

GLOBALISIERUNG, MULTINATIONALE UNTERNEHMEN UND INNOVATIONEN IM KOHLEKRAFTWERKSSEKTOR

Stefan VÖGELE¹, Sandra WASSERMANN², Gerhard FUCHS²

¹Institut für Energieforschung – Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEF-STE) Forschungszentrum Jülich, 52425 Jülich, Tel: +49 (0)2461-613393, Fax: +49 (0)2461-612540, s.voegele@fz-juelich.

²Universität Stuttgart, Institut für Sozialwissenschaften, Seidenstr, 36, 70174 Stuttgart, Tel.: +49 (0)711/685-83890; -84812; Fax: +49 (0)711/685-82487, gerhard.fuchs@sowi.uni-stuttgart.de, sandra.wassermann@sowi.uni-stuttgart.dede

Kurzfassung: Die Suche nach Neuerungen sowie deren Verbreitung ist aufgrund des rasant zunehmenden Güter- und Dienstleistungsaustausches sowie des Anstiegs des Informations-, Wissens- und Technologietransfers mehr und mehr in einem internationalen Kontext zu sehen. Vor diesem Hintergrund stellt sich eine Vielzahl von Fragen: Warum z.B. verlagern einige Unternehmen ihre FuE Aktivitäten ins Ausland, während andere ihre Aktivitäten weiterhin im Inland belassen? Welche Innovationsprozesse werden verlagert? Inwieweit hängen Innovationsprozesse im Inland von Entwicklungen in anderen Ländern ab? Welche Faktoren beeinflussen die auf internationaler Ebene ablaufenden Innovationsprozesse? Im Rahmen dieser Studie werden am Beispiel von Technologien aus dem Kohlekraftwerksbereich die Innovationsstrategien multinationaler Unternehmen in ausgewählten Ländern näher untersucht. Bei den im Bereich der Kraftwerkstechniken aktiven Unternehmen ist grundsätzlich eine Zunahme der Anzahl von F&E Standorten außerhalb ihres Heimatstandortes zu beobachten. Im Mittelpunkt der Aktivitäten an den neuen Standorten steht jedoch i.d.R. vorwiegend die Anpassung der Techniken an den lokalen Markt. Der F&E Standort im Heimatland bleibt normalerweise der zentrale Ausgangspunkt für die globalen F&E Aktivitäten. Für Deutschland als Standort bedeutet dies, dass durch die Errichtung von Produktionsstätten in Billiglohnländern zwar ein hohes Risiko besteht, dass Deutschland als Produktionsstandort an Bedeutung verlieren könnte, aufgrund der vorhanden und bewährten F&E Netzwerke sowie der Vielzahl an F&E Projekten in Deutschland bzw. der Projekte an denen „deutsche“ Unternehmen beteiligt sind, ist davon auszugehen, dass Deutschland als F&E Standort weiterhin eine wichtige Rolle zukommen wird. Zu beachten ist hierbei, dass aufgrund des kleinen heimischen Marktes für Kohlekraftwerke, die F&E Aktivitäten weiterhin an dem Weltmarkt ausgerichtet bleiben werden.

Keywords: Kohlekraftwerke, Technologietransfer, Multinationale Unternehmen

1 Einleitung

Im Kraftwerksbereich wird die Entwicklung und Verbreitung von Neuerungen sehr stark durch multinationale Unternehmen (MNU) vorangetrieben bzw. beeinflusst. Diese Unternehmen sind aufgrund ihrer Größe i.d.R. in der Lage, größere F&E Risiken auf sich zu nehmen. Zudem tragen sie durch ihre weltweiten Aktivitäten zur Verbreitung von Techniken bei. Um die technologische Entwicklung an einzelnen Standorten erklären zu können, ist eine genaue Analyse der Aktivitäten großer MNU notwendig. Anhand der Länder Deutschland, China und den USA werden im Folgenden die Internationalisierungsstrategien von MNU näher untersucht. Im ersten Teil wird auf die wissenschaftliche Debatte über die Rolle von MNU bei der Internationalisierung von Innovationsprozessen und die sich daraus ergebenden Handlungsbeschränkungen der Nationalstaaten eingegangen. Des Weiteren werden die Faktoren und Determinanten, die die Standortentscheidungen und F&E-Strategien der MNU beeinflussen sowie die verschiedenen Arten von Innovationsstrategien beschrieben. Zudem wird auf die Formen der internationalen Technikerzeugung und – Verwertung eingegangen. Im zweiten Teil werden Deutschland, China und die USA als Standorte für MNU im Kraftwerksbereich untersucht, wobei auf die Aktivitäten der dort ansässigen MNU bzw. die Rolle dieser Länder im Rahmen von Internationalisierungsstrategien eingegangen wird.

2 Internationalisierung und MNU

2.1 Internationalisierung, MNU und nationalstaatliche Politikoptionen

Internationalisierung beschreibt die zunehmenden internationalen Wirtschaftsverflechtungen zwischen Ländern und ihren Wirtschaftssubjekten auf Finanzmärkten, in der Produktion sowie den transnationalen Handelsbeziehungen. Mit ihren länderübergreifenden Aktivitäten tragen die Multinationalen Unternehmen wesentlich zur Internationalisierung bei. Ein Großteil des Welthandels wird durch sie bestimmt. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die MNU aufgrund ihrer Bedeutung sowie ihrer Aktivitäten (z.B. Bildung strategischer Allianzen zwischen MNU, Kartellbildungen und Unternehmensfusionen) großen Einfluss auf die Politik und den weltweiten Wohlstand haben (vgl. [Cutler, 2002]; [Rode, 2001]). Politische Akteure sehen sich zunehmend einem spezifischen Entscheidungsdilemma gegenüber: Einerseits ergibt sich für sie die Chance durch marktliberale Wirtschaftspolitik globales Kapital anzuziehen. Andererseits bedeutet eine Verringerung staatlicher Ausgaben, dass die klassischen Aufgaben demokratischer Wohlfahrtsstaaten¹ nicht mehr hinreichend erfüllt werden können. In Anlehnung an Hirschmans Konzept ‚Exit, Voice, and Loyalty‘ (1970) wurde daher vielfach die These formuliert, MNU erhielten durch ihre ‚exit option‘ auch stärkeren Einfluss (voice) auf Regierungen. [Hirschman, 1970] Je größer die Abhängigkeit einer Volkswirtschaft vom Ausland ist – etwa in Form von Exporten, Krediten, Investitionen oder Technologien – desto größer sei auch der Einfluss von MNU auf die (wirtschafts-) politische Ausrichtung eines Staates. Eine Reihe von Autoren konstatiert eine Einschränkung der wirtschaftspolitischen Autonomie und Steuerungsfähigkeit nationaler Politik (vgl. [Cerny,

¹ Hierbei geht es um die Verwirklichung der Ziele Sicherheit, Wohlfahrt, Identität und Legitimation (vgl. Zürn 1998:91)

1997]; [Streeck, 1999]; [Sassen, 2002]), da durch die territoriale Grenzen überschreitenden Aktivitäten Staaten zunehmend vom Anlageverhalten globaler privatwirtschaftlicher Akteure abhängig und binnenorientierte Steuerungsinstrumente ineffektiv werden. Insbesondere für die OECD-Staaten wurde daher die These des „Race to the bottom“ im Hinblick auf ihre Umwelt- und Sozialstandards formuliert. [Drezner, 2001].² In Konkurrenz zu Schwellen- und Entwicklungsländer seien insbesondere Produktionsstandorte die sich auf standardisierte bzw. standardisierbare Güter konzentrieren gefährdet. Von diesem Bedrohungsszenario galten zunächst High-Tech Branchen und der Bereich der Forschung und Entwicklung als nur wenig betroffen. Es ist daher verständlich, dass es in der OECD und ihren Mitgliedsstaaten seit den 1990er Jahren zu einer Fokussierung der Wirtschafts- und Technologiepolitik auf Innovationen, Forschung und Entwicklung kam. In diesem Kontext wurde in einer Reihe von Analysen und Forschungsprogrammen die Rolle des Staates für Innovationen untersucht. Für den Bereich der Innovations- und Technologiepolitik konnten deutliche, länderspezifische Unterschiede gezeigt werden. Mit Erklärungsmodellen wie dem Konzept der Nationalen Innovationssysteme oder dem „Varieties of Capitalism“ Ansatz wurden die weiter bestehenden Länderspezifika mit Verweis auf die jeweils komparativen, institutionellen Vorteilen erklärt, die sich dadurch für die Innovationsaktivitäten in spezifischen Industrien ergeben.

2.2 Einflussfaktoren der Internationalisierungsstrategien

In der Literatur werden eine Vielzahl unterschiedliche Gründe für die Internationalisierungsstrategien von MNU angeführt. (siehe z.B. [United Nations, 2005, OECD, 2007b]) Die Triebkräfte der Internationalisierung von F&E lassen sich nach den Dimensionen Input-orientiert, Output-orientiert, Extern, Effizienz-orientiert sowie politisch/soziokulturell einteilen. (vgl. [Gassmann & von Zedtwitz, 1998]) Input-orientiert meint die Verfügbarkeit der für F&E notwendigen Ressourcen, wie z.B. Humankapital, Infrastruktur und in besonderem Maße der Zugang zu Informations- und Kommunikationsnetzwerke oder der Zugang zu einmaligen Ressourcen, wie z.B. Forschungsergebnissen oder wissenschaftlichen Talenten mit internationaler Reputation (vgl. [Gerybadze & Reger, 1999]). Dabei kann die gute Verfügbarkeit dieser Ressourcen im Heimatland eines MNU dazu führen, sich gegen eine Internationalisierungsstrategie zu entscheiden. Gleichwohl erhöht eine Verfügbarkeit dieser Ressourcen im Ausland die Tendenz für eine Internationalisierung. Je nach dem in welchem Land diese Ressourcen besonders ausreichend und in besonders hoher Qualität vorhanden sind, desto eher wird sich ein MNU für dieses Land entscheiden. Output-orientierte Faktoren beziehen sich auf Aspekte des Verkaufs und der Vermarktung technologischer Innovationen. Dabei spielen nationale und rechtliche Bedingungen sowie länderspezifische Kostenvorteile ebenso eine Rolle wie kundenorientierte Faktoren. Aber auch jenseits der Frage der Existenz eines Lead Marktes kann eine besonders große Nachfrage in einem bedeutsamen Markt die Verlagerung von F&E-Aktivitäten nach sich ziehen (vgl. [Gerybadze & Reger, 1999]). Externe Faktoren sind jene Gründe, die nicht technologie-getrieben sind, wie z.B. steuerliche Vorteile, Betriebsübernahmen etc. Effizienz-orientierte Faktoren beziehen sich auf Aspekte der Produktion, wie z.B. Personalkosten im Ausland, Time-to-Market-Vorteile, Optimierung von

² Die Stichhaltigkeit dieser Denkweise wird hier nicht überprüft.

Logistik und Vertrieb etc. Politische/Soziokulturelle Gründe sind z.B. die Verbesserung der internationalen Patentrechte, Überwindung protektionistischer Barrieren, soziale und friedliche Arbeitsbeziehungen vor Ort, örtlicher Kontext, rechtliche Restriktionen, niedrige Akzeptanz im Heimatland, Subventionen.

2.3 Internationalisierungsstrategien der MNU

Aufgrund unterschiedlicher Ausgangssituationen und der unterschiedlichen Ausstattungen der Unternehmen mit Produktionsfaktoren (inkl. Wissen) ergibt sich eine breites Portfolio von F&E- Strategien, für deren Verständnis die wissenschaftliche Debatte eine Bandbreite an analytischen Unterscheidungen vorgeschlagen hat (vgl. z.B. [Pearce, 1989, Ronstadt, 1977, Bartlett & Ghoshal, 1987, Gassmann & von Zedtwitz, 1998]). Geprägt wurde die Diskussion von Kuemmerle, der zwischen zwei grundlegenden Strategien „exploiting“ vs. „augmenting“ unterscheidet. [Kuemmerle, 1997] Im ersten Fall verbleiben die zentralen F&E-Aktivitäten im Mutterland; Verlagerungen finden ausschließlich für lokale ausländische Anpassungs-entwicklungen statt, um den Wissens- und Technologietransfer ins Ausland zu optimieren. Im zweiten Fall werden auch wichtige F&E-Aktivitäten ins Ausland verlagert, um von dortigen Wissens- und Technologievorsprüngen zu profitieren. Bei der empirischen Überprüfung der von Kuemmerle angestellten Überlegungen, führte Le Bas noch zwei weitere Kategorien der technologischen Internationalisierung von Unternehmen ein, dadurch ergibt sich folgende Einteilung der Strategien:

- Technologie suchende ausländische Direktinvestitionen in F&E (Strategie 1): eine Strategie, um einheimische Schwächen in einem bestimmten technologischen Feld zu überwinden. Als Gastland wird ein Land mit ausgewiesenen Stärken in jenem Sektor ausgewählt, in dem sich die Firma engagieren möchte.
- Home-base exploiting ausländische Direktinvestition in F&E (Strategie 2): Das genaue Gegenteil der ersten Strategie: bestehende unternehmensspezifische technologische Überlegenheiten sollen im Ausland ausgenutzt werden.
- Home-base augmenting ausländische Direktinvestitionen in F&E oder auch strategic asset-seeking R&D (Strategie 3): strategische Vorteilssuche in einem technologischen Feld, in dem das Unternehmen zu Hause über relative Vorteile verfügt und das Gastland ebenfalls relativ stark ist.
- Markt-suchende ausländische Direktinvestitionen in F&E (Strategie 4): keine technologiebezogene Motivation.

(vgl. [Le Bas & Sierra, 2002]) In einer empirischen Auswertung der Patentaktivität von 345 MNU konnte er zeigen, dass die Strategien 2 und 3 deutlich überwiegen. Nur 7,8% der MNU verfolgten Strategie 1, nur 4,9% Strategie 4. Dagegen verfolgten 34,8% Strategie 2 und 52,4% Strategie 3. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die großen Unternehmen i.d.R. beide Strategien verfolgen, lässt sich die Untersuchung noch weitergehend auf die beiden Strategien spezifizieren, indem nach der dominanten Strategie geforscht wird. Als klares Ergebnis erscheint Strategie 3 mit fast 70% der MNU als klar dominierende Strategie. Allerdings gibt es hier einen Unterschied zwischen europäischen und japanischen Unternehmen. Japanische Unternehmen verfolgen eher Strategie 2, während europäische Unternehmen verstärkt Strategie 3 verfolgen. Außerdem kann gezeigt werden, dass eine zunehmende (abnehmende) technologische Diversifikation die Wahrscheinlichkeit senkt

(erhöht), dass die asset augmenting (exploiting) Strategie gewählt wird. Die Internationalisierungsstrategien der MNU änderten sich somit seit Mitte der 1990er Jahre, da sie nun zunehmend auch intensive und originäre F&E außerhalb ihres Heimatlandes aufbauten. D.h. die traditionelle Internationalisierungsstrategie, die Technologietransfer immer vom Mutterland in periphere Staaten gerichtet sah – von Kuemmerle als exploiting-Strategie bezeichnet – änderte sich ab diesem Zeitpunkt. Zunehmend gewinnt die Strategie des augmenting an Relevanz. In diesem Zusammenhang ist ein interessantes Phänomen zu beobachten: Ursprünglich meinte Globalisierung auch Dezentralisierung; mittlerweile wurde diese Phase allerdings von einem Trend der Rekonzentration abgelöst (vgl. [Gerybadze, 1998]; [Belitz, 2006]). Als Konsequenz gibt es nun einige, jeweils auf einen bestimmten Sektor fokussierte innovative Regionen, sogenannte Exzellenzzentren, die allerdings bislang noch auf die Triade USA, EU und Japan konzentriert sind (vgl. [Gerybadze & Reger, 1999]). Der Aufbau von F&E-Abteilungen folgt dabei der Logik, einerseits stabile und verlässliche Strukturen zu erschaffen, die die Absorption und Umsetzung des Wissens vor Ort verbessern, andererseits aber auch auf Veränderungsdynamiken der relativen Standortvorteile reagieren zu können. Insbesondere wenn sich Unternehmen in Innovationszentren in Lead Märkten ansiedeln, hat dies häufig auch Rückwirkungen auf den Mutterkonzern und letztlich auch für sein Herkunftsland. Neues Wissen, das im Ausland absorbiert werden soll, ist auch implizites Wissen, das mit neuen Formen der Anwendung und Produktion einer Technologie eng verknüpft ist, die organisationsinternes Lernen und Wandel nach sich ziehen. Die Veränderung von Konzernstrukturen, Arbeitsweisen und Produktion kann dann letztlich auch Auswirkungen auf die Standorte, an denen der Konzern präsent ist, haben.

2.4 Internationalisierung der Technikerzeugung und -verwertung

Für F&E war die Globalisierung der Weltwirtschaft zunächst nur als eine neue und verbesserte Option zur globalen (peripheren) Verwertung der in den Innovationszentren entwickelten Technologien spürbar. Die globale Verwertung einer Technologie [Archibugi & Michie, 1995] bedeutet, dass Unternehmen ihre technologischen Entwicklungen im Zuge der Globalisierung nun auch zunehmend auf den globalen Märkten verkaufen. Dabei werden sowohl neue Technologien im Sinne von Gütern exportiert, als auch neue Ideen in Form von Lizenzen und Know-how. Eine zweite, bereits weiterreichende Form der technologischen Globalisierung, d.h. der Internationalisierung von F&E, ist die globale technologische Zusammenarbeit [Archibugi & Michie, 1995]. Dies bedeutet, dass die am Innovationsprozess beteiligten Akteure aus mehr als einem Land kommen, dabei jedoch ihre jeweilige institutionelle oder organisatorische (nationale) Identität behalten. Solche Akteure können staatliche Forschungseinrichtungen und Universitäten sein, oder aus dem Wirtschaftssektor kommen. Diese Form der Globalisierung wurde insbesondere in den neuen, wissensintensiven Sektoren beobachtet. Über 70% aller globalen Kooperationsvereinbarungen wurden in den High-Tech-Sektoren Biotechnologie, Information und Kommunikation-Technologie und neue Materialien getroffen. Für die anderen Sektoren konnte entweder gar keine Zunahme oder nur eine sehr geringe Zunahme an Kooperationen festgestellt werden. Als Gründe für die enorme Zunahme an Kooperationsvereinbarungen bei den schnell wachsenden neuen Technologien identifizierten Archibugi und Michie erstens die erhöhte Wissensintensität der neuen technologischen Paradigmen, die erfolgreiche Innovationen an einen intensiven globalen Informationsaustausch knüpft. Darüber hinaus sind Informations- und Wissensaustausch

tausch für junge Industrien von besonderer Relevanz. Neben den beschriebenen Formen der technologischen Globalisierung, die das Zusammenspiel nationaler und multinationaler Unternehmen sowie verschiedener, privater und öffentlicher Akteure beschreiben, lässt sich noch eine weitere Form der Internationalisierung von F&E unterscheiden, nämlich die globale Erzeugung einer Technologie [Archibugi & Michie, 1995]: Hier sind ausschließlich die Aktivitäten nur eines einzelnen Akteurs, nämlich eines multinationalen Unternehmens gemeint. Angesichts der Tatsache, dass 75% der industriellen F&E-Ausgaben in den OECD-Ländern von MNU getätigt werden, ist diese dritte Analyseebene, die MNU eine Schlüsselposition im globalen Technologiewettbewerb zuschreibt, von besonderer Bedeutung. Wenn nun – wie die OECD seit einigen Jahren feststellt – zunehmend eine Internationalisierung von F&E zu beobachten ist [OECD, 2008c], ist dies also in besonderem Maße den Aktivitäten von MNU geschuldet, indem diese z.B. F&E-Abteilungen im Ausland ansiedeln. Im Vergleich zu den Anfängen der Internationalisierung von F&E beobachtet man mittlerweile eine erhöhte Geschwindigkeit der Zunahme an ausländischen Neugründungen (im Gegensatz zu früheren Übernahmestrategien), der zunehmenden geografischen Orientierung hin zu Schwellenländern sowie der Ausdehnung der F&E-Aktivitäten weit über bloße lokale Anpassungsentwicklungen hinaus [OECD, 2008c].

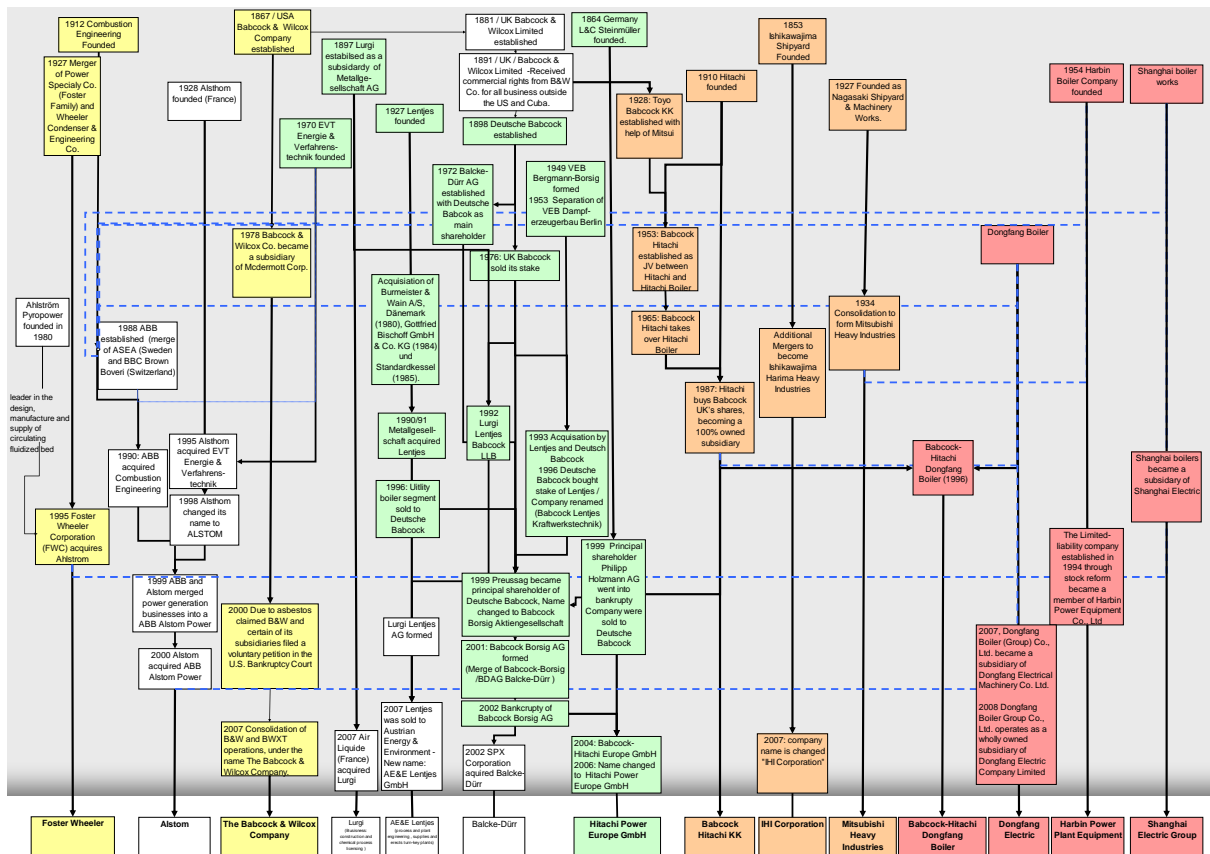
3 MNU im Kohlekraftwerkssektor

Aufbauend auf den erläuterten theoretischen Konzepten werden im Folgenden Deutschland, China und die USA als Standorte für MNU im Kohle-Kraftwerksbereich untersucht.

3.1 Vorbemerkungen

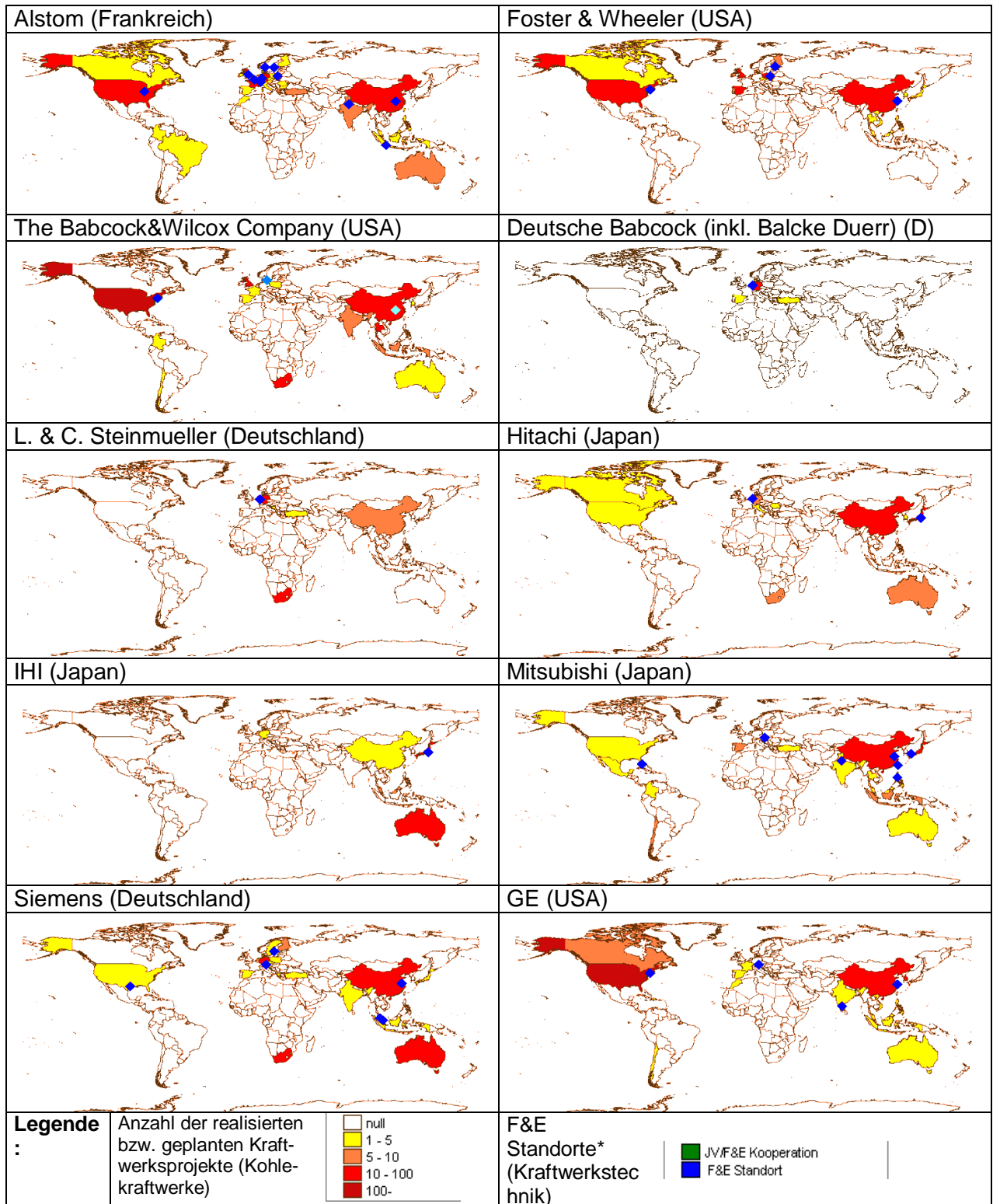
Die sowohl in Deutschland als auch in anderen westlichen Ländern aufgrund von Überkapazitäten bzw. einer geringen Nachfrage nach neuen Kohlekraftwerken ablaufenden Konzentrationsprozesse führten dazu, dass sich die Anzahl der Kraftwerkkomponentenhersteller in diesen Ländern in den letzten Jahrzehnten deutlich verringerte bzw. zahlreiche Unternehmen verstärkt außerhalb ihres Heimatlandes aktiv wurden. (Abbildung 1) So übernahm beispielsweise die französische Alstom die deutsche EVT Energie-Verfahrenstechnik und später auch die Kraftwerkssparte der aus der Fusion der schwedischen Allmänna Svenska Elektriska Aktieföretaget (ASEA) mit der schweizerischen Brown, Boveri & Cie (BBC) entstandene ABB, die zuvor das amerikanische Unternehmen Combustion Engineering übernommen hatte. Foster&Wheeler (USA) übernahm Pyropower (Finnland) und erweiterte somit seine internationalen Geschäftsaktivitäten im Bereich der Wirbelschichttechnik. Auch in Deutschland kam es zu Unternehmensübernahmen, -kooperationen und -fusionen. Zu nennen sind insbesondere die Übernahme von Teilen von Lentjes, von L. & C. Steinmüller bzw. der VEB Dampferzeugerbau durch die Deutsche Babcock. Die Babcock Borsig AG, die schließlich aus den abgelaufenen Konzentrationsprozessen neben Siemens als größter deutscher Kraftwerkskomponentenhersteller hervor ging, geriet 2002 in Zahlungsschwierigkeiten und wurde von dem japanischen Unternehmen Hitachi übernommen. Während in den westlichen Ländern im Kraftwerksbereich die Anzahl großer Unternehmen zurückging, entstanden in den Wachstumsmärkten (z.B. China und Indien) neue Akteure, die zunehmend an Bedeutung gewinnen. Über Joint Venture und andere Formen der technologischen Partnerschaft sind diese Akteure i.d.R. mit den wichtigsten Unternehmen aus anderen Ländern

verbunden. Zu den großen Unternehmen, die aus den Unternehmensübernahmen, -kooperationen und -fusionen im Bereich der Kohlekraftwerke hervorgegangen sind bzw. sich auf dem internationalen Märkten für Kraftwerkskomponenten etabliert haben, zählen u.a. Alstom, Foster & Wheeler, The Babcock & Wilcox Company, Hitachi, IHI, Mitsubishi, General Electric (GE) und Siemens.



Datenquelle: [EPRI, 2002, Jin & Liu, 1999, Mitsui Babcock Limited, 2002, Watson et al., 2000]
Abbildung 1: Beispiele für Unternehmenskooperation und -fusionen im Bereich der Kohlekraftwerke

Abbildung 2 zeigt eine Übersicht über die Länder, in denen diese Unternehmen (sowie die ehemaligen großen deutschen Hersteller Deutsche Babcock und L&C Steinmüller) aktiv sind bzw. waren sowie ihrer bedeutendsten F&E Standorte. Wie man dieser Abbildung entnehmen kann, waren bzw. sind die aufgeführten Unternehmen teilweise in unterschiedlichen Regionen aktiv. Hinsichtlich ihrer F&E Strategien verfolgen die Unternehmen unterschiedliche Wege. So setzt Mitsubishi beispielsweise sehr stark auf Partnerschaften vor Ort, während andere Unternehmen eigene F&E Standorte aufbauen. Im Bereich der Grundlagenforschung liegen die F&E Schwerpunkte grundsätzlich jeweils in dem entsprechenden Heimatland. In den Fällen, in denen Unternehmen aus dem Ausland ganz oder mehrheitlich übernommen wurden, blieb der F&E Standort des „gekauften“ Unternehmens erhalten. Aufgrund der Besonderheiten des Technologieentwicklung im Kraftwerksbereich (lange Vorlaufzeiten bis marktfähiges Produkt vorliegt, hohe finanzielle und technologische F&E Risiken) arbeiten in den F&E Netzwerken teilweise Unternehmen zusammen, die normalerweise miteinander konkurrieren.

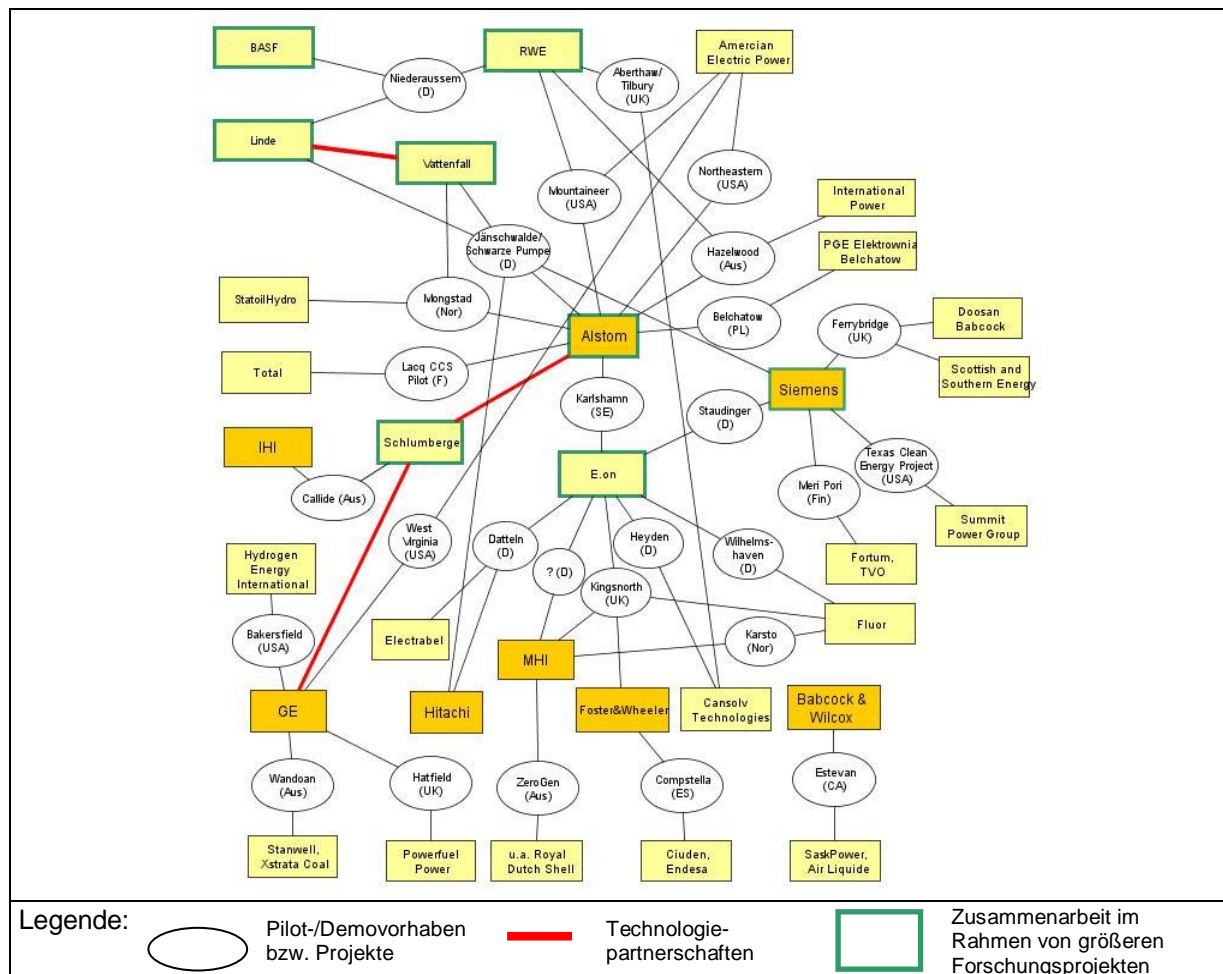


Datenquelle: [ALSTOM, 2007, IEA Clean Coal Centre, 2008, IHI, 2008, McDermott International, 2009, Mitsubishi Heavy Industries, 2008, Nedelka, 2009, Siemens, 2009, GE Global Research, 2009], Anmerkung: Das Symbol „*“ steht für ein oder mehrere F&E Zentren.

Abbildung 2: Regionale Verteilung von Kraftwerksprojekten bzw. der F&E Standorte großer Unternehmen aus dem Bereich Kohlekraftwerke

Abbildung 3 zeigt einige Beispiele für gemeinsame F&E Aktivitäten im Bereich CO₂-Abscheidung und -Sequestrierung (CCS.) Aus der Abbildung wird einerseits die starke

Verflechtung der Akteure als auch die Internationalisierung der F&E Aktivitäten deutlich. So wird zusammen in verschiedenen Ländern an Projekten geforscht. Gleichzeitig gehen die Unternehmen verschiedene Partnerschaften ein.

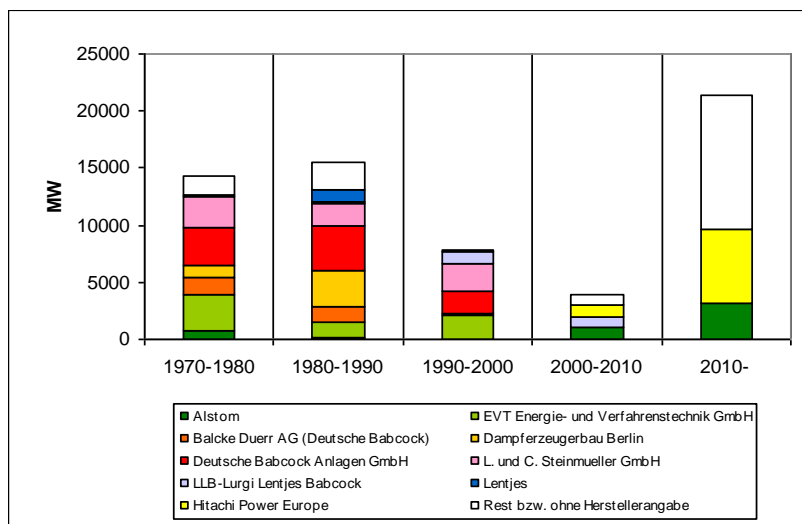


Datenquelle: [CSLF, 2009, Innovation Norway & Gassnova, 2008, MIT Energy Initiative, 2009]

Abbildung 3: Beispiele für die Zusammenarbeit von Unternehmen im Bereich CCS

3.2 Deutschland als Standort für MNU im Kraftwerksbereich

Zu den in Deutschland im Kohlekraftwerksbereich tätigen großen Kraftwerks-Komponentenherstellern zählen bzw. zählten u.a. ALSTOM, Balcke Dürr, Deutsche Babcock, EVT Energie-Verfahrenstechnik, L und C Steinmüller, Lentjes, Lurgi, Hitachi Europe sowie Siemens. Unternehmen wie ALSTOM und Hitachi nutzen die Deutschland ablaufende Konzentrationsprozesse, um auf dem deutschen bzw. europäischen Kraftwerksmarkt verstärkt Fuß zu fassen. (vgl. Abbildung 1) Aufgrund des relativ kleinen inländischen Marktes für Kohlekraftwerke produzieren bzw. produzierten viele dieser Unternehmen Jahre lang auch für ausländische Märkte. Die Kraftwerke in Deutschland wurden hingegen bisher vorwiegend von in Deutschland ansässigen Unternehmen errichtet. (Abbildung 4) Der derzeit in Deutschland vorhandene relativ kleine Markt für neue Kraftwerke stellt für sich genommen für ausländische Unternehmen keinen Anreiz dar, sich in Deutschland in großem Stil zu engagieren. Andererseits hat sich aufgrund der Jahre lang in Deutschland durch die Politik bzw. vorliegender Rahmenbedingungen unterstützten Entwicklungen im Bereich Kohle Deutschland als bedeutsamer F&E Standort für den Kraftwerksbereich etabliert.



Datenquelle: [IEA Clean Coal Centre, 2008]

Abbildung 4: Entwicklung des Zubaus an neuen Kohlekraftwerken differenziert nach (Kessel-) Herstellern

Zur hohen Qualität des deutschen Standorts trägt neben dem aufgebauten hohen Kompetenz- bzw. Wissensniveau im Bereich Kraftwerksbau u.a. auch die hohe Qualität der Ausbildung in den Ingenieur- und Naturwissenschaften in Deutschland³ sowie die starke Vernetzung zwischen Herstellern, wissenschaftlichen Einrichtungen und Betreibern bei. Die Kooperationen zwischen Unternehmen und öffentlichen F&E-Einrichtungen sind bewährt und ein klarer Wettbewerbsvorteil Deutschlands (vgl. [Legler & Krawczyk, 2006]). Insbesondere intermediäre Instanzen wie z.B. die Helmholtz-Forschungszentren als Mittler zwischen verschiedenen Unternehmen aber auch zwischen Unternehmen und Universitäten tragen zur Vernetzung der Akteure bei. [BMBF, 2009] Zumeist arbeiteten in den öffentlich geförderten F&E Projekten Kraftwerkskomponentenhersteller intensiv mit öffentlichen Forschungseinrichtungen zusammen. Zu beobachten ist, dass insbesondere in den letzten Jahren verstärkt potenzielle Kunden sehr stark in die Forschungsprojekte miteingebunden werden. Auffällig ist zudem, dass bisher an den staatlich geförderten Projektvorhaben vorwiegend Unternehmen mit Sitz in Deutschland beteiligt waren. [BMBF, 2009] Ausnahmen bilden die international agierenden Unternehmen ALSTOM und Hitachi, die wie erwähnt, deutsche Unternehmen aufgekauft und dadurch Standorte in Deutschland haben. Seit der Liberalisierung des deutschen Strommarktes drängen im Bereich der Kraftwerksbetreiber (und somit auch im Bereich der potenziellen Kunden für Kraftwerkshersteller) zunehmend neue Akteure auf den deutschen Markt. Seitens dieser Unternehmen besteht teilweise eine Bereitschaft neue Kraftwerke auch von Kraftwerkskomponentenherstellern errichten zu lassen, die bisher noch nicht in Deutschland aktiv waren. So plant das von mehreren europäischen Stadtwerken bzw. kommunalen Versorgungsunternehmen getragene Unternehmen Trianel ein Kohlekraftwerk von dem Konsortium Siemens, Austrian Energy & Environment (AE&E) und der japanischen IHI errichten zu lassen. [Trianel European Energy Trading, 2007] Deutschland ist neben Japan weltweit führend im Bereich der Kohlekraftwerkstechnologien. Allerdings hat

³ Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Arbeitsmarkt für Ingenieure und Naturwissenschaftler einem erkennbaren „Schweinezyklus“ unterliegen. So wird seit einigen Jahren ein Ingenieursmangel in Deutschland beklagt [Pfenning et al., 2002].

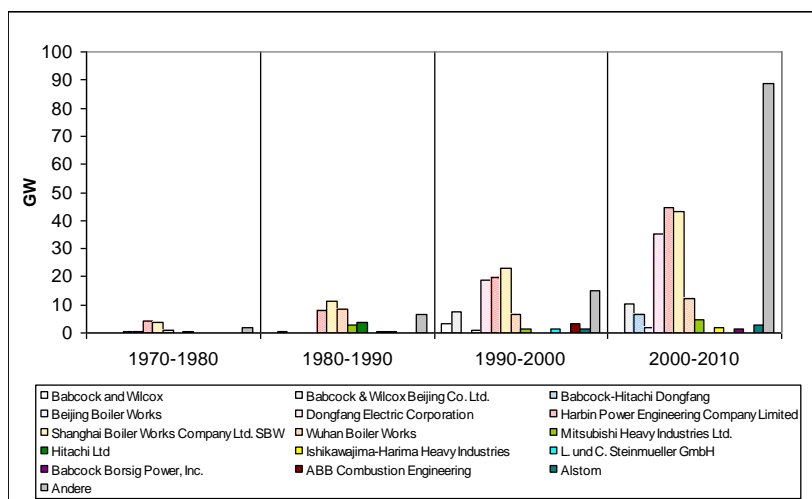
sich in Deutschland kein regionales Innovationszentrum herausgebildet; vielmehr sind die relevanten Unternehmen und Forschungseinrichtungen geografisch verteilt. Der Standort Deutschland mit seinen verteilten aber vernetzten F&E Akteuren ist gegenwärtig als „virtuelles“ Innovationszentrum für Kohlekraftwerkstechnologien anzusehen. Aufgrund der vorhandenen Kompetenz im Kraftwerksbereich bzw. des vorliegenden Know-hows, der bewährten Netzwerke sowie der staatlichen Unterstützung von F&E Programmen ist Deutschland für international agierende Unternehmen trotz des eingeschränkten Marktvolumens und des relativ hohen Kostenniveaus ein interessanter F&E Standort, wobei der Fokus bisher mehr im Bereich Technikentwicklung als auf dem Bereich marktorientierten Forschung lag. Viele MNU sehen zudem Deutschland als einen zentralen Standort innerhalb des europäischen Kraftwerksmarktes. Wie die Beispiele aus dem Bereich CCS- Technologien zeigen, besteht insbesondere seitens großer EVU ein Interesse im Ausland generiertes Wissen auch in Deutschland zu nutzen. Es ist somit damit zu rechnen, dass in den nächsten Jahren zunehmend technologisches Wissen aus dem Ausland nach Deutschland fließt. Die Zusammenarbeit in internationalen Projekten kann hierbei zu einer Reduktion der Forschungsrisiken für die einzelnen Projektpartner beitragen. Zudem können von Forschungsprojekten im Ausland bzw. von internationalen Projekten Impulse für die Weiterentwicklung von Technologien in Deutschland ausgehen.

Insgesamt bleibt fest zu halten, dass der Zugang zu den in Deutschland bzw. Europa vorhandenen Forschungsnetzwerken neben dem hohen Qualitätsstandard und die starke Unterstützung von F&E Aktivitäten im Energiebereich durch den Staat unter dem Blickwinkel einer Input-orientierten Internationalisierungsstrategie ein Anreiz bietet, in Deutschland ein F&E Zentrum einzurichten bzw. zu unterhalten. Zwar ist der inländische Markt relativ klein, der Standort Deutschland kann jedoch aufgrund seiner geografischen Lage als Ausgangspunkt für die Vermarktung technologischer Innovationen in Europe dienen. Der Standort Deutschland ist daher auch unter dem Gesichtspunkt einer Output-orientierten Internationalisierungsstrategie interessant. Hinsichtlich des Effizienzkriteriums sind die im Vergleich zu anderen Ländern relativ hohen Lohnkosten, die hohen Umweltauflagen, die zahlreichen rechtlichen Bestimmungen sowie die zunehmenden Akzeptanzprobleme gegenüber Kohlekraftwerken zu berücksichtigen. Vorteile ergeben hinsichtlich des Qualitätsniveaus und dem Vorhandensein bewährter F&E-Institutionen bzw. für die Entwicklung von Neuerungen notwendiger Strukturen. Für MNU, die vorwiegend Produktionsstätten errichten wollen, ist der Standort unter Kostengesichtspunkten weniger interessant. Im Hinblick auf die Entwicklung von Neuerungen ist der Standort im Saldo jedoch als positiv zu beurteilen. Im Bezug auf die Internationalisierungsstrategien bietet sich Deutschland unter politische-soziokulturellen Gesichtspunkten als F&E Standort für ausländische MNU vorwiegend im Hinblick auf den verbesserten Zugang zu öffentlichen F&E-Mitteln an. Aufgrund des hohen Wissensstandes ist Deutschland für MNU vorwiegend für „Technology Seeking“ bzw. „Asset augmenting“ Strategien interessant. Ein Teil der Übernahmen deutscher durch ausländische Unternehmen kann mit diesen Strategien begründet werden. Da wie beschrieben, Deutschland als Ausgangspunkt für die Erschließung des Europäischen Kraftwerksmarkt dienen kann, können die F&E-Aktivitäten ausländischer MNU in Deutschland auch teilweise unter den Gesichtspunkten „Asset exploiting“ (d.h. Anpassung der Produkte an den europäischen Markt) gesehen werden. Deutschland selbst ist unter dem Blickwinkel der globalen Entwicklung bzw. Verwertung von Techniken aufgrund der geringen Größe des Marktes für

Kohlekraftwerke in Deutschland als Standort für die globale Verwertung von Technologien nur von geringer Bedeutung. Diese Einschätzung ändert sich, wenn man anstelle von Deutschland den Europäischen Markt mit dem Standort Deutschland als Ausgangspunkt für die internationale Verbreitung bzw. Verwertung neuer Techniken betrachtet. Wie die angeführten Beispiele zeigen, sind in Deutschland ansässige Unternehmen in viele internationale F&E Netzwerke eingebunden und arbeiten dort zusammen mit anderen an der Entwicklung von Neuerungen. Der Standort Deutschland ist in das globale Erzeugungsnetz großer MNU eingebunden. MNU benutzen dabei u.a. das in Deutschland gewonnene Wissen im Rahmen ihrer internationalen Aktivitäten, wobei sie zusätzlich noch andere F&E Standorte besitzen und somit in der Lage sind, Wissen aus verschiedenen Quellen zusammenzufügen.

3.3 China als Standort für MNU im Kraftwerksbereich

In den letzten Jahren wurden in China jährlich bis zu 150 neue Kohlekraftwerke in Betrieb genommen. Die Nachfrage nach neuen Kraftwerken übersteigt damit deutlich die Nachfrage in den meisten anderen Ländern. Für die Zukunft wird weiterhin mit einem hohen Neubedarf gerechnet. [IEA, 2008] Der chinesische Markt ist aufgrund seiner Größe daher von großem Interesse für Kraftwerkskomponentenhersteller. Die meisten Kraftwerke wurden in den letzten Jahren jedoch vorwiegend von inländischen Herstellern errichtet.



Datenquelle: [IEA Clean Coal Centre, 2008]

Abbildung 5: China - Entwicklung des Zubaus an neuen Kohlekraftwerken differenziert nach (Kessel-) Herstellern

Aufgrund des Marktvolumens besteht zwar ein Anreiz in China verstärkt aktiv zu werden und marktbezogene F&E vor Ort aufzunehmen, Unsicherheiten hinsichtlich des Schutzes geistigen Eigentums, umfangreiche Auflagen, falls sich ein ausländisches Unternehmen in China aktiv werden wollte und unklare politische Strukturen (z.B. überlappende Kompetenzen von politischer Entscheidungsträgern) führten jedoch dazu, dass viele Unternehmen lange Zeit nur eingeschränkt bereit waren bzw. sind, in China größere F&E Einrichtungen aufzubauen. Obwohl der Schutz des geistigen Eigentums im Jahre 2001 vor dem Hintergrund des WTO-Beitritts Chinas deutlich verbessert wurde, gibt es bislang große Schwierigkeiten bei der Implementierung und Durchsetzung der neuen Gesetze. So werden gerichtliche als auch administrative Entscheidungen momentan nicht umgesetzt, da die dazu

nötige Infrastruktur fehlt. Zudem existieren keine geeigneten Mechanismen und es mangelt am entsprechend ausgebildeten Personal (vgl. OECD 2008: 43). Eine andere Argumentation verweist auf die chinesische Kultur (vgl. z.B. [Sandschneider, 2007]) und die verbreitete Lehre von Konfuzius, demzufolge der Mensch sich durch Nachahmung weiterentwickle. Es ist allerdings darauf zu verweisen, dass Kopieren auch in anderen Staaten schon Teil einer (sehr erfolgreichen) nationalen Entwicklungsstrategie war, wie z.B. in Japan, Südkorea und Taiwan in den 60er und 70er Jahren. Um ausländische Investoren nach China zu locken, wurden in den 1980er Jahren Sonderwirtschaftszonen (Shenzhen, Zhuhai, Xiamen, Shantou) eingerichtet, in denen ausländisches Kapital bewusst zugelassen war und zur Entwicklung der chinesischen Wirtschaft genutzt werden sollte. Unklare Kompetenzstrukturen, umfangreiche Auflagen für ausländische Investoren, eine eingeschränkte Bereitschaft seitens der potenziellen Kunden (u.a. aufgrund fehlender umweltpolitischer Anreize) in kapitalintensive Techniken zu investieren, Probleme hinsichtlich der Finanzierung und Bedenken, dass chinesische Unternehmen die Lizenzgebühren nicht bezahlen können, führten neben dem fehlenden Schutz des geistigen Eigentums dazu, dass ausländische Unternehmen sich in China nur sehr zögerlich engagierten. [Valentin & Liu, 2005] So wurden zunächst nur bewährte Standardtechniken von ausländischen Unternehmen nach China transferiert. Während Unternehmen wie z.B. Combustion Engineering und Foster & Wheeler über die Vergabe von Lizenzen Marktzutritt erlangten, wählten andere Unternehmen den Weg über Joint Venture mit chinesischen Unternehmen (z.B. Babcock-Hitachi Dongfang, Babcock & Wilcox Beijing Co. Ltd.). (siehe Abbildung 6)

In den letzten Jahren wurden die Rahmenbedingungen für ausländische Investoren grundsätzlich wieder etwas schwieriger: Während früher ausländische Investoren gezielt mit steuerlichen Bevorzugungen und anderen Sonderbedingungen u. ä. angelockt wurden, um den technologischen Rückstand gegenüber anderen Ländern zu verringern, wird dies nun von der chinesischen Industrie als unfaire Bevorzugung interpretiert. Zudem geht auch in China die Angst vor global agierenden „Heuschrecken“ bzw. vor MNU um, die den Standort China ohne Rücksicht für ihre Zwecke nutzen wollen. Teilweise wird befürchtet, dass ausländische Unternehmen Wissen aus China abziehen könnten. [OECD, 2007a] Zwar soll weiter ausländisches Kapital ins Land gelassen werden, insbesondere in jenen Branchen (wie es auch im Kohlekraftwerkssektor der Fall ist), in denen China noch abhängig von Technologieimporten ist, die chinesische Regierung richtet jedoch zunehmend den Schwerpunkt auf die Entwicklung starker lokaler Unternehmen (vgl. [Sandschneider, 2007]).

Bis 1985 wurde Forschung in China ausschließlich von öffentlichen Forschungseinrichtungen betrieben und war öffentlich finanziert. Die Ergebnisse wurden den Staatsbetrieben kostenlos zur Verfügung gestellt, daher bestand kein Anreiz für Unternehmen, selbst F&E zu betreiben. Eine Strukturreform in den 1980er Jahren hatte eine Erhöhung der Autonomie von Universitäten und angewandter Forschungseinrichtungen bei der Weiterverwertung, z.B. dem Verkauf ihrer Forschungsergebnisse, zur Folge. Gleichzeitig wurden die öffentlichen Forschungsausgaben gekürzt (vgl. [Motohashi & Yun, 2007]). Durch die Schaffung von Konkurrenz zwischen den Staatsbetrieben wurden diese gezwungen, eigene F&E-Strategien zu entwickeln. Eine häufige Folge waren Auslagerungen von F&E, die eine verstärkte Kooperation zwischen Unternehmen, aber auch zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen notwendig machte. Der dadurch entstandene Vernetzungstrend hat allerdings noch nicht aktiv auf die ausländischen Unternehmen übergegriffen, da diese ent-

weder ausländische Technologien (des Mutterkonzerns) nutzen oder weil das Outsourcing im Ausland stattfindet [Motohashi & Yun, 2007].

	Kessel (konv. Staubfeuerung)					Kessel-Wirbelschichtfeuerung				Turbinen usw.			
	CE (USA)	Babcock & Wilcox (USA)	Foster Wheeler (USA)	Hitachi (Japan)	MHI (Japan)	CE (USA)	Foster Wheeler (USA)	Pyro-Power (USA)	Alstom (Frankreich)	Westinghouse	GE	Siemens	MHI
Dongfang Electric Corporation	Lizenz seit 1981			JV seit 1996			Lizenz 1994		2003 Tech. Part.		Lizenz 1985		Tech. Partnerschaft
Harbin Power Engineering Company	Lizenz seit 1981				Tech. Partnerschaft	Lizenz 1998		Lizenz 1993	2003 Tech. Part.	Lizenz	2004 Joint Venture		
Shanghai Electric Power Generation	Lizenz seit 1981		Lizenz 2006				Lizenz 1996		2003 Tech. Part.	4 Joint Ventures seit 1981	Joint Venture	3 JV 1996/ JV 2007	Tech. Partnerschaft
Beijing Boiler		JV seit 1986											

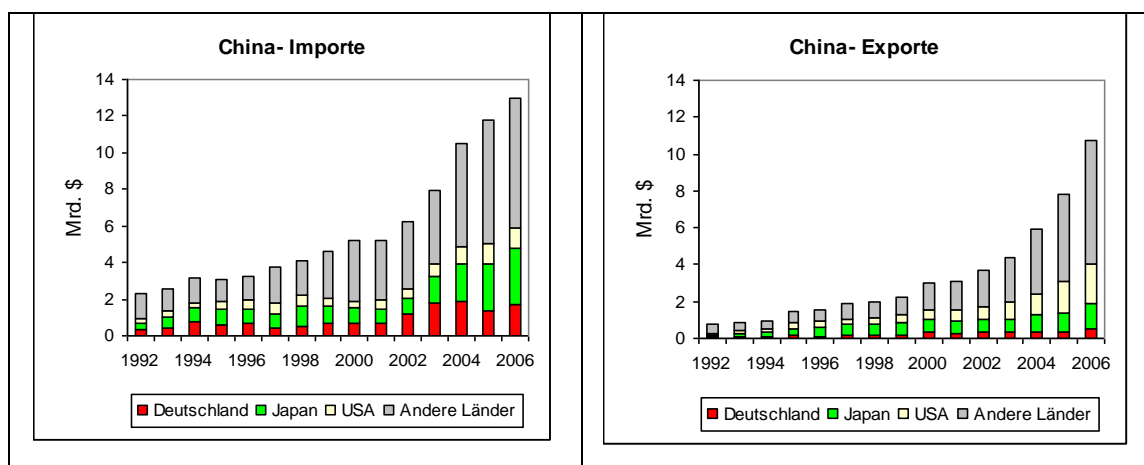
Datenquelle: [Mitsui Babcock Limited, 2002, Jin & Liu, 1999, Watson et al., 2000, Mao, 2008]

Abbildung 6: China - Technologiepartnerschaften

Die jüngsten Entwicklungen, können zwar als eine Form von Netzwerkförderung betrachtet werden, sie lassen sich jedoch im Moment noch nicht mit der Netzwerkförderung in Deutschland vergleichen. Zwar stellen nun gegenüber früher Unternehmen die zentralen Akteure im chinesischen Innovationssystem dar, allerdings sind diese v.a. mit Produktentwicklungen befasst und führen nur in sehr seltenen Fällen Grundlagenforschung durch (vgl. [Jakobson, 2007]). Zu erwarten ist, dass sich dies in den nächsten Jahren ändern wird. Die Qualität der chinesischen F&E ist zwar momentan im internationalen Vergleich noch nicht high-tech-orientiert. Chinas Führung hat jedoch die Parole ausgegeben, China bis 2020 zu einem „innovation-oriented country“ und bis 2050 zu einer „world’s leading science power“ zu machen [Jakobson, 2007]. Mit Hilfe von Reformen wurden im Industriesektor Kooperationen und Vernetzungen unterstützt. Das chinesische Ausbildungs- und Universitätssystem durchlief in den letzten Jahren weitreichende Reformen zur Verbesserung der Qualität. Die Qualität konnte auch durch eine Verbesserung der internationalen Vernetzung und einer Erhöhung der Mobilität von Studenten und Wissenschaftlern gesteigert werden (vgl. [OECD, 2008b]). Ziel der chinesischen Regierung ist nicht nur die Qualität sondern auch die Quantität an Ingenieuren und Naturwissenschaftlern zu erhöhen. So konnte beispielsweise die absolute Beschäftigtenzahl im F&E-Sektor zwischen 1995 und 2005 auf 1,36 Millionen verdoppelt werden (vgl. [OECD, 2008b]). Trotz der eindrucksvollen absoluten Zahlen sind die relativen Werte (z.B. Anteil der im F&E-Bereich beschäftigten Personen gemessen an der Gesamtbevölkerung) sehr gering, was zu einem Entwicklungshemmnis für China werden kann. Die chinesische Regierung ist sich dieser Problematik bewusst und hat das Ziel formuliert, die F&E-Intensität von 1,34% des BIP in 2005 auf 2% in 2010 und 2,5% in 2020 zu steigern [OECD, 2008a].

Momentan ist die Entscheidung F&E-Aktivitäten in China aufzunehmen und gegebenenfalls F&E- Zentren aufzubauen, sehr stark nachfragegetrieben bzw. anwendungsbezogen. So wurde von Siemens in China ein Forschungszentrum mit dem Fokus auf „SMART - Simple, Maintenance Friendly, Affordable, Reliable, Timely to market“ Innovationen aufgebaut. In diesem Labor sollen Technologien und Lösungen entwickelt werden, „die optimal auf den chinesischen Markt zugeschnitten sind und zugleich das Potenzial haben, auch auf dem globalen Markt, erfolgreich zu sein.“ [Siemens, 2006] Aufgrund der besonderen Größe des heimischen Marktes, konzentrieren sich die in China heimischen Unternehmen im Kohlekraftwerkssektor bislang auf den chinesischen Absatzmarkt. Erreicht allerdings ihre technologische Entwicklung bis zum Jahr 2020 Weltmarktniveau, dann können chinesische

MNU entstehen, die den Weltmarkt anvisieren. Diese Entwicklung wird politisch gestützt und gefördert. So wurde für den Energiesektor der Plan formuliert, dass bis 2010 einige große chinesische Anlagenhersteller international wettbewerbsfähig sein sollen. Der Entwicklungsplan benennt u.a. verschiedene Technologien für saubere Kohle, die in wenigen Jahren Weltmarktniveau erreichen sollen [Jiang, 2007]. Über internationale Technologiepartnerschaften wird versucht den technologischen Rückstand Chinas zu verringern. Harbin Power Engineering Company (Ltd.), Dongfang Electric Corporation (Ltd.) und Shanghai Electric haben im Kraftwerksbereich nur vereinzelt Tochterunternehmen bzw. größere Unternehmensbeteiligung außerhalb von China. Ihre F&E Aktivitäten sind in China angesiedelt. Die grundlegende Strategie der Unternehmen ist Technologie suchend. Erste Schritte in Richtung Weltmarkt sind heute bereits vollzogen. So wird z.B. ein für Deutschland vorgesehene Kohlekraftwerk gegenwärtig aus Personalkostengründen in China vormontiert. [Verivox, 2008] Ein weiteres Beispiel ist die Errichtung von Kraftwerken in den USA unter Unterstützung des von Babcock und Beijing Boiler Works gegründeten Joint Venture Babcock Beijing. Auch in Ländern wie Indien, Vietnam, Brasilien und Indonesien werden Kraftwerke von den großen chinesischen Kraftwerkskomponentenherstellern Dongfang, Electric, Harbin Power Equipment und Shanghai Electric bzw. deren Tochterunternehmen errichtet, die über ihre Technologiepartnerschaften hierbei auch auf Wissen bzw. Technologien von Unternehmen Alstom, Mitsubishi, Hitachi u.a. zurückgreifen können. [IEA Clean Coal Centre, 2008] Dass China zunehmend eine wichtige Rolle als Exporteur von Kraftwerkskomponenten einnimmt, wird auch anhand von Abbildung 7 deutlich.



Quelle: [OECD, 2009]

Abbildung 7: Entwicklung der Im- und Exporte von „Kraftmaschinen und Kraftmaschinenausrüstungen“ Chinas

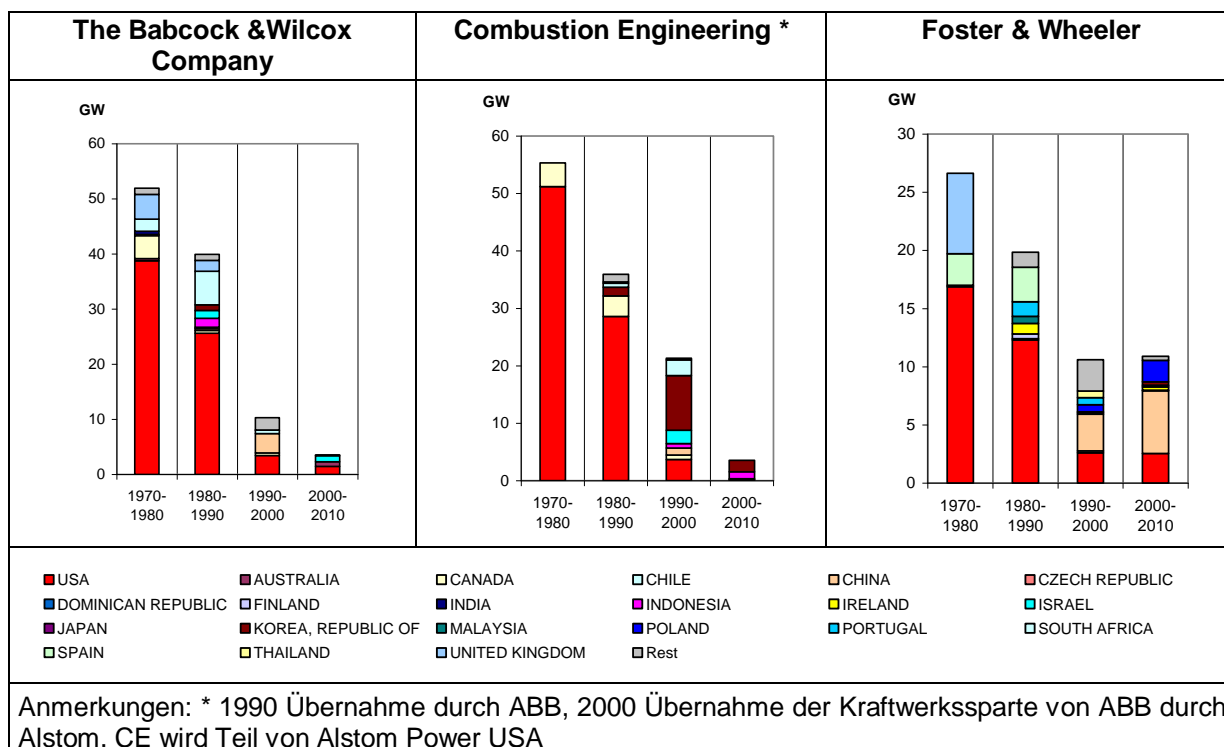
Der Export von Gütern der Klassifikation „Kraftmaschinen und Kraftmaschinenausrüstungen“, zu denen auch Kraftwerke und Kraftwerkskomponenten stieg in den letzten Jahren deutlich an. Zwar nahmen die Importe ebenfalls zu, relativ gesehen, verringerte sich jedoch die Ex-/Importsaldo signifikant. Während Japan und Deutschland im Bereich „Kraftmaschinen und Kraftmaschinenausrüstungen“ mehr Güter nach China exportieren, als sie von dort beziehen, ist der Saldo der USA in diesem Bereich ins Negative gekippt, d.h. die USA bekommen mehr Kraftwerkskomponenten aus China als sie dort hin liefern. Welche Techniken im Einzelnen international gehandelt werden, ist aus den Handelsstatistiken der OECD nicht ersichtlich [OECD, 2009]. Es ist jedoch anzunehmen, dass bei dem Handel

vorwiegend die günstigen Produktionskosten in Chinas dazu führen, dass mehr und mehr Kraftwerkskomponenten in China gefertigt und dann in andere Länder exportiert werden, wobei es sich dabei auch um Techniken handeln kann, die aus Technologiepartnerschaften stammen. Im Hinblick auf die Internationalisierungsstrategien MNU ist der Standort China sehr unterschiedlich zu bewerten. So liegen im Bereich der Netzwerkstrukturen bzw. F&E Strukturen noch Defizite vor. Unter input-orientierten Gesichtspunkten kommt China daher derzeit eher als Standort für Produktion als für die Entwicklung neuer Produkte in Frage. Der riesige und ständig wachsende Markt ist unter dem Gesichtspunkt einer Output-orientierten Internationalisierungsstrategie sehr interessant. Für die Kraftwerkskomponentenhersteller lohnt es sich daher, vor Ort F&E-Zentren einzurichten. Unter dem Blickwinkel einer Effizienz-orientierten Internationalisierungsstrategie stellen die geringen Produktionskosten einen Anreiz dar in China aktiv zu werden. Neben allgemeinen Problemen wie beispielsweise ineffizienten Verwaltungsstrukturen, liegt die Qualität der in China hergestellten Produkte noch teilweise deutlich unter Niveau westlicher Länder. [World Economic Forum, 2009a] Im Bezug auf politische und soziokulturelle Einflussfaktoren hat sich die Situation in China in den letzten Jahren etwas geändert. Während früher von staatlicher Seite aus der Import von Fertigprodukten sowie die Errichtung von Unternehmen, die mehrheitlich ausländischen Unternehmen gehören, erschwert wurde, sind in den letzten Jahren die Beschränkungen gelockert worden. Somit besteht aus politisch-soziokulturellen Gründen grundsätzlich jetzt ein geringer Druck vor Ort F&E Zentren einzurichten. Trotz Technologie-transfer und eigenen Anstrengungen hat der Kraftwerkskomponentenbau in China noch nicht vollständig das Niveau Deutschlands oder Japans erreicht. Zurzeit ist China aus Sicht der MNU daher eher unter den Gesichtspunkten Asset exploiting (d.h. Anpassung der Produkte an den Markt) und Market Seeking (d.h. Erschließung des Marktes) interessant. Die Größe und Dynamik des Marktes spricht für China als Verwertungsstandort von Techniken. Die in Abbildung 2 aufgeführten F&E Standorte in China dienen zurzeit vorwiegend der Anpassung der Produkte an die Erfordernisse vor Ort und unterstützen somit die Verwertung. Grundsätzlich ist China auch in internationale Forschungsvorhaben und somit in das globale Technologie-Erzeugungsnetz eingebunden. Es ist jedoch nicht eindeutig, ob diese Zusammenarbeit eher dazu dient, ausländische Produkte an den chinesischen Markt anzupassen oder ob unter Ausnutzung von Kostenvorteilen wirklich gemeinsamen neue Technologien entwickelt werden sollen.

3.4 USA als Standort für MNU im Kraftwerksbereich

Die Entwicklung des Marktes in den USA war lange Zeit geprägt von einer zurückgehenden Nachfrage nach Kohlekraftwerken. Die Zurückhaltung beim Bau neuer Kraftwerke war u.a. eine Folge der vorhandenen Überkapazitäten, die in den 1970 Jahren ergaben, als bedingt durch die Ölkrise, die Nachfrage nach Energie weniger stark stieg als ursprünglich erwartet. Der starke Einbruch der Nachfrage führt dazu, dass sich die Hersteller ihre Auslandsaktivitäten ausweiteten. (siehe Abbildung 8) Babcock & Wilcox beteiligte sich an Joint Venture in Indonesien (P.T. Babcock & Wilcox Indonesia), in China (Babcock & Wilcox Beijing Company Ltd.), Indien (Thermax Babcock & Wilcox Private Ltd.), der Türkei (Babcock & Wilcox Gama Kazan Teknolojisi A.S.), Mexiko (B&W Mexicana, S.A. de C.V.) und Ägypten (B&W Egypt S.A.E.) unter der Zielsetzung der Erschließung neuer Märkte. [The Babcock & Wilcox Company, 2009] Foster & Wheeler wurden insbesondere im Bereich der Vergabe von

Lizenzen für Techniken aktiv. So schloss Foster & Wheeler mit chinesischen Kesselherstellern Lizenzverträge über die von Foster & Wheeler entwickelten Wirbelschichtkessel ab. Hierbei handelte es sich um eine relativ ausgereifte Technik, an der China interessiert war, da diese Kessel bei einem vergleichsweise hohen Wirkungsgrad zu relativ niedrigen Kosten hergestellt werden können und sich die Technik zudem auch für den Einsatz von Kohlen mit schlechter Qualität eignet.



Datenquelle: [IEA Clean Coal Centre, 2008]

Abbildung 8: Entwicklung des Baus neuer Kohlekraftwerken durch amerikanische (Kessel-) Herstellern

Foster & Wheeler wählt den Weg der Lizenzierung einer bewährten Technik, u.a. da hierbei die finanziellen Risiken für den Technologieimporteur relativ gering sind. Auch der große amerikanische Dampfkesselhersteller Combustion Engineering (CE) versuchte über die Vergabe von Lizenzen Zugang zu dem chinesischen Markt zu bekommen, Combustion Engineering (CE) kam jedoch in finanzielle Schwierigkeiten und wurde 1990 von ABB übernommen. Der Standort USA bleibt trotz zurückgehender Nachfrage nach Kohlekraftwerken und eines Rückgangs der staatlichen Fördersumme für Kohlekraftwerke ein wichtiger F&E Standort für die amerikanischen Kessel- und Turbinenhersteller. In Forschungsprojekten wurde u.a. die Entwicklung von IGCC und Wirbelschichttechniken intensiv vorangetrieben. Es wurde erwartet, dass sich mit diesen Techniken die spezifischen NO_x und SO₂- Emissionen deutlich günstiger gesenkt werden könnten als mit anderen Verfahren. Zudem ging man davon aus, dass mit diesen Techniken hohe Wirkungsgrade erzielt werden können, wodurch Kohletechnologien wieder konkurrenzfähig bzw. konkurrenzfähiger gegenüber Gaskraftwerken würden. An den Forschungsprojekten waren hierbei vorwiegend in den USA ansässige Unternehmen beteiligt. Die lange Zeit intensiv beforschte Wirbeltechnik kam im Bereich der Großkraftwerke lange Zeit nicht zum Einsatz, da sich die Kostenerwartungen nicht erfüllten und technische Probleme auftraten. Mit dem

Atmospheric Fluidized Bed Combustion und dem Clean Coal Technology Demonstration Program konnte jedoch auch der Einsatz der Technik im großen Maßstab demonstriert werden. [Bañales-López & Norberg-Bohm, 2002] Über Lizenzverträge vertrieb Foster&Wheeler sowie das von ihm übernommene und ebenfalls im Bereich Wirbelschichtfeuerung aktive Unternehmen Ahlstrom Pypower (USA/Finnland) die Anlagen mit Wirbelschichttechnik in China und anderen Ländern. Gleichzeitig wurde die Technik in den USA von Foster&Wheeler und anderen unter staatlicher Unterstützung weiterentwickelt. Während die zirkulierende Wirbelschichtfeuerung (CFB) ebenfalls den Marktzutritt erreichten, blieb der Erfolg bei der Druckwirbeltechnik aus. Viel Hoffnung wird in den USA auf die IGCC-Technologie gesetzt. Die weltweit erste größere Anlage zur Stromerzeugung wurde 1984 in Kalifornien in Betrieb genommen. Während in den USA mit Wabash River, Tampa und Pinon Pie weitere IGCC Anlagen errichtet wurden, verlief die Entwicklung im Bereich des Einsatzes großer Kohlevergasungsanlagen zur Stromerzeugung außerhalb der USA zögerlich. In den USA wurde die Entwicklung insbesondere von GE unterstützt. Als Gasturbinenhersteller konnte GE hierbei Wissen aus anderen Bereichen in die Entwicklung der IGCC Anlagen einbringen. Durch die Übernahme des Geschäftsfeldes Kohlevergasung von ChevronTexaco stärkte GE seine Kompetenz im Bereich IGCC. Mit China hat GE über 30 Lizenzverträge im Bereich Kohlevergasung abgeschlossen. Des Weiteren versucht GE über eine Beteiligung an Hangzhou Boiler Group seine Aktivitäten auf den chinesischen Markt auszuweiten. [Reuters, 2008] Aufgrund technischer Probleme und hoher Kosten konnte sich die IGCC Technik bisher noch nicht gegenüber den anderen Techniken durchsetzen, wobei die Technik vor dem Hintergrund der Verringerung der klimarelevanten CO₂-Emissionen durch CO₂-Abscheidung wieder an Bedeutung gewinnt, da IGCC-Anlagen sich hierzu grundsätzlich besser eignen als andere Techniken. Ein wichtiger Pluspunkt von IGCC ist die Möglichkeit zur Erzeugung von Wasserstoff und anderen gasförmigen bzw. flüssigen Brennstoffen aus Kohle. Vor dem Hintergrund der zeitweise extrem gestiegenen Energieträgerpreise und dem dadurch gestiegenen politischen Interesse an Versorgungssicherheit gewann die IGCC-Technik weltweit an Interesse. Während in den USA zahlreiche neue IGCC-Anlagen errichtet werden sollen, liegen jedoch in den restlichen Ländern der Welt nur vereinzelt Planungen für IGCC-Kraftwerke vor. [IEA Clean Coal Centre, 2008] Während in den 60 und 70er Jahren die USA führend im Bereich der konventionellen Staubfeuerung waren, verloren sie im Zeitablauf ihre Vorreiterrolle, was u.a. durch die geringe Nachfrage nach Kohlekraftwerken mit überkritischen Dampfparametern begünstigt wurde. Entsprechend konzentrieren sich hier die USA auf den Verkauf bewährter Standardtechnologien. Grundsätzlich ist in den USA immer noch ein hohes Wissenspotenzial im Bereich Kraftwerkstechnik vorhanden. Unter dem Blickwinkel einer Input-orientierten Internationalisierungsstrategie besteht daher ein Anreiz, in den USA F&E Zentren einrichten bzw. zu unterhalten, um Zugang zu diesem Wissenspotenzial zu erhalten. Aus dem Output-orientierten Blickwinkel waren die USA in den letzten Jahrzehnten aufgrund der geringen Nachfrage nach Kohlekraftwerken weniger interessant. In den nächsten Jahren steht jedoch ein hoher Erneuerungsbedarf im Kraftwerksbereich an. Die USA werden als Absatzmarkt für (Kohle-)Kraftwerkskomponenten daher wieder an Bedeutung gewinnen. Größere Kostenvorteile bei der Wahl der USA als Standort sind grundsätzlich nicht zu erwarten. Kostengesichtspunkte als Kriterium für die Wahl der USA als Standort spiegelt daher eine geringere Rolle. Auch in den USA ist es leichter an öffentliche F&E Mittel heranzukommen, wenn man vor Ort ansässig ist. Ansonsten bestehen hinsichtlich der politisch-soziokulturellen Faktoren nur geringe Anreize

für die Wahl der USA als Standort. [World Economic Forum, 2009b] Während die USA im Bereich der Turbinentechnik zurzeit führend sind, nehmen sie im Bereich anderer Kraftwerkskomponenten keinen Spitzenplatz ein. Grundsätzlich sind die USA für viele Akteure im Hinblick auf „Technology Seeking“ bzw. „Asset Augmenting“ interessant. Ein Beispiel hierfür ist Mitsubishi, das zusammen mit GE neue Dampfturbinen entwickelt. [Mitsubishi Heavy Industries, 2009] Im Bereich der Kohlekraftwerkstechnik hat der Standort USA im Hinblick auf die globale Entwicklung bzw. Verwertung von Techniken derzeit nur eine geringe Bedeutung. Im Hinblick auf die globale technologische Zusammenarbeit sind dagegen die USA als Standort aufgrund der vorliegenden Kompetenzen in wichtigen Teilen des Kraftwerksbaus (z.B. Turbinen) von Interesse. Die USA stehen im Mittelpunkt des globalen Erzeugungsnetzes von GE.

4 Schlussfolgerungen

Die Rolle von Multinationalen Unternehmen als Informationsträger wird in vielen Studien betont. Mit ihren länderübergreifenden Aktivitäten sorgen sie dafür, dass Wissen, das sie an einem Ort gewonnen haben, auch an andere Orte weiter getragen wird. Der Wissenstransfer erfolgt dabei nicht durch den Austausch von Gütern und Dienstleistungen sondern auch über die verschiedenen Formen der technologischen und wirtschaftlichen Kooperationen bzw. des Technologietransfers. Als ein zentrales Kriterium für Internationalisierung wird sehr oft die Input-Orientierung genannt. Hinsichtlich der Internationalisierung von F&E-Aktivitäten spielt hierbei insbesondere der Zugang zu Informations- und Kommunikationsnetzwerke oder der Zugang zu einmaligen Ressourcen eine Rolle. Die Untersuchungen zeigen, dass für nicht in dem entsprechenden Land ansässige Unternehmen der Zugang zu staatlichen F&E Mitteln grundsätzlich relativ schwierig ist. Am „einfachsten“ ist es, sich durch Unternehmensübernahmen u.ä. Zutritt zu staatlichen F&E-Finanzierungen bzw. in vorhandene regionale Netzwerke zu verschaffen. Hinzu kommt, dass der Marktzutritt für ausländische Unternehmen immer noch in vielen Ländern durch staatliche Vorschriften und institutionelle Barrieren eingeschränkt wird. Da zudem normalerweise eine Vorortbetreuung der Kunden erforderlich ist, errichten MNU in dem entsprechenden Land Tochterunternehmen, gehen Kooperationen ein oder kaufen Unternehmen auf. Die durchgeführten Analysen zeigen, dass im Kraftwerksbereich die Entscheidung von MNU an einem neuen Ort aktiv zu werden, sehr stark von der dort vorliegenden Marktnachfrage abhängt. So lohnt sich die Errichtung eines F&E Standortes erst, wenn dauerhaft eine relativ hohe Nachfrage nach Produkten vor Ort vorliegt. Während die Errichtung neuer Produktionsstätten MNU relativ leicht fällt, sind die MNU hinsichtlich der Errichtung neuer F&E Standorte, an denen nicht nur Produktionsanpassungen an den Markt vor Ort erfolgen, eher zurückhaltend. Hinsichtlich der Innovationsstrategien ist momentan asset exploiting die am häufigsten zu beobachtende Internationalisierungsstrategie im Kraftwerksbereich. Aufgrund der hohen Risiken und den langen Entwicklungszeiträumen werden zunehmend Technologien nicht im Alleingang entwickelt sondern in internationalen Verbänden. Entsprechend dominiert im Kraftwerksbereich somit die globale technologische Zusammenarbeit. Für den Standort Deutschland bedeutet dies, dass Deutschland durch neue Produktionsstätten in Billiglohnländern zwar als Produktionsstandort an Bedeutung verlieren könnte, aufgrund der vorhanden und bewährten F&E Netzwerke sowie der Einbindung in internationale F&E Projekte als F&E Standort weiterhin eine wichtige Rolle spielen wird. Zu beachten ist hierbei, dass aufgrund des kleinen heimischen

Marktes für Kohlekraftwerke, die F&E Aktivitäten weiterhin an dem Weltmarkt ausgerichtet sein werden.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich herzlich für die Förderung des Projektes „The Significance of Germany as a Site for Power Plant Construction Against the Background of an Increasing Internationalization of Innovation Processes“ durch die VolkswagenStiftung.

5 Literatur

- ALSTOM (2007) *Designing the World's Infrastructure*. <http://www.alstom.com/>.
- ARCHIBUGI, D. & MICHIE, J. (1995) The globalisation of technology: a new taxonomy. *Cambridge Journal of Economics*, 1995:19, 121-140.
- BAÑALES-LÓPEZ, S. & NORBERG-BOHM, V. (2002) Public policy for energy technology innovation: A historical analysis of fluidized bed combustion development in the USA. *Energy Policy*, 30:13, 1173-1180.
- BARTLETT, C. A. & GHOSHAL, S. (1987) Managing across borders: New organizational responses. *Sloan Management Review*, 28, 7-17.
- BELITZ, H. (2006) *Forschung und Entwicklung in multinationalen Unternehmen 2005*. Berlin, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung (DIW).
- BMBF (2009) *Förderkatalog*. Bundesministerium für Bildung und Forschung, Referat Informationstechnik, <http://foerderportal.bund.de/foekat/jsp/StartAction.do>, 29.06.2009.
- CERNY, P. G. (1997) *Globalization and the Residual State: The Challenge of Viable Constitutionalism*. In BAAKLINI, A. I., et al. (Eds.) *Designs for Democratic Stability: Studies in Viable Constitutionalism*. Armonk NY.
- CSLF (2009) *Carbon Capture and Storage Demonstration Project Data Base*. <http://www.cslforum.org>, Nov. 2009.
- CUTLER, C. A. (2002) *Private international regimes and interfirm cooperation*. In HALL, R. B., et al. (Eds.) *The emergence of private authority in global governance*. Cambridge, Cambridge University Press.
- DREZNER, D. W. (2001) Globalization and policy convergence. *The International Studies Review* 3, 53-78.
- EPRI (2002) *Technical Status, Operating Experience, and Risk Assessment of Clean Coal Technologies - 2002*. Palo Alto, California.
- GASSMANN, O. & VON ZEDTWITZ, M. (1998) Organization of industrial R & D on a global scale. *R & D Management*, 28:3, 147-161.
- GE GLOBAL RESEARCH (2009) *Locations*. http://www.ge.com/research/grc_3.html.
- GERYBADZE, A. (1998) *International verteilte Kompetenzen und Integrationskonzepte für Wissenszentren in multinationalen Unternehmen*, . Stuttgart, Universität Hohenheim.
- GERYBADZE, A. & REGER, G. (1999) Globalization of R&D: recent changes in the management of innovation in transnational cooperations. *Research Policy* 28, 251-274.
- HIRSCHMAN, A. O. (1970) *Exit, Voice and Loyalty. Responses to Decline in Firms, Organizations, and States*. Cambridge MA.
- IEA (2008) *World Energy Outlook*. Paris, IEA/OECD.
- IEA CLEAN COAL CENTRE (Ed.) (2008) *CoalPower*. London.
- IHI (2008) *Annual Report 2008*. <http://www.ihico.jp>.
- INNOVATION NORWAY & GASSNOVA (2008) International CCS (Carbon Capture and Storage) technology survey <http://www.gassnova.no>.

- JAKOBSON, L. (2007) *Innovation with Chinese Characteristics*. Basingstoke, Palgrave Macmillan Publishing.
- JIANG, K. (2007) *Energy Technology Research in China*. In JAKOBSON, L. (Ed.) *Innovation with Chinese Characteristics. High-Tech Research in China*. Houndmills, Palgrave Macmillan.
- JIN, Y. & LIU, X. (1999) *Clean Coal Technology Acquisition: Present Situation, Obstacles, Opportunities and Strategies for China*. www.iisd.org/pdf/cleancoalttgsm.pdf.
- KUEMMERLE, W. (1997) Building effective R&D capabilities abroad. *Harvard Business Review*: March-April, 61-70.
- LE BAS, C. & SIERRA, C. (2002) 'Location vs. home country advantages' in R&D activities: some further results on multinationals' locational strategies. *Research Policy*: 31, 589-609.
- LEGLER, H. & KRAWCZYK, O. (2006) *Wirtschaftsfaktor Umweltschutz: Leistungsfähigkeit der deutschen Umwelt- und Klimaschutzwirtschaft im internationalen Vergleich*. Berlin, Umweltbundesamt.
- MAO, J. (2008) CFB Boilers in China. *Cleaner Coal Workshop*. Ha Long City, Vietnam.
- MCDERMOTT INTERNATIONAL (2009) Annual Report 2008.
- MIT ENERGY INITIATIVE (2009) *Carbon Dioxide Capture and Storage Project Database*. <http://sequestration.mit.edu/tools/projects/index.html>, Nov. 2009.
- MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES (2008) Power Systems Business Operation. <http://www.mhi.co.jp/>.
- MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES (2009) *Mitsubishi Heavy Industries and GE Energy Sign Final Agreements To Co-Develop World's Most Advanced New Steam Turbine For Combined-Cycle Power Plants*. Tokyo. <http://www.mhi.co.jp>.
- MITSUI BABCOCK LIMITED (2002) *Introduction to China of supercritical boilers and emerging CCTs*. www.berr.gov.uk/files/file18726.pdf
- MOTOHASHI, K. & YUN, X. (2007) China's innovation system reform and growing industry and science linkages. *Research Policy*, 36:8, 1251-1260.
- NEDELKA, G. (2009) *FW Competitive Advantages In Solid Fuel Boilers* FW Global Power Group. <http://www.fwc.com/>.
- OECD (2007a) *OECD Reviews of Innovation Policy: China*. www.oecd.org/dataoecd/54/20/39177453.pdf.
- OECD (2007b) *Recent Trends in the Internationalisation of R&D in the Enterprise Sector, Special Session on Globalisation*. Paris, OECD.
- OECD (2008a) *Main Science and Technology Indicators 2008*. Paris.
- OECD (2008b) *OECD Reviews of Innovation Policy: China*. Paris.
- OECD (2008c) *Research and Development: Going Global*. Paris, OECD.
- OECD (2009) *International Trade by Commodity Statistics*. Paris.
- PEARCE, R. D. (1989) *The Internationalisation of Research and Development by Multinational Enterprises*. Basingstoke, UK., Macmillan.
- PFENNING, U., et al. (2002) *Zur Zukunft technischer und naturwissenschaftlicher Berufe*. Stuttgart, Akademie für Technikfolgenabschätzung in Baden-Württemberg.
- REUTERS (2008) *GE to buy stake in China's Hangzhou Boiler*. <http://www.reuters.com>.
- RODE, R. (2001) *Weltregieren durch internationale Wirtschaftsorganisationen*. Halle, rr Verlag.
- RONSTADT, R. C. (1977) *Research and Development Abroad by US Multinationals*. New York, Praeger.
- SANDSCHNEIDER, E. (2007) *Globale Rivalen. Chinas unheimlicher Aufstieg und die Ohnmacht des Westens*. München, Carl Hanser.
- SASSEN, S. (2002) *The state and globalization*. In HALL, R. B., et al. (Eds.) *The emergence of private authority in global governance*. Cambridge, Cambridge University Press.
- SIEMENS (2006) *Siemens eröffnet zentrales Forschungslabor in China*. München.
- SIEMENS (2009) *Power Generation - Location*. <http://www.powergeneration.siemens.com/aboutus/locations/>.

- STREECK, W. (1999) *Europäisierung als Liberalisierung: Perspektiven gewerkschaftlicher Politik im integrierten Europa*. In STREECK, W. (Ed.) *Korporatismus in Deutschland: Zwischen Nationalstaat und Europäischer Union* Frankfurt a.M.
- THE BABCOCK & WILCOX COMPANY (2009) *Historic Milestones*. <http://www.babcock.com>.
- TRIANEL EUROPEAN ENERGY TRADING (2007) *Trianel - Gemeinsam mehr erreichen*. Aachen.
- UNITED NATIONS (2005) *World Investment Report 2005*. New York, Geneva.
- VALENTIN, D. & LIU, L. (2005) *The Diffusion of Clean Coal Combustion Technologies For Power Plants in China*. Roskilde.
- VERIVOX (2008) *E.ON lässt Teile für Kraftwerk in China zusammenbauen*. <http://www.verivox.de/>. 19. Dec: 2009.
- WATSON, J., et al. (2000) *International Perspectives on Clean Coal Technology Transfer to China. Final Report to the Working Group on Trade and Environment, CCICED*. www.iisd.org/pdf/cctt_final_report_aug00.pdf.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2009a) *The Global Competitiveness Report 2009-2010*. Geneva.
- WORLD ECONOMIC FORUM (2009b) *The Global Enabling Trade Report 2009*. Geneva.