



---

TECHNISCHE UNIVERSITÄT WIEN

# **JAHRESBERICHT**

**DES**

**INSTITUTS FÜR ELEKTRISCHE ANLAGEN  
UND ENERGIEWIRTSCHAFT**

**2004**

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 Energieversorgung muss sich neuen Herausforderungen stellen. Sie betreffen den weiterhin starken Anstieg des Energiebedarfs. Hierdurch entstehen einerseits wirtschaftliche Folgen für die Beschaffung der Ressourcen und Klimaprobleme durch die wachsenden Emissionen.

Die Energiesysteme wachsen derzeit schwächer als der Bedarfszuwachs. Dies hat zur Folge, dass die Übertragungsnetze in Österreich ihre Belastungsgrenze erreicht haben. Die thermischen Kraftwerke werden ab dem Jahr 2010 ebenfalls zu einem großen Teil ihre Lebensdauergrenze erreicht haben. Durch Stilllegungen von alten Anlagen wird hierdurch bis zum Jahr 2015 eine Erzeugungslücke von etwa 3.000 bis 5.000 MW in Österreich auftreten, wie wir in einer Studie für den Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs festgestellt haben.

Die Erneuerung der Kraftwerke und der adäquate Ausbau der Netze, entsprechend dem gestiegenen Bedarf, stellen zukünftig die Aufgaben der Elektrizitätswirtschaft dar. Die Einbindung aller regenerativen Quellen in den Versorgungsprozess ist eine ergänzende Option. Mit diesen Maßnahmen lassen sich ein weiterhin hohe Anteile an regenerativer Energie und eine Minderung der spezifischen Emissionen erzielen.

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 auf Wasserstoff basierende Energiesysteme“ und „Langfristige Energieperspektiven und Strategien zur Treibhausgasreduktion“.

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

Ihre

Univ. Prof. Dr.-Ing. Günther Brauner

Univ. Prof. Dr. Nebojsa Nakicenovic

Wien im Dezember 2004

## INHALT

	Seite
1. Personalverzeichnis	1
2. Lehrbetrieb	4
3. Diplomarbeiten	14
4. Dissertationen	15
5. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	20
6. Forschungsförderung und Projekte	66
7. Forschungsberichte	67
8. Ehrungen und Preise	67
9. Veröffentlichungen	68
10. Vorträge	74
11. Veranstaltungen/Seminare	80
12. Mitwirkung in Fachgremien	81
13. Einrichtungen des Instituts	82

## 1. Personalverzeichnis

58801-DW

Vorstand                      **Brauner** Günther, o.Univ.Prof. Dr.-Ing.                      37310  
E-Mail: [g.brauner@tuwien.ac.at](mailto:g.brauner@tuwien.ac.at)

### Bereich Anlagen

Sekretariat                      **Gam** Sabine                      37301  
E-Mail: [s.gam@tuwien.ac.at](mailto:s.gam@tuwien.ac.at)

**Frey** Christine                      37302  
E-Mail: [frey@ea.tuwien.ac.at](mailto:frey@ea.tuwien.ac.at)

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

**Müller** Herbert, Dipl.-Ing. Dr.techn.                      37319  
E-Mail: [h.mueller+e373@tuwien.ac.at](mailto:h.mueller+e373@tuwien.ac.at)

**Theil** Gerhard, Dipl.-Ing. Dr.techn.                      37317  
E-Mail: [g.theil+e373@tuwien.ac.at](mailto:g.theil+e373@tuwien.ac.at)

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

**Tiefgraber** Dietmar, Dipl.-Ing.                      37336  
E-Mail: [d.tiefgraber+e373@tuwien.ac.at](mailto:d.tiefgraber+e373@tuwien.ac.at)

Projektassistent                      **Berger** Manfred, Dipl.-Ing.                      37311  
E-Mail: [m.berger+e373@tuwien.ac.at](mailto:m.berger+e373@tuwien.ac.at)

**Demiri** Besim, Dipl.-Ing.                      37320  
E-Mail: [b.demiri+e373@tuwien.ac.at](mailto:b.demiri+e373@tuwien.ac.at)

**Geßl** Bernhard, Dipl.-Ing. (-30.4.2004)                      37349  
E-Mail: [bernhard.gessler+e373@tuwien.ac.at](mailto:bernhard.gessler+e373@tuwien.ac.at)

**Laier** Andreas, Dipl.-Ing.                      37335  
E-Mail: [a.laier+e373@tuwien.ac.at](mailto:a.laier+e373@tuwien.ac.at)

**Mair** Martin, Dipl.-Ing. Dr.techn.                      37332  
E-Mail: [mair@ea.tuwien.ac.at](mailto:mair@ea.tuwien.ac.at)

**Pichler** Hannes, Dipl.-Ing.                      37323  
E-Mail: [h.pichler+e373@tuwien.ac.at](mailto:h.pichler+e373@tuwien.ac.at)

**Pöppl** Georg, Dipl.-Ing.                      37318  
E-Mail: [g.poepl+e373@tuwien.ac.at](mailto:g.poepl+e373@tuwien.ac.at)

allgem.Univ.Bed.	<b>Besau</b> Franz	37346
	<b>Jobst</b> Rainer	37339
	<b>Smolnik</b> Karl	37338
Zugeweiit dem Institut:	<b>Fickert</b> Lothar, O.Univ.Prof. Dr.techn.	37301
	<b>Michal</b> Roland, Univ.Do. Dr.techn.	37302
	<b>Rieder</b> Werner, em.o.Univ.Prof. Dr.phil.	37322
	<b>Stimmer</b> Herbert, em.o.Univ.Prof. Dr.techn. Dr.h.c.	37301
Lehrauftrag am Institut:	<b>Gös</b> Reinhard, Univ.Lektor Dr.techn.	37302
	<b>Hofbauer</b> Franz, Univ.Lektor Dr.techn.	37301
	<b>Irsigler</b> Manfred, Univ.Lektor Hofrat Dipl.-Ing.	37301
	<b>Kapfer</b> Ernst, Univ.Lektor Hofrat Dipl.-Ing.	37301
	<b>Widl</b> Wolfgang, Univ.Lektor Dr.techn.	37302

### Bereich Energiewirtschaft

Univ.Professor	<b>Nakicenovic</b> Nebojsa, Univ. Prof. Mag. Dr. E-Mail: <a href="mailto:nebojsa.nakicenovic@tuwien.ac.at">nebojsa.nakicenovic@tuwien.ac.at</a>	37350
Sekretariat	<b>Frey</b> Christine E-Mail: <a href="mailto:christine.frey+e373@uwien.ac.at">christine.frey+e373@uwien.ac.at</a>	37303
Ao.Univ.Prof.	<b>Haas</b> Reinhard, Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: <a href="mailto:reinhard.haas@tuwien.ac.at">reinhard.haas@tuwien.ac.at</a>	37352
Univ.Ass.	<b>Auer</b> Hans Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: <a href="mailto:johann.auer@tuwien.ac.at">johann.auer@tuwien.ac.at</a>	37357
wissenschaftl. Mitarbeiter i. A.	<b>Ajanovic</b> Amela, Dipl.-Ing. E-Mail: <a href="mailto:amela.ajanovic@tuwien.ac.at">amela.ajanovic@tuwien.ac.at</a>	37364
wissenschaftl. Mitarbeiter	<b>Biermayr</b> Peter Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: <a href="mailto:peter.biermayr@tuwien.ac.at">peter.biermayr@tuwien.ac.at</a>	37358
	<b>Dittrich</b> Regina	37352
	<b>Faber</b> Thomas Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: <a href="mailto:thomas.faber@tuwien.ac.at">thomas.faber@tuwien.ac.at</a>	37359
	<b>Huber</b> Claus Dipl.-Ing. Dr. techn. E-Mail: <a href="mailto:claus.huber@tuwien.ac.at">claus.huber@tuwien.ac.at</a>	37360
	<b>Keseric</b> Nenad Dipl.-Ing. E-Mail: <a href="mailto:nenad.keseric@tuwien.ac.at">nenad.keseric@tuwien.ac.at</a>	37363
	<b>Kranzl</b> Lukas Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: <a href="mailto:lukas.kranzl@tuwien.ac.at">lukas.kranzl@tuwien.ac.at</a>	37351
	<b>Lopez-Polo</b> Assun, Dipl.-Ing. E-Mail: <a href="mailto:maria.assumpcio.lopez-polo@tuwien.ac.at">maria.assumpcio.lopez-polo@tuwien.ac.at</a>	37362
	<b>Matevosyan</b> Julija, M.S. E-Mail: <a href="mailto:julija.matevosyan+e373@tuwien.ac.at">julija.matevosyan+e373@tuwien.ac.at</a>	37366
	<b>Obersteiner</b> Carlo, Dipl.-Ing. (ab 1.11.2004) E-Mail: <a href="mailto:carlo.obersteiner@tuwien.ac.at">carlo.obersteiner@tuwien.ac.at</a>	37367
	<b>Resch</b> Gustav Dipl.-Ing. E-Mail: <a href="mailto:gustav.resch@tuwien.ac.at">gustav.resch@tuwien.ac.at</a>	37354
	<b>Schriebl</b> Ernst Dipl.-Ing. E-Mail: <a href="mailto:ernst.schriebl@tuwien.ac.at">ernst.schriebl@tuwien.ac.at</a>	37355
	<b>Stadler</b> Michael Dipl.-Ing. Dr.techn. E-Mail: <a href="mailto:michael.stadler@tuwien.ac.at">michael.stadler@tuwien.ac.at</a>	37361
	<b>Tsioliaridou</b> Elena (ab Aug. 2003) E-Mail: <a href="mailto:etsiolia@eeg.tuwien.ac.at">etsiolia@eeg.tuwien.ac.at</a>	37366
Zugeteilt dem Institut:	<b>Faninger</b> Gerhard, Ao.Univ.Prof. Dr.mont.	37303
	<b>Harhammer</b> Peter, Hon.Prof. Dr.techn.	37333
Lehrauftrag am Institut:	<b>Huber</b> 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**

**Theil, Hadrian, Müller, Tiefgraber**

3 SE

Erwerben eines tieferen Verständnisses über die Stoffgebiete der Lehrveranstaltungen "Energieübertragung und Kraftwerke" und "Energieversorgung Vertiefung" sowie der Fähigkeit zur Erstellung einer Ausarbeitung unter Anleitung über eine gewählte Teilthematik mit Präsentation. Inhalt: Aus dem Stoffgebiet der Pflichtlehrveranstaltung "Energieübertragung und Kraftwerke" und der Wahllehrveranstaltung "Energieversorgung Vertiefung" werden Seminararbeiten durchgeführt und mittels Vortrag präsentiert.

##### **Energieversorgung, Vertiefung**

**Theil, Hadrian, Müller, 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.



**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. Elektrostatistische Entladung, Raum- und Kabelschirmung, Erdströme, Netzurückwirkungen: Emission, Immission, stochastische Beschreibung der Power Quality, Signalanalyse in Drehstromsystemen, Normen und Empfehlungen, Oberschwingungen und Flicker

**Übungen aus Energieübertragung und -verteilung****Müller, Hadrian, Theil, Tiefgraber**

2 UE

Zur Vorlesung "Energieübertragung und -verteilung" werden Rechenverfahren erläutert und Rechenbeispiele aus folgenden Gebieten vorgerechnet: Leitungskonstante, Lange Leitung (mit Spannungshaltung und Kompensation), elektromagnetische Beeinflussung, Lastfluß- und Kurzschlußberechnung, mechanische und thermische Kurzschlußwirkungen, transiente Stabilität, Netzurückwirkungen.

**Laborübungen aus Elektrische Anlagen E-A****Müller, Hadrian, Theil, Tiefgraber**

3 LU

Die Laborübungen sollen den Stoff der Vorlesungen Kraft- u. Umspannwerke und Energieübertragung und -verteilung durch praktische Übungen vertiefen. Folgende Übungen sind vorgesehen:

- Erdschluss in Drehstromnetzen
- Messungen an Schutzeinrichtungen elektrischer Maschinen und Anlagen
- Wirk- und Blindleistungsregelung
- Lange Leitung und Kompensation
- Schutzmaßnahmen gegen gefährliche Körperströme
- EMV-Übung 1 Schutz gegen Überspannungen
- EMV-Übung 2 Induktive Beeinflussung
- Netzurückwirkungen

**Hochspannungstechnik****Brauner, G.**

2 VO

Überblicksmäßiges Kennen der physikalischen Phänomene in Isoliersystemen und der Isolationskoordination. Beschreiben prinzipieller Arten von Isolieranordnungen (Luftisolation, Flüssigkeitsisoliersysteme, Mischisoliersysteme, Festkörperisoliersysteme und Druckgasisoliersysteme). Komponenten der Energieübertragung und Verteilung kennen. Wissen, wie deren Funktion überprüft werden kann (Spannungsformen, Erzeugung und Messung hoher Spannungen, Prüfprozeduren).

**Elektrische Schaltgeräte****Wild, W.**

2 VO

Systematik und physikalische Grundlagen (Kontakt, Schaltlichtbogen, Kontaktwerkstoffe) der Schaltgeräte. Funktionen und Bauformen der Schaltgeräte wie: Hilfsstromschalter (Taster, Relais, Mikroschalter, Paketschalter), Verbraucherschalter (Schütze, Schutzschalter, Anlasser, Nockenschalter), Netzschalter (Trafo-Stufenschalter, Trennschalter, Lastschalter, Leistungsschalter), Sicherungen und Überspannungsableiter.

**Laborübungen aus Elektrische Maschinen und Anlagen E-B**

**Rummich, E.** parallel mit **Hadrian**  
2 LU

Diese Laborübungen finden gemeinsam mit dem Institut für Elektrische Maschinen statt. Sie sollen den Stoff der Vorlesungen "Betrieb elektrischer Maschinen" und "Elektrische Anlagen" durch praktische Übungen vertiefen. Neben den Übungen, die vom Institut für Elektrische Maschinen betreut werden, sind seitens des Instituts für Elektrische Anlagen folgende Übungen vorgesehen:

Induktive Beeinflussung  
Schutz gegen Überspannungen

**Schaltgeräte und Hochspannungstechnik/  
Switching Devices and High Voltage Technol.**

**Rieder, Hadrian, Müller, Theil**  
je 1,5 SE

Systematik und physikalische Grundlagen der Schaltgeräte. Anforderungen und Kenngrößen. Funktionen und Bauformen der Schaltgeräte. Physikalische Grundlagen der Hochspannungstechnik. Prüftechnik, technische Isolieranordnungen und Isolationskoordination. Hochspannungskomponenten in Energieübertragung und -verteilung. Elektromagnetische Verträglichkeit.

**Diplomandenseminare**

**(Brauner/Rieder/ Hadrian/Müller/Theil)**  
2 SE

**Pflichtlehrveranstaltungen für die Studienrichtung Maschinenbau**

**Laborübung Elektrotechnik und Elektronik für MB, VT**

**Rummich, E.** parallel mit **Tiefgraber**  
2 LU

Diese Laborübung findet in Kooperation mit dem Institut für Elektrische 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**

**Hadrian W., Müller H., Theil, G.**  
6 VU WS/SS

Gemeinsam mit Inst. E376

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

**Betrieb elektrischer Netze**

**Brauner, G.**  
2 VO

Allgemeine Anforderungen an den Netzbetrieb,

*Normalbetrieb:* Wirkleistungs-Frequenz-Regelung primär und sekundär, Spannungs-Blindleistungsregelung im Übertragungs- und Verteilnetz.

*gestörter Betrieb:* Störung der Wirkleistungsbilanz und Unterfrequenz-Lastabwurf, Störung der Blindleistungsbilanz und Spannungszusammenbruch, Netzwiederaufbau.

*Sicherheit im Netzbetrieb:* Sicherheitsregeln, Schutzklassen, Vorschriften und Gesetze.

*wirtschaftlicher Netzbetrieb:* Stromgestehungskosten, wirtschaftliche Kraftwerks-, Leitungs- und Transformatorauslegung.

*Netzplanung:* Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetze.

*Netzleittechnik:* Aufgaben, Struktur, Fernwirkssysteme.

**Planung von Elektroenergiesystemen**

**Brauner, G.**  
2 SE

(Seminar mit Übungen am Computer)

Lastmodellierung und Gleichzeitigkeit, Lastflussrechnung und Behandlung von Konvergenzproblemen, Planung von Nieder-, Mittel- und Hochspannungsnetzen, Schwachstellenanalyse, Blindleistungskompensation, Kurzschlußberechnung, Kurzschlußbegrenzung, Erdung und Erdschlusslöschung, Berechnung großer Energiesysteme und Netzreduktion, Oberschwingungsanalyse in Verteilnetzen, Filterauslegung und rechnerische Überprüfung.

**Simulationsverfahren der Energietechnik**

**Brauner, G.**  
1,5 VO

Beschreibung dynamischer Vorgänge durch Differentialgleichungen, Verfahrensfehler, numerische Stabilität, Zustandsgleichungen, Startwerte, Simulation transienter Vorgänge, mittelfrequente elektromagnetische Ausgleichsvorgänge, elektromechanische Vorgänge, transiente, oszillatorische und statische Stabilität, Regelvorgänge, Simulation von thermischen und hydraulischen Systemen in der Energietechnik.

**Seminar Simulationsverfahren**

**Brauner, G.**  
2,0 SE

Übungen mit MATLAB/SIMULINK am PC zur Vorlesung Simulationsverfahren der Energietechnik

**Hochspannungstechnik unter Nutzung elektronischer Werkzeuge**

**Gös, R.**  
2 VO

**Störungen und Schutztechnik in elektrischen Netzen****Fickert, L.**

2 VO

Stellung des Schutztechniklers im Betriebsgeschehen (Verantwortung, Analyse und Planung). Netzfehler und Schäden an Anlagen (Ursachen, Auswirkungen, Bedeutung für den Anlagen- und Netzbetrieb). Störungsaufklärung als post mortem Analyse und Werkzeug zur Schwachstellenerkennung (Gerätetechnik, theoretische Grundlagen der schutztechnischen Fehlerberechnung, insbesondere Auswertung von Netzfehler- und Geräteausfallsstatistiken). Schutzeinrichtungen als Betriebsmittel (Abschalten - Umschalten - Melden - Registrieren), die verschiedenen Funktionsprinzipien von Schutzeinrichtungen (Strom, Spannung, Phasenmessung, abgeleitete Größen) mit Beispielen (Leitungs-, Transformator-, Generator- und Sammelschienenschutz) und Exkursion.

**Elektromagnetische Verträglichkeit****Hadrian, W.**

1,5 VO

Grundlagen und Definitionen, Praktische Beispiele, Ohmsche Beeinflussung, Die Erde als Wechselstromleiter, Berechnung von Induktivitäten und Gegeninduktivitäten, Schirmung, Blitzschutz, Der nukleare elektromagnetische Puls (NEMP)

**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

**Planung und Betrieb v. Schaltanlagen****Hofbauer, F.**

1,5 VO

Projektierungsgrundlagen, Anforderungen an Spannungsfestigkeit, Stromtragfähigkeit und Kurzschlußfestigkeit, Auswahlkriterien für die zum Einsatz kommenden elektrischen Betriebsmittel, Grundkonzepte elektrischer Anlagen in Innenräumen und im Freien, fabriksfertige Anlagen, Schutzmaßnahmen, Erdungsanlagen, Kabelverlegung, Sekundäranlagen: Eigenbedarfsversorgung, Schaltwarten, Erzeugung und Verteilung der Antriebsenergie-träger, Sonderfälle: Elektromagnetische Verträglichkeit, Instandhaltungsmanagement, CAD im Anlagenbau, die Bedeutung der Internationalen Normung, Anwendung der Systemtechnik bei interdisziplinären Problemen (z.B. Aufbau des österreichischen Blitzortungssystems), aktuelle Fragen des Umweltschutzes (z.B. Lärm, Elektromagnetische Felder, Entstickungsanlagen und Entschwefelungsanlagen).

**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.

**Projektierung Elektrischer Bahnen****Irsigler, M.**

1 VO

- Vergleich der verfügbaren Bahnstromsysteme bei Vollbahnen (technische, betriebliche und wirtschaftliche Kenngrößen von Gleichstromsystemen, Einphasenwechselstromsystemen 16 2/3 Hz und Wechselstromsystemen mit Industriefrequenz)
- Voraussetzung für Elektrifizierungsprojekte (Streckenbelastungen, Investitionsanteile, traktionsabhängige jährliche Betriebskosten)
- Bereitstellung der Traktionsenergie (Ermittlung des Energie-Leistungsbedarfes; Planung des Bahnstromnetzes, der Energieerzeugungs- und Verteilanlagen; Dimensionierung der Anlagen; Kurzzeit - Dauerbelastbarkeit elektrischer Betriebsmittel; Versorgungssicherheit, Verfügbarkeit; Schaltung der Unterwerke, des Fahrleitungsnetzes; Schutzmaßnahmen; Betriebsführung; Fehlerortung)
- Fahrleitungsanlagen (mechanische, elektrische Bemessung)

**Grundkonzepte elektrischer Triebfahrzeuge****Kapfer, E.**

1 VO

Einführung: historische Entwicklung, Vorteile der elektrischen Traktion, Elektrifizierungswürdigkeit, Hochgeschwindigkeitsverkehr, automatisierter Fahrbetrieb, Zugförderungsmechanik (fahr-dynamische Grundlagen), heutige Ausbildungsmöglichkeiten elektrischer Triebfahrzeuge für Fernbahnen, Nahverkehrssysteme sowie Schmalspur- und Nebenbahnen, Steuerung elektrischer Triebfahrzeuge, Wechselstromtriebfahrzeuge, Gleichstromtriebfahrzeuge, Mehrsystemtriebfahrzeuge, Antriebe, Hilfsbetriebe, dieselektrische Triebfahrzeuge

**Cost and Quality Management in Switchgear Technology****Michal, R., Widl, W.**

2 VO

Definition of cost. Costs versus expenses. Calculation of product costs, presentation and application of a calculation scheme. Limits of calculation schemes, alternative approaches. Development costs. Cost - benefit analysis of development projects. Statistical methods for quality techniques. Model of a factory. Quality in research and development. Quality in purchasing and production. Quality in sales and marketing. Quality management. Legal background of sales and marketing of products.

**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<sub>6</sub>, 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 Diplomarbeits-Entwürfen hinsichtlich ihrer Struktur und Präsentation.

**Stationäre Analyseverfahren f. el.  
Energienetze**

**Theil, G.**  
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 Kurzschlußrechnung, Beispiele: Einfluß von Querelementen, Einfluß des Nullimpedanzverhältnisses, der Erdschlusskompensation, Auswirkung der Resonanzabstimmung bei unsymmetrischen Netzelementen, Beispiele für unsymmetrische Fehlerarten, Doppelerdschluss.

## Bereich Energiewirtschaft

### Energiemodelle u. Energiepol. Analysen

**Nakicenovic/Haas/Auer SE 4,0**

Selbständige Analyse und Lösung beispielhafter Probleme der Energiewirtschaft. Schwerpunkte: Stromhandel, Kraftwerkseinsatz- und -ausbau in liberalisierten Strommärkten, optimale Nutzung erneuerbarer Energieträger, ökonometrische Energieverbrauchsanalysen, Energie- und Klimamodelle

### Programmierpraktikum

**Haas, Auer PR 6,0**

Lösung eines konkreten Problems der Energiewirtschaft durch Programmieren eines Computermodells

### 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)

### 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

### 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 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.

### 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. wirtschaftl. Bedeu. ern. bar. Energ. Träger

**Faninger VO 2,0**

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



**Rechnergestützte Energiewirtschaft****Harhammer VO 2,0**

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

**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

**Elektrizitäts- u. Wasserwirtschaft****Auer VO 1,5**

Kritische Diskussion der Umsetzung der Elektrizitätsbinnenmarkttrichtlinie in den EU-Staaten, Elektrizitätswirtschafts- und –organisationsgesetz (EIWOG) 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.)

**Diplomandenseminar****Privatissimum für Dissertanten**

### **3. Diplomarbeiten** (2004 abgeschlossen)

BIFFL, O.: Wasserstoff als Energiespeicher für Windenergieanlagen.  
(Betreuer: Brauner)

OBERTHANNER, M.: Energierückspeisung im WS-Bahnsystem.  
(Betreuer: Brauner)

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

FRITTUM B.: „Wirtschaftliche Optimierung von solarunterstützten Heizungsanlagen“  
(Betreuer: Auer, Haas)

GRUBER H.: „Bedeutung von Spot- und Terminkontrakten im Strommarkt“  
(Betreuer: Auer, Haas)

HELLERSCHMIED W.: „Stand der Technik und Wirtschaftlichkeit von Technologien zur dezentralen Energieumwandlung“  
(Betreuer: Auer, Haas)

MILOS A.: „Optimale Einsparungen bei der Straßenbeleuchtung“  
(Betreuer: Auer, Haas)

OBERSTEINER C.: „Zusatzkosten für elektrische Energieversorgungssysteme durch die vermehrte Integration von Windenergieanlagen“  
(Betreuer: Auer, Haas)

SCHUSS M.: „Life-cycle-Analyse von Passivhäusern“  
(Betreuer: Auer, Haas)

SUNA D.: „Regulatorische Randbedingungen und energiepolitische Maßnahmen zur Realisierung von 12% der türkischen Stromerzeugung aus Windenergie im Jahr 2020“  
(Betreuer: Auer, Haas)

#### **4. Dissertationen** (2004 abgeschlossen)

**PÖPPL, Georg: Planung und Optimierung von Niederspannungsnetzen bei dezentraler Stromerzeugung.** Dissertation an der Technischen Universität Wien, Januar 2004.

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

Ao. Univ. Prof. Dr. techn. Herbert Müller

Der zunehmende Kostendruck auf die Verteilernetzbetreiber durch die Liberalisierung der Elektrizitätswirtschaft und der zukünftig vermehrte Einsatz von Brennstoffzellen- und Mikrogasturbinenanlagen in der Hausenergieversorgung ergeben neue Aufgaben für die Planung und Betriebsführung von Niederspannungsnetzen. Die bestehenden Netzreserven müssen besser genutzt und die dezentralen Energieversorgungsanlagen kostenminimal integriert werden.

In dieser Arbeit wird ein Optimierverfahren zur Planung von Niederspannungsnetzen vorgestellt. Die Kriterien bilden dabei neben der Wirtschaftlichkeit insbesondere auch betriebliche und technische Planungsgrundsätze zur Einhaltung der Nebenbedingungen wie Spannungsqualität, thermischen Belastbarkeit von Betriebsmitteln und Forderungen zur Versorgungszuverlässigkeit. Die Auswirkungen dezentraler Energieversorgungsanlagen mit möglicher Lastflussumkehr in Form von Spannungsanhebungen, veränderten Betriebsmittelauslastungen, Netzurückwirkungen und die Probleme zur Parametrierung der Netzschutztechnik werden dargestellt und Planungskriterien abgeleitet.

Mit den an die Besonderheiten der Niederspannungsebene angepassten Berechnungsmethoden und entwickelten Modellen der Netzsystemkomponenten und Erzeugungsanlagen wird die Planungsaufgabe als mathematisches Optimierproblem definiert. Das eingesetzte Lösungsverfahren basiert auf gemischt-ganzzahliger Programmierung, wobei zur effizienten Umsetzung der Lösungsprozedur die Benders-Dekomposition angewendet wird, die das ursprüngliche Problem in eine Folge einfacherer Optimieraufgaben zerlegt.

Das Optimierverfahren kann zur Bestimmung der technisch zulässigen Leistungseinspeisung von dezentralen Energieversorgungsanlagen in bestehenden Niederspannungsnetzen und zur kostenminimalen Ermittlung von notwendigen Ausbaumaßnahmen eingesetzt werden. Die Anwendung wird anhand von zwei typischen Versorgungsgebieten demonstriert.

## **LAIER, Andreas: Heuristisches Verfahren zur statischen Ausbauplanung von Verteilnetzen mit großen Windparks**

Dissertation an der Technischen Universität Wien, November 2004

Begutachter: O. Univ.-Prof. Dr.-Ing. Günther BRAUNER

Ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Herbert MÜLLER

Mit der Liberalisierung der Elektrizitätswirtschaft wurde von der Europäischen Union, aus den Gründen der Schonung der Umwelt und der steigenden Importabhängigkeit von Energieträgern, die Förderung erneuerbarer Energieträger beschlossen, die auch in Österreich zu einem starken Ausbau der Windenergie führt. Der Einsatz dargebotsabhängiger Energieträger kann eine Verschlechterung der Spannungsqualität in den Verteilnetzen bewirken. Um eine dauerhafte Verschlechterung der Versorgungsqualität in den Verteilnetzen zu vermeiden sind Netzausbaumaßnahmen notwendig.

In dieser Arbeit wird ein heuristisches Verfahren zur statischen mittelfristigen Ausbauplanung von elektrischen Verteilnetzen mit großen Windparks vorgestellt. Besondere Beachtung wird neben den betrieblichen und technischen Planungskriterien auf die Verbesserung der Netzurückwirkungen, Netzverluste und der Wirtschaftlichkeit unter Einhaltung der Nebenbedingungen wie Spannungsqualität, thermische Belastbarkeit und Forderungen zur Versorgungszuverlässigkeit gelegt.

Das Lösungsverfahren basiert auf dem „Best - First“ Ansatz, einer informierten diskreten Suche. Als Bewertung dient die Mehrzieloptimierung von mit ihrer Auftrittswahrscheinlich gewichteten Netzplanungskriterien. Die pareto-optimale Lösung wird mit einem Effizienzindex bestimmt.

Das heuristische Verfahren kann zur Bestimmung von notwendigen und effektiven Ausbaumaßnahmen in Verteilnetzen mit großen Windparks und deren Kosten eingesetzt werden. Anhand eines realen Verteilnetzes, in dem viele Windparks angeschlossen sind, wird die Anwendung des vorgestellten Verfahrens demonstriert.

## **HACKNER, Johannes: Energiewirtschaftlich optimale Ausbauplanung kommunaler Fernwärmesysteme.**

Dissertation an der Technischen Universität Wien, April 2004.

Begutachter: Hon. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Peter G. Harhammer

A.o.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Herbert Müller

Bei der leitungsgebundenen Wärmeversorgung stellt die Gestaltung des Fernwärmenetzes einen entscheidenden Faktor für zu erwartende Erlöse (durch Auswahl der versorgten Verbraucher) gegenüber den damit verbundenen Kosten dar. Die Dissertation stellt einen Ansatz zur (sowohl bezüglich gewählter Struktur wie Dimensionierung) optimalen Ausbauplanung kleiner bis mittlerer Fernwärmenetze vor, der über die bislang übliche Vorgangsweise mit einer lediglich für einige Planungsvarianten von möglichen Netzstrukturen jeweils nachgeschalteten kostenminimalen Auslegung der Rohrdurchmesser hinausgeht.

Nach einer einleitenden Beschreibung der Grundlagen und wesentlichen Elemente der Ausbauplanung bei Fernwärmesystemen wird die Komplexität der dabei gegebenen Optimierungsaufgabe dargelegt: Verbunden mit der zu treffenden Auswahl der zu versorgenden Verbraucher, der zu verrohrenden Trassen sowie Rohrauslegung und der vorzusehenden Einspeisungen (Heizwerke/Energiewandler) ergibt sich ein kombinatorisches, nichtlineares (mit teils konvexen, teils konkaven Verläufen) und (wegen diskreter Ausbau-/Auslegungsstufen) unstetiges Optimierproblem von einigermaßen großer Dimensionalität.

Um hierfür einen Zugang für einen praktisch realisierbaren Lösungsansatz zu bekommen, werden in der Dissertation zunächst gezielte, aus der Planungspraxis plausibel abgeleitete Annahmen/Vorgaben zur Komplexitätsreduktion getroffen. Ihre Zulässigkeit bzw. Rechtfertigung wird durch eine begleitende Abschätzung der daraus eventuell folgenden Ungenauigkeiten untermauert. Wesentlich ist, dass mit diesen einschränkenden Annahmen eine hierarchische Zerlegung möglich wird, wo in einem zweistufigen Konzept getrennt voneinander die Netzstrukturoptimierung (kostenminimal oder – bei variabler Verbraucherauswahl – gewinnmaximal in – konkaver – Abhängigkeit vom Durchfluss) einerseits und dann für die aus der jeweiligen Struktur (plus Verbraucher) resultierenden Durchflüsse die optimale Dimensionierung der Rohrdurchmesser und Energiewandler (als kostenminimale Auslegung in – konvexer – Abhängigkeit von den Druckdifferenzen) vorgenommen wird. Während für die letztere Aufgabe standardmäßige Lösungsverfahren vorliegen, stellt die Auswahl eines praktikablen Ansatzes für die strukturelle Netzoptimierung den Kern der Entwicklungsarbeit der vorliegenden Dissertation dar.

Zunächst wird die graphentheoretisch fundierte Konzeption zur Strukturfestlegung, welche – für gegebene Verbraucher – auf eine optimale Baumauswahl (sogenannter minimal spannender „Steiner“-Baum) des zu generierenden Netzwerkgraphen hinausläuft, erläutert. Beinhaltet die Ausbauplanungsaufgabe allerdings auch die (erlösmaximierende) Auswahl zu versorgender Verbraucher ergibt sich bei entsprechender Anzahl aus der Kombinatorik rasch eine laufzeitkritische Rechendimension. Als Ausweg wird zur Lösung der kombinatorischen, konkaven Struktur-Aufgabe ein zufallsgesteuertes genetisches Suchverfahren (konkret in Form des Simulated Annealing) gewählt, mit einem unterlagerten Algorithmus, beinhaltend die Auswahl eines kürzesten Wege spannenden Baums – der mit entsprechender Bewertungsfunktion der Kantengewichte einem minimalen Steiner-Baum entspricht (konkret wird in der vorliegenden Arbeit eine zufallsgesteuerte Einjustierung der Kantengewichte vorgenommen). Vorteilhaft ist dabei die für die genetischen Suchverfahren typische Eigenschaft, dass der Zielfunktionswert jeweils getrennt vom eigentlichen Prozess der Zielfunktionsverbesserung

ermittelt werden kann (und damit eine komplexe Modellierung des realen Systems, durchaus mit z.B. Diskontinuitäten etc., erlaubt). Auch bei der nachfolgenden Auslegungsoptimierung (Rohr- und Energiewandlerdimensionierung) wird durch realitätsnahe Berücksichtigung von Gleichzeitigkeitsfaktoren eine unnötige Überdimensionierung vermieden.

Für den praktischen Einsatz als entscheidungsunterstützendes informationstechnisches System wird das vorgestellte Simulations- und Optimierkonzept durch eine entsprechende – menügesteuerte – Dialogoberfläche als Benutzerschnittstelle ergänzt und dabei die Datenhandhabung zum Aufbau des topologischen Netzmodells mit der möglichen Einbindung eines Geographischen Informationssystems (GIS) erleichtert.

Die Funktion des entwickelten Ausbauoptimierungsverfahrens wird anhand eines realen Praxisbeispiels verifiziert und seine Leistungsfähigkeit mittels Vergleichsberechnungen zur bisherigen Planungsmethodik demonstriert. In kurzen Kapiteln wird noch anhand einer Sensitivitätsanalyse des Zielfunktionswertes gegenüber variierten Vorgabewerten auf den Aspekt der Behandlung von Unsicherheit in den Eingangsdaten eingegangen sowie die Einsatzmöglichkeit des Verfahrens zur Auswertung möglicher Kompromissbereiche gegenüber der Konfliktsituation mit einerseits rein wirtschaftlicher und andererseits umweltpolitischer Zielsetzung vorgestellt.

**HEIDENREICH, Michael: Ökonomische und ökologische Effizienz von Ökostromlabel und Stromkennzeichnung für einen dynamischen Grünstromhandel in liberalisierten Märkten.**

Dissertation an der Technischen Universität Wien, Juli 2004.

Begutachter: A.o.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Herbert Müller

A.o.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Reinhard Haas

Die Dissertation präsentiert Vorschläge zur Stromkennzeichnung gemäß Ergebnissen aus Untersuchungen über den – seitens Abnehmern wie Verbrauchern gesehenen – Nutzeffekt von Ökostromlabeln: Nach einer einführenden Darlegung der Problemstellung werden zunächst anhand einer Literaturrecherche auf internationaler Basis und insbesondere für die deutschsprachigen Länder (Österreich, Deutschland, Schweiz) das Ökostrommarkt-Potential untersucht und bereits eingeführte Ökostromlabel bezüglich ihrer Signalwirkung analysiert. Aus den durchgeführten Befragungsaktionen bei Stromabnehmern und -lieferanten und deren empirischen Auswertungen resultiert als erster Kernpunkt der Arbeit der Vorschlag eines dynamischen Performance-Indikators für Ökostromlabel, der gegenüber dem bislang üblichen rein „momenthaften“ Ausweis des Anteils der Ökoanlagen im Erzeugungsmix des jeweiligen Anbieters eine „dynamisierte“ Anreizkomponente zwecks ökologischer Signalwirkung für die Neuinvestition (Zubau) in erneuerbare Energien einbringen soll, indem mittels Barwertmethode der über die Folgejahre abnehmende (ökologische) Wert der bestehenden Ökoanlagen und dessen allfälliger Ausgleich durch Neuanlagen bewertet wird. Zusätzlich dient ein zweiter Bewertungsfaktor dazu, die durch Dezentralisierungseffekte (ausgedrückt durch die Verringerung der zur Energieübertragung durchflossenen Spannungsebenenanzahl) bewirkte Vermeidung von Netzverlusten einzubeziehen.

Als weiterer Schwerpunkt folgt durch empirische Auswertung der Antworten verschiedener Gruppen von Stromlieferanten die Abschätzung hinsichtlich des ökonomisch gesehenen Nutzens von Ökostromlabeln – also bezüglich erwarteter Auswirkung auf eine Erhöhung der Zahlungsbereitschaft für teureren, umweltfreundlich erzeugten Strom bzw. auf die wahrgenommene Nutzen-Kosten-Relation. Der Zusammenhang dieser beiden für den sinnvollen Einsatz von Ökostrom wichtigen Kriterien mit (erwarteten) Ausprägungen von dominanten beeinflussenden Faktoren oder Merkmalen (wie Bekanntheitsgrad, Markttransparenz, Anreizwirkung oder Kundenzufriedenheit) wird mittels multipler Regressionsanalyse (unter zu Grunde gelegter Student-t-Verteilung, wegen des im statistischen Sinn geringeren Umfangs der Stichproben) getrennt für Österreich, Deutschland und Schweiz quantifiziert, wobei sich zum Teil auf Grund länderspezifischer Unterschiede in der Marktsituation durchaus auch nicht völlig idente Regressionskoeffizienten ergeben. Aufbauend auf diesen Auswertungen (und weiteren Antworten aus der Kundenbefragung) werden dann die wesentlichen Kriterien für eine informative Stromkennzeichnung herausgearbeitet und daraus ein Vorschlag zur optimalen, einheitlichen Gestaltung einer Stromkennzeichnung samt effizienter Organisationsstruktur dazu für Österreich abgeleitet.

## 5. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

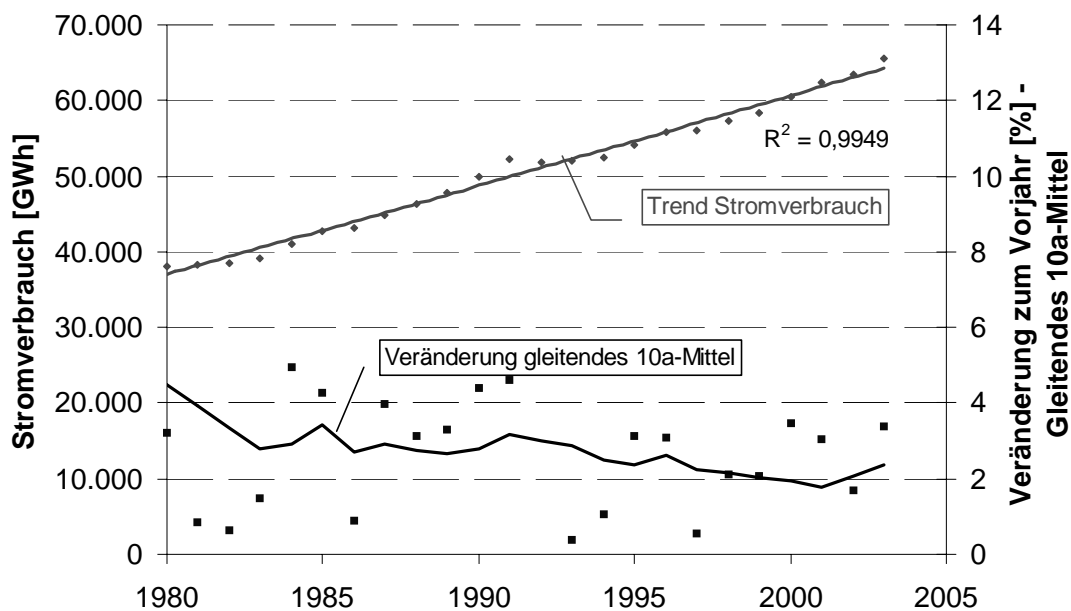
### Bereich Anlagen

#### Erzeugungskapazitäten in Österreich bis 2015

Günther Brauner, Georg Pöpl

In einer Studie wurde zusammen mit dem Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs (VEÖ) der zukünftige Bedarf an Erzeugungskapazitäten bis zum Jahr 2015 untersucht [1]. Hierfür werden die in Österreich umgesetzten legislativen Rahmenbedingungen, wie die Emissionshandelsrichtlinie, die Wasserrahmenrichtlinie und das Ökostromgesetz, sowie die Altersstruktur des österreichischen Kraftwerksparks berücksichtigt und hinsichtlich des Ersatzbedarfes bewertet.

Als Basis zur Untersuchung der zukünftig notwendigen Erzeugungskapazitäten wird entsprechend der historischen Entwicklung von einem Strombedarfszuwachs von etwa 2% pro Jahr ausgegangen (Bild 1).

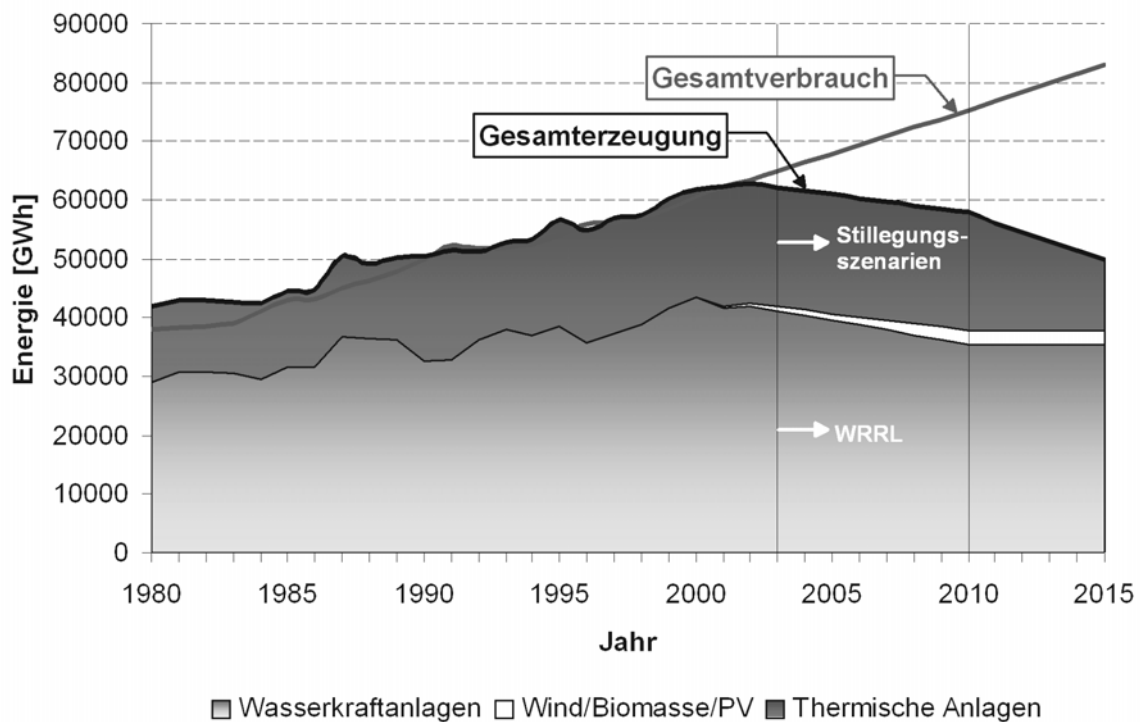


**Bild 1** Entwicklung des Elektrizitätsbedarfs in Österreich

Viele der thermischen Kraftwerke werden bis 2015 ihre Lebensdauergrenze erreicht haben. In der Studie wird vorausgesetzt, dass Kraftwerke mit einem Lebensalter von 35 Jahre außer



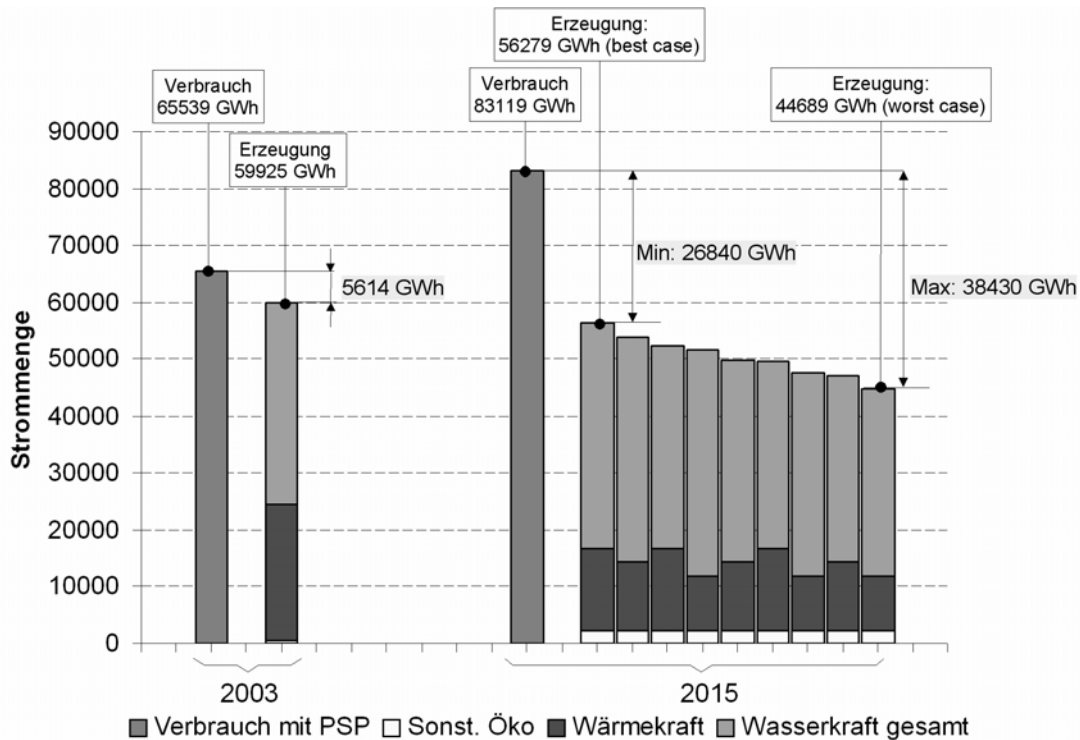
Betrieb gesetzt werden. Weiterhin werden die Auswirkungen der Wasserrahmenrichtlinie untersucht, die zu einer Kapazitätsreduzierung der Wasserkraft um etwa 10% führen können, und die Steigerung der Ökostromerzeugung bis 2010 entsprechend den Förderungsrichtlinien berücksichtigt. Bild 2 zeigt, dass durch die Stilllegungen der thermischen Kraftwerke sowie der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie eine Deckungslücke auftritt, die durch den vermehrten Einsatz von Ökostrom nicht gedeckt werden kann.



**Bild 2** Entwicklung des Bedarfs und Bedarfslücke bei Stilllegungen von thermischen Kraftwerken ohne Neubau in Österreich

Bild 3 zeigt den Bedarf für verschiedene Erzeugungsszenarien im Vergleich zum Verbrauch im Jahr 2015. Im günstigsten Fall, bei hoher hydraulischer Erzeugung in einem Nassjahr, besteht ein Importbedarf von 26.840 GWh, dies entspricht 32,3% des Gesamtbedarfs, im ungünstigsten Fall, in einem Trockenjahr steigt der Bedarf auf 38.430 GWh, was einer Importquote von 46,2% entspricht. Diese Importquote ist beim derzeitigen Ausbauzustand des schwach ausgebauten österreichischen Übertragungsnetzes nicht zu bewältigen. Zukünftig erscheint daher ein Kraftwerksneubau in Österreich erforderlich, um den Anteil der Eigenerzeugung bei einer Mindestquote von etwa 70 bis 90% zu halten. Neue thermische Kraftwerke haben wesentlich höhere Wirkungsgrade (59% anstelle von 38% bis 40% bei

Elektrizitätserzeugung ohne Fernwärmeauskopplung und 75% bis 85% mit Fernwärmeauskopplung). Hierdurch kann der spezifische Importbedarf an fossilen Brennstoffen deutlich vermindert werden und die CO<sub>2</sub>-Emissionen je erzeugter Kilowattstunde können fast halbiert werden.



**Bild 3** Bedarfslücke für verschiedene Erzeugungsszenarien im Nass-, Normal und Trockenjahr

## Literatur

[1] Brauner, G., Pöpl, G.: Abschätzung der Verfügbarkeit der Erzeugungskapazitäten in Österreich bis 2015 und deren Auswirkungen auf die Netzkapazitäten. Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs 2004.

## Qualitätsmanagement im Netzbetrieb

Manfred BERGER

Gegenwärtig erfolgt bei Netzbetreibern eine Qualitätsüberwachung und -sicherung vorwiegend in Teilbereichen. Die Schwerpunkte liegen dabei in den Bereichen Einkauf, Ausbau und Vertrieb. Einige Netzbetreiber haben jüngst damit begonnen auch ihre Ablauforganisation qualitativ zu bewerten.

Der Netzbetreiber im Allgemeinen bietet elektrische Energie über die Verteileranlagen des Netzes an. Ziel ist es zukünftig die Qualität des Produktes „Elektrische Energie“ in den Vordergrund zu stellen. Die Qualitätsmerkmale dieses Produktes sind grob gesagt die Merkmale der Einhaltung gegebener physikalischer Eigenschaften (Spannung, Frequenz), sowie die Zuverlässigkeit und Sicherheit der Bereitstellung. Die Aufbau- und Ablauforganisation des Unternehmens ist im Sinne einer den Qualitätsanforderungen (Kundenanforderungen, normative Festlegungen, regulatorische Vorgaben) an die elektrische Energie entsprechenden Weise zu gestalten.

Die Qualität wird in wesentlichen durch die Planung, den Ausbau sowie den Netzbetrieb beeinflusst. Entscheidend sind dabei die Auswahl der Netzbetriebsmittel, die Montage, sowie die Überwachung und Instandhaltung. Die Tätigkeiten innerhalb eines QM-Systems resultieren in Vorgaben in vielerlei Hinsicht. Dies sind beispielsweise Vorgaben für die Herstellung und Lieferung im Bereich des Asset-Managements aber auch Verfahrensanweisungen für Montage, Betrieb und Instandhaltungsmaßnahmen.

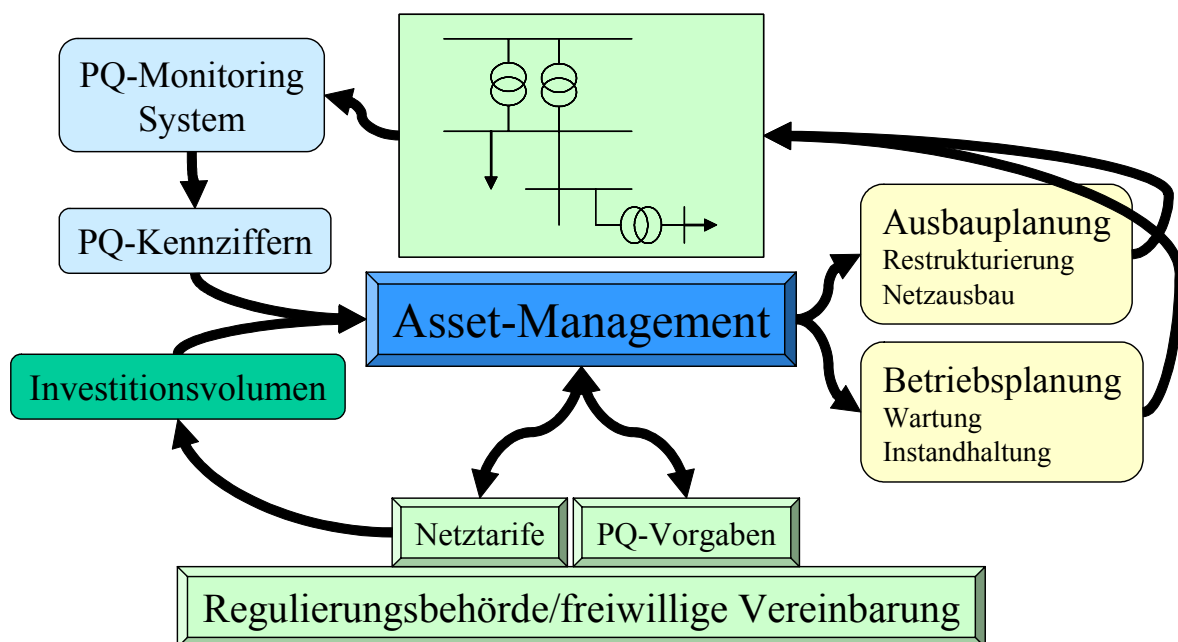
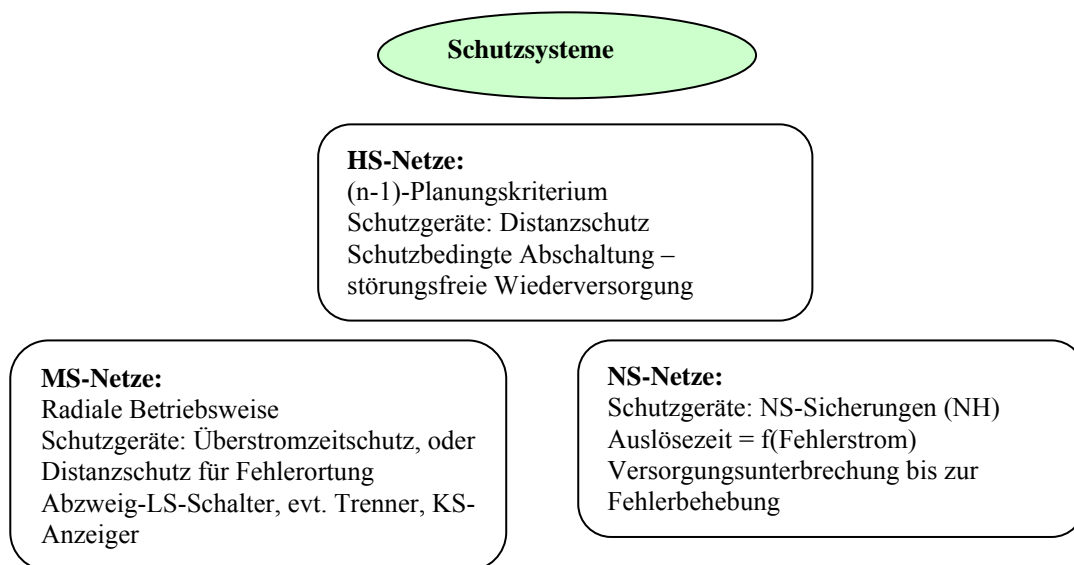


Abb. 1: Implementierung des Asset-Managements

Für die Qualitätsprüfung und -überwachung sind die Anforderungen vom Unternehmensprozess abhängig. Grob können diese in Audits und messtechnische Überwachung unterteilt werden. Systeme, Verfahren und Produkte werden mittels Audits überwacht. Die technische Qualität der Versorgungsspannung wird so mittels Power Quality Monitoring-Systemen überwacht.

Die technische Qualität der Elektrizitätsversorgung, welche die Spannungsqualität und die Versorgungszuverlässigkeit beinhaltet, ist hauptsächlich von der topographischen Struktur der Verteilernetze sowie deren Betriebsweise abhängig. Für den Kunden ist dabei ausschließlich die Qualität an seinem Verknüpfungspunkt mit dem öffentlichen Versorgungsnetz von Relevanz. Der Einfluss des Übertragungsnetzes auf die Qualität ist in diesem Bereich sehr gering. Grob gesagt wirkt sich die Netztopographie hauptsächlich auf die Störungshäufigkeit aus. Die zeitliche Dauer der Störungen ist vorwiegend durch die Betriebsweise beeinflusst. Die Spannungsqualität ist stark von der Netzkurzschlussleistung am Verknüpfungspunkt abhängig.

Die Betriebsweise des Verteilernetzes wirkt sich überwiegend auf die auftretenden Störungsdauern aus. Ausschlaggebend sind dabei die Funktionsweise der Schutzsysteme sowie die Gestaltung der Fehlerortung und des Störungsmanagements.



**Abb. 2: Art der Schutzsysteme im Verteilernetz**

Bei Fehler in MS-Netzen ist bezüglich der Störungsdauern zu unterscheiden, ob die radial betriebenen Netze radial oder vermascht (im Normal-Schaltzustand offene Trennstelle) aufgebaut sind. Die Schutzeinrichtungen sind als Überstromzeitschutz oder als Distanzschutz (zwecks Abschätzung des Fehlerortes) ausgeführt und wirken auf die Abzweig-Leistungsschalter am Abgang der jeweiligen MS-Abzweige. Entlang der Abzweige befinden sich einige Trennstellen, KS-Anzeiger und eventuell auch Schaltstellen. Die Unterbrechungsdauer im Störfall ist von der Art und Organisation des Störungsmanagements abhängig. Von der Störung benachbarte MS-Abzweige erfahren die Störung als Voltage Dip.

- [1] Schroeder, W; Kraft-Wölfel, G: Qualitätsmanagement und interne Revision in der Elektrizitätswirtschaft, Elektrizitätswirtschaft, Jg. 98 (1999), Heft 10
- [2] Fault Management in Electrical Distribution Systems, Final report of the CIRED Working Group WG03 Fault Management

## Knotenorientierte Erfassung der Versorgungsqualität

Manfred BERGER

Die Merkmale der Versorgungsqualität können aus Kostengründen lediglich an exponierten, gemäß dem Gesamtnetz repräsentativen, Netzknoten erfasst werden. Aufgrund der örtlichen Verteilung eintretender Störungsursachen und den Mechanismen der Störungsbehebung eignet sich dabei primär die Mittelspannungsebene. Für die Kunden ist jedoch einzig und allein die Qualität an ihrem Verknüpfungspunkt mit dem Netz von Bedeutung. Die Herausforderung besteht nun darin von der an exponierten Netzknoten erfassten Qualität auf die Qualität an den Verknüpfungspunkten der Kundenanlagen zu schließen.

In diesem Zusammenhang ist bei der örtlich verteilten Wirkungsweise der einzelnen Merkmale der Versorgungsqualität grundsätzlich zu unterscheiden. Merkmale wie Oberschwingungen und Flicker haben im Verteilernetz einen „Bottom Up“-Wirkungseffekt. Vorwiegend durch NetZRückwirkungen ist die Wirkungsursache derartiger Merkmale an den Enden (Verknüpfungspunkte der Kundenanlagen) des Verteilernetzes begründet. Das Gegenstück dazu sind Merkmale mit einem „Top Down“-Wirkungseffekt. Dazu zählen Merkmale wie Spannungseinbrüche, Versorgungsunterbrechungen, Spannungserhöhungen, Frequenz. Die Wirkungsursache derartiger Merkmale ist örtlich entlang dem Verteilernetz zu suchen und vorwiegend durch Netzstörungen und -anomalien gegeben.

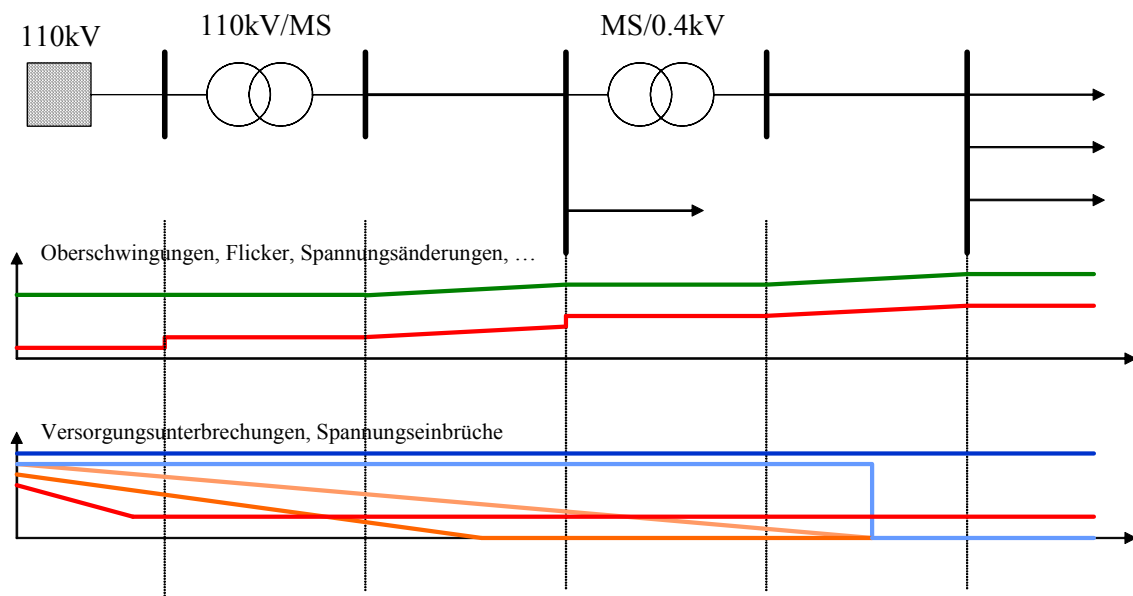


Abb. 1: Wirkungsursache von Merkmalen der Versorgungsqualität

Merkmale mit „Bottom Up“-Effekt können a priori nicht nur an exponierten Netzknoten stellvertretend für das Gesamtnetz ermittelt werden. Dazu sind Messungen an repräsentativen Netzknoten erforderlich. Ausschlaggebend sind dabei qualitätsbeeinflussende Parameter wie Kurzschlussleistung, Kabel- oder Freileitungsnetz, ländliches oder städtisches Netz, Wohn-Gewerbe- oder Industriegebiet, usw. Mit Hilfe dieser Parameter lässt sich eine Clusteranalyse des Verteilernetzes durchführen. Ergebnis ist die erforderliche Anzahl von Messstellen um aus den Messdaten der gewählten Messknoten mit einer bestimmten Genauigkeit auf die Qualitätsmerkmale der Grundgesamtheit schließen zu können. Die große Herausforderung

besteht darin in der Bestimmung und Gewichtung der einflussreichen Parameter zur Clusteranalyse. Die Anzahl der nötigen Messstellen wird letztendlich durch die geforderte Genauigkeit der Bestimmung der Grundgesamtheit bestimmt. Durch eine unnötig hohe Genauigkeit kann ein Vorhaben rasch unfinanzierbar werden.

Gänzlich andere Verhältnisse sind bei Merkmalen der Versorgungsqualität mit „Top Down“-Wirkungseffekt anzutreffen. Speziell bei Netzstörungen wirken diese vom Ort der Ursache bis in die unterste Spannungsebene. In diesem Fall kann das Verteilernetz sehr wohl von exponierten Messpunkten aus mit einer bestimmten Reichweite erfasst werden.

Die Reichweite wird durch die Tatsache begrenzt, vom Netzknoten der Messstelle Grenzwertverletzungen von Spannung und Strom an entfernten Netzknoten zuverlässig feststellen zu können. Einflussfaktoren sind neben den Netzbetriebsmitteln auch der zu erwartende Wertebereich des Last-Leistungsfaktors. In nachfolgender Abb. ist der typische Erfassungsbereich von Netzstörungen in Abhängigkeit vom Last-Leistungsfaktor exemplarisch angegeben.

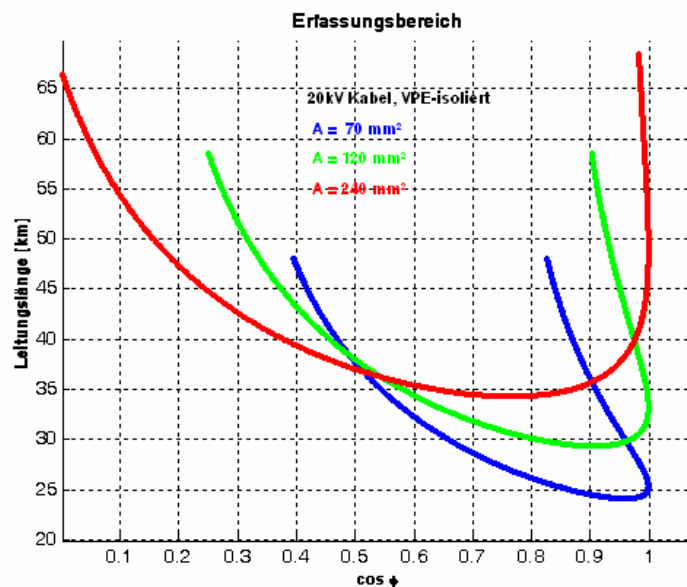


Abb.2: Erfassungsbereich von Störungen eines 20 kV-Kabels

Die Anforderungen an die PQ-Messgeräte zur knotenorientierten Erfassung der Merkmale der Versorgungsqualität sind sehr unterschiedlich. Es stellt sich so die Frage, ob es überhaupt sinnvoll ist alle PQ-Merkmale exklusiv mit PQ-Messgeräten zu erfassen. Alternativ sollte dabei in Betracht gezogen werden, auch Messdaten von Digitalschreibern und Störschreibern in die PQ-Messdatenerfassung einfließen zu lassen.

[1] Evaluation von Power Quality Messgeräten: TU Wien/VEÖ-Studie, 2003

## Wissenschaftliche Untersuchung der Möglichkeiten bahnfrequente magnetische Felder zu schwächen

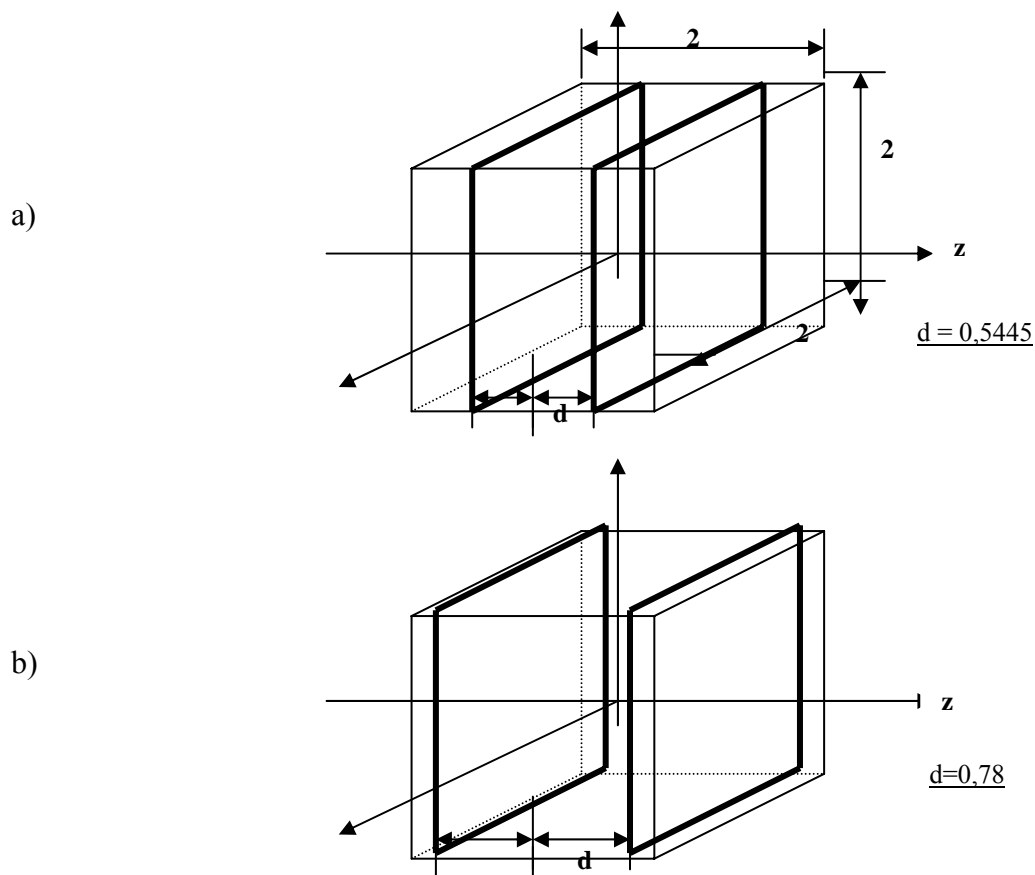
W. Hadrian

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik wurde im Rahmen des Forschungsauftrages der HL-AG das Projekt in zwei Richtungen entwickelt:

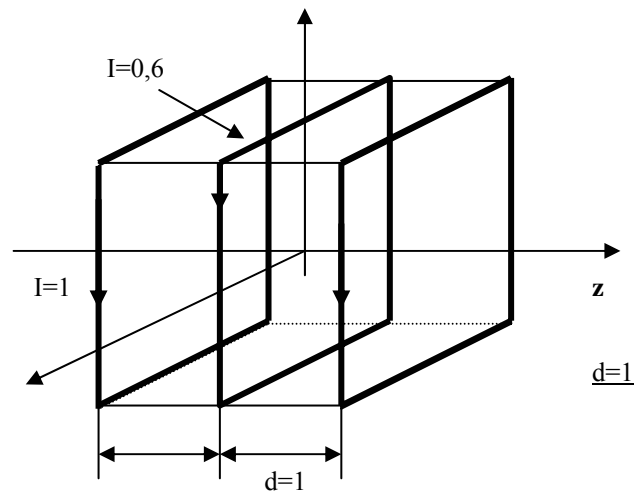
- Aufbau einer Versuchsanlage für die Kompensation von magnetischen Feldern
- Theoretische Berechnungen und numerische Modelle.

Im Labor unseres Instituts wurde eine würfelförmige Holzkonstruktion mit einer Kantenlänge von 2m aufgebaut. Für jede Achsrichtung des Würfels gibt es zunächst zwei Spulen, die zur Erzeugung eines möglichst homogenen Magnetfeldes dienen. Als Kompensationseinrichtung kommt ein Gerät MR-3 der Fa. Stefan Mayer Instruments aus Dislaken (Deutschland) zum Einsatz. Eine dreiachsige Sonde wird in einem beliebigen Raumpunkt positioniert und erfasst dort die magnetische Feldstärke in jeder Achsrichtung. Die Kompensationseinrichtung versucht nun diese Feldstärke durch entsprechende Ströme in den Kompensationsspulen, zu minimieren.

Aufgabe der theoretischen und praktischen Untersuchungen ist eine geeignete Spulenanordnung zu ermitteln. Das Ziel ist eine möglichst homogene Feldverteilung innerhalb des Würfels zu finden.



c)



Die Anordnung mit drei Spulen ist weitaus die beste. Am schlechtesten schneidet die Spulenanordnung mit den Abständen nach der Helmholtzbedingung ab. Die mittlere Konfiguration ist ein guter Kompromiss.

Zur Berechnung der Feldverteilungen wurde ein geeignetes Programm entwickelt und die Rechenergebnisse durch Messungen nachgeprüft.

Für die Schirmwirkung einer unendlich ausgedehnten, permeablen Platte gegenüber dem Feld eines stromdurchflossenen Einzelleiters konnte eine analytische Lösung gefunden werden (H. HAAS, HADRIAN):

$$B_x = -\frac{I \cdot \mu_0}{2\pi} \cdot \frac{4\mu_r}{(\mu_r + 1)^2} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} q^n \cdot \frac{y + 2nd}{(y + 2nd)^2 + x^2}$$

$$B_y = \frac{I \cdot \mu_0}{2\pi} \cdot \frac{4\mu_r}{(\mu_r + 1)^2} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} q^n \cdot \frac{x}{(y + 2nd)^2 + x^2}$$

$$q = \left( \frac{\mu_r - 1}{\mu_r + 1} \right)^2$$

Mit dieser Formel kann die Wirkung einer Stahlplatte, die über einer elektrifizierten Bahnlinie eingezogen wird, abgeschätzt werden.



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

W. Hadrian

Im Rahmen einer Dissertation (Dipl.-Ing. Ziegelwanger) erfolgte die praktische Erprobung des GPS-Einsatzes. Die dazu benötigten Geräte wurden von der AUVA gesponsert:

- GPS-Empfänger der Fa. Trimble bestehend mit einer Antenne (GPS /MSK Beacon
- Notebook für den professionellen Industrieinsatz (unempfindlich gegenüber Erschütterungen und klimatischen Bedingungen) der Fa. PANASONIC (thoughbook CF-72)

Die theoretischen Grundlagen waren Thema einer Diplomarbeit, die 2002 abgeschlossen wurde (ZIEGELWANGER F.: Hochspannungsfreileitungsdetektion mit Hilfe von GPS).

Die Tests erfolgten in fahrenden Autos und während Hubschrauberflügen. Die Hubschrauber wurden vom ÖAMTC zur Verfügung gestellt.

Alle Tests zeigten, dass die GPS-Technik eine geeignete Technologie zur Warnung vor Hochspannungsfreileitungen ist.

## **DYNAMISCHE AUSGLEICHSVORGÄNGE IM ÖSTERREICHISCHEN HOCHSPANNUNGSNETZ BEI ENGPASSMANAGEMENT UND BLACKOUTGEFAHREN**

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 insbesondere in den Wintermonaten zu einer Überlastung der 220 kV-Leitungen in Nord-Süd-Richtung.

Die Situation wird durch die Stilllegung der Wärmekraftwerke (St. Andrä, Zeltweg und Voitsberg), sowie durch die Anbindung von bis zu 1200MW Windleistung im Osten Österreichs und durch den geplanten Wiederaufbau des Übertragungsnetzes von Ex-Jugoslawien in Richtung Griechenland (Wiedersynchronisierung der 2. UCTE-Zone) verschärft.

Das Engpassmanagement ist unter diesen Voraussetzungen eine Herausforderung für den Netzbetrieb um großräumige Blackouts zu vermeiden.

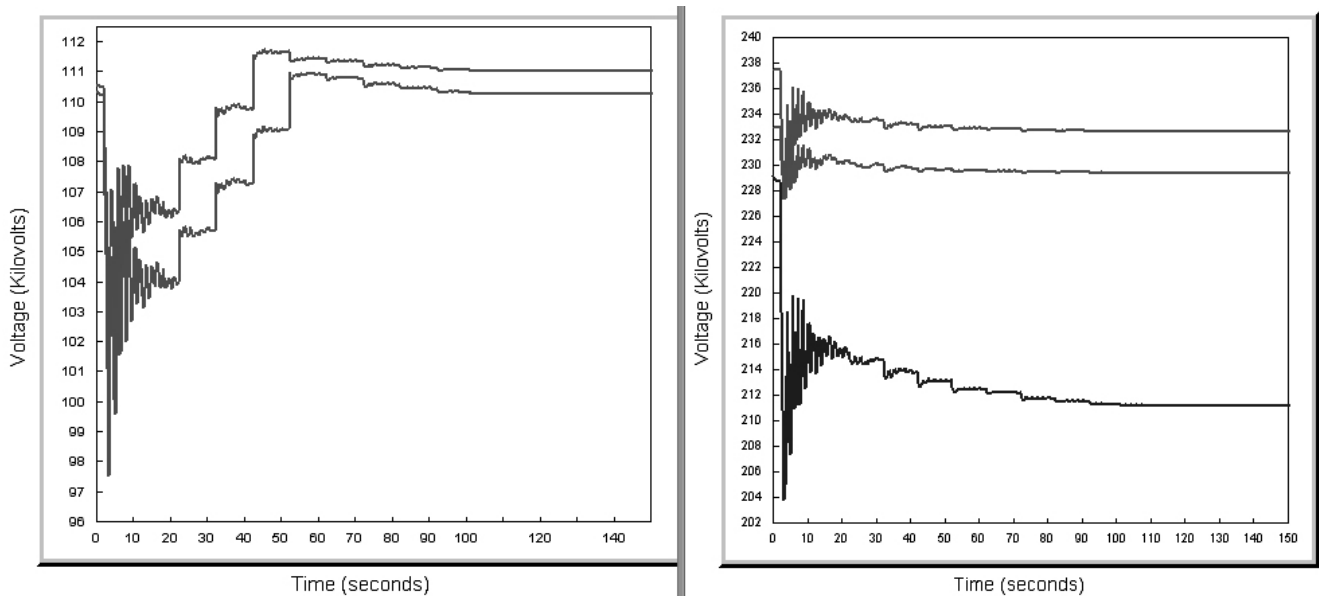
In einer dynamischen Simulations-Studie werden im Hinblick auf die Stabilität im Betrieb des APG-Netzes folgende Fragen untersucht:

- Erforderlicher regionaler Mindesteinsatz von Kraftwerken insbesondere in der Steiermark.
- Erforderliches Konzept für die Sollbruchstellen und Überprüfung, ob dieses Konzept unter den derzeitigen Engpassbedingungen ausreichend ist bzw. verbessert werden kann; Auswirkungen beim Auslösen der Sollbruchstellen.
- Überprüfung von zusätzlichen Maßnahmen für das Engpassmanagement (vorübergehende gezielte Lastanpassungskonzepte, Richtungsbetrieb der Speicherpumpen, Spannungsabsenkung, Sperren der Transformator-Stufensteller).

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

- Österreichisches 220/380kV-Netz mit alle wesentlichen Kraftwerken wird exakt modelliert.
- Die 220/380kV-Netze der meisten Nachbarstaaten werden exakt abgebildet. 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, ...).



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

## **DYNAMISCHE UNTERSUCHUNG VON NOTSTROMDIESELANLAGEN AN KABELNETZEN**

Martin HEIDL

Das Versorgungsnetz der Wiener U-Bahnen besteht aus 20-kV-Kabelringen, die direkt aus dem Netz der Wiener Elektrizitätswerke (WEW) versorgt werden. Beim Ausfall des überlagerten Netzes soll eine Notstromversorgung im U-Bahnnetz erfolgen. Hierfür sind Dieselgeneratoren vorgesehen.

Es wird untersucht ob beim Inselbetrieb netztechnische Probleme auftreten können und ob das gesamte System beim Hochfahren in den Inselbetrieb stabil betrieben werden kann.

Die Gefahr beim Hochfahren eines unbelasteten Kabelnetzes besteht in der Möglichkeit der Selbsterregung. Spannungen außerhalb der zulässigen Spannungsbänder können auftreten.

Mithilfe dynamischer Simulationen wird untersucht ob bzw. unter welchen Umständen die Gefahr der Überspannung besteht und welche Maßnahmen in so einem Fall ergriffen werden können.

## Anbindung von Windkraftanlagen an das elektrische Netz

A. Laier

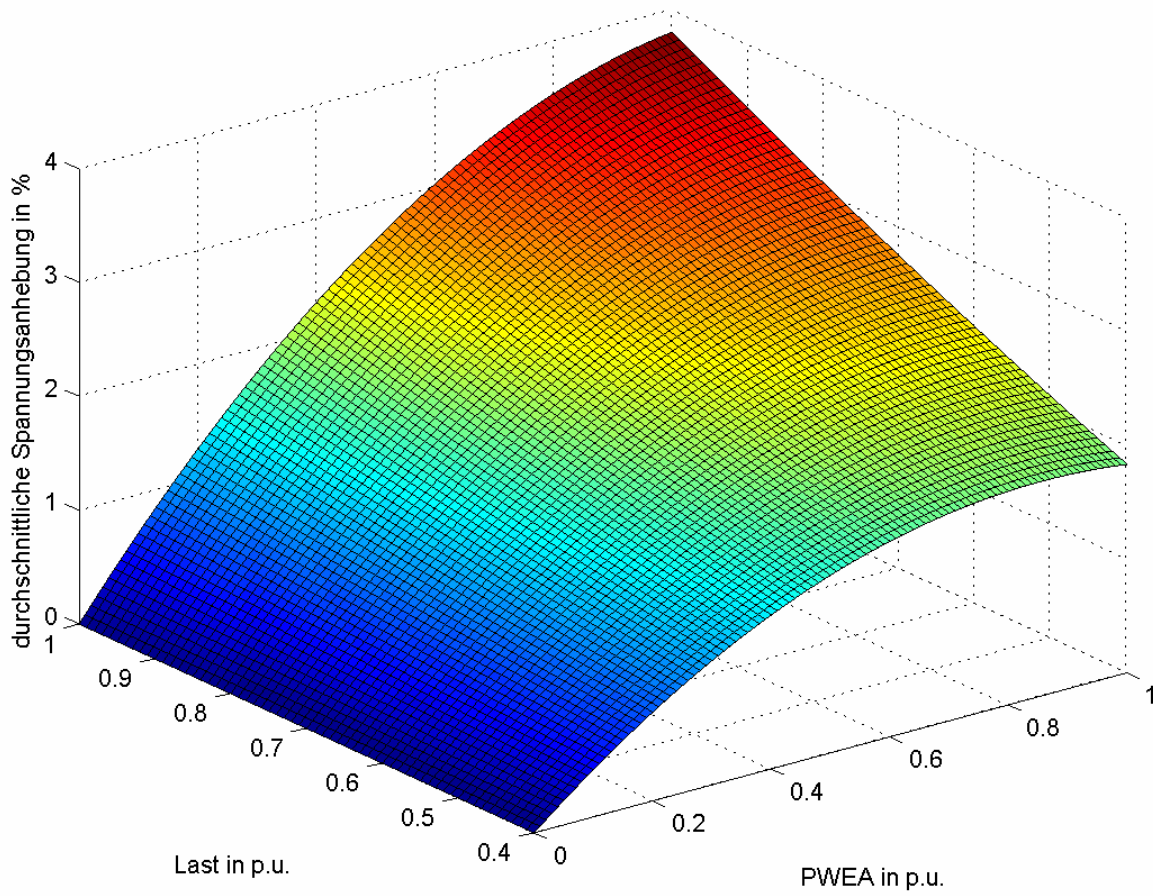
Das untersuchte Thema ist von großer Aktualität, da entsprechend der ElWOG-Novelle Ökoenergie (Wind, Photovoltaik, Biomasse,...) im Ausmaß von 4% der Endenergie eingespeist werden muss und Energie aus Kleinwasserkraftwerken in Höhe von 9% zusätzlich einzubringen ist.

Kleinwasserkraftwerke und Biomasse-Kraftwerke stellen „ruhige“ Erzeuger dar, die nur geringe zeitliche Änderungen der Leistung verursachen und daher gut planbar sind. Zudem sind diese Energiequellen gleichmäßig im Netz verteilt und führen daher nur zu geringen Problemen.

Photovoltaik-Anlagen haben nur geringe Leistungen und sind daher aus der Sicht der Netze in ihren Auswirkungen unbedeutend.

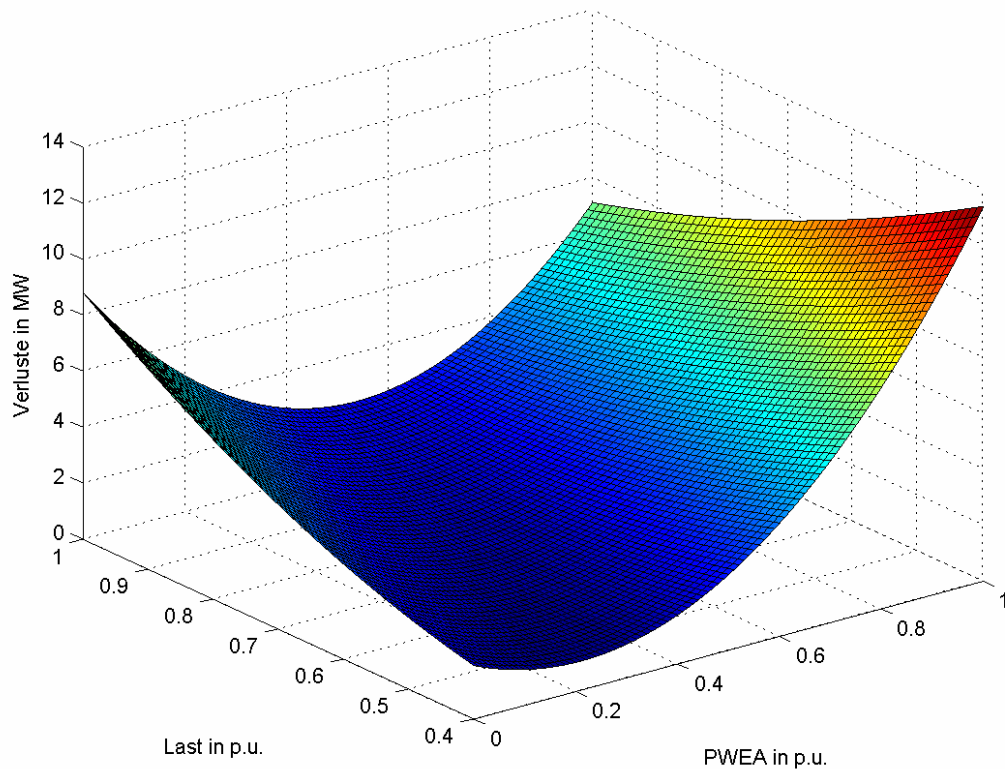
Windenergieanlagen stellen ernsthafte technische Probleme für die Verteilungs- und Übertragungsnetze dar:

- Das Dargebot der Windkraft ist nur im Osten Österreichs ausreichend hoch. Dieses Dargebot ist größer als die Energie die in diesem Teil Österreichs verbraucht wird. Daher erfolgt ein Transport der Windenergie über das Hochspannungsnetz der Verbund-APG in den Westen Österreichs. Dies bedeutet eine zusätzliche Belastung des bereits stark ausgelasteten Verbundnetzes.
- Die Windenergieanlagen sind aufgrund der Großwetterlagen gleichzeitig in Betrieb oder gleichzeitig abgeschaltet, wodurch sich hohe Netzurückwirkungen ergeben.
- Windgeschwindigkeiten sind schlecht prognostizierbar. Die elektrische Leistung von Windenergieanlagen ist proportional der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit. Daher verschlechtert sich die Prognose der erzeugten Leistung von Windenergieanlagen weiter.
- Die Windenergieanlagen werden meistens in dünn besiedelten Regionen aufgestellt, wodurch die verfügbaren Durchleitungskapazitäten der Netze beschränkt sind. Dadurch treten besonders große Netzurückwirkungen auf. Abb.1 stellt die Abhängigkeit der mittleren Spannungsanhebung von der eingespeisten Leistung der Windenergieanlagen und der Last eines realitätsnahen Verteilnetzes mit großen Windparks dar.



**Abb. 1: Durchschnittliche Spannungsanhebung eines realitätsnahen Verteilnetzes mit großen Windparks.**

- Die Verluste dieses realitätsnahen Verteilnetzes mit großen Windparks in Abhängigkeit von der eingespeisten Leistung der Windenergieanlagen und der Last ist in Abb. 2 dargestellt.



**Abb. 2: Verluste eines realitätsnahen Verteilnetzes mit großen Windparks.**

Folgenden Fragestellungen wurden untersucht:

- Welche technischen Probleme treten bei der Konzentration von Windkraftanlagen in Windparks an wenigen Standorten auf?
- Wie groß können die Leistungen von Windparks in Abhängigkeit von der Netzlänge, den Leitungsquerschnitten und der verfügbaren Kurzschlussleistung im Umspannwerk werden, ohne dass unzulässige Rückwirkungen entstehen?
- Wie kann erreicht werden, dass Windenergieanlagen trotz gutem Winddargebot nicht wegen zu großen Netzurückwirkungen vom Netz genommen werden müssen?
- Welche Netzausbaumaßnahmen müssen vorgenommen werden um die im Ökostromgesetz vorgeschriebene Windenergie ans Netz anschließen zu können?
- Wie kann eine verursachergerechte Tarifierung dieser zusätzlichen Kosten aussehen?

Diese Fragen werden durch Simulationen beantwortet. Der derzeitige Stand der Netzanschlussbedingungen für Windkraftanlagen aus der Literatur wurde diesen Simulationen zugrunde gelegt.

**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 für zwei Jahre unterstützte Kooperationsprojekt mit dem ungarischen Hochspannungslaboratorium VEIKI-VLN Ltd. in Budapest befand sich 2004 im 1. 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 möglichst genaue Ermittlung der Leiterseiltemperatur zur Berechnung der möglichen Strombelastbarkeit (bei vorgegebener Grenztemperatur) einer Freileitung in Abhängigkeit von meteorologischen Umweltparametern wurde ein Rechnermodell erstellt. Um die Ergebnisse mit dem Rechnerprogramm beim praktischen Einsatz zu verifizieren und das Modell zu verfeinern wurde eine experimentelle Echtzeit-Überwachung auf dem Gelände des Hochspannungslabors VEIKI-VNL realisiert: Mit einer 60 m langen Versuchsfreileitung (mit verschiedenen Leiterseiltypen) und einer flexibel und einfach am Mast montierbaren Datenerfassungsbox (für die meteorologischen Messgrößen – Windgeschwindigkeit, Windrichtung, Umgebungstemperatur, solare Einstrahlung – sowie für die Betriebswerte der Seile, wie Leiterseiltemperatur und Strombelastung). Die Datenübertragung von der Freileitung zum Rechner erfolgt mittels GSM-Technik. Es kann damit demonstriert werden, dass durch den Einsatz dieser Methode ein Lastverteiler eine bessere, aktuelle wie auch genauere dynamische (Voraus-)Information über die maximal mögliche Leitungsauslastung erhält, anhand der er besser den gegenwärtig vorhandenen Reservebereich abschätzen kann und folglich in der Lage ist, flexibler auf kritische (Überlast-)Situationen zu reagieren.

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.

## Erweiterung der Messeinrichtung an der „Blitzforschungsstelle Gaisberg“, Messung des elektrischen Feldes

Pichler, H.

Der bestehende Messaufbau soll um eine Feldmesseinrichtung erweitert werden, die das elektrische Feld von Blitzeinschlägen in den Turm aufzeichnet. Für die Feldaufzeichnung sind zwei Messsysteme geplant um einerseits das Nahfeld (Entfernung zum Turm ca. 200m) und andererseits das Fernfeld (Entfernung zum Turm ca. 30km) zu erfassen.

Die zeitliche Ableitung des elektrischen Feldes ist proportional zum Maxwell'schen Verschiebungsstrom in einem Plattenkondensator. Das Signal von der Antenne muss daher mit einem integrierenden Verstärker aufbereitet werden. Da die Messdatenerfassung über einen langen Zeitraum automatisch erfolgen soll, wurde der Verstärker mit einer automatischen Offsetkorrektur ausgestattet, um zu verhindern, dass das Messsignal infolge von Temperaturschwankungen davon driftet. Die Änderung des elektrischen Feldes bei einem Blitzeinschlag liegt im Bereich von einigen  $\mu\text{s}$ , die Änderung der Temperatur – und damit der Offsetspannung – jedoch im Bereich von Sekunden bzw. Minuten. Es ist daher Möglich, das Ausgangssignal des Verstärkers auf Null zu Regeln ohne das Messsignal zu verfälschen, wenn für den Regelkreis ebenfalls eine Zeitkonstante im Sekundenbereich eingesetzt wird. In Abbildung 1 ist der Schaltplan des Verstärkers dargestellt. Abbildung 2 zeigt den Aufbau des Verstärkers in einem Metallgehäuse.

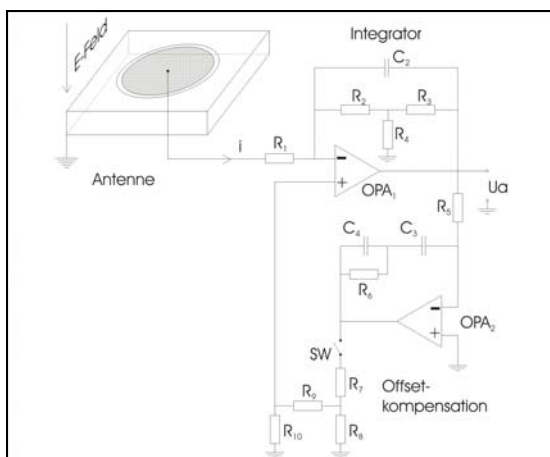


Abbildung 1: Schaltung



Abbildung 2: Aufbau



## Zuverlässigkeitsuntersuchung eines Hochspannungsnetzes mit hohen Leistungstransiten

Gerhard Theil

Die Zuverlässigkeit des österreichischen 220-kV- und 380-kV- Netzes wird für einen Starklastfall mit insgesamt 4600 MW Lieferung ins 110 kV- Netz und rund 900 MW Lieferung in das südliche UCTE - Netz (Italien, Slovenien), sowie für einen Fall mit 2200 MW ohne größeren Nord- Süd- Leistungstransfer untersucht.

Die 110-kV- Spannungsebene wird nicht modelliert. Durchleitungen durch das 110-kV- Netz werden daher vernachlässigt. Das externe UCTE- Netz wird durch ein Wirk- und Blindleistungs- Ward- Equivalent nachgebildet. Die 380-kV- Leitungen Slavetice - Sokolnice - Győr - Maribor - Podlog werden exakt modelliert und in die Ausfallsimulation einbezogen. Die Ausfallsimulation umfasst Ausfälle und Abschaltungen bis zur 3. Ordnung. Sollbruchstellenauslösungen werden gemäß [1] modelliert. Auslösungen treten ein, wenn bei hohem Leistungstransfer die Leitungen Wien- Südost - Ternitz - Hessenberg, Ernsthofen - Weißenbach oder Tauern - Weißenbach überlastet werden. Hierbei werden die grenzüberschreitenden Leitungen nach Tschechien und Ungarn ausgelöst.

Zur Fehlereffektanalyse dient eine Wechselstromlastflussrechnung. Verletzungen des Spannungsbandes werden, soweit möglich, durch PV- Generator- Blindleistungsregelung reduziert. Regelungen der Transformatorstufenstellungen werden nicht simuliert, da Voruntersuchungen ergaben, dass solche Regelungen nach Ausfällen keine wesentliche Verbesserung des Netzzustandes bewirken.

Die Zuverlässigkeitskenngrößen der Netzkomponenten wurden Störungsdatenanalysen des österreichischen Hochspannungsnetzes für die Jahre 1963 bis 2001 entnommen [2] - [4].

Bezugspunkte für die Bewertung der Netzzuverlässigkeit sind die Übergabestellen von 220-kV- und 380-kV- zur 110-kV- Sammelschiene. Eine mehrfache Anspeisung von 110-kV- Netzen wird hierbei nicht berücksichtigt. Ein unzulässiges Ereignis liegt daher vor, wenn eine der Übergabestellen unterbrochen ist.

Folgende Varianten werden verglichen:

**V1a:** Lastfall vom 16.1.2002, 2:30. Modellierung von planmäßigen Abschaltungen bei allen Netzelementen, keine Modellierung von Sollbruchstellen.

**V1b:** Wie Variante V1a, jedoch mit Modellierung von Sollbruchstellen.

**V1c:** Wie Variante V1a, Modellierung von planmäßigen Abschaltungen außer bei hoch belasteten Leitungen. Modellierung von Sollbruchstellen.

**V2:** Wie Variante V1b, jedoch Verlegung von 300 MW Einspeisung von Dürnrohr nach Hessenberg.

**V3:** Wie Variante V1b, jedoch mit zusätzlicher 380-kV- Freileitung Südburgenland - Oststeiermark - Kainachtal

**V4:** Lastfall 1996 (Schwachlast).

Die Untersuchung der Netzzuverlässigkeit ergibt:

Nichtverlässlichkeit und Ausfallenergie sind in Variante V1a sehr hoch. Sofern Sollbruchstellen nicht aktiv sind, werden 70% der Nichtverlässlichkeit und 97% der Ausfallenergie von Ausfällen mit schwerer globaler Beeinträchtigung des Netzbetriebs

bewirkt. Durch Sollbruchstellen (V1b) lässt sich die Zuverlässigkeit deutlich verbessern. Vermeidet man Abschaltungen hoch belasteter Leitungen (V1c), so verringert sich die Nichtverlässlichkeit weiter, jedoch in geringerem Ausmaß als durch Sollbruchstellen. Zusätzliche Kraftwerkseinspeisung im Südosten des Netzes (V2) ist ein wirksames Mittel, um die Sicherheit und Zuverlässigkeit des Netzes wesentlich zu verbessern. Den höchsten Zuverlässigkeitsgewinn erreicht man aber durch den Bau der 380-kV- Verbindung Südburgenland - Kainachtal (V3). Bei der Nichtverlässlichkeit ergibt sich ein mit der Schwachlastvariante V4 vergleichbares Niveau. Die Ausfallenergie übersteigt zufolge der wesentlich größeren Netzlast jene der Variante V4.

Nimmt man an, dass Starklast, welche den Varianten V1 bis V3 zugrunde liegt, 1500 h pro Jahr dauert, und dass die restliche Zeit Schwachlast entsprechend V4 vorliegt, so ergibt sich bei Variante V1a (ohne Sollbruchstellen) ein Maximalwert von 8 Ausfällen der Versorgung von 110-kV- Sammelschienen innerhalb von 10 Jahren. Die Wahrscheinlichkeit, dass innerhalb von 10 Jahren kein derartiges Ereignis auftritt, beträgt nur 1%. Betrachtet man ausschließlich Ausfälle mit schweren globalen Auswirkungen, so ist unter denselben Voraussetzungen mit 15% Wahrscheinlichkeit mindestens ein Ereignis mit schwerer Beeinträchtigung des Netzbetriebs zu erwarten. Mit etwas mehr als 1% Wahrscheinlichkeit tritt ein solches Ereignis öfter als einmal in 10 Jahren auf. Bei aktiven Sollbruchstellen reduziert sich die Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen kritischer Situationen auf 2%. Das Auftreten von mehr als einem kritischen Ereignis kann mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

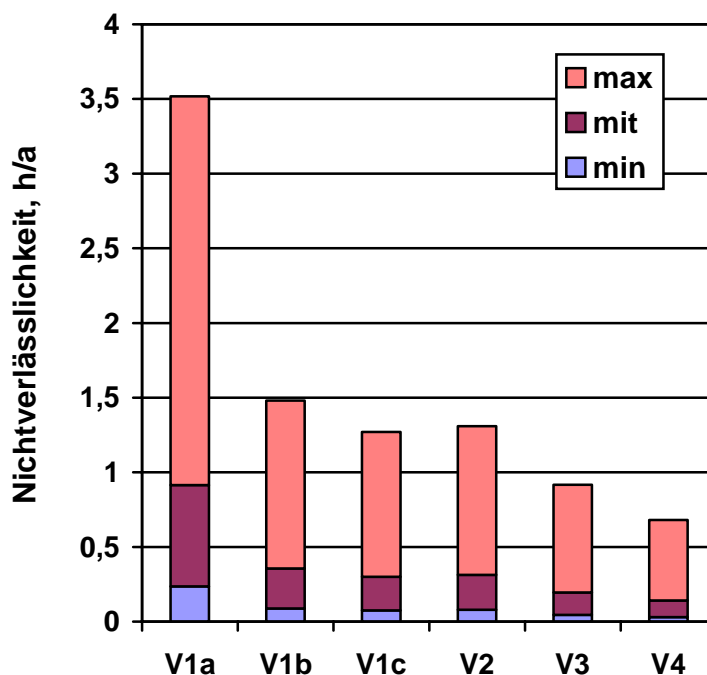


Abbildung 1 Nichtverlässlichkeiten mit 95 % Konfidenzgrenzen

Die Nichtverlässlichkeiten der Netzknoten weisen starke regionale Unterschiede auf. Besonders hoch sind sie in Netzteilen mit hoher Lieferung aus der 220-kV- und 380-kV- Spannungsebene in die 110-kV- Spannungsebene sowie in Netzteilen mit nicht vermaschten Strukturen (Stichleitungen).

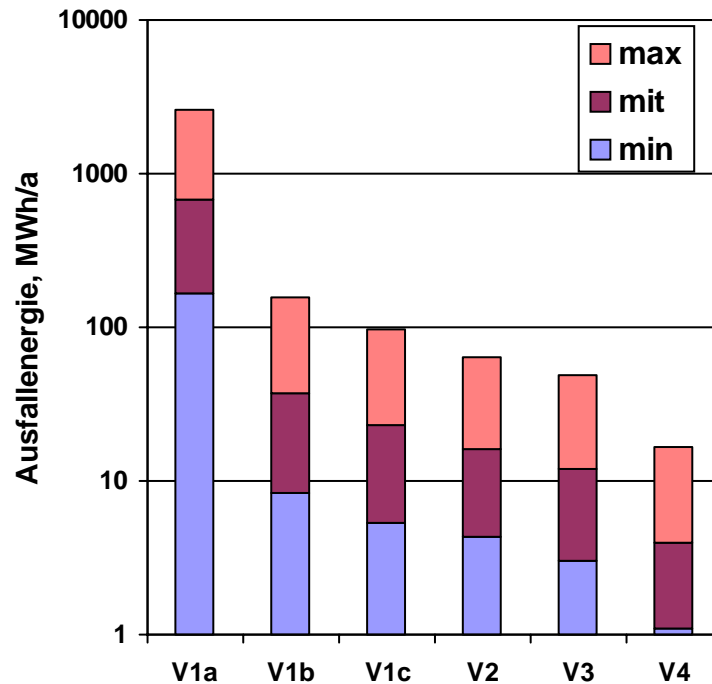


Abbildung 2 Ausfallenergie mit 95 % Konfidenzgrenzen

Sollbruchstellen stellen ein sehr wirksames Konzept zur Verbesserung der Systemzuverlässigkeit dar. Allerdings wird damit ein inhärent unsicheres System künstlich in einem sicheren Zustand erhalten. Insbesondere besteht die Gefahr, dass bei weiterem internen Lastzuwachs ein zuverlässiger Netzbetrieb trotz der Sollbruchstellen nicht mehr gewährleistet werden kann. Ein Ausbau der 380-kV- Leitungen im Südosten des Netzes ist daher dringend erforderlich.

### Schrifttum

- [1] Verbundgesellschaft Hauptabteilung Netzbetrieb und Netzinvestitionen, Abteilung Betrieb-Schutz: BETRIEBSANWEISUNG für Sollbruchstelle CEZ/MVM. BAW N-030/96, Stand: Oktober 1996.
- [2] Theil, G.: Zeitliche Entwicklung der Zuverlässigkeitskenngrößen von Komponenten des österreichischen Hochspannungsnetzes 1963 bis 2001. Forschungsbericht FB 4/2003. Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.
- [3] Theil, G.: Outage data analysis - the base for high voltage network reliability assessment. IEEE Bologna Power Tech 2003. 22.6 - 26.6. 2003.
- [4] Kaluza, H.-P.: Ermittlung des Wartungsfaktors für das österreichische 110-kV- und 220-kV- Netz im Zeitraum 1973 - 1975. Seminararbeit am Institut für Elektrische Anlagen und Hochspannungstechnik 1984.
- [5] Theil, G.: Zuverlässigkeitsuntersuchung eines Hochspannungsnetzes mit hohen Leistungstransiten. Forschungsbericht FB 1/2004. Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Technische Universität Wien.

## Berücksichtigung des Wartungseinflusses bei der Zuverlässigkeitsabschätzung großer Hochspannungsnetze

Ao. Prof. Dipl. Ing. Dr. Gerhard Theil

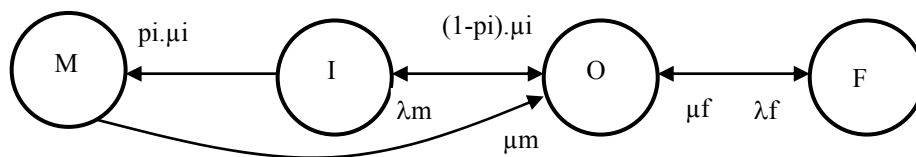
### 1. Einleitung

Wartungsmaßnahmen bewirken prinzipiell eine Verringerung der Systemverfügbarkeit. Effizienz von Wartung im Sinne einer Verbesserung der Systemzuverlässigkeit lässt sich daher nur dann nachweisen, wenn man den altersbedingt zunehmenden Verschleiß der Systemkomponenten modelliert. In der Regel erfolgt dies mit Hilfe einer zeitlich wachsenden Ausfallrate. Für große Systeme, deren Zuverlässigkeit durch komplexe Ausfallmodelle beschrieben wird, sind dagegen Ansätze, welche auf zeitlich konstanten Ausfallraten beruhen und damit die Anwendung der Markov Methode erlauben, zweckmäßiger. Um Verschleiß auch mit Hilfe von Markov- Modellen nachbilden zu können, wird die zeitliche Entwicklung der Ausfallrate durch einen stufenförmigen Verlauf angenähert. Im Markov- Modell wird der Betriebszustand in mehrere Zustände mit zunehmendem Verschleiß aufgespaltet, und jedem Verschleißzustand wird eine individuelle Ausfallrate zugeordnet. Diese Ausfallraten entsprechen den Stufen der diskreten zeitlichen Funktion. Ihre Stufenanzahl legt somit die Anzahl der Verschleißzustände im Markov- Modell fest (Theil, 2002).

Die Anwendung derart komplexer Modelle bei der Zuverlässigkeitsabschätzung großer Netze ist nicht praktikabel. Es sind daher entsprechende Vereinfachungen erforderlich, um die Modelle auf eine Gestalt zu reduzieren, in welcher sie in bestehende Programme zur Zuverlässigkeitsberechnung eingebunden werden können.

### 2. Einbindung kombinierter Ausfall- und Wartungsmodelle in Programme zur Zuverlässigkeitsanalyse

In (Theil, Demiri, 2003) wurde gezeigt, dass sich ein mehrstufiges Markov- Modell mit Hilfe einiger Näherungen, welche normalerweise für elektrische Energienetze zutreffend sind, auf folgende Gestalt reduzieren lässt:



**Abb. 1.** Reduziertes Markov- Modell zur Beschreibung von Betrieb (O), Ausfall (F), Inspektion (I) und Wartung (M).

In Abb. 1 bedeuten:  $\lambda_f$ ,  $\lambda_m$ : Ausfall- und Wartungsrate;  $\mu_f$ ,  $\mu_m$ : Reparaturraten nach Ausfall und Wartung;  $\mu_i$ : Inspektionsrate (Reziprokwert der Inspektionsdauer);  $\pi_i$ : Wahrscheinlichkeit für positiven Inspektionsbefund.

In dem Modell wird nicht nach Wartungsarten wie "funktionserhaltend" oder "lebensdauerverlängernd" unterschieden. Als "Wartung" ist daher jede planmäßig erfolgende Aktivität zu verstehen, welche zum Ziel hat, die Ausfallrate innerhalb eines möglichst langen Zeitraums auf möglichst niedrigem Niveau zu erhalten.

Die Implementation dieses Modells in ein bereits vorhandenes Programm zur Zuverlässigkeitsberechnung von Hochspannungsnetzen benötigt keine größeren Änderungen am Programmcode.

Besteht nun die Aufgabe der Zuverlässigkeitsanalyse beispielsweise darin, den Einfluss der Wartungshäufigkeit (Wartungsrate) auf die Systemzuverlässigkeit zu ermitteln, so wird wie folgt vorgegangen:

- 1.) Annahme von Ausfallraten (z.B. entsprechend dem aktuellen Wartungskonzept).
- 2.) Berechnung der Zustandswahrscheinlichkeiten der nicht reduzierten Ausfall- und Wartungsmodelle mit den angenommenen Wartungsraten. Hierbei existiert für jeden Komponententyp des untersuchten Systems (Leitung, Transformator, Sammelschiene, usw.) für welchen der Wartungseinfluss simuliert wird, ein eigenes Modell.
- 3.) Reduktion der Modelle auf eine Darstellung gemäß Abb. 1, Berechnung der Übergangsraten des reduzierten Modells.
- 4.) Berechnung der Zuverlässigkeitsindizes des Systems mittels Analyseprogramms, welches die reduzierten Modelle auswertet.
- 5.) Wiederholen von Prozedur 2.) bis 4.) mit veränderten Wartungsraten.

### 3. Anwendungsbeispiel

Die Wartungshäufigkeit einiger Komponenten eines realen Hochspannungsnetzes wird mit dem Ziel der Minimierung der Gesamtkosten für Ausfall, Inspektion und Wartung optimiert. Das Netz umfasst ca. 90 Knoten und besitzt Spannungsebenen von 110 kV und 380 kV. Die Gesamtkosten werden entsprechend Gl. (1) berechnet.

$$K_g = (K_f \cdot P_f + K_r) \cdot NV_f + (K_{O_i} \cdot P_i + K_i) \cdot NV_i + (K_m \cdot P_m + K_r) \cdot NV_m \quad (1)$$

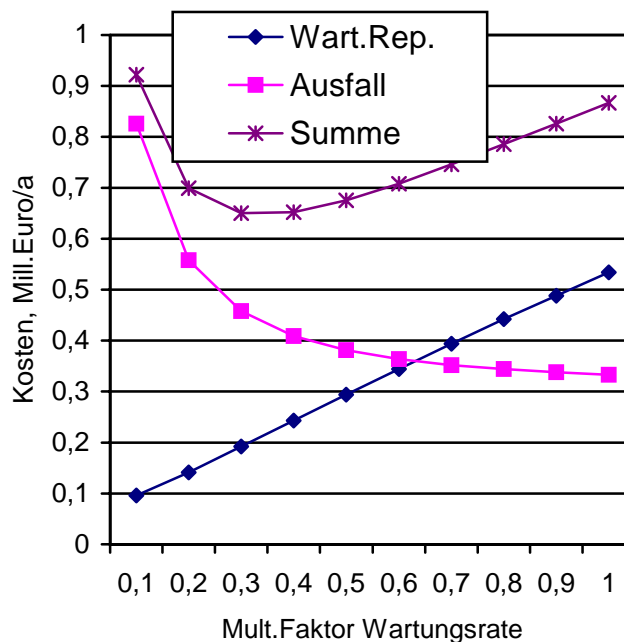
$K_f, K_m, K_{O_i}$	Nichtverfügbarkeitskosten für Ausfall, Wartung und Inspektion, €/kWh
$K_r, K_i$	Reparatur- und Inspektionskosten, €/h
$P_f, P_m, P_i$	Nicht verfügbare Leistung für Ausfall, Wartung und Inspektion, kW
$NV_f, NV_m, NV_i$	Nichtverfügbarkeiten bei Ausfall, Wartung und Inspektion, h/a

Es wird ein dreistufiges Ausfall/Wartungsmodell verwendet. Ausfall- und Reparaturraten der Netzkomponenten wurden auf Basis von Störungsstatistiken ermittelt und dem ersten Verschleißzustand (2. Stufe des dreistufigen Modells) zugeordnet. Die Ausfallraten des Neuzustandes (1. Stufe) werden um den Faktor 0,7 bis 0,8 reduziert, jene des zweiten Verschleißzustandes um den Faktor 2 bis 9 vergrößert (willkürliche Annahme). Die Reparatur- und Wartungsraten werden in allen drei Stufen gleich angenommen. Die Basiswerte der Wartungsrate entsprechen den derzeitigen Wartungskonzepten.

An den Ausfall- Wartungs- und Reparaturraten eines jeden Komponententyps sind neben jenen der Komponente selbst (z.B. Transformator) auch Übergangsraten weiterer Elemente beteiligt, welche ebenfalls für die Verfügbarkeit der Komponente ausschlaggebend sind, beispielsweise Betriebsmittel des Schaltfeldes oder Schutzeinrichtungen. In den Ausfall/Wartungsmodellen dürfen nur die Ausfallraten jener Elemente berücksichtigt werden, welche durch Wartung beeinflussbar sind. Bei Transformatoren oder Kabeln sind dies in erster Linie Elemente des Schaltfeldes. In der vorliegenden Untersuchung war eine solch detaillierte Aufgliederung wegen fehlender Daten nicht möglich. Die Übergangsraten, sowie

ihre Vergrößerungs- und Verkleinerungsfaktoren, beziehen sich daher auf die Summe der Betriebsmittel des Komponententyps.

In Abb. 2 sind die Resultate für die Variation der Wartungsraten von Transformatoren, welche 110-kV- Netzgruppen versorgen, dargestellt. Eine Netzgruppe wird in der Regel von zwei Transformatoren angespeist. Bei dem hier angenommenen Staklastfall bewirkt der Ausfall eines Transformators bei einigen Netzgruppen die Überlastabschaltung des zweiten, sodass die Nichtverfügbarkeit der Netzgruppe durch den Transformator- Einfachausfall bestimmt wird. Die Folge ist, dass das Optimum der Gesamtkosten bei relativ hohen Wartungsraten liegt. (Der Basiswert von 1,45 /a umfasst nicht nur Arbeiten direkt am Übertragungselement und seinem Schaltfeld, sondern auch in anderen Bereichen, welche die Abschaltung des Transformators erforderlich machen; er ist daher nicht ausschließlich für die Wartungsrate "Transformator" gültig). Nimmt man dagegen erhöhte Transformator-nennleistungen an, sodass nach dem Einfachausfall keine Überlastabschaltung des zweiten Elements erfolgt, so liegt das Kostenoptimum bei einer wesentlich kleineren Wartungsrate (Mult.Faktor = 0,08). Man könnte daher nun unter Ausnutzung der voll wirksamen Redundanz die Wartungsintervalle gegenüber dem Fall der Abb. 2 ausdehnen.



**Abb. 2.** Einfluss der Wartungsrate auf Wartungs- Reparatur- und Ausfallenergiekosten für Transformatoren bei Relevanz von Einfachausfällen. Basiswert der Wartungsrate (Mult.Faktor = 1): 1,45 /a

## Literatur

- Theil, G. (2002): Markov Modelle für zuverlässigkeitsorientierte Wartungsplanung. 3. Internationale Energiewirtschaftstagung IEWT 2003 "Die Zukunft der Energiewirtschaft im liberalisierten Markt". Wien, 12.-14. Februar 2003.
- Theil, G.; Demiri, B. (2003): Markov Modelle für die Wartungsplanung eines Systems mit zwei Komponenten- Näherungslösungen. Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft, Technische Universität Wien

**Netzausbau und Engpassmanagement:****D. TIEFGRABER**

In den beiden Projektarbeiten im laufenden Kalenderjahr stehen die Übertragungs- und Verteilnetze im Mittelpunkt des Interesses.

**Bahnstromversorgung:**

Im Zuge einer Erweiterung des 110kV/16 $\frac{2}{3}$ Hz Übertragungs- und Verteilnetzes wurden folgende Fragestellungen behandelt:

- Kann in gelöschten betriebenen Netzen eine absolute kilometrische Begrenzung der Gesamtkabellänge angegeben werden?
- Welche Beeinflussung besteht bei Freileitungen auf Gemeinschaftsgestänge mit unterschiedlicher Frequenz und Sternpunktbehandlung?
- Wie stellt sich der Vergleich verschiedener technischer Systeme (Kabel vs. Freileitung) hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Verfügbarkeit bei Stichspeisung dar?
- Wie sind die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen bei gasisolierten Freileitungen (GIL)?

**Engpassmanagement im 110kV-Verteilnetz im Zusammenhang mit der österreichischen Netzsituation:**

Von der Nord-Südproblematik im österreichischen Übertragungsnetz sind mittlerweile auch unterlagerte Netze mit einer Verbindung zwischen Nord- und Südnetz betroffen. Untersucht wird in diesem Zusammenhang unter anderem

- Welche Möglichkeiten der Einflussnahme in die zeitweise auftretenden Leistungsengpässe besteht, wobei den wirtschaftlichen Folgekosten große Beachtung zukommt?

## Bereich Energiewirtschaft

# 1. Green-X Deriving Optimal Promotion Strategies for Increasing the Share of RES-E in a Dynamic European Electricity Market

Projektleitung: Reinhard Haas, Claus Huber, Thomas Faber, Gustav Resch

Auftraggeber: European Commission, DG RESEARCH

Zeitdauer: 1. Oktober 2002 - 30. September 2004

### Objectives and problems to be solved:

The core objective of this proposal is to facilitate a significantly increased RES-E generation in a liberalised electricity market with minimal costs to European citizen. To identify most important strategies the dynamic toolbox *Green-X* will be developed. Related objectives are:

- to find a set of efficient and sustainable dynamic instruments integrating strategies for RES-E, CHP generation, DSM activities and GHG-reduction;
- to address / include major stakeholders and decision makers in the development process of the toolbox *Green-X*;
- to disseminate the toolbox and the results to key stakeholders and policy makers.

By disseminating the toolbox and the results of this project to policy makers and various stakeholders, acceptance of an EU-wide effective promotion system will be improved.

### Description of work:

The main product of this project is a computer-based toolbox containing the following features:

- a database, allowing dynamic changes and calculating potential and costs of RES-E supply, CHP production, conventional power generation and most important DSM activities in the electricity sector
- a dynamic computer model linking and simulating different scenarios between RES-E, CHP, demand-side activities and GHG-reduction in the electricity sector. The output allows the following results for both the EU as a whole and for individual Member States for each specified year:
  - electricity generation of RES-E, conventional electricity, and CHP production
  - impacts of simulated strategies on generation costs
  - impact of selected strategies on total costs and financial benefits or burdens for EU citizens

It is emphasised that analyses are in a dynamic framework, allowing changes of strategies and scenarios over time.

### Work performed:

The project has been completed. The following work has been performed:

- Software and Data: (i) Toolbox *Green-X* (Computer Software), (ii) Database for the toolbox *Green-X*, (iii) Handbook for the toolbox *Green-X*
- Reports : (i) Dynamic cost-resource curves, (ii) Decision making by stakeholders, (iii) Evaluation of promotion strategies and their barriers, (iv) Trade-offs, (v) Action plan for a dynamic RES-E policy, (iv) Final report of the project *Green-X*



- Dissemination : (i) Project web-site, (ii) Workshop proceedings, (iii) Conference proceedings, (iv) Dissemination brochure of the toolbox *Green-X*

### **Expected results and exploitation plans:**

The core result of this project is to provide and disseminate essential information with respect to RES-E deployment, CHP, rational use of electricity and GHG reduction to various stakeholders. The main results will be:

- a detailed action plan for policy makers aiming to integrate RES-E with other EU-related objectives such as energy efficiency, and climate change abatement. These recommendations will be derived for each country and for the EU as a whole.
- recommendations for various stakeholders to derive economically efficient portfolios in liberalised electricity markets under the constraints of RES-E development and GHG-reduction;

To facilitate the information and strengthen the decision process, the toolbox *Green-X* is available via the internet.

**Further information:** [www.green-x.at](http://www.green-x.at)

## **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](http://www.invert.at)

### 3. GREEN-NET – “Pushing a Least Cost Integration of Green Electricity into the European Grid“

Projektleitung: Reinhard Haas, Hans Auer, Claus Huber, Gustav Resch, Michael Stadler, Thomas Faber,

Auftraggeber: European Commission, DG TREN, 5th FP

Zeitdauer: 1. Jänner 2003 - 31. Dezember 2004

#### Objectives and problems to be solved:

The core objective of the project **GreenNet** is to enhance the proportion of *electricity from renewable energy sources (RES-E)* in the EU by applying a least-cost approach. Moreover, the costs – and interactions – of all important supply-side and demand-side options will be considered.

The major product of this project will be the simulation software **GreenNet** - available via the internet - containing the following major features:

- A comprehensive database describing potentials and costs of:
  - (i) different RES-E technologies in different EU countries,
  - (ii) the grid to accept RES-E integration (as well as potential and costs of an upgrade/extension of the grid),
  - (iii) storage technology integration to support intermittent RES-E generation,
  - (iv) DSM (demand side management) measures for load reduction and energy conservation.
- Definition of different policy instruments for supply and demand for the EU as a whole as well as for single countries for all or single technologies.
- Simulation of any kind of scenarios for supply-side and demand-side options in a dynamic approach, i.e. allowing also changes of strategies and scenarios over time. Depending on the features and policy instruments chosen derivation of a least-cost
- priority list for the deployment of RES-E by technology and country to meet the certain quota.

Finally, based on the results of the simulation software **GreenNet** comprehensive models for financial burden sharing of cost caused between different players in the electricity market will be derived.

#### Expected results and exploitation plans:

The major expected result is a least-cost time path for a continuous and significant increase of RES-E to meet certain quotas. This includes a year by year recommendation for different measures (development of RES-E technologies, grid upgrade/extension, storage technology integration, and different DSM measures) for the EU as a whole as well as for single countries.

To underpin recommendations and to strengthen the decision making process for stakeholders the simulation software **GreenNet** will be available via the internet.

**Further information:** [www.greennet.at](http://www.greennet.at)

## 4. FORRES 2020: “Analysis of the Renewable Energy Sources’ evolution up to 2020”

Projektleitung: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, Germany  
 Projektleitung EEG: Claus Huber, Gustav Resch, Thomas Faber

Auftraggeber: European Commission, DG TREN, Tender

Zeitdauer: 1. Jänner 2003 - 31. Dezember 2004

The objective of this project is to produce an independent analysis and assessment of the implementation of renewable energy sources in the Member States of the European Union and the Candidate countries since the publication of the White Paper on renewable energy sources in 1997 and to propose a perspective for the period up to 2020. The results of the project will

- provide input for monitoring the progress of the targets set in the White Paper the Directive on the promotion of electricity from renewable energy source, and the draft Directive on biofuels.
- provide insight into future developments of a green energy market in the European Union and the Candidate countries.

The work will include carrying out **a comprehensive assessment of the evolution of renewable energy sources and its contribution to the electricity, heat and transport sectors in the European Union and in the Candidate countries** since the publication of the White Paper on renewable energy sources in 1997 as well as the Directive on the promotion of electricity production from RES in 2001. The study will give a complete overview of the RES objectives by country in primary energy terms.

The project **results** in a set of **transparent indicators**

- through which the progress of implementation of renewable energy source up to 2010 can be monitored.
- that provides insight in the possible future implementation of renewable energy sources under different policy developments up to 2020.

The study will also propose a perspective and a strategy for the period up to 2020, with a clear indication of the prospects for meeting the indicative EU and Member State targets for 2010. The work will involve modelling. Different scenarios will be modelled, among them will be business as usual and voluntary policy scenarios.

## **5. Forth Assessment Report (AR4) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**

Coordinating Lead Author: Nebojsa Nakicenovic

### **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 Forth 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.

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

Coordinating Lead Author: Nebojsa Nakicenovic

### **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.

## **7. Wasserstoff und Elektrizität – aktuelle Projekte, internationale Entwicklungen, und zukünftige Möglichkeiten**

Projektleitung: Nebojsa Nakicenovic, Amela Ajanovic  
 Auftraggeber: Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs

### **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 CO<sub>2</sub> und anderen Schadstoffemissionen  
 Möglichkeit, neue Geschäftsfelder zu identifizieren, die aus der Technologiekonvergenz oder aus Kombinationsmöglichkeiten heraus entstehen könnten.

## 8. 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

### 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?

## 9. 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

## **10. Projections for a reference and an alternative world scenario (world-wide and by region) for renewable electricity s up to the year 2030 (Contribution to the WEO of the IEA 2004)’’**

Projektleitung: Reinhard Haas, Gustav Resch

Auftraggeber: IEA Paris/OECD

Zeitdauer: 1. Februar 2004 - 30. November 2004

### **Objectives:**

- Derive Global renewables potentials by region and by source potentially linked to the model. You gave us most OECD regions in 2002 but we need Eastern Europe and developing countries.
- Provide a global renewables model for the electricity sector. The model should cover all at least 18 regions for the Reference and Alternative Scenario.

## **11. PV ENLARGEMENT: European-wide and standardised comparison of innovative grid-connected PV technology**

Projektleitung: WIP München, Deutschland

Projektleitung EEG: Reinhard Haas, 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.



## **12. Modellierung von Kraftwerksbetrieb und Regelenergiebedarf bei verstärkter Einspeisung von Windenergie in verschiedene Energiesysteme unter Berücksichtigung des Lastmanagements**

Projektleitung: Hans Auer, Carlo Obersteiner, Michael Stadler  
 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 Regelenergiebedarfs bzw. Maximierung des resultierenden CO<sub>2</sub>-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 CO<sub>2</sub>-Einsparung, gestützt auf robusten Ergebnissen eigener Simulationsberechnungen des österreichischen und deutschen Energiesystems und unter besonderer Berücksichtigung bisher vernachlässigter Maßnahmen des Lastmanagements zur Minimierung des Regelenergiebedarfs. 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.

## **13. Faire Wettbewerbsbedingungen für "Virtuelle Kraftwerke"**

Projektleitung: Hans Auer,  
 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 Weiterverteiler 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 substanziell zu verbessern.

## **14. 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 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.

## **15. 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.

## **16. PVPS-IEA Task 10**

*Projektleiter: ARSENAL RESEARCH*

Projektleitung EEG: Reinhard Haas, 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“

## **17. A dynamic model to realise the social optimal penetration of electricity from renewable energy sources**

Projektleitung: Claus Huber Assun Lopez-Polo, Gustav Resch

Auftraggeber: Österreichische Nationalbank

Zeitdauer: 1. Jänner 2002 – 30. Juni 2004

The core objective of this project is to derive the optimal ‘time path’ of promotion strategies for RES-E in Austria in the cheapest and most efficient way, from the society’s point-of-view by minimising public costs, in order to achieve the RES-E goals given by the Austrian ELWOG as well as by the Directive on the promotion of electricity from RES.

The project was successfully completed in June 2004. The main conclusions and recommendations derived therein are:

- From a society point-of-view the use of the full basket of available RES-E technologies is highly recommended. The effects of neglecting some technologies – especially ‘cheap’ options – increase both generation costs and costs for society theoretically.
- The achievement of most policy targets for RES-E as well as the accompanying societal costs is closely linked to the development of the electricity demand. Therefore, besides setting incentives on the supply-side for RES-E, accompanying demand-side measures would help to minimise the overall societal burden.
- The future development of societal costs due to the promotion of RES-E is crucially influenced by the development of electricity prices on the conventional market. Thereby, a higher societal burden due to higher electricity prices will be compensated by lower societal costs related to the promotion of RES-E.
- Finally, the outcomes of the scenarios clearly indicate that the current budget restriction (as imposed in the *Eco-electricity Act*) has to be increased, assuming a political will to (partly) achieve the imposed policy targets for RES-E.

## **18. 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 - 31. 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 das 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.

## **19. 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 Schriebl

*Projektleitung EEG:* Reinhard Haas

*Auftraggeber:* FWF - Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung

*Zeitdauer:* 1. September 2002 - 28. Februar 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.

## **20. Gemeinwirtschaftliche Auswirkungen einer Liberalisierung Öffentlicher Dienstleistungen durch das GATS am Beispiel Strom und Post**

Projektleiter: Reinhard Haas, Hans Auer, Nenad Keseric, Georgiana Stefanescu

Auftraggeber: AK Wien

Zeitdauer: 2003-2004

Die Motivation für diese Analyse ist begründet durch die im Jahr 2002 im Rahmen der Revision des WTO-Abkommens über Handel mit Dienstleistungen (GATS) beschlossenen neuen Verhandlungsrunde. Daraus resultieren umfassende Bestrebungen in Österreich, auf EU-Ebene, weltweit, in praktisch allen Bereichen der Infrastrukturbereitstellung Wettbewerb einzuführen und/oder diese Bereiche zu privatisieren.

Ausgangspunkt dieser Bestrebungen ist die Kritik verschiedener Ökonomen, Politiker... die Bereitstellung von Infrastruktur-Dienstleistungen durch staatliche Monopolbetriebe sei ökonomisch nicht effizient.

Das zentrale Ziel dieses Projekts ist es, die Ergebnisse bisheriger Liberalisierungen/ Privatisierungen öffentlicher Dienstleistungen in ausgewählten Ländern mit Hinblick auf die Erfüllung gemeinwirtschaftlicher Aufgaben zu evaluieren, und darauf aufbauend eine grobe Abschätzung der zu erwartenden Effekte der GATS-Liberalisierung dieser Sektoren vorzunehmen.

## **21. Szenarien der Entwicklung von Stromverbrauch und Stromerzeugung**

Auftraggeber: E-Control

Projektleitung : Reinhard Haas, Nenad Keseric

Zeitraum: 2003-2004

### **Kurzfassung**

Die derzeitige Situation der Stromversorgung in Mitteleuropa ist geprägt durch zwei gegenläufige Entwicklungen: Einerseits steigt der Stromverbrauch, andererseits gehen die Kraftwerkskapazitäten kontinuierlich zurück.

Das zentrale Ziel dieser Studie ist es, die Trends dieser Entwicklungen bis ca. 2015 zu analysieren, um rechtzeitig potenzielle Engpässe in Bezug auf die Stromaufbringung erkennen zu können. Betrachtet werden Österreich und seine Nachbarländer sowie Frankreich und Polen.

## **22. Economic Analysis of Renewable Energy Support Mechanisms**

Auftraggeber: Sustainable Energy Ireland

Projektleitung EEG: Claus Huber, Reinhard Haas, Gustav Resch, Thomas Faber

Projekt- bzw. Kooperationspartner: Ecofys bv, The Netherlands (Sub-contractor)

Distributed Energy Company, Ireland (Sub-contractor), Sustainable Energy Research Group at University College Cork, Ireland (Sub-contractor)

Zeitdauer: 2003- 2004

### **Abstract**

The Government is currently considering its future policy and programmes on renewable energy for the period beyond 2005, taking into account existing and future climate change commitments and the European Directive "On the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market" (2001/77/EC). According to the EU Directive, over 13% of Ireland's gross electricity demand should come from renewable energy sources by 2010.

Support mechanisms will be required to stimulate the deployment of most renewables technologies until they have matured and become competitive with existing energy technology options. A number of different measures can be employed to stimulate the development of renewable energy generation capacity in any market sector. This is set against the policy context of the EU Directive, the ongoing energy market liberalisation process as well as the EU Emissions Trading Directive, and the proposed introduction of carbon taxation in Ireland.



## **23. BIOMASS POTENTIAL AND SUSTAINABLE PRODUCTION**

### **A comparative survey on the state-of-the-art in the Czech Republic and Austria**

Auftraggeber: BMLFUW Wien

Partner: Jaroslav Knápek<sup>1)</sup>, Reinhard Haas<sup>2)</sup>, Jan Weger<sup>1)</sup>; Hermann Hofbauer<sup>2)</sup>, Lukas Kranzl<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Czech Technical University in Prague, Czech Republic

<sup>2)</sup> Vienna University of Technology, Austria

#### 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 20<sup>th</sup> – March 21<sup>st</sup> 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

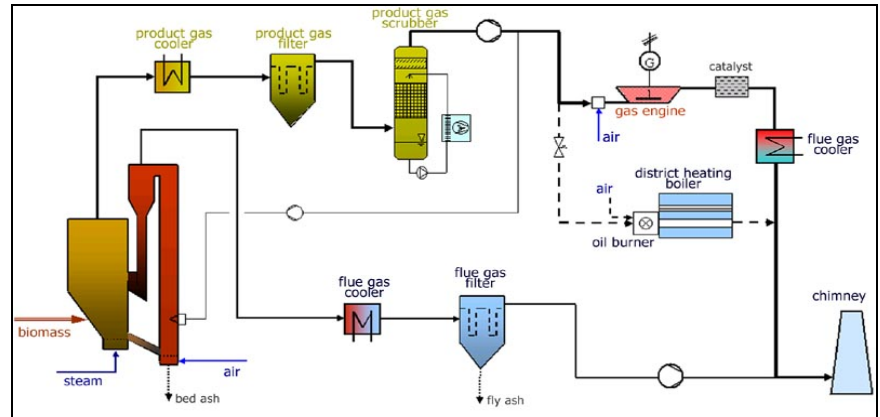


Figure 1: Biomass power plant Güssing – schemata of operation

Figure 2: Carburettor incl. gas cleaning (Güssing)

## 24. PROMOTING RENEWABLES FOR ELECTRICITY GENERATION

### A comparative survey on the state-of-the-art in the Czech Republic and Austria

Reinhard Haas<sup>\*) 1)</sup>, Jaroslav Knápek<sup>2)</sup> Jaroslav Marousek<sup>3)</sup>, Gustav Resch<sup>1)</sup>,  
Christian Steinreiber<sup>4)</sup>, Jana Szomolányiová<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Energy Economics Group, Vienna University of Technology, Austria

<sup>2)</sup>Czech Technical University in Prague, Czech Republic

<sup>3)</sup> SEVEN, Praha, Czech Republic

<sup>4)</sup> TU Graz

#### 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 20<sup>th</sup> – March 21<sup>st</sup> 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:

<sup>\*)</sup> Corresponding author: Reinhard Haas, Energy Economics Group, Vienna University of Technology, Gusshausstrasse 25-29/373-2, A-1040 Vienna, AUSTRIA, Fax. ++43-1-58801-37397, Tel. ++43-1-58801-37352, E-mail: [Reinhard.Haas@tuwien.ac.at](mailto:Reinhard.Haas@tuwien.ac.at)

The core objective of the present paper is – based on a comparative documentation of the current usage of renewables for electricity generation in the European Union, the Czech Republic and Austria and the description of existing promotion strategies by technology – to derive requirements for the regulatory conditions necessary to increase electricity generation from renewables.

Content of the research paper:

- The current political relevance of renewables for electricity generation in the European Union, in the Czech Republic, and Austria
- Documentation of the current use of renewables for electricity generation in the European Union, the Czech Republic, and Austria
- Rough description of the potential and the corresponding costs of the use of renewables for electricity generation in the European Union, the Czech Republic, and Austria
- Survey on the types of strategies
- Documentation of current promotion strategies by technology
- Discussion of the regulatory conditions necessary to make different types of strategies successful
- Preliminary conclusions and outlook for the prospects of renewables for electricity generation in the Czech Republic and Austria

## **25. GRUNDLAGEN ZUM „WIENER ENERGIESPARKONZEPT“/ENERGIEBERICHT WIEN**

Auftraggeber: Stadt Wien

Projektleitung : Reinhard Haas, Claus Huber und Regina Dittrich

Zeitraum: 2003-2004

### **Kurzfassung**

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.

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.

## **26. Der nukleare Ansatz, Klimaschutzpolitik und Nachhaltigkeit Kernenergienutzung und das Kioto-Protokoll**

Auftraggeber: Austroklim, Forum für Atomfragen

Projektteam : Peter Biermayr (Technische Universität Wien) Manfred Heindler (Technische Universität Graz) Reinhard Haas (Technische Universität Wien)

Zeitraum: 2004

Dieses Projekt analysiert die Rolle der Kernkraftnutzung in Bezug auf das Kioto-Protokoll und soll zur Diskussion beitragen, ob Investitionen in Kernkraftnutzung den CDM (Clean Development Mechanism) oder JI (Joint Implementation) - Maßnahmen angerechnet werden sollen.

Wirtschaftswachstum und wachsende Gesellschaften, speziell in Entwicklungsländern, bedingen eine steigende Nachfrage nach elektrischem Strom. In diesem Zusammenhang kann argumentiert werden, dass Kernkraftnutzung eine Möglichkeit eröffnet, CO<sub>2</sub>-freien Strom zu produzieren. Der vorliegende Bericht argumentiert jedoch, dass Kernkraftnutzung keine effiziente Maßnahme zur CO<sub>2</sub>-Reduktion darstellt. Stattdessen sollten erfolgreiche energiepolitische Maßnahmen sowie auch die Instrumente des CDM oder JI auf die Verbesserung der technischen Effizienzen im Bereich der Energiebereitstellung und des Endverbrauchs fokussieren.

## **27. Die Relevanz der Länge der Bilanzierungsperiode für die Kosten an Ausgleichsenergie für den Regelzonenführer im Gasmarkt**

Auftraggeber: Fachverband Gas-Wärme

Projektleitung: Reinhard Haas, Regina Dittrich

Zeitraum: 2003-2004

Das Ziel dieser Studie ist es, die potenziellen Auswirkungen – vor allem die Kosten, die für Ausgleichsenergie zur Regelung anfallen – einer Verlängerung der Bilanzierungsperiode von derzeit einer Stunde auf einen längeren Zeitraum zu analysieren.

## **28. Energiesparkonzept für die Stadt Wien**

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

Projektleitung EEG: Reinhard Haas, Regina Dittrich

Zeitdauer: 1. September 2004 - 30. November 2005

### ***Kurzbeschreibung***

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.

## **29. Perspektiven der Entwicklung der Übertragungs- und Erzeugungskapazitäten in Mittel-, Ost- und Südosteuropa**

Auftraggeber: APG

Projektleitung : Reinhard Haas, Nenad Keseric

Zeitraum: 2004-2005

### **Kurzfassung**

Das zentrale Ziel dieser Studie ist es, Perspektiven der Entwicklung der Übertragungs- und Erzeugungskapazitäten für Strom in Mittel-, Ost- und Südosteuropa darzulegen.

## **6. Forschungsförderung und Projekte**

BRAUNER, G., HEIDL, M.: Dynamische Ausgleichsvorgänge im Übertragungsnetz der APG bei Engpassmanagement-Maßnahmen. Auftraggeber: Verbund - Austrian Power Grid

BRAUNER, G., HEIDL, M.: Dynamische Untersuchung von Notstromdieselanlagen im 20-kV-Netz der Wiener U-Bahnen. Auftraggeber: VA TECH ELIN EBG

BRAUNER, G., HEIDL, M., LAIER, A.: Spannungsstabilität im Übertragungsnetz der APG und graphische Visualisierung von Großstörungen. Auftraggeber: Verbund - Austrian Power Grid

BRAUNER, G., LAIER A., PASCOLI, G.: Energiemanagement mit Windkraftanlagen; VEÖ

BRAUNER G., PÖPPL G.: Abschätzung der Verfügbarkeit der Erzeugungskapazitäten in Österreich bis 2015 und deren Auswirkungen auf die Netzkapazitäten, Studie im Auftrag des VEÖ

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 für zwei Jahre 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 2004 im 1. Projektjahr – siehe auch den Bericht dazu unter 5. Forschungs- und Entwicklungsarbeiten.

THEIL, G.; DEMIRI, B.: Unterstützung bei der Entwicklung einer Instandhaltungsstrategie. Auftragsarbeit der Burgenländischen Elektrizitätswirtschafts- Aktiengesellschaft.

## **7. Forschungsberichte**

- FB 1/2004: Theil, G.: Zuverlässigkeitsuntersuchung eines Hochspannungsnetzes mit hohen Leistungstransiten
- FB 2/2004: Theil, G.: Prognose der Altersverteilung von Komponenten elektrischer Energienetze
- FB 3/2004: Theil, G.: Berücksichtigung des Wartungseinflusses bei der Zuverlässigkeitsabschätzung großer Hochspannungsnetze.

## **8. Ehrungen und Preise**

Herrn Dipl.-Ing. Dr.techn. Georg PÖPPL wurde der OGE-Förderpreis der Österr. Gesellschaft für Energietechnik (OGE) des Österr. Verbandes für Elektrotechnik (OVE) für seine Dissertation „Planung und Optimierung von Niederspannungsnetzen bei dezentraler Stromerzeugung“ verliehen.

Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. Thomas FABER wurde der 2. Preis des Verbund-VERENA-Förderpreises 2002 der Stiftung „100 Jahre Elektrizitätswirtschaft“ für seine Dissertation „Zur optimalen Ausgestaltung energiepolitischer Instrumente zur Forcierung erneuerbarer Energieträger für die Stromerzeugung“ (Gutachter: Prof. R. Dr. HAAS und Prof. Dr. H. MÜLLER)

Herrn Dipl.-Ing. Dr. techn. Martin BERGER wurde der 3. Preis des Verbund-VERENA-Förderpreises 2003 der Stiftung „100 Jahre Elektrizitätswirtschaft“ für seine Dissertation „Portfolio Analysis of EU Electricity Generating Mixes and Its Implications for Renewables“ (Gutachter: Prof. R. Dr. HAAS und Prof. Dr. H. MÜLLER)

## 9. Veröffentlichungen

BRAUNER, G.: „Versorgungssicherheit als Innovationsfaktor“. 6. Symposium Energieinnovationen „Erfolgreiche Energieinnovationsprozesse“, 4. – 5. Februar 2004 TU Graz.

BRAUNER, G.: „Integration großer Windparks in Energiesysteme – Netzanbindung versus Wasserstofftechnologie“. 6. Symposium Energieinnovationen „Erfolgreiche Energieinnovationsprozesse“, 4. – 5. Februar 2004 TU Graz.

BRAUNER, G.: „Ursachen von Engpässen“. Internationale 3-Länder Tagung D/A/CH 2004 „Engpassmanagement und Intra-Day-Energieaustausch“ 15. und 16. Juni, München.

BRAUNER, G.: „Großstörungen und Sicherheitsanforderungen in Übertragungssystemen“. VEÖ Journal, Jänner/Februar 2004, S. 24-26.

BRAUNER, G.: „Ursache-Wirkungsketten: Versorgungsausfälle“. Euroforum Konferenz „Versorgungsqualität im regulierten Strommarkt“, Hotel Dorint am Rosengarten Neuss bei Düsseldorf, 24.-26. Mai 2004.

BRAUNER, G.: „Wirtschaftliche Bedeutung von sicheren und zuverlässigen Infrastrukturen“. 42. Fachtagung der Österreichischen Gesellschaft für Energietechnik im ÖVE „Strom, Schlüssel für die Zukunft?“. Graz 21. und 22. Oktober 2004.

BRAUNER, G.: „Simulationsverfahren für das Engpassmanagement zur Abwehr von Großstörungen“. e&i-Sonderheft „Versorgungssicherheit und Engpassmanagement“. e&i 11/2004, S. 425-429.

BRAUNER, G., HEIDL, M., POPELKA, H., ERVEN, H.: „Spannungsstabilität und Gefahren eines Voltage Collapse in Österreich“. e&i-Sonderheft „Versorgungssicherheit und Engpassmanagement“. e&i 11/2004, S. 430-434.

BRAUNER, G.: „Strategien zur Sicherung einer nachhaltigen und wirtschaftlichen Energieversorgung Österreichs“. e&i-Sonderheft „Versorgungssicherheit und Engpassmanagement“. e&i 11/2004, S.440-444.

BRAUNER, G.: „Volkswirtschaftliche Bedeutung der Versorgungssicherheit mit elektrischer Energie“, VDE-Kongress 2004, 18. – 20. Oktober 2004, Berlin.

BRAUNER; G.: “Energiemanagement für Windenergieanlagen”, VEÖ-Journal, November/Dezember 2004, S. 26-28.

HADRIAN, W. and BOUQUEGNEAU: Lightning down-conductors and grounding. Moderators report, 27 th International Conference of Lightning Protection. Avignon, France 13.-16. Sept. 2004.

LEITH, D.J., HEIDL, M., RINGWOOD, J.V. Gaussian process prior models for electrical load forecasting, Proc. 8th International Conference on Probability Methods Applied to Power Systems (PMAPS), Ames, Iowa, Sept. 2004.



THEIL, G.: Interpretation der Resultate von Zuverlässigkeitsberechnungen bei unscharfen Eingangsdaten. e&i, 121(2004), Heft. 4, S.133 - 137.

THEIL, G.: Abschätzung der Zuverlässigkeit der Komponenten des österreichischen Hochspannungsnetzes für den Zeitraum von 1963 bis 2001. e&i, 121(2004), Heft. 4, S.138 - 143.

THEIL, G.: Sicherheits- und Zuverlässigkeitsanalyse in Hochspannungs-Übertragungssystemen. e&i, 121(2004), Heft 11, S.435-439.

THEIL, M.; THEIL, G.: Abschätzung der Zuverlässigkeit von Mittelspannungsnetzen. 8. Symposium Energieinnovation "Erfolgreiche Energieinnovationsprozesse". Technische Universität Graz, 4. - 5. Februar 2004, Graz. OVE-Schriftreihe Nr. 36, ISBN 3-85133-033-1.

THEIL, G.; THEIL, M.; LAVICKA, G.; THEIL, A.: Application of reliability assessment of high and medium voltage networks for asset management. International Conference TEAMT'2004. Technical and economic aspect of modern technology transfer in context of integration with European Union. Czestochowa, Poland, Oct. 25-27, 2004.

LAVICKA, G.; SPITZL, W.; SCHWEIGER, J.; THEIL, A.; THEIL, G.: Bewertung von Varianten zum Umbau einer Mittelspannungs-Netzschaltanlage mittels Zuverlässigkeitsanalyse. e&i, 121(2004), Heft. 10, S.339 - 342.

Grübler, A., N. Nakicenovic, J. Alcamo, G. Davis, J. Fenhann et al.: 2004, Emissions scenarios: A final response, *Energy & Environment*, 15(1), 11-24. (ISSN 0958-305X)

Haas Reinhard: "Perspektiven der österreichischen Stromversorgung im liberalisierten Strommarkt", *VEÖ-Journal* Oktober 2004, 20-23.

Haas Reinhard: "Progress in markets for grid-connected PV systems in the built environment", *Progress in Photovoltaics*, (forthcoming 2004).

Haas Reinhard, W. Eichhammer, C. Huber, O. Langniss, A. Lorenzoni, R. Madlener, P. Menanteau, P.-E. Morthorst, A. Martins, A. Onizsk, J. Schleich, A. Smith, Z. Vass, A. Verbruggen: "How To Promote Renewable Energy Systems Successfully And Effectively – Summary of the 3rd Forum of the European Network on Energy Research (ENER)", *Energy Policy*, **32**, 833-839, 2004.

Haas R., Kranzl L. : Bioenergie und Gesamtwirtschaft. Posterpräsentation im Rahmen der World Sustainable Energy Days – Wels 2004.

Huber Claus, Thomas Faber, Gustav Resch and Mario Ragwitz: "Dynamischer Ausbau erneuerbarer Energieträger in Europa: Welche Ziele sind bis 2020 Erreichbar", 8. Symposium Energieinnovation – Erfolgreiche Energieinnovationen, CD-ROM, 4 and 5 February 2004, Technische Universität Graz, 2004

Huber Claus, Thomas Faber, Reinhard Haas, Mario Ragwitz, Gustav Resch: "Deriving optimal promotion strategies of RES-E in a dynamic European electricity market: The toolbox Green-X", CD-ROM, 6th IAEE European Conference, 2-3 September 2004, Zurich, Switzerland

Kranzl L.: Beschäftigungseffekte der Biomasse-Nutzung in Österreich: regionale Verteilungsaspekte und gesamtwirtschaftliche Auswirkungen. Beitrag zum Methodenworkshop „Ansätze zur Modellierung von Beschäftigungseffekten in Energiesystemen“ – Bonn 2004.

Lempert, R., N. Nakicenovic, D. Sarewitz, and M. Schlesinger: 2004, Characterizing climate-change uncertainties for decision-makers: An editorial essay, *Climatic Change*, 65(1-2), 1-9. (ISSN 0165-0009)

Steffen, W., M.O. Andreae, B. Bolin, P. Cox, P.J. Crutzen, U. Cubasch, H. Held, N. Nakicenovic et al.: 2004, Abrupt changes: the Achilles heels of the earth system, *Environment*, 46(3), 8-20. (ISSN 0013-9157). Reprinted as RR-04-006, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

Wirl Franz and Claus Huber: “Voluntary Internalisations Facing the Threat of a Pollution Tax”, preliminary accepted, *Review of Economic Design*, 2004,

Wirl Franz and Claus Huber: “Entitling the Pollutee: Liability versus Standard under Private Information, *Environmental and Resource Economics*, 2004 (forthcoming)

Huber Claus, Thomas Faber, Reinhard Haas and Gustav Resch: “Organising a joint green European electricity market: the model ElGreen”, *Renewable Energy*, Volume 29, Issue 2, p. 197-210, February 2004

Resch Gustav, Thomas Faber, Reinhard Haas, Claus Huber: “Experience curves vs. dynamic cost-resource curves and their impact on the assessment of the future development of renewables”, *Energy & Environment*, Volume 15, Issue 2, p. 116-126, 2004

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 special issue on Quantitative Models for Energy Policy, Planning, and Management*, ISSN 0733-9402, published by the American Society of Civil Engineers.

Caldeira, K., M. Granger Morgan, D. Baldocchi, P.G. Brewer, Ch-T. A. Chen, G-J. Nabuurs, N. Nakicenovic *et al.*: 2004, A portfolio of carbon management options, in Field, B.C. and M.R. Raupach (eds), *The global carbon cycle: Integrating humans, climate and the natural world*. SCOPE Series 62, Island Press, pp. 103-130. (ISBN 1-55963-527-4)

Cox, P. and N. Nakicenovic: 2004, *Assessing and simulating the altered functioning of the earth system in the anthropocene*, in H.-J. Schellnhuber, P.J. Crutzen, W.C. Clark, M. Claussen, and H. Held (eds), *Earth System Analysis for Sustainability*, Dahlem Workshop Report Series (DWR 91), MIT Press, pp. 293-312. (ISBN 0-262-19513-5). Reprinted as RR-04-14, International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

Edmonds, J., F. Joos, N. Nakicenovic, R. Richels, and J. Sarmiento: 2004, *Scenarios, targets, gaps and costs*, Chapter 4, in Field, B.C. and M.R. Raupach (eds), *The global carbon cycle: Integrating humans, climate and the natural world*. SCOPE Series 62, Island Press, pp. 77-102. (ISBN 1-55963-527-4)

Faber T., C. Huber, G. Resch: "Handbook for the toolbox Green-X", Green-X Work package 5 report, November 2004, available under [www.green-x.at](http://www.green-x.at).

Haas Reinhard: „Perspektiven für effektiven Wettbewerb und langfristige Versorgungssicherheit im liberalisierten österreichischen Strommarkt“, in: Günther Ofner (Hrsg.): „Perspektiven der österreichischen Stromversorgung“, Holzhausen-Verlag, Wien 2004.

Haas Reinhard, Hans Auer, Nenad Keseric, Georgiana Stefanescu: *Liberalisierung öffentlicher Dienstleistungen in der Europäischen Union und Österreich am Beispiel Post und Strom*, AK Wien -Schriftenreihe 3/2004.

Haas Reinhard, "Non-technical issues and market deployment strategies for PV", in: Deo Prasad: "Photovoltaics in the built environment" 2004.

Haas Reinhard, Nenad Keseric, Gustav Resch, Claus Huber, Hans Auer: „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 2004.

Haas Reinhard, Jaroslav Knápek, Jaroslav Marousek, Gustav Resch, Christian Steinreiber, Jana Szomolányiová: „Promoting renewables for electricity generation“, Forschungsprojekt im Auftrag des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser im Rahmen der CZ-AT-Energie-Kooperation,, Schriftenreihe des BMLFUW, Band yy/2004

Haas Reinhard, Claus Huber, Gabriele Kuderer, Regina Dittrich: *Grundlagen für das Energiesparkonzept der Stadt Wien*, erscheint als: *Energiebericht der Stadt Wien* 2004.

Haas Reinhard: „Perspektiven für die Entwicklung von Stromverbrauch, Stromerzeugung, Energieeffizienz und der zukünftigen Bedeutung erneuerbarer Energieträger im liberalisierten österreichischen Strommarkt“, in: Hannes Bauer (Zukunftsforum Österreich): „Versorgungssicherheit im Strommarkt“, ÖGB-Verlag 2004.

Huber C., T. Faber, R. Haas, G. Resch, J. Green, S. Ölz, S. White, H. Cleijne, W. Ruijgrok, P.E. Morthorst, K. Skytte, M. Gual, P. Del Rio, F. Hernández, A. Tacsir, M. Ragwitz, J. Schleich, W. Orasch, M. Bokemann, C. Lins: "Action plan for a dynamic RES-E policy", Green-X Work package 6 report, November 2004, available under [www.green-x.at](http://www.green-x.at).

Huber Claus, Gustav RESCH, Assun LOPEZ-POLO, Thomas FABER: "A dynamic model to realise the social optimal penetration of electricity from renewable energy sources (Dynamic RES-E)", Final report, Jubiläumsfond der Österreichischen Nationalbank, Project No. 9408, June 2004.

Huber Claus, Gustav Resch, Monique Voogt, Wina Graus, Cadogan Enright, Brian Ó Gallachóir: “Economic Analysis of RES-E Support Mechanisms”, Project funded by Sustainable Energy Ireland”, September 2004.

Huber C., T. Faber, R. Haas, G. Resch, J. Green, S. Ölz, S. White, H. Cleijne, W. Ruijgrok, P.E. Morthorst, K. Skytte, M. Gual, P. Del Rio, F. Hernández, A. Tacsir, M. Ragwitz, J. Schleich, W. Orasch, M. Bokemann, C. Lins: “Final report of the project Green-X”, Green-X Work package 6 report, November 2004, available under [www.green-x.at](http://www.green-x.at).

Kranzl L., Joergensen, K., Tsioliaridou E., Stadler M., Lopez-Polo A. et al: Rational use of energy and renewable energy sources – a review of current policy strategies and promotion schemes. Report of Work Phase 1 of the project INVERT – a research project within the Altener Program of the European Commission, DG TREN – Vienna 2004.

Kranzl L., Huber C., Resch G. Haas R. Stadler M.: Technology Evaluation. Internal Report of Work Phase 2 of the project INVERT – a research project within the Altener Program of the European Commission, DG TREN – Vienna 2004.

Knápek Jaroslav, Reinhard Haas, Jan Weger; Hermann Hofbauer, Lukas Kranzl: „Biomass Potential and sustainable production: 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/2004

Morthorst P.E., K. Skytte, C. Huber, G. Resch, p: Del Rio; M. Gual, M. Ragwitz, J. Schleich, S. White: “Analysis of trade-offs between different support mechanisms”, Green-X Work package 4 report, March 2004, available under [www.green-x.at](http://www.green-x.at)

Nakicenovic, N.: 2004a, Future scenarios, Part II, Energy End-Use Technologies for the 21st Century, A report of the World Energy Council, pp. 11-26. (ISBN 0-946121-1090-946121-15X)

Nakicenovic, N.: 2004b, Socio-economic driving forces of emissions scenarios, in Field, B.C. and M.R. Raupach (eds), The global carbon cycle: Integrating humans, climate and the natural world. SCOPE Series 62, Island Press, pp. 225-242. (ISBN 1-55963-527-4)

Nakicenovic, N.: 2004c, Preface, in Shukla, P.R. et al., Climate Policy Assessment for India: Applications of Asia-Pacific Integrated Model (AIM), Universities Press, India, pp. xi-xii. (ISBN 81-7371-484-3)

Nakicenovic, N.: 2004a, Future Scenarios, Part II, in Energy end-use technologies for the 21st century: A report of the World Energy Council. Paper presented at the 19th World Energy Congress, 5--9 September, 2004, Sydney, Australia.

Nakicenovic, N.: 2004b, Global energy perspectives and the role of new and advanced technologies. Paper prepared for Energy Symposium of Future Forum Austria, 18 Juni, 2004, Vienna, Austria.

Nakicenovic, N., A. Grübler, V. Chirkov, and E. Slentoe: 2004, Long-term scenarios of greenhouse gas emissions in the Asian region. Research study conducted for the Environmental Research Center (ERC), Tsukuba, Japan. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.

Stadler M., Kranzl L., Huber C.: „The INVERT Simulation Tool, User Manual – Version 1.0.0, Working Paper of Phase 5 of the project INVERT” a research project within the ALTENER Program of the European Commission, DG TREN Contract No: 4.1030/Z/02-094, September 2004.

Steffen, W. (Rapporteur), M.O. Andreae, B. Bolin, P. Cox, P.J. Crutzen, U. Cubasch, H. Held, N. Nakicenovic et al.: 2004, Group report: Earth system dynamics in the anthropocene, in H.-J. Schellnhuber, P.J. Crutzen, W.C. Clark, M. Claussen, and H. Held (eds), Earth System Analysis for Sustainability, Dahlem Workshop Report Series (DWR 91), MIT Press, pp. 313-340. (ISBN 0-262-19513-5)

## **10. Vorträge**

BRAUNER, G.: „Economic Aspects of Supply Security“. Key Note Speech. Bank Austria International Investor's Conference in Kitzbühel, Hotel Schloss Lebensberg, January 21 – 24<sup>th</sup> 2004.

BRAUNER, G.: „Regenerative Wasserstoffgewinnung aus Windenergie und Möglichkeiten der dezentralen Energieversorgung“. Workshop „Wasserstoff – Energieträger der Zukunft“ an der TU Wien am 27. Januar 2003.

BRAUNER, G.: „Wirtschaftliche und technische Bedeutung von Versorgungssicherheit“. Verbund Führungskräfteklub 29 Januar 2004 in Wien.

BRAUNER, G.: „Versorgungssicherheit als Innovationsfaktor“. 6. Symposium Energieinnovationen „Erfolgreiche Energieinnovationsprozesse“, 4.–5. Februar 2004, TU Graz.

BRAUNER, G.: „Integration großer Windparks in Energiesysteme – Netzanbindung versus Wasserstofftechnologie“. 6. Symposium Energieinnovationen „Erfolgreiche Energieinnovationsprozesse“, 4. – 5. Februar 2004 TU Graz.

BRAUNER, G.: „Energieversorgungssicherheit in Österreich und Europa“. Vortrag beim Arbeitskreis Energie der Industriellenvereinigung am 26. Februar 2004 in Wien.

BRAUNER, G.: „Großstörungen und Spannungszusammenbruch in Energiesystemen“. Vortrag beim Arbeitskreis „Großstörungen“ im Verband der Elektrizitätsunternehmen Österreichs am 9. März 2004 in Wien.

BRAUNER, G.: „Assetmanagement – Basis einer zukunftsorientierten Instandhaltung“. SAG-Fachtagung „Instandhaltungslösungen im Spannungsfeld zwischen Assetmanagement und technischem Service“. 13. und 14. Mai 2004 / Hotel Panhans am Semmering.

BRAUNER, G.: „Strategien zur Sicherung einer nachhaltigen und preisstabilen Energieversorgung Österreichs“. Umwelttagung des Vereins für Ökologie und Umweltforschung „Mensch und Wirtschaft“ vom 30. September bis 1. Oktober 2004 im Haus am Strom beim Donaukraftwerk Jochenstein.

BRAUNER, G.: „Nachhaltigkeit im Sektor Energie“, Impulsreferat, Europäisches Forum Alpbach, 2. September 2004.

BRAUNER, G.: „Anforderungen an technische und energiewirtschaftliche Leitsysteme im deregulierten Energiemarkt“. Tagung „Power Transmission Distribution Energy Management“, Wien Siemens-Forum 21. Juni 2004.

BRAUNER, G.: „Österreichische Energiestrategie im Spannungsfeld zwischen Wettbewerb, Wirtschaftlichkeit und Emissionen“. Keynote-Vortrag. 8. Handelsblatt-Jahrestagung Energiewirtschaft Österreich 2004: „Infrastrukturen im Wettbewerb“. 13. – 14. Oktober 2004, Wien.

BRAUNER, G.: „Entwicklung der Erzeugungskapazitäten in Österreich bis 2015“. Verbund Führungskräfte-Klub, 9. November 2004.

BRAUNER, G.: „Österreichische Energiestrategie im Spannungsfeld zwischen Wettbewerb, Wirtschaftlichkeit und Emissionen“. World Energy Council Workshop „Zentrale oder/und dezentrale Energieerzeugung“, 24. November 2004, Siemens Forum, Wien.

BRAUNER, G.: „Entwicklung der Versorgungssicherheit in Österreich“. Umweltbeirat der Energieversorgung Niederösterreichs (EVN), Maria Enzersdorf 15. Dezember 2004.

BERGER, M.: Grundlagen der Power Quality. VEÖ-Fachtagung „Qualität der gelieferten Spannung“, 27. – 29. Oktober 2004, Graz.

Auer H.: “Value and Additional Cost of Large-scale Wind Integration into the European Grids” 2004 European Wind Energy Conference, London, 23 November 2004

Auer H.: „Freier Markt für freien Strom: Wie geht es Österreichs E-Wirtschaft und welche Einflüsse haben die Strompreise auf die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen?“ IIR Seminar, MID TOWN, ZRS Zentrum Rennweg, Wien, 13. Oktober 2004

Auer H.: „Energie und Konsument – Energie als entscheidender Faktor für die Konsumenten“ Energieenquete, FH Wieselburg, 21. Oktober 2004

Haas R.: „Perspektiven für erneuerbare Energieträger in liberalisierten Strommärkten“, 2. Tiroler Innovationstag, Innsbruck 12. Oktober 2004

Haas R.: “Evaluation of the success of promotion policies for RES-E”, ENEF conference, Bratislava, 29. September 2004.

Haas R.: “How to ensure competition in liberalised electricity markets in the long run”, ENEF conference, Bratislava, 29. September 2004

Haas R.: “Action Plan and recommendations of the project Green-X”, International conference - Green-X, Deriving optimal promotion strategies for increasing the share of RES-E in a dynamic European electricity market, Tuesday, 23rd September 2004, Brüssel

Haas R.: with Claus Huber: “Deriving optimal promotion strategies of RES-E in a dynamic European electricity market – The toolbox *Green-X*”, Zürich, 2. September 2004.

Haas R.: „Perspektiven für Effizienzsteigerungen und erneuerbare Energieträger in liberalisierten Strommärkten“, Zukunftsforum Wien, 18. Juni 2004.

Haas R.: “On Modelling strategies for renewables to meet EU targets for increasing the share of RES-E”, International Energy Workshop, Paris, 25. Juni 2004.

Haas R.: “Biomasse in der zukünftigen Energieversorgung”, Symposium “Biomasse-grosskraftwerke” der OÖ Umweltakademie, Linz, 14. Juni 2004

Haas R.: “Analysis of the success criteria for promotion policies for RES-E”, 6th ENER Forum, 13 May 2004

Haas R.: with Nebojsa Nakicenovic: “Towards sustainability of energy systems – How to promote the concept of optimising the provision of energy services from society’s point-of-view” 6th ENER Forum, 13 May 2004

Haas R.: “Indicators in the residential sector: Major trends and developments”, IEA energy indicators workshop, Paris 26 April 2004.

Haas R.: “INNOVATIONEN UND RÜCKSCHLÄGE (I&R): DIE AUSWIRKUNGEN DER LIBERALISIERUNG DER STROMMÄRKTE“ ENOVA Graz, 4.2 2004

Haas R.: „Medium- and Long-Term Effects of EU-Electricity Enlargement“, 3rd SESSA conference „Perspectives and Challenges of EU electricity enlargement“, Berlin, 9. Dezember 2004.

Huber C.: “The Dynamic Computer-model Green-X”, Dissemination Workshop Green-X, Deriving optimal promotion strategies for increasing the share of RES-E in a dynamic European electricity market, Tuesday, 23 September 2004, Brussels

Huber Claus: “Dynamischer Ausbau erneuerbarer Energieträger in Europa: Welche Ziele sind bis 2020 Erreichbar”, 8. Symposium Energieinnovation – Erfolgreiche Energieinnovationen, 4 and 5 February 2004, Technische Universität Graz, 2004

Huber C.: “Structure and application of the simulation software GreenNet”, , International final conference GreenNet, Pushing a least cost integration of green electricity into the European grid, Tuesday 14 December, Technisches Museum Wien, 2004

Huber C.: “Großküche oder eigene Suppe: Wie wichtig ist eine Harmonisierung der Förderinstrumente für Ökostrom auf europäischer Ebene?“ Energiegespräche, Technisches Museum Wien, Wien, 21 Oktober 2004

Huber C.: “Renewables in Europe: Green-X, the model underlying EU calculations”, FORRES 2020 final conference, Grand Hotel Hungaria, Budapest, 10 December 2004

Huber C.: “Action Plan and recommendations of the project Green-X”, Dissemination Workshop Green-X, Deriving optimal promotion strategies for increasing the share of RES-E in a dynamic European electricity market, Tuesday, 28 September 2004, Madrid

Huber C.: “The toolbox Green-X: Results of the model runs”, International conference Green-X, Deriving optimal promotion strategies for increasing the share of RES-E in a dynamic European electricity market, Tuesday, 23 September 2004, Brussels

Kranzl L., Haas R.: Die effiziente Nutzung von Biomasse und ihre gesamtwirtschaftliche Bedeutung. Beitrag zum 8. Symposium Energieinnovation Enov2004 – Graz 2004.

Kranzl L.: Beschäftigungseffekte der Biomasse-Nutzung in Österreich: regionale Verteilungsaspekte und gesamtwirtschaftliche Auswirkungen. Beitrag zum Methodenworkshop „Ansätze zur Modellierung von Beschäftigungseffekten in Energiesystemen“ – Bonn 2004.

Kranzl L.: Beschäftigungseffekte der Biomassenutzung in Österreich: regionale Verteilungsaspekte und gesamtwirtschaftliche Auswirkungen. Vortrag im Rahmen des Bioenergie-Kolloquiums an der Universität Stuttgart. – Stuttgart 2004.



Nakicenovic, N.: Gave an invited plenary lecture in German entitled “Technologischer Wandel durch Diffusion von Innovationen: historische Evolution und zukünftige Perspektiven“ at the DFG-SFB (Deutsche Forschungsgemeinschaft - Sonderforschungsbereich) Annual Conference ‘Medien(r)evolutionen’, 11.11.2004 – 13.11.2004, Siegen, Germany.

Nakicenovic, N.:Invited to give lectures in German entitled “Globale Energieversorgung “at the Annual Conference GSTE/STE (Gesellschaft der Förderer von Systemforschung und technologischer Entwicklung), 05.11.2004, Bonn and Wuppertal, Germany.

Nakicenovic, N.:Invited to give lectures in German entitled “Energieszenarien für Klima- und CO<sub>2</sub>- Entwicklungen“ at the Kirchliche Hochschule Wuppertal, 05.11.2004, Solingen, Germany.

Nakicenovic, N.:Gave an invited presentation entitled “Transitions to new technologies” at the Technology Information, Forecasting and Assessment Council (TIFAC) – IIASA Meeting, 25.10.2004 – 27.10.2004, New Delhi, India.

Nakicenovic, N.:Gave an invited presentation entitled “Transportation’s role in the economy: Future scenarios and historical perspectives” at the International Petroleum Industry Environmental Conservation Association (IPIECA) Climate Change Workshop, 12.10.2004 – 13.10.2004, Baltimore, Maryland, USA.

Nakicenovic, N.:Invited to give a keynote presentation in German entitled “Energie und Entwicklung”at a Brainbows Informationsmanagement Roundtable on ‘Energiezukunft Österreich: Energiebedarf, Prognosen, Trends, Problemfelder’, 20.09.2004, Vienna, Austria.

Nakicenovic, N.:Gave an invited presentation on “GHG emissions and stabilization scenarios” at a High-level Expert Meeting on Modeling Activities dealing with Climate Change, 14.09.2004 – 16.09.2004, Tokyo, Japan.

Nakicenovic, N.:Gave an invited presentation on “Energy end-use technologies for the 21<sup>st</sup> century” at a Special Session ‘WEC Report Launch 3: Energy Technologies for the 21<sup>st</sup> Century’, at the 19<sup>th</sup> World Energy Congress (WEC), 05.09.2004 – 09.09.2004, Sydney, Australia.

Nakicenovic, N.:Invited to present a paper entitled “Energy-related CO<sub>2</sub>” in the session on Mitigation Costs Assessment at the Energy Modeling Forum (EMF) Workshop on Critical Issues in Climate Change, 27.07.2004 – 05.08.2004, Snowmass, Colorado, USA.

Nakicenovic, N.:Invited as Scientific Steering Committee Member of Global Carbon Project (GCP) to present a paper entitled “New approaches to carbon-climate scenarios” at its 4<sup>th</sup> Annual Meeting, 12.07.2004 – 15.07.2004, Goa, India.

Nakicenovic, N.:Invited to deliver a paper in the International Programme on the Economics of Atmospheric Stabilisation at IPEAS Steering Committee Meeting, 25.06.2004, Paris, France.

Nakicenovic, N.:Invited to present a paper entitled “Long-term drivers of climate change”, and to co-chair the session ‘Climate mitigation and adaptation’ at the International Energy Workshop jointly organized by EMF/IEA/ETSAP/IIASA, 22.06.2004 – 24.06.2004, Paris, France.

Nakicenovic, N.:Gave an invited presentation on “Technological perspectives related to energy and climate change” at WEC Spain Forum on ‘Important decisions about the energy future’, 21.06.2004 – 22.06.2004, Madrid, Spain.

Nakicenovic, N.:Invited to give a presentation on “Global energy perspectives: Technology and climate change” in the Colloquium Series of Max Planck Institute for Plasmaphysics, 18.06.2004, Garching, Germany.

Nakicenovic, N.:Invited to present a paper entitled “Modeling the prospects for a CO<sub>2</sub>-free hydrogen economy” at CAN Europe International Workshop on ‘The policy and environmental implications of CO<sub>2</sub> capture and storage, hydrogen and fuel cell technologies’, 27.05.2004 – 28.05.2004, Brussels, Belgium.

Nakicenovic, N.:Invited to give a presentation on “Uncertainties associated with emissions scenarios and the role of technology” at IPCC WGI Workshop on ‘Uncertainty and risk’, 11.05.2004 – 13.05.2004, Maynooth, Ireland.

Nakicenovic, N.:Gave an invited presentation on long-term energy trends and technological developments at the Diplomatic Academy – IIASA Workshop, 30.04.2004 - 03.05.2004, Vienna, Austria.

Nakicenovic, N.:Gave an invited presentation “Drivers of future emissions” at the International Climate Change Workshop ‘The impact of economic growth and technology on future emissions’ organized by ABARE (Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics) in cooperation with TERI (The Energy and Resources Institute), 30.03.2004 – 31.03.2004, New Delhi, India.

Nakicenovic, N.:Invited by the Iceland National Energy Authority to give a presentation on “Global energy perspectives and the diffusion of advanced technologies” at the Orkustofnun’s Annual Energy Conference, 24.03.2004, Reykjavik, Iceland.

Nakicenovic, N.:Invited to give a presentation “Path-dependencies, emerging properties and treatment of uncertainties of emission scenarios” at the AGCI International Conference on ‘Energy options and paths to climate stabilization’, 12.03.2004 -14.03.2004, Aspen, CO, USA.

Nakicenovic, N.:Invited to give presentation “Greenhouse Gas Initiative and Transitions to New Technologies” at the IIASA-RITE International Symposium on ‘Global Warming: Impacts, Adaptation and Mitigation’, 23.02.2004 – 25.02.2004, Tokyo, Japan.

Nakicenovic, N.:Invited to give presentation “Mitigation of global warming” at the IIASA-Japanese Alumni Event at the Austrian Embassy; “Long-term emissions stabilization scenarios, burden sharing and climate change” at the METI 2<sup>nd</sup> Meeting of the Committee on Future Framework for Addressing Climate Change, The Industrial Structural Council, 23.02.2004 – 25.02.2004, Tokyo, Japan.

Nakicenovic, N.: Invited to give presentation “Options to mitigate global warming: The role of technology” at the IIASA-TODAI Event at the University of Tokyo, 23.02.2004 – 25.02.2004, Tokyo, Japan.

Nakicenovic, N.: Gave an invited presentation on “PPP and MER as measures of long term development” at ‘PPP vs MER’ Workshop sponsored by the Australian Greenhouse Gas Office, the US Environmental Protection Agency and the Stanford Energy Modeling Forum. 19.02.2004 – 20.02.2004, Stanford, USA.

Nakicenovic, N.: ‘Mustervorlesung’, Vienna University of Technology, 29.01.2004, Vienna, Austria.

Nakicenovic, N.: Invited to give a presentation entitled “The role of technology in global energy scenarios” at the 3<sup>rd</sup> meeting of METI Advisory Committee for Natural Resources and Energy. 22.01.2004, Tokyo, Japan.

Nakicenovic, N.: Invited to give a presentation entitled “Alternative pathways toward stabilization” at the International Workshop on ‘GHG stabilization scenarios’ sponsored by the National Institute for Environmental Studies (NIES) and Stanford Energy Modeling Forum (EMF). 22.01.2004 – 23.01.2004, Tsukuba, Japan.

Resch G.: "Dynamics of cost-resource curves for RES-E", International final conference of the project Green-X, 23 September 2004, Brussels, Belgium, 2004.

Resch G.: "Ökostrom – ja aber ...", Energiegespräche im Technischen Museum Wien, 21. Oktober 2004, Wien, Österreich, 2004.

Resch G.: "Potentials and costs for RES-E in Europe", International final conference of the project GreenNet, 14 December 2004, Vienna, Austria, 2004.

Resch G.: "Selected results of the toolbox GreenNet", International final conference of the project GreenNet, 14 December 2004, Vienna, Austria, 2004.

Resch G.: "Lernkurven vs. Dynamische Kosten-Potenzialkurven im Bereich der Modellierung energiepolitischer Förderinstrumente für erneuerbare Energieträger", 8. Symposium Energieinnovation - Energieinnovation in Europa, 4. bis 5. Februar 2004, Technische Universität Graz, 2004.

STADLER Michael, Hans AUER: „*Innovative Maßnahmen auf der Verbraucherseite zur Verbesserung der Marktperformance in liberalisierten Strommärkten: Eine ökonomische Bewertung für Österreich*“, 8. Energieinnovationssymposium TU GRAZ, Graz 4/5.2.2004. Publiziert in Schriftenreihe des Österreichischen Verbandes für Elektrotechnik (OVE), ISBN-Nr. 3-85133-033-1.

## **11. Veranstaltungen/Seminare**

BRAUNER, G.: „Wasserstoff als Energieträger der Zukunft“. Workshop an der TU Wien am 27. Januar 2004.

BRAUNER, G.: 8. Handelsblatt-Jahrestagung: „Energiewirtschaft Österreich 2004 – Infrastrukturen im Wettbewerb“. 13. und 14. Oktober 2004, Hotel Inter-Continental Wien. (*Moderation: Günther Brauner*)

BRAUNER, G.: Seminar „Power Quality“. Am 4. und 5. November 2004 in Deidesheim. (*Moderation: Günther Brauner*)

HADRIAN, W.: 27. und 28. Jänner 2004: Österreich. Fortbildungsinstitut (ÖFI), Thema EMV

HADRIAN, W.: 20. Jänner 2004 : Österr. Fortbildungsinstitut (ÖFI): Blitzschutz

HADRIAN, W.: 2.-3. November 2004: Vorbereitungskurs ET-Befähigungsprüfung (Landesinnung Wien)

## **12. Mitwirkung in Fachgremien**

BRAUNER, G.:

- Österreichisches Nationalkomitee der CIGRE
- Österreichisches Nationalkomitee CIRED
- Österreichisches Nationalkomitee des Weltenergie Rates (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)
- Mitglied des Advisory Committee (EMC Zurich Symposium)

MÜLLER, H.:

- im Vorstandsrat der Österr. Gesellschaft für Operations Research (ÖGOR)
- im Fachausschuss "Informations- und Messtechnik" (IMT) des Verbandes der Elektrizitätsunternehmen Österreichs (VEÖ)
- 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)

## 13. Einrichtungen des Instituts

### Prüf- und Messeinrichtungen

#### Messgeräteausstattung des EMV-Labors

##### \* Impulsgeneratoren

- Stoßstromgenerator CP 1500 (Haefely): Stoßstromgenerator mit Blitzkurvenform (1 $\mu$ s/50 $\mu$ s), Scheitelwert des Stromes 30 kA, zum Testen von Blitzschutzmaterialien und Überspannungsableitern, ortsfestes Gerät
- Stoßstromgenerator CP 360 (Haefely): Stoßstromgenerator mit Blitzkurvenform (1 $\mu$ s/50 $\mu$ s), Scheitelwert des Stromes ca. 5 kA, zur Überprüfung von EMV-(Blitzschutz-)Maßnahmen, z.B. Erdungsanlagen in Umspannwerken
- Stoßspannungsgenerator P 12 (Haefely): Stoßspannungsgenerator mit Blitzkurvenform, Scheitelwert der Spannung 12 kV, Überprüfung von Isolationen, Erzeugung von Wanderwellen auf Hochspannungsfreileitungen.
- Impulsgenerator PEMI + Streifenleitung (Haefely): erzeugt in der Streifenleitung ein impulsförmiges elektromagnetisches Feld (Anstiegszeit des Impulses ca. 5 ns), das den NATO-Spezifikationen für den Nuclear Electromagnetic Pulse entspricht, zur Prüfung der Störfestigkeit von Geräten für den Zivilschutz und militärtechnischem Zubehör.
- Störimpulsgenerator P 3 (HFD-Relais Tester, Haefely): Gerät erzeugt abklingende 1 MHz-Schwingung mit Folgefrequenz von 400 Hz (entspricht Störungen die von Trennerschaltungen hervorgerufen werden), Prüfung von elektronischen Schutzgeräten (z.B. Kurzunterbrechung, Leitungsschutz) nach IEC 255-4
- Burst-Generator (Meßwandlerbau): Gerät erzeugt Störimpulsgruppen mit hoher Wiederholfrequenz, wie sie beim Schalten induktiver Lasten mit Relais oder mechanischen Schaltern entstehen, Prüfung der Störfestigkeit von Meß- und Steuereinrichtungen nach IEC 801-4, z.B. störsichere Rechnerstrukturen und selbstkorrigierende Programmsysteme
- ESD-Generator SESD 200 (Schlöder)

##### \* Netz-Störsimulatoren (Schaffner)

- Grundgerät NSG 200E
- Einschub NSG 203A: zur Simulation von kurzzeitigen Netzspannungsunterbrechungen bzw. Netzspannungsschwankungen
- Einschub NSG 222A: erzeugt schnelle Störimpulse (Anstiegszeit 5 ns) mit relativ geringer Energie (Impulsdauer 100 ns), wie sie durch mechanische Schalter, Relais usw. Produziert werden
- Einschub NSG 224A: Gerät erzeugt Störimpulse wie sie durch mechanische Schaltvorgänge induktiver Lasten (Motoren, Wechselrichter usw.) erzeugt werden

##### \* Meßempfänger (Schwarzbeck)

- LSME 1530: 10 kHz - 150 kHz
- FSME 1515: 80 kHz - 30 MHz
- VUME 1520: 25 MHz - 1000 MHz
- plus zugehörigen Antennen

Zur Messung der elektrischen Feldstärke, z.B. Messung der Funkstörungen durch Koronaentladungen, Schirmdämpfungsmessungen von Gebäuden oder Räumen (z.B. Schaltwarten), Messung der Störstrahlung von USV-Anlagen

\* **Leistungsverstärker (ENI):** 9 kHz - 250 kHz, ca. 2000 W, zur Speisung von Rahmenantennen für die Erzeugung von magnetischen Feldern für Schirmdämpfungsmessungen von Gebäuden oder Räumen

\* **Meßgeräte zur Messung magnetischer Felder**

- Gaußmeter Bell, Modell 640: 0 - 400 Hz, ausschließlich eingesetzt zur Messung von magnetischen Gleichfeldern und Gleichfeldschwankungen (d.h. Änderungen des Erdfeldes hervorgerufen durch in der Nähe des Meßortes vorbeiführende Gleichstrombahnen oder vorbeibewegte Eisenmassen, z.B. Eisenbahnwaggons), Gleichfeldschwankungen stellen einen Störfaktor für eine Reihe von elektrophysikalischen Geräten dar (z.B. Elektronenmikroskope)
- Feldmeßgerät COMBINOVA MFM 10: mißt mit 3 zueinander senkrecht stehenden Spulen den Maximalwert der magn. Induktion, Frequenzbereich 10 Hz - 2 kHz, zur Messung der magn. Induktion im Bereich von Hochspannungsfreileitungen und Schaltanlagen und zur Messung von Bildschirmen nach dem schwedischen MPR-Standard
- Feldmeßgerät COMBINOVA MFM 1000: Frequenzbereich 2 kHz – 400 kHz
- EmdexC-Exposimeter: Gerät von der Größe einer Kleinbildkamera, mißt in einem vor der Messung einstellbaren Zeittakt (z.B. alle Sekunden) die Größe der magn. Induktion (mit 3 zueinander senkrecht stehenden Spulen) und speichert diese Meßwerte im internen Speicher ab, nach Beendigung der Messung können diese Meßwerte ausgewertet werden. Trägt eine Person dieses Gerät am Körper, so bekommt man ein Bild welchen magn. Wechselfeldern diese Person ausgesetzt war. (Beispiele: Arbeiter in Schaltanlagen, Menschen in Wohnungen über Verteiltransformatoren)
- Feldspule mit nachgeschaltetem aktiven Entzerrer: Frequenzbereich 10 Hz - 200 kHz

\* **Meßgeräte zur Messung elektrischer Felder**

- AERITALIA-Sonde TE 307: 10 V/m - 10 kV/m, zur Messung des elektrischen Feldes im Bereich von Hochspannungsfreileitungen und Schaltanlagen
- COMBINOVA EFM 200: zur Messung der elektrostatischen Aufladung von Bildschirmen und zur Messung von elektrischen Wechselfeldern bis 400 kHz
- Feldmühle EFM 251 (Kleinwächter): zur Messung von elektrischen Gleichfeldern

\* **Registriereinrichtungen**

- 1-Kanalschreiber (Bruel u. Kjaer)
- 3-Kanalschreiber SE 430 (ABB Goerz)
- 6-Kanalschreiber SE 460 (ABB Goerz)

Zusammen mit den Magnetfeldmeßgeräten zur Langzeitaufzeichnung (Stunden, Tage) von Magnetfeldern zur Erfassung des EMV-Klimas.

## 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)

$$U_{\text{rms}} = 400 \text{ kV}$$

$$I_{\text{max}} = 200 \text{ mA}$$

$$U_{\text{prim}} = 400 \text{ V}$$

$$I_{\text{prim}} = 200 \text{ A}$$

18 kJ Stoßspannungsgenerator (sechsstufig)

$$\text{Blitzstoß } 1.2 / 50 \text{ } \mu\text{s}$$

$$U_s = 600 \text{ kV}$$

$$\text{Gleichrichter: } U_{\text{sek}} = 100 \text{ kV}$$

$$S = 7.5 \text{ kVA}$$

**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, SF<sub>6</sub> - Gasaufbereitungsanlage  
Schering - Messbrücke (Tettex)