objective of the project GreenNet-EU27 is to derive least cost strategies for RES-Electricity grid integration into the European electricity grids.

The most important related objective of this project is to disseminate the project results and the practical guidelines to a broad audience, especially to key stakeholders as there are decision makers, regulators, grid companies and RES-E generators.

Further related objectives are:

- to identify existing regulatory barriers and distortion in RES-E grid integration in general and cost allocation in particular,
- to analyse the advantages, cost, system stability and security of supply issues of large scale RES-E grid integration from the grid systems point-of-view
- to identify best-practice RES-E grid integration cases in different European countries under different constraints
- to facilitate networking between several important decision makers and stakeholders, and to stimulate a common understanding of optimal least cost RES-E grid integration concepts for the future.

Description of Work

The work plan of the project **GreenNet-EU27** includes the following cornerstones:

- Comparative empirical case studies on RES-E grid integration (and derivation of best-practise) in different EU countries with different RES-potentials, grid structures and policy objectives.
- Application and extension of existing software models (notably the simulation model GreenNet and system stability analysis tools developed in the WILMAR project) supplementing empirical investigations.
- Comprehensive involvement (interviews, reviews) of stakeholders in the consortium (as well as outside) for identification of strengths and weaknesses of both existing national approaches (taking into account different system configurations of the UCTE-, Nordel-, UK-region) and of the models applied.
- Synthesis of different results and derivation of tailored guidelines and action plans for decision makers and key stakeholders on least cost RES-E grid integration concepts under different constraints.

- Conducting comprehensive ongoing as well as final and post-project dissemination activities.

2. INVERT – Models for Saving public money

Projektleitung: Lukas Kranzl, Michael Stadler, Claus Huber, Gustav Resch, Reinhard Haas

Auftraggeber: European Commission, DG TREN, ALTENER

Zeitdauer: 1. Mai 2003 - 30. April 2005

The objective of this project is to change fundamentally the currently inefficient financial support systems for renewable energy sources (RES) and energy efficiency (RUE) towards more efficient incentive-based ones. These new promotion systems are targeted using a least-cost approach and a rigorous benchmarking system. This ensures that a higher share of RES as well as substantial efficiency improvements are brought about with less public money. Financial support systems for fossil fuels are also considered. In order to identify the optimum solution for a region or a country by means of minimising public expenses a computer simulation tool is developed.

The major result will be a simple and transparent incentive-based approach to promote RES and RUE with minimum public costs. It takes into account the typical features of single regions and technologies and ensures that location-tailored support systems are implemented. The main products/deliverables from this work will be:

- >> A computer-based simulation model applicable for EU countries as well as for associate Member States together with energy policy strategies.
- >> A comprehensive database with cost curves for technologies (e.g. PV, fuel cells, small CHP, heat pumps, wind turbines, building insulation, biomass boilers).
- >> A detailed action plan describing step-by-step how to approach the optimum portfolio of instruments for successful simultaneous implementation of RES and RUE technologies in different EU countries.
- >> A comprehensive dissemination package by Internet, WebPages, CD-ROMs, and dissemination workshops in Brussels, Vienna and Thessalonica.

Further information: www.invert.at

3. OPTRES: Assessment and optimisation of renewable support schemes in the European electricity market,

Projektleitung EEG: Claus Huber (bis July 2005), Gustav Resch, Thomas Faber, Reinhard Haas

Koordinator: FhG-ISI Karlsruhe (DE)

Auftraggeber: European Commission, DG TREN, EIE

Zeitdauer: 1. Jänner 2005 – 31. Dezember 2006

Absract:

The effectiveness and the efficiency of current and future RES-E support schemes shall be analysed with specific focus on a single European market for renewable electricity products. Current best practices shall be identified, and (future) costs of RES-E and the corresponding support necessary to initiate stable growth shall be assessed. The **central questions** of this project are the following:

What is the current level of support for RES-E in Europe compared to the corresponding costs of RES-E generation?

Which of the currently implemented support schemes (capital subsidy, feed-in law, obligation, portfolio standard, tender procedure) are most effective and which are most efficient?

Which interactions between various RES-E support schemes in different countries exist?

Which interactions of RES-E support schemes with other policies like CO₂ certificate trading occur?

Which innovative policies and regulatory frameworks might be superior to the currently existing ones?

Is a harmonisation of RES-E support in Europe preferable with respect to effectiveness and to efficiency in the future and which instruments are optimal in a harmonised scenario?

Which level of technology deployment is needed for a self sustained growth of the different RES-E technologies?

To answer these questions a work phase of **extensive data gathering and fact finding** on current policies, green electricity prices, market barriers, costs and potentials of RES-E will be followed by an in depth **assessment of the impact** of different policy schemes and their mutual interactions based on historical data. The next and central step of the project will be **comprehensive modelling** of future policies (efficiency, effectiveness, risk assessment, sensitivity of costs on parameters like interest rates) based on the model **Green-X**.

The major result of this project will be to provide and disseminate essential information with respect to RES-E deployment and support schemes as well as regarding promising GHG reduction strategies to various stakeholders. In more detail, the following main results will be provided:

an internet based information platform: To guarantee a wide gain from the project results, most important data with respect to RES-E potential and costs as well as simulation outcomes will be available on the project website. A discussion forum facilitates the dissemination and opinion-forming.

a detailed action plan for policy makers finding a set of efficient and sustainable policies to integrate RES-E with other EU-related objectives, such as rational electricity use and climate change abatement over time. These recommendations will be given both for individual countries and for the EU as a whole and will consider harmonised (i.e. EU-wide comprehensive strategies) and non-harmonised strategies (i.e. individual strategies of each Member State)

recommendations to help various stakeholders in deriving an economically efficient portfolio strategy in liberalised electricity market under the constraints of RES-E development and energy efficiency improvement;

The research consortium is build around the leading partners in the FORRES 2020 project that was used to assist DG TREN in formulating the first Commission report on national progress towards RES-E targets and in preparing a first outlook on possible RES targets for 2020. The consortium is based in six European countries. Its member represents energy consultancies, academic and research institutions, NGO's and electricity producers and suppliers.

4. Service Contract on “Renewables Work Programme 2005” RES targets for 2020

Projektleitung EEG: Gustav Resch, Thomas Faber, Reinhard Haas
Koordinator: FhG-ISI Karlsruhe (DE)

Auftraggeber: European Commission, DG ENV

Zeitdauer: 1.Dezember 2005 – 31. März 2006

Abstract:

The core objective of this project is to produce an independent in-depth analysis and assessment of the economic costs and benefits associated with the development of renewable energy in the European context up to 2020. Thereby, intensive support will be given for the Commission's work on the extended impact assessment on targets for renewables for 2020.

To achieve the overall aim of providing guidance to policy makers, **a comprehensive quantitative analysis** will be carried by application of a well known software tool with respect to forecasting the deployment of RES in a real-world policy context, namely the **Green-X** model². This tool fulfils all requirements with regard to the requested analytical framework for the assessment:

- It covers geographically the EU-27 (incl. Bulgaria and Romania), but can easily be extended to other countries such as Croatia;
- It includes adequate modelling of the wider energy markets, allowing e.g. to investigate interactions with GHG-policy;
- The modelling approach to describe supply-side generation technologies is to derive dynamic cost-resource curves by RES option (within each energy sector) and by

² The model **Green-X** has been initially developed by the Energy Economics Group (EEG) at Vienna University of Technology in the research project “Green-X – Deriving optimal promotion strategies for increasing the share of RES-E in a dynamic European electricity market”, a joint European research project funded within the 5th framework program of the European Commission, DG Research - Contract No. ENG2-CT-2002-00607.

For details on model or project please visit the project web-site www.green-x.at.

country, allowing a perfectly suitable representation of technological learning and technology diffusion.

- It is perfectly suitable to investigate the impact of applying different energy policy instruments (e.g. quota obligations based on tradable green certificates, feed-in tariffs, tax incentives, investment subsidies).

The analysis will focus on:

- Costs of applying least cost solutions for meeting a 20% share of renewable energy sources (in terms of primary energy) in 2020, including its allocation on sectoral, country and technology level, respectively.
- Comprehensive sensitivity analysis on various key parameters and boundary conditions, including – if requested – assumptions regarding the evolution of primary energy prices, technological learning, available country-specific resource potentials in a dynamic context. The sensitivity investigations may also include a discussion of applied energy policy instruments as well as issues referring to a possible harmonisation of support schemes, the sectoral or country-specific allocation of 2020-targets, etc.. Furthermore the general effect of RES-E deployment on the development of the GDP on EU-25 level will be assessed for one specific scenario.
- Impact assessment of an increased deployment of renewable energy in the European internal electricity market, including a qualitative discussion as well as quantitative analysis of grid integration aspects with regard to fluctuating renewable energy sources.

The results of the analysis will be presented in a set of **transparent indicators**

- that provides insight in the possible future implementation of renewable energy sources up to 2020 under different boundary conditions – for the European Union as a whole as well as country-level.
- through which the impact in terms of costs (e.g. from a consumer point-of-view) and associated requirements (e.g. with respect to grid integration) will be depicted in a clear and intelligible manner.

5. Determination of a robust utilization of environmentally enhanced biomass potentials in Europe

Projektleitung EEG: Claus Huber (bis July 2005), Gustav Resch, Thomas Faber, Reinhard Haas

Koordinator: EEG (TU Wien)

Projektpartner: FhG ISI, Ökoinstitut Freiburg

Auftraggeber: European Environmental Agency

Zeitdauer: 1. April 2005 – 30. April 2006

6. SRS NET & EEE: “Scientific Reference System on new energy technologies, energy end-use efficiency and energy RTD”

Projektleitung: National Technical University of Athens, Greece

Projektleitung EEG: Claus Huber (bis July 2005), Gustav Resch, Thomas Faber, Reinhard Haas

Auftraggeber: European Commission, DG TREN

Zeitdauer: 16. Dezember 2004 - 1. Jänner 2006

Abstract:

A Scientific Reference System (SRS) will be set up to enhance availability, quality, completeness of data on new energy technologies and energy end-use efficiency options. This project will produce unbiased, validated, organised and scientifically agreed technical and economic information on renewable energy and end-use efficient energy technology. Moreover, comparisons with other clean energy technologies of comparable importance for sustainable development e.g., Fuel Cells, H₂-vectors and Heat Pumps, will be done.

In order to underpin sustainable energy R&TD-strategies, all energy technologies (incl. fossil, nuclear) will be covered in collecting all historical European energy R&TD expenditure data since the 1960s.

Today only fragmented or inconsistently categorised data is available. It lacks verification via quality systems and is not yet suited for comparative integration. The SRS resolves this: A EU-25 synopsis of available data will be co-ordinated, discrepancies will be discovered and possibly resolved, and best practice statistical methods identified.

In an ERA approach, the SRS joins IEA, EU-institutional, national and academic data-providers, and experts for energy-technology, -economy and -policy research. Results will underpin future energy-economy-environment models and EU regulations with references, thus supporting sustainable energy policy and Global Change Mitigation.

The project structure consists of:

- 1) Co-ordination
- 2) Methodology
- 3) Technology Data Validation Synopsis
- 4) Energy R&TD Expenditure Data Gathering [public + private]
- 5) Consensus Building and Diffusion for Decision Support.

The last work-package will integrate, publish and disseminate results from all work-packages via an open platform for stakeholders to feedback i.e., the interested scientific community, policy- and decision-makers and public. There will be a Yearly Report, and a stakeholders' conference for scientific and political Consensus Building near end-of-project.

7. Fourth Assessment Report (AR4) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Coordinating Lead Author: Nebojsa Nakicenovic

Auftraggeber: IPCC

Zeitdauer: 1. Jänner 2005 - 31. Dezember 2007

Objectives:

The IPCC was jointly established in 1988 by the World Meteorological Organization (WMO) and the United Nations Environment Programme (UNEP). Its terms of reference are to: 1. Assess available information on the science, impacts, adaptation and mitigation of climate change; and 2. provide advice to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Since its establishment, the IPCC has produced a series of Assessment Reports (1990, 1995 and 2001), Special Reports, Technical Papers and methodologies, which have all become standard works of reference, widely used by policymakers, scientists, experts and students. In 2004, the IPCC started working on its Fourth Assessment Report (AR4) to be completed in 2007. It is expected that each of the three AR4 reports will involve few hundred scientists and experts. Nebojsa Nakicenovic who was involved in IPCC assessments from the beginning and who chaired its Special Report on Emissions Scenarios, after nomination by the Government of Austria has been appointed Coordinating Lead Author for the assessment of scenarios in AR4. This part of AR4 will be produced by the Working Group III of the IPCC and will focus on assessing the scenarios in the literature that mitigate climate change and eventually lead to the stabilization of atmospheric greenhouse gases at levels that are not dangerous as specified by the Article 2 of the UNFCCC. The overall objective is to provide the most comprehensive and up-to-date scientific, technical and economic assessment of options to mitigate climate change, their costs and timing.

8. Millennium Ecosystem Assessment (MA) – Strengthening Capacity to Manage Ecosystem Sustainability for Human Well-Being – Assessment Report on Scenarios

Coordinating Lead Author: Nebojsa Nakicenovic

Zeitdauer: 1. Jänner 2005 - 31. Dezember 2005

Objectives:

The Millennium Ecosystem Assessment (MA) is an international work program designed to meet the needs of decision-makers and the public for scientific information concerning the consequences of ecosystem change for human well-being and options for responding to those changes. The MA was launched by United Nations Secretary-General Kofi Annan in June

2001 to help meet assessment needs of the Convention on Biological Diversity (CBD), United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD), the Convention on Wetlands (Ramsar), and the Convention on Migratory Species (CMS), as well as needs of other users in the private sector and civil society. The three global MA technical assessment reports (Conditions and Trends; Scenarios; Responses) completed their first round of review by governments and experts between in 2004. The technical assessment reports provide a critical assessment of the state of knowledge concerning issues of relevance to decision-makers. designed to meet the needs of decision-makers and the public for scientific information concerning the consequences of ecosystem change for human well-being and options for responding to those changes. More than 700 scientists from 90 countries are carrying out the MA with hundreds of additional experts involved in the review process. Nebojsa Nakicenovic is a Coordinating Lead Author for the Scenarios Report of MA with the responsibility to assess the implications of the scenarios for diverse groups of stakeholders ranging from local communities to international environmental agreements. The MA scenarios capture the social, economic, and political characteristics of the four development paths, their consequences for the demand for ecosystems goods and services, the principal ways societies manage their relations with nature to fulfil those demands, and the fundamental implications for ecosystems.

9. Wasserstoff und Elektrizität – aktuelle Projekte, internationale Entwicklungen, und zukünftige Möglichkeiten

Projektleitung: Nebojsa Nakicenovic, Amela Ajanovic

Auftraggeber: Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs

Zeitdauer: 1. Jänner 2004 - 31. Dezember 2005

Zielsetzung:

Eine der wesentlichen Zielsetzungen der Untersuchung ist es, einen umfassenden aber benutzerfreundlichen Überblick über aktuell laufende und geplante Projekte, internationale Entwicklungen und zukünftige Perspektiven im Bereich Wasserstoff und Elektrizität zu geben. Die Untersuchung soll vor allem Gewicht auf jene interessanten Entwicklungen legen, welche eine hohe Relevanz für die österreichische Situation haben. Eine weitere Zielsetzung ist es, mögliche Verbesserungen von Wasserstoff Technologien bezüglich Kosten und Marktchancenentwicklung zu identifizieren. Von speziellem Interesse sind in diesem Zusammenhang jene Technologien, welche zur Konvergenz von Wasserstoff und Elektrizität führen und neue Märkte und Möglichkeiten eröffnen.

Kurzbeschreibung:

Eine Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse wird es als leicht lesbarer Bericht in gedruckter und/oder elektronischer Form geben. Gleichzeitig wird jedoch auch sehr detaillierte Information über die Untersuchungen in einerseits elektronischer Form als Download und andererseits als umfassende Dokumentation in Form einer Website zur Verfügung gestellt. Die Ergebnisse werden auch eine Datenbank mit Daten von aktuellen und

geplanten Projekten, allen internationalen Entwicklungen und zukünftigen Perspektiven beinhalten. Beides – Website und Datenbank – werden auch viele Referenzen zu Literatur und anderen Websites integrieren.

Die Analysen der Untersuchungen haben Relevanz für folgende Bereiche:

Entwicklung von neuen Technologien und Anwendungsmöglichkeiten

Reduktion von Technologiekosten und volkswirtschaftlichen Kosten

Reduktion von CO₂ und anderen Schadstoffemissionen

Möglichkeit, neue Geschäftsfelder zu identifizieren, die aus der Technologiekonvergenz oder aus Kombinationsmöglichkeiten heraus entstehen könnten.

10. Global Scenarios for the Energy Infrastructure Development

Projektleitung: Nebojsa Nakicenovic, Amela Ajanovic

Auftraggeber: Central Research Institute of Electric Power Industry, Japan und International Institute for Applied Systems Analysis, Austria

Zeitdauer: 2004 – Februar 2005

Objectives:

The objective of the study is to develop four alternative “storylines” (narrative descriptions with some quantifications) to inform the process of formulating scenarios that assess how the “Hydricity” (hydrogen and electricity) energy systems of the future and their associated infrastructures could emerge in the next 50 years and beyond. Detailed quantitative analysis of the scenarios is beyond the scope of this study. The spatial scale of the analysis will be primarily global, with regional breakdown where appropriate in order to understand the interaction of technological and infrastructural development at regional scales.

Description of work:

The storylines will address the following topics:

1. Analysis of the centralized energy systems and decentralized energy systems. Under what condition the decentralized energy systems may evolve, or not? What are the key drivers of the scenarios and how the scenario will develop?
2. What is the role of existing centralized infrastructure such as electricity production facilities, transmission grids, and gas grids? Do they expand, transform to other shapes, or shrink and disappear in the future?
3. Have the energy systems in developed countries been already “locked-in” to the centralized systems, to the extent that decentralized energy systems will find only limited-in-scale and complementary markets at most in the future? If yes, will the same “lock-in” inevitably occur in the developing countries as well? Urbanization may be one of the key drivers for the decentralized systems.
4. The transport sector may serve as the key driver to push the energy sector towards a decentralized system. What may be the consequences of such a revolutionary change in

transportation sector to the whole energy system including residential and industrial sector?

5. How the costs and benefits of centralized grid systems and decentralized energy systems (e.g., CHP, small scale biomass plants, etc.) may differ in the alternative scenarios? What may be the robust national & international policy strategy given the alternative storylines?

11. RE-XPANSION

Projektleitung: EWEA

Projektleitung EEG: Hans Auer, Assun Lopez-Polo, Claus Huber, Gustav Resch, Thomas Faber

Auftraggeber: European Commission, DG TREN, Tender

Zeitdauer: 1. Mai 2003 - 30. April 2005

The core objective of RE-XPANSION is to derive requirements and disseminate recommendations to secure stable framework conditions in the process of developing a European-wide framework for expansion of RES-E and securing the EU's targets for RES-E.

The expansion of RES-E in Europe will entirely depend on the conditions in place at national level and EU level. As the EU is gradually moving towards the implementation of RES-S in the Internal Electricity Market, the need for harmonization and removal of barriers to trade becomes increasingly evident. Unless stable conditions for investments exists it will be impossible to meet the EU's ambitious goals. RE-XPANSION will bridge the gap between the theoretical economic analysis of possible European-wide systems, the regulatory framework and the actors active in the renewable energy industries.

The major expected results are practical guidelines for the policy makers to organise a stable and predictable future European RES-E market place, on the one hand, and conditions for several stakeholders involved to clearly evaluate their short- and long-term business opportunities. In particular the following results are expected to overcome currently existing obstacles:

- Guidelines on the overall expectations of stakeholders in a European RES-E market place
- Guidelines for the implementation of the most efficient financial RES-E supporting systems in the EU
- Guidelines on optimal conditions to minimise RES-E investment risk
- Guidelines to overcoming several RES-E grid interconnection and operational barriers
- Guidelines on the maximisation of value of intermittent RES-E generation
- Guidelines on the optimal market design of balancing and settlement systems to met intermittent RES-E generation

12. PV ENLARGEMENT: European-wide and standardised comparison of innovative grid-connected PV technology

Projektleitung: WIP München, Deutschland

Projektleitung EEG: Reinhard Haas, Demet Suna Assun Lopez-Polo,

Auftraggeber: European Commission, DG TREN, 5th FP

Zeitdauer: 1. Jänner 2003 - 30. Dezember 2006

PV Enlargement ist ein EU Projekt, das in 10 EU- und CEE-Ländern durchgeführt wird. Dabei soll es Hochschulen und weiterbildenden Schulen ermöglicht werden, Photovoltaikanlagen zu errichten, die mit einem europaweiten Monitoringssystem ausgerüstet sind. Die gespeicherten Daten werden täglich von einer von einer zentralen Stelle gesammelt, ausgewertet und wieder ins Netz gestellt. Der große Vorteil liegt darin, dass quasi online Daten von Nord- bis Südeuropa abrufbar sind. Den Studenten steht eine umfangreiche Datenbank aus diesem Netz für ihre arbeiten in wissenschaftlichen Bereichen zu Verfügung.

Alle Photovoltaikanlagen in Österreich sind interessante, innovative bzw. architektonische Highlights, die gemeinsam in einem Verbreitungskonzept eingebunden werden.

13. Modellierung von Kraftwerksbetrieb und Regelenenergiebedarf bei verstärkter Einspeisung von Windenergie in verschiedene Energiesysteme unter Berücksichtigung des Lastmanagements

Projektleitung: Hans Auer, Carlo Obersteiner

Projekt- bzw. Kooperationspartner: Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (FhG-ISI) Karlsruhe

Auftraggeber: Energiesysteme der Zukunft

Zeitdauer: 1. Jänner 2004 - 30. Juni 2005

Kurzbeschreibung

Simulation von optimalen Strategien der Integration von Windenergie für Österreich und Deutschland unter besonderer Berücksichtigung des Lastmanagements mit dem Ziel der Minimierung des Regelenenergiebedarfs bzw. Maximierung des resultierenden CO₂-Einspareffekts

Das zentrale Ziel dieses Projektes ist in einem ersten Schritt die Beantwortung der in der Praxis sehr kontrovers diskutierten offenen Frage des resultierenden Beitrags der Windstromeinspeisung zur CO₂-Einsparung, gestützt auf robusten Ergebnissen eigener Simulationsberechnungen des österreichischen und deutschen Energiesystems und unter besonderer Berücksichtigung bisher vernachlässigter Maßnahmen des Lastmanagements zur Minimierung des Regelenenergiebedarfs. In einem weiteren Schritt werden schließlich Handlungsempfehlungen (insbesondere für Österreich) für eine optimale zukünftige

Integration von Windenergie unter Berücksichtigung einer Vielzahl von erzeuger- und verbraucherseitiger Anpassungsmöglichkeiten unter verschiedenen Randbedingungen abgeleitet.

14. Faire Wettbewerbsbedingungen für "Virtuelle Kraftwerke"

Projektleitung: Hans Auer,

Projektmitarbeit: Lukas Weißensteiner, Carlo Obersteiner

Projekt- bzw. Kooperationspartner: oekostrom AG für Energieerzeugung und –handel, SIEMENS AG Österreich - PSE E&I

Auftraggeber: Energiesysteme der Zukunft

Zeitdauer: 1. Jänner 2004 - 30. Juni 2005

Kurzbeschreibung

Analyse der notwendigen technischen, ökonomischen und regulativen Rahmenbedingungen, um „virtuellen Kraftwerken“ auf Basis erneuerbarer Energiequellen faire Wettbewerbsbedingungen im liberalisierten Strommarkt zu sichern.

Durch die Liberalisierung des österreichischen Strommarktes eröffnet sich grundsätzlich für jedes Stromerzeugungsunternehmen die Möglichkeit, dessen Produktion selbst an Endkunden oder Weiterverteilern zu vertreiben. In der Praxis sehen sich jedoch neue dezentrale Erzeugungseinheiten mit vornehmlich kleiner Leistung mit großen Barrieren konfrontiert. Im Vergleich zu den alteingesessenen Stromerzeugern mit hauptsächlich großen Erzeugungseinheiten erfahren diese kleineren, oftmals fluktuierenden Erzeugungseinheiten gravierende Wettbewerbsnachteile, die sich neben ökonomischen Barrieren auch in administrativen Hürden bzw. hohen Transaktionskosten manifestieren.

Das konkrete Ziel dieses Projektes ist es, unter Berücksichtigung der Besonderheiten der österreichischen Stromwirtschaft die erforderlichen technischen, ökonomischen und regulativen Rahmenbedingungen detailliert zu untersuchen, um für „virtuelle Kraftwerke“ basierend auf erneuerbaren Energiequellen die Wettbewerbsbedingungen zukünftig substantiell zu verbessern.

15. Wasserstoff aus erneuerbarer Energie in Österreich – Ein Energieträger der Zukunft?

Projektleiter: Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH

Kooperationspartner: TU-Wien, Energy Economics Group

Projektleitung EEG: Amela Ajanovic, Reinhard Haas, Nebojsa Nakicenovic

Auftraggeber: Energiesysteme der Zukunft

Zeitdauer: 1. April 2004 - 31. Oktober 2005

Kurzbeschreibung

Als Energieträger wird Wasserstoff in unterschiedlichen Prozessen, die fossile oder erneuerbare Energieträger nutzen, erzeugt. Grundsätzlich ist es auch möglich, Wasserstoff in biologischen Verfahren mit bestimmten Mikroorganismen zu gewinnen. Der Energieträger Wasserstoff kann vielseitig genutzt werden: Wasserstoff kann gespeichert, transportiert und zur Erzeugung von Strom, Wärme und Kraft in stationären und mobilen Anwendungen eingesetzt werden. Ob und in welchem Ausmaß der Energieträger Wasserstoff zukünftig in Energiesystemen Bedeutung erlangen könnte, wird derzeit international erforscht und diskutiert, wobei vor allem technischen Anwendungsmöglichkeiten, Kosten, Potentiale und Umsetzungsstrategien betrachtet werden. Die wesentliche Voraussetzung hierfür ist seine Erzeugung aus erneuerbaren Energieträgern (Öko-Wasserstoff). Das gegenständliche Projekt konzentriert sich daher als Grundlagenstudie auf diese Art der Erzeugung.

Die Zielsetzung dieser Grundlagenstudie ist eine Beurteilung, ob und unter welchen wirtschaftlichen Randbedingungen Öko-Wasserstoff in Österreich ein Energieträger der Zukunft sein kann. Hierzu werden die Vorteile und Nachteile von Öko-Wasserstoff gegenüber anderen Energieträgern untersucht und bewertet, wobei technologische, ökonomische, ökologische und soziale Aspekte berücksichtigt werden. Dies beinhaltet auch die Frage, wie der Öko-Wasserstoff erzeugt, sowie wo und wie er verwendet werden soll. Daraus werden jene Einsatzbereiche für Demonstrationsprojekte identifiziert, die für den Einsatz von Öko-Wasserstoff auch in Österreich zukunftsweisend erscheinen. Es werden innovative Technologien für die Erzeugung von Öko-Wasserstoff aus erneuerbarer Energie - Biomasse, Wasserkraft, Wind, Photovoltaik – anhand der 7 Leitprinzipien nachhaltiger Technologieentwicklung bewertet, um mögliche Vorteile dieses „Umweges“ gegenüber der direkten Nutzung erneuerbarer Energie für Strom, Wärme und Treibstoffe zu erarbeiten. Dies soll auch Aussagen liefern, ob durch Wasserstoff ein zusätzliches Potential und zusätzliche Anwendungsbereiche für erneuerbare Energieträger erschlossen werden können.

Basierend auf einer im Projekt zu entwickelnden österreichischen Öko-Wasserstoff-Gesamtstrategie werden mögliche Wasserstoff-Demonstrationsprojekte identifiziert, die ein auf der Nutzung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energieträgern aufbauendes, energieeffizientes und flexibles Energiesystem demonstrieren können. Die Identifizierung von vorbildlichen und systemfähigen Wasserstoff-Modellprojekten soll die zukünftigen Möglichkeiten und die Relevanz von Öko-Wasserstoff als Energieträger in einem nachhaltigen österreichischen Energiesystem aufzeigen. Der Schwerpunkt liegt auf der Bewertung von Technologien und Komponenten für die Erzeugung von Öko-Wasserstoff aus erneuerbaren Energieträgern und auf der Wasserstoff-Nutzung (inkl. Transport und Speicherung) im Elektrizitätsmarkt für „Ökostrom“, im Transportsektor für „alternative Treibstoffe“ und - soweit möglich/sinnvoll - im Kleinverbrauch.

16. Integration durch Kooperation - das Zusammenspiel von Anlagen- und Netzbetreibern als Erfolgsfaktor für die Integration dezentraler Stromerzeugung

Projektleiter: IFZ Interuniversitäres Forschungszentrum für Technik, Arbeit und Kultur

Kooperationspartner: TU-Wien, Energy Economics Group, Öko-Institut e.V. Institut für angewandte Ökologie, Freiburg E&E Consult GbR, Saarbrücken

Projektleitung EEG: Hans Auer,

Auftraggeber: Energiesysteme der Zukunft

Zeitdauer: 1. Jänner 2004 - 30. Juni 2005

Kurzbeschreibung

Die Rahmenbedingungen und Praxis der Zusammenarbeit zwischen Betreibern dezentraler Erzeugungsanlagen und Netzbetreibern in Österreich werden analysiert und Strategien zu ihrer Verbesserung entwickelt. Dies umfasst Vorschläge zur Weiterentwicklung des Regulierungsrahmens (Anreizsystems) sowie zu kooperationsfördernden Maßnahmen innerhalb dieses Rahmens.

Die Quellen erneuerbarer Energie sind naturgegeben stark im Raum verteilt. Auch um die Effizienzvorteile der Kraft-Wärmekopplung zu nutzen, müssen Anlagen entsprechend der Wärmenachfrage dezentral betrieben werden. Stromnetzbetreiber stehen dadurch vor der Herausforderung, ihre Netze mit stärker verteilter (und z.T. schwankender) Generatorleistung zu betreiben.

Die dezentrale Erzeugung kann dabei sowohl Schwierigkeiten und Kosten wie auch Vorteile für den Netzbetrieb bringen. Dies hängt neben anderen Faktoren auch stark vom Verhalten und der Koordination zwischen den Akteuren ab. Das jeweilige Verhalten von Netzbetreibern und Anlagenbetreibern wird wiederum gelenkt durch bestimmte Anreize, die u.a. der gesetzliche Rahmen (z.B. das Ökostromgesetz) und organisatorische Strukturen vorgeben.

Die gemeinsame Aufgabe der dezentralen Einspeisung hat aufgrund der unterschiedlichen Interessen bisher zu vielen Konflikten geführt, etwa um die gestiegenen Anforderungen an Ausgleichs- und Regelenergie. Für viele solcher Konflikte sind jedoch für beide Seiten vorteilhafte Lösungen zu entwickeln, entweder schon innerhalb des gegenwärtigen gesetzlichen Rahmens oder zumindest, wenn dieser so reformiert werden kann, dass er kooperatives Verhalten unterstützt.

17. PVPS-IEA Task 10

Projektleiter: ARSENAL RESEARCH

Projektleitung EEG: Reinhard Haas, Demet Suna, Assun Lopez-Polo

Auftraggeber: Energiesysteme der Zukunft

Zeitdauer: 1. Jänner 2004 - 30. Juni 2005

Kurzbeschreibung

Vetretung Österreichs in der IEA-PVPS-Task 10 „Photovoltaics in the built environment“

18. Marktpreis für KWK

Projektleitung: Reinhard Haas, Thomas Faber

Auftraggeber: Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs

Zeitdauer: 1. März 2005 - 31. Mai 2005

Kurzbeschreibung

Die „korrekte“ Ermittlung des Marktpreises für KWK basierend auf der Vielfalt der Lastgänge ist zu diskutieren.

19. Literaturstudie Energiedienstleistungsrichtlinie der EU

Projektleitung: Reinhard Haas, Lukas Weissensteiner, Michael Stadler, Thomas Faber

Auftraggeber: Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs

Zeitdauer: 1. August 2005 - 31. Oktober 2005

Kurzbeschreibung

Die wichtigste Literatur zur potenziellen Umsetzung der „Energiedienstleistungsrichtlinie“ der EU in Österreich wird beschrieben und diskutiert.

20. Diskussion zukünftiger Entwicklungen der Stromversorgungsstrukturen in Balkanländern

Projektleitung: Reinhard Haas, Nenad Keseric

Auftraggeber: APG

Zeitdauer: 1. Juni 2005- 31. Dezember 2005.

Kurzbeschreibung

Die potenzielle zukünftige Entwicklung der Stromversorgungsstrukturen in den Balkanländern wird analysiert..

21. Grundlagen zum Wiener Energiesparkonzept

Auftraggeber: Stadt Wien

Projektleitung : Reinhard Haas, Claus Huber und Regina Dittrich

Zeitraum: 1. November 2003- 28. Februar 2005

Ziel des Projekts

Das zentrale Ziel dieses Projekts ist es daher (im Sinne von Vorarbeiten für besagtes Energiesparkonzept), die historische Entwicklung und den aktuellen Stand des Energieeinsatzes von Wien – getrennt für die Nutzungsarten Wärme und Strom – zu dokumentieren, Prognosen über die weitere Entwicklung darzustellen und mit deren Hilfe spezifische, energieintensive Nutzungsarten/sectoren zu eruieren, um entsprechende gegensteuernde Maßnahmen vorzuschlagen.

Inhalte des Projekts

1. Dokumentation der historischen und aktuellen Energieversorgung und Energieanwendung der Bundeshauptstadt Wien

Dieser Teil des Projekts fungiert als Basis für die daran anschließenden Analysen und Maßnahmenempfehlungen. Im Bereich der Energieanwendung erfolgt dabei eine getrennte Darstellung der Nutzungsformen Wärme und Strom, wobei neben wichtigen historischen Entwicklungen (z. B.: spezifischer Heizenergiebedarf von Wohnungen, Energieträgereinsatz, sektoraler Stromverbrauch) auch Prognosen über deren weitere Verläufe abgeleitet werden.

Eine Fokussierung auf den Sektor Privathaushalte bzw. Büroräume wird bei elektrischer Energie gesetzt. Der Ausstattungsgrad und der spezifische Stromverbrauch ausgewählter Geräte wird aufgeschlüsselt, um in weiterer Folge stark wachsende, stromintensive Nutzungsarten zu identifizieren und als Ansatzpunkte für gegensteuernde Maßnahmen auszuweisen.

2. Analysen und Prognosen

Basierend auf dem in Abschnitt 1 dokumentierten Datenmaterial werden energieintensive Kernbereiche herausgegriffen und näher analysiert.

3. Maßnahmen und Instrumente

Aufbauend auf die vorhergehenden Abschnitte werden für spezifische Bereiche bzw. Nutzungsarten – d. h. für Energieanwendungen mit stark steigendem Wärme- und/oder Stromverbrauch – mögliche Maßnahmen und Instrumente zur Energieeinsparung beschrieben und vorgeschlagen.

22. Wiener Energiesparkonzept in Kooperation mit Breclav (Slowakei) und Gajdary (Tschechien)

Projektleitung: Reinhard Haas, Regina Dittrich

Auftraggeber: Stadt Wien 27 – EU-Strategie und Wirtschaftsentwicklung, INTEREG

Projektmanager: Dr. Edgar Hauer, Stadt Wien

Kooperationspartner: TU-Wien, Energy Economics Group, EVA Energie-Verwertungsagentur, arsenal research, Oxford Consult, IRM, Wien Energie
 Zeitdauer: 1. Jänner 2005- 30. November 2005.

Kurzbeschreibung

Erstellung eines Energiesparkonzepts für die Stadt Wien und Vermittlung der Erkenntnisse an die Stadt Breclav in der Slowakei und Gajdary in Tschechien.

Inhalt:

In diesem Projekt werden die aktuellen Energieverbrauchstrends der Stadt Wien sowie mögliche Einsparpotentiale erarbeitet. Es erfolgt die Entwicklung eines „Business as usual“(BAU)-Szenarios sowie Einsparszenarien bis 2015. Das BAU -Szenario bildet in Folge die Baseline, die zur Bewertung der Energieeffizienz- und Energiespar-Maßnahmen herangezogen wird. Außerdem soll auf Basis des BAU - Szenarios die Bandbreite der Einspareffekte für Energiesparmaßnahmen für einzelne Anwendungen in den entsprechenden energieverbrauchenden Sektoren abgeschätzt werden.

In weiterer Folge kommt es zur Darstellung bereits durchgeführter sowie laufender Aktivitäten und Initiativen in Wien, welche den Energieverbrauch beeinflussen. Ebenso werden die wesentlichen Hindernisse und Barrieren im Hinblick auf Energieeffizienz und Energieeinsparungen aufgezeigt.

Als besonderes Beispiel für Wien werden die Daten des Bezirkes Simmering in ähnlicher Weise aufbereitet (Ist-Situation, Vergleich mit dem Gesamtverbrauch von Wien, mögliche Energieeinsparpotenziale sowie Energieverbrauchstrends in Simmering).

Um inhaltliche sowie strukturelle Inputs zu erhalten, werden aktuelle Energiesparkonzepte und Klimaschutzprogramme vergleichbarer Städte gesichtet.

23. Perspektiven für die Marktausweitung im Bereich der Stromversorgung

Projektleitung: Reinhard Haas, Claus Huber, Hans Auer, Thomas Faber, Nenad Keseric

Auftraggeber: WIENSTROM

Zeitdauer: 1. April 2005- 31. Juli 2005.

Kurzbeschreibung

Es werden die potenziellen zukünftigen Möglichkeiten der Marktausweitung im Bereich der Stromversorgung analysiert..

24. Potenziale für Erneuerbare Energieträger in OÖ

Projektleitung: Reinhard Haas, Lukas Kranzl

Auftraggeber: Land OÖ

Zeitdauer: 1. Jänner 2005- 30. Mai 2005.

Kurzbeschreibung

Die Potenziale für die Nutzung erneuerbarer Energieträger in OÖ werden abgeschätzt.

25. Beschäftigungseffekte der Nutzung Erneuerbarer Energieträger

Projektleitung: Reinhard Haas, Peter Biermayr

Auftraggeber: WKÖ

Zeitdauer: 1. Jänner 2005- 31. Dezember 2005.

Kurzbeschreibung

Die Auswirkung der Nutzung verschiedener Erneuerbarer Energieträger auf die Beschäftigung in Österreich wird analysiert..

26. Perspektiven für die Sicherung der zukünftigen Stromversorgung in Österreich (Acronym: SAFE (Security of supply for the Austrian Future Energy System))

Projektleiter:. Reinhard Haas, Nenad Keseric

Auftraggeber: Jubiläumsfonds der Österreichischen Nationalbank

Zeitdauer: 1. Oktober 2004 - 30. September 2006

Kurzbeschreibung

Eine sichere Stromversorgung ist eine fundamentale Voraussetzung für die wirtschaftliche, soziale und kulturelle Entwicklung Österreichs. Mit der Liberalisierung der Strommärkte haben sich die diesbezüglichen Rahmenbedingungen verändert. Das Ziel der Liberalisierung der Strommärkte war es, durch Einführung von Wettbewerb die Strompreise zu reduzieren. Diese Überlegung basiert vor allem auf historisch aufgebauten Überkapazitäten sowohl im Bereich der Kraftwerke als auch der Netze. Dies führt in allen Segmenten der Stromversorgungskette zur Notwendigkeit, die Kosten zu senken. Daraus resultiert, dass die Investitionen in den liberalisierten Strommärkten auf ein Minimum reduziert wurden. Dies führt allerdings dazu, dass auch die Versorgungssicherheit kontinuierlich abnimmt bzw. dass die Auslandsabhängigkeit durch zunehmende Importe steigt.

Die zentrale Fragestellung des Projektes lautet:

Mit welchem optimalen Mix aus dezentralen und zentralen Erzeugungskapazitäten und Importen kann die Stromversorgung zu minimalen Gesamtkosten für die österreichische Wirtschaft gesichert werden?

Hauptziel ist durch eine Analyse der Entwicklung, einerseits der zentralen und dezentralen Erzeugungskapazitäten und andererseits der Netzkapazitäten unter verschiedenen Szenarien für den Stromverbrauch, herauszufinden welche Auswirkungen diese dominanten Faktoren auf die Versorgungssicherheit und die Entwicklung der Strompreise in Österreich haben. Betrachtet werden zunächst drei extreme Pfade – vorwiegend zentral in Österreich mit verstärktem Netzausbau, vorwiegend dezentral in Österreich ohne forciertem Netzausbau, verstärkte Importe mit verstärktem Netzausbau vor allem der grenzüberschreitenden Übertragungsleitungen – sowie ein optimaler (kostenminimaler) Mix aus volkswirtschaftlicher Sicht. Die drei Szenarien werden anschließend miteinander verglichen und die daraus resultierenden Ergebnisse als Ausgangsbasis für die Entwicklung einer optimalen Strategie verwendet.

Aus diesen Erkenntnissen werden Empfehlungen für energiepolitische Maßnahmen abgeleitet, welche die Entwicklung einer nachhaltigen, effizienten und sicheren Energiewirtschaft fördern und die Erreichung des Kyoto-Ziels ermöglichen sollen.

27. Optimale Bereitstellung von Energiedienstleistungen im Bereich der privaten Haushalte aus Gesellschaftlicher Sicht am Beispiel Österreichs (Optimal Supply of Residential buildings with Energy Services from Society's Point-of-view – An Application to Austria)

Projektleiter: Reinhard Haas, Ernst Schriegl

Auftraggeber: FWF - Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

Zeitdauer: 1. September 2002 - 30. November 2005 (Unterbrechung zwischen 1. Juli 2003 und 31. Dez. 2003)

Kurzbeschreibung

In den Industrieländern ist die Versorgung von Wohngebäuden mit Energiedienstleistungen durch den Verbrauch von erschöpfbaren größtenteils importierten Energieträgern und durch hohe Verluste auf Grund von niedriger Effizienz der Umwandlungstechnologien (bzw. von schlechter thermischer Gebäudequalität) charakterisiert und verursacht erhebliche Umweltbelastungen.

Im Rahmen des Projekts soll untersucht werden, wie eine aus gesellschaftlicher Perspektive optimale Versorgung von Haushalten mit Energiedienstleistungen in dynamischer Sicht (bis max. zum Jahr 2050) aussehen könnte. Die Energiedienstleistungen Raumwärme, Warmwasser und Haushaltsgeräte finden Berücksichtigung, in räumlicher Hinsicht erstreckt sich die Untersuchung auf Österreich.

Der Entscheidungsprozeß von privaten Haushalten und institutionellen Akteuren (im Falle von Mehrfamilienhäusern) wird modelliert. In jedem Jahr des Betrachtungszeitraums besteht die Möglichkeit, aus einer definierten Menge neuer Technologien (Verbesserung der Gebäudehülle, neues Heiz- und/oder Warmwassersystem, neue Haushaltsgeräte) eine Auswahl zu treffen oder den bisherigen Zustand unverändert zu belassen.

Die Entscheidung ist in erster Linie am Hauptoptimierungsziel gesellschaftliche Kosten (d.h. die Summe aus externen und betriebswirtschaftlichen Kosten) zu minimieren, orientiert. Zur Abschätzung der Sensitivität der erhaltenen Lösungen werden außerdem andere Optimierungsziele, wie die Minimierung von betriebswirtschaftlichen Kosten, von Treibhausgasemissionen und von Energieaufwand im Lebenszyklus (graue Energie + Betriebsenergie), angewendet.

Die Ergebnisse unter Anwendung des Hauptoptimierungsziels werden mit Ergebnissen bei Anwendung anderer Optimierungsziele verglichen und darauf aufbauend mögliche effiziente energiepolitische Strategien oder Notwendigkeiten für F&E - Bedarf zur Reduktion von Investitionskosten abgeleitet.

28. Biomass: Implementation and Support Schemes. A comparative survey on the state-of-the-art in the Czech Republic and Austria

Projektleiter: Reinhard Haas, Lukas Kranzl

Auftraggeber: BMLFUW Wien

Partner: Jaroslav Knápek, Jan Weger, Czech Technical University in Prague, Czech Republic

Introduction:

The participants of the Czech-Austrian Energy Expert Group (CZ: Janouch, Knápek, Maroušek, Rynda, Těšitel; Austria: Haas, Heindler, Hofbauer, Schleicher, Streicher) had their first meeting from March 20th – March 21st in Vienna. The members of the Energy Expert Group act on their own responsibility without any specific mandate from their governments except to build a scientific platform for discussing joint issues related to the future of energy in Europe. These issues could be: the new challenges on a national, European, and global level; contribution to the needs of political decisions; capacity and community building; exchange of information and joint research activities. As a first visible result of joint research activities the participants agreed to prepare research papers, which could extend into joint research projects.

Objective of the present research paper:

The core objective of the present paper is a comparative survey on the usage, the potential and the sustainable production of biomass in the two neighbouring countries Czech Republic and Austria to create sustainable biomass strategies for the future (with a specific focus on rural areas).

Content of the research paper:

- The current state of biomass utilization for energy purposes in the European Union, in the Czech Republic, and Austria

- Rough analysis of potential and costs of future biomass utilization for energy purposes
- Biomass as a sustainable primary energy source, side effects of biomass utilization, availability of land
- Sustainable production of biomass (energy crops) and related costs, risks, and resulting strategies and their impact on agricultural policies
- Documentation of currently available technologies
- Preliminary conclusions for sustainable biomass strategies in the framework of an integrated policy design for rural areas

29. SIMOPT/ENERGY: Simulation based stochastic Optimisation Methods for Risk Management in Liberalized Energy Markets: An integrative approach

Projektleiter: Universität Wien, Institut für Statistik und Decision Support Systems

Kooperationspartner: Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Mathematik, TU-Wien, Energy Economics Group

Projektleitung EEG: Reinhard Haas, Hans Auer, Christian Redl, Nebojsa Nakicenovic,

Auftraggeber: WWTF, Wiener Wissenschafts-, Forschungs- und Technologiefonds

Zeitdauer: 1. September 2005 – 31. August 2007

Project summary

This project aims at developing mathematical methods for optimal risk management for energy producers and traders in liberalized energy markets. The deregulation of energy markets results in an increased need for methods of short and medium term decision making under the uncertainty of future demands, costs, prices and capacities.

Scientific objectives

The objective of this project is to develop mathematical tools for supporting decision making under uncertainty in energy markets. As a case study, the Austrian energy system will be modelled. In particular, the decision problem of a wholesaler and the decision problem of a producer of renewable energy will be considered.

The basis for the risk management and optimal decision model will be an economic model of the Austrian energy market. The core focus of analyses in this project is the Austrian wholesale electricity market being “embedded” into the Central European market. More precisely, the reference Spot market setting the constraint on commercial activities in the wholesale electricity market is the EEX (European Energy Exchange) in Leipzig. Mainly based on the empirical data base of several kinds of data (prices, volumes, etc.) describing the spot-, forward-, futures-, and other derivatives markets (options, swaps, etc.) on the Leipzig Power Exchange (EEX), the Austrian wholesale electricity market will be analysed and modelled. In particular, the price fluctuation processes, which are caused by strategic behaviour of generators as well as other factors, will be studied. These other factors are determined by technical parameters like efficiency improvements of electricity generation technologies, environmental parameters like water reservoir availability for hydro power generation, availability/withholding of generation capacities (e.g. maintenance, strategic behaviour), demand increase caused by a variety of unexpected short-term or long-term

effects (e.g. short-term due to ventilation caused by high temperatures in summer; long-term due to economic growth in general) and, finally, regulatory parameters like generous promotion of wind energy (attractive feed-in tariffs) resulting in significantly increasing capacities and, subsequently, affecting wholesale electricity markets.

30. Reclip:tom: Analyse von technologischen Optionen zur Reduktion von Treibhausgasemissionen in Österreich

Projektleiter: ARC System Research

Kooperationspartner: BOKU

Projektleitung EEG: Nebojsa Nakicenovic, Andreas Müller

Auftraggeber: ARC

Zeitdauer: 2005 – 2007

Kurzfassung

Forciert durch den bisherigen und noch zu erwartenden anthropogenen Anstieg der globalen Oberflächentemperatur und der UN Klimarahmenkonvention 1992, die sich explizit für eine Stabilisierung der Konzentration an Treibhausgasen in der Atmosphäre ausspricht, haben nahezu alle Staaten Programme zur Reduktion von Kohlendioxid- und anderen Treibhausgasemissionen beschlossen. Auch für Österreich liegen zahlreiche Handlungsoptionen zur Reduktion von Treibhausgasen (etwa KLIP für Wien, Klimastrategie der österreichischen Bundesregierung) vor – eine systematische und durch alle Quellgruppen von Treibhausgasen konsistente Auswertung der Kosten dieser Maßnahmen fehlt jedoch bisher. Zur Auswertung einer kostenoptimierten Zusammenstellung von technologischen Handlungsoptionen können Maßnahmen nicht isoliert voneinander betrachtet werden, vielmehr sind die gegenseitigen Abhängigkeiten von Maßnahmenbündel durch alle Sektoren zu betrachten. Basierend auf einem Baselineszenario für Österreich, welches die Entwicklung der Energienachfrage bis 2020 prognostiziert (WIFO Energieprognose 2005), werden die bereits im Baselineszenario inkludierten sowie weitere, darüber hinausgehenden technologische Optionen und deren Kostenimplikationen.

Die im Rahmen des Projektes Reclip:tom in Kooperation mit dem Austrian Research Center und der BOKU Wien anvisierten interdisziplinär konsistenten Potential- und Kostenkurven durch alle Treibhausgas-Emittentengruppen werden nach Abschluss des Projektes 2007 verfügbar sein. Die Arbeitspakete der Energy Economics Group umfasst die Energieversorgung, Verkehr und den Tertiären Sektor.

Die Zeiträume in welchem die Reduktionen erzielt werden sollen sind in drei Perioden gegliedert: Kyoto-Periode (2010), Post-Kyoto (repräsentiert durch 2020) und eine Extrapolation auf 2050.

Methodik

- Im ersten Arbeitsschritt werden bestehende nationale und internationale Studien (u.a. WIFO und Primes) untereinander verglichen. Unter Berücksichtigung der historischen Entwicklung von Bevölkerung, Wertschöpfung, Energie- und Emissionsintensitäten werden die bereits im Baselineszenario integrierten Reduktionsmaßnahmen analysiert.

Ausgehend von den mit Top-down Modellen prognostizierten Entwicklungen werden die notwendigen Bottom-up Maßnahmen und deren Kostenimplikationen bestimmt.

- In einem darauf aufbauenden Schritt werden zusätzliche technologische Möglichkeiten und Reduktionspotentiale und deren Implikationen diskutiert. Insbesondere wird ein Schwerpunkt auf die zusätzlichen Kosten, die durch weitere Reduktionspotentiale entstehen, gelegt.
- Im Bereich der Strom- und Fernwärmeversorgung wird unter Berücksichtigung des bestehenden Kraftwerksparks, publizierten Sterbelinien, den verfügbaren Technologien und Brennstoffen die mögliche zukünftige Erzeugungsstruktur bestimmt. Die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen werden bilanziert.
- Im Transportsektor wird neben Effizienzsteigerungen insbesondere auf die Emissionsreduktionspotentiale durch biogene Treibstoffe und Erdgasfahrzeuge ein Focus gelegt. Weiters wird auf die Auswirkungen einer forcierten Nutzung von öffentlichen Nahverkehrsmitteln, vor allem im innerstädtischen Bereich, eingegangen.
- Die Entwicklungen und Reduktionspotentiale im Servicesektor und Haushaltsbereich werden durch eigene Modelle abgebildet.

6. Forschungsförderung und Projekte

BRAUNER, G., BERGER, M.: Masterplan für das Übertragungsnetz der Verbund APG, im Auftrag der Verbund APG

BRAUNER G., HEIDL M.: Dynamische Vorgänge im Übertragungsnetz. Auftraggeber: Verbund - Austrian Power Grid

HEIDL M., BRAUNER G.: Netzintegration von StrafloMatrix™ – Generatoren. Auftraggeber: VA TECH ELIN EBG

BRAUNER G., LEITINGER C.: Wasserstoff als Energieträger der automobilen Zukunft, Projektpartnerschaft mit dem Institut für Verbrennungskraftmaschinen und Kraftfahrzeugbau im Projekt der Reihe „Austrian Advanced Automotive Technology“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

BRAUNER G., PÖPPL G.: Österreichische Erzeugungskapazitäten im europäischen Umfeld bis 2030, Studie im Auftrag vom Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs, 2005.

BRAUNER G., PÖPPL G.: Energiewirtschaftliche Betrachtungen zu „Repowering Simmering BKW 1/2“, Studie im Auftrag von WIENENERGIE-WIENSTROM

BRAUNER G., PÖPPL G., TIEFGRABER D.: Dezentrale nachhaltige Energieversorgung als virtuelles Kraftwerk unter Nutzung von Demand Side Management, Projekt im Rahmen der Programmlinie „Energiesysteme der Zukunft“ (1. Ausschreibung) – Initiative des BMVIT.

MÜLLER, H., gemeinsam mit HADRIAN, W.: Das vom ÖAD (Österreichischen Austauschdienst) / Büro für Akademische Mobilität und Kooperation im Rahmen des Abkommens über Wissenschaftlich-Technische Zusammenarbeit Österreich – Ungarn 2004-2005 unter der Projekt-Nr. A-7/2003 unterstützte Kooperationsprojekt mit dem ungarischen Hochspannungslaboratorium VEIKI-VLN Ltd. in Budapest „Solution for environment protection in case of uprating transmission capacity of overhead lines“ befand sich 2005 im 2. Projektjahr – siehe auch den Bericht dazu unter 5. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

7. Forschungsberichte

- FB 1/2005: Theil, G: Prognose der Altersverteilung von Komponenten elektrischer Energienetze mit Berücksichtigung von Technologieänderungen
- FB 2/2005: Pöpl, G.: Analyse der Erzeugungskapazitäten im mitteleuropäischen Strommarkt.
- FB 3/2005: Demiri, B.; Theil, G.: Risikobasierte Instandhaltungsstrategie in Hoch – und Mittelspannungsnetzen
- FB 4/2005: Demiri, B.; Theil, G.: Bestimmung eines Kosteneffizienzfaktors für die Wartungsplanung im Rahmen einer Risiko- orientierten Instandhaltungsstrategie in elektrischen Netzen
- FB 5/2005: Demiri, B.; Theil, G.: Ermittlung der Lebensdauerverteilungsfunktionen von Betriebsmitteln elektrischer Mittelspannungsnetze

8. Ehrungen und Preise

Herrn Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Hadrian wurde vom Bundespräsident mit EntschlieÙung vom 4. Jänner 2005 das Österreichische Ehrenkreuz für Wissenschaft und Kunst 1.Klasse verliehen. (Feierliche Überreichung am 6.April 2005 im Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Kunst)

Herrn Dipl.-Ing. Dr.techn. Andreas LAIER wurde der OGE-Förderpreis der Österr. Gesellschaft für Energietechnik (OGE) des Österr. Verbandes für Elektrotechnik (OVE) für seine Dissertation „Heuristisches Verfahren zur statischen Ausbauplanung von Verteilnetzen mit großen Windparks“ verliehen.

Herrn Dipl.-Ing. Dr.techn. Gustav RESCH wurde der 2. Preis des Verbund-VERENA-Förderpreises 2004 der Stiftung „100 Jahre Elektrizitätswirtschaft“ für seine Dissertation “Dynamic cost-resource curves for electricity from renewable energy sources and their application in energy policy assessment” (Gutachter: Prof. Dr. R. HAAS und Prof. Dr. N. NAKICENOVIC) verliehen.

Nachruf
Herr Em.o.Univ.Prof. Dr.techn. Dr.h.c. Herbert Stimmer
(e&i, 122 (2005), H. 9)

Am 28.Mai 2005 verstarb der langjährige Vorstand des Instituts für elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik Herr Dipl.-Ing. Dr.techn. Dr.h.c. Herbert Stimmer.

Prof. Stimmer wurde 1922 in Wien geboren und studierte an der Technischen Hochschule, die er 1950 abschloss. Nach seiner erfolgreichen Tätigkeit bei der AEG-Union und 13 Jahren bei der Verbundgesellschaft, zuletzt als Abteilungsleiter für Schutz- und Netzregelung, erfolgte 1970 seine Berufung als Vorstand des Instituts für elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik (Nachfolge von Prof. Dipl.-Ing. Dr.mult. Heinrich Sequenz). Seine Leistungen als Hochschullehrer und Forscher wurden schon ausführlich in dieser Zeitschrift gewürdigt. Prof. Stimmer emeritierte 1990. An dieser Stelle sei seine Verbundenheit mit dem ÖVE hervorgehoben: Vizepräsident des ÖVE (1984-1990), Vorsitzender des Vorschriftenausschusses (Vorgänger des Lenkungsausschusses) in der Vorschriftenstelle, Vorsitzender des Lenkungsausschusses (1980 bis 1985), langjähriger Vorsitzender der Arbeitsgruppe B6/NS6 „Niederfrequente Felder“ bis 1993, Gründungsvorsitzender des TC 11 „Einwirkungen elektromagnetischer Felder auf den Menschen“ von CENELEC, 1990 – 1993.

Den Mitarbeitern des Instituts wird seine umsichtige und väterliche Leitung des Instituts unvergesslich bleiben. Prof. Stimmer zeigte Weitsicht, als erstmals in Österreich die Problematik der elektromagnetischen Verträglichkeit zwischen Anlagen der Starkstromtechnik und elektronischen Einrichtungen am Institut bearbeitet wurde. Unter seiner Leitung beschäftigte sich eine Arbeitsgruppe mit den Auswirkungen der Elektrifizierung des Franz-Josefs-Bahnhofs auf die geplante Rechenanlage der Credit-Anstalt. Durch Arbeiten auf dem Gebiet der Installationstechnik, der elektromagnetischen Verträglichkeit, der Statistik und des Einsatzes von Rechenanlagen im Bereich der Energietechnik konnten sich eine Reihe von Mitarbeit habilitieren (Eltschka, Hadrian, Theil, Müller). Weiters ist erwähnenswert, dass zwei Dissertanten sub auspiciis praesidentis promovierten (Kolarsky, Biricz).

Die Mitarbeiter des Instituts werden mit Hochachtung und Dankbarkeit an einen großartigen Lehrer und Förderer ihrer wissenschaftlichen Arbeiten gedenken.

Ao.Prof.Dr.W.Hadrian

- 1) Kleinrath, H.: Herbert Stimmer – 65 Jahre. E und M, 105.Jg. (1988), S. 426
- 2) Stärker, H.: Elektrische Anlagen – ein weites Gebiet. Laudation für o.Univ.-Prof. Dipl.-Ing.

Herbert Stimmer. e&i, 107Jg.(1990), H.11, S. 522-524 .

9. Veröffentlichungen

Brauner G., Heidl M., Tiefgraber D., Weniger M.; Haidvogel G.: Voltage Collapse Phenomena in Wind Parks. 18th International Conference on Electricity Distribution, Turin, June 2005

Brauner, G.; Pöpl, G.: Analyse der österreichischen Erzeugungskapazitäten bis 2015. VEÖ Journal 2005, Jan./Feb. 2005, 2. 31-33

Brauner, G.; Pöpl, G.: Entwicklung der österreichischen Erzeugungskapazitäten bis 2015. 4. Internationalen Energiewirtschaftstagung an der TU Wien (IEWT 2005), Wien, 16.-18.2.2005.

Berger, M., Brauner, G.: „Qualitätsmanagement als Schlüssel zur effizienten Bereitstellung eines zuverlässigen Versorgungsnetzes“, 4. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, „Energiesysteme der Zukunft: Herausforderungen und Lösungspfade“, 16. -18. Februar 2005

Brauner, G.: „Zukünftige Erzeugungsstrategie im Spannungsfeld zwischen ökologischen und fossilen Ressourcen, Kosten, Emissionen und Allokationsplänen“. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, IEWT 2005.

Brauner, G.: “Die Österreichische Stromlösung im Spannungsfeld zwischen Oligopol und Wettbewerb.”. Jahrbuch für Politik der Republik Österreich 2004, S. 415 - 432. ISBN 3-486-57822-2, Oldenbourg Wissenschaftsverlag München.

Brauner, G.: „Volkswirtschaftliche Bedeutung der Versorgungssicherheit“. Erschienen in „Spannungsfeld Energie – zwischen Versorgungssicherheit und Versorgungsethik“. ÖGB Verlag, ISBN 3-7035-1030-7.

Brauner, G.: „Interconnection of large offshore wind parks“. 5th International workshop on large scale integration of wind power in transmission networks for offshore wind farms. Glasgow, 7. – 8. April 2005.

Brauner, G., Weniger, M.: “Voltage Collapse Phenomena in Wind Parks”. 5th International workshop on large scale integration of wind power in transmission networks for offshore wind farms. Glasgow, 7. – 8. April 2005.

Brauner, G.: “Blackouts in Energiesystemen – Ursachen, Prognosen, Abwehrmaßnahmen”. e&i 122(2005), H. 5, S. 175-177.

Brauner, G.: „Chancen und Risiken der Energiemarktliberalisierung in Österreich und Europa“. Erschienen in Günther Ofner: „Droht uns ein Blackout?“, S. 111 – 120, ISBN 3-85493-091-7, Holzhausen Verlag Wien.

Brauner, G.: „Blackouts in Energiesystemen – Ursachen, Prognosen, Abwehrmaßnahmen“. e&i 122(2005), Heft 5, S. 175 -177.

Brauner, G.: „Strategien zur Sicherung einer nachhaltigen und wirtschaftlichen Energieversorgung Österreichs“. Erschienen in „Mensch und Wirtschaft – Effizienz und Effektivität in der Ressourcenbereitstellung“. Schriftenreihe für Ökologie und Ethologie 31, 2005. ISBN 3-85076-700-0. Facultas Verlags- und Buchhandels AG.

Brauner, G.: „Möglichkeiten der regenerativen Wasserstoffgewinnung“. e&i 122(2005), Heft 11, S. 397-400.

Brauner, G.: „Forschungsperspektiven in der Energietechnik“. e&i 122(2005), Heft 11, S. 4210-411.

Heidl M., Brauner G., Popelka H., Erven H.: Voltage Collapse im Übertragungsnetz - Gefahren und Abhilfe in Österreich. 4. Internationale Energiewirtschafts-tagung, Wien, Feb. 2005

Pöpl, G.: Energiewirtschaftliche und technische Netzoptimierung bei dezentraler Stromerzeugung. 4. Internationalen Energiewirtschaftstagung an der TU Wien (IEWT 2005), Wien, 16.-18.2.2005.

Theil, G.; Theil, M.; Theil, A.: Zuverlässigkeitsorientiertes Ranking der Betriebsmittel-(Leitungs-) Wichtigkeit - ein Aspekt der Instandhaltungsplanung. Kurzfassungsband und CD-ROM zur 4. Internationalen Energiewirtschaftstagung IEWT 2005 "Energiesysteme der Zukunft: Herausforderungen und Lösungspfade". Wien, 16.-18. Februar 2005.

Theil, G.: Markov models for reliability-centered maintenance planning. 15th Power Systems Computation Conference (PSCC), Liege/Belgium, 2005, August 22-26.

Theil, A.; Theil, G.; Theil, M.: Medium voltage network reliability: Efficiency oriented supply restoration strategies. 15th Power Systems Computation Conference (PSCC), Liege/Belgium, 2005, August 22-26.

Tiefgraber, D.; Brauner, G.: „Anforderungen zur Integration großer Windparks in elektrischen Verteilungsnetzen“ Vortrag: 4. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien (IEWT 2005), Wien; 16.02.2005 - 18.02.2005; in: "Energiesysteme der Zukunft: Herausforderungen und Lösungspfade", (2005), 8 S.

Ajanovic, A., N.Nakicenovic, R. Haas: „Wirtschaftlichkeit von Energysystemen mit Öko-Wasserstoff“, 4. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien (IEWT 2005), 16.-18. Februar 2005

Ajanovic, A., N.Nakicenovic: „Renewable Hydrogen. A Strategy for the Production and Use of Hydrogen from Renewable Energy“, The Student Research Conference, “Einsteins in the City“, City College of New York, April 11-12, 2005

Ajanovic, A., R.Haas, N.Nakicenovic: „Wirtschaftliche Aspekte von Öko-Wasserstoff“, Erste Österreichische Wasserstoff-Konferenz, Graz, 10-11 Oktober 2005

Auer Johann, Reinhard Haas, Nenad Keseric, Gustav Resch, Claus Huber, Thomas Faber „Medium- and Long-Term Effects of EU-Electricity Enlargement“, in: Christian von Hirschhausen/Jean-Michel Glachant: “Proceedings 3rd SESSA conference „Perspectives and Challenges of EU electricity enlargement“, Berlin 2005.

Auer Hans: “Economics of Intermittent Wind Generation - Value and additional cost of large-scale wind integration”, Windtech International, p.32-35, Volume 1, No. 7, October 2005.

Auer Hans, Claus Huber, Thomas Faber, Gustav Resch, Carlo Obersteiner, Lukas Weissensteiner, Reinhard Haas: “Economics of Large-Scale Intermittent RES-E Integration into the European Grids: Analyses based on the Simulation Software GreenNet”, International Journal of Global Energy Issues (IJGEI), forthcoming, 2006. [peer reviewed]

Auer Hans, Carlo Obersteiner, Lukas Weissensteiner, Gustav Resch, Thomas, Faber, Claus Huber: „Comparing Different Cost Allocation Policies for Large-scale RES-E Grid Integration in Europe“, 4th Conference on Applied Infrastructure Research, Berlin, 8th October, 2005.

Auer Hans, Carlo Obersteiner, Claus Huber, Thomas Faber, Gustav Resch: „Economics of Large-Scale Integration of Wind into the European Grids“, 5th International Workshop on Large Scale Integration of Wind Power and Transmission Networks for Offshore Wind Farms, Glasgow, 7-8 April 2005.

Auer Hans: „Least Cost Integration erneuerbarer Technologien zur Stromerzeugung (RES-E) in den EU15 unter besonderer Berücksichtigung der notwendigen Maßnahmen und Kosten für die bereitzustellende Netzinfrastruktur und den Netzbetrieb (GreenNet)“, 4. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU-Wien (IEWT 2005), 16.-18. Februar, Wien, Österreich, 2005.

Auer Hans: „Aufbau und gesetzliche Grundlagen der österreichischen Elektrizitätswirtschaft“, Gastvortrag an der Fachhochschule Joanneum Research GesmbH – Studiengang Infrastrukturwirtschaft, 3. Juni 2005, Kapfenberg, Österreich, 2005.

Auer Hans: „Gewinnen BHKW’s einen neuen Stellenwert vor dem Hintergrund potentieller landesweiter Stromausfälle?“, VDI Tagung Blockheizkraftwerke 2005, Energiepolitische Rahmenbedingungen – Technische Entwicklungen, Köln, 7.-8. Juni 2005.

Auer Hans, Carlo Obersteiner: „Kostenanalyse der Netzintegration von Windenergie“, 7. Österreichisches Windenergiesymposium, St. Pölten, 20. – 21. Oktober 2005.

Faber Thomas, Huber Claus, Resch Gustav: "Optimale Förderstrategien für Strom aus Erneuerbaren – Die Toolbox Green-X", in Proceedings und CD-ROM 4. Internationale Energiewirtschaftstagung IEWT05 – Energiesysteme der Zukunft: Herausforderungen und Lösungspfade, 16. bis 18. Februar 2005, Technische Universität Wien, 2005

Gehl, S., H. Haegermark, H. Larsen, M. Morishita, N. Nakicenovic et al.: 2005, Energy end-use technologies for the 21st century. RISOE International Energy Conference, 23 May, 2005, Roskilde, Denmark.

Haas Reinhard, Michael Stadler, Lukas Weissensteiner, Thomas Faber: " Umsetzung der „Energiedienstleistungsrichtlinie“ der EU – Ein Literaturüberblick ", VEÖ-Journal Dezember 2005 .

Haas Reinhard, Nebojsa Nakicenovic: „Wohin führen Energieszenarien?“, Tagungsband „Energy 2050“ BMVIT, November 2005.

Haas Reinhard: „Perspektiven der Entwicklung des liberalisierten mitteleuropäischen Strommarkts“, Proceedings, IEWT2005, Wien 2005.

Haas Reinhard: " Österreichs Stromversorgung im liberalisierten Strommarkt ", „Die Industrie“, November 2005, .

Haas Reinhard, Hans Auer: " The prerequisites for effective competition in restructured wholesale electricity markets", *Energy- The International Journal*, 27 , forthcoming, 2005.

Huber Claus, Faber Thomas, Resch Gustav: "Bewertung effizienter und effektiver Förderinstrumente für erneuerbare Energieträger zur Stromerzeugung in einem dynamischen Kontext", in Proceedings und CD-ROM 4. Internationale Energiewirtschaftstagung IEWT05 – Energiesysteme der Zukunft: Herausforderungen und Lösungspfade, 16. bis 18. Februar 2005, Technische Universität Wien, 2005.

Huber Claus, Thomas Faber, Gustav Resch, Hans Auer, Carlo Obersteiner: "Auswirkung von Förderinstrumenten auf den Ausbau Erneuerbarer Energieträger zur Stromerzeugung in Europa unter Berücksichtigung von windbedingten Zusatzkosten", *ZfE - Zeitschrift für Energiewirtschaft* 29 (2005) 1, S. 11-24, 2005.

Keseric Nenad, Marcelo Saguan, Gino Hadjee: “Computer as thinking Agent: Modelling the European Power Markets using Agent-Based Simulation”, EUROCON 2005, IEEE Explore und Conference Proceedings, Serbien & Montenegro, Belgrad, November 2005

Keseric Nenad, Reinhard Haas, Marcelo Saguan: “Competition in Southeast European Electricity Markets without optimal use of Transmission Infrastructure”, 4th Conference on Applied Infrastructure Research, INFRADAY 2005, Berlin, Oktober 2005

Keseric Nenad, Aleksandar Rankovic, Reinhard Haas: „Renewable energy sources in EU-25; Potentials and Costs, Perspectives and Strategies“, YUKO-CIGRE Konferenz, Serbien & Montenegro, Zlatibor, Mai 2005

Keseric Nenad, Reinhard Haas, Marcelo Saguan: “ Einfluss der Netzkapazitäten und Marktmacht auf die Preisbildung im liberalisierten Markt: ein Agent-Based Ansatz“, in Proceedings und CD-ROM, 4. Internationale Energiewirtschaftstagung IEWT 2005 – die Zukunft der Energiewirtschaft im liberalisieren Markt, , Technische Universität Wien, 25p, 16. bis 18. Februar 2005

Kranzl L., Stadler M.: Modellierung von Förderinstrumenten für erneuerbare Energieträger und Energieeffizienz am Beispiel der Stadt Wien. Beitrag zur Internationalen Energiewirtschaftstagung 2005 an der TU-Wien. – Wien 2005.

Kranzl L., Haas R.: Effiziente Nutzung von Biomasse und ihre gesamtwirtschaftliche Bedeutung. Beitrag zur mitteleuropäischen Biomassekonferenz 2005. – Graz 2005.

Kranzl Lukas, Reinhard Haas: "Wirtschaftliche Bedeutung effizienter Biomassenutzung", Agrarische Rundschau, 4/November 2005.

Knapek J., Haas R., Weger J., Hofbauer H., Kranzl L.: Biomass Potential and Sustainable Production. The relevance of biomass for providing energy services in the Czech Republic and Austria. CZ-AT EEG Research Paper Series. Published in: Janouch F., Schleicher S. (Editors): Energy for sustainable development. Research papers of Czech-Austrian Energy Expert Group 2005. Charles University in Prague, 2005.

Kranzl L., Stadler M., Huber C., Haas R.: Strategien und Softwaretools zur effizienten Förderung nachhaltiger Energiesysteme. – In: Energy 2/05, Zeitschrift der Österreichischen Energieagentur – Wien 2005.

Kranzl Lukas, Michael Stadler, Claus Huber, Reinhard Haas: „Strategien und Softwaretools zur effizienten Förderung nachhaltiger Energiesysteme“, Zeitschrift Energy, Number 2/2005, ISSN 1026-339X.

López-Polo M.A., Maria Joao Rodrigues, Christy. Herig and Demet Suna: „Value analysis: International comparison of PV values for multiple stakeholders“. 20th European Photovoltaik Solar Energy Conference and Exhibition, Barcelona, Juni 2005“

Nakicenovic N.: 2005, Technological change for stabilizing atmospheric greenhouse gas concentrations, Energy Systems of the Future: Challenges and Solutions Paths, Proceedings of the 4th International Energy Economics Conference (IEWT 2005), 16-18 February, 2005, Vienna, Austria.

Nakicenovic N., A. Grübler, V. Chirkov, and P. Kolp: 2005, Synthetic fuel technology adoption under climatic constraints in the Asian region. Research study conducted for the Environmental Research Center (ERC), Tsukuba, Japan. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

Obersteiner Carlo, Hans Auer: „Zusatzkosten für elektrische Energieversorgungssysteme durch die vermehrte Integration von Windenergieanlagen“, Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien, Wien, 16. – 18. Februar 2005.

Ragwitz Mario, C. Huber, G. Resch (2005): „Promotion of renewable energy sources - effects on innovation“, Internal Journal of Public Policy (IJPP), forthcoming 2006

Ragwitz Mario, Claus Huber, Gustav Resch: "Vergleich der Förderinstrumente für erneuerbare Energien im EU-Stromsektor", Energiewirtschaftliche Tagesfragen 12 (2005), 2005.

Resch Gustav, Thomas Faber, Claus Huber: "Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern – Österreich im europäischen Vergleich", in Proceedings und CD-ROM – 4. Internationale Energiewirtschaftstagung IEWT05 – Energiesysteme der Zukunft: Herausforderungen und Lösungspfade, 16. bis 18. Februar 2005, Technische Universität Wien, 2005.

Saguan Marcelo, Nenad Keseric, Jean-Michel Glachant, P. Bastard, Reinhard Haas: "The Influence of Transmission Capacity on Market Outcomes: an Agent-Based Approach ", IEEE PES Conference POWERTECH 2005, St. Petersburg, Russland, Juni 2005

Siddiqui Afzal S., Chris Marnay, Jennifer L. Edwards, Ryan M. Firestone, Srijay Ghosh, and Michael Stadler: „Effects of a CarbonTax on Microgrid Combined Heat and Power Adoption”, Journal of Energy Engineering, American Society of Civil Engineers (ASCE), SPECIAL ISSUE: QUANTITATIVE MODELS FOR ENERGY SYSTEMS, April 2005, Volume 131, Number 1, ISSN 0733-9402.

Stadler M., Kranzl L.: Invert - Das Simulationstool zur Bewertung von Förderstrategien im Gebäude-, Strom- und Transportsektor. Beitrag zur Internationalen Energiewirtschaftstagung 2005 an der TU-Wien. – Wien 2005.

Stadler Michael, Lukas Kranzl, Claus Huber, Reinhard Haas, and Elena Tsioliaridou: „Policy Strategies and Paths to promote Sustainable Energy Systems - The dynamic Invert Simulation Tool”, 2005, Energy Policy, ISSN 0301-4215, (forthcoming).

Stadler Michael, P. Palensky, B. Lorenz, M. Weihs, and C. Roesener: „Integral Resource Optimization Networks and their Techno-Economic Constraints”, International Journal of Distributed Energy Resources, Volume 1 Number 4 October – December 2005, page 299 – 320, ISSN 1614-7138.

Tsioliaridou E., Bakos G.C., and Stadler M.: “A new energy planning methodology for the penetration of renewable energy technologies in electricity sector – application for the island of Crete”, 2005, Energy Policy, ISSN 0301-4215, (in press).

Ackermann T. (Editor), Matevosyan J. et al.: “Wind Energy in Power Systems”, published by John Wiley & Sons, January 2005. J. Matevosyan author to:

Auer Hans, Thomas Faber, Claus Huber, Gustav Resch: "Action Plan for an enhanced least-cost integration of RES-E into the European Grid ", report of the project GreenNet – research project within the 5th framework programme of the European Commission, DG TREN, Vienna, February 2005.

Auer Hans, Carlo Obersteiner, Marian Klobasa, Mario Ragwitz, Claus Huber, Michael Stadler: „Modellierung von Kraftwerksbetrieb und Regelenergiebedarf bei verstärkter Einspeisung von Windenergie in verschiedene Energiesysteme unter Berücksichtigung des Lastmanagements“, Endbericht zum gleichnamigen Projekt, 1. Ausschreibung der Programmlinie Energiesysteme der Zukunft, Wien, 2005.

Chapter 20: Wind Power in Areas with limited Transmission Capacity

Chapter 7: Technical Regulations for the Interconnection of Wind Farms to the Power System (with T. Ackermann and S. Bolik)

Haas Reinhard: „Perspektiven für effektiven Wettbewerb und langfristige Versorgungssicherheit im liberalisierten österreichischen Strommarkt“, in: Günther Ofner (Hrsg.): „Perspektiven der österreichischen Stromversorgung“, Holzhausen-Verlag, Wien 2005.

Haas Reinhard, Lukas Kranzl, Gerald Kalt Jaroslav Knápek, Jan Weger, Kamila Havlíčková: „Biomass: Implementation and Support Schemes: A comparative survey on the state-of-the-art in the Czech Republic and Austria“, Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser im Rahmen der CZ-AT-Energie-Kooperation, Schriftenreihe des BMLFUW, Band xx/2005

Haas Reinhard, "Non-technical issues and market deployment strategies for PV", in: Deo Prasad: "Photovoltaics in the built environment" 2005.

Haas, R., Biermayr P., Kranzl L. (2005): „Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien in Österreich – wirtschaftliche Bedeutung für Österreich“. Im Auftrag der österreichischen Wirtschaftskammer, Dachverband Energie-Klima. – Wien 2005.

Jäderström A., Matevosyan J., Söder L., Coordinated regulation of wind power and hydro power with separate ownership, in the proceeding of the 4th International Conference in Energy Economics, IEWT'5, February 2005, Vienna, Austria, Best student paper award.

Kranzl L., Stadler M., Resch G., Huber C., Haas R., Ragwitz M., Brakhage A., Pett J., Gürtler P., Gula A., Sliz B., Gula E., Figorski A., Bakos G., Tsioliariidou E., Joergensen K., Fernandes M.: Tools for the efficient design of RES & RUE promotion schemes: Recommendations derived from the project Invert. Report of Work Phase 7 of the project INVERT – a research project within the Altener Program of the European Commission, DG TREN – Vienna 2005.

Kranzl L., Stadler M., Resch G., Huber C., Haas R., Ragwitz M., Brakhage A., Pett J., Gürtler P., Gula A., Sliz B., Gula E., Figorski A., Bakos G., Tsioliariidou E., Joergensen K., Fernandes M.: Tools for the efficient design of RES & RUE promotion schemes. Summary of the project INVERT – a research project Altener Program of the EC, DG TREN – Vienna 2005.

Matevosyan J., Jauch C., Ackermann T., Bolik S. M., International Comparison of Requirements for Connection of Wind Turbines to Power Systems, Wind Energy Journal, John Wiley&Sons, Ltd, vol.8, Issue 3, pp 295-306, 2005

Matevosyan J., Söder L., Minimisation of Imbalance Costs Trading Wind Power on the Short Term Power Market, in Proceedings of IEEE Power Tech Conference, 27-30 June 2005, St. Petersburg, Russia, recommended for publication in IEEE PES Transactions, revised and submitted for publication.

Matevosyan J., Söder L., Short Term Hydro Power Planning Coordinated with Wind Power in Areas with Congestion problems, submitted to PMAFS conference 2006

Nakicenovic, N. (Coordinating Lead Author), McGalde, J., Ma, Sh., Alcamo, J., Bennett, E. *et al.*, 2005: Lessons learned for scenario analysis, in *Scenarios: Global & Multiscale Assessment Reports*, Millennium Ecosystem Assessment (MA), Island Press, Chicago, USA.

Nakicenovic, N., Kolp, P., Riahi, K., Kainuma, M., Hanaoka, T., 2005: Assessment of Emissions Scenarios Revisited, *Environmental Economics and Policy Studies* (in press)

Nelson, G.C., Bennett, E., Berhe, A.A., Cassman, K., Nakicenovic, N. (Lead Author) *et al.*, 2005: Drivers of change in ecosystem condition and services, in *Scenarios: Global & Multiscale Assessment Reports*, Millennium Ecosystem Assessment (MA), Island Press, Chicago, USA.

Ragwitz M., Brakhage A., Kranzl L., Stadler M., Huber C., Haas R., Tsioliariidou E., Pett J., Gürtler P., Joergensen K., Figorski A., Gula A., Gula E., Sliz B., Wyrwa A.: Case studies. Report of Work Phase 6 of the project INVERT – a research project within the Altener Program of the European Commission, DG TREN – Vienna 2005.

RAGWITZ Mario, J. SCHLEICH, C. HUBER, G. RESCH, T. FABER, M. VOOGT, R. COENRAADS: "Analysis of the EU renewable energy sources' evolution up to 2020 (FORRES 2020)", Final report of the project FORRES 2020 – Tender No. TREN/D2/10-2002 within the Altener programme of the European Commission, DG TREN, Karlsruhe (Germany), April 2005.

RAGWITZ Mario, RESCH Gustav, Claus HUBER, Thomas FABER: "Monitoring und Fortentwicklung nationaler und europäischer Instrumente zur Marktdurchdringung erneuerbarer Energiequellen im Strommarkt", Entwurf des Grundlagenberichts / 2. Zwischenbericht, Bericht im Rahmen des gleich lautenden Forschungsprojekts im Auftrag des Deutschen Umweltbundesamts (Förderkennzeichen: 203 41 112), Karlsruhe, September 2005.

RESCH Gustav, Maria-Assumpcio LOPEZ-POLO, Hans AUER, Reinhard HAAS, John TWIDELL, Christian KJAER, Hugo CHANDLER: "Electricity from Renewable Energy Sources in EU-15 countries – A Review of Promotion Strategies", report of the project ReXpansion – research project within the Altener programme of the European Commission, DG TREN, Vienna, March 2005.

RESCH Gustav, Thomas FABER, Claus HUBER: "Inputs to the analysis of support schemes – Scenarios on the future deployment of RES-E & accompanying consumer expenditure", report of the project ReXpansion – research project within the Altener programme of the European Commission, DG TREN, Vienna, March 2005.

Schellnhuber, J., Cramer, W., Nakicenovic, N., Wigley, T., and Yohe G. (eds), 2005: *Avoiding Dangerous Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK. (in press)

Smeers Yves, Andreas EHRENMANN, Nenad KESERIC, Carlo OBERSTEINER *et al.*: „*Electricity modelling: Market power and the relevant market*“, Supported Marie Curie Action by the EC, INFRAstructure Research and Policy TRAINing, Berlin, November 2005

Stadler M., Kranzl L., Huber C.: *The Invert Simulation Tool – User Manual*. Report of Work Phase 5 of the project INVERT –Altener Program of the European Commission, DG TREN – Vienna 2005.

10. Vorträge

Brauner, G.: „Die Zukunft und Sicherheit der Energieversorgung“. WKO – Wirtschaftskammer Tirol im Rahmen der Veranstaltung „Der TIWAG – Optionenbericht 2004“, am 20. Januar 2005 in Innsbruck.

Brauner, G.: „Principle Aspects of Neutral Earthing“. Round Table auf der 18th international Conference on and Exhibition on Electricity Distribution. CIRED 6. – 9. June 2005 Turin.

Brauner, G.: „Mehrbedarf und Nachhaltigkeit in der Energieversorgung“. Seminar Bauökologie an der TU Wien vom 9. bis 10. Juni 2005.

Brauner, G.: „Anforderungen an die öffentliche Energieversorgung“. Vortrag im Rahmen des FGH-Seminars „Versorgungssicherheit“ vom 27. bis 28. September in Deidesheim.

Brauner, G.: „Forschungsperspektiven der Energietechnik“. Vortrag auf der 43. Fachtagung der Österreichischen Gesellschaft für Energietechnik am 24. und 25. November 2005 in Innsbruck.

Ajanovic, A.: „Wirtschaftlichkeit von Energysystemen mit Öko-Wasserstoff“, 4. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien (IEWT 2005), 16.-18. Februar 2005

Ajanovic, A.: „Renewable Hydrogen. A Strategy for the Production and Use of Hydrogen from Renewable Energy“, The Student Research Conference, „Einstein in the City“, City College of New York, April 11-12, 2005

Ajanovic Amela, Reinhard Haas: „Wirtschaftliche Aspekte von Öko-Wasserstoff“, mit, 1. Österreichische Wasserstoffkonferenz“, Graz, 10.. Oktober 2005

Auer Hans, Carlo Obersteiner, Lukas Weißensteiner: „Comparing Different Cost Allocation Policies for Large-scale RES-E Grid Integration in Europe“, Poster presentation, 4th Conference on Applied Infrastructure Research, Berlin, 8th October, 2005.

Auer Hans: „Economics of Large-Scale Integration of Wind into the European Grids“, 5th International Workshop on Large Scale Integration of Wind Power and Transmission Networks for Offshore Wind Farms, Glasgow, 7-8 April 2005.

Auer Hans: „Least Cost Integration erneuerbarer Technologien zur Stromerzeugung (RES-E) in den EU15 unter besonderer Berücksichtigung der notwendigen Maßnahmen und Kosten für die bereitzustellende Netzinfrastruktur und den Netzbetrieb (GreenNet)“, 4. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU-Wien (IEWT 2005), 16.-18. Februar, Wien, Österreich, 2005.

Auer Hans: „Aufbau und gesetzliche Grundlagen der österreichischen Elektrizitätswirtschaft“, Gastvortrag an der Fachhochschule Joanneum Research GesmbH – Studiengang Infrastrukturwirtschaft, 3. Juni 2005, Kapfenberg, Österreich, 2005.

Auer Hans: „Gewinnen BHKW's einen neuen Stellenwert vor dem Hintergrund potentieller landesweiter Stromausfälle?“, VDI Tagung Blockheizkraftwerke 2005, Energiepolitische Rahmenbedingungen – Technische Entwicklungen, Köln, 7.-8. Juni 2005.

Auer Hans: „Kostenanalyse der Netzintegration von Windenergie“, 7. Österreichisches Windenergiesymposium, St. Pölten, 20. – 21. Oktober 2005.

Haas Reinhard, Nebojsa Nakicenovic: „Wohin führen Energieszenarien?“, mit, „Energy 2050“ BMVIT, Wien, 24. November 2005.

Haas Reinhard: „Perspektiven des liberalisierten mitteleuropäischen Strommarkts“, ÖEKV, Wien 20. Oktober 2005

Haas Reinhard: “Excess capacities and competition”, Salzburg, 29. September 2005, Reform group meeting,

Haas Reinhard: “Experiences of GREEN-X, FORRES, OPTRES.... – lessons learned for policy”, Salzburg 26. September 2005, REALISE Forum

Haas Reinhard: „Der optimale Strommarkt der Zukunft“, ÖGOR, Wien 22. September 2005.

Haas Reinhard: “Conditions for making competition work in the Central European electricity market”, 7th European IAEE conference, Bergen, August 2005

Haas Reinhard: Claus Huber, Gustav Resch, Hans Auer, Thomas Faber: “Assessment of policy schemes for RES-E: How important are dynamic aspects? with, 7th European IAEE conference, Bergen, August 2005

Haas Reinhard: “Conditions for making competition work in the Central European electricity market 28th IAEE conference, Taipeh, June 2005

Haas Reinhard: “Potentials and support schemes for electricity from renewable energy sources (RES-E) in Europe” 5th SESSA conference, Madrid, May 2005.

Haas Reinhard: „Biomass potentials and costs in Austria“, Workshop of the Austrian-Czech Energy Expert Group, Prag, April 2005.

Haas Reinhard: „Perspektiven der Entwicklung des liberalisierten mitteleuropäischen Strommarkts“, TU Wien IEWT2005, 15. Februar 2005

Kranzl L.: Case studies: applying Invert simulation tool. International dissemination workshop of the Altener Project Invert. Athens, 4th March 2005.

Kranzl L., Haas R.: Effiziente Nutzung von Biomasse und ihre gesamtwirtschaftliche Bedeutung, Mitteleuropäischen Biomassekonferenz 2005. – 5. Februar, Graz 2005.

Kranzl L.: The Project Invert – Overview and Results. International dissemination workshop of the Altener Project Invert. Roskilde, 7th March 2005.

Kranzl L.: Modellierung des Wiener Raumwärmesektors: Anwendung des Invert Simulation Tools. Dissemination Workshop des Altener Projekts Invert. Wien, 14. März 2005.

Kranzl L.: French Invert case study on hot-water solar equipment. International dissemination workshop of the Altener Project Invert. Paris, 1st April 2005.

Kranzl L.: Invert Simulation Tool: Modelling Promotion Schemes for Sustainable Energy Systems. International dissemination workshop of the Altener Project Invert. Krakow, 6th April 2005.

Kranzl L.: Comparing Policy Options: Methodology and conclusions derived from Invert. Final conference of the Altener Project Invert. Brussels, 21st April 2005.

Kranzl Lukas, Michael Stadler, Claus Huber, Reinhard Haas, Mario Ragwitz: „Comparing policy options: Methodology and conclusions derived from Invert“. International dissemination conference of the project Invert in Brussels, Belgium, April 21st 2005.

Lopez Polo Assun IEA-PVPS Task 10 Urban- Scale Photovoltaik Applications 3. Österreichische Solarstrom Tagung Photovoltaik im städtischen Raum 29. September 2005, Wien 19

Matevosyan J.: Coordinated regulation of wind power and hydro power with separate ownership, 4th International Conference in Energy Economics, IEWT'5, February 2005, Vienna, Austria.

Matevosyan J., Coordinated regulation of wind power and hydro power with separate ownership, Hydropower'05, May 2005, Stavanger, Norway.

Matevosyan J., Minimisation of Imbalance Costs Trading Wind Power on the Short Term Power Market, IEEE Power Tech Conference, 27-30 June 2005, St. Petersburg, Russia.

Nebojsa Nakicenovic, “The role of hydrogen in emissions scenarios” at the 2nd HyCARE Hydrogen Energy Symposium on ‘Chances and Risks for the Environment’, 19.12.2005 – 20.12.2005, IIASA, Laxenburg, Austria.

Nebojsa Nakicenovic, Trottier Public Science Symposium ‘Climate Change and Energy’ McGill University, 24.11.2005, Montreal, Canada.

Nebojsa Nakicenovic, “Global energy perspectives, technology dynamics, and climate change” at Global Environmental and Climate Change Center, McGill University, 25.11.2005, Montreal, Canada.

Nebojsa Nakicenovic, “Natural gas storylines”, International Gas Union event at the Energy Convention 2005, 27.10.2005, Groningen, the Netherlands.

Nebojsa Nakicenovic, ‘Energy Services or Useful Work’ at the “Sources of Economic Growth” Workshop, 24.10.2005, IIASA, Laxenburg, Austria.

Nebojsa Nakicenovic, “Technological Dynamics, Development and Climate Change”, the Swedish University in Turku, 18.10.2005, Turku, Finland.

Nebojsa Nakicenovic, “History of and next steps for new emissions scenarios” at the Colloquium on ‘Socioeconomic drivers of greenhouse gas emissions’ organized by US Environmental Protection Agency (US EPA) and World Resources Institute (WRI), 29.09.2005 – 30.09.2005, Washington, DC, USA.

Nebojsa Nakicenovic, “Energy perspective through 2020 and beyond” at the Austrian Energy Conference ‘Energy 2020’, 21.09.2005 – 23.09.2005 in Fuschl/Salzburg, Austria.

Nebojsa Nakicenovic, “Natural gas storylines and scenarios” Gasunie, 06.09.2005, Groningen, Netherlands.

Nebojsa Nakicenovic, “Development and Diffusion of Innovative Technologies”, International Symposium on Climate Change at the 2005 World Exposition “Economic and Industrial Development in Harmony with the Environment”, 2005 EXPO, 27.08.2005, Aichi, Japan

Nebojsa Nakicenovic, “Historical overview of IPCC scenarios” at the Energy Modeling Forum (EMF) Workshop on ‘Critical issues in climate change’, 27.07.2005 – 01.08.2005, Snowmass, CO, USA.

Nebojsa Nakicenovic, “Historical overview of emissions scenarios”, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Workshop on New Emission Scenarios, 29.06 – 1.07.2005, IIASA, Laxenburg, Austria

Nebojsa Nakicenovic, “Climate Change Mitigation”, Energy Modeling Forum (EMF 22) Meeting on ‘Climate Change Control Scenarios’, 26.05.2005 – 27.05.2005, Stanford, CA, USA.

Nebojsa Nakicenovic, “Energy and Development”, 5th Meeting of GFSE (Global Forum on Sustainable Energy), Diplomatic Academy, 11.05.2005 – 13.05.2005, Vienna, Austria.

Nebojsa Nakicenovic, “Global Energy Perspectives”, Lecture at the MAIS (Master of Advanced International Studies) Seminar, 09.05.2005, Diplomatic Academy, Vienna, Austria.

Nebojsa Nakicenovic, “Aspects of the economics of climate change” Evidence given to the Select Committee on Economics Affairs, House of Lords, UK Parliament, 08.03.2005, London, UK.

Nebojsa Nakicenovic, “Global methane scenarios” Gasunie, 02.03.2005, Groningen, Netherlands.

Nebojsa Nakicenovic, “Technological change for stabilizing atmospheric greenhouse gas concentrations” 4. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien (IEWT 2005), 16.02.2005 – 18.02.2005, TU Wien, Vienna, Austria.

Nebojsa Nakicenovic, "Population growth and emissions scenarios" at a High-Level Symposium 'Whole earth systems: Integrating environmental science, technology and policy', Stanford University, 10.02.2005 – 12.02.2005, Stanford, CA, USA.

Nebojsa Nakicenovic, "Long-term energy perspectives" at World Energy Council (WEC) Meeting on Scenarios, 04.01.2005 – 05.01.2005, London, UK.

Nebojsa Nakicenovic, "SRES long-term scenarios for air pollutant emissions" at the ACCENT (Atmospheric Composition Change European Network) International Workshop, 27.01.2005 – 28.01.2005, Laxenburg, Austria.

Nebojsa Nakicenovic, "New emissions scenarios", Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Expert Meeting on Emission Scenarios, US- Environmental Protection Agency (EPA), 12.01.2005 – 14.01.2005, Washington, DC, USA

RESCH Gustav: "Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern – Österreich im europäischen Vergleich", 5. *Internationale Energiewirtschaftstagung IEWT05 – Energiesysteme der Zukunft: Herausforderungen und Lösungspfade*, 16. bis 18. Februar 2005, Technische Universität Wien, 2005.

RESCH Gustav: "Key principal mechanisms of the main instruments for the promotion of RES-E from an economic perspective", Workshop on renewable energy in the framework of the Twinning Project CARDS 2004 SR04.02/01.01 - Capacity Building for the Ministry of Mining and Energy Serbia, 12 September 2005, Belgrade, Serbia, 2005.

RESCH Gustav: "Short characterisation of the Green-X model", 2nd data gathering Workshop for New Member States & Candidate Countries, Scientific Technical Reference System on Renewable Energies and Energy End-Use Efficiency; European Commission - Directorate General Enlargement, 2 December 2005, Nicosia, Cyprus.

RESCH Gustav: "The impact of support schemes on the future deployment of RES-E", International Workshop of the R&D Project "Monitoring and evaluation of policy instruments to support renewable electricity in EU Member States", a research project conducted for the German Ministry of Environment (BMU), 14 December 2005, Berlin, Germany.

STADLER Michael, Lukas KRANZL, Gustav RESCH, Claus HUBER, Reinhard HAAS: „Das dynamische Bottom-Up Simulationstool Invert zur Bewertung von Förderstrategien im Gebäude-, Strom- und Transportsektor“. International dissemination conference of the project Invert in Karlsruhe, Germany, April 26th 2005.

STADLER Michael, Lukas KRANZL, Gustav RESCH, Claus HUBER, Reinhard HAAS: „Introduction to the Invert Simulation Tool“. International dissemination conference of the project Invert in Brussels, Belgium, April 21st 2005.

STADLER Michael, Lukas KRANZL, Gustav RESCH, Claus HUBER, Reinhard HAAS: „Invert Simulation Tool: Modelling Promotion Schemes for sustainable energy systems“. International dissemination conference of the project Invert in Brussels, Belgium, April 21st 2005.

11. Veranstaltungen/Seminare

Brauner, G.: FGH-Seminar „Versorgungssicherheit“. 27. und 28. September 2005 in Deidesheim.

(Moderation: Günther Brauner)

Brauner, G.: 9. Handelsblatt-Jahrestagung „Energiewirtschaft Österreich 2005 - Die österreichische Energiewirtschaft im europäischen Wettbewerb“. 18. und 19. Oktober 2005, Hotel Inter-Continental Wien.

(Moderation: Günther Brauner)

Hadrian, W.: Lehrgang für sicherheitstechnisches Fachwissen für die Errichtung von Alarmanlagen (Physikalische Grundlagen). März – April 2005. WIFI Wien

4. Internationale Energiewirtschaftstagung an der TU Wien vom 16. Feb. – 18. Feb. 2005 zum Thema „Energiesysteme der Zukunft: Herausforderungen und Lösungspfade“

Energiegespräche im Technischen Museum Wien:

BRAUCHT DER KLIMASCHUTZ KUNDEN?, Dienstag, 29. November 2005

ENERGIE/NACHHALTIGKEIT ZUM ANGREIFEN - Konzepte zur breitenwirksamen Bewusstseinsbildung, Dienstag, 27. September 2005

Trends in der internationalen Energieforschung - Schlussfolgerungen für Österreich, Dienstag, 7. Juni 2005

Brauchen wir einen Schub bei der Energieeffizienz?, Dienstag, 1. März 2005

12. Mitwirkung in Fachgremien

BRAUNER, G.:

- Österreichisches Nationalkomitee der CIGRE
- Österreichisches Nationalkomitee CIRED
- Österreichisches Nationalkomitee des Weltenergieerates (World Energy Council)
- Austrian Association for Energy Economics
- OVE, Geschäftsausschuß der ÖGE
- Wissenschaftlicher Beirat der Redaktion der e&i
- VDI/VDE-GMA "Netzregelung"
- FGH Arbeitskreis „Energie und Informationstechnik“ (AKEI)
- Wissenschaftlich-industrieller Beirat des Österr. Forschungszentrums „arsenal research“

HADRIAN, W.:

- Vorsitzender des Ausschusses Blitzschutz (BL) im Österreichischen Verband für Elektrotechnik (ÖVE)
- Vorsitzender des Normenausschusses für Blitzschutz
- Mitglied des wissenschaftlichen Komitees der Internationalen Blitzschutzkonferenz (ICLP)

MÜLLER, H.:

- im Vorstandsrat der Österr. Gesellschaft für Operations Research (ÖGOR)
- im Fachnormenausschuß FNA 093 "Energiewirtschaft" des Österreichischen Normungsinstituts (ON)
- im Editorial Board der European Transactions on Electrical Power (ETEP)

THEIL, G.:

- im Editorial Board der European Transactions on Electrical Power (ETEP)

NAKICENOVIC, N.:

- Coordinating Lead Author (CLA), IPCC Fourth Assessment Report (AR4) WGIII Report, Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change
- Member of InterAcademy Council (IAC) Study ‘Transitions to Sustainable Energy Systems’
- Member of the United Nations Sigma Xi Scientific Expert Group on Climate Change and Sustainable Development
- Member of Planning Group for ICSU International Science Panel on Renewable Energy (ISPRES)
- Lead Author of IGU (International Gas Union) Report on Future role of natural gas and strategic impact for IGU
- Member of Scientific Steering Committee of the Global Carbon Project
- Steering Committee Member of International Programme on the Economics of Atmospheric Stabilization (IPEAS)

13. Einrichtungen des Instituts

Geräteausstattung des Power Quality – Labors:

Am Institut ist ein eigenes Labor für Power Quality eingerichtet. Die Geräteausstattung ist bereits sehr umfangreich und findet Anwendung in folgenden Bereichen:

- Lehre: Durchführung des Laborübungsteiles „Versorgungsqualität“ (vormals „Netzurückwirkungen“)
- Forschung im Bereich Spannungsqualität und Versorgungssicherheit
- PQ- Dienstleistungen für Netzbetreiber, Industrie und Gewerbe
 - Störungsanalyse in Netzen
 - Analyse der Netzurückwirkungen
 - Erfassung der Empfindlichkeit elektrischer Geräte und elektronischer Steuerungen
 - Erfassung der Netzverträglichkeit von dezentralen Erzeugungseinheiten
 - Planung von Abhilfemaßnahmen

Die Geräteausstattung gliedert sich grundsätzlich in Geräte zur Erzeugung einer unabhängigen, definierten Spannungsversorgung und in Messgeräte zur Erfassung der Versorgungsqualität:

Spannungsversorgungen:



- California Instruments Invertron AC Power Equipment 1503L
Spezifikation: einphasig, 0 – 270V
1500 VA, 45Hz – 5kHz
Anwendung: Dient zur Messung der Netzurückwirkungen einphasiger Geräte.
- California Instruments Invertron AC Power Equipment 4500L
Spezifikation: dreiphasig, 0 – 270V
3*1500VA, 45Hz – 5kHz
Ansteuerung über GPIB oder Analogeingang.
Ein zugehöriger Industrie- PC ist mit einer DAQ- Karte ausgestattet. Mittels LABVIEW können somit beliebige Signale generiert um über die DAQ- Karte an den Analogeingang der Spannungsversorgung gelegt werden.
Anwendung: Dient zur Messung der Netzurückwirkungen und der

Empfindlichkeit ein- und dreiphasiger elektrischer Geräte und elektronischer Steuerungen.

PQ- Messgeräte:

- PQ- Analysator TOPAS 1000:
Für den temporären Einsatz in NS, MS und HS- Netzen,
Messung aller Parameter der Versorgungsqualität,
Normkonforme Messung nach EN 50160
Fernbedienbar
Besonders geeignet zur Störungsanalyse bezüglich Netzurückwirkungen und zur Aufzeichnung transienter Spannungen.
- PQ- Analysator EURO-QUANT:
Für den stationären Einsatz in NS, MS und HS- Netzen,
Messung aller Parameter der Versorgungsqualität,
Normkonforme Messung nach EN 50160
Fernbedienbar
Zeitsynchronisation über DCF77 oder GPS
Besonders geeignet zur stationären und reproduzierbaren Aufzeichnung aller Parameter der Versorgungsqualität
- Fluke 39 Power Meter:
Einphasige Aufzeichnung der Spannungen, Ströme und Leistungen im Zeit- und Frequenzbereich
- Einige Stück Fluke VR101:
Ereignisrecorder zur Aufzeichnung von Voltage Dips, Swells, Unterbrechungen und Transienten in der Spannung, sowie Frequenzabweichungen

Geräteausstattung des Schutzmaßnahmen – Labors:

Das Schutzmaßnahmen- Labor ist mit einem Modell eines Hausanschlusses ausgestattet, welcher von einem eigenen Transformator versorgt wird. Damit können somit die meisten Schutzmaßnahmen getestet und ihre Überprüfung veranschaulicht werden. Dafür stehen folgende Prüfgeräte zur Verfügung:

- Installationsprüfgerät UNILAP 100:
RCD- Prüfung, Auslösezeitmessung, Isolations- und Schleifenwiderstandsmessung, Drehfeldrichtung, ...
- Isolationsmessgerät UNILAP GEO-X:
Störspannungs- und Störfrequenzmessung, Erdungswiderstandsmessung, selektive Erdungswiderstandsmessung mit Stromzange, Widerstands- und Niederohmmessung

Technische Daten der Anlagen im Großen Hochspannungsraum (CF SO 45):80 kVA 1-Phasen Hochspannungstransformator (Einstunden Prüfleistung)

$$\begin{aligned} U_{\text{rms}} &= 400 \text{ kV} \\ I_{\text{max}} &= 200 \text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_{\text{prim}} &= 400 \text{ V} \\ I_{\text{prim}} &= 200 \text{ A} \end{aligned}$$

18 kJ Stoßspannungsgenerator (sechsstufig)

$$\begin{aligned} \text{Blitzstoß} & 1.2 / 50 \text{ } \mu\text{s} \\ U_s &= 600 \text{ kV} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Gleichrichter: } U_{\text{sek}} &= 100 \text{ kV} \\ S &= 7.5 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Technische Daten der Anlagen im Kleinen Hochspannungsraum (CF SO 61):

Bausatz der Fa. Messwandlerbau Bamberg (heute Haefely-Trench MWB GmbH)
zur Erzeugung von Wechsel-, Gleich-, Blitzstoß- und Schaltstoßspannung

Wechselspannung: 100 kV (5 kVA 1-Phasen Hochspannungstransformator)
Gleichspannung: 140 kV (3 kVA)
Stoßspannung: 250 kV (1 kVA)
Teilentladungsmessung bis ca. 50 kV

weitere: Druckluftanlage 10 bar, Vakuum bis ca. 4 Pa, SF₆ - Gasaufbereitungsanlage
Schering - Messbrücke (Tettex)