Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 87 (1996)

Heft: 22

Artikel: Die Entwicklung der Verbundsysteme in Europa : Zusammenschluss West-Ost

Autor: Vit, Jan G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-902384

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

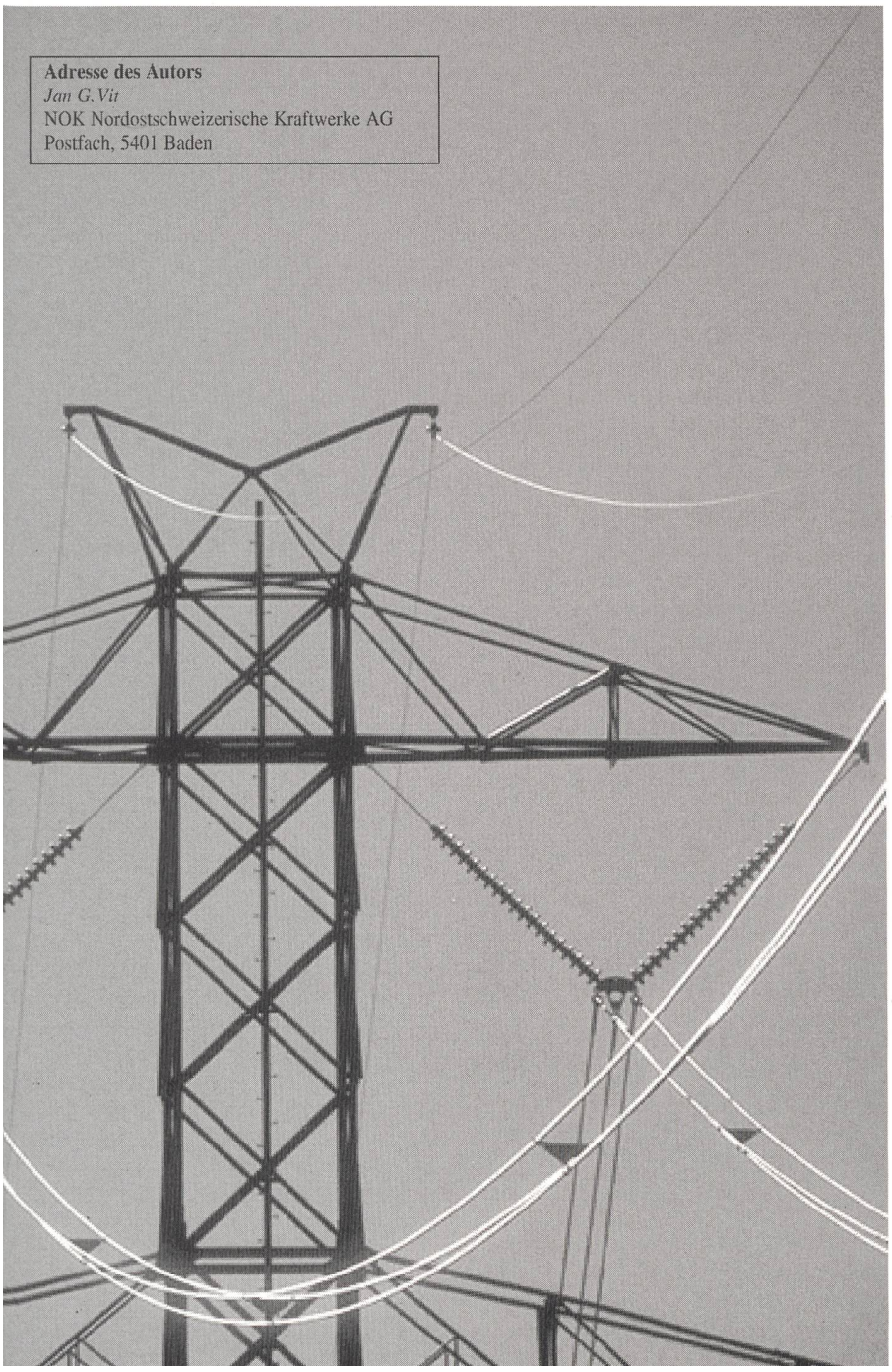
Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Welches sind die Aussichten der Verbundsysteme in Europa? Der Autor zeigt die Entwicklungen in Europa auf und gibt Einblick in die sich öffnenden Stromsysteme in Osteuropa sowie in weitere Projekte im europäischen Umfeld. Zudem werden einige zukünftige Perspektiven der sich zunehmend vereinigenden Stromverbundsysteme mit ihren Chancen und Gefahren beleuchtet. Neben einigen Grundlagen sind auch historische Zusammenhänge aufgeführt.

Die Entwicklung der Verbundsysteme in Europa

Zusammenschluss West-Ost



Adresse des Autors
Jan G. Vit
NOK Nordostschweizerische Kraftwerke AG
Postfach, 5401 Baden

■ Jan G. Vit

UCPTE zwischen 1951 und 1993

Zwischen der Absichtserklärung der acht Länder der Gründungsmitglieder der UCPTE bzw. der erstmaligen Parallelschaltung der Landesnetze Frankreichs, Deutschlands und der Schweiz über den Netzknoten Laufenburg im Jahre 1958 und dem Bild 2 liegen vierzig Jahre stetiger Entwicklung. Inzwischen sind ja Jugoslawien und die Sowjetunion, aber auch die DDR und die Tschechoslowakei, von der Landkarte verschwunden. Dennoch erkennt man noch gut die Ausdehnung der UCPTE am Anfang der neunziger Jahre: Spanien, Portugal, Ex-Jugoslawien und Griechenland als feste Bestandteile des UCPTE-Gebietes, Kontinentalteil Dänemark und Albanien als synchron mitfahrende Gebiete; ferner die über Gleichstromkupplungen direkt zugänglichen Länder bzw. Gebiete.

Die stetig wachsende Summe der internationalen Energieaustausche erreichte 1994 mit rund 156 TWh etwa 10% des gesamten Elektrizitätsverbrauches in der UCPTE. Die gesamte schweizerische Elektrizitätswirtschaft stellt innerhalb der UCPTE etwa 3 bis 4% dar. Nur beim Speichervermögen steht die Schweiz mit ihren 14,5% überproportional gross da. Dennoch wäre es mehr als abwegig, in diesem Zusammenhang von einem Stromtresor Europas zu reden.

Spätestens hier ist es an der Zeit, in Erinnerung zu rufen, dass unsere UCPTE nicht das einzige Verbundsystem in Europa geblieben ist.

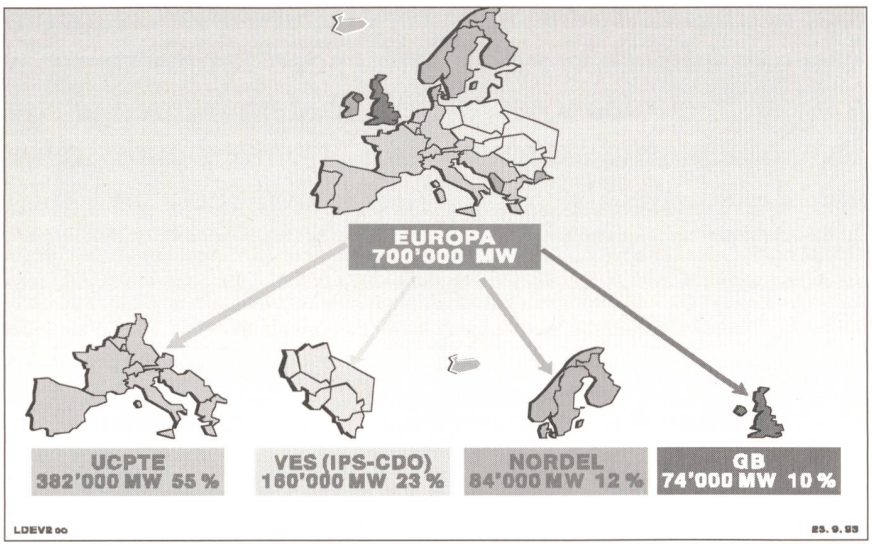


Bild 1 Leistungen der europäischen Verbundsysteme (1989).

Die (weiteren/anderen) europäischen Verbundsysteme

Erwähnenswert sind neben der UCPTE noch drei weitere Verbundsysteme. Bewerten wir das elektrische Europa mit einer installierten Leistung von rund 700 GW, so entfallen rund 55% davon auf die UCPTE. Weitere 23% auf das osteuropäische CDO IPS (Central Dispatching Organization of the Interconnected Power Systems oder Vereinigte Energiesysteme, VES), ferner 12% auf die skandinavische NORDEL-Gruppe und die restlichen 10% auf Grossbritannien.

Widmen wir uns zuerst dem osteuropäischen Verbund der ehemaligen Comecon-Länder, dessen europäischster Teil – elektrisch und zum Teil rechtlich noch provisorisch – seit der UCPTE-Erweiterung im Herbst 1995 bereits zu uns gehört.

CDO IPS (VES)

Die CDO entstand faktisch 1953 durch die Parallelschaltung der Netze Ungarns und der Tschechoslowakei. 1962 sind die damalige DDR sowie Polen und die Westukraine dazugekommen. Bis 1967 folgten Bulgarien und Rumänien. Somit war die CDO-Gruppe komplett. Ein grosser Teil der damaligen Sowjetunion hat das Gebilde zunächst beobachtet und dann ab 1988 offiziell die eigenen Netze bis zum Baikalsee mit dem System gemeinsam betrieben (wobei die echte Ausdehnung dieser Durchschaltung für immer geheim geblieben ist). Die CDO IPS hat somit ihre grösste Ausdehnung erst in jüngster Zeit erreicht.

Als eine technische Besonderheit ist noch die Frequenzhaltung in den VES erwähnenswert. Während in der UCPTE alle echten Verbundpartner für die Frequenzhaltung mitverantwortlich sind, war es in den VES nur die damalige Sowjetunion alleine. Die anderen Mitgliedsländer hatten ihre grenzüberschreitenden Verbundübergabeleistungen programmkonform zu halten.

Durch die Wiedervereinigung Deutschlands wird das Gebiet der ehemaligen DDR schlagartig Bestandteil der UCPTE.

Am 11. Oktober 1992 gründen die polnische PSE, die tschechische CEZ, die ungarische MVM und die slowakische SE die sogenannte CENTREL-Gruppe mit dem erklärten Ziel, möglichst bald alle die notwendigen organisatorischen, aber vor allem die technischen Anpassungen zu realisieren, um mit der UCPTE parallel gehen zu können.

Am 18. November 1993 zerfällt das osteuropäische Verbundnetz wegen der energiemässig defizitären Ukraine in vier galvanisch getrennte Subsysteme. Seit diesem Tag fahren die vier CENTREL-Länder zusammen mit der ostdeutschen VEAG (Vereinigte Energiewerke AG, Berlin) und der kleinen westukrainischen Region um die Stadt Lvov (Lemberg) fast zwei Jahre lang eine nachweisbar stabile Insel (ein Verbund, knapp grösser als das vorher erwähnte britische Verbundsystem).

UCPTE-Erweiterung am 13.9. und 18.10.1995 (Tabelle I, Bilder 1–3)

Am 13. September1995 ist es endlich so weit. Einige Wochen vorher hat sich die VEAG der ehemaligen DDR mit der technisch hochstehenden elektrischen Insel der (West-) Berliner BEWAG zusammengeschlossen. Erst dieser Akt beendet endgültig die Blockade Westberlins, die vor über vierzig Jahren ein Zeichen des kalten Krieges war. Am besagten Tag trennt sich die VEAG (inkl. BEWAG) zuerst von der CENTREL-Gruppe, um sich anschliessend mit dem UCPTE-Netz zu verbinden.

Am 18. Oktober 1995 folgte die Parallelschaltung der CENTREL mit der UCPTE als Versuchsbetrieb. Um 12 Uhr 30 schalten sich die CEZ und die VEAG parallel. Die CENTREL-Gruppe ist mit dem UCPTE-

Abriss der Geschichte der allgemeinen «Elektricitätsversorgung»

Am 24. August 1891 haben die Chefkonstrukteure Charles E.L. Brown (MFO) und Michael von Dolivo-Dobrowolski (AEG) in einem gewagten und mit viel Skepsis (seitens der Gleichstrom- und Einphasen-Wechselstromanhänger) erwarteten Experiment eine 175 km lange, mit 15 kV betriebene Drehstromleitung (Probebetrieb bis zu 25 kV) zwischen dem Laufkraftwerk in Lauffen am Neckar und den Licht- und Kraftanlagen auf dem Gelände der «Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung» in Frankfurt am Main in Betrieb genommen. Das war die Geburtsstunde unserer Branche.

Praktisch gleichzeitig entstehen auch in der Schweiz die ersten Elektrizitätswerke der öffentlichen Versorgung (1892: EWZ, 1894: ATEL). Am 22. April 1914 unterschreiben neun Kantone der Nordostschweiz den NOK-Gründungsvertrag.

Es folgten die Wirren der beiden Weltkriege samt ihrer historischen Verknüpfung mit der ersten Weltwirtschaftskrise. Auf dem Trümmerfeld Europa beginnt der Wiederaufbau. Es gilt, die Erbschaft des Zweiten Weltkrieges möglichst schnell zu überwinden, was ohne eine wiederfunktionierende öffentliche Elektrizitätsversorgung kaum machbar wäre. Inzwischen hat der Kalte Krieg schon begonnen, was die Chance für eine gesamteuropäische Lösung für die nächstfolgenden vierzig Jahre blockierte. In Westeuropa kommt es 1951 – also lange vor dem Entstehen der Europäischen Wirtschaftsgemeinschaft, die sich dann zu einer allgemeinen Europäischen Gemeinschaft und zuletzt zu einer Europäischen Union umgetauft hat – zu der Gründung der «Union für die Koordinierung der Erzeugung und des Transportes elektrischer Energie» (UCPTE). Kaum sieben Jahre später wird der internationale Verbund Realität.

Gebiet synchron elektrisch verbunden. Anschliessend folgte die Parallelschaltung zwischen der VEAG und der PSE. Kurz darauf wurde die Gleichstromkurzkupplung Etzenricht kurzgeschlossen. Somit war ab etwa 15 Uhr auch die BAG und die CEZ echt parallel. Nur die Österreichische Verbundgesellschaft muss ihr Übertragungsnetz mit Hilfe der aktiven Gleichstromkurzkupplungen Dürnrohr und Wien Südost vorläufig noch schützen. Aber die durch die Gebietserweiterung notwendig gewordene Ertüchtigung der Leistungsschalter in den österreichischen Schaltanlagen schreitet voran, so dass auch diese Angelegenheit schon bald zur Geschichte gehören wird.

Die UCPTE in der nächsten Zukunft

Obschon bei der bereits erreichten Verbundgrösse keine Notwendigkeit einer noch weitergehenden Erweiterung des Verbundgebietes gegeben ist, da sich bezüglich Minimierung der Reservehaltung für den Störungsfall immer weniger Optimierungsansätze finden lassen, ist die Entwicklung des UCPTE-Verbundsystems noch nicht abgeschlossen.

Zu bedenken ist jedoch, dass zum Beispiel die Schweiz ohne den internationalen Verbund keine Kraftwerke der 1000-MW-Klasse (also weder Gösgen noch Leibstadt) hätten betreiben können.

Bei weiteren Überlegungen in Richtung Erweiterung handelt es sich nicht nur um technische oder wirtschaftliche Fragestellungen. Es sind auch politische Fragen, die einer Lösung harren.

Kürzlich erfuhr die UCPTE eine Statutenänderung. Aus der Personalunion ist eine Union der beteiligten Elektrizitätswerke geworden, womit die Verantwortung für das Funktionieren der UCPTE klar den Verbundunternehmen zugewiesen wurde.

Rumänien und Bulgarien

Die nächsten Anwärter für eine synchrone Drehstromverbindung mit der UCPTE sind Rumänien (20,4 GW / 55 TWh; RENEL) und Bulgarien (12,4 GW / 38 TWh; NEK), die zurzeit einem der erwähnten vier Teilsysteme des zerfallenen Ostverbundes angehören (zusammen mit dem südwestlichen Teil der Ukraine und den durch den balkanischen Bürgerkrieg isolierten UCPTE-Stammgebieten Restjugoslawiens, Griechenlands, Albaniens und – darüber hinaus – mit einer 400-kV-Drehstromverbindung zu der Türkei). Durch diese Erweiterung würde man – unabhängig von der Schnelligkeit des Wiederaufbaus des zerstörten Höchstspannungsnetzes in Bosnien und Herzegowina – den südöstlichsten Zipfel des UCPTE-Gebietes wieder anschliessen können.

Bild 2 UCPTE nach dem 18. Oktober 1995.

HGÜ und weitere Projekte im europäischen Umfeld

Aus der gleichen Überlegung befindet sich eine Gleichstromverbindung Italien bis Griechenland im Bau. Eine 400-kV-Drehstromleitung soll demnächst Spanien mit Nordafrika verbinden.

Am besten sichtbar ist die Summe der konzentrierten Vorstösse von Deutschland in Richtung des skandinavischen NORDEL-Netzes (ausschliesslich in Gleichstrom; sogar über 1800 km bis Island). Neben der erwähnten Absicherung Griechenlands werden dadurch zwei fast völlig neue Zielrichtungen erkennbar.

Rang[1]	Land	Landes-produktion	Landes-verbrauch	Inst. Leistung
		TWh	TWh	GW
1	D[2]	506,9	483,6	103,3
2	F	451,4	384,0	104,7
3	I	219,9	253,4	64,2
4	E	154,6	155,1	42,4
5	PL	134,9	132,2	33,2
6	NL	69,2	81,7	15,0
7	B	68,6	71,5	14,9
8	CH	63,8	50,6	15,6
9	CZ	58,7	58,3	13,8
10	A	51,0	50,1	15,6
11	JUEL-EKC	42,8	42,0	13,2
12	GR	35,8	35,9	7,9
13	H	33,2	35,3	7,3
14	P	28,8	29,7	7,6
15	SK	24,7	25,2	6,9
16	SLO+HR	18,9	20,5	5,6
17	L	1,2	4,8	1,3

Tabelle I Produktion, Verbrauch und Leistung in den Ländern der UCPTE, VEAG und CENTREL (1994)

1 Rang nach Landesproduktion
2 inklusive VEAG, jedoch ohne BEWAG

Ländervergleich	Norwegen	Schweiz
Anteil der Elektrizität an der Deckung des gesamten Energiebedarfes	50 %	20 %
Anteil der Wasserkraft an der Elektrizitätserzeugung 100 %	60 %	
Hydraulische Reserve (noch ungenutztes Potential der Wasserkraft)	50 %	5 %

Tabelle II Ländervergleich Norwegen/Schweiz bezüglich Energie- und Wasserkraftanteile.

NORDEL im «Nordring» (DC)

Die Motivation zur Realisierung einer leistungsstarken Verbindung mit dem NORDEL-Netz sind primär die noch ungenutzten Wasserkräfte Skandinaviens, was am Beispiel Norwegens bestens sichtbar wird (Tabelle II). Neben Norwegen sind es noch Schweden und Island, die zusammen über grosse Reserven verfügen. Es könnte mit Hilfe zahlreicher und leistungsstarker Gleichstromverbindungen gelingen, einen «Hanseatischen Ring» (NORDEL–Russland–Baltikum–UCPTE) durch den Norden und Nordosten des Kontinentes zu schliessen.

«Der Ring um das Mittelmeer» (AC)

Die Drehstromverbindungen der UCPTE reichen schon bald bis nach Kleinasien (in die Türkei) sowie – über die Meerenge von Gibraltar – bis nach Nordafrika (Marokko). In aller Stille entstand im Schatten der Friedensbemühungen im Nahen Osten ein Verbund durch das Zusammenschalten der Netze Israels und Jordaniens. Gelingt es – sowohl in Nordafrika als auch im Nahen Osten – die politischen Hürden zu bewältigen, könnte ein dem altertümlichen Römischen Reich nicht unähnlicher Ring um das Mittelmeer relativ schnell Realität werden.

Ukraine, Russland sowie die globalen Visionen (Erschliessung ungenutzter Wasserkräfte)

Die technischen, wirtschaftlichen und politischen Gegebenheiten von heute stehen einem baldigen Synchronanschluss der Ukraine (52 GW/202 TWh) oder des europäischen Teils Russlands (147 GW/641 TWh) vorläufig im Weg. Das behindert auf der anderen Seite keines der geplanten oder sogar schon laufenden Gleichstromprojekte. Alleine die noch brachliegenden Wasserkräfte Sibiriens scheinen verlockend gewaltig zu sein.

Weitere, noch gewaltigere Wasserkraftpotentiale, vor allem in Afrika und (Süd-) Amerika stehen an. Mit Hilfe der inzwischen voll ausgereiften HGÜ-Technik wäre es leicht, diese Leistungen – sogar wirtschaftlich – zu erschliessen.

In den sogenannten Industrieländern (OECD + Osteuropa + GUS) leben nur knapp 24 % der heutigen Weltbevölkerung. Dieses Populationsviertel verbraucht aber an die 70 % der globalen Energieproduktion (nicht nur Elektrizität).

Das primäre Hauptproblem der sogenannten «Wachstumsfunktionen» ist und bleibt die Entwicklung der Weltbevölkerung selber. Und da sind wir von einer Stabilisierung noch sehr weit entfernt. Es ist somit kaum vorstellbar, dass wir – die statistisch latent kleiner werdende Minderheit der Privilegierten – den Zugriff zu den Ressourcen der sogenannten dritten Welt werden behalten, geschweige denn noch weiter ausdehnen können.

Die wesentlichen Problemstellungen sind bekannt. Es gibt etliche Lösungsansätze zur Bewältigung der Probleme. Wir befinden uns in einer dauernden Bewährungsprobe, hervorgerufen durch das politische Umfeld im In- und Ausland, die öffentliche Meinung, das (globale) wirtschaftliche Umfeld und die globalen ökologischen Gegebenheiten. Die uns ab und zu scheinbar plagenden stochastischen meteorologischen oder hydrologischen Schwankungen wirken daneben direkt harmlos, wenn nicht vernachlässigbar.

Dennoch liegt es an uns, diese Herausforderung anzugehen. So werden wir unsere Hauptaufgabe, nämlich die Wahrung des eingangs erwähnten latenten Leistungsgleichgewichtes, auch in der Zukunft einwandfrei und in aller Stille und Selbstverständlichkeit (wie gewohnt) meistern können. Bedienen wir uns doch eines bekannten Slogans:

«Es gibt viel zu tun. Packen wir es an!»

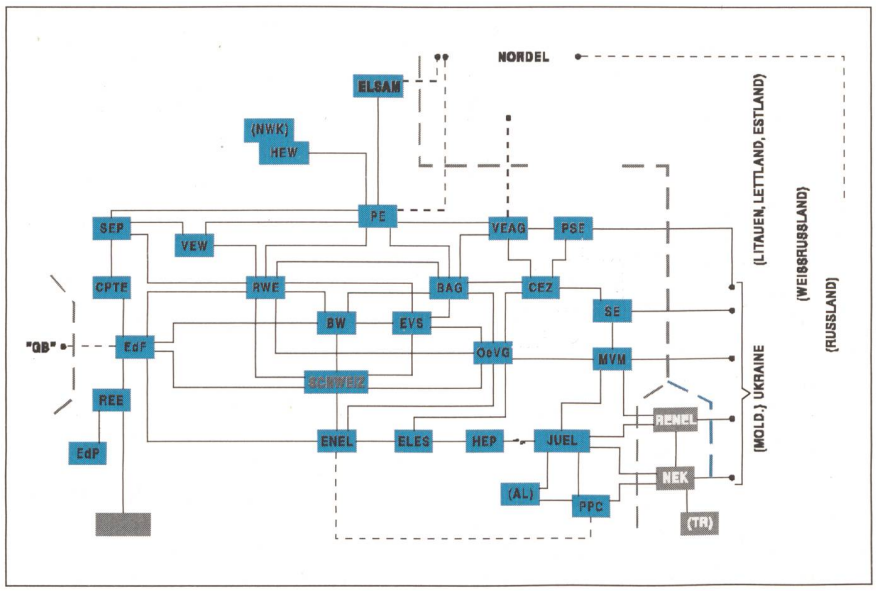


Bild 3 UCPTE: vereinfachtes Blockschema der Netzverknüpfungen (Ende 1995, inkl. Projekte).

L'évolution des systèmes d'interconnexion en Europe

Réunion Ouest-Est

Quelle est l'utilité d'un réseau d'interconnexion? Quelle est son origine? Quelles sont les perspectives des systèmes d'interconnexion en Europe? L'auteur examine d'un œil critique l'évolution actuelle en Europe et donne un aperçu des systèmes d'interconnexion qui s'ouvrent en Europe de l'Est. Il éclaire par ailleurs les perspectives offertes par des systèmes qui s'interconnectent de plus en plus et met en évidence leurs chances et leurs risques. Il présente non seulement les bases de quelques systèmes d'interconnexion, mais aussi leur contexte historique.