

Studie zur Machbarkeit eines Synchronverbundes von IPS/UPS mit UCTE

Dr. Matthias Luther, E.ON Netz GmbH, Bayreuth, Deutschland
Andreas Menze, E.ON Netz GmbH, Bayreuth, Deutschland

Kurzfassung

Im April 2005 wurde die bisher größte Systemstudie in der Geschichte der UCTE (Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity) gestartet. Innerhalb dieses Projektes wird die Machbarkeit eines Synchronverbundes der beiden elektrischen Energieübertragungssysteme der UCTE und IPS/UPS (Independent Power Systems/Unified Power Systems) mit dem Ziel untersucht, die hierfür notwendigen Maßnahmen zu ermitteln. Die Ergebnisse der Studie werden im Jahre 2008 erwartet und auf beiden Seiten die Grundlage für eine Entscheidung im Hinblick auf mögliche Systemerweiterungen bilden. Bei einem synchronen Zusammenschluss von UCTE mit IPS/UPS entstünde ein elektrisches Übertragungssystem von einer weltweit einzigartigen Ausdehnung: mit einer installierten Leistung von etwa 800 GW würden ca. 800 Millionen Menschen über zehn Zeitzonen versorgt.

Der Bericht gibt eine Übersicht über die Organisation und Inhalte des Projektes und zeigt den derzeitigen Stand der Arbeiten auf.

1 Hintergrund und Rahmenbedingungen

Anfang 2002 stellte das Electric Power Council of the Commonwealth of Independent States (EPC CIS) ein Begehren auf synchronen Anschluss der IPS/UPS Systeme an das Netz der UCTE. Das IPS/UPS System umfasst in seiner heutigen Ausdehnung die Übertragungsnetze von Armenien, Aserbaidschan, Estland, Georgien, Kasachstan, Kirgisien, Lettland, Litauen, Moldawien, Mongolei, Russland, Tadschikistan, Ukraine, Usbekistan und Weißrussland.

Nach Abschluss einer Vorstudie auf der Basis von Lastflussuntersuchungen [1] beschloss die UCTE Anfang 2004 die Durchführung einer umfangreichen Machbarkeitsstudie. Das Projekt ist wesentlicher Bestandteil des EU-Russland-Energedialogs und wird von der Europäischen Kommission (EC) im Rahmen des Programms Transeuropäischen Netze (TEN Energy) gefördert.

Die Studie ist ein Meilenstein in der Geschichte der UCTE und von IPS/UPS: weltweit besteht derzeit kein vergleichbares Übertragungsnetz, welches mit derart unterschiedlichen Last- und Erzeugungseigenschaften und Betriebsphilosophien über zehn Zeitzonen synchron betrieben wird. Etwa 500 Millionen Menschen im UCTE-Gebiet und 300 Millionen im IPS/UPS-Gebiet werden heute in beiden Systemen versorgt, ohne dass zurzeit zwischen diesen eine elektrische Kopplung besteht.

In die auf drei Jahre angelegte Studie sind insgesamt etwa 100 Experten aus den Bereichen Netzbetrieb, Planung und Rechtswesen eingebunden. Das Gesamtvolumen des Projekts beläuft sich auf etwa 10 Mio. €.

Die Studie wird unter der Verantwortung eines aus elf Übertragungsnetzbetreibern bestehenden UCTE-Konsortiums in Kooperation mit einer Gruppe von acht IPS/UPS Energieversorgungsunternehmen durchgeführt. Die Führung des UCTE-Konsortiums liegt bei E.ON Netz. Die Vorlage des Abschlussberichts ist für Mitte 2008 geplant.

2 Zielstellung der Studie

Eine Kopplung von IPS/UPS mit dem System der UCTE ist aus technischer Sicht auf verschiedene Weise denkbar:

- Synchroner Verbund beider Systeme,
- Asynchroner Verbund mittels Gleichstrom Kurzkupplungen (GKK) zwischen existierenden Übertragungsleitungen,
- Anschluss einzelner Regionen als Netzeinseln oder Generatoren im Richtbetrieb,
- Hybrid-Verbund als Kombination der oben genannten Möglichkeiten.

Es ist festzuhalten, dass es nicht Ziel dieser Studie ist, die oben genannten Möglichkeiten miteinander zu vergleichen. Gegenstand der Untersuchungen ist es viel mehr, die Realisierungsmöglichkeit eines vollständigen synchronen Anschlusses zu analysieren. Eine mögliche asynchrone Kopplung beider Systeme

wird lediglich für einen Wirtschaftlichkeitsvergleich herangezogen.

Um festzustellen, unter welchen Voraussetzungen ein synchroner Verbund der beiden Systeme möglich und stabil zu betreiben wäre, werden innerhalb der Studie alle notwendige Untersuchungen und Analysen durchgeführt. Dabei werden – neben rein technischen Problemstellungen – auch betriebliche, organisatorische und rechtliche Notwendigkeiten einer möglichen Kopplung beleuchtet.

Inhaltlich sind die drei folgenden Fragen zu beantworten:

- Ist ein synchroner Zusammenschluss der beiden Übertragungsnetze realisierbar?
- Wenn ja, welche Maßnahmen müssen vor einer Zusammenschaltung implementiert werden?
- Wie hoch sind die Kosten der erforderlichen Maßnahmen?

Als übergeordneter Grundsatz ist zu beachten, dass die derzeitige Systemzuverlässigkeit und die Versorgungsqualität in beiden Systemen auch nach einer möglichen Zusammenschaltung in keiner Weise beeinträchtigt werden dürfen.

Die letzte Erweiterung des Synchrongebietes der UCTE erfolgte im November 2004 mit dem Wiederanschluss der durch den Bürgerkrieg in Ex-Jugoslawien getrennten Netze und dem Neuanschluss von Bulgarien und Rumänien. Wie alle bisherigen Projekte erfolgte auch diese Erweiterung nach dem Prinzip der *Systemintegration* und war für die synchronisierten Systeme gekennzeichnet durch

- die Übernahme aller UCTE-Regeln und Standards für Systembetrieb und -entwicklung,
- die Schaffung einer einheitlichen Plattform für einen gemeinsamen europäischen Elektrizitätsmarkt.

Im Gegensatz zur Systemintegration nach dem o. g. Vollverfahren untersucht die hier beschriebene Studie die Machbarkeit einer Systemkopplung zwischen UCTE und IPS/UPS, ohne dem einen System die Betriebsphilosophie, Standards und Regularien des anderen Systems aufzuzwingen. Hierdurch entstünde ein Synchronverbund zweier sehr großer Systeme mit jeweils eigenen bewährten Regeln und Normen, die historisch entwickelt wurden und die sich an den Erfordernissen der unterschiedlichen Systemstrukturen orientieren. Grundlage für die Beurteilung der Machbarkeit ist die Ermittlung aller zwingend notwendigen Maßnahmen für einen sicheren Synchronbetrieb. Hierbei sind neben technischen Gesichtspunkten ebenso betriebliche, organisatorische und juristische Aspekte zu berücksichtigen. Die notwendigen Regeln

und Maßnahmen müssen vor der Realisierung einer synchronen Kopplung beider Systeme in einem rechtswirksamen Vertragswerk zwischen den betroffenen Parteien vereinbart werden. Welche Verträge zwischen welchen Vertragspartnern letztlich erforderlich sind, ist ein wesentlicher Bestandteil der Untersuchungen. Einen Überblick über das Prinzip der Systemkopplung gibt **Bild 1**.

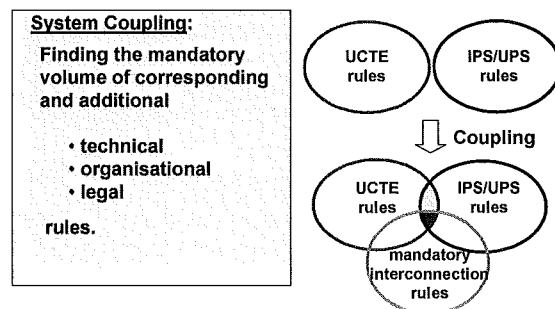


Bild 1: Prinzip der Systemkopplung zwischen UCTE und IPS/UPS

An dieser Stelle sei unterstrichen, dass die UCTE Systemerweiterungen – unabhängig davon, ob als Systemintegration oder -kopplung – nur zustimmen kann, sofern der Erhalt der Systemsicherheit und Versorgungsqualität für einen erweiterten Verbund auch zukünftig gewährleistet ist.

Die kommerziellen Aspekte eines möglichen Energiehandels zwischen beiden Synchrongebieten werden nur insoweit berücksichtigt, als dass die Höhe eines möglichen Leistungsaustausches und dessen Konsequenzen für das Gesamtsystem auf Basis der Wirtschaftlichkeit betrachtet und beurteilt werden.

Weitere zwingende EU-konforme Notwendigkeiten für einen von IPS/UPS angestrebten Synchronbetrieb sind nicht Gegenstand der Studie, werden aber als Randbedingungen in ihrer Existenz vorausgesetzt und derzeit auf verschiedenen anderen Ebenen bearbeitet. Dies sind im Einzelnen:

- Reziprozität der Energiemärkte
- Nukleare Sicherheitsstandards
- Kompatible Umweltverträglichkeit

3 Organisation, Arbeitsumfang und Zeitplan

3.1 Projektorganisation

Innerhalb dieses Projektes müssen verschiedene Gesichtspunkte berücksichtigt, konkrete Maßnahmen identifiziert und daraus Ergebnisse abgeleitet werden. Der Umfang der Arbeiten umfasst alle technischen, betrieblichen, organisatorischen und juristischen As-

pekte im Hinblick auf eine mögliche Synchronisierung. Dieser Aufgabe wird mit einer in **Bild 2** dargestellten Projektstruktur Rechnung getragen.

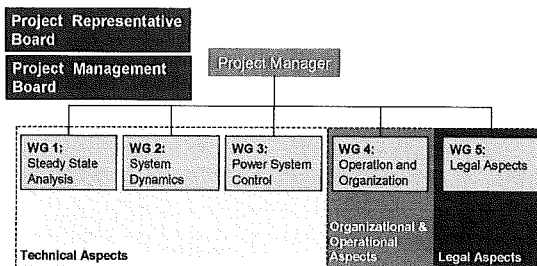


Bild 2 Projektorganisation

Auf der Arbeitsebene bestehen folgende fünf Arbeitsgruppen (Working Groups – WGs):

- WG 1: Stationäre Netzberechnungen (deterministische und probabilistische Lastflussanalyse)
- WG 2: Systemdynamik
- WG 3: Netzregelung
- WG 4: Betrieb und Organisation
- WG 5: Rechtliche Belange

Das von UCTE eingesetzte Projektmanagement koordiniert alle Projektaktivitäten und ist die zentrale Einheit in allen internen und externen Belangen. Hauptaufgaben sind weiterhin Budgetcontrolling, Berichtswesen und Kommunikation – insbesondere auch gegenüber der Europäischen Kommission als der fördernden Institution.

Eine kongruente Struktur der Arbeitsebene auf der IPS/UPS-Seite mit einer eigenen Projektkoordination ermöglicht die notwendige enge Kooperation auf der Expertenebene. Wesentliches Ziel ist hierbei, durch gemeinsame Arbeitsaktivitäten einen möglichst hohen Grad an Akzeptanz der Ergebnisse zu erreichen.

Das *Project Management Board* ist das Steuerungsgremium des Projekts. Es umfasst Vertreter aus IPS/UPS und UCTE sowie die Arbeitsgruppenleiter beider Seiten unter der Leitung des Projektmanagers. Das Gremium fällt alle projektrelevanten Entscheidungen von der Bewertung des Projektfortschritts über die Einhaltung des Zeitplans bis zur Analyse der Zwischen- und Endberichte.

Die Projektplattform zur Information relevanter Interessengruppen, Gremien und Institutionen ist das *Project Representative Board*. Es begleitet die Projektaktivitäten unter anderem aus der energiepolitischen Perspektive und umfasst z.B. Vertreter der Europäischen Kommission, European Regulators' Group for Electricity and Gas (ERGEG), Eurelectric, European Transmission System Operators (ETSO), Electric Power Council of the Commonwealth of Independent

States (EPC CIS) sowie der vorrangig betroffenen Netzbetreiber an der heutigen Grenze beider Synchrongebiete.

3.2 Arbeitsumfang

3.2.1 Untersuchungen des stationären Verhaltens

Aufbauend auf den Ergebnissen der Vorstudie [1] werden stationäre Lastflussuntersuchungen mit verschiedenen Stark- und Schwachlastszenarien basierend auf dem Planungshorizont 2008 durchgeführt. Die Grundmodelle der Lastflussberechnungen bilden auch die Basis für die dynamischen Simulationen (vgl. 3.2.2).

Um die Untersuchungen zu vertiefen, werden zusätzlich mittels einer probabilistischen Lastflussuntersuchung Austauschszenarien ermittelt, die mit einer signifikanten Wahrscheinlichkeit auftreten können. Dieser probabilistische Ansatz ermöglicht es, eine Vielzahl von möglichen Situationen unter Berücksichtigung von Kraftwerksverfügbarkeiten und der Ausfallwahrscheinlichkeit anderer Betriebsmittel wie Leitungen oder Transformatoren für das gesamte System zu untersuchen. Mögliche Import- und Exportszenarien können unter der Berücksichtigung von Erzeugungskosten ermittelt werden.

Der hier gewählte systematische Ansatz gibt im Ergebnis einen Überblick über kritische Systemkomponenten und Übertragungswege im gesamten simulierten Verbundsystem.

Die im probabilistischen Ansatz nicht berücksichtigten seltenen aber ggf. kritischeren Fälle werden durch weitere deterministische Lastflussuntersuchungen komplettiert.

Für eine Auswahl relevanter kritischer Fälle werden detaillierte Lastflussberechnungen durchgeführt. Lastflüsse, Spannungsprofil und Blindleistungsbereitstellung werden detailliert analysiert. Weiterhin werden die maximal zulässigen Übertragungsleistungen zwischen Ländern bzw. definierten Netzregionen, die einen möglichen Engpass darstellen können, bestimmt.

Abschließend werden die lastflusstechnisch notwendigen Maßnahmen und deren Investitionskosten ermittelt.

3.2.2 Systemdynamik

Innerhalb dieses Themenblocks werden die transiente Stabilität und die statische Stabilität (Kleinsignalstabilität) des unterstellten Synchronverbunds untersucht.

Durch die Parallelschaltung großer Energieübertragungssysteme kann sich das dynamische Verhalten gegenüber den ursprünglichen Systemen entscheidend verändern. Transiente Stabilitätsrechnungen untersuchen regional das dynamische Verhalten der Systeme nach Großstörungen wie Kurzschlüssen oder dem Ausfall großer Kraftwerksblöcke. Hierbei wird analysiert, ob ein Verlust der Stabilität einzelner Generatoren oder Netzgebiete auftritt, ggf. weitere Erzeugung ausfällt, Strom- oder Spannungsgrenzwerte überschritten werden und/oder ob unzureichend gedämpfte Schwingungen auftreten.

Die Untersuchungen der Kleinsignalstabilität beinhalten die großräumige Analyse des Frequenz- und Dämpfungsverhaltens auf Basis der Eigenwertanalyse. Großräumige Verbundnetzerweiterungen können ggf. zu einer Verschlechterung der Gesamtsystemdämpfung führen, sodass ein neu entstehendes Verbundsystem bereits ohne signifikante Störungen zu Netzpendelungen neigt. Diese sog. *Inter-Area Oscillations*, deren Frequenzen typischerweise zwischen 0,1 und 1 Hz liegen, können bei Grenzwertüberschreitungen zu großräumigen Versorgungsunterbrechungen führen.

Die verwendeten dynamischen Simulationsmodelle beinhalten Informationen über die Generatoren einschließlich der installierten Drehzahl- und Spannungsregler. Die Verifikation der Modelle findet durch Vergleichsrechnung mit real aufgetretenen Störungen statt. Hierzu ist über das gesamte UCTE-Gebiet ein so genanntes *Wide Area Measurement System (WAMS)* installiert, welches die elektrischen Vorgänge von Störungen erfasst und zur Auswertung speichert. Diese Methodik der Modellverifikation wurde bereits in früheren dynamischen Studien innerhalb der UCTE in bewährter Weise angewandt [2, 3, 4, 5].

Derzeit entsteht im Synchrongebiet von IPS/UPS ein vergleichbares Messsystem, dessen Betrieb jedoch eine unabdingbare Voraussetzung zur Verifikation des IPS/UPS-Modells vor dem Beginn der eigentlichen Untersuchungen ist. Das dynamische IPS/UPS-Netzmodell befindet sich derzeit im Aufbau.

Das Ergebnis der dynamischen Untersuchungen ist die Bewertung des Systemverhaltens für verschiedene Szenarien und die Ermittlung von ggf. notwendigen Maßnahmen und Investitionskosten zur Wahrung oder Verbesserung der dynamischen Stabilität.

3.2.3 Netzregelung

Nachdem die Leistungs-/Frequenzregelung erstmals in einer TACIS-Studie [6] detailliert untersucht wurde, sind die dort gemachten Annahmen nach den seit

1999 in IPS/UPS getätigten qualitätsverbessernden Maßnahmen den aktuellen Verhältnissen anzupassen. Insbesondere ist unter Berücksichtigung der dynamischen Ergebnisse zu analysieren, ob IPS/UPS den Anforderungen hinsichtlich Primär- und Sekundärregelung gerecht werden kann. Zusätzlich wird untersucht, in wie weit für die Zukunft eine ausreichende Lastdeckung auf Basis der vorliegenden Vorhersagen möglich ist.

Weiterhin wird für das UCTE-Gebiet die Auswirkung möglicher zusätzlicher Regelleistungsflüsse auf die maximal übertragbare Leistung, die in der so genannten *Transmission Reliability Margin (TRM)* nach den ETSO-Regeln [7] zu berücksichtigen ist, untersucht. Erste Abschätzungen wurden bereits in der Vorstudie [1] gemacht.

Die Analyse bestehender Notfallpläne und Netzwiederaufbaustrategien wird zeigen, in wieweit UCTE und IPS/UPS auf diesem Gebiet kompatibel sind.

Die Voraussetzungen unter denen beide Systeme im Falle einer Großstörung getrennt werden können bzw. sich trennen müssen werden ebenso untersucht wie die notwendigen Voraussetzungen für eine erfolgreiche Re-Synchronisation.

3.2.4 Betrieb und Organisation

Innerhalb dieses Arbeitsfeldes werden alle Notwendigkeiten für eine mögliche Organisation und den Betrieb des Synchronverbunds erarbeitet. Dies umfasst einerseits alle Aspekte der Koordination an der „elektrischen Grenzlinie“ des Synchronverbundes wie z.B. Systembetrieb, Informationsaustausch und Kommunikation. Weiterhin werden mögliche Auswirkungen auf die strukturelle Organisation innerhalb der zu koppelnden Systeme unter der Anforderung eines sicheren Systembetriebs betrachtet. Als Referenz wird das mittlerweile in UCTE für alle Netzbetreiber rechtsverbindlich eingeführte *UCTE Operation Handbook* [8] genutzt.

Einige der anzuwendenden Regeln zum Erhalt der Systemsicherheit (z.B. Engpassmanagement) hängen eng mit denen von der Europäischen Kommission veröffentlichten Marktregeln [9] zusammen. Für das UCTE-Gebiet werden daher die derzeit verbindlichen Regeln zum Engpassmanagement unter Berücksichtigung der entsprechenden EU-Vorgaben [10] berücksichtigt.

Auch für den Betrieb und die Organisation sollen die individuellen Regeln und Standards beider Systeme nach der Parallelschaltung möglichst unverändert fortbestehen, vorausgesetzt dass sie auch weiterhin einen sicheren Systembetrieb gewährleisten. Für den Betrieb an der Schnittstelle sind jedoch in jedem Fall

erweiterte Regeln zu vereinbaren. Daher sind die derzeit in beiden Synchrongebieten angewendeten Verfahren und Strukturen auf Basis der o. g. Referenzen unter folgenden Aspekten zu analysieren und zu klassifizieren:

- Welche Regelungen können unverändert fortbestehen?
- Welche Prozeduren und Strukturen sind in welcher Weise anzupassen?
- Welche zusätzlichen Regeln sind ggf. notwendig?

3.2.5 Rechtliche Aspekte

Ein weiterer wichtiger Themenkreis ist die Behandlung juristischer Aspekte und die sich daraus ergebenden Notwendigkeiten für den Zusammenschluss beider Synchrongebiete unter gemeinsamen rechtlichen Rahmenbedingungen.

Die heutigen rechtlichen Rahmenbedingungen in IPS/UPS und innerhalb der UCTE weichen in vielerlei Hinsicht voneinander ab. Daher gilt es zunächst den Ist-Zustand auf beiden Seiten zu analysieren, den nötigen Harmonisierungsbedarf festzustellen und ggf. auch zusätzliche notwendige Regeln zu definieren.

Die Erarbeitung der rechtsverbindlichen Kriterien basiert zu einem wesentlichen Teil auf den Ergebnissen aus der Arbeitsgruppe „Betrieb und Organisation“ (vgl. 3.2.4). Ein in diesem Zusammenhang wichtiges Dokument zu den derzeitigen Rahmenbedingungen in Russland ist das Gesetz zur Umstrukturierung der Elektrizitätswirtschaft in Russland [11]. Ziel der juristischen Arbeiten ist die Ausarbeitung eines Katalogs von vertraglich zu fixierenden Regelungen und Standards und deren Spezifikation, die in bilateralen als auch in multilateralen Verträgen umzusetzen wären.

Die eigentliche Vertragsgestaltung ist dagegen nicht Gegenstand der Arbeiten im Rahmen der Machbarkeitsstudie. Die Ausarbeitung konkreter Vertragswerke wäre der letzte Schritt der Aktivitäten im Falle einer Realisierung eines Synchronverbundes.

4 Stand der Arbeiten und Ausblick

Nach der Entscheidung der UCTE im Frühjahr 2004 wurden in einer etwa einjährigen Vorphase zunächst alle organisatorischen und rechtlichen Voraussetzungen zur Durchführung des Projektes geschaffen. Hierzu gehörten insbesondere die Festlegung der Studieninhalte und Organisation (Terms of Reference - ToR), die Bildung der Konsortien auf beiden Seiten und die Ausfertigung und Unterzeichnung der hierfür notwendigen Vertragswerke, sowie die Erstellung eines Förderantrags auf Teilfinanzierung der durch das

derantrags auf Teilfinanzierung der durch das UCTE-Konsortium durchgeführten Arbeiten. Weiterhin wurde für das Projekt ein Kommunikationsinstrument geschaffen, die einen öffentlichen Informationsteil und eine Plattform zur internen Projektarbeit beinhaltet [12].

Die Zusammenarbeit des UCTE-Konsortiums mit den involvierten IPS/UPS Unternehmen wird im *Cooperation Agreement* geregelt. Dieses umfangreiche Vertragswerk enthält alle gegenseitig wahrzunehmenden Rechte und Pflichten beider Parteien mit dem Ziel der Erreichung einer bestmöglichen Qualität der Ergebnisse.

Mit dem Projektauftrag am 20. April 2005 wurde die erste Phase mit dem Ziel des Aufbaus der Simulationsmodelle eröffnet. Der prinzipielle Aufbau der Modelle ist in **Bild 3** dargestellt.

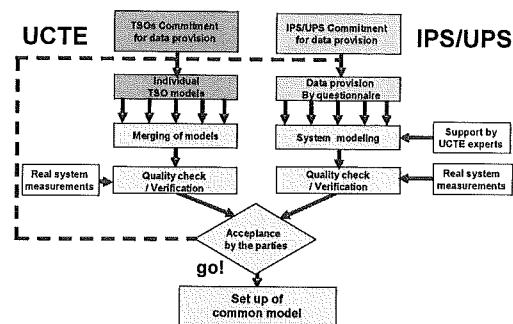


Bild 3 Prinzip der Modellbildung

Die Datensammlung für IPS/UPS erfolgt auf der Grundlage eines von UCTE erarbeiteten und mit IPS/UPS abgestimmten Fragenkatalogs, der praktisch alle zur Modellerstellung notwendigen Daten und Informationen beinhaltet. Die für UCTE notwendigen Daten und Simulationsmodelle wurden auf der Basis individueller TSO-Daten erfasst und für die Untersuchungen aufbereitet.

Die für die stationären und dynamischen Berechnungen aufzubauenden Modelle sind in einem nächsten Schritt durch den Vergleich mit realen Vorkommnissen im Netz und einer anschließende Parameteranpassung zu verifizieren. Dies muss für beide Synchrongebiete in ihrer heutigen geographischen Ausdehnung getrennt geschehen, bevor die Modelle zu dem eigentlichen „synchronen“ Simulationsmodell zusammengefügt werden können.

Ein erstes aus jeweils einem IPS/UPS- und UCTE-Äquivalent gebildetes Lastflussmodell wurde bereits erfolgreich aufgebaut und befindet sich in einer abschließenden Testphase.

Parallel wird derzeit eine von IPS/UPS erarbeitete Übersichtsdarstellung über organisatorische und technische Aspekte des Synchrongebietes, auch in Zusammenhang mit früheren Studien und weiteren verfügbaren – z. T. internen Dokumenten – analysiert. Wesentliche Gesichtspunkte sind dabei:

- Organisation des Elektrizitätssektors innerhalb der GUS und der Baltischen Staaten,
- Detaillierte Organisation des IPS/UPS Systembetriebs,
- Funktionsweise von Primär- und Sekundärregelung
- Spannungs- und Blindleistungsregelung,
- Maßnahmen im Störfall,
- Störungsanalyse,
- Transiente Stabilität und Inter-Area Oscillations.

Wesentliche Kernaussagen zur technischen Realisierbarkeit eines Synchronverbunds unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit werden von den dynamischen Stabilitätsberechnungen erwartet. Die Aufbereitung der dynamischen Simulationsmodelle dauert z. Z. noch an. Der Startzeitpunkt hängt im Wesentlichen von der Verfügbarkeit des WAMS in IPS/UPS und der damit notwendigerweise verbundenen Bereitstellung verifizierter Simulationsmodelle ab.

Innerhalb der weiteren Projektphasen finden die eigentlichen rechnerischen Untersuchungen und die Aufbereitung und Auswertung der Ergebnisse statt. Da sich die Modellaufbereitung bisher zeitlich umfangreicher als ursprünglich geplant erwiesen hat, ist es notwendig, die für Simulationen und Ergebnisauswertung vorgesehenen Phasen zeitlich etwas zu verkürzen. Dies bedingt eine gleichzeitige Steigerung der Arbeitsintensität im weiteren Verlauf des Projektes, um die Gesamtdauer nicht zu verändern.

Da aus den Ergebnissen der Untersuchungen z. T. Aussagen bzgl. der Systemsicherheit der betroffenen Übertragungssysteme abgeleitet werden, müssen sowohl die Eingangsdaten als auch die daraus entwickelten Modelle hohen Qualitätsansprüchen genügen. Dieser Grundanforderung wird über die gesamte Dauer der Studie Rechnung getragen.

5 Literatur

- [1] Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity: Pre-Feasibility Study – Load Flow Analysis with Respect to a Possible Synchronous Interconnection of Networks of UCTE and IPS/UPS. Brussels, April 2003.
- [2] Clodius, D., Glaunsinger, W., Lösing, M., Luther, M. et al.: Stability Studies concerning the Integration of CENTREL Network into the Power System of UCPT. CIGRE 1996, 37-303
- [3] Clodius, D., Glaunsinger, W., Grebe, E., Lösing, M., Luther, M.: Parallel Operation of CENTREL and UCPT Networks under System Dynamics Aspect. Dresden, 12th Power System Computational Conference, August 19th-23rd 1996
- [4] Bachmann, U., Breulmann, H., Glaunsinger, W., Hoiss, P., Lösing, M., Menze, A., Rörmelt, S., Zimmermann, U.: Verbundstabilität nach dem Synchronanschluß der Netze der Elektrizitätsunternehmen von Bulgarien und Rumänien an den UCTE/CENTREL-Verbund. München, ETG-Tage'99, ETG-Fachbericht 79, ISBN 34-8007-2502-9, S. 251-257
- [5] Breulmann, H., Grebe, E., Lösing, M., Winter, W., Witzmann, R. et al.: Analysis and Damping of Inter-Area Oscillations in the UCTE/CENTREL Power System. CIGRE 2000, 38-113
- [6] EDF, CEZ, IVO, RWE, Tractebel: Synchronous Interconnection of the TESIS and UPS Networks – Requirements and Feasibility. TACIS Study EREG 96-01
- [7] European Transmission Operators: Definitions of Transfer capacities in liberalised Markets. <http://www.etso-net.org>, Brussels, April 2001
- [8] Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity: Operation Handbook. <http://www.ucte.org>, Brussels, 2004
- [9] European Commission, Directorate-General for Energy and Transport: Strategy paper – Medium Term Vision for the Internal Electricity Market., Brussels, 01/03/2004
- [10] Regulation of the European Parliament and of the Council of the European Union on Conditions for Access to the Network for Cross-Border Exchanges in Electricity (n°1228 / June 2003)
- [11] Russian Federation: Federal Laws on Restructuring the Electric Power Industry of the Russian Federation, Moscow, September 2005
- [12] <http://www.ucte-ipsups.org>