



China Analysis 89
Juni 2011
www.chinapolitik.de

**Windenergie in China:
Innovationspolitische Förderung und
technologische Entwicklung**

Mirjam Meissner

China Analysis is edited by

Sebastian Heilmann
Professor of Government / Political Economy of China
Trier University, 54286 Trier, Germany

E-mail: china_analysis@chinapolitik.de

Mirjam Meissner*

Windenergie in China:

Innovationspolitische Förderung und technologische Entwicklung

INHALT

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	5
1. EINLEITUNG	7
1.1. PROBLEMSTELLUNG UND FORSCHUNGSFRAGEN	7
1.2. INHALTLICHER FOKUS DER ARBEIT	8
1.3. VORGEHENSWEISE UND AUFBAU DER ARBEIT	9
2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN	11
2.1. INNOVATIONEN UND IHRE WIRTSCHAFTLICHE BEDEUTUNG	11
2.2. DAS NEOKLASSISCHE VERSTÄNDNIS VON INNOVATIONEN	13
2.3. NATIONALE INNOVATIONSSYSTEME	14
2.4. EVOLUTORISCHE THEORIEN ZUR RICHTUNG VON INNOVATIONSPROZESSEN UND ZU TECHNOLOGISCHEM WANDEL	15
2.5. INNOVATIONSPOLITIK	17
3. DIE ENTWICKLUNG DER POLITISCHEN FÖRDERUNG VON WINDENERGIE IN CHINA (1986 BIS 2006).....	18
3.1. PHASE I: IMPORTE ALS TECHNOLOGISCHES VORBILD (1986 BIS 1995).....	18
3.2. PHASE II: BEGINN DER POLITISCHEN FÖRDERUNG (1995 BIS 2000)	19
3.2.1. <i>Windenergie im Kontext entstehender energie- und umwelt- politischer Strategien</i>	<i>19</i>
3.2.2. <i>Erster Aufbau nationaler Produktionskapazitäten</i>	<i>20</i>
3.2.3. <i>Erste technologiepolitische Förderung von netzgebundener Windenergie.....</i>	<i>21</i>
3.2.4. <i>Staatliche Koordinationsdefizite.....</i>	<i>22</i>
3.3. PHASE III: MARKTREFORMEN UND DIFFUSIONSSTRATEGIEN (2000 BIS 2006) .	22
3.3.1. <i>Energiepolitische Zielsetzung</i>	<i>22</i>
3.3.2. <i>Ausweitung der technologiepolitischen Förderung von Windenergie.....</i>	<i>24</i>
3.3.3. <i>Energiemarktreform.....</i>	<i>25</i>

* Mirjam Meissner, M.A. Research Associate, Global Public Policy Institute (Berlin)

4. INNOVATIONSPOLITIK ZUR FÖRDERUNG VON WINDENERGIE	
SEIT 2006	29
4.1. DAS GESETZ FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN –	
GRUNDLAGE EINER KOORDINIERTEN INNOVATIONSPOLITIK	29
4.2. SUPRAMINISTERIALE KOORDINATION UND KOOPERATION	31
4.3. ERNEUERBARE ENERGIEN IM KONTEXT LANGFRISTIGER	
POLITISCHER RAHMENPLÄNE.....	32
4.3.1. <i>Rahmenplan der Wissenschafts- und Technologiepolitik</i>	32
4.3.2. <i>Energiapolitische Rahmenpläne für erneuerbare Energien</i>	33
4.3.3. <i>Rahmenplan der Klimapolitik</i>	35
4.3.4. <i>Rahmenplan der Bildungspolitik</i>	35
4.4. INNOVATIONSPOLITISCHE MAßNAHMEN	36
4.4.1. <i>Maßnahmen zur Förderung des Aufbaus eines Innovationssystems</i>	
<i>für Windenergie</i>	36
4.4.2. <i>Innovationspolitische Maßnahmen zur Schaffung</i>	
<i>von Entwicklungsnischen</i>	40
5. ANALYSE DES INNOVATIONSSYSTEMS FÜR WINDENERGIE	
IN CHINA	44
5.1. CHINESISCHE WINDTURBINENHERSTELLER	44
5.1.1. <i>Wirtschaftlicher und technologischer Entwicklungsstand</i>	44
5.1.2. <i>Technologiequellen</i>	47
5.2. AUSLÄNDISCHE WINDTURBINENHERSTELLER UND JOINT VENTURES	52
5.3. CHINESISCHE WINDKRAFTWERKS BETREIBER.....	53
5.4. WISSENSCHAFTS- UND FORSCHUNGSORGANISATIONEN	54
5.4.1. <i>Staatliche Forschungsinstitute</i>	54
5.4.2. <i>Universitäten</i>	54
5.4.3. <i>Intermediäre Organisationen</i>	58
5.5. REGIONALE CLUSTERBILDUNG	58
6. FAZIT	60
LITERATURVERZEICHNIS.....	64
ANHANG 1 WINDKRAFTANLAGENHERSTELLER IN CHINA.....	77
ANHANG 2 WINDKRAFTANLAGENBETREIBER IN CHINA.....	81
ANHANG 3 WISSENSCHAFTLICHE EINRICHTUNGEN	
DES CHINESISCHEN INNOVATIONSSYSTEMS FÜR	
WINDENERGIE	83
ANHANG 4 HOCHTECHNOLOGIEZONEN MIT BEDEUTUNG FÜR	
DEN CHINESISCHEN WINDENERGIESEKTOR.....	85

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1: JÄHRLICHE WACHSTUMSRATEN, JÄHRLICH INSTALLIERTE KAPAZITÄT UND GESAMTKAPAZITÄT DER WINDENERGIE IN CHINA 1995 BIS 2006.....	21
ABBILDUNG 2: REGIONALE AUFTEILUNG DER EINSPEISETARIFE FÜR WINDENERGIE.....	42
ABBILDUNG 3: UNTERNEHMEN MIT NATIONALEN UND INTERNATIONALEN INNOVATIONSKOOPERATIONEN 2004 BIS 2006.....	45
ABBILDUNG 4: VERGLEICH DES MARKTANTEILS AN NEU INSTALLIERTER KAPAZITÄT ZWISCHEN NATIONALEN UND INTERNATIONALEN UNTERNEHMEN IM CHINESISCHEN WINDENERGIEMARKT.....	46
ABBILDUNG 5: WISSENSCHAFTLICHE ARTIKEL UND KO-AUTORENSCHAFT 1998 UND 2008	56
ABBILDUNG 6: INNOVATIONS-HOT-SPOTS FÜR ERNEUERBARE ENERGIE 2005 BIS 2007.	59

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

CAS	Chinese Academy of Sciences
CCS	Carbon Dioxide Capture and Storage
CDM	Clean Development Mechanism
CECIC	China Energy Conservation Investment Corporation
CER	Certified Emission Reductions
CGTI	China Green Tech Initiative
CREIA	Chinese Renewable Energy Industries Association
CRES	China Renewable Energy Society
CWEA	China Wind Energy Association
CWEEA	Chinese Wind Energy Equipment Association
CWPC	China Wind Power Center
DIE	Deutsches Institut für Entwicklungshilfe
EDU-MLP	Medium- and Long-Term Program on Education Development (2010-2020)
ELG	National Energy Leading Group (heute NEC)
FDI	Foreign Direct Investment
GAC	General Administration of Customs of the People's Republic of China
GIEC	Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Social Sciences
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
ICARE	EU-China Institute for Clean and Renewable Energy
IEE	Institute of Electrical Engineering Chinese Academy of Sciences
IET	Institute of Engineering Thermophysics Chinese Academy of Sciences
IPR	Intellectual Property Rights
JV	Joint Venture
MOE	Ministry of Education of the People's Republic of China
MOFCOM	Ministry of Commerce of the People's Republic of China
MOST	Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China
NCEPU	North China Electric Power University
NDRC	National Development and Reform Commission of the People's Republic of China
NEA	National Energy Administration of the NDRC
NEC	National Energy Commission
NETRC	National Engineering Technology Research Center
n.v.	nicht verfügbar
NWTC	National Windpower Engineering Technology Research Center
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
o.A.	ohne Angabe
o.J.	ohne Jahr
RE-MLP	Medium- and Long-Term Development Plan for Renewable Energy
RMB	Renminbi

R&D	Research and Development
SAT	State Administration of Taxation of the People's Republic of China
SERC	State Electricity Regulatory Commission
SETC	State Economic and Trade Commission of the People's Republic of China (heute Teil der NDRC)
SME	Small and Medium Enterprises
SPC	State Planning Commission of the People's Republic of China (heute NDRC)
SUT	Shenyang University of Technology
S&T	Science and Technology
S&T-MLP	Medium- and Long-Term Scientific and Technological Development Plan
UN	United Nations
UNDP	United Nations Human Development Program
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
VR China	Volksrepublik China
WED	Sino-Danish Wind Energy Development Programme
WTO	World Trade Organization
11. Fünfjahresplan	RE- 11 th Five Year Plan for Renewable Energy Development

1. EINLEITUNG

1.1. Problemstellung und Forschungsfragen

“Most people would assume that 20 years from now when historians look back at 2008-09, they will conclude that the most important thing to happen in this period was the Great Recession. I’d hold off on that. [...] I believe future historians may well conclude that the most important thing to happen in the last 18 months was that Red China decided to become Green China. [...] this Chinese decision to go green is the 21st-century equivalent of the Soviet Union’s 1957 launch of Sputnik. [...] Well, folks. Sputnik just went up again: China’s going clean-tech.” (Friedman 2009)

Mit diesen Worten kommentierte der bekannte amerikanische Journalist und Pulitzer-Preisträger Thomas L. Friedman im September 2009 in der New York Times die ebenso wichtige wie weitgehend unbeachtete Entwicklung, die sich gegenwärtig in China abzeichnet: Das Land setzt auf grüne Technologien und eine CO₂-arme Energieversorgung, um eine langfristige und stabile Entwicklung zu gewährleisten. Während die Volksrepublik auf der internationalen Bühne als Gegner eines rechtlich bindenden Klimaregimes an den Pranger gestellt wird, verfolgt sie national unter der Maxime nachhaltiger Entwicklung eine Politik, deren zentrales Element die Förderung grüner Innovationen ist: China plant eine grüne Revolution durch technologische Innovation.

Antrieb und Motivation dieser Innovationspolitik ist keine idealistische Vorstellung von einer grüneren Welt, sondern die Notwendigkeit, den drängenden Herausforderungen des Landes entgegenzutreten. Massive Umweltprobleme durch Luft- und Wasserverschmutzung sowie die Gefährdung der Energiesicherheit durch den explosionsartigen Anstieg des Energieverbrauchs bei gleichzeitiger Ressourcenknappheit und steigender Importabhängigkeit deuten darauf hin, dass die Grenzen des bisherigen, von fossilen Energieressourcen abhängigen chinesischen Wirtschaftswachstums bald erreicht sind. Auch die Auswirkungen des globalen Klimawandels stoßen in China auf zunehmende Besorgnis. Neben ökonomischen Einbrüchen könnte die Fortführung des bisherigen Wachstumsmodells auch gesellschaftliche Brüche zur Folge haben, deren Dynamik nicht nur aus machtpolitischen Interessen der Kommunistischen Partei Chinas, sondern auch aus Perspektive der globalen Gemeinschaft unbedingt zu vermeiden ist. Chinas wirtschaftliche und gesellschaftliche Entwicklung steht vor einer Wegscheide: Folgt das Land dem bisherigen Entwicklungsmodell, wird sich das rasante Wirtschaftswachstum kaum aufrechterhalten lassen, das im Moment von günstigen Produktionsbedingungen durch die rücksichtslose Nutzung fossiler Ressourcen abhängt.

Die Förderung grüner Technologien ist unter dieser Prämisse in den vergangenen Jahren zu einem Kernelement chinesischer Politik geworden. Im Kontext eines verdichteten politischen wie wirtschaftlichen Interessenkomplexes tragen energie- und wirtschaftspolitische Zielsetzungen im Einklang mit umwelt- und klimapolitischen Interessen dazu bei, dass insbesondere erneuerbare Energien weit oben auf der politischen Agenda Chinas stehen. Erklärtes Ziel der chinesischen Politik ist es dabei nicht, allein durch die Produktion der nötigen Anlagen das Prinzip der ‚Werkbank der Welt‘ fortzuführen. Ebenso wenig soll allein durch Adaption und Verbreitung bereits bestehender Technologien das Technologieniveau der etablierten Industrienationen erlangt werden. Die Ziele der politischen Elite Chinas gehen weit darüber hinaus: Das chinesische Wirtschaftssystem soll durch eigenständige Innovationen auf einen ökologisch wie wirtschaftlich

nachhaltigen Entwicklungspfad gebracht werden. Auf diese Weise soll nicht nur eine größere technologische Unabhängigkeit des Landes hergestellt, sondern auch eine globale Vorreiterposition in einigen Schwerpunktgebieten erarbeitet werden. China verfolgt damit eine Innovationspolitik, die einen klaren Machtanspruch in Wirtschaftszweigen vor Augen hat, in denen europäische und amerikanische Unternehmen bisher die wirtschaftlichen wie technologischen Marktführer waren. Erneuerbare Energien sind eines der Schwerpunktgebiete dieser chinesischen Innovationspolitik.

Chinas Ziel, eigenständige Innovationen im Bereich erneuerbarer Energien zu entwickeln, scheint jedoch auf den ersten Blick in weiter Ferne zu liegen. Bislang fällt insbesondere die hohe Abhängigkeit von ausländischer Technologie auf. Spitzentechnologie kam auch im Sektor der erneuerbaren Energien in den vergangenen Jahren vorwiegend aus dem Ausland, während sich China auf die Rolle des Massenproduzenten zu beschränken schien.

Daher stellt sich die Frage, ob das ‚rote China‘ dennoch in der Lage sein wird, durch die innovationspolitische Förderung erneuerbarer Energien in Zukunft innovative Spitzentechnologien zu entwickeln und durch deren erfolgreiche Verbreitung zu einem ‚grünen China‘ zu werden.

Welche innovationspolitischen Maßnahmen ergreift das Land, um erneuerbare Energien zu fördern, und wie sind diese Maßnahmen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die nachhaltige und ökologische Entwicklung des Landes zu beurteilen?

Konnte die chinesische Innovationspolitik zum Aufbau eines Innovationssystems beitragen, durch das eine grüne Revolution, also die Umstellung des bisherigen Wachstumsmodells durch technologischen Wandel, begünstigt werden kann? Auf diese Forschungsfragen soll in der vorliegenden Arbeit eingegangen werden.

1.2. Inhaltlicher Fokus der Arbeit

Um die Forschungsfragen mit der nötigen analytischen Tiefe beantworten zu können, konzentriert sich die vorliegende Analyse der chinesischen Innovationspolitik zur Förderung erneuerbarer Energien auf den dynamischsten Sektor der erneuerbaren Energien in China, die Windenergie. Chinas Windenergiemarkt für große, an das Stromnetz angeschlossene Windturbinen ist in den letzten Jahren insbesondere im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energieformen exorbitant gewachsen. Seit 2005 zeigt der Sektor mit jährlichen Wachstumsraten installierter Kapazitäten von über 100% zudem eine einzigartige Dynamik. Die erreichte Gesamtkapazität liegt bereits weit über den politischen Erwartungen. Mit einer installierten Gesamtkapazität von über 25 GW konnte China 2009 Deutschland überholen und besitzt nun nach den USA (35 GW) die zweitgrößten Windenergiekapazitäten der Welt. Angesichts hervorragender Windressourcen sowie einer unter aktuellen technischen Bedingungen nutzbaren Kapazität von 700-1200 GW wird der Windenergie auch für die zukünftige ökologische Entwicklung des Landes eine entscheidende Rolle zugeschrieben (Li Junfeng et al. 2010: 4, 12-14).

Die Herausforderungen sind jedoch groß und konfrontieren die Entwicklung der Windenergie in China mit einem Bottleneck, das ohne technologische Innovationen nicht zu überwinden sein wird:

Raue Wetterbedingungen und die schlechte Zugänglichkeit ressourcenstarker Landbe-
reiche erschweren die Nutzung der Energiequelle Wind in China und erhöhen das Risi-
ko von Investitionen im Windenergiesegment. China ist und wird auch in Zukunft dar-
auf angewiesen sein, Technologien einsetzen zu können, die diesen Bedingungen ge-
wachsen und dennoch preislich wettbewerbsfähig sind. Zudem konnte China bislang
nur in geringem Maße seine Offshore-Windressourcen erschließen. Die ersten Offshore-
Windparks wurden zwar 2009 errichtet, doch auch hier steht die Erschließung ungenutz-
ter Windenergiekapazitäten entlang der 18.000 km langen Küstenlinie des chinesischen
Festlandes noch bevor. Von einer effizienten Nutzung der existenten Ressourcen ist
daher trotz großen Potenzials bisher nicht zu sprechen.

Gute Bedingungen für die Erzeugung von Onshore-Windenergie finden sich in China
insbesondere in abgelegenen ländlichen Gebieten, die weit von den Stromverbrauchern
in den großen städtischen Zentren im Osten des Landes entfernt liegen. Aufgrund feh-
lender Infrastruktur der Stromnetze, durch die die Übertragung erzeugter Energie über
lange Strecken gewährleistet werden könnte, bleiben große Teile des chinesischen
Windenergiepotentials bisher jedoch ungenutzt. Hinzu kommt, dass die explosionsartig
ausgeweiteten Windenergiekapazitäten teils nur unzureichend in das Stromnetz integ-
riert werden konnten, da der Ausbau des Netzes mit der Windenergieentwicklung bisher
nicht mithalten kann. Die erzeugte Energie aufgebauter und funktionsfähiger Windparks
wird daher oft nicht in vollem Maße genutzt. Nur wenn China zukünftig in der Lage ist,
eine angemessene Netz-Infrastruktur zur Verfügung zu stellen, wird die Ausweitung der
Windenergiekapazitäten auch in Zukunft attraktiv bleiben.

Damit steht China technologisch vor großen Herausforderungen, wenn es an die bishe-
rige Entwicklung der Windenergie anknüpfen und das Potential der Windenergieser-
ourcen ausschöpfen möchte. Um das technologische Bottleneck zu überwinden, ist das
Land auf Spitzentechnologie angewiesen, die sich zu großen Teilen auch in den im Be-
reich der Windtechnologie international führenden Nationen bislang noch in der Ent-
wicklungsphase befindet.

Durch diese Situation, in der eine hohe Dynamik des Marktes sowie bisher eine für
China typische Abhängigkeit von ausländischen Technologien mit den Heraus-
forderungen des technologischen Bottlenecks sowie hohem Lösungspotential für die
ökologischen wie energie- und wirtschaftspolitischen Probleme des Landes aufeinander-
treffen, eignet sich Windenergie als Präzedenzfall für eine Untersuchung der innovati-
onspolitischen Förderung erneuerbarer Energien in besonderem Maße. Die Analyse der
Innovationspolitik zur Förderung von Windenergie in China erlaubt zudem eine Be-
trachtung sämtlicher Aspekte des Innovationsprozesses von der Grundlagenforschung
bis hin zur Markteinführung und Diffusion, da bereits erste Erfolge technologischer
Innovationen zu verzeichnen sind. Zudem deutet die Dynamik des Sektors, der bislang
ohne staatliche Intervention kaum wettbewerbsfähig ist, darauf hin, dass hier eine aktive
politische Gestaltung geschieht, die Einblicke in innovationspolitische Maßnahmen er-
möglicht.

1.3. Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Diese Arbeit wählt einen dynamischen Ansatz, in dem die Prozesse, die zur Entstehung
von Innovationen führen, im Zentrum der Betrachtung stehen. Dabei orientiert sich die
vorliegende Arbeit unter Einbezug evolutorischer Theorien zu Richtung und Pfad-
abhängigkeit von Innovationen am wissenschaftlichen Konzept der Nationalen Innova-
tionssysteme. Kapitel zwei greift zunächst beide Theorien auf und definiert auf dieser

Basis und in Abgrenzung zu neoklassischen Theorien das dieser Arbeit zugrunde liegende Verständnis von Innovationspolitik.

Im Zentrum des darauf folgenden dritten Kapitels steht die Darstellung der Entwicklung der politischen Förderung von Windenergie seit den ersten Importen netzgebundener Windkraftanlagen 1986 bis zur Implementierung einer koordinierten Innovationspolitik im Jahr 2006. Im Rahmen eines Phasenmodells können auf diese Weise die Genese der politischen Förderung von Windenergie nachvollzogen sowie die sich wandelnden politischen Schwerpunkte identifiziert werden. Die Phasenaufteilung orientiert sich dabei an den zentralen politischen Plänen für erneuerbare Energien, durch die die politische Ausrichtung beeinflusst und verändert wurde.

Kapitel vier befasst sich schließlich mit der seit 2006 im Zuge der Implementierung des chinesischen Gesetzes für erneuerbare Energien vollzogenen Zusammenführung der bis dahin fragmentierten politischen Ansätze und zeigt auf, dass China seitdem eine koordinierte Innovationspolitik verfolgt. Die Analyse der ergriffenen innovationspolitischen Regulierungen und Maßnahmen steht im Mittelpunkt dieses Kapitels und kann dabei unter Rückbezug auf evolutorische Konzepte in ihrer Bedeutung für die Richtung von Innovationen bewertet werden. Dabei werden nach einer Analyse des Gesetzes für erneuerbare Energien zunächst die grundlegenden politischen Pläne mit Relevanz für den Windenergiesektor vorgestellt, bevor die ergriffenen Maßnahmen vorgestellt werden. Dabei wird unterteilt in Maßnahmen, von denen insbesondere eine Auswirkung auf den Aufbau des Innovationssystems für Windenergie zu erwarten ist, und Maßnahmen, die Nischen für die Entstehung und Verbreitung von Innovationen zur Verfügung stellen.

Im empirischen Teil der Arbeit wird in Kapitel fünf das chinesische Innovationssystem für Windenergie analysiert. Auf Grundlage einer quantitativen wie qualitativen Untersuchung der zentralen Akteure des Innovationssystems und ihrer Vernetzung innerhalb des Systems soll das gegenwärtige wie zukünftige Potenzial zu technologischen Innovationen im chinesischen Windsektor festgestellt werden. Zudem kann die Analyse des Innovationssystems aufzeigen, inwiefern die staatliche Innovationspolitik geeignete Anreize für eine innovative Dynamik des Systems gibt und dadurch in der Lage ist, die Entstehung von Innovationen im Bereich der Windenergie nachhaltig zu fördern.

Grundlage der Analyse des fünften Kapitels ist eine Untersuchung der wirtschaftlichen und wissenschaftlichen Akteure des chinesischen Innovationssystems für Windenergie. Im Falle der wirtschaftlichen Akteure wurden hierfür Daten des *China Wind Power Center* (CWPC) ausgewertet, das unter Mitwirkung der *Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit* (GTZ) 2005 gegründet wurde (CWPC o.J.c-e). Die Ergebnisse für in China aktive Windturbinenhersteller wurden zudem durch die Daten der *Chinese Wind Energy Equipment Association* (CWEEA) ergänzt und geprüft (Qi 2010).

Schwieriger gestaltet sich hingegen die Analyse der wissenschaftlichen Akteure des Sektors. Da hier keine kumulativen Datensammlungen der einschlägigen Organisationen vorliegen, stützt sich diese auf eine breit angelegte Internetrecherche, deren Grundlage die Auswertung der Suchergebnisse der chinesischen Suchmaschine Baidu sowie der amerikanischen Suchmaschine Google durch Eingabe einschlägiger chinesischer

Stichworte¹ ist. Ergänzt wurde die internetgestützte Erhebung, sofern nötig, durch die in der Sekundärliteratur angeführten Forschungsinstitute und Universitäten, die im Windenergiebereich tätig sind. Anhand der Namen der innerhalb des chinesischen Innovationssystems für Windenergie aktiven Akteure wurden schließlich die chinesischen Internetauftritte der insgesamt 70 Windturbinenhersteller, 48 Windkraftwerksbetreiber, fünf Hochtechnologiezonen und 17 Institutionen des Wissenschaftssektors identifiziert. Eine Auflistung aller analysierten Akteure und der jeweiligen Internetadressen findet sich in den Anhängen 1 bis 4 am Ende dieser Arbeit.

Ausgewertet wurden die Internetauftritte zunächst hinsichtlich quantitativer Daten wie der beantragten Patente, wissenschaftlichen Publikationen und des Personals für Forschung und Entwicklung (R&D). Zudem wurden alle Informationen über Kooperationen und Vernetzung mit anderen Akteuren des Innovationssystems sowie Angaben zu erhaltener politischer Förderung von R&D erfasst. In Bezug auf die Auswertung der Internetauftritte kann aufgrund teilweise unzugänglicher oder nur geringfügig informativer Webseiten kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben werden. Sofern möglich, wurden die erhobenen und verwendeten Informationen und Daten zudem durch Sekundärliteraturquellen hinsichtlich ihrer Validität und Plausibilität geprüft, sodass auf dieser Grundlage wichtige Schlussfolgerungen für die Beantwortung der Fragestellungen dieser Arbeit ermöglicht werden. Auf diese Weise bietet Kapitel fünf einen umfassenden Einblick in die Funktionsweise und Entwicklung des chinesischen Innovationssystems.

Kapitel sechs fasst schließlich die Ergebnisse zusammen und beantwortet auf dieser Grundlage die Forschungsfragen.

2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN

2.1. Innovationen und ihre wirtschaftliche Bedeutung

Unter einer technologischen Innovation ist die erfolgreiche Markteinführung einer technologischen Erfindung zu verstehen. Dabei sind Innovationen nicht notwendigerweise auf radikale Neuerungen zurückzuführen. Auch kleine Produktveränderungen und –anpassungen sind als Innovationen zu bezeichnen. Solche inkrementellen Innovationen resultieren nicht ausschließlich aus Ergebnissen von Grundlagenforschung, sondern entstehen ebenso durch „learning by doing“ sowie „learning by using“ (Freeman/Perez 1988: 46). Inkrementelle Innovationen treten dabei im Gegensatz zu radikalen Innovationen kontinuierlich auf, während die Entstehung radikaler Innovationen einem diskontinuierlichen und zufälligen Muster folgt (Nill 2009: 81; Freeman/Perez 1988: 45-46; Welsch 2005: 41-43).

Innovationen können einen Beitrag zu wirtschaftlichem und technologischem Wandel leisten, wenn ihre Diffusion und damit die Durchsetzung und massenhafte Verbreitung der neuen Technologie erfolgreich ist und eine langfristige Etablierung der Innovation

¹ Die Suchbegriffe hierfür waren, jeweils einmal in Kombination mit *Fengneng* 风能, *Fengli* 风力 und *Fengdian* 风电 sowie mit *Kezaisheng Nengyuan* 可再生能源, *Xinnengyuan* 新能源 und *Lüse Nengyuan* 绿色能源: *Jishu* 技术; *Yanjiu* 研究; *Yanjiusuo* 研究所; *Yanjiu Zhongxin* 研究中心; *Shiyanshi* 实验室; *Gongcheng Jishu Yanjiu Zhongxin* 工程技术研究中心; *Gongcheng Yanjiu Zhongxin* 工程研究中心; *Yanfa (Shiyan) Zhongxin* 研发(实验)中心 und *Yanfazhongxin* 研发中心. Ausgewertet wurden jeweils die ersten 15 Seiten an Suchergebnissen der Suchmaschinen Baidu und Google innerhalb des Untersuchungszeitraums vom 1. bis 14. November 2010.

ermöglicht. Ob eine technologische Erfindung erfolgreich auf dem Markt eingeführt und verbreitet werden kann, hängt insbesondere davon ab, ob ihre technologischen Leistungscharakteristika im Vergleich zu anderen Technologien Vorzüge vorzuweisen haben. Dabei können auch zunächst scheinbar technologisch unwesentliche, nicht-radikale Produktinnovationen entscheidenden Einfluss auf etablierte Märkte und deren Wettbewerber haben. Der Erfolg von Innovationen kann demnach unter anderem daran gemessen werden, ob sie eine Herausforderung für andere Wettbewerber sind und ob ihre Markteinführung deutliche Umbrüche des Marktes mit sich bringt oder gar neue Industriezweige schafft (Henderson/Clark 1990: 9). Für den Fall erneuerbarer Energien wie der Windenergie eignet sich zudem eine Differenzierung nach Leistungskriterien. Zu unterscheiden ist demnach zwischen den Innovationen, die eine bessere Leistungsfähigkeit aufweisen, indem sie durch umfassende Forschungsfortschritte Veränderungen des technologischen Grundkonzepts herbeiführen, und denjenigen, die durch kleinere Anpassungen der Komponenten eine gesteigerte Leistungsfähigkeit besitzen. Die verbesserte Leistungsfähigkeit kann sich beispielsweise an einer effizienteren Ressourcennutzung messen lassen (Henderson/Clark 1990: 10; Nill 2009: 92-95; Stamm et al. 2009: 17).

Innovationen, die eine verbesserte Umweltbilanz aufweisen, sind als ökologische Innovationen oder auch Umweltinnovationen zu bezeichnen. Dabei kann unterschieden werden zwischen sogenannten additiven oder *end-of-pipe* Lösungen, durch die herkömmliche Technologien umweltverträglicher gemacht werden sollen, und integrierten Lösungen, die neue, umweltverträglichere Technologien einführen. Windenergie ist damit Beispiel einer integrierten Technologie, wohingegen die Technologie der CO₂-Speicherung (Carbon Dioxide Capture and Storage – CCS) Beispiel einer additiven Lösung ist. Additive sowie integrierte ökologische Innovationen können zu einer nachhaltigeren Entwicklung beitragen. Zur Umstellung eines wirtschaftlichen Entwicklungsmodells tragen dahingegen insbesondere integrierte Technologien bei (Nill 2009: 90; Welsch 2005: 47).

Einem breiten Verständnis von Innovationen folgend, sind jedoch nicht nur technologische Innovationen als wirtschaftlich und gesellschaftlich relevante Größe einzustufen. Vielmehr gehen diese immer mit organisatorischen Innovationen einher, die wiederum entscheidende Auswirkungen auf technologische Innovationen haben und dazu beitragen, dass diese realisiert werden. Im betriebswirtschaftlichen Kontext werden organisatorische Innovationen auch als Prozessinnovationen bezeichnet. Sie umfassen im Gegensatz zu technologischen Innovationen sowohl technische, als auch organisatorische Veränderungen des Produktionsprozesses, wodurch dieser effizienter oder auch ökologisch verträglicher durchgeführt werden kann (Welsch 2005: 46; Cramer 1998: 88-89). Auf gesellschaftlicher Ebene verändern organisatorische Innovationen soziale Prozesse und werden daher auch unter dem Begriff *soziale Innovationen* zusammengefasst. Diese beschreiben die Summe aller Veränderungen gesellschaftlicher Regeln und Strukturen, die Auswirkungen auf das Innovationssystem eines Landes haben, und können durch politische Eingriffe wie auch durch gesellschaftliches Engagement induziert sein (Welsch 2005: 47).

Innovationen sind die Grundlage für technologischen Fortschritt und die zentrale Triebkraft wirtschaftlichen Wachstums. Spätestens seit den Arbeiten von Solow Mitte der 1950er Jahre wird technologischer Fortschritt in den Wirtschaftswissenschaften als Grundlage für nachhaltiges wirtschaftliches Wachstum und damit für eine stabile wirtschaftliche und soziale Entwicklung angesehen. Bis heute wird davon ausgegangen,

dass die Fähigkeit zur Verbreitung technologischer Innovationen über die wirtschaftliche Stärke von Nationen entscheidet (Jones 2002: 20-35; Easterly 2002: 47-53, 177-179; Hanusch/Cantner 1993: 11-12). Auch in der wissenschaftlichen Entwicklungsforschung, die sich mit den wirtschaftlichen Aufstiegs- und Aufholprozessen von Ländern wie China befasst, hat die Innovationsforschung und insbesondere die Frage nach günstigen politischen Bedingungen für auf technischem Fortschritt basierendes Wirtschaftswachstum eine entscheidende Bedeutung (Lundvall et al. 2009: 1-2).

2.2. Das neoklassische Verständnis von Innovationen

Die geläufigen neoklassischen Wachstumstheorien stoßen dabei in der Analyse von Innovationen und ihrer Entstehung schnell an ihre Grenzen. Innovationen werden hier als exogene Größe angenommen, die konstant wächst und nicht beeinflussbar ist. Ansätze der neuen Wachstumstheorie² gehen einen Schritt weiter und fassen Innovationen als endogen auf. Dabei werden diese als ein öffentliches Gut beschrieben, in das aufgrund der Charakteristika Nichtausschließbarkeit und Nichtrivalität,³ die einem öffentlichen Gut eigen sind, nur unzureichend und unterhalb eines gesamtgesellschaftlich optimalen Niveaus investiert wird. Das öffentliche Gut *Innovationen* zeichnet sich demnach durch positive Externalitäten⁴ aus, die internalisiert werden müssen, um das gesellschaftliche Optimum zu erreichen (Jones 2002: 80-86). Ökologischen Innovationen wird demzufolge ein doppeltes Externalitätenproblem zugeschrieben. Durch die unzureichende Internalisierung der positiven ökologischen Auswirkungen dieser Innovationen liegt das Investitionsniveau demnach noch weiter unter dem gesellschaftlichen Optimum, als dies bei Innovationen ohne positive Umweltbilanz der Fall ist (Nill 2009: 26-27).

Die neue wie auch die neoklassische Wachstumstheorie erlangen keine Einsichten für eine Analyse der Entstehung von Innovationen und bieten somit auch keine Grundlage für die Evaluation von Innovationspolitik. Beide Theorien beruhen auf der neoklassischen Annahme statischer wirtschaftlicher Gleichgewichte. Sobald politische Regulierung Anreize für zusätzliche Investitionen in Forschung und Entwicklung und damit für die Internalisierung der positiven Externalitäten geschaffen hat, ist das Gleichgewicht demnach hergestellt. Eine dynamische Betrachtung der Entstehung von Innovationen und der diese begünstigenden Rahmenbedingungen ist daher auf neoklassischer Grundlage ebenso wenig möglich wie eine Analyse der Richtung, in der nach neuen technologischen, eventuell ökologisch verträglicheren Lösungen gesucht wird. Vielmehr wird

² Die neue Wachstumstheorie entstand in den 1980er Jahren. Wichtigster Vertreter der neuen Wachstumstheorie, die auch unter dem Namen *endogene Wachstumstheorie* referenziert wird, ist Paul Romer, nach dem das auf den Arbeiten von Solow aufbauende Romer-Modell benannt ist (Jones 2002: 96-97).

³ Wenn ein Gut sich durch Nichtausschließbarkeit auszeichnet, so kann niemand von der Nutzung dieses Gutes abgehalten werden. Ein solches Gut muss sich jedoch nicht notwendigerweise gleichzeitig durch Nichtrivalität auszeichnen. Beispielsweise kann eine öffentliche Liegewiese von jedem ohne Einschränkung genutzt werden. Bietet diese jedoch nur begrenzt Platz, entsteht eine Rivalität zwischen den potentiellen Nutzern. Eine solche Rivalität ist jedoch im Falle von Ideen und Forschungsergebnissen nicht gegeben. Auch wenn das damit zusammenhängende Wissen von vielen Personen verwendet wird, kann niemand – ohne zusätzliche Regulierungen – von der Nutzung dieses Wissens ausgeschlossen werden (Jones 2002: 80-81).

⁴ Positive Externalitäten entstehen dann, wenn Investitionen in ein öffentliches Gut nicht nur dem Investor oder Produzenten zugutekommen, sondern darüber hinaus positive gesellschaftliche Auswirkungen bestehen. Dadurch, dass sich diese nicht in vollem Maße im Gewinn des Produzenten niederschlagen, sinkt der Anreiz für Investitionen in dieses Gut und damit gleichzeitig der positive gesellschaftliche Nutzen (Jones 2002: 83).

die Entstehung von Innovationen als eine *Black Box* aufgegriffen, die marktwirtschaftlichen Strukturen folgt und politisch nur durch marktneutrale Maßnahmen beeinflusst werden sollte, die den Wettbewerb nicht beeinträchtigen. Über die Richtung von Innovationen entscheidet dem neoklassischen Verständnis zufolge ausschließlich der marktwirtschaftliche Wettbewerb. Eine Beeinflussung des ökonomischen wie ökologischen Entwicklungsmodells, wie es die chinesische Regierung anstrebt, wäre auf Grundlage dieser Theorien nicht möglich (Li 2003: 16-17; Erdmann 1993: 68).

Um Eingriffe in die Entstehungsprozesse von Innovationen sowie politische Versuche, die innovative Tätigkeit eines Landes in eine ökologische Richtung zu lenken, zu evaluieren und zu bewerten, lohnt es sich daher, abseits der neoklassischen Theorie nach Modellen für die Entstehung von Innovationen und entsprechenden Ableitungen für Innovationspolitik zu suchen. Nur so kann eine geeignete Grundlage für die Analyse chinesischer Innovationspolitik geschaffen werden.

2.3. Nationale Innovationssysteme

Bereits die ersten wissenschaftlichen Ansätze, die das Potenzial zu technologischen Innovationen in verschiedenen Ländern untersuchten, sind dem Aufstieg asiatischer Staaten zuzuschreiben: Die beeindruckenden Entwicklungen Japans sowie der sogenannten *Tigerstaaten* gelten als Ausgangspunkt für die zunehmende wissenschaftliche Bedeutung der Innovationsforschung. Dabei stand insbesondere die Frage nach den politischen Gegebenheiten im Mittelpunkt, die dazu beigetragen haben, dass asiatische Staaten technologisch die westlichen Industrienationen so schnell und erfolgreich einholten (Hanusch/Cantner 1993: 12; Freeman/Soete 1997: 302-304; Hobday 1995). Seitdem ist die Analyse Nationaler Innovationssysteme wichtiger Bestandteil der Innovationsforschung. Von vornehmlichem Forschungsinteresse sind die institutionellen und organisatorischen Bedingungen, in die Innovationsprozesse innerhalb eines Landes eingebettet sind. Im Mittelpunkt steht dabei die Frage nach den Bedingungen innerhalb eines Innovationssystems, die die Entstehung von Innovationen unterstützen können.

Ein Nationales Innovationssystem ist ein komplexes System, das, eingebettet in die historisch und kulturell bedingte sozio-ökonomische Struktur eines Landes, die Interaktion zwischen und innerhalb von Organisationen und Institutionen⁵ ermöglicht. Dadurch wird die Entstehung, Diffusion und Anwendung von wissenschaftlichem und technologischem Wissen gefördert, wobei dieses Wissen sowohl Ergebnis eines forschungs-basierten Lernprozesses sein kann, als auch durch Experimente und praktische Anwendung entsteht (Lundvall 2009: 6; Kaiser 2008: 25). Die Interaktion der Akteure eines Innovationssystems kann formellen und informellen Netzwerkcharakter annehmen und lässt sich ebenso an neu entstehenden Organisationen in Form von Forschungsinstituten oder Joint Ventures wie an informellem Wissensaustausch festmachen. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Grad an Interaktion und Kooperation innerhalb eines Innovationssystems dessen Innovationspotential bestimmt. Insbesondere interorganisatorischer Kooperation zwischen Forschungseinrichtungen auf der einen und Unternehmen auf der anderen Seite ist demnach eine wichtige Funktion für erfolgreiche Innovationen zuzuschreiben (Schibany/Polt 2001: 7-8; Kaiser 2008: 45; Li Zhenjing 2003: 21).

⁵ Unter Organisationen sind hier wissenschaftliche und ökonomische ebenso wie politische, administrative und regulative Akteure zu verstehen. Institutionen dagegen umfassen formale wie informale Normen und Standards, sind also ebenso Gesetze und Verordnungen wie auch Traditionen und kulturell typische Praktiken (Kaiser 2008: 28).

Der Innovationsprozess selbst ist als ein hochgradig interaktiver und sozialer Lernprozess zu verstehen, dessen Akteure in ständigem Austausch miteinander stehen und dadurch für das Prozessergebnis entscheidenden Einfluss aufeinander nehmen. Auf diese Weise können während der Produktentwicklung auftretende Probleme ebenso Einfluss auf die Grundlagenforschung nehmen wie das Feedback des Marktes oder der Anwender einer technischen Neuheit die Produktentwicklung oder gar die Grundlagenforschung beeinflussen können (Freeman/Soete 1997: 200-203; Kaiser 2008: 45; Welsch 2005: 53-58).

In starkem Kontrast zu diesen von Netzwerktheorien beeinflussten Vorstellungen von Innovationsprozessen beherrschte lange die Vorstellung eines linearen Entstehungsmodells von Innovationen die wissenschaftliche Theorie. Demnach werden Innovationen von Forscherseite durch einen *science-push* ausgelöst, bevor sie in die Phase der Produktentwicklung eintreten und schließlich auf dem Markt eingeführt werden. Insbesondere in sozialistischen Systemen wie der Volksrepublik China (VR China) vor 1978 führte diese Vorstellung planbarer Phasen technologischer Entwicklung zu weitreichenden Folgen für das Innovationssystem, die sich in einer strikten Trennung von Forschungs-, Produktentwicklungs- und Produktionseinheiten manifestierten (Fritsch 1999: 2). Der Analyserahmen des Nationalen Innovationssystems fügt dieser Vorstellung nicht nur die Bedeutung der Nachfrageorientierung von Innovationen hinzu, sondern beschreibt die Entstehung von Innovationen im Rahmen eines Rückkopplungsmodells, wonach sich die einzelnen Phasen des Innovationsprozesses durch vielfache Rückwirkungen gegenseitig beeinflussen. Insbesondere „learning by doing“ – wie auch „learning by using“ – Prozesse (Freeman/Perez 1988: 46) werden dadurch angeregt und die schnelle Verbreitung bestehenden Wissens unterstützt (Hanusch/Cantner 1993: 17-18; Welsch 2005: 53-58).

Im Zuge der zunehmenden globalen Vernetzung wird vermehrt darauf hingewiesen, dass ein streng nationaler Analyserahmen für die Betrachtung Nationaler Innovationssysteme kaum mehr angemessen sei (Kaiser 2008: 51). Tatsächlich ist die internationale Verflechtung elementarer Bestandteil der meisten Innovationssysteme. Gleichzeitig ist jedoch festzustellen, wie sehr Innovationssysteme weiterhin maßgeblich von nationalen institutionellen wie organisatorischen Gegebenheiten bestimmt und beeinflusst werden, sodass sich diese weiterhin als Analyserahmen eignen (Li Zhenjing 2003: 29-30; Kaiser 2008: 51). Auch Regionalisierungs- und Clusterbildungstendenzen sind innerhalb Nationaler Innovationssysteme zu beobachten. Erfolgsmodelle wie das des Silicon Valley in den USA, dem als IT-Cluster ein besonderer Beitrag zu Innovationen zugeschrieben wird, lenken daher auch in der theoretischen Betrachtung den Fokus vermehrt auf regionale oder lokale Netzwerke (OECD 2010b: 10; Li Zhenjing 2003: 30-31).

2.4. Evolutorische Theorien zur Richtung von Innovationsprozessen und zu technologischem Wandel

Die Theorie Nationaler Innovationssysteme leistet einen wichtigen Beitrag zur Analyse der Rahmenbedingungen, unter denen Innovationen besonders gefördert werden. Dies lässt jedoch keine Schlüsse über die Richtung technologischen Wandels zu. Es lohnt sich daher, als Ergänzung der Theorie Nationaler Innovationssysteme Erklärungsansätze der evolutorischen Innovationsforschung hinzuzuziehen.

Auch die evolutorische Innovationsforschung beschreibt den Innovationsprozess als einen stark interaktiven, sozialen Lernprozess und geht davon aus, dass die Ausrichtung des Innovationsprozesses nicht linear auf ein bestimmtes Ergebnis fixiert ist, sondern

von der Interaktion der teilnehmenden Akteure abhängt (Nill 2009: 67-77; Nelson/Winter 1982; Dosi et al. 1988; Erdmann 1993; Freeman/Soete 1997). Innovationsprozesse orientieren sich demnach an schon bestehendem Wissen, welches den Akteuren innerhalb des Bildungs- und Wissenschaftssystems vermittelt wurde. Auf Basis des existenten Wissens entwickeln die Akteure neue technische Lösungen. Diese werden innerhalb bereits bestehender, durch historische Gegebenheiten vorgegebener technologischer Pfade gesucht. Je höher die bisherigen Investitionen innerhalb des Innovationsystems in den bereits bestehenden technologischen Pfad waren, desto stärker orientieren sich auch die neuen Suchprozesse an diesem Pfad. Bei Innovationsprozessen handelt es sich demnach um stark kumulative Lernprozesse (Kaiser 2008: 44-45).

So kann beispielsweise die Durchsetzung fossiler Energieträger als ein technologischer Pfad verstanden werden, an dem sich Innovationen im Energiesektor bereits über Jahrzehnte orientieren. Jahrelange Bildungs-, Forschungs- und Infrastrukturinvestitionen sowie die Manifestierung von Organisationen und Unternehmen inklusive der entsprechenden Produktions- und Zulieferketten, aber auch einflussreiche Interessenverbände tragen als Lock-in-Effekte dazu bei, dass sich ein technologischer Pfad manifestiert und dadurch zu einem technologischen Paradigma wird. Ein solches technologisches Paradigma erschwert durch die institutionelle Manifestierung der technologischen Suchrichtung die Entstehung alternativer und bestenfalls ökologisch verträglicherer Technologien und kann dadurch das wirtschaftliche Entwicklungsmodell eines Landes nachhaltig bestimmen (Dosi 1988: 223; Nill 2009: 172).

Ein Lock-in eines bestimmten wirtschaftlichen Entwicklungsmodells wird durch die Wettbewerbssituation zwischen alten und neuen sowie auch zwischen verschiedenen neuen Technologien weiter verstärkt: Beispielsweise tragen hohe Setup-Kosten neuer Technologien dazu bei, eine Markteinführung alternativer technologischer Konzepte zu erschweren. Zudem besteht insbesondere für Technologien mit einer besseren ökologischen Bilanz, aber mit (noch) nicht wettbewerbsfähigen Preisen, ein Nachteil gegenüber bereits etablierten Technologien, wodurch die Markteinführung und Diffusion einer Technologie nachhaltig beeinträchtigt werden kann (Nill 2009: 138-146).

Grundlegendes Verständnis der Evolutorik ist jedoch, dass kein Lock-in und damit kein technologisches Paradigma dauerhaft und unüberwindbar ist. Ebenso wie Lock-in-verstärkende Effekte bestehen, können auch Lock-in-lösende Effekte auftreten und dazu beitragen, dass sich Suchprozesse abseits des bestehenden Entwicklungsmodells orientieren. Lock-in-lösend wirken insbesondere negative Auswirkungen oder Leistungsgrenzen bisheriger Technologien, beispielsweise durch eine direkt wahrzunehmende Umweltzerstörung. Aber auch radikal neue technologische Möglichkeiten und Durchbrüche können Lock-in-lösend wirken. Ebenso in diesem Zusammenhang zu erwähnen ist eine nachfrageseitige Verlagerung auf Produkte mit bestimmten Merkmalen und Funktionen wie ökologischer Verträglichkeit oder geringem Ressourcenverbrauch. Des Weiteren werden die Bedeutung sozial verantwortlicher und innovativ handelnder Unternehmer sowie die Auswirkungen von Input- und Ressourcenpreisveränderungen genannt. Nicht zuletzt können aber insbesondere innovationspolitische Maßnahmen dazu beitragen, dass Lock-ins gelöst werden und sich neue Technologien durchsetzen können (Nill 2009: 147-152; Cowan/Kline 1996: 13-15).

2.5. Innovationspolitik

Neoklassische Theorien sehen die Aufgabe von Innovationspolitik ausschließlich in der Förderung von Innovationen bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung des freien Wettbewerbs. Dementsprechend präferieren diese die Einführung eines umfassenden Patentschutzes sowie technologieunspezifischer Subventionen als innovationspolitische Maßnahmen, durch die alleine marktwirtschaftlicher Wettbewerb über die Durchsetzung einer Technologie entscheiden soll. Die Richtung, in der innerhalb einer Volkswirtschaft nach Innovationen gesucht wird, kann und sollte nach neoklassischem Verständnis politisch nicht beeinflusst werden (Hanusch/Cantner 1993: 13-17). Die besondere Situation, die sich mit Blick auf Innovationen von ökologischer Relevanz ergibt, lösen neoklassische Ansätze unter Verweis auf die innovative Wirkung umweltpolitischer Maßnahmen wie der Erhebung von Umweltsteuern oder auch der Einführung von Umweltstandards, die nicht mit den bereits bestehenden Technologien erreicht werden können (Porter-Hypothese) (Nill 2009: 31-35; Porter/Van der Linde 1995). Empirisch zeigt sich jedoch, dass umweltpolitische Instrumente erst dann eine Auswirkung auf Innovationen haben, wenn sie im Zusammenspiel mit anderen innovationspolitischen Maßnahmen eingesetzt werden (Hemmelskamp 1996: 23; Freeman/Soete 1997: 423).

Unter Rückbezug auf die vorgestellten theoretischen Ansätze hat Innovationspolitik zwei Funktionen:

1. Innovationspolitik beeinflusst die institutionellen wie organisatorischen Bedingungen des Nationalen Innovationssystems und kann durch die Stärkung von Netzwerkeffekten die Entstehung von Innovationen begünstigen (Kaiser 2008: 25).
2. Innovationspolitik kann zur Lösung von Lock-ins beitragen, indem sie Nischen für die Entwicklung neuer Technologien fördert sowie die Diffusion von Innovationen unterstützt. Auf diese Weise kann Innovationspolitik die Richtung von Innovationsprozessen beeinflussen und Grundlagen für einen technologischen Wandel schaffen (Caniël/Romijn 2008: 251; Nill 2009: 401-415).

Innovationspolitik ist demnach als eine *Meta-Policy* zu verstehen, die die verschiedenen innovationsrelevanten Politikfelder Forschungs- und Wissenschaftspolitik sowie Technologie- und Bildungspolitik koordiniert und gleichzeitig auf nicht originäre Politikfelder wie die Finanz- und Wirtschaftspolitik zurückgreift. Für die Analyse von Innovationen im Energiesektor sind zudem Energie-, Umwelt- und Klimapolitik als relevante Politikfelder der Innovationspolitik einzustufen, wobei auch diese bereits als *Meta-Policies* mit starken Überschneidungen zu den genannten Politikfeldern einzustufen sind (Kaiser 2008: 249-250).

Durch ihren Charakter als *Meta-Policy* obliegen der Innovationspolitik umfassende horizontale Koordinierungsaufgaben, um die politischen Maßnahmen zwischen den verschiedenen Politikressorts zusammenzuführen (Kaiser 2008: 249-250). Ebenso wichtig stellt sich die vertikale Koordination dar. Innovationspolitik ist darauf angewiesen, umfassende Informationen über neue innovationspolitisch relevante technologische Entwicklungen zu erlangen und auf dieser Grundlage politische Maßnahmen regelmäßig zu evaluieren und gegebenenfalls anzupassen (Nill 2009: 395). Vertikale Koordination

kann diese Informationswege institutionalisieren und dazu beitragen, dass ein zeitnahe Evaluations- und Lernprozess auf politischer Ebene ermöglicht wird. Gleichzeitig birgt dies jedoch die Gefahr, Informationen zu verzerren. Innovationspolitik steht damit vor einem Koordinationsdilemma, denn „Koordination [...] begrenzt die existierende Vielfalt in dem Moment, in dem sie gerade auf eine solche angewiesen ist.“ (Kaiser 2008: 253)

Einem ähnlichen Dilemma ist Innovationspolitik in Bezug auf die Auswahl förderungswerter Innovationen ausgesetzt. Dabei steht sie vor der Herausforderung, Entwicklungsnischen für ausgewählte Technologien zu schaffen und gleichzeitig einen kreativitätsfördernden Selektions- und Wettbewerbsdruck aufrecht zu erhalten. Auch die Suche nach neuen und eventuell leistungsfähigeren Technologien sollte innovationspolitisch nicht eingeschränkt werden. Innovationspolitik ist daher neben guten horizontalen und vertikalen Kommunikationskanälen insbesondere auf regelmäßige Evaluationen und Anpassungen angewiesen (Caniël/Romijn 2008: 255).

Aufgrund dieser Dilemmata, in deren Kontext innovationspolitische Entscheidungen stehen, können die implementierten Maßnahmen kaum eindeutig bewertet werden (Nill 2009: 390-393). Daher sollen bei der folgenden Analyse der chinesischen Innovationspolitik vorwiegend die nationalen Besonderheiten sowie ihre Auswirkungen auf das chinesische Innovationssystem für Windenergie im Mittelpunkt stehen.

3. DIE ENTWICKLUNG DER POLITISCHEN FÖRDERUNG VON WINDENERGIE IN CHINA (1986 BIS 2006)

Die Entwicklung der politischen Förderung von Windenergie in China in den Jahren 1986 bis 2006 lässt sich in drei Phasen unterteilen. Die Phasenaufteilung orientiert sich dabei an den zentralen politischen Plänen für erneuerbare Energien, wobei eine Kongruenz mit den nationalen Konferenzen für Wissenschaft und Technologie (S&T) in den Jahren 1985, 1995 und 2006 festzustellen ist, während derer die jeweiligen technologiepolitischen Strategien festgelegt wurden (OECD 2008: 71). Die Entwicklung seit 2006 wird Kapitel vier detailliert aufgreifen.

3.1. Phase I: Importe als technologisches Vorbild (1986 bis 1995)

1986 importierte der dänische Windturbinenhersteller Vestas drei 55 kW-Windkraftanlagen nach China, die im ersten Windpark der Volksrepublik in der Provinz Shandong errichtet werden sollten. Initiiert wurde dieses erste chinesische Windenergieprojekt mit großen Windenergieanlagen von der Provinzregierung Shandongs und dem chinesischen Ministerium für Luft- und Raumfahrt, finanziert jedoch ausschließlich durch dänische Entwicklungshilfe (Harmony Climate Group 2009). Dieser Import war der Startschuss für die Entwicklung netzgebundener Windenergieanlagen in China. Abseits ausländischer Entwicklungsgelder existierten zu diesem Zeitpunkt keine Investitionen in die Entwicklung netzgebundener Windenergie (Lema/Ruby 2007: 3880-81; Lew 2000: 280).

Dies ist insbesondere der politischen Interessenlage zuzuschreiben. Kleinwindanlagen für den nicht netzbetriebenen Hausgebrauch⁶ waren bereits seit den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts weit verbreitet, dennoch bestanden zunächst nur geringe Anreize, netzgebundene Windtechnologie politisch zu fördern. Das politische Interesse, das hinter der Einführung von Windenergie stand, konzentrierte sich auf die Elektrifizierung ländlicher Gebiete, die bisher von der Stromversorgung weitgehend abgeschnitten waren. Schon der 6. Fünfjahresplan von 1981 enthielt entsprechende Zielvorgaben unter der Prämisse der Landentwicklung (Lew 2000: 276). Netzgebundene Energieerzeugung durch Windkraftanlagen war zunächst politisch wie wirtschaftlich nicht attraktiv. Verglichen mit Kohleenergie waren die importierte Windtechnologie sowie die daraus generierte Windenergie zu teuer, um ein breiteres politisches Interesse zu wecken. Da gleichzeitig das Problem der Umweltverschmutzung, durch welches Windenergie an Attraktivität hätte gewinnen können, kaum Wahrnehmung erfuhr, wurden bis 1995 keine politischen Anstrengungen unternommen, um einen nationalen Windtechnologiesektor zu entwickeln und nationale Produktionskapazitäten aufzubauen (Lema/Ruby 2007: 3880-81). Charakteristisch für diese erste Phase der Entwicklung der Windenergie in China sind demnach eine geringe politische Beachtung sowie eine hohe Importabhängigkeit. Innovationspolitisch hatte Windenergie damit zunächst auch keine Bedeutung. Dennoch waren die Importe von Windtechnologie in dieser Phase aus heutiger Sicht wichtige technologische Orientierungspunkte für die weitere Entwicklung der Windenergie in China.

3.2. Phase II: Beginn der politischen Förderung (1995 bis 2000)

3.2.1. Windenergie im Kontext entstehender energie- und umweltpolitischer Strategien

Unter dem Eindruck eines massiven Anstiegs des nationalen Energieverbrauchs, wachsender Besorgnis über die langfristige Energiesicherheit des Landes sowie der zunehmenden internationalen Thematisierung des Klimawandels wurde der Nutzung alternativer Energieträger ab 1995 mit der Veröffentlichung des *New and Renewable Energy Development Program 1996-2010* erste politische Aufmerksamkeit zuteil (Lema/Ruby 2007: 3881-82). Zum ersten Mal formulierte Chinas Führung nun konkrete quantitative Ziele für die Entwicklung netzgebundener Windenergie: Bis zum Jahr 2000 sollten zwischen 300 und 400 MW netzgebundener Windenergie installiert werden (SPC et al. 1995: 3.2.; Dan 2009: 96; Lema/Ruby 2007: 3882).

Auch in die energiepolitische Gesamtstrategie des Landes hielt die Entwicklung erneuerbarer Energien nun schrittweise Einzug. Die überarbeitete Fassung des *Electricity Act of the People's Republic of China* aus dem Jahr 1998 betont die strategische Wichtigkeit von erneuerbaren Energien für die Optimierung der Ressourcennutzung, für die Reduzierung des Emissionsniveaus sowie für die Verbesserung der Umweltbedingungen. Während die erste Fassung des Gesetzes von 1995 nur eine generelle Unterstützung der Entwicklung erneuerbarer Energien beinhaltet hatte, wurde nun die bis dato vornehmlich landwirtschaftspolitische Bedeutung von erneuerbaren Energien in einen breiteren energie- und umweltpolitischen Kontext gestellt (MOST 2002: 48).

⁶ Nach heutigem technologischem Stand definiert der Bundesverband Windenergie Kleinwindanlagen als Windkraftanlagen mit einer Nennleistung von bis zu 100 kW. Als Kleinwindanlagen für den Hausgebrauch gelten Windkraftanlagen mit einer Leistung bis zu 30 kW. Marktgängige Kleinwindanlagen für den Hausgebrauch liegen bei einer Leistung von 5-10 kW (Bundesverband Windenergie e.V. 2010).

Bereits 1994 war die energiepolitische Bedeutung von Windenergie durch die Einführung des ersten Stromabnahmevertrages für Windenergie in China deutlich aufgewertet worden. Dieser sah eine ortsnahe Anbindung an das Stromnetz durch die staatlichen Netzbetreiber vor. Gleichzeitig sicherte die zuständige Behörde, das damalige *Ministry of Power*, den Anlagenbetreibern einen festen Tarif zu, durch den Kostendeckung sowie eine Gewinnmarge von 15% ermöglicht werden sollte. Dieser Stromabnahmevertrag war ein erster politischer Versuch, durch wirtschaftspolitische Maßnahmen eine Risikosenkung und Profitsicherung zu erreichen und dadurch eine Entwicklungsnische für Windenergie zu schaffen (Liu et al. 2002: 758; Lema/Ruby 2007: 3882; MOST 2002: 20-21).

3.2.2. Erster Aufbau nationaler Produktionskapazitäten

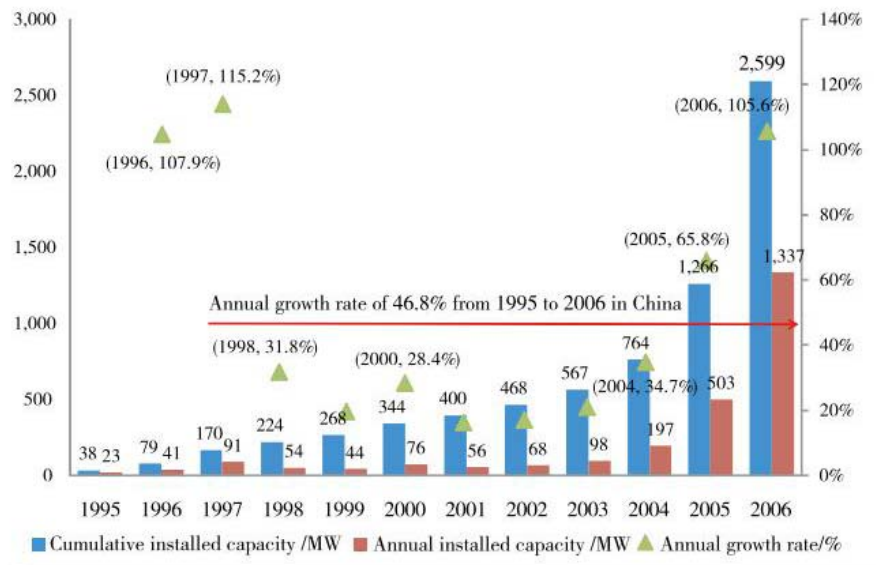
Das Hauptinteresse der Landentwicklung hinter der Ausweitung von Windenergie blieb ebenso wie die Importabhängigkeit des Sektors auch in der zweiten Entwicklungsphase zunächst unverändert. Fehlendes technologisches Wissen aufgrund bislang inexistenter Förderung von R&D führte dazu, dass die politisch anvisierten Ziele von 300-400 MW einzig durch die Einfuhr ausländischer Produkte zu erreichen waren. Um einen Anreiz für die nötigen Importe zu schaffen, ließ die chinesische Regierung netzgebundene Windturbinen mit einer kurzen Ausnahme zwischen 1996 und 1998 bereits 1990 von Einfuhrzöllen befreien. Zudem verfolgte das 1997 eingeführte *Riding the Wind Program* (Chengfeng Jihua 乘风计划) durch die gezielte Subventionierung ausländischer Importe einen ähnlichen Ansatz (Lema/Ruby 2007: 2882-83).

Das Programm ist jedoch gleichzeitig Hinweis auf eine neue politische Ausrichtung, die den Aufbau einer nationalen Windenergieindustrie anstrebte. Mit dem Ziel, die lokale Produktionsrate bis zum Jahr 2000 auf 60% zu erhöhen und dadurch die Kosten von Windenergie maßgeblich zu senken, sollten durch das *Riding the Wind Program* Joint Ventures zwischen ausländischen und chinesischen Unternehmen gegründet werden, um auf diese Weise ausländische Technologien einzuführen und zu adaptieren (Xia/Song 2009: 1968-69; Lema/Ruby 2007: 3882; Cherni/Kentish 2007: 3620). Diese Politik des Technologietransfers bei gleichzeitiger Ausweitung der eigenen Produktionskapazität stellte zu dieser Zeit keine Ausnahme dar und ist bis heute Bestandteil der innovationspolitischen Strategie Chinas. Im Falle der Windenergie scheiterte der Technologietransfer durch Joint Ventures jedoch bereits in der Anfangsphase. Das *Riding the Wind Program* führte zu lediglich zwei Joint Ventures, einem mit dem deutschen Windturbinenhersteller NORDEX und einem mit dem spanischen Produzenten MADE, der 2003 von Gamesa aufgekauft wurde (o.A. 1999). Beide Unternehmen konnten über das jeweilige Joint Venture keine langfristige Marktpräsenz aufbauen (Tan 2010: 2924).

Dennoch stieg die Gesamtmenge installierter Windenergie zwischen 1995 und 1997 mit kurzzeitigen Wachstumsraten von über 100% deutlich an, wodurch die politischen Ziele von 300-400 MW erreicht werden konnten (siehe Abbildung 1). Ursache dafür war das sogenannte *Shuangjia*-Projekt, dessen einzige Bestimmung es war, das Erreichen der politisch festgelegten Ziele sicher zu stellen. Durch dieses kurzfristige und top-down-orientierte Programm wurde zwischen 1995 und 1996 der Bau von vier Windparks gezielt und punktuell gefördert. Subventioniert von der *State Economic and Trade Commission* (SETC), die heute Teil der *National Development and Reform Commission* (NDRC) ist, trugen die in Xinjiang, der Inneren Mongolei sowie in den Provinzen Zhejiang und Hebei installierten Anlagen zu den beeindruckenden Wachstumsraten bei. Bis

zum Jahr 2000 war eine installierte Gesamtkapazität von 344 MW erreicht, wodurch die politischen Vorgaben erfüllt werden konnten.

Abbildung 1: Jährliche Wachstumsraten, jährlich installierte Kapazität und Gesamtkapazität der Windenergie in China 1995 bis 2006



Quelle: Li Junfeng et al. 2007

Das Programm verhalf dem Windenergiesektor jedoch nicht zu einer stabilen, langfristigen Entwicklung, sondern ist vielmehr ein Beispiel für die Bedeutung politischer Zielvorgaben in China (MOST 2002: 33; Liu et al. 2002: 758). Das Ziel gesteigerter nationaler Produktionskapazitäten konnte dagegen aufgrund der widersprüchlichen Zielsetzung (siehe Abschnitt 3.2.4.) des *Riding the Wind Program* und des *Shuangjia-Projektes* nicht erreicht werden. Weiterhin wurden 95-97% aller Windturbinen importiert (Lema/Ruby 2007: 3883).

3.2.3. Erste technologiepolitische Förderung von netzgebundener Windenergie

Technologiepolitische Ansätze zur Förderung von Windtechnologie waren zu Beginn der zweiten Entwicklungsphase nur am Rande von Bedeutung. Dennoch wurde Windtechnologie mit Einführung des 9. Fünfjahresplans bereits 1995 in das *National Key Technology R&D Program* aufgenommen. Dieses Programm verfolgte das Ziel, speziell jene Hochtechnologie-Forschung zu fördern, die für die Einführung in den landwirtschaftlichen Produktionsprozess von Bedeutung ist oder die Anwendbarkeit von Technologien verbessert. Die Aufnahme von Windenergie in das Förderprogramm stand damit in engem Zusammenhang mit dem politischen Ziel der landwirtschaftlichen Entwicklung. Die staatliche Förderung von Windtechnologie im Rahmen des *National Key Technology R&D Program* war punktuell organisiert und durch die gezielte Finanzierung von einzelnen Forschungsprojekten zudem auch inhaltlich stark vom Staat beeinflusst (Kroll/Conlé/Schüller 2008: 212).

Im Kontext dieses Programms stand 1998 die Gründung des heutigen chinesischen Marktführers *Goldwind*, der aus einem durch das Forschungsprogramm geförderten Projekt hervorging. Diese Unternehmensgründung blieb jedoch ebenso wie industriena-

he Forschung im Windsektor während dieser Phase eine Ausnahme, sodass nicht von ersten Ansätzen eines Nationalen Innovationssystems die Rede sein kann. Dennoch ist anhand der Gründung des bis heute wichtigen chinesischen Pioniers der Windturbinentechnologie eine Tendenz der staatlichen Technologiepolitik festzumachen, durch die Unternehmen verstärkt in den Mittelpunkt rückten. Während ähnliche Tendenzen zu dieser Zeit in der gesamtstaatlichen Technologie- und Forschungspolitik gepaart waren mit zunehmenden industrienahen Forschungsaktivitäten an Universitäten, welche zuvor vornehmlich die Aufgabe der Ausbildung übernommen hatten, können solche Ansätze im Bereich der Windenergie zu dieser Zeit jedoch nur vereinzelt festgestellt werden⁷ (OECD 2008: 72).

3.2.4. Staatliche Koordinationsdefizite

Charakteristisch für die Gestaltung des Windenergiesektors während der zweiten Phase und Ursache für die geringen Erfolge der Politik waren die teils widersprüchlichen politischen Programme und Maßnahmen: Windtechnologieprodukte wurden einerseits von Importzöllen befreit, andererseits sollten jedoch nationale Produktionsfähigkeiten aufgebaut und Technologietransfers unterstützt werden. Während zudem das *Riding the Wind Program* eine langfristige Entwicklung des Sektors anvisierte, zielte das *Shuangjia-Projekt* konträr dazu auf eine kurzfristige und output-orientierte Politik. Ursache für diese deutlich voneinander abweichenden politischen Ziele waren erhebliche Koordinationsdefizite auf höchster politischer Ebene, die sich in einem Zerfall in zwei politische Blöcke manifestierten. Auf der einen Seite stand das damalige *Ministry of Power*, das durch politische wie auch operative Einbindung in den chinesischen Energiemarkt umfassenden Machteinfluss hatte und eine Politik verfolgte, die eine umfassende Ausweitung der nationalen Kapazitäten im Bereich der erneuerbaren Energien anstrebte. Auf der anderen Seite bestimmten mit der *State Development and Planning Commission* (heute Teil des *Ministry of Commerce*, MOFCOM), der *State Science and Technology Commission* (heute *Ministry of Science and Technology*, MOST) sowie der SETC drei Institutionen das Politikfeld, die auf eine langsamere Entwicklung dieses Energiesegments setzten und die zunehmende wirtschaftliche und politische Machtposition des *Ministry of Power* im Energiesektor kritisch beurteilten (Lema/Ruby 2007: 3882-83; MOST 2002: 31-32). Erst 1998 wurden mit der Abschaffung des *Ministry of Power* erste Grundlagen für eine Trennung wirtschaftlicher und administrativer Organisationen gelegt und damit Voraussetzungen für eine bessere horizontale Koordination geschaffen (Cherni/Kentish 2007: 3618; GTZ 2007: 5). Dennoch bleibt festzuhalten, dass die Entwicklungsphase zwischen 1995 und 2000 von einer fragmentierten politischen Gestaltung im Windenergiesektor gekennzeichnet ist.

3.3. Phase III: Marktreformen und Diffusionsstrategien (2000 bis 2006)

3.3.1. Energiepolitische Zielsetzung

Der Beginn des neuen Jahrtausends markiert einen Wendepunkt für die Entwicklung erneuerbarer Energien in China. Zwei Strategiepläne, der *2000-2015 New and Renewable Energy Industry Development Plan* sowie der *10th Five Year Plan for New and Renewable Energy Industry*, verdeutlichen die gesteigerte politische Bedeutung alternativer Energieformen und schufen neue politische Rahmenbedingungen für die Entwicklung der Windenergie (Shi 2009: 96). Zudem legte eine Reform des Ener-

⁷ Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Recherchen ergaben, dass nur eine einzige Universität, die *Shantou University* in der Provinz Guangdong, bereits in dieser Phase Forschung im Bereich großer Windenergieanlagen betrieb (Shantou University College of Engineering 2010).

giesektors im Jahr 2002 neue strukturelle Grundlagen für die Gestaltung des Energiemarktes, die nachhaltigen Einfluss auf die heutige Erscheinungsform des Nationalen Innovationssystems ausübten. Der Windenergie kam zwar ebenso wie anderen erneuerbaren Energien während der dritten Phase eine stärkere Gewichtung innerhalb der Technologiepolitik des Landes zu, der Schwerpunkt politischer Fördermechanismen lag jedoch zunächst auf wirtschaftspolitischen Maßnahmen.

Während das Ziel der Landentwicklung für die politische Förderung der Windenergie bis zum Jahr 2000 im Vordergrund gestanden hatte, wurde nun eine neue Ausrichtung proklamiert. Die rasante Entwicklung der chinesischen Energienachfrage führte dazu, dass Energiesicherheit und eine geringere Abhängigkeit von ausländischen Energieressourcen zentrale Anliegen der Politik wurden. Dadurch intensivierte sich das Interesse an der Ausweitung erneuerbarer Energien wie der Windenergie. Auch die wachsende Wahrnehmung von Umweltproblemen als Gefahr für die politische und soziale Stabilität des Landes beeinflussten die politischen Rahmenbedingungen für erneuerbare Energien. Umweltbedenken im ökologischen Sinne spielten jedoch weiterhin eine untergeordnete Rolle (SETC 2000; SETC 2001). Quantitatives Ziel für die Stromerzeugung durch netzgebundene Windenergie war dem *2000-2015 New and Renewable Energy Industry Development Plan* zufolge eine Gesamtkapazität von 700 MW im Jahr 2015. Damit wurde zum ersten Mal eine langfristige Planung für die Entwicklung der Windenergie aufgestellt. Diese lag jedoch weit unter den technisch machbaren Möglichkeiten und kann daher nicht als geeignete umweltpolitische Zielsetzung im Sinne der Porter-Hypothese (siehe Abschnitt 2.5.) bewertet werden. Vielmehr macht die geringe politisch geplante Gesamtkapazität installierter Windenergieanlagen deutlich, dass der Windenergie zu Beginn der dritten Phase keine herausragende politische Beachtung zuteilwurde. Die folgende rapide Entwicklung des Windsektors, durch die das gesetzte quantitative Ziel weit übertroffen werden konnte, wurde politisch jedoch massiv unterschätzt: Bereits 2004 konnte mit einer installierten Gesamtkapazität von 764 MW die eigentlich erst für 2015 geplante Energiemenge erzeugt werden (Li Junfeng et al. 2007: 7).

Ein höheres Maß an Energiesicherheit und emissionsfreien Energieformen sollte den neuen politischen Vorgaben zufolge unter anderem durch eine konsequente Förderung des Aufbaus der nationalen Windenergieindustrie durch inländische Produktion erreicht werden. Der *2000-2015 New and Renewable Energy Industry Development Plan* fordert explizit, dass der „Großteil elektronischer Komponenten für [netzgebundene; M.M.] Windenergie-Systeme national produziert werden soll und technische Standards wie auch die Betriebsqualität den Standards vergleichbarer internationaler Produkte entsprechen sollen“⁸ (SETC 2000: § 3.3.3.). Der Aufbau nationaler Produktionskapazitäten rückte damit weiter in das Zentrum der politischen Zielvorgaben, die nun auch durch wirtschaftspolitische Maßnahmen untermauert wurden (Siehe Abschnitte 3.3.3.). Bei gleichzeitig weiterhin hoher Abhängigkeit von ausländischen Technologieimporten ist die politische Maxime einer international wettbewerbsfähigen Stärke des chinesischen Windenergiesektors als ein deutlicher Paradigmenwechsel anzusehen, der die neue politische Gewichtung der Windenergie verdeutlicht (SETC 2000: § 3.3.3.; SETC 2001: § 5.2.).

⁸ „Daduoshu fengli fadian shebei bujian yao shixian guonei shengchan zhizao, qi jishu biao zhun he yingyun zhiliang dadao guowai tonglei chanpin de zhibiao yaoqiu 大多数风力发电设备部件要实现国内生产制造, 其技术标准和营运质量达到国外同类产品的指标要求” (SETC 2000: § 3.3.3.)

3.3.2. Ausweitung der technologiepolitischen Förderung von Windenergie

Auch wenn energie- und wirtschaftspolitische Aspekte den Schwerpunkt der neuen politischen Ausrichtung bildeten, gewann die technologiepolitische Förderung von Windenergie immer größere Bedeutung. So wurden im Rahmen des so genannten *863-Programms* erste Windtechnologie-Projekte durchgeführt (Lewis 2007: 219). Als einem der bis heute zentralen Programme der chinesischen Technologiepolitik ist es ausdrückliches Ziel des *863-Programms*, internationale Wettbewerbsfähigkeit in Hochtechnologiebranchen von nationaler Bedeutung herzustellen und dadurch die etablierten Industrienationen technologisch einzuholen (Fan 2006: 100). Die Aufnahme von Windtechnologie in das Programm, die gemeinsam mit anderen erneuerbaren Energieformen erfolgte, entspricht der Zielsetzung innerhalb der Rahmenpläne für erneuerbare Energien und identifiziert Windenergie-technologien damit als einen Technologiezweig, dem eine besondere nationale Bedeutung zugesprochen wird (Tan 2010: 2922; SETC 2000; SETC 2001).

Die Auswahl von Windtechnologie als zu fördernde Technologie im Rahmen des *863-Programms* offenbart gleichzeitig ein bis heute zentrales Merkmal chinesischer Technologiepolitik: Durch die konkrete Auswahl förderungswerter Technologien gibt diese die Suchrichtung von Innovationsprozessen staatlich vor. Damit wird der Wettbewerb zwischen Technologien zu großen Teilen auf zentralstaatlicher Ebene entschieden, was unter dem gegebenen Informationsdilemma (siehe Abschnitt 2.5.) kritisch zu beurteilen ist. Welche konkreten Auswirkungen dies auf das Nationale Innovationssystem hat, wird im Folgenden noch zu klären sein. Festzuhalten ist zunächst, dass die durch das *863-Programm* geförderten Projekte an einigen der heute im Windsektor profilierten Forschungsinstitute wichtige Grundlagen für die spätere Entwicklung des Sektors legten. Auch wenn die Vergabe und Durchführung von *863-Projekten* sich seit dem 10. Fünfjahresplan (2001-2005) den Vorgaben des Programms entsprechend eigentlich auf industrielle Akteure konzentrieren sollten, ist das *863-Programm* im Windsektor damit als wissenschaftspolitisches Programm zur Förderung von R&D an wissenschaftlichen Einrichtungen einzustufen (Fan 2006: 100; Kroll/Conlé/Schüller 2008: 212).

Während ausländische Unternehmen weiterhin den chinesischen Windtechnologiemarkt bestimmten, sind dennoch einige wichtige Unternehmensgründungen während dieser Phase der chinesischen Windenergieentwicklung festzumachen. Insbesondere die Gründung der bis heute marktprägenden staatlichen Unternehmen *Sinovel*, *Zhejiang Hewind*, *Zhejiang Windey* und *AVIC Huide* ist hier zu erwähnen. Sowohl die Gründung von *Sinovel*, als auch die von *AVIC Huide* können dabei mit den im Rahmen des sogenannten *Fackelplans* (*Huoju Jihua* 火炬计划) gegründeten Hochtechnologiezonen in Verbindung gebracht werden (Sinovel 2010; Zhejiang Hewind o.J., Zhejiang Windey o.J.; AVIC Huide o.J.). Dieser Plan war bereits im Jahr 1988 in Kraft gesetzt worden, um die Markteinführung von Technologien zu beschleunigen, günstige Rahmenbedingungen für R&D in Unternehmen zu schaffen sowie die Gründung von sogenannten Spin-off-Unternehmen⁹ zu fördern, durch die marktreife Technologien verbreitet werden sollten. Im Rahmen des *Fackelplans* wurden landesweit zahlreiche Hochtechnologieentwicklungszonen gegründet, die durch verbesserte Rahmenbedingungen wie Steuererleichterungen und günstige Darlehen für die Entwicklung der Technologien Unternehmens-

⁹ Unter Spin-off-Unternehmen versteht man von Universitäten oder Forschungsinstituten gegründete neue, unabhängige Unternehmen. Eines der bekanntesten Beispiele eines Spin-off-Unternehmens in China ist der Computerhersteller *Lenovo* (ehemals *Legend*), der ein Spin-off der *Chinese Academy of Science* ist (Jakobson 2007: 13).

gründungen erleichtern und gleichzeitig nach dem Silicon-Valley-Prinzip zu Spill-Over-Effekten beitragen sollen (OECD 2008: 152; Li Zhenjing 2003: 121-124; Kroll/Conlé/Schüller 2008: 213-214).

In einer Bekanntmachung neuer Bestimmungen für die Auswahl von Unternehmen, die im Rahmen der Hochtechnologiezonen gefördert werden sollen, nahm das MOST im Jahr 2000 Unternehmen des Sektors „neuer Energien und hochleistungsfähiger Energiespartotechnologien“¹⁰ (MOST 2000: § 4.7.) in die Auswahlkriterien auf. Die erste Gründungswelle erfolgreicher chinesischer Unternehmen im Windenergiesektor ist auf diese Politik zurückzuführen. Die im Rahmen des *Fackelplans* geförderten Hochtechnologiezonen, durch die Lokalisierung und geographische Clusterbildung innerhalb des Nationalen Innovationssystems gezielt politisch gefördert werden, haben bis heute eine wichtige Bedeutung für die Entwicklung von Windenergiotechnologien in China (MOST 2000; Delman/Chen 2008: 100-101).

Auch kleine und mittlere Unternehmen (Small and Medium Enterprises – SMEs) standen während der dritten Entwicklungsphase vermehrt im Blickfeld der Technologiepolitik des Landes: Im Rahmen des zu Beginn der dritten Phase eingeführten *Innofund for Small Technology-based Firms* sollten SMEs finanziell durch günstige Kredite für kleine Start-up-Unternehmen mit hohem Potenzial zu technologischen Innovationen unterstützt werden. Neue Energien gehörten bereits seit der Anfangsphase des Fonds zu den Technologiebereichen, in denen SMEs gefördert werden sollten. Der *Innofund* war damit ein eindeutiges politisches Bekenntnis zu privaten Unternehmen und deren Wichtigkeit für die Entstehung technologischer Innovationen innerhalb des Nationalen Innovationssystems. Dies zeigt bereits die neue marktwirtschaftliche Orientierung der Politik, die im Energiesektor insbesondere innerhalb der Energiemarktreform von 2002 (siehe Abschnitt 3.3.3.) zum Tragen kam (Kroll/Conlé/Schüller 2008: 214; Cherni/Kentish 2007: 3619).

Trotz der intensivierten Förderung von Windenergiotechnologien im Rahmen von wissenschafts- und technologiepolitischen Programmen entwickelte sich auch während der dritten Phase noch keine flächendeckende technologiepolitische Gestaltung des Sektors. Der politische Schwerpunkt lag weiterhin auf dem Aufbau eines Energiemarktes und der Einführung wirtschafts- und finanzpolitischer Maßnahmen im Rahmen der Energiemarktreform von 2002, um den Aufbau einer nationalen Windenergieindustrie voranzutreiben.

3.3.3. Energiemarktreform

Die Energiemarktreform legte 2002 wichtige strukturelle Grundlagen für die weitere Entwicklung des Windenergiesektors. Auf Basis einer neuen politischen Grundlinie, die die Einführung marktwirtschaftlicher Strukturen beabsichtigte, wurde nicht nur ein neues Preissystem für Windenergie eingeführt, sondern auch erste steuer- und finanzpolitische Maßnahmen zur Förderung der Windenergie auf regionaler Ebene. Auch auf höchster staatlicher Ebene fanden Umstrukturierungen statt, die als ein erster Schritt hin zu einer stärkeren politischen Koordination zu verstehen sind.

¹⁰ “Xinnengyuan yu Gaoxiao Jieneng Jishu 新能源与高效节能技术” (MOST 2000: § 4.7.)

Der Markt als Leitprinzip

Die Energiemarktreform von 2002 führte in den bis dahin hochgradig zentralisierten Energiemarkt marktwirtschaftliche Strukturen ein und war damit nicht nur ein Anreiz für die Gründung neuer Unternehmen im Energiesektor, sondern auch Grundlage für die Entstehung eines stärker wettbewerbsorientierten Windenergiemarktes. Während zuvor die *State Power Corporation* als Dachorganisation der Energieunternehmen der einzelnen Provinzen fungiert und auf diese Weise 46% des generierten Stromes und 90% des Stromnetzes administriert hatte, wurde der Sektor nun vollständig umstrukturiert. Mit dem Ziel, einen stärker wettbewerbsorientierten Markt aufzubauen sowie Energieanlagen- und Stromnetzbetreiber zu trennen, wurde die *State Power Corporation* in sechs energieproduzierende Unternehmungen¹¹ und zwei Netzbetreiber¹² mit verschiedenen regionalen Subeinheiten aufgeteilt (Baker & McKenzie et al. 2007: 5-6; Cherni/Kentish 2007: 3618; Lema/Ruby 2007: 3884).

Oberste Maxime der Energiemarktreform war die auch in den Plänen von 2000 und 2001, dem *2000-2015 New and Renewable Energy Industry Development Plan* sowie dem *10th Five Year Plan for New and Renewable Energy Industry*, festgelegte politische Linie des „Markt[es] als Leitprinzip“ (Yi Shichang wei Daoxiang 以市场为导向) (SETC 2000: § 1; SETC 2001: § 2.1.), die im Kontext des allgemeinen Trends zu liberaleren Marktstrukturen im Zuge des chinesischen Beitritts zur *World Trade Organization* (WTO) im Jahr 2001 stand und für den Windenergiesektor entscheidende Veränderungen mit sich brachte.

Einführung eines ausschreibungsbasierten Preissystems

Insbesondere das im Zuge der Reform 2002 eingeführte ausschreibungsbasierte Preissystem für Windenergie ist hier hervorzuheben. Dieses ist als das erste erfolgreiche politische Instrument zur Schaffung einer Entwicklungsnische für den chinesischen Windenergiesektor anzusehen und hat seit seiner Einführung weitreichenden Einfluss auf die Entwicklung des Windsektors. Die NDRC, die als zuständige Regierungsbehörde die Verantwortung für das Preissystem übertragen bekam, schrieb nun Windprojekte zentral aus und leitete die Auswahl innerhalb des Ausschreibungsverfahrens. Ziel war es, die Produktionspreise zu senken und dadurch eine umfangreiche Diffusion dieser Technologie zu ermöglichen (Li Junfeng et al. 2006: 6-10; Lema/Ruby 2007: 3885; Cherni/Kentish 2007: 3623).

Die Senkung der Produktionspreise sollte zunächst dadurch gewährleistet werden, dass derjenige Anbieter das Verfahren gewann, der den niedrigsten Preis pro Kilowatt bot. Damit intendierte die NDRC insbesondere eine kostengünstige und effiziente Gestaltung der Produktionsprozesse. Zentraler Aspekt des neuen Preissystems waren damit Prozessinnovationen chinesischer Unternehmen. Somit ist das Ausschreibungsverfahren als erstes explizit innovationspolitisches Element herauszustellen. Das System führte jedoch bald zu großen Schwierigkeiten, da die Energieunternehmen Preise boten, die weit unterhalb ihrer tatsächlichen Produktionskosten lagen, um Ausschreibungen zu gewinnen (CGTI 2009: 137). Dadurch wurden die Projekte für die jeweiligen Unternehmen jedoch unrentabel und zahlreiche Windparks konnten nicht gebaut werden be-

¹¹ *China Huaneng Group, China Datong Generation Group, China Huadian Group, China National Power Group, China Power Investment Group und North China Power Group* (Baker & McKenzie et al. 2007: 6).

¹² *State Grid Corporation of China und China Southern Grid Corporation* (Baker & McKenzie et al. 2007: 6).

ziehungsweise nicht die ursprünglich geplante Strommenge generieren. Ein Grund dafür war neben reinen Preiseffekten, dass die Vergabe nicht an Qualitätskriterien und Technologiestandards geknüpft war (Cherni/Kentish 2007: 3621). Diese Problemlage führte dazu, dass die Auswahlkriterien später evaluiert und in den Jahren 2005, 2007 sowie 2009 schrittweise verbessert werden mussten (siehe Abschnitt 4.4.2.) (Li et al. 2010: 44-45; NDRC 2009).

Für ausländische Unternehmen kam das Preissystem faktisch einem Ausschluss aus dem Windenergiemarkt Chinas gleich (Howell et al. 2010: 53-57). Aufgrund von Produktionskosten, die teilweise 50-70% höher lagen als die ihrer chinesischen Konkurrenten, konnten ausländische Bieter mit den Preisen der größtenteils staatlichen chinesischen Unternehmen, die die Ausschreibungen gewannen, nicht mithalten. Zudem stellten hohe Auflagen für die Projektvergabe eine Hürde dar: Bedingung war eine lokale Produktionsrate von mindestens 50%, die 2004 auf 70% erhöht wurde und ausländische Unternehmen zwang, in China mit chinesischen Unternehmen zu kooperieren und vor Ort zu produzieren. Dies entsprach dem politischen Ziel, Produktionsprozesse im Windsektor zu lokalisieren, und stellte Entwicklungsnischen für chinesische Unternehmen zur Verfügung. Die Unternehmen konnten sich unter einem geringeren Wettbewerbsdruck und geschützt durch lokale Produktionsraten entwickeln, während innerhalb des Vergabeverfahrens der Selektionsdruck zwischen den jeweiligen chinesischen Unternehmen – zunächst teils übermäßig stark und kontraproduktiv – aufrecht erhalten wurde (Lema/Ruby 2007: 3886; Shi 2009: 100).

Dennoch kann das Preissystem aus chinesischer Perspektive als Erfolg betrachtet werden. Abgesehen von einer allgemein deutlichen Senkung der Windenergiepreise legte es insbesondere die Grundlage für den Aufbau der chinesischen Windenergieindustrie. Hohe Wachstumsraten installierter Windenergiekapazitäten seit der Einführung des Ausschreibeverfahrens für Windprojekte zeugen zudem von einer erfolgreichen Diffusion der Windtechnologie mit Hilfe des 2002 eingeführten Preissystems. Gleichzeitig brachte dies einen zunehmenden Ausschluss ausländischer Unternehmen vom chinesischen Windenergiemarkt mit sich. Dieser manifestierte sich weniger durch absolut gesunkene Absatzzahlen als durch einen erheblichen Verlust an Marktanteilen im Zuge der Stärkung chinesischer Windenergieunternehmen. Ausländische Unternehmen zogen sich zunehmend auf die Rolle der Technologieanbieter zurück. Produktinnovationen wurden damit auch in der dritten Phase der Windenergieentwicklung in China weiterhin nahezu ausschließlich durch ausländische Unternehmen zur Verfügung gestellt, die zunächst technologisch konkurrenzlos blieben (Li Junfeng et al. 2010: 37; Cherni/Kentish 2007: 3620-21; Lema/Ruby 2007: 3886; MOST 2002: 28).

Beachtenswert ist, dass für andere erneuerbare Energien wie die Solarenergie zur gleichen Zeit ähnliche Preissetzungsmechanismen eingeführt wurden (CGTI 2009: 140-143). Die politische Förderung konzentrierte sich damit nicht auf eine alternative Energieform, sondern förderte systematisch alle Energieoptionen innerhalb des Spektrums nachhaltiger Energieerzeugung, wodurch zunächst allen Technologieoptionen Entwicklungsnischen zur Verfügung gestellt wurden. Die chinesische Politik blieb demnach zwar nicht technologisch vollkommen neutral, gewährleistete aber einen gewissen Wettbewerb zwischen den verschiedenen regenerativen Energietechnologien, während sie diesen wichtige Entwicklungsnischen im Wettbewerb mit herkömmlichen Technologien, den fossilen Energieträgern, öffnete (Nill 2009: 392).

Regionale Einführung wirtschafts- und finanzpolitischer Maßnahmen

Im Zuge der Energiemarktreform von 2002 wurden in einigen wenigen Provinzen auch wirtschafts- und finanzpolitische Maßnahmen eingeführt. Profitieren konnten Unternehmen im Windenergiebereich z.B. von reduzierten Umsatzsteuern in den Provinzen Hebei, Liaoning, Jilin und Guangdong, in denen die Umsatzsteuer für Windenergieprojekte von den sonst üblichen 17% auf 6% reduziert wurde. Die Regierungen der Inneren Mongolei und Xinjiangs führten Einkommensteuererleichterungen für Projekte im Bereich erneuerbarer Energien durch eine zweijährige Befreiung von der Steuerpflicht ein. Mit Krediten zu reduzierten Zinsraten für Windenergieprojekte konnten Unternehmen auch eine erste gesamtstaatliche Maßnahme in Anspruch nehmen. Damit erfuhre die Förderung von Windenergie eine erhebliche Ausweitung, wodurch, wenn auch regional begrenzt, zusätzliche Entwicklungsnischen für Windenergie geschaffen wurden. Technologiepolitische Aspekte blieben dabei zunächst noch im Hintergrund (Cherni/Kentish 2007: 3619; MOST 2002: 49-50).

Horizontale und vertikale Koordination

Im Zuge der Reform wurden auch auf höchster staatlicher Ebene einige Veränderungen mit weitreichenden Folgen vorgenommen. Zunächst hatte die Abschaffung des *Ministry of Power*, die mit einer deutlichen Aufwertung der SETC einherging, zu einer ersten Klärung der politischen Weisungsbefugnis über den Energiesektor gesorgt. Seit 2003 werden nun die Aufgaben der SETC von der NDRC, der ehemaligen *State Development and Planning Commission*, übernommen. Durch die Zusammenführung energiepolitischer mit wirtschaftspolitischer Weisungsbefugnis wurde eine erste Grundlage für horizontale Koordination zwischen den einzelnen für Windenergie relevanten Politikfeldern geschaffen (Lema/Ruby 2007: 3884).¹³

Auch vertikal wurden Koordinationsbemühungen unternommen. Bereits 2000 war die *Chinese Renewable Energy Industry Association* (CREIA) informell gegründet worden, im Jahr 2003 wurde sie nun offiziell anerkannt (UN 2007: 16). Auch die Gründung des zweiten für den Windenergiesektor bis heute wichtigen Industrieverbands, der *Chinese Wind Energy Association* (CWEA), im Jahr 2002 fällt in die gleiche Zeit. Beide Gründungen waren ein Signal für die wachsende Bedeutung von Unternehmen. Dabei übernehmen diese Unternehmerverbände eine Brückenfunktion zwischen Staat und Unternehmen im Windenergiesektor und sind in dieser Funktion nicht nur für die Verbreitung und Kommunikation staatlicher Politik zuständig, sondern haben zudem Einfluss auf die

¹³ Cherni und Kentish kommen hier unter Verweis auf die Gründung der sogenannten *State Electricity Regulatory Commission* (SERC) im Jahr 2003 zu einem anderen Schluss und argumentieren, dass durch die Neugründung der SERC keine horizontale Koordination zustande kam. Aufgrund der fehlenden Weisungsbefugnis der SERC und damit mangelnder Autorität, durch die die NDRC einzige operative politische Einheit blieb, wird im Rahmen dieser Arbeit jedoch der Argumentation von Lema und Ruby gefolgt und von einer stärkeren horizontalen Koordination ausgegangen (Cherni/Kentish 2007: 3624; Lema/Ruby 2007: 3884).

politische Gestaltung des Sektors (Holbig/Reichenbach 2005: 115-117).¹⁴ Als Beispiel hierfür können die Evaluationen des Preissystems von 2007 und 2009 herangezogen werden, die jeweils stark unter dem Einfluss der Industrieverbände standen (Li Junfeng et al. 2006; Li Junfeng et al. 2010: 42). Zudem pflegen beide Organisationen ein internationales Netzwerk und haben durch die internationale Ein- und Anbindung der chinesischen Windenergieunternehmen auch eine wichtige Bedeutung für die globale Einbindung des Windenergiesektors (UN 2007: 17-19; Li Junfeng et al. 2010: 42).

4. INNOVATIONSPOLITIK ZUR FÖRDERUNG VON WINDENERGIE SEIT 2006

Die vierte Phase der politischen Förderung von Windenergie begann mit der Einführung des *Renewable Energy Law* im Jahr 2006 und der Aufnahme von Windenergie in die langfristigen Rahmenpläne aller relevanten Politikressorts. Seitdem verfolgt China eine koordinierte Innovationspolitik zur Förderung von Windenergie, die sich an zahlreichen implementierten Maßnahmen nachvollziehen lässt.

4.1. Das Gesetz für erneuerbare Energien – Grundlage einer koordinierten Innovationspolitik

Noch unter dem Eindruck der Energiekrise in den Jahren 2003 und 2004, während der weite Teile Chinas von großflächigen Stromausfällen betroffen waren und die Ölnachfrage um 15% auf 850.000 Barrel pro Tag hochschnellte (Downs 2006: 6), veröffentlichte der Staatsrat der VR China 2005 das *Renewable Energy Law*, das am ersten Januar 2006 in Kraft trat (Staatsrat 2005). Das Gesetz ist der erste umfassende Ansatz eines rechtlichen Rahmens für erneuerbare Energien in China und markiert einen Quantensprung in der politischen Gestaltung des Sektors. Dabei werden durch das Gesetz sowohl die Erfahrungen der vorangegangenen Politik im Bereich erneuerbare Energien zusammengeführt und auf eine rechtliche Basis gestellt, als auch der Grundstein für eine hochgradig koordinierte Innovationspolitik gelegt (Baker & McKenzie 2007: 10-11; CWPC o.J.b).

Die innerhalb des *Renewable Energy Law* bestimmten Ziele geben vor, dass durch erneuerbare Energien das Energieangebot ausgeweitet und die Energieressourcenstruktur verbessert werden soll. Dabei rücken neben der Energiesicherheit nun auch der Schutz der Umwelt und der Beitrag erneuerbarer Energien zur nachhaltigen wirtschaftlichen Entwicklung in den Mittelpunkt (Staatsrat 2005: 19 (§ 1)). Um diese übergeordneten Ziele zu erreichen, legt das Gesetz fest, dass mittel- und langfristige quantitative Ziele auf gesamtstaatlicher wie auf Provinzebene definiert und veröffentlicht werden sollen (Staatsrat 2005: 20 (§§ 7-8)). Auch hinsichtlich der industriellen Entwicklung werden die mit Energiethemen befassten Organe des Staatsrates angehalten, offizielle Leitfäden

¹⁴ Besonders prägend für Unternehmerverbände in China sind die oftmals staatlichen Gründungsinitiativen sowie hohe Hürden bei der Registrierung durch das Gesetz für soziale Organisationen. Dieses legt beispielsweise fest, dass eine bereits registrierte Organisation eine Bürgschaft für den neu zu gründenden Verband übernehmen muss. Zudem bestehen oft eine enge personelle Verflechtung von staatlichen Vertretern (oft ehemaligen Kadern) und Unternehmerverbänden sowie finanzielle Abhängigkeiten (Holbig/Reichenbach 2005: 115-117, 145). Dennoch engagieren sich die Unternehmerverbände zunehmend als Vermittler von Interessen der Unternehmerschaft gegenüber der Regierung. Auch eine öffentliche Interessenartikulation findet vermehrt statt. Allerdings wählen die Verbände dabei kaum konfrontative Vorgehensweisen, sondern versuchen, durch kooperative Strategien ihre Interessen zu vermitteln und durchzusetzen (Holbig/Reichenbach 2005: 272-273; Kennedy 2005: 165).

zu erstellen sowie gleichzeitig technische Standards für die jeweiligen Technologien und Produkte aufzustellen (Staatsrat 2005: 20 (§ 11); CRES/GIEC 2009: 24-25).

Mit der technologischen Entwicklung des Sektors befasst sich insbesondere Absatz 3 des Gesetzes. Darin wird festgelegt, dass „der Staat die wissenschaftliche und technologische Forschung sowie die industrielle Entwicklung erneuerbarer Energien als priorisiertes Technologiefeld für die Entwicklung von S&T und Hochtechnologieindustrie“¹⁵ (Staatsrat 2005: 20 (§ 12)) einstuft. Neben der Aufnahme erneuerbarer Energien in die staatlichen Technologiepläne sollen insbesondere ein Fonds zur Unterstützung von S&T für diesen Forschungsbereich eingerichtet (Staatsrat 2005: 20, 22 (§§ 12, 24)) sowie günstige Kredite und Steuerreduzierungen für Unternehmen angeboten werden (Staatsrat 2005: 22 (§§ 25-26)). Ziel dieser Maßnahmen ist es, Forschung und Entwicklung im Bereich der erneuerbaren Energien ebenso wie die Industrialisierung des Sektors zu stärken und dadurch nicht nur die Preise für erneuerbare Energien zu senken, sondern auch die Qualität der jeweiligen Technologien zu verbessern. Dabei verpflichtet Paragraph 12 zudem die im Bildungsbereich verantwortlichen Organe des Staatsrates, die Grundlage für eine solche Entwicklung durch die Aufnahme von erneuerbaren Energien in den allgemeinen wie berufsbezogenen Bildungsplan zu schaffen (Staatsrat 2005: 20 (§ 12)). Um die Gewinne für Kraftwerksbetreiber langfristig sicherzustellen und auf diese Weise das Investitionsrisiko in erneuerbare Energien zu senken, werden des Weiteren die Stromnetzbetreiber nun per Gesetz dazu angehalten, den durch erneuerbare Energien erzeugten Strom von den Kraftwerksbetreibern in vollem Umfang zu kaufen und in das Stromnetz zu integrieren (Staatsrat 2005: 21 (§ 14); Li Junfeng et al. 2010: 60; CRES/GIEC 2009: 24-25; Dan 2006: 100; CWPC o.J.; Baker & McKenzie 2007: 10-22; Wang/Yin/Li 2010: 1873-75; Lema/Ruby 2007: 3886-88).

Das *Renewable Energy Law* führt damit sämtliche Fäden der Politik zur Förderung erneuerbarer Energien zusammen. Auf Basis einer energie- und umweltpolitischen Zielsetzung verfolgt es den Ansatz, Technologie-, Wissenschafts- und Bildungspolitik sowie darüber hinaus Finanz- und Wirtschaftspolitik zusammenzuführen, um die Entwicklung erneuerbarer Energien zu beschleunigen. China schafft damit durch das *Renewable Energy Law* die Grundlage für umfassende Innovationspolitik im Bereich erneuerbarer Energien, die sich durch einen hohen Grad an Koordination aller beteiligten Politikfelder auszeichnet (Lema/Ruby 2007: 3886).

2009 wurde das *Renewable Energy Law* überarbeitet, im April 2010 trat es in seiner neuen Form in Kraft (Staatsrat 2009; CWPC o.J.b). Die Regierung reagierte damit auf immense Probleme, die seit Einführung des Gesetzes unter anderem durch die explosionsartige Kapazitätserhöhung der Windenergie aufgetreten waren. Dazu gehörten Schwierigkeiten mit der zeitnahen Anbindung erzeugter Energie an das Stromnetz, da die Netzbetreiber nicht in der Lage waren, den schnellen Anstieg der anzuschließenden Strommenge zu kompensieren (Wang/Yin/Li 2010: 1876). Die Überarbeitung des Gesetzes sieht daher nun vor, dass zu jedem vorgesehenen Projekt Pläne für den Aufbau von Netzkapazitäten eingereicht werden müssen, bevor das Projekt durchgeführt werden kann. Dadurch sollen Anreize für den Ausbau des Netzes geschaffen werden. Neben weiteren Anpassungen ist die wichtigste Neuerung die Einführung einer Quote für erneuerbare Energien. Quantitative Ziele sollen zukünftig nicht mehr als absolute Menge

¹⁵ „Guojia jiang kezaisheng nengyuan kaifa liyong de kexue jishu yanjiu he chanyehua fazhan liewei keji fazhan yu gaojishu chanye fazhan de youxian lingyu. 国家将可再生能源开发利用的科学技术研究和产业化发展列为科技发展与高技术产业发展的优先领域.“ (Staatsrat 2005: 20 (§ 12))

installierter Kapazität festgelegt werden, sondern als prozentualer Anteil der durch erneuerbare Energien generierten Strommenge an der Gesamtstrommenge. Insgesamt legt die Anpassung des *Renewable Energy Law* einen starken Schwerpunkt auf die Entwicklung der Netzinfrastruktur und erweitert beispielsweise auch den Zuständigkeitsbereich des Fonds für erneuerbare Energien auf Stromspeicherung und Smart-Grid-Technologien.¹⁶ Die politische Führung reagiert damit auf die Situation des Bottlenecks, mit dem sich der Windenergiesektor konfrontiert sieht, und versucht, dem entgegenzuwirken (Staatsrat 2009; CWPC o.J.b).

4.2. Supraministeriale Koordination und Kooperation

Grundlage für die Zusammenführung der verschiedenen Politikfelder innerhalb des *Renewable Energy Law* ist eine stärkere Abstimmung und Kooperation der für erneuerbare Energien zuständigen administrativen Einheiten. So wurde 2005 zunächst die sogenannte *Energy Leading Group* (ELG) des Staatsrates gegründet (Meidan et al. 2009: 595-596). Unter der Leitung des Premierministers Wen Jiabao waren die Mitglieder dieser dem Staatsrat angegliederten Einheit vornehmlich Minister und Direktoren der für den Energiebereich als wichtig angesehenen Institutionen, darunter neben dem Minister der NDRC auch die Minister des *Ministry of Foreign Affairs*, des *Ministry of Finance*, des MOST, des MOFCOM und weiterer acht Einrichtungen. Als supraministeriale Organisationseinheit war es insbesondere Aufgabe der ELG, eine breite Konsensbildung innerhalb der Energiepolitik zu fördern und auf dieser Basis Empfehlungen an das Politbüro sowie an den Staatsrat weiterzugeben. Dabei stand weniger die Formulierung konkreter politischer Maßnahmen im Mittelpunkt der Konsultationen als vielmehr die Entwicklung von Leitprinzipien und die Einigung auf eine generelle politische Ausrichtung. Es ist in diesem Sinne von einem fundamentalen Einfluss der ELG auf die Gestaltung des *Renewable Energy Law* auszugehen (Downs 2006: 19-21).

Auch auf administrativer Ebene wurden seit Einführung der ELG 2005 weitere Anpassungen vorgenommen. Bereits 2008 wurde die ELG in *National Energy Commission* (NEC) umbenannt und gleichzeitig um weitere sechs Mitgliedsinstitutionen erweitert, darunter u.a. auch die *State Administration of Taxation* (SAT), die seitdem stark in die Formulierung und Durchführung der Energiepolitik eingebunden ist (MOST/MOFCOM/SAT 2008; MOST/GAC/SAT 2010). 2010 erfolgte eine erneute Erweiterung der Kommission, welche Spekulationen aufkommen ließ, ob auf Basis der NEC in naher Zukunft ein neues Energieministerium gegründet werden soll (The Green Leap Forward 2010; National Business Daily 2010). Die öffentliche Stellungnahme Wen Jiabaos, mit der NEC sei ein neues „Super-Ministerium“ (China Daily 2010) geschaffen worden, schürt diese Annahmen zusätzlich. In jedem Fall spricht die Erweiterung der NEC für eine zuletzt noch breiter angelegte politisch-administrative Koordination. Zudem wird mit der Gründung der NEC ein subtiler Wandel zu einem stärker an privaten Unternehmen orientierten Energiesektor vermutet. Während die ELG noch offiziell dazu aufgefordert war, bei Bedarf die großen Staatsunternehmen zu Beratungszwecken zu konsultieren, gilt diese Aufforderung seitdem nicht mehr. Dadurch wird der Einfluss staatlicher Unternehmen auf politische Entscheidungsprozesse zwar nicht obsolet, aber dennoch begrenzt (The Green Leap Forward 2010). Die Implementierung der politischen Pläne liegt trotz der Gründung der Koordinations- und Beratungseinheit

¹⁶ Die European Technology Platform SmartGrids definiert Smart Grids als “electricity networks that can intelligently integrate the behaviour and actions of all users connected to it – generators, consumers and those that do both – in order to efficiently deliver sustainable, economic and secure electricity supplies.” (European Technology Platform SmartGrids 2011)

NEC unverändert bei der *National Energy Administration* (NEA), der für Energieangelegenheiten zuständigen Abteilung der NDRC, die insbesondere auf die Preisgestaltung des Marktes weitreichenden Einfluss hat und nun auch gegenüber der NEC weisungsgebunden ist (Downs 2008: 43).

4.3. Erneuerbare Energien im Kontext langfristiger politischer Rahmenpläne

4.3.1. Rahmenplan der Wissenschafts- und Technologiepolitik

Der 2007 veröffentlichte Rahmenplan zur Wissenschafts- und Technologiepolitik der VR China, der *Medium- and Long-Term Scientific and Technological Development Plan* (S&T-MLP), benennt Energietechnologien als ersten von insgesamt elf Schwerpunktbereichen, die langfristig politisch priorisiert und gefördert werden sollen. Windenergie wird dabei explizit als zentrales Technologiefeld herausgestellt (MOST 2006: 3.1.4.). Die Schwerpunktbereiche des Plans umfassen alle Technologiesektoren, die nach Ansicht der politischen Führung Chinas einen Beitrag zur Lösung der drängenden wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Probleme des Landes leisten können. Diesen Technologien wird damit ein hoher politischer Stellenwert eingeräumt. Gleichzeitig zeigt die Suche nach technologischen Antworten auf soziale und ökologische Probleme die starke Technologiezentrierung chinesischer Politik. Die Entwicklung innovativer Technologien wird in den Dienst der gesamten Nation gestellt, was nicht nur eine utilitaristische Sicht, sondern auch eine Politisierung und ideologische Überhöhung von technologischer Entwicklung offenbart (Shen/Williams 2005: 198; Jakobson 2007: 3).

Unter dem Schlagwort *indigenous innovation* (Zizhu Chuangxin 自主创新)¹⁷ führt der S&T-MLP eine neue Ausrichtung der Technologiepolitik Chinas ein, die nicht nur in den politischen Plänen zu erneuerbaren Energien aufgegriffen wird (siehe Abschnitt 4.3.2.), sondern auch zu einem zentralen Inhalt gegenwärtiger chinesischer Politik geworden ist. Um nachhaltiges wirtschaftliches Wachstum zu erreichen, ist China dem S&T-MLP zufolge darauf angewiesen, sein Wachstumsmodell von einem auf günstigen Produktionsfaktoren beruhenden Modell hin zu einem auf technologischem Fortschritt basierendem Wachstum zu entwickeln. Ziel ist daher nun die Stärkung der eigenen Innovationskraft und die Senkung der Abhängigkeit von ausländischen Technologieimporten auf unter 30%. Dazu beitragen sollen unter anderem eine Steigerung der staatlichen S&T-Förderung auf über 2,5% des Bruttoinlandsprodukts, verschiedene finanz- und wirtschaftspolitische Anreize sowie die Bevorzugung nationaler Technologien bei der öffentlichen Beschaffung. Dabei konzentrieren sich die politischen Maßnahmen besonders auf Hochtechnologieunternehmen sowie auf die Stärkung der Grundlagenforschung. Auch der Schutz geistiger Eigentumsrechte wird in diesem Zusammenhang erwähnt und zeigt, dass China langfristig die Wichtigkeit geistiger Eigentumsrechte für das Nationale Innovationssystem anerkennt. Ausdrücklich wird zudem die „Politik des blinden Kopierens importierter Technologien“ (Mangmu Chongfu Yinjin de Zhengce 盲目重复引进的政策) (MOST 2006: 8.2.) verurteilt (Schwaag Serger/Breidne 2007: 144-148; Nerb et al. 2008: 85-64; Kroll/Conlé/Schüller 2008: 217-220). Dies zeugt nicht nur von einer systembedingten engen politischen Verflechtung, sondern ebenso von einer umfassenden Koordination der politischen Maßnahmen wie auch von einer ressortübergreifenden politischen Gestaltung, die das Erreichen gesetzter innovationspolitischer Ziele begünstigen kann (Freeman/Soete 1997: 423).

¹⁷ Im Deutschen wird dieser Begriff im Folgenden mit *eigenständige Innovationen* übersetzt. Der chinesische Begriff *Zizhu Chuangxin* 自主创新 kann jedoch auch mit selbstbestimmte, selbstständige oder unabhängige Innovation übersetzt werden kann.

4.3.2. Energiepolitische Rahmenpläne für erneuerbare Energien

Der S&T-MLP fließt in zahlreichen Aspekten auch in die politische Gestaltung des Sektors der erneuerbaren Energien ein. Die NDRC veröffentlichte im August 2007 das *Medium- and Long-Term Development Plan for Renewable Energy* (RE-MLP) sowie im März 2008 den *11th Five Year Plan for Renewable Energy Development* (11. RE-Fünfjahresplan). Beide Pläne sind dem *Renewable Energy Law* untergeordnet und greifen das Ziel eigenständiger Innovationen sowie die im S&T-MLP vorgeschlagenen Maßnahmen auf und führen diese mit energie- wie umweltpolitischen Zielen und Maßnahmen zusammen. Während der RE-MLP dabei eine mittel- bis langfristige Planung mit Entwicklungszielen für erneuerbare Energien bis 2020 festsetzt, greift der Fünfjahresplan diese Ziele auf und stellt mit Fokus auf die kurzfristige Entwicklung des Sektors eine detaillierte Planung für die jeweiligen Energieformen auf (NDRC 2007; NDRC 2008).

Beide Pläne befassen sich dabei zunächst umfassend und größtenteils wortgleich mit der aktuellen Situation der erneuerbaren Energien in China und analysieren die Schwächen der politischen Gestaltung wie auch der Marktsituation. Benannt werden hier insbesondere fehlende politische Maßnahmen und Anreize zur Unterstützung erneuerbarer Energien, was zu einer geringen Wettbewerbsfähigkeit dieser Energieformen führe. Unter expliziter Nennung der Windenergie wird ausgeführt, dass die Implementierung angemessener Maßnahmen bisher nicht ausgereift sei und es an politischer Stringenz und Koordination mangle. Insbesondere wird dabei gefordert, einen langfristig angelegten politischen Mechanismus zu entwickeln, um eine kontinuierliche Entwicklung des Sektors zu gewährleisten und einen stabilen Markt aufzubauen. Ein ähnlich negatives Urteil fällen beide Pläne auch in Bezug auf die technologische Entwicklung dieser Sparte. Im 11. RE-Fünfjahresplan heißt es:

*„Die technologischen Kapazitäten sowie das industrielle System sind schwach. [...] das technologische Niveau erneuerbarer Energien ist vergleichsweise gering, es mangelt an eigenständiger technologischer Forschung und Entwicklung und die Kapazitäten bei der Anlagenherstellung sind unzureichend, Technologie und Anlagenproduktion ist größtenteils abhängig von Importen, das technologische Niveau und die Produktionskapazitäten unterscheiden sich erheblich vom Niveau der führenden Länder.“*¹⁸ (NDRC 2008: 9)

Neben unzureichenden Technologie- und Produktstandards wird dabei zudem bemängelt, dass die Ausbildung von Fachkräften nicht mit der schnellen Entwicklung der Branche mithalten könne (NDRC 2007; NDRC 2008).

Insbesondere die Aufstellung einer langfristigen Planung im Rahmen des RE-MLP als Reaktion auf die Missstände des Sektors ist aus innovationspolitischer Perspektive von Bedeutung. Durch den RE-MLP legt sich die chinesische Regierung bis 2020 auf die staatliche Förderung von erneuerbaren Energien fest, trägt damit zu einer besseren Planbarkeit für die Akteure des Sektors bei und senkt das Risiko von Investitionen in diesen Bereich. Investoren, die durch hohe Forschungs- und Entwicklungskosten bei gleichzeitigen Preisnachteilen erneuerbarer Energien im Vergleich zu herkömmlichen

¹⁸ „Jishu kaifa nengli he chanye tixi boruo. [...] kezhaisheng nengyuan de jishu shuiping jiao di, quefa zizhu jishu yanfa nengli, shebei zhizao nengli ruo, jishu he shebei shengchan zhuyao yilan jinkou, jishu shuiping he shengchan nengli yu guowai xianjin shuipin chayi jiao da. 技术开发能力和产业体系薄弱。[...] 可再生能源的技术水平较低, 缺乏自主研发能力, 设备制造能力弱, 技术和设备生产主要依赖进口, 技术水平和生产能力与国外先进水平差距较大。” (NDRC 2008: 9).

Energieformen abgeschreckt werden, können sich auf diese Weise einer langfristigen und gezielten staatlichen Förderung sicher sein. Die Festlegung auf Marktprinzipien sowie auf die explizite langfristige Förderung von technologischen Innovationen tragen zusätzlich zu diesem Effekt bei (Caniël/Romijn 2008: 264; NDRC 2007: 16-17).

Quantitativ legt sich die chinesische Regierung im Rahmen des RE-MLP auf einen Anteil erneuerbarer Energien von 15% am Gesamtenergiekonsum bis 2020 fest, nachdem 2010 bereits 10% erreicht sein sollen. Der Beitrag von Windenergie zur Erreichung dieser Ziele wird mit mindestens 5 GW im Jahr 2010 und mindestens 30 GW 2020 angesetzt (NDRC 2007: 18, 23; Howell et al. 2010: 29-30). Damit bindet sich China an politische Ziele, die angesichts des weiter stark ansteigenden Energieverbrauchs mit den zum Zeitpunkt der Politikformulierung bereits existierenden Technologien nicht zu erreichen waren bzw. sind. Die Zielvorgaben des RE-MLP haben damit technologieerzwingenden Charakter und können von erheblicher Bedeutung für die Entwicklung von Innovationen im Windsektor bis 2020 sein, insofern sie durch weitere politische Maßnahmen sinnvoll ergänzt werden (Nill 2009: 31-35; Hemmelskamp 1996: 23; Freeman/Soete 1997: 423).

Darüber hinaus benennt der RE-MLP explizit das langfristige Ziel, ein Innovationssystem für erneuerbare Energien aufzubauen, und sieht dafür eine Entwicklung in zwei Stufen vor:

*„Bis 2010 soll eine hauptsächlich auf nationaler Produktion basierende Anlagenkapazität realisiert werden, bis 2020 soll eine auf eigenem geistigen Eigentum basierende nationale Anlagenkapazität für erneuerbare Energien aufgebaut werden.“*¹⁹ (NDRC 2007: 19)

Der 11. RE-Fünfjahresplan konkretisiert die übergeordneten quantitativen und qualitativen Ziele des RE-MLP (NDRC 2008). Sowohl eigenständige Innovationen, als auch „Re-Innovationen“²⁰ von Technologieimporten durch Adaption“ (Jishu Yinjin he Xiaohua Xishou Zaichuangxin 技术引进和消化吸收再创新) (NDRC 2008: 29) sollen demnach dazu beitragen, dass China bis 2010 die Mehrheit der Windenergieanlagen national produzieren kann. Technologietransfers und die Weiterentwicklung ausländischer Technologie durch chinesische Unternehmen werden demnach trotz des langfristigen Ziels, ein Innovationssystem für Windenergie aufzubauen, mittelfristig offiziell unterstützt. Für Windtechnologie galt dabei das Ziel, auf diese Weise bis 2010 Turbinen mit 1,5 MW oder mehr national produzieren zu können sowie 3-MW-Offshore-Turbinen zu entwickeln (NDRC 2008: 29).

Gleichzeitig sollen auch Windturbinenhersteller mit besonders hohem R&D-Potential gezielt unterstützt werden. Auf Ebene der Grundlagenforschung sieht der Plan eine umfassende Unterstützung nationaler Forschungseinrichtungen und Universitäten vor. Neben der Gründung von Studiengängen mit Windenergieschwerpunkt an ausgewählten

¹⁹ „Dao 2010 nian, jiben shixian yi guonei zhizao shebei weizhu de zhuangbei nengli. Dao 2020 nian, xingcheng yi ziyou zhishi chanquan weizhu de guonei kezaisheng nengyuan zhuangbei nengli. 到 2010 年, 基本实现以国内制造设备为主的装备能力. 到 2020 年, 形成以自有知识产权为主的国内可再生能源装备能力.“ (NDRC 2007: 19)

²⁰ Unter Re-Innovationen ist dem MOST zufolge die „erfolgreiche Anwendung und Produktion [ausländischer Technologien; M.M.] sowie auf dieser Grundlage die Entwicklung neuer Technologien und Produkte sowie deren Kommerzialisierung“ (Chengong de yunyong yu shengchan jingying, yiji zaici jichushang kaifa xinjishu xinchanpin bing shixian shangyehua de huodong 成功地运用于生产经营, 以及在此基础上开发新技术、新产品并实现商业化的活动) zu verstehen (MOST 2007b: §2).

Universitäten soll auch das Angebot an Fortbildungsprogrammen ausgeweitet werden. Weitere vorgesehene Maßnahmen betreffen eine Verbesserung des Preissystems für Windenergie, die Einführung und Überprüfung von Produkt- und Technologiestandards sowie die Gewährleistung der Netzanbindung von Windfarmen. Damit sieht der 11. RE-Fünfjahresplan die Implementierung eines Policy-Mix vor, der Maßnahmen aus den verschiedenen innovationspolitisch relevanten Politikressorts vereint (NDRC 2008: 30-31).

Sowohl der RE-MLP, als auch der 11. RE-Fünfjahresplan legen sich auf die Förderung eines begrenzten Feldes der erneuerbaren Energien fest. Neben Windenergie gehören dazu Wasser-, Bio- und Solarenergie. Die staatliche Förderung technologischer Innovationen erfolgt dementsprechend innerhalb dieses festgelegten Technologiefeldes und begrenzt so den Raum für innovative Tätigkeiten außerhalb des vorgegebenen Pfads. Insbesondere die genaue Vorgabe konkreter technologischer Ziele wie der Entwicklung einer 3-MW-Offshore-Windanlage ist als Charakteristikum einer planwirtschaftlich geprägten Innovationspolitik herauszustellen (Fritsch 1999). Für den Aufbau eines Innovationssystems und die nachhaltige Förderung und Unterstützung technologischer Innovationen ist daher entscheidend, inwiefern die tatsächlich implementierten Förderungsmechanismen abseits des geplanten technologischen Fortschritts Raum für Innovationen schaffen können.

4.3.3. Rahmenplan der Klimapolitik

Das *National Climate Change Action Programme* von 2007 betont gleichermaßen die Bedeutung der Abschwächung des Klimawandels wie die der Anpassung an die Effekte des Klimawandels. Für Ersteres wird sowohl erneuerbaren Energien, als auch technologischen Innovationen durch ihr Potenzial zur Reduzierung des Treibhausgasausstoßes eine herausragende Bedeutung zugesprochen (CGTI 2009: 46; Wacker 2009: 51-52; Seligsohn et al. 2009: 3-4). So greift der Plan neben einer verbesserten Energieeffizienz sowie einer Aufforstungsrate von 20% das Ziel des RE-MLP sowie des 11. RE-Fünfjahresplans auf, bis 2010 einen Anteil von 10% erneuerbarer Energien am Gesamtenergiekonsum zu erreichen (NDRC 2007b: 3.3.1.). Zentrales Ziel des Programms ist zudem die Stärkung von R&D in klimarelevanten Technologiefeldern. Auch hier wird dabei die Bedeutung eigenständiger Innovationen herausgestellt, um die Entwicklung grüner Energietechnologien voranzutreiben (NDRC 2007b: 3.3.3.). Auf diese Weise werden innovative Energietechnologien sowie die im S&T-MLP und in den Entwicklungsplänen für erneuerbare Energien, RE-MLP und 11. RE-Fünfjahresplan, festgelegten nationalen Ziele als Bestandteil der chinesischen Klimapolitik definiert und erhalten somit neben der nationalen Bedeutung eine internationale Facette im Kontext des globalen Klimawandels.

4.3.4. Rahmenplan der Bildungspolitik

Bereits der S&T-MLP von 2006 hatte dargelegt, welche wichtige Bedeutung das Bildungssystem für die technologische Entwicklung Chinas habe. Neben der Ausbildung an Universitäten sei zudem der Fachkräfteausbildung an Unternehmen besondere politische Aufmerksamkeit zu widmen (MOST 2006). 2010 veröffentlichte nun das Ministry of Education (MOE) in Anknüpfung an den S&T-MLP das *Medium- and Long-Term Program on Education Development (2010-2020)* (EDU-MLP) (MOE 2010). Das Programm gibt die Richtlinien für die Entwicklung des chinesischen Bildungssystems in den kommenden 10 Jahren vor. Auch in diesem Fall setzt die chinesische Regierung damit auf eine langfristige politische Ausrichtung. Für die Entwicklung der Windtechnologie ist von besonderem Interesse, dass das Programm Schwerpunktbereiche festlegt,

in denen das chinesische Bildungssystem bis 2020 besonders leistungsfähig sein soll. Die Schwerpunktbereiche orientieren sich dabei stark an denen des S&T-MLP und umfassen auch neue Energien. Ebenso haben eigenständige nationale Innovationen innerhalb des EDU-MLP einen hohen Stellenwert. Die Bildungspolitik soll demnach insbesondere dazu beitragen, Kreativität und innovatives Denken zu fördern. Dabei bemerkt das Programm gleichzeitig jedoch kritisch, dass eben diese Fähigkeiten im chinesischen Bildungssystem bisher unzureichend vermittelt werden (MOE 2010: 1.2.-1.3.; 2.1.-2.3.).

Neben umfassenden zusätzlichen Investitionen und Anreizen für Unternehmen, in Bildungsmaßnahmen zu investieren, sieht der Plan zudem vor, Bildungsk Kooperationen zwischen Unternehmen, Universitäten und Forschungsinstituten zu verstärken. Auch die politischen Bemühungen, hochqualifizierte chinesische Fachkräfte und Austauschstudenten durch verschiedene Anreize wie gute Löhne, bevorzugten Zugang zu Fördermitteln bis hin zu Arbeitsplatzsicherheit für Ehepartner und einer Vorzugsbehandlung für Kinder beim Schul- und Universitätsbesuch nach China zurückzuholen, sollen dem EDU-MLP zufolge weiter verstärkt werden (Wilsdon/Keeley 2007: 30). Aus innovationspolitischer Perspektive ist zudem von besonderer Bedeutung, dass das EDU-MLP ausdrücklich die Durchsetzung von geistigen Eigentumsrechten (IPR) als elementaren Bestandteil der Bildungspolitik betrachtet. Damit bestätigt das Programm nicht nur die in den S&T-Plänen vorgegebene politische Richtung, sondern stellt sich zudem ausdrücklich in den Kontext der gesamtstaatlichen Innovationspolitik und kann daher als bildungs-politische Komponente dieser Politik betrachtet werden (MOE 2010: 4.1.-4.10.; Nerb et al. 2007: 84-87).

4.4. Innovationspolitische Maßnahmen

Die seit 2006 eingeführten innovationspolitischen Maßnahmen können in solche zur Förderung des Aufbaus eines Innovationssystems für Windenergie und in solche zur Förderung von Entwicklungsnischen für die Entstehung und Verbreitung von Innovationen unterteilt werden. Dabei bestehen jedoch gegenseitige Abhängigkeiten und Rückkopplungseffekte, sodass es zwischen den beiden Gruppen zu Überlagerungen kommt.

4.4.1. Maßnahmen zur Förderung des Aufbaus eines Innovationssystems für Windenergie

Generelle R&D-Förderung durch nationale Forschungsprogramme

Seit ihrer Definition als eine im Rahmen des S&T-MLP zu fördernde Technologie der erneuerbaren Energien ist Windenergie expliziter Bestandteil aller großen Technologie- und Forschungsförderungsprogramme Chinas. Während zuvor die Förderung zunächst auf den *863-Plan* sowie das *Key Technology R&D Program* begrenzt war, wurde Windenergie nun auch in das *Basic Research Program*, den sogenannten *973-Plan*, integriert (Howell et al. 2010: 20). Windenergie erhielt damit auch in der Förderung von Grundlagenforschung einen neuen Stellenwert. Obwohl die Aufnahme von Windenergie in den *973-Plan* bereits 2005 stattgefunden hatte, wurden aufgrund unzureichender Bewerbungen erst 2007 die ersten Windenergieprojekte im Rahmen des *973-Plans* vergeben (MOST 2007). Bemerkenswert ist, dass der *973-Plan* explizit auch interdisziplinär ausgerichtete Projekte fördert und diese institutionsübergreifend vergeben werden. So sind beispielsweise an einem 2007 vergebenen Projekt zur Aerodynamik großer Windanlagen insgesamt sieben Universitäten beteiligt, was zur interorganisatorischen Vernetzung innerhalb des Innovationssystems beitragen kann (MOST o.J.). Im Rahmen des *973-Plans* werden für jedes der jeweils fünfjährigen Projekte 22 Millionen RMB von staatlicher Seite nach dem „2+3-Prinzip“ (Tan 2010: 2923) zur Verfügung gestellt, wo-

bei eine Evaluation nach zweijähriger Projektlaufzeit über die weitere Finanzierung entscheidet, um die Qualität der Projekte zu sichern (Tan 2010: 2923).

Auch der im *Renewable Energy Law* vorgesehene Fonds für erneuerbare Energien wurde 2006 eingerichtet und fungiert seitdem als ein weiteres Instrument der politischen Förderung von R&D im Bereich erneuerbarer Energien. Der Fonds soll unter anderem die finanzielle Unterstützung von Forschungs- und Entwicklungsleistungen im Bereich erneuerbarer Energien durch Subventionen und vergünstigte Kredite gewährleisten und ist damit ein Beispiel ressortübergreifender Politik: Während das MOFCOM die politische Verantwortung für den Fonds übernimmt, läuft die Vergabe der Gelder über die R&D-Programme 863 und 973, die unter dem Einfluss des MOST stehen (MOFCOM 2006; Lema/Ruby 2007: 3887).

Ebenfalls unter der Aufsicht des MOST, haben die sogenannten *State Key Laboratories* eine wachsende Bedeutung für den Windenergiesektor Chinas. Neben der Förderung von Grundlagenforschung sollen diese Labore unter anderem durch Master- und Promotionsprogramme einen wichtigen Beitrag zur Ausbildung wissenschaftlichen Personals leisten. Das Programm vereint damit bildungspolitische mit wissenschafts- und technologiepolitischen Aspekten. Um den Titel des *State Key Laboratory* können sich Forschungseinrichtungen bewerben, die sich der Grundlagenforschung oder angewandten Grundlagenforschung (Yingyong Jichu Yanjiu 应用基础研究)²¹ widmen und in ihrem Forschungsbereich repräsentativen Charakter haben (MOST/MOFCOM 2008: § 12). Die Institute stehen dabei unter staatlicher Aufsicht in Form eines wissenschaftlichen Komitees, das mindestens einmal jährlich tagt, dabei die Fortschritte innerhalb der jeweiligen Einrichtung prüft und Planungen für die weiteren Forschungsaktivitäten aufstellt (MOST/MOFCOM 2008: § 20). Innerhalb des Innovationssystems sollen die Laboratorien als Brücke zwischen Grundlagenforschung und Unternehmen fungieren, indem sie dazu beitragen, dass der Austausch und die Zusammenarbeit mit dem Industriesektor gestärkt werden (MOST/MOFCOM 2008: § 32). Während die Gründung von *State Key Laboratories* ursprünglich das Ziel verfolgte, Universitäten in den jeweiligen Forschungsgebieten zu international führenden Einrichtungen zu machen, wurden die Laboratorien zuletzt zunehmend an Unternehmen angegliedert. Somit sind die *State Key Laboratories* zu einem politischen Instrument für die Förderung industrienaher Grundlagenforschung geworden (Kroll/Conlé/Schüller 2008: 183).

Eine ähnliche Funktion erfüllen auch die sogenannten *National Engineering Technology Research Center* (NETRC) (Guojia Gongcheng Jishu Zhongxin 国家工程技术中心), die ursprünglich ebenso an Universitäten und Forschungsinstituten angesiedelt waren, im Windsektor jedoch hauptsächlich in Unternehmen integriert sind. Auch bei der Gründung der NETRCs steht die Verbindung zwischen Wissenschaft und Industrie im Mittelpunkt (Kroll/Conlé/Schüller 2008: 183).

Förderung von R&D in Unternehmen

Die Förderung von Unternehmen im Rahmen des *Fackelplans* wurde 2008 angepasst und orientiert sich nun stark an den R&D-Kapazitäten und -Investitionen der Unternehmen. Unternehmen bestimmter Wirtschaftszweige können demnach nun auch außerhalb der Hochtechnologiezonen den Titel *Hochtechnologieunternehmen* führen und

²¹ Dieser Ausdruck wurde hier wörtlich übersetzt, auch wenn er im deutschen Sprachgebrauch unüblich ist, um die in der chinesischen Literatur übliche Unterscheidung zwischen Grundlagenforschung, angewandter Grundlagenforschung und angewandter Forschung wiederzugeben.

von Steuervorteilen profitieren. Zu den ausdrücklich geförderten Technologien gehören Windenergietechnologien, wobei die Kriterien zur Förderung den Vorgaben der Technologiepläne entsprechend vorsehen, dass ausschließlich R&D für Windturbinen mit einer Kapazität von über 1,5 MW unterstützt wird (MOST/MOFCOM/SAT 2008: 52). Kriterien für die Auswahl von Unternehmen sind ein nach Unternehmensgewinn gestaffelter Anteil an R&D-Investitionen von 3-6% des Gesamtgewinns, ein Anteil von mindestens 10% R&D-Personal gemessen an der Zahl der Beschäftigten sowie das Erreichen von eigenständigen geistigen Eigentumsrechten spätestens innerhalb der nächsten fünf Jahre. Ein wichtiger Aspekt, der der Auslagerung von Forschungsaktivitäten ins Ausland Einhalt gebieten soll, ist zudem, dass mindestens 60% der R&D-Aktivitäten in China stattfinden müssen. Auf diese Weise sollen Unternehmen davon abgehalten werden, allein durch das Aufkaufen ausländischer Forschungseinheiten die nötigen Bedingungen zu erfüllen. Das Förderprogramm für Hochtechnologieunternehmen legt damit Schwerpunkte auf die im Rahmen des S&T-MLP festgelegten Ziele höherer R&D-Investitionen und einer stärkeren technologischen Unabhängigkeit vom Ausland (MOST/MOFCOM/SAT 2008: 6-8).

Auch das 2005 eingeführte Programm zur Gründung von *Nationalen Technologiezentren an Unternehmen* (Guojia Qiye Jishu Zhongxin 国家企业技术中心) verbindet technologiepolitische Zielsetzung mit finanzpolitischen Anreizen (NDRC et al. 2005; NDRC et al. 2007). Den Auswahlkriterien des Programms zufolge kann der Titel *Nationales Technologiezentrum* ökonomisch erfolgreichen Unternehmen zugesprochen werden, die eine gute Wettbewerbsposition auf nationalen und internationalen Märkten haben. Besonderer Wert wird dabei auf technologische Innovationen gelegt. Die Kandidaten für nationale Technologiezentren sollen demnach hohe technologische Innovationsfähigkeiten besitzen, umfassende R&D-Investitionen tätigen sowie bereits auf eigenständigen Innovationen basierende geistige Eigentumsrechte und Marken besitzen. Eine entsprechende Anzahl an R&D-Personal sowie an Produktions-, Forschungs- und Bildungs Kooperationen sind ebenso Teil dieser Kriterien. Ausgeschlossen von der Bewerbung werden Unternehmen, denen Steuerhinterziehungs- oder Zolldelikte vorzuwerfen sind. Die für nationale Technologiezentren ausgewählten Unternehmen erhalten den Bestimmungen des MOFCOM, der General Administration of Customs (GAC) und der SAT entsprechend vergünstigte Importzölle auf Produkte, die für Forschungszwecke eingeführt werden, wie beispielsweise Laborgeräte, Messgeräte und Computer, die nicht in China hergestellt werden. Aus Mitteln der NDRC und des MOST werden die Unternehmen zudem finanziell bei Investitionen in technologische Innovationen unterstützt. Dadurch soll insbesondere die Fähigkeit zu eigenständigen Innovationen der Zentren gefördert werden (NDRC et al. 2007; MOFCOM/GAC/SAT 2007).

Die genannten Bedingungen werden nicht nur für die Vergabe des Titels umfassend überprüft, sondern auch im regelmäßigen Abstand von zwei Jahren nach einem festgelegten Punktesystem evaluiert. Zudem wird die regelkonforme Abgabe von Steuern und Zöllen der entsprechenden Unternehmen regelmäßig durch die SAT und die GAC gesondert kontrolliert. Falls ein Unternehmen die Kriterien des Programms nicht mehr erfüllt, kann der Titel *Nationales Technologiezentrum* auch im Nachhinein wieder aberkannt werden. Ein solches Evaluationssystem ist ein Novum in der chinesischen Innovationspolitik und kann zur Qualitätssicherung dieser politischen Maßnahmen beitragen (NDRC et al. 2007: §§ 10, 16, 21-24).

Das Punktesystem für die Evaluation der *Nationalen Technologiezentren* orientiert sich an Kriterien, die insbesondere innovationsrelevante Tätigkeiten mit hohem Gewicht

belegen. Ab 90 Punkten auf der nach oben offenen Bewertungsskala gilt ein Unternehmen demnach als besonders erfolgreich. Vergeben werden beispielsweise 20 Punkte, wenn ein Unternehmen mehr als 3% seines jährlichen Gesamtumsatzes in R&D-Aktivitäten investiert und im jeweils letzten Jahr ein positives Wachstum der Ausgaben festzustellen ist. Besonders hoch werden auch die Ergebnisse technologischer Innovationen bewertet. Demnach werden 22 Punkte vergeben, wenn der Anteil des Verkaufserlöses durch neue Produkte am Gesamterlös mehr als 20% beträgt und gemessen am Gesamtgewinn mehr als 15% auf den Gewinn durch den Verkauf neuer Produkte zurückzuführen sind. Mit einem geringeren Bewertungsanteil fließen auch die Zahl bewilligter Patente (mehr als zehn pro Jahr) sowie die Zahl der Patente, die auf Inventionen zurückzuführen sind (mehr als drei dieser bewilligten Patente), ebenso wie der Anteil des R&D-Personals am Gesamtpersonal in die Bewertung ein (NDRC et al. 2007: Anhang 3).

Interorganisatorische R&D-Förderung

Im August 2009 führte die NEA ein auf Energie spezialisiertes Programm ein, das ein dem Programm zur Förderung von *Nationalen Technologiezentren an Unternehmen* ähnliches Bewertungs- und Evaluationssystem verwendet. Mit Hilfe des Programms sollen sogenannte *Nationale Energie R&D (Versuchs-) Zentren* (Guojia Nengyuan Yanfa (Shiyan) Zhongxin 国家能源研发(实验)中心) aufgebaut werden. Dabei fußt das Programm auf nahezu mit dem Auswahl- und Evaluationsverfahren für *Nationale Technologiezentren* identischen Kriterien und nutzt ein ähnliches Punktesystem. Wichtigster Unterschied zum Programm der *Nationalen Technologiezentren* ist neben der Energieausrichtung insbesondere die institutionell breit angelegte Orientierung. So können nicht nur Unternehmen in den Genuss einer finanziellen Unterstützung für den Aufbau eines Energiezentrums kommen, sondern auch Forschungsinstitute und Universitäten. Dabei fällt auf, dass die bisher aufgebauten Zentren meist interorganisatorisch aufgebaut sind und zahlreiche Projekte zwischen Universitäten oder Forschungsinstituten auf der einen und Unternehmen auf der anderen Seite ins Leben gerufen wurden. Ebenso wie im Programm zur Förderung *Nationaler Technologiezentren an Unternehmen* wird auch hier die Gründung der Forschungseinheiten in den Kontext des S&T-MLP gestellt und nachdrücklich das Ziel eigenständiger Innovationen verfolgt. Gleichzeitig werden die Energie-R&D-Zentren jedoch auch dazu aufgefordert, durch internationalen Austausch Technologien zu adaptieren. Abgesehen von einer innovationspolitischen Aufwertung interorganisatorischer Vernetzung innerhalb des Innovationssystems vollzieht das Programm auch entscheidende inhaltliche Verlagerungen. So ist es das erste Programm, das Offshore-Windtechnologien als Schwerpunkt aufnimmt. Zudem sollen durch die *Nationalen Energie R&D (Versuchs-) Zentren* technologische Innovationen im Smart-Grid-Bereich vorangetrieben werden. China versucht damit, in eine neue Stufe der Entwicklung von Windenergietechnologie einzutreten, die sich nicht nur bereits an den Zielvorgaben des noch nicht veröffentlichten 12. Fünfjahresplans (2011-2015) orientiert, sondern auch das Niveau internationaler Spitzentechnologien erreicht (NEA 2009; Zou/Jiang/Luo 2010).

Förderung internationaler R&D-Kooperationen

Im Rahmen der Richtlinien für ausländische Direktinvestitionen (Foreign Direct Investment, FDI) gehört Windenergie zu den Investitionsfeldern, die die chinesische Regierung ausdrücklich fördert, während gleichzeitig FDI in umweltschädliche Industrien zunehmend verhindert werden soll. Im Interesse der chinesischen Seite steht dabei insbesondere der Transfer möglichst aktueller Technologien. Künftig sollen zudem ver-

mehrt politische Anreize für ausländische Investitionen in R&D-Kernbereiche sowie für den Aufbau ausländischer R&D-Zentren in China geschaffen werden. Damit stehen ausländische Akteure auch für die Stärkung des Innovationssystems für Windenergie zunehmend im Interesse der chinesischen Politik (Werner 2009; Staatsrat 2010; China Daily 2010b). Gleichzeitig unterstützt die Regierung Chinas im Rahmen der sogenannten *Going-Global-Strategie* (Zouchuqu Zhanlue 走出去战略) (MOST 2006: 8.8) chinesische Investitionen im Ausland. Zentrales Interesse ist dabei der Erwerb ausländischer Technologie und R&D-Kapazitäten, um ausgewählte chinesische Unternehmen im Wettbewerb mit anderen großen transnationalen Unternehmen zu globalen Vorreitern zu machen. Die Unternehmen werden gezielt durch Subventionen darin unterstützt, im Ausland tätig zu werden (Kroll/Conlé/Schüller 2008: 208-209; Nerb et al. 2007: 82; MOST 2006: 8.1., 8.8.).

Auch das im November 2007 vom MOST und der NDRC eingeführte *International Science and Technology Cooperation Program on New and Renewable Energy* orientiert sich an dieser gesamtstaatlichen Strategie. Windenergie ist dabei neben Solar- und Bioenergie sowie Wasserkraft und Gasthermie eines der Technologiefelder, in denen internationale Forschungsk Kooperationen verstärkt gefördert werden sollen. Kooperationen sind dem Programm zufolge sowohl im Bereich der Grundlagenforschung, als auch im Kontext von angewandter Forschung und von Demonstrationsprojekten anzustreben. Ausdrücklich motiviert das Programm chinesische Unternehmen, Forschungsinstitute und Universitäten zur Entwicklung einer *Going-Global-Strategie* und einer aktiven Rolle in großen internationalen Kooperationsprojekten wie der Gründung gemeinschaftlicher R&D-Zentren (MOST/NDRC 2007: 6.4.). Ziel ist dabei nicht nur, Technologietransfers nach China zu fördern und das technologische Niveau ebenso wie die Innovationsfähigkeit des Landes zu verbessern. Auch Kooperationen mit anderen Entwicklungsländern sollen vorangetrieben werden, um – unter argumentativem Rückbezug auf das Kyoto-Protokoll – die weltweite Anwendung erneuerbarer Energien zu forcieren und nicht zuletzt den Einfluss und die Verbreitung chinesischer Energietechnologien in Entwicklungsländern zu stärken. China verfolgt damit einen pragmatischen Ansatz in der politischen Gestaltung von internationalen R&D-Kooperationen im Bereich erneuerbarer Energien, welcher internationale klimapolitische Ziele mit nationalen technologie- und wirtschaftspolitischen Zielen verbindet (MOST/NDRC 2007; Tan/Gang 2009: 5).

4.4.2. Innovationspolitische Maßnahmen zur Schaffung von Entwicklungsnischen

Förderung der Markteinführung von Windtechnologie

Die Markteinführung von Windtechnologie steht im Fokus des 2008 durch das MOFCOM eingeführten *Special Fund for the Industrialization of the Wind Power Manufacturing Sector in China*. Voraussetzung für eine Förderung ist, dass ein Unternehmen hundertprozentig im Besitz der geistigen Eigentumsrechte der jeweiligen Technologie ist. Die Eigentumsrechte können sowohl auf eigenständiger R&D, als auch auf Forschungsk Kooperationen oder Re-Innovationen importierter Technologien beruhen. Die Kapazität der Windturbinen muss – den RE-Plänen entsprechend – mindestens 1,5 MW betragen, vom *China General Certification Center* zertifiziert worden sein sowie auf national produzierten Rotorblättern, Getrieben und Generatoren basieren. Durch die Zertifizierung von Windturbinen fließen im Windsektor zum ersten Mal qualitative Kriterien in die Vergabe einer Fördermaßnahme ein. Finanziell gefördert werden die ersten 50 MW mit je 600 RMB/kWh. Anteilig werden dabei auch die jeweiligen Komponentenhersteller an der Förderung beteiligt. Mit stark nationaler Ausrichtung und Be-

tonung eigenständiger Innovationen fördert der Fonds mit der Markteinführung gezielt eine der Schwachstellen der chinesischen Innovationslandschaft. Dabei wird ein deutlich marktorientierter Ansatz verfolgt, indem die Profiteure des Fonds ausschließlich Unternehmen sind. Ausländische Unternehmen sind von der Förderung ausgeschlossen. Auf diese Weise schafft der Fonds nicht nur eine Entwicklungsnische für Unternehmen, die Technologien entwickelt haben, welche den Vorgaben der politischen Programme entsprechen, sondern verschafft diesen zudem einen Wettbewerbsvorteil gegenüber ausländischen Konkurrenten (MOFCOM 2008; Dan 2009: 101; CGTI 2009: 53).

Steuerliche Anreize

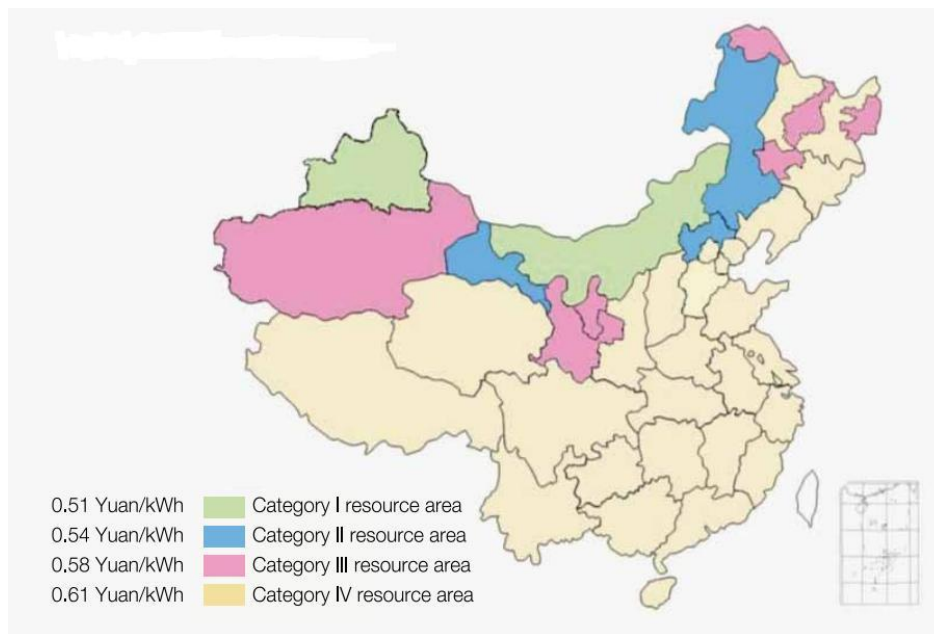
Während sich steuer- und finanzpolitische Aspekte bereits in den oben erwähnten R&D-Förderungsprogrammen finden, stehen die steuerlichen Anreize für Windtechnologieunternehmen jedoch gleichzeitig in einem größeren Zusammenhang: Das 2008 in Kraft getretene *Corporate Income Law*, durch das Unternehmen von reduzierten Umsatzsteuersätzen profitieren, benennt die Windindustrie zwar ausdrücklich als bevorzugten Industriesektor. Dennoch liegt der Steuersatz von Unternehmen in der Windenergiebranche weiterhin oberhalb dessen von Unternehmen, die im Bereich fossiler Energien tätig sind, wodurch diesen weiterhin ein wettbewerblicher Vorteil gewährt wird (Yu 2009: 31). Somit können die Steuernachlässe für Windenergieunternehmen nur begrenzt als wirkungsvolle Maßnahme zur Schaffung von Entwicklungsnischen für Windenergie bewertet werden (CWPC o.J.; MOFCOM/GAC/SAT 2010; Li Junfeng et al. 2010).

Des Weiteren erhalten Windenergieunternehmen Rabatte auf Zoll- und Importsteuern – eine Maßnahme, die seit ihrer Einführung schrittweise der technologischen Leistungsfähigkeit des Landes angepasst wird. Seit 2007 profitierten nur Windturbinen mit einer Kapazität von über 2,5 MW von dieser Politik, 2010 wurde die nötige Kapazität der Windturbinen für Importsteuerrabatte ein weiteres Mal auf über 3 MW angehoben. Diese protektionistische Maßnahme zum Schutz inländischer Technologie ist insbesondere durch ihre regelmäßige und zeitnahe Anpassung an den Stand der Technologieentwicklung (siehe Kapitel 5.4.2.) als geeignetes Instrument zur Unterstützung der Verbreitung nationaler Technologie anzusehen. Ebenso förderlich ist die steuerliche Absetzbarkeit von 150% aller in die Entwicklung von Windtechnologie getätigten R&D-Investitionen (CWPC o.J.; MOFCOM/GAC/SAT 2010; Li Junfeng et al. 2010: 71).

Preissystem

Das 2002 im Zuge der Energiesektorreform eingeführte Preissystem wurde nach mehrfachen Veränderungen (2005 und 2007) 2009 erneut angepasst (NDRC 2009; Li Junfeng et al. 2010: 70). Seitdem orientiert sich die Preisgestaltung für netzgebundene Windenergieprojekte an festen Einspeisetarifen. Die neue Preisregulierung definiert vier Preisregionen mit unterschiedlicher Vergütung von durch Wind erzeugter Energie, wobei der niedrigste Preis bei 0,51 RMB/kWh liegt und der höchste bei 0,61 RMB/kWh (siehe Abbildung 2).

Abbildung 2: Regionale Aufteilung der Einspeisetarife für Windenergie



Quelle: Li Junfeng et al. 2010: 47

Diese Veränderung der Preisgestaltung birgt einige wichtige Implikationen. Insbesondere für private Unternehmen sind die Einspeisetarife eine deutliche Verbesserung der Wettbewerbsbedingungen. Während zuvor Anbieter mit besonders günstigen Preisen und damit insbesondere die stark subventionierten Staatsunternehmen Ausschreibungen gewinnen konnten, können sich private Unternehmen nun auf gleicher Ebene mit den Staatskonzernen messen. Durch die nun nicht mehr preisfixierte Auswahl der Unternehmen rücken zudem vermehrt technologische Kriterien bei der Vergabe in den Vordergrund (Li Junfeng et al. 2010: 46-48). Für ausländische Unternehmen stellt insbesondere die Abschaffung der Bedingung lokaler Produktionsanteile für die Vergabe von Projekten, die bis 2010 bei 70% lag, eine Verbesserung dar. Dennoch trägt die weiterhin sehr niedrige Windenergievergütung für ausländische Akteure dazu bei, dass diese gezwungen werden, größtenteils in China zu produzieren²² (Li Junfeng et al. 2010: 76). Abseits des nationalen Preissystems für Windenergie werden in China auf lokaler Ebene zahlreiche Experimente zur Preisgestaltung innerhalb des Energiesektors durchgeführt, durch die neue Ansätze der Förderung erneuerbarer Energieformen bei weiterhin niedrigen Konsumentenpreisen erprobt werden sollen. Dies zeugt von einer regelmäßigen Suche nach Verbesserungen und Vorbildern für politische Maßnahmen (CGTI 2009: 55).

Einführung von Technologiestandards

Während die politische Führung bis 2006 nahezu ausschließlich eine quantitative Ausweitung der Windenergiekapazitäten zum Ziel hatte, rückte mit Einführung des *Renewable Energy Law* auch die Sicherung der Technologiequalität in den Fokus der Politik. Seitdem wurden erste Zertifizierungsprogramme eingeführt sowie Standards für die

²² Dies kann beispielsweise an der Vergütung von Onshore-Windenergie in Deutschland nachvollzogen werden. 2009 wurde diese im Rahmen des Erneuerbare-Energien-Gesetzes auf 9,2 Cent pro Kilowattstunde angehoben, was dem 1,5-fachen der chinesischen Windenergievergütung entspricht (Bundesverband Windenergie e.V./VDMA Power Systems 2009).

Qualitätsprüfung von Windturbinen festgelegt (Lewis 2007: 223; CWPC 2010). Das Test- und Zertifizierungssystem für Windenergietechnologien befindet sich jedoch erst in der Aufbaupause. Nur ein einziges der politischen Förderprogramme, der *Special Fund for the Industrialization of the Wind Power Sector in China* (siehe Abschnitt 4.4.2.), führt Qualitätskriterien als Bedingung für die finanzielle Förderung von Unternehmen auf, wodurch die politische Durchsetzung der festgelegten Standards eingeschränkt bleibt (Wang 2009: 21).

Durchsetzung geistiger Eigentumsrechte

China implementierte zwar bereits 1984 die erste Fassung eines Patentrechts, doch dessen Umsetzung blieb unzureichend. Bis heute kann nicht von einer vollständigen Durchsetzung geistiger Eigentumsrechte gesprochen werden. Dennoch erfahren spätestens seit der Betonung des Ziels eigenständiger Innovationen durch den S&T-MLP geistige Eigentumsrechte zunehmende politische Aufmerksamkeit. Dies ist nicht nur an der Verschärfung des Patentrechts in den Jahren 2006 und 2009 festzumachen (CAS Innovation Development Research Center: 95), sondern auch an der Veröffentlichung einer *National IPR Strategy* im Jahr 2008, die unter anderem fordert, einen auf IPR-Missbrauch spezialisierten nationalen Gerichtshof einzuführen (Zhao 2010: 6; CAS Innovation Development Research Center: 95). Da die Durchsetzung geistiger Eigentumsrechte jedoch insbesondere von einem funktionierenden Rechtssystem abhängig ist, ist weiterhin mit einer unvollständigen Implementierung dieses innovationspolitischen Instruments in China zu rechnen.

Umweltsteuer und Emissionsrechtehandel

Die Auswirkungen umweltpolitischer Maßnahmen auf Entwicklungsnischen für Windenergie sind begrenzt. Bisher hat China weder eine Umweltsteuer auf fossile Energieträger, noch einen Emissionsrechtehandel eingeführt, die zu Wettbewerbsvorteilen erneuerbarer Energien beitragen könnten (Li/Liang/Ren 2010: 41; CGTI 2009: 90; Han et al. 2009: 2950). Dies dürfte der Tatsache geschuldet sein, dass die chinesische Regierung durch den Anstieg von Energiepreisen einen negativen Einfluss auf das wirtschaftliche Wachstum des Landes fürchtet und daher stärker auf die Vergünstigung erneuerbarer Energien setzt als auf die Erhebung von Steuern auf CO₂-intensive Energieträger (Wacker 2009: 49, 53). Eine effektive Unterstützung von grünen Energietechnologien ist hingegen Chinas Politik grüner Kredite, durch die seit 2007 Banken dazu angehalten werden, die Umweltbilanz ihrer Kreditnehmer als Vergabekriterium aufzunehmen (CGTI 2009: 54).

Die Mehrheit der umweltpolitischen Maßnahmen konzentriert sich bisher insbesondere auf die Energieeffizienz und CO₂-Intensität von Unternehmen. Bereits das *Cleaner Production Promotion Law* aus dem Jahr 2002 formulierte entsprechende Ziele und motivierte Unternehmen, freiwillige Vereinbarungen zur Verbesserung der Energie- und Umweltbilanz mit den jeweiligen Lokalregierungen zu treffen (Andrews-Speed 2009: 1339; Sternfeld 2006: 33). Dieses vergleichsweise schwache Instrument wurde 2006 durch das *Top 1000 Enterprises Program* ergänzt, das ähnliche Ziele verfolgt und die 1000 größten Staatsunternehmen des Landes dazu verpflichtet, ihre Energieintensität zu senken (Seligsohn et al. 2009: 6-7). In beiden Fällen besteht zwar kein direkter Einfluss auf den Windenergiesektor, dennoch schärfen entsprechende Maßnahmen das Bewusstsein für die Umwelt- und Energieprobleme des Landes (Andrews-Speed 2009: 1342). Eine ähnliche Wirkung geht zudem von den umfangreichen Umwelt- und Emissionsstandards aus, die China in Anlehnung an internationale Gesetzgebung eingeführt hat (Sternfeld 2006: 34). Dennoch ist die Unterstützung der Entwicklung von Windenergie

durch umweltpolitische Instrumente bislang weitgehend unausgereift, wodurch Windenergie ebenso wie andere erneuerbare Energieformen im Wettbewerb mit herkömmlichen CO₂-intensiven Energieträgern erheblich geschwächt wird.

5. ANALYSE DES INNOVATIONSSYSTEMS FÜR WINDENERGIE IN CHINA

Die seit 2006 implementierten innovationspolitischen Maßnahmen trugen zum Aufbau eines Innovationssystems für Windenergie bei. Den Kern dieses Innovationssystems bilden die chinesischen Windturbinenhersteller, die in den vergangenen Jahren zunehmend die im wissenschaftlichen Sektor entstehende Basis nutzten. Die sich abzeichnenden Regionalisierungstendenzen unterstützen diesen Prozess und tragen zusätzlich zu Netzwerkeffekten innerhalb des chinesischen Innovationssystems für Windenergie bei.

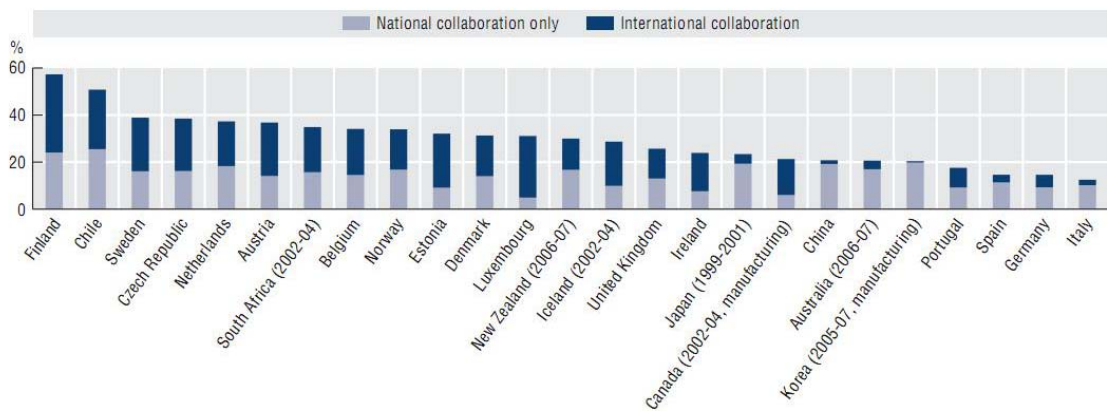
5.1. Chinesische Windturbinenhersteller

5.1.1. Wirtschaftlicher und technologischer Entwicklungsstand

Unternehmen haben sich innerhalb der vergangenen Jahre zum Zentrum des chinesischen Innovationssystems entwickelt (Mu/Qu 2008: 320). Dabei stellen sie nicht nur knapp 72% der gesamten finanziellen R&D-Investitionen des Landes zur Verfügung (MOST 2009), sondern sind zudem Empfänger von 73% der gesamten nationalen Förderung für R&D. Innerhalb des Unternehmenssektors zeigt sich, dass große chinesische Unternehmen knapp 3% ihres Gesamtumsatzes für Forschungstätigkeiten ausgeben, SMEs (bis 250 Mitarbeiter) hingegen nur 1,4% ihres Gesamtumsatzes in R&D investieren. OECD-Studien weisen auf eine Korrelation zwischen staatlicher Förderung von R&D und den R&D-Ausgaben eines Unternehmens hin, wodurch davon auszugehen ist, dass in China große Unternehmen, die bereits am Markt etabliert sind, von staatlicher Seite finanziell stärker unterstützt werden als kleine Start-up-Unternehmen (OECD 2010: 78).

21% aller chinesischen Unternehmen unterhalten Forschungsk Kooperationen mit anderen Unternehmen oder Forschungseinrichtungen. Damit besitzen chinesische Unternehmen auch im internationalen Vergleich ein hohes Vernetzungsniveau. Dagegen pflegen mit 1,6% nur wenige Unternehmen internationale R&D-Kooperationen (siehe Abbildung 3). Der Wirtschaftssektor des chinesischen Innovationssystems ist damit nur geringfügig in internationale Forschungsnetzwerke eingebunden (OECD 2010: 27; Li Zhenjing 2003: 190).

Abbildung 3: Unternehmen mit nationalen und internationalen Innovationskooperationen 2004 bis 2006 (in Prozent innovativer Unternehmen)



Quelle: OECD 2010: 27

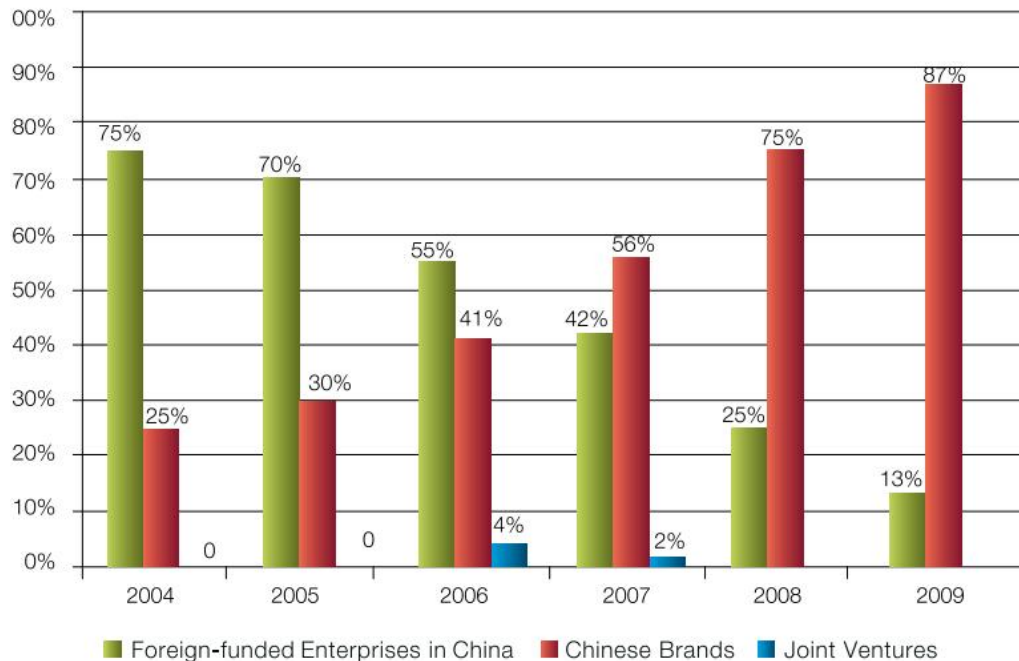
Um die Bedeutung von Unternehmen innerhalb des Innovationssystems für Windenergie zu analysieren, bietet sich die Untersuchung der Hersteller großer Windturbinen unter Einbezug ihrer Vernetzung innerhalb des Innovationssystems an. Windturbinenhersteller sind die Triebkraft für technologische Innovationen im Bereich der Windenergie und leisten auch innerhalb des chinesischen Innovationssystems für Windenergie – gefördert durch die verschiedenen politischen Programme – einen wichtigen Beitrag zu Forschung und Entwicklung (Li Junfeng et al. 2010: 34-38).

Auf Grundlage der Daten des CWPC und der CWEEA sind 41 staatliche und 22 private chinesische Windturbinenhersteller am chinesischen Markt aktiv (siehe Anhang 1). Von diesen 63 Unternehmen verfügen 48 über einen Internetauftritt, der ausgewertet und in die Analyse aufgenommen werden konnte. Für die übrigen Unternehmen liegen jeweils die vom CWPC und der CWEEA zur Verfügung gestellten Daten über Eigentumsform, Firmensitz, Technologiestand und Technologiequellen vor (CWPC o.J.c; Qi 2010).

Die Auswertung der Internetauftritte der chinesischen Windanlagenhersteller zeigt zunächst, dass zwar die ersten wichtigen chinesischen Windturbinenhersteller zwischen 1998 und 2005 gegründet wurden, darunter die heutigen Marktführer *Goldwind* und *Sinovel*, dass jedoch die Mehrzahl der heute am chinesischen Markt präsenten Unternehmen nicht länger als fünf Jahre aktiv ist. Während die CWEA 2004 erst sechs chinesische Unternehmen zählte, sind heute mehr als 60 Firmen am Markt präsent (Ocampo 2010). Damit fallen die meisten Unternehmensgründungen des Sektors in die aktuelle Phase der Innovationspolitik. Die rapide gestiegenen Gründungszahlen zeigen, dass die insbesondere durch das 2002 eingeführte Preissystem entstandene Entwicklungsnische für Windenergie die Entstehung eines Marktes für Windturbinen ermöglichen konnte (Li Junfeng et al. 2010: 34). Seitdem haben chinesische Windturbinenhersteller insbesondere im Vergleich mit ausländischen Unternehmen ihre Marktanteile erheblich ausgeweitet und dominieren heute den chinesischen Markt für Windenergie. Die Politik konnte demnach durch die verschiedenen Politiken mit protektionistischem Charakter

Nischen für die Entwicklung nationaler Unternehmen schaffen (Li Junfeng et al. 2010: 37; siehe auch Abbildung 4).

Abbildung 4: Vergleich des Marktanteils an neu installierter Kapazität zwischen nationalen und internationalen Unternehmen im chinesischen Windenergiemarkt



Quelle: Li Junfeng et al. 2010: 37

Chinesischer Pionier auf dem Windenergiemarkt war das 1998 gegründete Unternehmen *Goldwind*, dessen Gründung und Erfolgsgeschichte im Kontext des *National Key Technology R&D Program* steht. Das Unternehmen übernahm im selben Jahr gemeinsam mit dem *Xinjiang Wind Research Institute*, der heutigen *Xinjiang Wind Energy Corporation*, das erste Windtechnologieprojekt im Rahmen dieses ersten technologiepolitischen Programms, das die Förderung von Windenergie aufgenommen hatte. Auch wenn als Ergebnis des Forschungsprojektes 1999 ein erster Prototyp einer 600 kW-Turbine präsentiert werden konnte, ist die Erfolgsgeschichte von *Goldwind* vornehmlich auf die spätere Lizenzübertragung durch deutsche Turbinenhersteller wie *REpower* und *Vensys* zurückzuführen.²³ Ähnliches gilt auch für den 2001 gegründeten Windkraftanlagenhersteller *Zhejiang Windey*, der ebenso wie *Goldwind* im Rahmen des *National Key Technology R&D Program* eine 600-kW-Turbine entwickeln konnte und bis heute zu den fünfzehn Windturbinenherstellern des Landes mit den größten Marktanteilen zu rechnen ist (Li Junfeng et al. 2010: 36). Das 1995 eingeführte *National Key Technology R&D Program* spielte damit besonders in der Anfangsphase eine wichtige Rolle für den Aufbau des Innovationssystems für Windenergie (*Goldwind* o.J.; *Zhejiang Windey* o.J.).

²³ Es ist zudem nicht ganz auszuschließen, dass auch die 1999 entwickelte Turbine auf eine Lizenz des deutschen Unternehmens *Jacob* zurückzuführen ist. Die Informationen dazu sind jedoch nicht einheitlich. (Qi 2010; *Goldwind* o.J.)

Bis heute sind die großen staatlichen Unternehmen Triebkraft für die Entwicklung des chinesischen Windenergiesektors. Mit einem Marktanteil von 55,5% in 2009 bestimmen die Unternehmen *Sinovel*, *Goldwind* und *Dongfang* den chinesischen Windturbinenmarkt wirtschaftlich wie technologisch (CWEA 2009: 32). Zunächst ist dabei festzustellen, dass sich alle drei Unternehmen bislang hauptsächlich durch eine hohe technologische Absorptionsfähigkeit auszeichnen. Grundlage für ihren gegenwärtigen Erfolg sind ausländische Lizenzen, die, gepaart mit günstigen Produktionsbedingungen, Ausgangspunkt für die gute Position im heimischen Markt innerhalb der vergangenen Jahre waren. Auf Grundlage dieses Geschäftskonzeptes bietet *Sinovel* Turbinen mit einer Leistungstärke von über 3 MW, während *Goldwind* 2,5-MW-Turbinen und *Dongfang* 2-MW-Turbinen in Serienproduktion anfertigen. Die politische Zielvorgabe des RE-MLP, bis 2010 Turbinen mit einer Leistung von über 1,5 MW in Serienproduktion herstellen zu können, wird damit von allen drei Marktführern übertroffen. Darüber hinaus können zudem vier weitere staatliche Unternehmen sowie zwei private Unternehmen eine Serienproduktion oberhalb der 1,5-MW-Marke aufweisen (CWPC o.J.c; CWEA o.J.; *Goldwind* o.J.; *Sinovel* 2010; *Dongfang* o.J.).

Gleichzeitig weist die Tendenz der technologischen Entwicklung steil nach oben. *Sinovel* vermeldete am 12. Oktober 2010, dass die Prototypproduktion einer 5-MW-Offshore-Turbine abgeschlossen sei. *Goldwind* verkündete im August 2010 die erfolgreiche Entwicklung einer 6-MW-Offshore-Turbine und plant die Markteinführung einer 5-MW-Turbine für 2011. Einige weitere Unternehmen vermelden einen ähnlichen Entwicklungsstand, wobei hier insbesondere das private Unternehmen *Mingyang* hervorzuheben ist, das hinsichtlich des technologischen Entwicklungsstands eine Ausnahmeposition innerhalb der privaten Unternehmen einnimmt (*Sinovel* 2010; *Goldwind* o.J.; *Mingyang* o.J.).

5.1.2. Technologiequellen

Ausländische Technologielizenzen und Joint Design

Die Technologie der gegenwärtig von chinesischen Unternehmen produzierten Turbinen baut zu großen Teilen auf ausländischen Lizenzen auf (CWPC o.J.c; Qi 2010). Demnach konzentrierte sich die Strategie der chinesischen Windturbinenhersteller bisher auf die Absorption von Technologien und den Aufbau von Produktionsprozessen. Zuletzt ist jedoch ein Strategiewandel zu beobachten. Turbinen mit größeren Kapazitäten, die sich in der Entwicklungsphase befinden beziehungsweise deren Prototypen gerade auf dem Markt eingeführt wurden, sind vornehmlich Ergebnis von Kooperationen mit ausländischen Unternehmen oder wurden von den chinesischen Windturbinenherstellern auf Basis der lizenzierten Technologie eigenständig weiterentwickelt. Die chinesischen Unternehmen sind also zunehmend in der technologischen Entwicklung aktiv (CWPC o.J.c; Qi 2010).

So gewährleistete der Marktführer *Sinovel* die technologische Entwicklung seiner 5-MW-Turbine durch eine Kooperation mit dem österreichischen Unternehmen *Wind-Tec International* (Zhang 2010; *Sinovel* 2010) und auch *Mingyang* verfolgt ein ähnliches Geschäftsmodell und entwickelt gemeinsam mit *Aerodyn* aus Deutschland Modelle mit 5-6 MW (*Mingyang* o.J.). Die geistigen Eigentumsrechte werden dabei den Angaben der Unternehmen zufolge jeweils vollständig übertragen. Aufgrund der politischen Wichtigkeit eigener geistiger Eigentumsrechte, die als Nachweis für eigenständige Innovationen dienen, scheint es fundamentales Interesse der chinesischen Unternehmen zu sein, die Rechte an den jeweiligen Technologien vollständig übertragen zu bekommen.

Die auf diese Weise legal erworbenen IPRs nutzen die Unternehmen wiederum, um inkrementelle Innovationen darauf aufzubauen (Li Junfeng et al. 2010: 34). Auch *Goldwind* verfolgte lange eine ähnliche Strategie, übernahm jedoch nach einigen gemeinsam mit dem Turbinenhersteller *Vensys* durchgeführten Projekten 2008 das deutsche Unternehmen. Auf diese Weise sichert sich *Goldwind* ausländisches Know-how und steht dabei gleichzeitig im Einklang mit der nationalen *Going-Global-Strategie*. Ob *Goldwind* in diesem Fall direkte staatliche Unterstützung für die Übernahme bekommen hat, ist nicht bekannt (Global Intelligence Alliance 2009: 63; Jensen 2008: 104).

Von einer eigenständigen Fähigkeit zu Innovationen innerhalb der chinesischen Unternehmen kann auf dieser Grundlage zunächst nicht die Rede sein. Die aktive Rolle, die chinesische Unternehmen jedoch zuletzt in der Technologieentwicklung übernehmen, weist darauf hin, dass Kapazitäten für technologische Innovationen aufgebaut wurden und diese in der angewandten Forschung vermehrt zum Tragen kommen (Tan 2010: 2925). Insbesondere die großen Unternehmen der Branche wie *Sinovel*, *Goldwind* und *Dongfang*, aber auch *Mingyang* und *Zhejiang Windey* verfügen mittlerweile über eine hervorragende Ausgangsposition für zukünftige eigenständige Innovationen (Li Junfeng et al. 2010: 34; Sinovel 2010; Goldwind o.J.; Dongfang o.J.; Mingyang o.J.; Zhejiang Windey o.J.).

Chinesische Forschungsinstitute und Universitäten

Ausländische Lizenzen sind zwar weiter die überwiegende Technologiequelle chinesischer Unternehmen, doch inländische Technologiequellen gewinnen zunehmend an Bedeutung. So stützen sich insgesamt 13 staatliche und fünf private Unternehmen auf die Technologie des *Wind Energy Technology Institute* der *Shenyang University of Technology* (SUT) (CWPC o.J.c; Qi 2010; SUT Wind Energy Technology Institute o.J.). Zumeist handelt es sich dabei um 1,5-MW-Turbinen, wobei diese originär chinesische Technologie der SUT bisher nur von einem einzigen Unternehmen durch Serienproduktion in die Diffusionsphase gebracht werden konnte: Als Spin-off der SUT ist die *Shenyang Huachuang Wind Energy Company* mit insgesamt 109 installierten 1,5-MW-Turbinen in 2009 das erfolgreichste Unternehmen bei der Diffusion eigenständig in China entwickelter Windturbinen (CWEA 2009: 32; Shenyang Huachuang o.J.). Es ist jedoch davon auszugehen, dass die zahlreichen Unternehmen, die in den vergangenen Jahren Prototypen auf Grundlage der SUT-Technologie entwickeln konnten, bald den Markt betreten und die Diffusion dieser Technologie weiter beschleunigen werden (CWPC o.J.c; Qi 2010). Erste Erfolge konnte beispielsweise bereits 2009 die *Sany Group* mit 24 installierten Turbinen vermelden (CWEA 2009: 32-33).

Die mit der SUT kooperierenden Unternehmen sind jedoch nicht die einzigen, deren Technologie durch die Zusammenarbeit mit chinesischen Universitäten oder Forschungseinrichtungen entsteht. Zahlreiche staatliche wie private Unternehmen pflegen nach eigenen Angaben umfassende Kooperationen mit wissenschaftlichen und universitären Einrichtungen. Als Fallbeispiel herauszustellen ist hierbei die *Shandong Changxing Wind Energy S&T Company*. In Kooperation mit drei Universitäten, der *Shaanxi University of Science and Technology*, der *Shandong University* sowie der *Shandong University of Technology*, entwickelte das Unternehmen nicht nur seine bisherige Produktpalette ohne internationale Unterstützung, sondern vermeldet zudem die erfolgreiche Prototypproduktion einer 3-MW-Turbine sowie die Forschung an einer 5-MW-Turbine für den Offshore-Einsatz (Shandong Changxing 2010; Ocampo 2010; CWPC o.J.c; Qi 2010). Die Technologie, für die das Unternehmen nach eigenen Angaben insgesamt 30 Patente besitzt, wurde 2008 von der CWEA als besonders fortgeschrittene

Technologie eingestuft, da die Turbinen des Unternehmens durch eine neuartige Antriebsstechnologie²⁴ für extreme Wetterbedingungen geeignet seien und eine besonders effiziente Ressourcennutzung vorwiesen (Ocampo 2010). Das Unternehmen produziert seine kleineren Turbinen (bis 2 MW) bereits in Serie und konnte, aufbauend auf ersten Diffusionserfolgen mit 58 installierten Windturbinen in 2009, 2010 in den Exportmarkt einsteigen (CWEA 2009: 33; Shandong Changxing o.J.). Nach Angaben des Unternehmens exportiert es nach Italien, Pakistan, Indien, auf die Philippinen sowie in den Irak und verfolgt ausdrücklich eine klare *Going-Global-Strategie*. So verkündet das Unternehmen über seinen Internetauftritt selbstbewusst, sich zum weltweit größten Anbieter für Windturbinen entwickeln zu wollen (Shandong Changxing o.J.).

Das Beispiel *Changxings* zeigt, dass die wissenschaftliche Basis für eigenständige Technologieentwicklungen in China durchaus gegeben ist. Es ist daher davon auszugehen, dass diesem Beispiel weitere Unternehmen folgen und ihr Geschäftsmodell nicht zuletzt wegen deren Preisvorteilen auf chinesische Technologien ausrichten werden. Dabei weisen die durchgeführten Recherchen darauf hin, dass im Fall des chinesischen Innovationssystems für Windenergie nicht private Unternehmen die Haupttriebkraft technologischer Innovationen darstellen. Es zeigt sich vielmehr, dass im chinesischen Windsektor insbesondere die großen, etablierten staatlichen Unternehmen in ein potentiell innovationsförderndes Netzwerk aus Forschungsinstituten und Universitäten eingebunden sind und über die nötigen Ressourcen für eine intensive R&D-Tätigkeit verfügen (Li Junfeng et al. 2010: 34).

Als privates Unternehmen scheint die *Shandong Changxing Wind Energy S&T Company* daher auf den ersten Blick eine Ausnahme darzustellen. Tatsächlich zeigt sich jedoch, dass ein wichtiger wirtschaftlicher wie technologischer Erfolgsfaktor innerhalb des chinesischen Innovationssystems für Windenergie eine enge Anbindung an etablierte wissenschaftliche oder wirtschaftliche Partner ist, wie beispielsweise die Einbettung in einen Konzern, durch den Kapital für die Gründung eines Start-up-Unternehmens oder für die Durchführung risikoreicher R&D-Projekte zur Verfügung gestellt wird (Li Zhenjing 2003: 198-199). Auch im Falle *Changxings* ist dies durch die Anbindung als Tochtergesellschaft an die *Shandong Changxing Group* gewährleistet. Bottom-up Gründungsinitiativen ohne größeren Geschäftspartner konnten bisher im chinesischen Windenergiesektor keine Dynamik entwickeln. Angesichts eines weiterhin geringen Niveaus an Risikokapital, das durch den Finanzsektor zur Verfügung gestellt wird, ist auch kurz- bis mittelfristig nicht mit einer steigenden Bottom-up-Gründungsdynamik von SMEs zu rechnen (CGTI 2009: 90).

Auch sektorübergreifende Statistiken bestätigen das Ergebnis geringer Risikokapitalinvestitionen in unternehmerische Gründungsinitiativen in China, wohingegen vergleichsweise hohe Risikokapitalinvestitionen in bereits bestehende Unternehmungen festgestellt werden können (Schaaper 2009: 45-46). Bottom-up-Gründungsinitiativen sind in hohem Maße auf Gelder von Verwandten und Freunden oder auf Bankkredite angewiesen, für die sie jedoch zumeist keine ausreichenden Sicherheiten aufweisen können (Li Zhenjing 2003: 194-95). Die unzureichenden Kapitalbedingungen für Gründungsinitiativen stellen eine Einschränkung der Dynamik innerhalb des chinesischen Innovationssystems dar, wodurch die Entstehung radikaler innovativer Neuerungen be-

²⁴ Die Turbinen verwenden im Gegensatz zu den traditionellen Asynchrongeneratoren bürstenlose Antriebsgeneratoren, deren Vorteil die Stromerzeugung auch unter extremen Windbedingungen ist (Ocampo 2010).

einträchtig werden kann. Für inkrementelle Innovationen entlang sich bereits abzeichnender beziehungsweise vorgegebener Innovationspfade eignen sich hingegen die positive Auswirkung großer Netzwerke und die gute finanzielle Ausstattung großer Konzerne und Unternehmen (Freeman/Soete 1997: 239). Angesichts der sektorübergreifenden Gültigkeit dieser Beobachtung ist zudem davon auszugehen, dass es sich hier um ein grundlegendes Merkmal des chinesischen Innovationssystems handelt und dieses damit allgemein eine gute Ausgangsposition für inkrementelle Innovationen zur Verfügung stellt (Li Zhenjing 2003: 198-99).

Auch für private Unternehmen günstige Bedingungen stellen hingegen die Hochtechnologiezonen durch Steuererleichterungen und bevorzugten Zugang zu Krediten zur Verfügung. 41% der analysierten Privatunternehmen sowie 63% der staatlichen Unternehmen geben an, ihren Hauptsitz in einer der staatlichen Hochtechnologiezonen zu haben.²⁵ Die 2005 eingeführte zusätzliche Förderung von Hochtechnologieunternehmen außerhalb der Hochtechnologiezonen begünstigt jedoch wiederum insbesondere große staatliche Unternehmen. Den Angaben der Firmen zufolge tragen mit lediglich drei Ausnahmen ausschließlich große staatliche Konzerne den Titel *Hochtechnologieunternehmen*. Angesichts der Bedingungen bezüglich R&D-Personals, R&D-Investitionen und nationalem R&D-Anteil liegt daher der Schluss nahe, dass kleinere Unternehmen keine ausreichenden R&D-Kapazitäten vorweisen können, um von diesem Fördermechanismus des *Fackelplans* profitieren zu können. Die Vergabe des Titels *Hochtechnologieunternehmen* fungiert damit hauptsächlich als Anreiz für bereits am Markt etablierte und erfolgreiche Unternehmen, intensivere R&D-Investitionen zu tätigen. Da privaten Unternehmen das Kapital fehlt und potenzielle Kapitalgeber sich auf große Unternehmen konzentrieren, führt das entsprechend niedrige Niveau an R&D-Investitionen in kleinen Unternehmen dazu, dass dieses politische Instrument als zusätzliche Stärkung der bereits führenden Unternehmen, der nationalen Champions des Windenergiesektors, wirkt (Karplus 2007: 25; Li Zhenjing 2003: 198).

Forschungszentren an Unternehmen

Auch die innovationspolitischen Maßnahmen zur Förderung *Nationaler Technologiezentren an Unternehmen* zeigen sich aufgrund der durchgeführten Analysen als eine weitere Stärkung großer staatlicher Unternehmen und deren R&D-Tätigkeiten. So kann neben den drei Marktführern nur ein weiteres staatliches Unternehmen, die *Shenyang Blower Group Wind Power Company*, die Ansiedlung eines *Nationalen Technologiezentrums* vorweisen (Sinovel 2010; Goldwind o.J.; Dongfang o.J.; Shenyang Blower Group o.J.).

Ein ähnliches Bild ergibt sich bei Betrachtung der seit Einführung der entsprechenden politischen Maßnahme im Jahre 2009 gegründeten *Nationalen Energie R&D (Versuchs-) Zentren*. Neben dem japanisch-chinesischen Joint Venture *XEMC* profitiert nur ein chinesischer Windkraftanlagenhersteller von der politischen Förderung eines solchen R&D-Zentrums: 2009 gründete der Marktführer *Sinovel* das *Nationale Energie R&D Zentrum für Offshore Windtechnologieequipment* (Guojia Nengyuan Haishang Fengdian Jishu Zhuangbei Yanfa Zhongxin 国家能源海上风电技术装备研发中心) (*XEMC* 2010; Sinovel 2010; Li Junfeng et al. 2010: 41).

²⁵ Die Daten entsprechen eigenen Berechnungen nach Auswertung aller Firmensitze der Unternehmen, von denen auf Grundlage ihrer Internetseite der Standort festgestellt werden konnte. Demnach haben 13 der insgesamt 32 staatlichen Unternehmen mit Internetauftritt sowie zehn der insgesamt 16 privaten Unternehmen mit Internetauftritt ihren Sitz in einer Hochtechnologiezone.

Während *Sinovel* mit der *Shanghai Jiaotong University* kooperiert, arbeitet *XEMC* mit der *Chinese Electric Equipment Industrial Association* und der *Vouching Technical Inspection Company* zusammen. Beide Zentren setzen damit auf interorganisatorische und interdisziplinäre Kooperationen. *Sinovels* Offshore-R&D-Zentrum konnte zudem bereits über die direkt an dem Zentrum beteiligten Institutionen hinaus umfassende nationale und internationale Kontakte aufbauen. Dabei ist insbesondere die Kooperation mit *RISØ*, dem dänischen *National Laboratory for Sustainable Energy* der *Technical University of Denmark*, erwähnenswert. Diese Kooperation ist eine von insgesamt nur zweien zwischen einem chinesischen Unternehmen und einer ausländischen Forschungseinrichtung, die im Rahmen der Analyse identifiziert werden konnten. Nur das staatliche Unternehmen *Zhejiang Windey* kooperiert ebenso wie *Sinovel* nach eigenen Angaben seit November 2010 mit dem dänischen Institut *RISØ* (*Sinovel* 2010; *Zhejiang Windey* o.J.; *XEMC* 2010).

Beide *Nationalen Energie R&D (Versuchs-) Zentren* zeigen, dass auch die Förderung interorganisatorischer Energie-R&D-Zentren sich auf die Unterstützung der wirtschaftlich bereits stärksten Unternehmen konzentriert. Dies schränkt auf der einen Seite die Erfolgchancen und Wettbewerbsbedingungen für andere Marktteilnehmer erheblich ein, nutzt andererseits jedoch gleichzeitig die bereits vorhandenen finanziellen und personellen R&D-Ressourcen der Marktführer, um die Geschwindigkeit zu erhöhen, mit der die nationalen Ziele technologisch erreicht werden können. Die flächendeckende Förderung von Forschung und Entwicklung steht dabei politisch nicht im Vordergrund. Vielmehr ist eine punktuelle Förderung der wirtschaftlich stärksten Akteure zur schnellen Ausweitung der nationalen technologischen Fähigkeiten die Triebfeder der Bemühungen (*Li Zhenjing* 2003: 198-199).

Während die Programme zum Aufbau von *Nationalen Technologiezentren an Unternehmen* sowie von *Nationalen Energie R&D (Versuchs-) Zentren* ihren Fokus auf angewandte Forschung legen, hat auch die Förderung von Grundlagenforschung an Unternehmen im Windsektor eine wachsende Relevanz. So sind in den vergangenen Jahren insgesamt sieben Gründungen von *State Key Laboratories* und *National Engineering Technology Research Centers* an Windenergieunternehmen auszumachen. Einzig *Goldwind* gründete bereits 2004 ein *NETRC* (*Goldwind* o.J.; *NWTC* o.J.). Alle weiteren *NETRCs* und *Key Laboratories* wurden in den Jahren 2007 bis 2010 gegründet, davon alleine vier im Jahr 2010.²⁶ Damit kommt Unternehmen nicht nur eine wachsende Bedeutung für die Grundlagenforschung im chinesischen Windsektor zu. Auch die Ausbildung von Fach- und Forschungspersonal gewinnt den Zielsetzungen der beiden Programme folgend an Gewicht (*MOST/MOFCOM* 2008; *Kroll/Conlé/Schüller* 2008: 183). Dies ist sowohl eine weitere Stärkung von Unternehmen innerhalb des Innovationssystems für Windenergie, als auch Zeichen dafür, dass der politisch induzierte Aufbau eines Innovationssystems insbesondere in 2010 deutlich an Dynamik gewonnen hat. Aufgrund dieser Dynamik ist zukünftig von einer zunehmenden innovativen Stärke der chinesischen Windturbinenhersteller auszugehen, insofern insbesondere die wissenschaftlichen Akteure des Innovationssystems den Unternehmen eine geeignete wissenschaftliche Basis zur Verfügung stellen und die Netzwerke zwischen Industrie- und Forschungssektor weiterhin ausgebaut werden.

²⁶ Diese Angaben beruhen auf der Auswertung der im Anhang 1 aufgeführten Unternehmenswebseiten.

5.2. Ausländische Windturbinenhersteller und Joint Ventures

Ausländische R&D-Ressourcen haben mit einem Volumen von 1,2% der staatlichen Gesamtausgaben für R&D kaum eine Bedeutung für das Nationale Innovationssystem Chinas (MOST 2009). Ein ähnliches Bild zeigt sich auch innerhalb des chinesischen Innovationssystems für Windenergie. Den Daten des CWPC und der CWEEA zufolge sind insgesamt nur sieben Joint Ventures (JV) und zehn hundertprozentige Tochtergesellschaften ausländischer Windturbinenhersteller in China aktiv (CWPC o.J.c; Qi 2010). So haben neben sechs weiteren Unternehmen *GE Energy* aus den USA und *Gamesa* aus Spanien ebenso wie der dänische Turbinenhersteller *Vestas* und das indische Unternehmen *Suzlon Energy* Tochtergesellschaften in China gegründet. Von den sieben JVs sind insbesondere die *Nordex (Yinchuan) Wind Power Equipment Company* unter Beteiligung des deutschen Windturbinenherstellers *Nordex*, das Joint Venture des deutschen Unternehmens *REpower*, *REpower North*, sowie das sehr erfolgreiche Joint Venture *XEMC* zu nennen (Qi 2010; CWPC o.J.c; CWEA 2009: 32). Dabei übernehmen die Windkraftanlagenhersteller unter ausländischer Beteiligung jedoch innerhalb des Nationalen Innovationssystems für Windenergie zumeist keine aktive Rolle (Tan 2010: 2924).

Auch abseits von Direktinvestitionen übernehmen ausländische Unternehmen ausschließlich die Funktion von Technologieberatern und Lizenzgebern. Prominentestes Beispiel ist hier das deutsche Unternehmen *Aerodyn Energiesysteme GmbH*, das in China als Technologieberatungsunternehmen aktiv ist. Insgesamt sieben chinesische Unternehmen geben an, ihre Technologie in Kooperation mit dem Rendsburger Unternehmen entwickelt zu haben (CWPC o.J.c; Qi 2010). Die wachsende eigenständige Innovationsfähigkeit chinesischer Unternehmen sowie die Erschließung von Exportmärkten, durch die chinesische Anbieter mit Hilfe der Technologielizenzen zu direkten Konkurrenten für die Lizenzgeber werden, dürfte jedoch bald dazu führen, dass ähnliche Geschäftsmodelle an ihre Grenzen stoßen (Tan/Seligsohn 2010: 14-15).

Daher können die ersten Fälle einer aktiven Einbindung ausländischer Investoren in das chinesische Innovationssystem richtungweisend sein. Beispiele sind das bereits erwähnte Joint Venture *XEMC* mit der Gründung des *Nationalen Energie R&D (Versuchs-) Zentrums für Windenergiegeneratoren* (Guojia Nengyuan Fengli Fadian Yanfa (Shiyan) Zhongxin 国家能源风力发电机研发(实验)中心) im September 2010 sowie die Gründung eines R&D-Zentrums durch den dänischen Windturbinenhersteller *Vestas* (Offshore Wind Biz Online 2010). Beide Initiativen sind als wegweisend zu betrachten, da ausländische Unternehmen von einem erstarkenden chinesischen Innovationssystem profitieren können, insofern sie dieses durch den Aufbau von Forschungszentren und nationalen Forschungsnetzwerken zu nutzen wissen (Han et al. 2009: 2951; Conrad/Meissner 2011). Bisher weist das chinesische Innovationssystem für Windenergie jedoch bezüglich der Einbindung internationaler wirtschaftlicher Akteure in die bestehenden Netzwerkstrukturen erhebliche Defizite auf (Tan 2010: 2924).

Insbesondere die unter ausländischen Unternehmen weit verbreitete Furcht vor unzureichendem Schutz geistiger Eigentumsrechte in China stellt dabei eine hohe Hürde für R&D-Aktivitäten ausländischer Unternehmen dar (Dinter 2006). Dementsprechend transferieren diese bisher nur selten ihre aktuellsten Technologien nach China (Reinhard/Taube/Wasmer 2007: 24; Beijing Review 2010; Tan/Seligsohn 2010: 27). Dies gilt auch für den *Clean Development Mechanism* (CDM). Der im Rahmen des Kyoto-Protokolls festgelegte Mechanismus ermöglicht den im Annex B des Kyoto-Protokolls aufgeführten Industrieländern, durch den Kauf von *Certified Emission Reductions* (CER) ihre im Rahmen des Kyoto-Protokolls festgelegten CO₂-Reduktionsziele zu erreichen.

CERs können unter anderem durch Investitionen in Windenergieprojekte erworben werden, insofern diese in den nicht im Annex B des Protokolls aufgeführten Nationen, den Entwicklungs- und Schwellenländern, durchgeführt werden und das Kriterium der Additionalität zutrifft. Der CDM soll dabei unter anderem dazu beitragen, dass Technologietransfers zwischen den Annex-B-Staaten und den Entwicklungs- und Schwellenländern stattfinden (Lewis 2010: 2876).

Während davon auszugehen ist, dass der CDM seit seiner Einführung einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung des Windenergiesektors in China geleistet hat (Lewis 2010: 2879; WED/CREIA 2009: 8), ist dieser für das chinesische Innovationssystem für Windenergie jedoch kaum von Bedeutung. Obwohl zwischen 2006 und 2010 mehr als 250 CDM-Projekte im Bereich Windenergie durchgeführt wurden (UNFCCC CDM Project Database 2010), zeigen die Erfahrungen der vergangenen Jahre, dass Transfers innovativer Technologien ausblieben (Fejes/Thörn 2010: 11). Entsprechend negativ fallen die Urteile von chinesischer Seite bezüglich der Auswirkungen des CDM auf die technologische Entwicklung des Landes aus (Reuters 2008). Politisch hat dies zudem dazu beigetragen, dass China seine Bemühungen weiter darauf konzentriert, eigene technologische Innovationen zu entwickeln (Fejes/Thörn 2010: 11-13).

5.3. Chinesische Windkraftwerksbetreiber

Insgesamt sind den Daten des CWPC zufolge 48 Windkraftwerksbetreiber am chinesischen Markt aktiv (CWPC o.J.d; siehe Anhang 2). Die Untersuchung der zugänglichen Internetauftritte der Unternehmen konnte jedoch nur in wenigen Fällen eine aktive Einbindung in das chinesische Innovationssystem für Windenergie feststellen. Lediglich vier Unternehmen, der Marktführer *China Longyuan Power Group*, die *China Huaneng Group*, die *China Energy Conservation Investment Corporation* sowie die *China Guodian Corporation*, geben an, Forschung im Bereich der Windenergie zu betreiben (Longyuan o.J.; Huaneng Group o.J.; CECIC o.J.; Guodian o.J.). Besonders herauszuheben sind die Aktivitäten des Marktführers *Longyuan*. Das Unternehmen betreibt nicht nur ein *Development Center of Studies on Renewable Energies* (Longyuan Gongsi Kezaiheng Nengyuan Yanjiu Fazhan Zhongxin 龙源公司可再生能源研究发展中心), sondern stellt zudem das *Technical Committee of Wind Power Generation Standardization in the Electric Power Sector* (Dianli Hangye Fengli Fadian Biaozhunhua Jishu Weiyuan 电力行业风力发电标准化技术委员) und ist damit maßgeblich an der Festlegung technologischer Standards beteiligt (Longyuan o.J.). In Kooperation mit dem von der GTZ geleiteten *Sino-German Wind Power Training and Research Project*, das jedoch bereits im Februar 2010 ausgelaufen ist, beteiligte sich Longyuan zudem an der Aus- und Fortbildung von Personal im Windenergiesektor (Longyuan o.J.; GTZ 2005).

2010 gründete *Longyuan* zudem in Kooperation mit der *China Guodian Corporation* ein *Nationales Energie R&D (Versuchs-) Zentrum*, dessen Forschungsfokus auf der Übertragung von Windenergie in das Stromnetz liegt (Longyuan o.J.; Guodian o.J.). Damit schließt das Forschungszentrum inhaltlich eine wichtige Lücke innerhalb des chinesischen Innovationssystems für Windenergie. Während das Innovationssystem bislang stark auf die quantitative Ausweitung von Turbinenkapazitäten ausgerichtet war, beeinflusst nun im Vorlauf des 12. Fünfjahresplans das Problem der Netzanbindung von Windkraftanlagen auch die Neugründungen von Forschungsinstituten innerhalb des Innovationssystems, wodurch die Chancen erhöht werden, das sich abzeichnende Bottleneck der Windenergieentwicklung abzuschwächen (Li Junfeng et al. 2010: 65-66).

5.4. Wissenschafts- und Forschungsorganisationen

5.4.1. Staatliche Forschungsinstitute

Zwei Institute der *Chinese Academy of Science* (CAS), das *Institute of Electrical Engineering* (IEE) sowie das *Institute of Engineering Thermophysics* (IET), sind im Bereich der Windenergie tätig (IEE 2007; IET 2009). Gefördert durch das *Key Technology R&D Program* sowie den *863-Plan*, war das *Renewable Energy R&D Centre* des IEE bereits in die ersten Technologieprojekte chinesischer Unternehmen eingebunden (IEE 2007). So war es nicht nur an der Entwicklung der ersten 600-kW-Windturbine von *Goldwind* beteiligt, sondern arbeitete ebenso mit dem staatlichen Konzern *Zhejiang Hewind* und dem privaten Unternehmen *Yatu* zusammen (Zhejiang Hewind o.J.; Guangzhou Yatu o.J.). Der Standort des Instituts in der Hochtechnologiezone *Zhongguancun* (中关村) in Peking begünstigt zudem weitere Kooperationen mit Unternehmen. Zuletzt konzentrierte sich die Arbeit des Instituts jedoch auf mittelgroße Windturbinen (bis 750 kW) sowie auf Steuerungssysteme für 1,5-MW-Windturbinen und ist technologisch damit nicht auf dem Stand der industriellen Forschungsaktivitäten. Ein Blick auf die Personalstatistik zeigt, dass das Institut neben zehn Wissenschaftlern mit Windenergieschwerpunkt auch sechs Masterkandidaten und drei Doktoranden beschäftigt (Stand: Juni 2007) und sich demzufolge auch an der Ausbildung von Fachpersonal beteiligt (IEE 2007).

Das IEE und das IET gründeten 2008 gemeinsam ein *Key Laboratory* für Windenergienutzung. Auch dieses wird im Rahmen des *863-Plans* und des *Key Technology R&D Program* gefördert. Als Schlüssellabor übernimmt es sowohl Aufgaben im Rahmen der Grundlagenforschung, als auch in der Ausbildung von Fachpersonal. Mit insgesamt 53 Mitarbeitern, davon 27 Doktoranden und elf Masterkandidaten (Stand: Juni 2009), ist das Institut personell deutlich besser ausgestattet als das *Renewable Energy R&D Centre* des IEE. Nach eigenen Angaben konnte das Institut zwischen 2008 und 2009 bereits 18 Patente anmelden und war an der Veröffentlichung von insgesamt 65 wissenschaftlichen Artikeln beteiligt. Mit Sitz in Baoding im *Electricity Valley* (*Zhongguo Diangu* 中国电谷) Chinas stärkt das Schlüssellabor zudem den Standort Baoding für die Windenergiebranche (IET 2009).

Beide Ableger der CAS verfügen durch ihre Lage in für den Windenergiesektor wichtigen Hochtechnologiezentren über eine gute Ausgangssituation für Kooperationen mit Windkraftanlagenherstellern. Angesichts der Größe des chinesischen Windenergiemarktes ist jedoch die geringe Anzahl staatlicher Forschungsinstitute bei Weitem nicht ausreichend (Li Junfeng et al. 2010: 41).

5.4.2. Universitäten

Forschung

Den Universitäten kommen innerhalb des chinesischen Innovationssystems insgesamt nur 8,5% der Gesamtinvestitionen in R&D zugute (MOST 2009). Da Universitäten jedoch gleichzeitig den Großteil der gesamtstaatlichen Grundlagenforschung übernehmen, kann das chinesische Innovationssystem insgesamt nur geringe Aktivitäten im Bereich der Grundlagenforschung vorweisen (MOST 2009). Da diese jedoch eine wichtige Bedeutung für die Entstehung von radikalen Innovationen übernimmt, stellt dies eine zentrale Einschränkung für die Fähigkeit zu eigenständigen Innovationen dar (Reinhard/Taube/Wasmer 2007: 21-23). Die dieser Arbeit zugrunde liegenden Recherchen

ergaben, dass insgesamt 15 Universitäten auf Windenergie oder erneuerbare Energien spezialisierte Forschungsinstitute oder *Key Laboratories* betreiben (siehe Anhang 3).

Die Forschung an Universitäten im Bereich der Windenergie wird umfassend durch die staatlichen Förderprogramme, den *863-Plan*, das *National Key Technologie R&D Program* sowie durch den *973-Plan*, gefördert. Mit insgesamt 53 Windenergieforschungsprojekten seit seiner Gründung konzentriert sich die öffentliche Förderung dabei stark auf das *Wind Energy Technology Institute* der SUT (SUT Wind Energy Technology Institute o.J.). Technologisch setzt es nationale Maßstäbe: Im Oktober 2009 verkündete man den Abschluss der Entwicklung einer nach eigenen Angaben vollständig auf eigenständiger Innovation basierenden 3-MW-Windturbine. Insofern diese Angaben wahrheitsgetreu sind, handelt es sich damit um die von chinesischen Forschern eigenständig entwickelte Windturbine mit der größten Kapazität. Dabei fällt der direkte zeitliche Zusammenhang mit der Anpassung der Importsteuerregulierung ab 2010 auf (siehe Abschnitt 4.4.2.), durch die die nötige Kapazität für Importsteuerrabatte auf Windturbinen auf einen Wert von über 3 MW angehoben wurde und auf diese Weise eine direkte Evaluation und Anpassung dieser innovationspolitischen Maßnahme gewährleistet wurde (CWPC o.J.; MOFCOM/GAC/SAT 2010). Der 3-MW-Turbine des Windenergieinstituts der SUT wurde damit umgehend eine Entwicklungsnische zur Markteinführung eröffnet. Angesichts der Tatsache, dass die *Shenyang University* zudem eine der wichtigsten Technologiequellen des industriellen Windenergiesektors ist (CWPC o.J.c; Qi 2010), kann zudem davon ausgegangen werden, dass die Universität in der Lage sein wird, die neue Technologie über das enge Netzwerk zu zahlreichen Windenergieunternehmen (siehe Abschnitt 5.1.2.) schnell zu verbreiten.

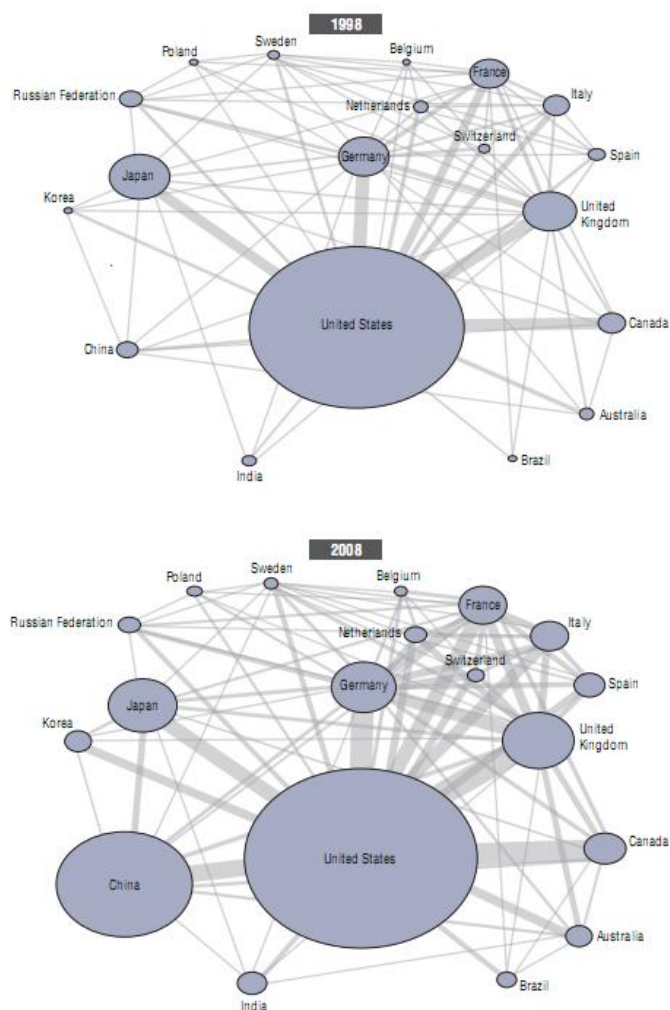
Die Konzentration der staatlichen Förderung auf das Windenergieinstitut der SUT zeigt erneut, wie sehr die chinesische Innovationspolitik sich auf die Förderung einzelner innovativer Zentren konzentriert, um die politischen Ziele zu erreichen (Li Zhenjing 2003: 198-199). Gleichzeitig ist jedoch in der Forschungslandschaft an Universitäten im Bereich der Windenergie zuletzt eine wachsende Dynamik festzustellen. So sind drei der 15 Windenergieinstitute an Universitäten zwischen 2004 und 2008 sowie weitere vier alleine in den Jahren 2009 und 2010 gegründet worden.²⁷ Falls sich eine ähnliche Intensivierung der Forschungsinitiativen an Universitäten fortsetzt, ist davon auszugehen, dass Chinas Forschungsintensität im Windenergiesegment insbesondere in der Grundlagenforschung zukünftig deutlich steigen wird.

Abgesehen von Ihrer Tätigkeit in der Ausbildung, werden nahezu alle der untersuchten Institute von den staatlichen Förderprogrammen unterstützt. Inwiefern die damit verbundenen Projekte erfolgreich durchgeführt werden, konnte im Rahmen der Analysen nicht festgestellt werden, da entsprechende Evaluationen nicht vorliegen. Festzuhalten ist daher lediglich, dass vier der untersuchten Institute angeben, über eine umfassende Publikationstätigkeit zu verfügen (Jiaotong University 2006; CET Lab 2010; Zhao 2008; Shantou University College of Engineering 2010; Southeast University 2008). Das Windenergieinstitut der SUT sowie dasjenige der *Dongnan University* in Nanjing erwähnen zudem, dass sie bisher je 20 Patente angemeldet haben (SUT Wind Energy Technology Institute o.J.; Southeast University 2008). Es ist jedoch davon auszugehen, dass diese Angaben nicht vollständig sind und weitere Universitäten ähnliche Ergebnisse vorzuweisen haben, diese jedoch nicht im Rahmen ihrer Internetauftritte veröffentlichen.

²⁷ Diese Daten stützen sich auf die Angaben der in Anhang 3 aufgeführten Institute. Von fünf der 15 Institute liegen keine Angaben zum Gründungsjahr vor.

Die internationale Kooperation und Vernetzung der analysierten Institute stellt sich aufgrund der zugänglichen Angaben der jeweiligen Universitäten und Institute als nahezu nicht existent dar. Lediglich zwei der Forschungseinheiten erwähnen internationale Kooperationen und Austauschprogramme (Southeast University 2008; NCEPU 2010). Die internationale Anbindung des chinesischen Forschungssektors an internationale Forschungsnetzwerke ist damit im Windenergiesektor bislang nicht ausgereift. Anhand von Indikatoren wie der Kooperationen zwischen chinesischen und ausländischen Forschern bei der Veröffentlichung von wissenschaftlichen Publikationen zeigt sich, dass das chinesische Innovationssystem für Windenergie hier einem Trend des gesamten Nationalen Innovationssystems Chinas folgt: Trotz eines immensen Anstiegs der Gesamtzahl wissenschaftlicher Publikationen in China ist nur ein unterproportionaler Anstieg internationaler Ko-Autorenschaften festzustellen. Bisher unausgereifte Kommunikationskanäle und Sprachhemmnisse tragen dazu bei, dass eine internationale Sichtbarkeit und Vernetzung des chinesischen Wissenschaftssektors bislang kaum existiert (Zhou/Leydendorff 2006: 101; OECD 2010: 30; siehe auch Abbildung 5).

Abbildung 5: Wissenschaftliche Artikel und Ko-Autorenschaft 1998 und 2008



Quelle: OECD 2010: 30

Aufgrund der Tatsache, dass sich einige der Windenergieforschungsinstitute noch in der Gründungsphase befinden, bleibt abzuwarten, ob sich die geringe internationale Vernetzung als ein grundlegender struktureller Missstand herausstellt. Langfristig können beispielsweise Initiativen wie das im Juli 2010 gegründete *EU-China Institute for Clean and Renewable Energy* (ICARE) (s.u.) oder auch die 2009 angekündigte Gründung eines *U.S.-China Clean Energy Research Center* zu intensiveren internationalen Kooperationen chinesischer Universitäten beitragen (US Department of Energy 2009).

Ausbildung

Hinsichtlich der Ausbildung an Universitäten ist zunächst festzustellen, dass lediglich eine der chinesischen Hochschulen einen Bachelor mit Spezialisierung auf erneuerbare Energien anbietet.²⁸ Dieser Studiengang wurde 2006 am Institut für erneuerbare Energien der *North China Electric Power University* (NCEPU) eingerichtet. Nach Angaben der Universität waren im Mai 2010 556 Bachelorstudenten eingeschrieben (NCEPU 2010), was angesichts der aktuellen sowie prognostizierten Größe des Sektors nur einen geringen Beitrag zur Fachkräfteausbildung darstellt. Besonders hervorzuheben ist jedoch die Lage der Universität in Chinas *Electricity Valley* und die enge Anbindung und Kooperation der *North China Electric Power University* mit den vor Ort tätigen Unternehmen (Wang/Qi 2010: 54; Howell et al. 2010: 59; Recknagel 2010: 58).

Besser ist die Situation hingegen bei auf Windenergie spezialisierten Master- und Promotionsstudiengängen. Alle der insgesamt 15 in die Untersuchung einbezogenen Universitäten mit Windenergieschwerpunkt bieten entsprechende Programme an. Die bisherige Ausbildung an Universitäten kann dennoch quantitativ wie qualitativ mit dem rasanten Wachstum des Sektors nicht mithalten (Wang/Qi 2010: 54; Recknagel 2010: 57). Dabei addieren sich zu dem in Fachkreisen beklagten eklatanten Personalmangel im Windsektor die allgemeinen Defizite des Landes in der Ausbildung von Fachpersonal. Zwar wird die theoretische Ausbildung an Universitäten als gut bezeichnet, doch mangelnde Eigeninitiative und geringe praktische Fähigkeiten der Absolventen führen dazu, dass diese oft Jahre an Erfahrung und praxisnahem Training benötigen, bis sie an ihrem Arbeitsplatz voll einsetzbar sind (Preeg 2008: 43). Abgesehen von kulturellen und historischen Ursachen²⁹ wird hierfür insbesondere das auf Repetition ausgerichtete Bildungssystem verantwortlich gemacht, durch das Schüler und Studenten von klein auf kaum zu Eigeninitiative und Kreativität motiviert werden (Jakobson 2007: 17; Müller 2007: 127). Um dem entgegenzutreten, fordern Experten insbesondere eine bessere Zusammenarbeit zwischen Universitäten und Unternehmen bei der Ausbildung von Fachkräften. Bisher gibt es jedoch mit Ausnahme des oben genannten Beispiels der *North China Electric Power University* im Bereich der Windenergie diesbezüglich kaum Kooperationen. Die Basis eines Innovationssystems, gut ausgebildete Fachkräfte, ist damit im Fall des chinesischen Innovationssystems für Windenergie bislang nur eingeschränkt vorhanden (Wang/Qi 2010: 54).

Um zur Schließung dieser Lücke des Innovationssystems beizutragen, wurde im Juli 2010 das ICARE gegründet, nur zwei Jahre nach Vereinbarung eines Rahmenabkom-

²⁸ Im Vergleich dazu besitzt Deutschland eine Gesamtzahl von 20 Fachhochschulen und Universitäten mit einem auf erneuerbare Energien spezialisierten Bachelor (Bücherl/Clemens o.J.).

²⁹ Als Ursache dafür wird häufig die konfuzianische Tradition Chinas genannt, durch die Auswendiglernen und Gehorsam gegenüber Autoritäten (Lehrern) noch heute zentrale Bestandteile des chinesischen Bildungssystems sind. Aber auch in der vollständigen Zerstörung des Bildungs- und Wissenschaftssystems sowie der allgemeinen Intellektuellenfeindlichkeit zur Zeit der Kulturrevolution (1966-76) dürfte eine Ursache dafür liegen (Jakobson 2007: 17; Müller 2007: 127).

mens zwischen dem damaligen EU-Kommissar für Wissenschaft und Forschung, Potocnik, und dem damaligen Minister für Bildung der VR China, Zhou. Das Institut ist die erste internationale Kooperation mit Relevanz für den Windsektor, die sich der Ausbildung von Fachkräften verschrieben hat. Innerhalb des zweijährigen Masterstudien-gangs wählen die Studenten einen Schwerpunktbereich und absolvieren zum Abschluss des Studiums ein sechsmonatiges Praktikum in einem Unternehmen. Ziel des Instituts, das in Wuhan an der *Huazhong University of Science and Technology* angesiedelt ist, ist jedoch nicht nur die Ausbildung von Fachkräften für den chinesischen Markt. Langfristig soll das Programm zu einem umfassenden Austausch europäischer und chinesischer Fachkräfte und dadurch auch zu Forschungs-kooperationen beitragen (European Commission/EURAXESS Links China 2010).

Gleichzeitig kann die Windenergiebranche jedoch durch ihre hohe Interdisziplinarität auch von hohen Studierendenzahlen in anderen Ingenieurwissenschaften profitieren (Gallagher et al. 2006: 202; OECD 2010: 36). So studierten in 2008 knapp 40% aller chinesischen Studenten eine Ingenieurwissenschaft. Angesichts parallel steigender Einschreibungszahlen an den chinesischen Hochschulen ist daher quantitativ allgemein von einer guten Grundlage für das Windenergieinnovationssystem auszugehen (MOST 2009). Kombiniert mit der in den vergangenen Jahren erheblich verbesserten Ausbildungsqualität, ist in Zukunft mit einer wesentlich besseren personellen Basis zu rechnen, auch wenn die Zahl der auf Windenergie spezialisierten Studiengänge zunächst nicht mit der wirtschaftlichen Entwicklung des Sektors mithalten kann (Karplus 2007: 6).

5.4.3. Intermediäre Organisationen

Chinesische Intermediäre übernehmen keine aktive Funktion innerhalb des Nationalen Innovationssystems (Kroll/Conlé/Schüller 2008: 172). Während die Wirtschaftsverbände des Windenergiesektors durchaus Einfluss auf politische Entscheidungen nehmen (siehe Abschnitt 3.3.3.), stellen sie keine finanziellen Mittel zur Forschungsförderung zur Verfügung oder führen eigene Projekte durch (Li Junfeng et al. 2010: 42). Diese Funktion wird damit ausschließlich von staatlichen Einrichtungen übernommen, was die Vielfältigkeit und Richtung der Suche nach technologischen Innovationen erheblich einschränkt (Kroll/Conlé/Schüller 2008: 172).

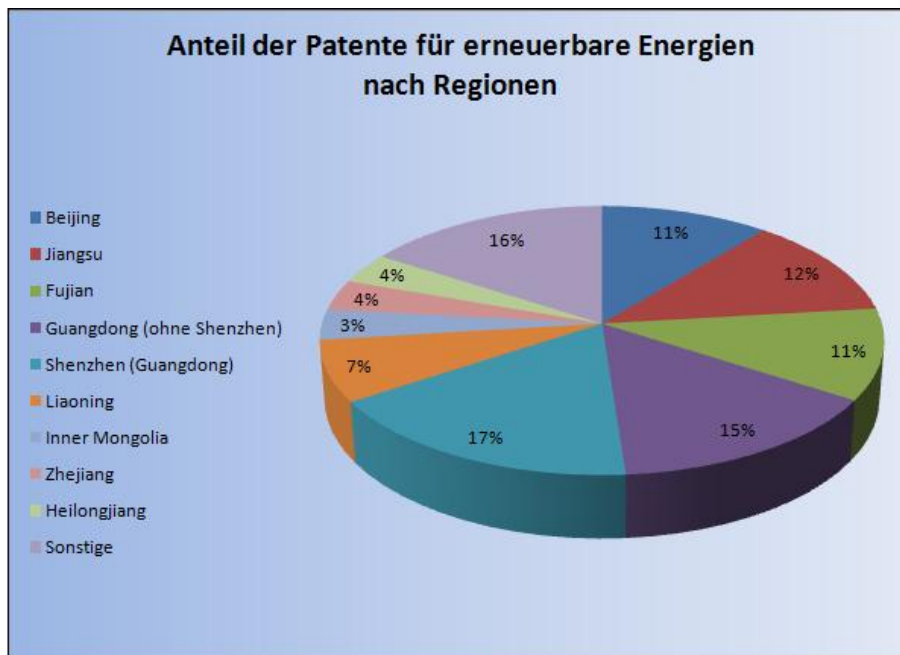
5.5. Regionale Clusterbildung

Die Analyse der Standorte der insgesamt 70 chinesischen Windkraftanlagenhersteller zeigt zunächst eindeutige Tendenzen zu regionaler Clusterbildung. Auf Provinzebene konzentrieren sich die Unternehmensstandorte auf die Provinzen Jiangsu (13 Unternehmen) und Beijing (neun Unternehmen), gefolgt von Liaoning und Heilongjiang (jeweils sieben Unternehmen), Hebei (sechs Unternehmen) und Guangdong (fünf Unternehmen). Die regionale Konzentration der Unternehmen kann jedoch lediglich in den Provinzen Guangdong und Jiangsu auf besonders günstige politische Förderbedingungen zurückgeführt werden (s.u.) (Li Junfeng et al. 2010: 46, 74-75).

Die Betrachtung der Eigentumsformen der in den Provinzen angesiedelten Unternehmen ergibt eine Konzentration privater Windenergieunternehmen in den Provinzen Jiangsu und Guangdong. Dabei ist auffallend, dass Guangdong keinen Firmensitz eines staatlichen Unternehmens vorweisen kann. Setzt man dieses Ergebnis in Bezug zu aktuellen Analysen der *Organization for Economic Co-operation and Development* (OECD) zu den weltweiten Innovationszentren für erneuerbare Energien, zeigt sich, dass die drei Regionen Guangdong, Jiangsu, Beijing und Fujian zu den innovationsstärksten Regionen Chinas im Bereich erneuerbare Energien gehören. Provinzen wie Heilongjiang und

Hebei mit einem hohen Anteil staatlicher Windenergieunternehmen zeigen dagegen ein niedrigeres Niveau (siehe Abbildung 6). Auch wenn es sich dabei um kumulative Patentstatistiken für erneuerbare Energien handelt, lässt sich ein Zusammenhang zwischen der Anzahl privater Unternehmen innerhalb einer Provinz und deren an Patenten gemessenen Innovationsstärke ableiten, welcher der innovationspolitischen Tendenz entgegensteht, große staatliche Unternehmen in den Mittelpunkt politischer Förderprogramme zu stellen (OECD 2010: 35).

Abbildung 6: Innovations-Hot-Spots für erneuerbare Energie 2005 bis 2007³⁰



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Daten der OECD REGPAT Database (OECD 2010: 35)

Die Recherchen ergaben, dass insgesamt fünf der Hochtechnologie- bzw. Wirtschaftszonen in China von Relevanz für das chinesische Innovationssystem für Windenergie sind (siehe Anhang 4). Als einzige ausdrücklich auf Windenergie spezialisierte Wirtschaftszone sind im *Wuxi Wind Power Technology Park* in der Stadt Wuxi (Provinz Jiangsu) lediglich zwei Windturbinenhersteller angesiedelt, darüber hinaus nur ein Komponentenhersteller für Windkraftanlagen (Wuxi Wind Park 2009; CWPC o.J.e). Eine stärkere regionale Konzentration kann hingegen innerhalb der auf Energie spezialisierten Hochtechnologiezone *China Electricity Valley* in Baoding (Provinz Hebei) festgestellt werden, die 2002 gegründet wurde. Innerhalb des *Electricity Valley* haben drei chinesische Windturbinenhersteller sowie darüber hinaus vier Komponentenhersteller ihren Hauptsitz (CEV o.J.; Delman/Chen 2008: 100-101). Zudem ist die enge Anbindung und Kooperation mit der *North China Electric Power University*, durch die eine direkte Anbindung an das Ausbildungs- und Forschungssystem gewährleistet ist, ein zentraler Standortvorteil für Unternehmen dieser Hochtechnologiezone (Wang/Qi 2010: 54). 2008 verfügte das *Electricity Valley* zudem bereits über ein Forschungszentrum in Kooperation mit dem IET der *Chinese Academy of Sciences* und plant nach Aussagen

³⁰ Die Daten beziehen sich auf Patentanträge, die im Rahmen des Patent Cooperation Treaty (PCT) für erneuerbare Energien angemeldet wurden (OECD 2010: 41).

des Direktors der Hochtechnologiezone die Gründung weiterer windenergierelevanter Forschungszentren (Delman/Chen 2008: 101; IET 2009).

Von erheblicher Bedeutung für den Windenergiesektor ist zudem die Pekinger Hochtechnologiezone *Zhongguancun*. Insgesamt neun Windturbinenhersteller haben in *zhongguancun* oder im nahen Umfeld der Hochtechnologiezone ihren Firmensitz, darunter der Marktführer *Goldwind*. Darüber hinaus haben weitere acht Unternehmen im Bereich der Komponentenherstellung hier ihren Hauptsitz (Goldwind o.J.; CWPC o.J.e). Auch im Umfeld von zwei weiteren Wirtschaftsentwicklungszonen in Nantong (Provinz Jiangsu) und Shenyang (Provinz Liaoning) kann eine lokale Häufung chinesischer Windturbinenhersteller festgestellt werden. In Nantong sind bisher fünf Windturbinenhersteller aktiv, in Shenyang sechs, darunter *Shenyang Huachuang*, das Spin-off-Unternehmen der SUT (Nantong Economic & Technological Development Area 2008; Shenyang Economic & Technological Development Area 2008). Es lässt sich demnach durchaus von einer starken Tendenz zur Regionalisierung innerhalb des chinesischen Innovationssystems für Windenergie sprechen.

6. FAZIT

China verfolgt eine Innovationspolitik zur Förderung von Windenergie, deren ultimatives Ziel eigenständige chinesische Innovationen sind. Grundlage dieser Politik ist eine starke Koordination zwischen den verschiedenen relevanten Politikfeldern auf höchster staatlicher Ebene. Darauf aufbauend, hat die chinesische Regierung in den vergangenen Jahren ein umfangreiches Paket politischer Maßnahmen implementiert, durch die nicht nur der Aufbau eines Innovationssystems für Windenergie gefördert, sondern auch Nischen für die Entwicklung technologischer Innovationen und deren Diffusion geschaffen wurden.

Eine große Abhängigkeit von ausländischen Importen prägte den chinesischen Windenergiesektor seit der ersten Einführung dänischer Windturbinen im Jahr 1986. Bis heute ist ein hoher Anteil ausländischer Technologien festzustellen, doch die Analyse des Innovationssystems und seiner Akteure konnte zeigen, dass diese Abhängigkeit in einem fundamentalen Wandel begriffen ist. Während die politische Förderung von Windenergie mit der Einführung der ersten politischen Maßnahmen in den Jahren 1995 bis 2000 ausschließlich die Ausweitung nationaler Produktionskapazitäten zum Ziel hatte, rückte 2002 im Zuge der Energiemarktreformen die Preissenkung von Windenergie durch Prozessinnovationen in den Vordergrund: Die Einführung des ausschreibungs-basierten Preissystems schuf als erstes innovationspolitisches Instrument Entwicklungsnischen für Prozessinnovationen nationaler Unternehmen und wies damit bereits auf den bis heute prägenden nationalistischen Charakterzug der chinesischen Innovationspolitik zur Förderung von Windenergie hin.

China verfolgte damit zur Förderung der Windenergie eine Strategie, die während der neunziger Jahre bereits in anderen asiatischen Ländern wie Japan beobachtet werden konnte (Tan 2010: 2918). Während in der ersten Phase der Windenergie in China (1986 bis 1995) der Schwerpunkt auf der Einfuhr von ausländischen Produkten lag, wurde in der zweiten Phase (1995 bis 2000) der Aufbau erster inländischer Produktion vorangetrieben, bevor in der dritten Phase (2000 bis 2006) eine effizientere und preiswertere Produktion im Zentrum des politischen Interesses stand. Seit 2006 befindet sich China in einer vierten Phase, in der die technologische Weiterentwicklung, die Re-Innovation, der bislang vorwiegend ausländischen Technologie im Zentrum steht (Tan 2010: 2918).

Doch im Rahmen der 2007 eingeführten innovationspolitischen Planung gehen die langfristigen Ziele der politischen Führung des Landes darüber hinaus: China soll nicht nur das technologische Niveau der führenden Industriemächte erreichen, sondern durch eigenständige technologische Innovationen internationale Maßstäbe setzen.

Das 2006 in Kraft getretene *Renewable Energy Law* legte die Grundlage für eine koordinierte Innovationspolitik zur Förderung von Windenergie. Die Aufnahme von Windenergie in die langfristigen Strategiepläne aller relevanten Politikressorts und die enge Zusammenarbeit der verschiedenen staatlichen Akteure in der Implementierung entsprechender Maßnahmen zeugt seither von einer guten Grundlage für die Durchsetzung einer Meta-Policy, die auf Kooperation in Strategieplanung und Implementierung angewiesen ist. Dabei treten die staatlichen Organe als zentrale Planungsinstanz auf, die nicht nur die Richtung eines nachhaltigen Entwicklungsmodells festlegen, sondern auch konkrete Technologiefelder definieren, die zur Erreichung dieses Ziel beitragen sollen. Damit ist die chinesische Innovationspolitik nicht als technologieneutral zu bezeichnen.

Langfristige Planvorgabe innerhalb des Energiesektors ist es, einen Anteil von 15% erneuerbarer Energien am Gesamtenergiemix bis 2020 zu erreichen. Dieses technologierzwingende Ziel soll unter anderem durch die Entwicklung eigenständiger technologischer Innovationen im Bereich der Windenergie erreicht werden. Dabei wird zwar ein kreativitätsfördernder Wettbewerbsdruck durch die parallele Förderung anderer erneuerbarer Energien aufrechterhalten. Dennoch ist festzuhalten, dass die Auswahl und Festlegung auf konkret zu fördernde Technologien nur auf Grundlage bereits bekannter Technologien und Innovationspfade geschehen kann. Politische Entscheidungsträger sind damit darauf angewiesen, diese zu kennen.

Die politische Förderung von Windtechnologie in China zeigt, dass ausländische Technologien seit den ersten Importen netzgebundener Windenergie als Vorbilder für die Aufnahme von Windenergie in politische Förderprogramme und die Festlegung technologischer Leistungsziele gedient haben. Solange sich China in einem technologischen Aufholprozess befindet, ist diese Möglichkeit der Orientierung an ausländischen Vorbildern weiterhin gegeben. Wenn China allerdings das Niveau ausländischer Spitzentechnologie nicht nur erreichen, sondern, wie in den politischen Plänen formuliert, übertreffen will, muss es zukünftig in der Lage sein, aus eigener Kraft Innovationen zu entwickeln, die sich nicht mehr an ausländischen Vorbildern orientieren können.

Mit zunehmender technologischer Stärke ist China daher in Zukunft nicht nur auf die Leistungsfähigkeit und Kreativität des Innovationssystems für Windenergie angewiesen, sondern auch auf gute vertikale Kommunikationswege, durch die Informationen über neue Technologien oder auch über Grenzen der Leistungsfähigkeit einer Technologie weitergeleitet werden. Solche Kommunikationswege haben sich im Falle der Windenergie durch Einbindung der Industrieverbände bereits herausgebildet. Die regelmäßige Evaluation der staatlichen Förderprogramme und Richtlinien sowie die zeitnahe Anpassung politischer Maßnahmen, wie sie im Falle der Windenergie identifiziert werden konnten, weisen zudem darauf hin, dass China in der Lage ist, auf technologische Veränderung zeitnah zu reagieren. So sind beispielsweise als Reaktionen auf das Bottleneck der zu geringen Netzkapazitäten, mit dem sich die chinesische Windenergie gegenwärtig konfrontiert sieht, bereits erste Maßnahmen angepasst worden. Im Rahmen des 12. Fünfjahresplans, der 2011 eingeführt werden wird, ist hier eine weitere Intensivierung zu erwarten.

Auch die Forschungsförderung und damit der Aufbau des Innovationssystems für Windenergie orientieren sich nahezu ausschließlich an den politisch vorgegebenen Innovationspfaden. China setzt innerhalb des Innovationssystems für Windenergie auf eine punktuelle und an quantitativen Ergebnissen orientierte Innovationspolitik, die sich auf bereits etablierte wissenschaftliche und wirtschaftliche Spitzenreiter konzentriert. Durch diesen Fokus auf technologische Leistungsziele konnte China hinsichtlich quantitativer Kapazität und Leistung von Windturbinen bereits in großen Teilen an das Niveau internationaler Spitzentechnologie heranreichen. Durch zumeist fehlende qualitative Kriterien innerhalb des politischen Maßnahmenpaketes und die bislang mangelhafte Durchsetzung technologischer Standards dürfen die positiven quantitativen Ergebnisse jedoch nicht überbewertet werden. Zudem zeugten punktuelle Erfolgsmeldungen der nationalen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Champions zunächst nicht von einer Basis, durch die Netzwerk- bzw. Rückkopplungseffekte für die Entwicklung von Spitzentechnologie unterstützt werden könnten.

Die Analyse des chinesischen Innovationssystems für Windenergie konnte jedoch zeigen, dass diese Basis im Entstehen begriffen ist. Dies lässt sich weniger am bisher erkennbaren Output, als vielmehr an der Dynamik innerhalb des Innovationssystems festmachen. Umfangreiche Gründungsinitiativen und Netzwerkeffekte zeigen, dass innerhalb des Systems in Folge der Intensivierung staatlicher Förderung eine hohe Dynamik besteht. Eine zentrale Rolle übernehmen dabei die chinesischen Windturbinenhersteller, die im Rahmen der zahlreichen Neugründungen von unternehmensnahen Forschungsinstituten zunehmend auf die Kooperation mit chinesischen Universitäten und staatlichen Forschungsinstituten in der Entwicklung von Technologien setzen. Ebenso tragen die zu beobachtenden Regionalisierungstendenzen innerhalb des Innovationssystems zu erhöhten Netzwerkeffekten bei. Dabei profitieren die Unternehmen insbesondere vom nationalistischen Charakterzug der chinesischen Innovationspolitik, durch den sie im Wettbewerb mit ausländischen Unternehmen von steuerlichen und wirtschaftlichen Vorteilen profitieren.

Hintergrund dieser politischen Ausrichtung ist jedoch nicht ausschließlich das Ziel, chinesische Unternehmen im nationalen wie globalen Wettbewerb zu stärken. Im Zentrum dieser Politik stehen vielmehr die Diffusion von Windenergie und die gleichzeitige Senkung des Preises einer Energieform, die bislang im Vergleich zu fossilen Energieträgern nicht wettbewerbsfähig ist. Insbesondere der Mangel an ergänzenden umweltpolitischen Maßnahmen zeigt, dass das Land nicht um jeden Preis eine grüne Entwicklung anstrebt. Die Versorgung mit günstigen Energieressourcen steht weiterhin im Vordergrund. Eine Erhöhung der Preise fossiler Energien, die eine weitere Entwicklungsnische für erneuerbare Energien wie Windenergie schaffen könnte, scheint zurzeit nicht die Absicht der politischen Entscheidungsträger zu sein. Auch in Zukunft wird die Durchsetzung der Windenergie in China daher davon abhängig sein, ob diese langfristig in der Lage ist, durch die Nutzung günstigerer eigener Technologien preislich wettbewerbsfähig zu werden.

Die Grundlagen hierfür sind bereits gelegt. Erste Erfolge eigenständiger Innovationen zeugen davon, dass in naher Zukunft mit chinesischer Spitzentechnologie durch eigenständige Innovationen im Bereich der Windenergie zu rechnen ist. Insofern die geschaffenen Nischen für die Diffusion von Windenergie weiterhin aufrecht erhalten werden und politische Zielsetzungen und Maßnahmen auch in Zukunft regelmäßig evaluiert und angepasst werden, hat China ein hohes Potenzial, durch Windenergie einen Beitrag zu einer nachhaltigeren und ökologischeren Entwicklung zu leisten. Der Aufbau von Pro-

duktionsketten, die Gründung von Unternehmen und Unternehmerverbänden sowie die getätigten Infrastrukturinvestitionen in Bildung und Forschung haben nicht nur dazu beigetragen, dass sich in China ein Innovationssystem für Windenergie aufbauen konnte, sondern haben einen neuen technologischen Pfad etabliert.

Bislang ist nicht absehbar, ob sich dieser neue technologische Pfad im Zusammenspiel mit anderen erneuerbaren Energien gegen das technologische Paradigma der fossilen Energieträger durchsetzen können wird und dadurch zu einer grünen Revolution, zur Umstellung des bisherigen Wachstumsmodells, beitragen kann. Das Beispiel der innovationspolitischen Förderung von Windenergie zeigt jedoch, dass Chinas Innovationspolitik hohes Potenzial zur Lösung von Lock-in-Effekten besitzt. Innerhalb einer von staatlicher Planung geprägten politischen Gestaltung trägt sie dazu bei, dass Entwicklungsnischen für die Markteinführung und Verbreitung der von den politischen Organen festgelegten Technologien geschaffen werden. Während durch diese Festlegung die Suche nach radikal neuen Technologien innerhalb des Innovationssystems eingeschränkt wird, besteht seine Stärke in der inkrementellen Weiterentwicklung von grünen Technologien und deren Diffusion. Dies hat nicht nur für die Umstellung des bisherigen chinesischen Wachstumsmodells positive Implikationen. Chinas Interesse an Kooperationen mit internationalen Partnern zur Entwicklung innovativer und grüner Spitzentechnologie ist groß. Wenn es internationalen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Akteuren gelingt, neue Kooperationsformen mit China zu finden, die den Interessen beider Seiten entsprechen, birgt die chinesische Entwicklung langfristig das Potenzial, grüne Technologien auch global maßgeblich voranzutreiben.

In China haben Ansätze einer grünen Revolution bereits begonnen. Diese Dynamik gilt es zu fördern und zu nutzen.

LITERATURVERZEICHNIS

- Andrews-Speed, Philip 2009: *China's Ongoing Energy Efficiency Drive: Origins, Progress and Prospects*. In: Energy Policy, Vol.37: 1331-1344.
- *AVIC HuiDe (AVIC HuiDe Wind Power Engineering Co., Ltd.) 保定惠德风电工程有限公司 o.J.: *Qiye Jianjie Qiyewang* [Company Profile]. http://www.avic-hdwp.com.cn/about_us.aspx?mid=1&zid=22 [15.01.2011].
- *Baker & McKenzie et al. 2007: *RELaw Assist – Renewable Energy Law in China*. cmsdata.iucn.org/downloads/cel10_mathews.pdf [25.11.2010].
- *Beijing Review 2010: *Marktchancen gegen Technologietransfer?* http://german.beijingreview.com.cn/german2010/Focus/2010-06/07/content_277617.htm [02.12.2010].
- *Bücherl, Christian/Clemens, Harald o.J.: *Studium Erneuerbare Energien: Übersicht Studiengänge mit vollständiger Ausrichtung auf Erneuerbaren Energien*. <http://www.studium-erneuerbare-energien.de/ubersicht-studiengange-mit-vollstandiger-ausrichtung-auf-erneuerbaren-energien.php> [18.01.2011].
- *Bundesverband Windenergie e.V./VDMA Power Systems 2009: *Onshore: Stabiler Markt mit Potenzial*. <http://www.deutsche-windindustrie.de/fakten/onshore/> [12.01.2011].
- *Bundesverband Windenergie e.V. 2010: *Kleinwindanlagen – wachsender Markt in Deutschland*. <http://www.wind-energie.de/de/themen/kleinwindanlagen/> [15.01.2011].
- Caniël, Marjolein C.J./Romijn, Henny A. 2008: *Strategic Niche Management: Towards a Policy Tool for Sustainable Development*. In: Technology Analysis & Strategic Niche Management, Vol.20 No.2: 245-266.
- CAS (Chinese Academy of Sciences) Innovation Development Research Center 中国科学院创新发展研究中心 2009: *2009 Zhongguo Chuangxin Fazhan Baogao 2009 中国创新发展报告 [The Report on Innovation and Development in China 2009]*. Beijing: Science Press.
- *CECIC (China Energy Conservation Investment Co.) 中国节能环保集团公司 o.J.: *Guanyu Women 关于我们 [About Us]*. <http://www.cecic.cn/p226.aspx> [13.11.2010].
- *CET Lab (China Energy Technology Lab) 广东省绿色能源技术重点实验室 2010: <http://www.cetlab.org/> [20.01.2011].
- *CEV (China Electricity Valley) 中国电谷 o.J.: <http://www.diangu.com.cn/> [20.11.2010].
- *CGTI (China Green Tech Initiative) 2009: *The China Greentech Report 2009*. <http://www.china-greentech.com/report> [01.01.2011].
- Cherni, Judith A./Kentish, Joanna 2007: *Renewable Energy Policy and Electricity Market Reform in China*. In: Energy Policy, Vol.35: 3616-3629.
- *China Daily 2010: *Wen heads 'super ministry' for energy*. In: China Daily, 28. Januar. http://www.chinadaily.com.cn/china/2010-01/28/content_9388039.htm [25.11.2010].
- *China Daily 2010b: *China unveils new rules for foreign investment*. In: China Daily, 14. April. http://www.chinadaily.com.cn/china/2010-04/14/content_9725146.htm [02.12.2010].
- CRES (China Renewable Energy Society) 中国可再生能源学会/GIEC (Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Social Sciences) 中国科学院广州能源研究所 2009: *Zhongguo Xinnengyuan Yu Kezaisheng Nengyuan Nianjian (2009 Chuangkanhao) 中国新能源与可再生能源年鉴 (2009 创刊号) [China New and Renewable Energy Yearbook 2009]*. Guangzhou: Zhongguo Xinnengyuanwang «Zhongguo Xinnengyuan» Zazhi Bianjibu 中国新能源网«中国新能源»杂志编辑部.

- *CWEA (China Wind Energy Association) 中国风能协会 2009: *2009 Nian Zhongguo Fengdian Zhuangji Rongliang Tongji 2009 年中国风电装机容量统计 [Statistics of China's Wind Turbine Manufacturers 2009]*.
http://www.cwea.org.cn/download/display_info.asp?cid=2&sid=&id=36 [16.12.2010].
- *CWPC (China Wind Power Center) o.J.: *National Policy*.
<http://www.cwpc.cn/cwpc/en/node/6548> [25.11.2010].
- *CWPC o.J.b: *In Depth Analysis of the Renewable Law Amendment*.
<http://www.cwpc.cn/cwpc/en/node/6563> [01.01.2011].
- *CWPC o.J.c: *Wind Turbine Manufacturers*. <http://www.cwpc.cn/cwpc/en/node/6496> [14.01.2010].
- *CWPC o.J.d: *Utilities & Project Developers*.
<http://www.cwpc.cn/cwpc/en/information/developers> [15.01.2010].
- *CWPC o.J.e: *Wind Turbine Component Manufacturers*.
<http://www.cwpc.cn/cwpc/en/node/6494> [15.01.2011].
- Conrad, Björn/Meissner, Mirjam 2011: *Catching a Second Wind – New Opportunities for International Cooperation in China's Wind Energy Sector*. Berlin: Global Public Policy Institute [i.E.].
- Cowan, Robin/Kline, David 1996: *The Implications of Potential "Lock-In" in Markets for Renewable Energy*. Colorado: National Renewable Energy Laboratory.
- Cramer, Jacqueline 1998: *The Firm's Perspective of Industrial Innovation Strategies: Towards an Environmentally Sustainable Industrial Economy*. In: Meyer-Krahmer, Frieder [Hrsg.] 1998: *Innovation and Sustainable Development. Lessons for Innovation Policies*. Heidelberg: Physika: 87-98.
- Dai, Yucai 戴玉才 et al. 2009: *Guanyu Fazhan Kezaisheng Nengyuan Zhengce Zuhe de Chubu Fenxi 关于发展可再生能源政策组合的初步分析 [Preliminary Analysis of the Renewable Energy Policy-Mix Development]*. In: *Xinnengyuan Chanye 新能源产业*, Vol.10: 1-6.
- Delman, Jørgen/Chen, Yong 2008: *Nordic Collaboration with China in Energy Research and Development*. Copenhagen: Nordic Institute of Asian Studies.
- Dinter, Markus 2006: *Technologietransfer nach China – Chancen, Risiken, Maßnahmen*. In: *IBL-Review*, Vol.9. http://www.law-and-business.de/www_law-and-business_de/content/e153/e747/e748/datei749/MarcusDinter_IBLVol.9China-Technologietransfer,2006_ger.pdf [21.01.2011].
- *Dongfang (Dongfang Steam Turbine Co., Ltd.) 东方汽轮机有限公司 o.J.: *Keji Chuangxin 科技创新 [S&T Innovation]*. <http://www.dongfang.com/dec/index.php> [19.01.2011].
- Dosi, Giovanni et al. [Hrsg.] 1988: *Technical Change and Economic Theory*. London [u.a.]: Pinter.
- Downs, Erica S. 2006: *The Brookings Foreign Policy Studies Energy Security Series: China*. Washington, D.C.: The Brookings Institution.
- Downs, Erica S. 2008: *China's "New" Energy Administration. China's National Energy Administration Will Struggle to Manage the Energy Sector Efficiently*. In: *China Business Review*, November-December 2008: 42-45.
- Du, Xiangwan 杜祥琬 et al. 2009: *Wo Guo Kezaisheng Nengyuan Zhanlie Diwei he Fazhan Luxiantu Yanjiu 我国可再生能源战略地位和发展路线图研究 [Research of the Status and Development of China's Renewable Energy Strategy]*. In: *Zhongguo Gongcheng Kexue 中国工程科学*, Vol.10 No.8: 4-9.
- Easterly, William 2002: *The Elusive Quest for Growth: Economists' Adventures and Misadventures in the Tropics*. Cambridge (Massachusetts): MIT Press.

- Erdmann, Georg 1993: *Elemente einer evolutorischen Innovationstheorie*. Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck).
- *Ernst & Young 2009: *Renewable Energy Country Attractiveness Indices*. Vol.23/2009. [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/The_Ernst_and_Young_Renewable_Energy_Country_Attractiveness_Indices/\\$FILE/CAI_Renewable_Energy_Issue_23.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/The_Ernst_and_Young_Renewable_Energy_Country_Attractiveness_Indices/$FILE/CAI_Renewable_Energy_Issue_23.pdf) [18.01.2011].
- *European Commission, European Union Delegation to China/EURAXESS Links China 2010: *In Focus: ICARE Learn from Success*. In: China Links Newsletter, Vol.8: 6-9. http://ec.europa.eu/euraxess/links/china/docs/july_2010.pdf [01.01.2011].
- *European Technology Platform SmartGrids 2011: <http://www.smartgrids.eu/?q=node/163> [17.01.2011].
- Fan, Chunliang 樊春良 2006: *Guojia R&D Jihua zai Jianshe Guojia Chuangxin Xitongzhong de Zuoyong*. 国家R&D计划在建设国家创新系统中的作用 [The Effect of National R&D Programs in National Innovation Systems]. In: Zhongguo Ruanxue 中国软科学, Vol.10: 96-102.
- *Fejes, Jonas/Thörn, Phillip 2010: *EU-China CDM Facilitation Project: Final Report*. http://www.euchina-cdm.org/media/docs/Final%20report_EN.pdf [02.12.2010].
- Freeman, Christopher/Perez, Carlota 1988: *Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behavior*. In: Dosi et al. [Hrsg.] 1988: Technical Change and Economic Theory. London [u.a.]: Pinter: 38-66.
- Freeman, Christopher/Soete, Luc 1997: *The Economics of Industrial Innovation*. London: Pinter.
- *Friedman, Thomas L. 2009: *The New Sputnik*. In: The New York Times, 27. September. <http://www.nytimes.com/2009/09/27/opinion/27friedman.html> [01.01.2011].
- Fritsch, Michael 1999: *Innovationspolitik im Transformationsprozess*. Freiberg: Technische Universität, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften.
- Gallagher, Kelly Sims/Holdren, John P./Sagar, Ambuj D. 2006: *Energy-Technology Innovation*. In: Annual Review of Environment and Resources, Vol. 31: 193-237.
- Global Intelligence Alliance 2009: *China to Lead Global Wind Energy Development?* In: Renewable Energy Focus, November/December 2009: 60-63.
- *Goldwind (Goldwind Science and Technology Co., Ltd.) 新疆金风科技股份有限公司 o.J.: *Guanyu Jinfeng 关于金风* [About Goldwind]. <http://www.goldwind.cn/web/about.do> [19.01.2011].
- *Green Leap Forward 2010: *The National Energy Commission: Myth-busting the "New Energy Super Ministry"*. <http://greenleapforward.com/2010/02/04/the-national-energy-commission-myth-busting-the-new-energy-super-ministry/> [25.11.2010].
- GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH) [Hrsg.] 2007: *Energiopolitische Rahmenbedingungen für Strommärkte und erneuerbare Energien. 23 Länderanalysen, Kapitel China*. Eschborn: GTZ.
- *GTZ 2005: *Fengdian Yanjiu yu Peixun Xiangmu 风电研究与培训项目* [Wind Power Research and Training Centre]. <http://www.gtz.de/en/dokumente/cn-projekt-ausbildung-und-forschung-windkraft.pdf> [19.01.2011]
- *Guangzhou Yatu (Guangzhou Yatu Wind Energy Company Co., Ltd.) 广州雅图风电设备制造有限公司 o.J.: *Guanyu Yatu 关于雅图* [About Yatu]. <http://www.yatuwind.com/about.asp> [20.01.2011].
- Guo, Hongbo 郭洪波/Wang, Zhengyuan 王振远/Zhou, Xu 周旭 2006: *Wanshan Woguo Fengli Fadian Zhengce de Sikao 完善我国风力发电政策的思考* [The Proposal of Improving the State Policy of Wind-Power]. In: Renewable Energy, Vol.1: 82-85.

- *Guodian (China Guodian Corporation) 国电集团公司 o.J.: <http://www.cgdc.com.cn/> [12.11.2010].
- Han, Jingyi et al. 2009: *Onshore Wind Power Development in China: Challenges Behind a Successful Story*. In: *Energy Policy*, Vol.37: 2941-2951.
- Hanusch, Horst/Cantner, Uwe 1993: *Neuere Ansätze in der Innovationstheorie und der Theorie des Technischen Wandels – Konsequenzen für eine Industrie- und Technologiepolitik*. In: Meyer-Krahmer, Frieder [Hrsg.] 1993: *Innovationsökonomie und Technologiepolitik. Forschungsansätze und politische Konsequenzen*. Heidelberg: Physika: 11-46.
- *Harmony Climate Group 2009: *Study Report on Development of Policy of Chinese Wind Power Tariff*. http://harmonyclimate.com/en/news_dalt.php?newsid=5763&type=news.html [01.01.2011].
- Hemmelskamp, Jens 1996: *Environmental Policy Instruments and their Effects on Innovation*. Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Discussion Paper No.22/1996.
- Henderson, Rebecca M./Clark, Kim B. 1990: *Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms*. In: *Administrative Science Quarterly*, Vol.35: 9-30.
- Hobday, Michael 1995: *Innovation in East Asia: The Challenge to Japan*. Brookfield: Edward Elgar.
- Holbig, Heike/Reichenbach, Thomas 2005: *Verbandliche Interessenvermittlung in der VR China*. Hamburg: Institut für Asienkunde.
- Howell, Thomas R. et al. 2010: *China's Promotion of the Renewable Electric Power Equipment Industry: Hydro, Wind, Solar, Biomass*. Washington, D.C.: Dewey & LeBoeuf LLP.
- * Huaneng Group (China Huaneng Group) 中国华能集团公司 o.J.: <http://www.chng.com.cn/> [14.11.2010].
- *IEE (Institute of Electrical Engineering, Chinese Academy of Sciences) 中国科学院电工研究所 2007: *Kezaisheng Nengyuan Jishu Yanjiubu 可再生能源技术研究部 [Renewable Energy Technology Research Institute]*. <http://www.iee.cas.cn/jgsz/yjbm/kzsny/> [20.11.2010].
- *IET (Institute of Engineering Thermophysics, Chinese Academy of Sciences) 中国科学院工程热物理研究所 2009: *Zhongkeyuan Fengneng Liyong (Lianhe) Zhongdian Shiyanshi 中科院风能利用(联合)重点实验室 [CAS Windenergy Utilization (United) Key Laboratory]*. <http://www.iet.cas.cn/jgsz/kybm/kybm2/> [18.01.2011].
- Jakobson, Linda [Hrsg.] 2007: *Innovation with Chinese Characteristics: High-Tech Research in China*. Houndmills, Basingstoke [u.a.]: Palgrave Macmillan.
- Jensen, Dierk 2008: *Firmenportät Goldwind: Vom Lizenznehmer zum Marktführer*. In: *Sonne, Wind & Wärme*, Vol.13/2008: 102-108.
- *Jiaotong University (Shanghai Jiaotong University Energy Research Institute) 上海交通大学风电研究中心 2006: <http://energy.sjtu.edu.cn/index.htm> [20.01.2011].
- Jie, Huaiying 解怀颖 2009: *Xinnengyuan Shichang Duanqi Huitiao Nanzu Changqi Xianghao 新能源市场短期回调难阻长期向好 [New Energy Market Short-Term Difficulties and Long-Term Prospects]*. In: *Gaokeji yu Chanyehua 高科技与产业化*, Vol.11: 48-50.
- Jing, Chunmei 景春梅/Wang, Chengren 王成仁 2010: *Woguo Fengdian Changye Kechixu Fazhan de Zhanlüe Xuanze 我国风电产业可持续发展的战略选择 [Strategy for a Sustainable Development of our Country's Wind Energy Industry]*. In: *Hongguan Jingji Guanli 宏观经济管理*, Vol.10: 24-26.
- Jones, Charles I. 2002: *Introduction to Economic Growth*. New York [u.a.]: W.W. Norton.

- Kaiser, Robert 2008: *Innovationspolitik: Staatliche Steuerungskapazitäten beim Aufbau wissensbasierter Industrien im internationalen Vergleich*. Baden-Baden: Nomos.
- Karplus, Valerie J. 2007: *Innovation in China's Energy Sector*. In: Program on Energy and Sustainable Development, Working Paper No.61. Stanford: Stanford University.
- Kennedy, Scott 2005: *The Business of Lobbying in China*. Cambridge [u.a.]: Harvard University Press.
- Kroll, Henning/Conlé, Marcus/Schüller, Margot 2008: *China: Innovation System and Innovation Policy*. In: Fraunhofer Institute of Systems and Innovation Research (ISI) et al. [Hrsg.]: *New Challenges for Germany in the Innovation Competition*. Karlsruhe [u.a.]: Fraunhofer ISI [u.a.]: 169-242.
- Lema, Adrian/Ruby, Kristian 2007: *Between Fragmented Authoritarianism and Policy Coordination: Creating a Chinese Market for Wind Energy*. In: *Energy Policy*, Vol.35: 3879-3890.
- Lew, Debra J. 2000: *Alternatives to Coal and Candles: Wind Power in China*. In: *Energy Policy*, Vol.28: 271-286.
- Lewis, Joanna I. 2007: *Technology Acquisition and Innovation in the Developing World: Wind Turbine Development in China and India*. In: *Comparative International Development*, Vol.42: 208-232.
- Lewis, Joanna I. 2010: *The Evolving Role of Carbon Finance in Promoting Renewable Energy Development in China*. In: *Energy Policy*, Vol.38: 2875-2886.
- *Li, Junfeng et al. 2006: *A Study on the Pricing Policy of Wind Power in China*. Beijing: CREIA (Chinese Renewable Energy Industry Association) [u.a.]. <http://www.greenpeace.org/raw/content/eastasia/press/reports/wind-power-price-policy.pdf> [19.01.2011].
- *Li, Junfeng et al. 2007: *China Wind Power Report 2007*. Beijing: China Environmental Science Press. www.greenpeace.org/raw/content/eastasia/press/reports/wind-power-report.pdf [19.01.2011].
- *Li, Junfeng et al. 2010: *China Wind Power Outlook 2010*. Beijing: CREIA [u.a.]. <http://www.greenpeace.org/raw/content/eastasia/press/reports/wind-power-report-english-2010.pdf> [19.01.2011].
- Li, Qingbao 李庆保/Liang, Ping 梁平/Ren, Ta 任拓 2010: *Woguo Guli Xinxing Qingji Dianli de Zhengce Yanjiu 我国鼓励新型清洁电力的政策研究 [Research on our Countries' Policy to Encourage New Forms of Clean Electric Power]*. In: *Hongguan Jingji Guanli 宏观经济管理*, Vol.3: 40-42.
- Li, Zhenjing 2003: *Das chinesische Innovationssystem – Eine Analyse der Informations- und Elektronikindustrie in Qingdao*. Diss., Universität Leipzig.
- Linscheidt, Bodo 1999: *Nachhaltiger technologischer Wandel aus Sicht der Evolutorischen Ökonomik – staatliche Steuerung zwischen Anmaßung von Wissen und drohender Entwicklungsfalle*. Finanzwissenschaftliches Forschungsinstitut an der Universität zu Köln, Umweltökonomische Diskussionsbeiträge No.99-1.
- Liu, Wenqiang/Gan, Lin/Zhang, Xiliang 2002: *Cost-Competitive Incentives for Wind Energy Development in China: Institutional Dynamics and Policy Changes*. In: *Energy Policy*, Vol.30: 753-765.
- Liu, Xielin 2009: *National Innovation Systems in Developing Countries: The Chinese National Innovation System in Transition*. In: Lundvall et al. [Hrsg.] 2009: *Handbook of Innovation Systems: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*. Cheltenham, UK [u.a.]: Edward Elgar: 119-139.
- *Longyuan (China Longyuan Power Group) 龙源电力集团公司 o.J.: <http://www.clypg.com.cn/> [14.11.2010].

- *Lundvall, Bengt-Åke/Gu, Shulin 2006: *China's Innovation System and the Move toward Harmonious Growth and Endogenous Innovation*. DRUID Working Paper No.06-7. <http://www3.druid.dk/wp/20060007.pdf> [01.01.2011].
- Lundvall, Bengt-Åke et al. [Hrsg.] 2009: *Handbook of Innovation Systems: Building Domestic Capabilities in a Global Setting*. Cheltenham, UK [u.a.]: Edward Elgar.
- Meidan, Michael/Andrews-Speed, Philip/Ma, Xin 2009: *Shaping China's Energy Policy: Actors and Processes*. In: *Journal of Contemporary China*, Vol.18 (61): 591-616.
- Meyer-Krahmer, Frieder [Hrsg.] 1993: *Innovationsökonomie und Technologiepolitik. Forschungsansätze und politische Konsequenzen*. Heidelberg: Physika.
- Meyer-Krahmer, Frieder [Hrsg.] 1998: *Innovation and Sustainable Development: Lessons for Innovation Policies*. Heidelberg: Physika.
- *Mingyang (Guangdong Mingyang Wind Power Technology Co., Ltd.) 广东明阳风电技术有限公司 o.J.: *Guanyu Mingyang 关于明阳 [About Mingyang]*. <http://www.mywind.com.cn/about.asp> [19.01.2011].
- *MOE (Ministry of Education of the People's Republic of China) 中华人民共和国教育部 2010: *Guojia Zhongchangqi Rencai Fazhan Guihua Gangyao (2010-2020 Nian) 国家中长期人才发展规划纲要 (2010-2020 年) [National Medium- and Long-Term Talent Development Plan 2010-2020]*. http://www.gov.cn/jrzg/2010-06/06/content_1621777.htm [19.01.2011].
- *MOFCOM (Ministry of Commerce of the People's Republic of China) 中华人民共和国商务部 2006: *Kezaisheng Nengyuan Fazhan Zhuanxiang Zijin Guanli Zanxing Banfa 可再生能源发展专项资金管理暂行办法 [Preliminary Regulation on the Special Fund for Renewable Energy Development]*. <http://www.mofcom.gov.cn/aarticle/b/g/200606/20060602521267.html> [30.11.2010].
- *MOFCOM 2008: *Fengli Fadian Shebei Chanye Zhuanxiang Zijin Guanli Zanxing Banfa 风力发电设备产业化专项资金管理暂行办法 [Preliminary Regulation on the Special Fund for the Industrialization of the Wind Power Manufacturing Sector]*. http://www.gov.cn/gzdt/2008-08/23/content_1077641.htm [30.11.2010].
- *MOFCOM/GAC (General Administration of Customs)/SAT (State Administration of Taxation) 2007: *Keji Kaifa Yongpin Wanzheng Jinkou Shuishou Zanxing Guiding 科技开发用品免征进口税收暂行规定 [Preliminary Regulation on Import Tax Exclusions for Products for S&T Development]*. http://www.gov.cn/ziliao/flfg/2007-02/05/content_517808.htm [06.01.2011].
- *MOFCOM/GAC/SAT 2010: *Guanyu Tiaozheng Thongda Jishu Zhuangbei Jinkou Shuishou Zhengce Zanxing Guiding Youguan Qingdan de Tongzhi 关于调整重大技术装备进口税收政策暂行规定有关清单的通知 [Announcement of the Product List for the Preliminary Regulation on Import Tax Exclusions for Large-scale Technology Equipment]*. http://gss.mof.gov.cn/zhengwuxinxi/zhengcefabu/201004/t20100422_288639.html [01.12.2010].
- *MOST (Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China) 中华人民共和国科技部 2000: *Guojia Gaoxin Jishu Chanye Kaifaqu Gaoxinqiye Rending Tiaojian he Banfa 国家高新技术产业开发区高新技术企业认定条件和办法 [Regulation for the Selection of High-Technology Firms within the National High-Technology Zones]*. http://www.gov.cn/gongbao/content/2001/content_60688.htm [30.11.2010].
- *MOST 2006: *Guojia Zhongchangqi Kexue He Jishu Fazhan Guihua Gangyao (2006-2020) 国家中长期科学和技术发展规划纲要 (2006-2020) [National Medium- and Long-term Program for Science and Technology Development (2006-2020)]*. http://www.gov.cn/jrzg/2006-02/09/content_183787.htm [19.01.2011].

- *MOST 2007: “Guanyu Jiaqiang Woguo Fengneng Lingyu de Jichu Yanjiu” Huiyu “关于加强我国风能领域的基础研究”的回复 [Reply Letter about the “Strengthening of our Country’s Basic Research in the Area of Wind Energy”].
http://www.most.gov.cn/ztzl/lhzt/lhzt2008/taya2008/ya2008/200803/t20080303_59451.htm [29.11.2010].
- *MOST 2007b: *Beijingshi Guli Yinjin Xiaohua Xishou yu Zaichuangxin Shishi Banfa (Shixing)* 北京市鼓励引进消化吸收与再创新实施办法 (试行) [Beijing Encourages the Method of Import, Adaption and Re-Innovation (Test-Version)].
http://www.most.gov.cn/kjzc/kjzcdfgz/dfzcbj/200804/t20080403_60315.htm [19.01.2011].
- *MOST 2009: *Zhongguo Keji Tongji Shuju (2009)* 中国科技统计数据 (2009) [China S&T Statistics (2009)]. <http://www.sts.org.cn/sjkl/kjtjdt/data2009/cstsm09.htm> [23.12.2010].
- *MOST 2010: *Guojia Gaojishu Yanjiu Fazhan Jihua (863 Jihua): Xianjin Xinnengyuan Jishu Lingyu huo Zhineng Dianwang Guanjian Jishu Yanfa (Yiqi)*. 国家高技术研究发展计划 (863 计划): 先进能源技术领域智能电网关键技术研发 (一期) [National High-Technology Research Development Plan (863-Plan): Advance Energy Technology and Smart-Grid Key Technology R&D (First Period)]. http://www.863.gov.cn/FuJianPath/1010/29/FJ_101029-10-20-18-1947_6453.pdf [15.01.2011].
- *MOST o.J.: *973 Jihua 973 计划* [973-Plan]. <http://www.973.gov.cn/> [20.10.2010].
- *MOST/MOFCOM 2008: *Guojia Zhongdian Shiyanshi Jianshe yu Yunxing Guanli Banfa* 国家重点实验室建设与运行管理办法 [Management Regulation on Building and Operating National Key Laboratories].
<http://www.most.gov.cn/tztg/200809/P020080910598387340007.doc> [30.11.2010].
- *MOST/MOFCOM/SAT 2008: *Gaoxin Jishu Qiye Rending Guanli Banfa* 高新技术企业认定管理办法 [Management Regulation on the Selection of High-Technology Companies].
<http://www.chinatax.gov.cn/n480462/n480513/n480902/n7827192.files/n7827185.doc> [30.11.2010].
- *MOST/NDRC (National Development and Reform Commission) 2007: *Kezaisheng Nengyuan yu Xinnengyuan Guoji Keji Hezuo Jihua* 可再生能源与新能源国际科技合作计划 [International S&T Cooperation Program on New and Renewable Energy].
<http://www.chinanews.com/gn/news/2007/11-12/1074961.shtml> [11.01.2011].
- Mu, Rongping/Qu, Wan 2008: *The Development of Science and Technology in China: A Comparison with India and the United States*. In: *Technology in Society*, Vol.30 No.3-4: 319-329.
- Müller, Claudia M. 2007: *Zur Bedeutung von Remigranten für Innovationsprozesse in China. Eine theoretische und empirische Analyse*. Frankfurt [u.a.]: Peter Lang, Europäischer Verlag der Wissenschaften.
- *Nantong Economic & Technological Development Area 南通经济技术开发区 2008: *Nantong Jingji Jishu Kaifazu Zongti Jieshao* 南通经济技术开发区总体介绍 [General Introduction to Nantong Economic & Technological Development Area]. www.netda.gov.cn [19.01.2011].
- *National Business Daily 每日经济新闻 2010: *Fazhan Xinnengyuan cheng Guojia Nengyuanwei Shouyao Renwu* 发展新能源成国家能源委首要任务 [The Development of New Energy will be the Main Task of the National Energy Commission].
<http://www.china5e.com/show.php?contentid=74856> [25.11.2010].
- *NCEPU (North China Electric Power University) 华北电力大学 2010: *Kezaisheng Nengyuan Xueyuan Jianjia* 可再生能源学院简介 [Brief Introduction to the Renewable Energy Institute]. http://gh.ncepu.edu.cn/kzsny/News_View.asp?NewsID=1 [18.01.2011].

- *NDRC (National Development and Reform Commission) 中华人民共和国国家发展和改革委员会 et al. 2005: *Guojia Rending Qiye Jishu Zhongxin Guanli Banfa* 国家认定企业技术中心管理办法 [Management Regulation on the Selection of National Enterprise Technology Centers]. http://news.xinhuanet.com/zhengfu/2005-04/22/content_2863610.htm [01.12.2010].
- *NDRC 2006: *Kezaisheng Nengyuan Fadian Jiage he Feiyong Fentan Guanli Shixing Banfa* 可再生能源发电价格和费用分摊管理试行办法 [Test-Version of the Management Regulation on Renewable Energy Electricity Price and Cost Share]. http://www.gov.cn/ztl/2006-01/20/content_165910.htm [19.01.2011].
- *NDRC 2006b: *Kezaisheng Nengyuan Changye Fazhan Zhidao Mulü* 可再生能源产业发展指导目录 [Guiding List for the Renewable Energy Industry Development]. <http://www.cresp.org.cn/uploadfiles/69/869/w020060206560724731188.pdf> [19.01.2011].
- *NDRC 2006c: *Kezaisheng Nengyuan Fadian Youguan Guanli Guiding* 可再生能源发电有关管理规定 [Management Regulation on Renewable Energy Electricity]. <http://www.hljcdm.gov.cn/tzgg/200803/P020080318488755629485.doc> [19.01.2011].
- *NDRC 2007: *Kezaisheng Nengyuan Zhongchangqi Fazhan Guihua* 可再生能源中长期发展规划 [Medium and Long-Term Renewable Energy Development Plan]. <http://www.ccchina.gov.cn/WebSite/CCChina/UpFile/2007/20079583745145.pdf> [19.01.2011].
- *NDRC 2007b: *China's National Climate Change Programme*. <http://www.ccchina.gov.cn/WebSite/CCChina/UpFile/File188.pdf> [12.01.2011].
- *NDRC et al. 2007: *Guojia Rending Qiye Jishu Zhongxin Guanli Banfa* 国家认定企业技术中心管理办法 [Management Regulation on the Selection of National Enterprise Technology Centers]. <http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbl/2007ling/W020070426468621183210.pdf> [01.12.2010].
- *NDRC 2008: *Kezaisheng Nengyuan Fazhan „Shiyiwu“ Guihua* 可再生能源发展“十一五”规划 [11th Five Year Plan for New and Renewable Energy Development]. <http://www.sdpc.gov.cn/nyjt/nyzywx/W020080318390887398136.pdf> [19.01.2011].
- *NDRC 2009: *Wanshan Fengli Fadian Shangwang Dianjia Zhengce de Tongzhi* 完善风力发电上网电价政策的通知 [Announcement of the Improvement of the Wind Energy Electricity Power On-Grid Price Policy]. http://www.sdpc.gov.cn/zcfb/zcfbtz/2009tz/t20090727_292827.htm [19.01.2011].
- *NEA (National Energy Administration) 能源局 et al. 2007: *Kezaisheng Nengyuanfa ji Xiangguan Zhengce Huibian* 可再生能源法及相关政策汇编 [Collection of the Renewable Energy Law and Correlating Regulations]. <http://www.efchina.org/csepupfiles/report/200751663836227.09281356584117.pdf> [19.01.2011].
- *NEA 2009: *Guojia Nengyuan Yanfa (Shiyan) Zhongxin Guanli Banfa* 国家能源研发(实验)中心管理办法(试行) [Preliminary Regulation for National Energy R&D (Experiment) Center]. <http://www.sndrc.gov.cn/uploadfiles/f2010-02-04/201002042144088731.doc> [01.12.2010].
- Nelson, Richard R./Winter, Sidney G. 1982: *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge [u.a.]: Belknap Press of Harvard University Press.
- Nerb, Gernot et al. 2007: *Industriennahe Forschungs- und Technologiepolitik der chinesischen Regierung: Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie*. München: ifo Institut für Wirtschaftsforschung.

- Nil, Jan 2009: *Ökologische Innovationspolitik. Eine evolutiv-ökonomische Perspektive*. Marburg: Metropolis.
- *NWTC (National Windpower Engineering Technology Research Center) 国家风力发电工程技术研究中心 o.J.: <http://www.nwtc.cn/> [19.01.2011].
- *Ocampo, Aimee 2010: *Technology Partnerships Boost Nascent Wind Power Industry*. In: Global Sources, 17. August. <http://ezinearticles.com/?Technology-Partnerships-Boost-Nascent-Wind-Power-Industry&id=4847148> [17.12.2010].
- OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) 2005: *Governance in China*. Paris: OECD Publishing.
- OECD 2008: *Review of Innovation Policy: China*. Paris: OECD Publishing.
- OECD 2010: *Measuring Innovation: A New Perspective*. Paris: OECD Publishing.
- OECD 2010b: *The OECD Innovation Strategy: Getting a Head Start on Tomorrow*. Paris: OECD Publishing.
- *Offshore Wind Biz Online 2010: *Vestas Opens China Technology R&D Center to Spearhead Chinese Wind Power Innovation*. <http://www.vestas.com/en/media/news/news-display.aspx?action=3&NewsID=2412> [18.12.2010].
- o.A. 1999: *Chengfeng Jihua 乘风计划 [Riding the Wind Program]*. In: o.A. 1999: *China White Book on New and Renewable Energy 1999*. Beijing: Zhongguo Jihua Chubanshe Chuban 中国计划出版社出版.
- Porter, Michael/Van der Linde, Claas 1995: *Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship*. In: *Journal of Economic Perspective*, Vol.9 No.4: 97-118.
- Preeg, Ernest H. 2008: *India and China. An Advanced Technology Race and How the United States Should Respond*. Arlington: Manufacturers Alliance/MAPI.
- Qi, Hesheng 祁和生 2010: *2010 Zhongguo Zongzhuang Qiye Jiben Qingkuangbiao 2010 中国总装企业基本情况表. [List of China's [Wind Power] Manufacturing Enterprises and their Main Circumstances 2010]*. Beijing: CWEEA (Chinese Wind Energy Equipment Association).
- Recknagel, Paul 2010: *Wind Power in China 2008: An Analysis of the Status Quo and Perspectives for Development*. Beijing: GTZ.
- Reinhard, Michael/Taube, Markus/Wasmer, Caterina 2007: *Industriennahe Technologiepolitik in China - Gefahr für die technologische Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands?* In: ifo Schnelldienst No.23: 20-31.
- *Reuters 2008: *China expects to fund 90 pct of renewables target*. <http://uk.reuters.com/article/idUKL2051337920080220> [02.12.2010].
- *Reuters 2010: *Is Clean Tech China's Moon Shot?* <http://www.reuters.com/article/idUSTRE60R02520100128> [14.01.2011].
- Schaaper, Martin 2009: *Measuring China's Innovation System: National Specificities and International Comparison*. In: OECD Science, Technology and Industry Working Papers 2009/1. Paris: OECD Publishing.
- Schibany, Andreas/Polt, Wolfgang 2001: *Innovation and Networks: An Introduction to the Theme*. In: OECD [Hrsg.] 2001: *Innovative Networks. Co-operation in National Innovation Systems*. Paris: OECD Publishing.
- Schwaag Serger, Sylvia/Breidne, Markus 2007: *China's Fifteen Year Plan for Science and Technology: An Assessment*. In: *Asia Policy*, Vol.4: 135-164.
- Seligsohn, Deborah et al. 2009: *China, the United States, and the Climate Change Challenge*. WRI Policy Brief. Washington, D.C.: World Resources Institute.

- *SETC (State Economic and Trade Commission) 2000: *2000-2015 Nian Xinnengyuan he Kezaisheng Nengyuan Chanye Fazhan Guihua Yaodian 2000-2015 年新能源和可再生能源产业发展规划要点 [2000-2015 New and Renewable Energy Industry Development Plan]*. <http://www.xjwind.com/download/%B7%C7%BC%BC%CA%F5%C2%DB%CE%C4/2000%A3%AD2015%C4%EA%D0%C2%C4%DC%D4%B4%BA%CD%BF%C9%D4%D9%C9%FA%C4%DC%D4%B4%B2%FA%D2%B5%B7%A2%D5%B9%B9%E6%BB%AE%D2%AA%B5%E3.pdf> [08.01.2011].
- *SETC 2001: *Xinnengyuan he Kezaisheng Nengyuan Chanye Fazhan Shiwu Guihua 新能源和可再生能源产业发展十五规划 [10th Five Year Plan for New and Renewable Energy Industry Development]*. http://www.gov.cn/gongbao/content/2002/content_61602.htm [08.01.2011].
- *Shandong Changxing (Shandong Changxing Group Co., Ltd.) 山东长星集团有限公司 2010: *Gongsi Xinwen 公司新闻 [Company News]*. <http://cxfd.cnwpem.com/?uid=cxfd&lid=16991> [19.01.2011].
- *Shandong Changxing o.J.: *Gongsi Jieshao 公司介绍 [Introduction to the Company]*. <http://cxfd.cnwpem.com/?uid=cxfd&lid=16990> [19.01.2011].
- *Shantou University College of Engineering 汕头大学能源与环境科学研究所 2010: *Nengyuan Yanjiusuo 能源研究所 [Energy Research Institute]*. <http://www.eng.stu.edu.cn/chinese/labDetail.aspx?labNo=23> [15.01.2011].
- Shen, Xiaobai/Williams, Robin 2005: *A Critique of China's Utilitarian View of Science and Technology*. In: *Science, Technology and Society*, Vol.10 No.2: 197-224.
- *Shenyang Blower Group (Shenyang Blower Group Wind Power Co. Ltd.) 沈阳鼓风机集团风电有限公司 o.J.: <http://www.shengu.com.cn> [10.11.2010].
- *Shenyang Economic & Technological Development Area 沈阳经济技术开发区 2007: <http://www.sydz.gov.cn/> [20.11.2010].
- *Shenyang Huachuang (Shenyang Huachuang Wind Energy Co., Ltd.) 沈阳华创风能有限责任公司 o.J.: *Shenyang Huachuang Fengneng Youxian Gongsi Jianjia 沈阳华创风能有限公司简介 [Short Introduction to Shenyang Huachuang Wind Power Co., Ltd.]*. <http://www.ccwewind.com/> [19.01.2011].
- Shi, Dan 2009: *Analysis of China's Renewable Energy Development under the Current Economic and Technical Circumstances*. In: *China & World Economy*, Vol.17 No.2: 94-109.
- *Sinovel (Sinovel Wind Power Technology Co., Ltd.) 华锐风电科技有限公司 2010: *Guanyu Huashui 关于华锐 [About Sinovel]*. <http://www.sinovel.com/companyoverview.aspx> [19.01.2011].
- *Southeast University (Southeast University Research Center for Windpower Generation) 东南大学风力发电研究中心 2008: http://windpower.seu.edu.cn/ca_1.htm [20.01.2011].
- Staatsrat (Staatsrat der VR China) 中华人民共和国国务院 2005: *Zhonghua Renmin Gongheguo Kezaisheng Nengyuanfa 中华人民共和国可再生能源法 [Renewable Energy Law of the People's Republic of China]*. In: China Renewable Energy Society (CRES)/Guangzhou Institute of Energy Conversion, Chinese Academy of Social Sciences (GIEC) 2009: *Zhongguo Xinnengyuan Yu Kezaisheng Nengyuan Nianjian (2009 Chuangkanhao) 中国新能源与可再生能源年鉴 (2009 创刊号) [China New and Renewable Energy Yearbook 2009]*. Guangzhou: Zhongguo Xinnengyuanwang «Zhongguo Xinnengyuan» Zazhi Bianjibu 中国新能源网«中国新能源»杂志编辑部: 19-23.

- *Staatsrat 2009: *Zhonghua Renmin Gongheguo Kezaisheng Nengyuanfa (Xuzhengan)* 中华人民共和国可再生能源法 (修正案) [*Renewable Energy Law of the People's Republic of China (Revised Draft)*].
http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/2009-12/26/content_1538199.htm [19.01.2011].
- *Staatsrat 2010: *Guowuyuan guan Jinyibu Zuohao Liyong Waizi Gongzuo de Ruogan Yijian* 国务院关于进一步做好利用外资工作的若干意见 [*Suggestions of the State Council about further Improvements of the Utilization of Foreign Funding*]. http://www.gov.cn/zwgk/2010-04/13/content_1579732.htm [02.12.2010].
- Stamm, Andreas et al. 2009: *Sustainability-Oriented Innovation Systems: Towards Decoupling Economic Growth from Environmental Pressures?* DIE (Deutsches Institut für Entwicklungshilfe) Discussion Paper. Bonn: DIE.
- *SPC (State Planning Commission) et al. 1995: *1996-2010 Nian Xinnengyuan he Kezaisheng Nengyuan Fazhan Gangyao* 1996-2010 年新能源和可再生能源发展纲要 [*New and Renewable Energy Development Program 1996-2010*].
http://www.chinaperlite.org.cn/news_p/detail_p.asp?id=598 [21.01.2011].
- Sternfeld, Eva 2006: *Umweltsituation und Umweltpolitik in der VR China*. In: *Aus Politik und Zeitgeschichte*, Vol.49: 27-34.
- *SUT (Shenyang University of Technology) Wind Energy Technology Institute 沈阳工业大学风能技术研究所 o.J.: *Fengnengsuo Jianjie* 风能所简介 [*Short Introduction to the Windenergy Institute*]. <http://www.syfd.cn/Html/about.asp> [19.01.2011].
- Tan, Xiaomei/Gang, Zhao 2009: *An Emerging Revolution: Clean Technology Research, Development and Innovation in China*. WRI Working Paper. Washington, D.C.: World Resources Institute.
- Tan, Xiaomei 2010: *Clean Technology R&D and Innovation in Emerging Countries - Experience from China*. In: *Energy Policy*, Vol.38: 2916-2926.
- Tan Xiaomei/Seligsohn, Deborah 2010: *Scaling up Low-Carbon Technology Deployment: Lessons from China*. WRI Report. Washington, D.C.: World Resources Institute.
- *UN (United Nations) 2007: *Rapid commercialization of renewable energy in China*.
http://www.un.org/esa/sustdev/publications/energy_casestudies/ [25.11.2010].
- UNDP (United Nations Human Development Program) 2010: *China Human Development Report 2009/10: China and a Sustainable Future: Towards a Low Carbon Economy and Society*. Beijing: China Translation and Publishing Corporation.
- *UNFCCC CDM (United Nations Framework Convention on Climate Change, Clean Development Mechanism) Project Database 2010: *CDM Project Activities*.
<http://cdm.unfccc.int/Projects/projsearch.html> [06.12.2010].
- *US Department of Energy 2009: *US-China Clean Energy Research Center Announced*.
<http://www.energy.gov/news2009/7640.htm> [23.12.2010].
- Varum, Celeste Amorim et al. 2007: *China: Building an Innovative Economy*. Oxford, UK: Chandos.
- Wacker, Gudrun 2009: *China in den Klimaverhandlungen: Zentrale Rolle zwischen den Stühlen*. In: Susanne Dröge [Hrsg.]: *Die internationale Klimapolitik: Prioritäten wichtiger Verhandlungsmächte*. Berlin: Stiftung Wissenschaft und Politik: 49-60.
- Wade, Robert 1990: *Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization*. Princeton: Princeton University Press.
- Wang, Feng/Yin, Haitao/Li, Shoude 2010: *China's Renewable Energy Policy: Commitments and Challenges*. In: *Energy Policy*, Vol.38: 1872-1878.

- Wang, Yanhui 王彦辉/Qi, Weinuo 齐威娜 2010: *Xinnengyuan Chanye Rencai Peiyun Cunzai de Wenti ji Duice 新能源产业人才培养存在的问题及对策 [Education of New Energy Industry Personnel: Problems and Countermeasures]*. In: *Zhongguo Chengren Jiaoyu 中国成人教育*, Vol.2: 54.
- Wang, Zhongying 2009: *Market Potential and Technology Transfer – Experience and Expectations from a Chinese Perspective*. Vortrag bei der GTZ, Berlin 9. November. Beijing: Energy Research Institute of National Development and Reform Commission.
- *WED (Sino-Danish Wind Energy Development Programme)/CREIA 2009: *Zhongguo Fengdian ji Dianjia Fazhan Yanjiu Baogao 中国风电及电价发展研究报告 [Research Report on China Wind Power and Electricity Price Development]*. www.sdpc.gov.cn/zjgx/P020091126386872388651.pdf [01.01.2010].
- Welsch, Johann 2005: *Innovationspolitik: Eine problemorientierte Einführung*. Wiesbaden: Gabler.
- *Werner, Sven-Michael 2009: *Clean-Tech Investment in China*. <http://www.eurochinacom.eu/advice-and-consultancy/current-publications/clean-tech-investments-china/> [02.12.2010].
- Wilsdon, James/Keeley, James 2007: *China: The Next Science Superpower?* London: Demos.
- *Wuxi Wind Park 无锡风电科技产业园 2009: <http://www.wxw-park.com/> [20.01.2011].
- *XEMC (XEMC Wind Power Co., Ltd.) 湘潭电机股份有限公司 2010: “*Guojia Nengyuan Fengli Fadianji Yanfa (Shiyan) Zhongxin*” Longzhong Jiepai “*国家能源风力发电机研发 (实验) 中心*” 隆重揭牌 [Grand Opening of the “National Energy Wind Power Turbine R&D (Experiment) Center”]. http://www.xemc.com.cn/about/about_news_list.asp?id=1682 [18.01.2011].
- Xia, Changliang/Song, Zhanfeng 2009: *Wind Energy in China: Current Scenario and Future Perspectives*. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol.13: 1966-1974.
- Yu, Weizhou 余维洲 2009: *Woguo Fengdian Chanyehua Fazhan de Nandian yu Qianjing 我国风电产业化发展的难点与前景 [Problems and Prospects of our Country's Wind Power Industrialization Development]*. In: *Economic Management Journal*, Vol.31 No.6: 29-34.
- Zhang, Zhen 张振 2010: *Huashui Fengdian: Zhongguo Fengdian Hangye Lingjunzhe 华锐风电: 中国风电行业领军者 [Sinovel Wind Power: Leader of China's Wind Power Industry]*. In: *Zhongguo Jingmao Daokan 中国经贸导刊*, Vol.15: 103.
- *Zhao, Kai 赵凯 2008: *Shantou Daxue Nengyuan Yanjiusuo: Fazhan Fengneng Chanye 汕头大学能源研究所: 发展风能产业 [Shantou University Energy Research Institute: Developing the Wind Energy Industry]*. <http://www.scichi.com/new/Article/1716.html> [20.01.2011].
- Zhao, Minyuan 2010: *Policy Complements to the Strengthening of IPRS in Developing Countries - China's Intellectual Property Environment: A Firm-Level Perspective*. OECD Trade Policy Working Paper, No.105. Paris: OECD Publishing.
- *Zhejiang Hewind (Zhejiang Hewind Power Co., Ltd.) 浙江华仪风电有限公司 o.J.: *Zoujin Huayi 走进华仪 [Company Overview]*. <http://www.hewind.com/about.asp> [20.01.2011].
- *Zhejiang Windey (Zhejiang Windey Wind Power Engineering Co., Ltd.) 浙江运达风力发电工程有限公司 o.J.: *Guanyu Yunda 关于运达 [About Zhejiang Windey]*. <http://www.chinawindey.com/aboutus.html> [19.01.2011].
- Zhou, Ping/Leydesdorff, Loet 2006: *The Emergence of China as a Leading Nation in Science*. In: *Research Policy*, Vol.35 No.1: 83-104.

Zhu, Dong/Tann, Jennifer 2005: *A Regional Innovation System in a Small-sized Region: A Clustering Model in Zhongguancun Science Park*. In: *Technology Analysis & Strategic Management*, Vol.17 No.3: 375-390.

*Zou, Shengwen 邹声文/Jiang, Guocheng 江国成/Luo, Sha 罗沙 2010: “Shierwu” Qijian Jia-kuai Zhuanbian Jingji Fazhan Fangshi de Zhongyao Zhuolidian “十二五”期间加快转变经济发展方式的重要着力点 [Important Spots of the 12th Five Year Plan’s Development Direction for Speeding-up Economic Transformation].
http://www.gov.cn/jrzq/2010-10/16/content_1723905.htm [11.01.2011].

ANHANG 1 WINDKRAFTANLAGENHERSTELLER IN CHINA

A.1 1. Chinesische Unternehmen

A.1 1.1. Staatliche Unternehmen

	Englischer Unternehmensname	Chinesischer Unternehmensname	Website	Ausgewertet am
1	AVIC Huide Wind Power Engineering Co., Ltd.	保定惠德风电工程有限公司	www.avic-hdwp.com.cn	22.11.2010
2	Baoding Tianwei Wind Power Technology Co., Ltd.	保定天威风电科技有限公司	http://twfd.tk/home.php	22.11.2010
3	Baoji Diesel Machinery Co., Ltd.	宝鸡石油机械有限责任公司	www.bpmmp.com.cn	22.11.2010
4	Beijing Nengyou Technology Co. Ltd.	北京能优技术有限公司	nicht vorhanden (n.v.)	
5	Beijing North re-Turbine Electric Co., Ltd.	北京北重汽轮机有限责任公司	www.bzd.com.cn	22.11.2010
6	China's CSR Zhuzhou Electric Locomotive Research Institute	中国南车集团株洲电力机车研究所	www.teg.cn	22.11.2010
7	China First Heavy Industry Group	中国一重集团	n.v.	
8	CSIC (Chongqing) Haizhuang Windpower Equipment Co., Ltd	中船重工（重庆）海装风电设备有限公司	www.hzwindpower.com	22.11.2010
9	Daqing Ruihao Energy Group	大庆瑞好能源集团公司	n.v.	
10	Dongfang Steam Turbine Co., Ltd.	东方汽轮机有限公司	www.dongfang.com	22.11.2010
11	Goldwind Science and Technology Co., Ltd.	新疆金风科技股份有限公司	www.goldwind.cn	22.11.2010
12	Fengdian Energy Technology Co., Ltd.	锋电能源技术有限公司	www.sharppower.cn	22.11.2010
13	GUOCE	武汉国测科技股份有限公司	www.china-gc.com	22.11.2010
14	Harbin Hafei Industry Co., Ltd.	哈尔滨哈飞工业有限责任公司	www.hafei-group.com	22.11.2010
15	Harbin Power Equipment Co., Ltd.	哈尔滨风电设备股份有限公司	www.hpecqhd.com	22.11.2010
16	Harbin Steam Turbine Co., Ltd	哈尔滨汽轮机厂	www.chinapower.com.cn	22.11.2010
17	Hebei Jidong Concret Group Co. Ltd.	河北省冀东水泥集团有限公司	www.changshang.com	23.11.2010
18	Henan Senyuan Group	河南森源集团	n.v.	
19	Inner Mongolia Aerospace Wanyuan Wind Power Manufacturing Co., Ltd.	内蒙古航天万源风机制造有限公司	n.v.	
20	Jiangsu Wende New Energy Co., Ltd.	江苏文德新能源有限公司	www.wdxny.com.cn	23.11.2010

21	Lanzhou Electric Co., Ltd.	兰州电机有限公司	www.lec.cn	23.11.2010
22	Liaoning Petroleum Equipment Manufacturing Co.	辽宁石油装备制造总公司	n.v.	
23	Nantong Dongyuan Wind Power Technology Development Co., Ltd.	南通东源风电科技发展有限公司	www.jsdydq.com	23.11.2010
24	Ningxia Yinxing Energy Co., Ltd.	宁夏银星能源股份有限公司	n.v.	
25	Sany Heavy Industry Group	北京三一科技有限公司	www.sanyse.com.cn	23.11.2010
26	Shandong Guofeng Wind Power Equipment Co., Ltd.	山东国风风电设备有限公司	www.gffd.net	23.11.2010
27	Shandong Luke Wind Power Equipment Co., Ltd.	山东鲁科风电设备有限公司	www.sdlkfd.com	23.11.2010
28	Shanghai Electronic Wind Power Equipment Co., Ltd.	上海电气风电设备有限公司	www.secps.com	23.11.2010
29	Shanxi Diesel Engine Heavy Industry Co., Ltd.	陕西柴油机重工有限公司	n.v.	
30	Shengguo Tongyuan (Beijing) Technology Co., Ltd.	中科风电(北京)有限公司	www.cswindpower.com	23.11.2010
31	Shenyang Blower Group Wind Power Co. Ltd.	沈阳鼓风机集团风电有限公司	www.shengu.com.cn	23.11.2010
32	Shenyang Tewin New Energy Equipment Co., Ltd.	沈阳中科天道新能源装备股份有限公司	www.te-win.com	23.11.2010
33	Sinosteel Xi'an Machinery Co., Ltd.	中钢集团西安重机有限公司	www.xamm.com	23.11.2010
34	Sinovel Wind Power Technology Co., Ltd.	华锐风电科技有限公司	www.sinovel.com	23.11.2010
35	State Power United Power Technology Co., Ltd.	国电联合动力技术有限公司	www.gdupc.com.cn	23.11.2010
36	Taiyuan Heavy Industry Group	太原重工集团	www.tyhi.com.cn	24.11.2010
37	Tangshan Zhengxin Group Caofei Yongneng Wind Power Technology Co., Ltd.	唐山正欣实业集团曹妃电永能风电科技有限公司	n.v.	
38	XJ Group Corporation	许继电气股份有限公司	www.xjgc.com	24.11.2010
39	Zhejiang Hewind Power Co., Ltd.	浙江华仪风电有限公司	www.hewind.com	24.11.2010
40	Zhejiang Tianjie New Energy Co., Ltd.	浙江天洁新能源股份有限公司	www.tianjiegrou.com	24.11.2010
41	Zhejiang Windey Wind Power Engineering Co., Ltd	浙江运达风力发电工程有限公司	www.chinawindey.com	24.11.2010

A.1 1.2. Private Unternehmen

	Englischer Unternehmensname	Chinesischer Unternehmensname	Website	Ausgewertet am
1	Beijing Guojing Electric Manufacturing Co., Ltd.	北京国晶电气制造有限公司	www.gjdqgs.com	24.11.2010
2	Beijing Sound Environment Group Co., Ltd.	北京桑德环保集团有限公司	www.soundgroup.com	24.11.2010
3	Friwind Energy Industries Co. Ltd	四川风瑞能源	www.friwind.com	24.11.2010
4	Geoho Energy Technology Co., Ltd.	久和能源科技有限公司		
5	Guangdong Mingyang Wind Power Technology Co., Ltd.	广东明阳风电技术有限公司	www.mywind.com.cn	24.11.2010
6	Guangzhou ENGGA Wind Power Equipment Manufacturing Co., Ltd.	广州英格风电设备制造有限公司	www.engga.com.cn	25.11.2010
7	Guangzhou Yatu Wind Energy Company Co., Ltd.	广州雅图风电设备制造有限公司	www.yatuwind.com	25.11.2010
8	Inner Mongolia Huiquan Environment Power Co., Ltd.	内蒙古汇全环保动力有限公司	n.v.	
9	Jiangsu Tiandi Wind Power Equipment Co., Ltd.	江苏天地风能设备有限公司	www.jsuwe.com	25.11.2010
10	Jiangsu Xinyu-Wind Power Equipment Co., Ltd.	江苏新誉风力发电设备有限公司	www.cpcchina.com/fengdian/	25.11.2010
11	Jiangsu Zhongke Dadi Wind Power Technology Co. Ltd.	江苏中科大地风电科技有限公司	www.jsddwp.com	25.11.2010
12	Jiangxi Made Wind Energy Co., Ltd.	江西麦德风能股份有限公司	www.jxmdwe.com	25.11.2010
13	Jiangxi Green Aiwen New Energy Co., Ltd.	江西格林艾文新能源有限公司	n.v.	
14	Liaoning Fan Bao Warren Co., Ltd.	辽宁宝华伦风机有限公司	n.v.	
15	Nantong Kailian Wind Power Equipment Co., Ltd.	南通锴炼风电设备有限公司	www.zxkl.com	26.11.2010
16	Shandong Changxing Group Co., Ltd	山东长星集团有限公司	http://cxfd.cnwpem.com	26.11.2010
17	Shanghai Wind Power Stock Co., Ltd.	上海万德风力发电股份有限公司	n.v.	
18	Shenyang Huachuang Wind Energy Co., Ltd.	沈阳华创风能有限责任公司	www.ccwewind.com	26.11.2010
19	Shenyang Yuanda Group	沈阳远大集团	www.cnydme.com	26.11.2010
20	Suzhou Tepu Wind Power Technology Co., Ltd.	苏州特谱风能技术有限公司	www.titpwe.com	26.11.2010
21	Wuxi Baonan Machinery Co., Ltd.	无锡宝南机器制造有限公司	www.baonanchina.com	26.11.2010
22	Zhongren Investment Co., Ltd.	中人投资有限公司	n.v.	

A.1 2. Joint Ventures

	Englischer Unternehmensname	Chinesischer Unternehmensname	Website	Ausgewertet am
1	Guangxi Yinhe Awantis Wind Power Co., Ltd.	广西银河艾万迪斯风力发电有限公司	www.yinhe-avantis.com	26.11.2010
2	Harbin Hafei Wind Power Equipment Co., Ltd.	哈尔滨哈飞威达风电设备有限公司	n.v.	
3	Jiangsu Futian Nuodewende Wind Power Co., Ltd.	江苏复天诺德文德风电设备有限公司	www.wind-energy.com.cn	30.11.2010
4	Nordex (Yinchuan) Wind Power Equipment Manufacturing Co., Ltd	恩德（银川）风电设备制造有限公司	[www.nordex-online.com]	30.11.2010
5	REpower North Wind Power Equipment Co., Ltd.	瑞能北方风电设备有限公司	www.repowernorth.com	30.11.2010
6	Weifang Ruiqineng Mechinary Co., Ltd.	潍坊瑞其能电气有限公司	www.plastics-machinery.com/fengdian.htm	30.11.2010
7	XEMC Wind Power Co., Ltd.	湖南湘电风能有限公司; 湘潭电机股份有限公司	www.xemc.com.cn	30.11.2010

A.1 3. Internationale Unternehmen

	Englischer Unternehmensname	Chinesischer Unternehmensname	Website	Ausgewertet am
1	Foshan Dongying Fengying Wind Power Equipment Co., Ltd.	广东东兴风盈风电设备制造有限公司	www.feng-ying.com	30.11.2010
2	Gamesa Wind Power (Tianjin) Co., Ltd.	歌美飒风电（天津）有限公司	www.gamesa.es	30.11.2010
3	GE Energy (Shenyang) Co., Ltd.	通用电气能源（沈阳）有限公司	www.ge.com/energy	30.11.2010
4	Holland United Energy Co., Ltd	荷兰联合能源公司	n.v.	
5	Hanwei Wind Power Equipment (Daqing) Co. Ltd.	汉维风力发电成套设备（大庆）有限公司（大庆德塔电气）	n.v.	
6	Jingang Machinery (Nantong) Co., Ltd	金港机电（南通）有限公司	n.v.	
7	Suzlon Energy (Tianjin) Co., Ltd	苏司兰能源（天津）有限公司	www.suzlon.com	30.11.2010
8	Shenyang Jinxiang Electric Machine Co., Ltd.	沈阳金祥电能有限公司	n.v.	
9	Vestas Wind Power Equipment (China) Ltd.	维斯塔斯风力发电设备（中国）有限公司	www.vestas.com/cn	30.11.2010
10	Visionenergy Co., Ltd.	远景能源有限公司	n.v.	

ANHANG 2 WINDKRAFTANLAGENBETREIBER IN CHINA

	Englischer Unternehmensname	Chinesischer Unternehmensname	Website	Ausgewertet am
1	Baicheng Fuyu WindPower Co.,Ltd	白城富裕风力发电有限公司	n.v.	
2	Beijing Energy Investment Holding Co. Ltd.	北京市能源投资公司	www.cec-ceda.org.cn	30.11.2010
3	Beijing Tianrun New Energy Investment Co.,Ltd	北京天润新能投资有限公司	www.tianrunxinneng.com	30.11.2010
4	Changdao Liankai Windpower Development Co.,Ltd	长岛联凯风能发展有限公司	n.v.	
5	China Datang Group	中国大唐集团	www.china-cdt.com	02.12.2010
6	China Energy Conservation Investment Co. (CECIC)	中国节能	www.cecic.cn	02.12.2010
7	China Guodian Corporation	国电集团公司	www.cgdc.com.cn	02.12.2010
8	China Huadian Corporation	华电集团	www.chd.com.cn	02.12.2010
9	China Huaneng Group	东电茂霖风能发展有限公司	www.chng.com.cn	02.12.2010
10	China Longyuan Power Group (CLYPG)	龙源电力集团公司	www.clypg.com.cn	02.12.2010
11	China National Offshore Oil Corp.	中国海洋石油总公司	www.cnooc.com.cn	02.12.2010
12	China Power Investment Corporation (CPI)	中国电力投资集团公司 (中电投)	www.zdt.com.cn	02.12.2010
13	China Resources Power Holdings Co., Ltd	华润电力控股有限公司	www.cr-power.com	02.12.2010
14	China Three Gorges New Energy Corp.	中国三峡新能源公司	www.cwic.com.cn	02.12.2010
15	Cixi Changjiang Windpower Co.,Ltd	慈溪长江风力发电有限公司	http://www.cxhr.com/news/diszp.asp?zp_id=1332	03.12.2010
16	Daqing Ruihao Energy	大庆瑞好能源科技有限公司	n.v.	
17	Farsighted Investment Group	华睿集团	n.v.	
18	Gansu Xin'an Wind. Power Co.,Ltd	甘肃新安风电有限公司	n.v.	
19	Guangdong Yuedian Group	广东省粤电集团有限公司	www.gdyd.com	03.12.2010
20	Haipai Wind Power Industry Co Ltd	海派风电产业有限公司	n.v.	
21	Hebei Construction and Investment Group	河北省建设投资集团有限责任公司	www.hecic.com.cn	03.12.2010
22	Hebei Hong-Song Wind Power Share Holding Ltd.	河北红松风电股份有限公司	n.v.	

23	Heilongjiang Fulong Windpower Co.,Ltd	黑龙江富龙风力发电有限责任公司	n.v.	
24	Heilongjiang Huafu Fujin Wind Power Co Ltd.	黑龙江华富风力发电富锦有限责任公司	n.v.	
25	Hongkong Construction Holding Hong Kong Construction (Holdings) Limited	香港建设有限公司	www.hkconstruction.com	03.12.2010
26	Honiton Energy (Baotou) Ltd.	宏腾能源	www.honitonenergy.com	03.12.2010
27	Hubei Jiugongshan Wind Power Co Ltd.	湖北省九宫山风力发电有限责任公司 - (湖北能源集团股份有限公司)	www.hbny.com.cn	03.12.2010
28	Inner Mongolia Huadian Huitengxile Wind Power Co.Ltd.	内蒙华电辉腾锡勒风力发电有限公司	www.chd.com.cn	02.12.2010
29	Inner Mongolia Xinjing Wind Power Co.,Ltd	内蒙新锦风电有限公司	n.v.	
30	Jinlin Wind Power Co.,Ltd	吉林风电股份有限公司	http://www.china-cdt.com/aboutdatang/membere nterprise/jilingroup/41942.html	03.12.2010
31	Jinshan Stock	金山股份	n.v.	
32	Liaoneng Xiexin Wind Power Co.,Ltd	辽能协鑫风力发电有限公司	n.v.	
33	Luneng	鲁能	n.v.	
34	Nan'ao Wind Energy Development General Company	南澳县风能开发总公司	n.v.	
35	Ningxia Electric Power Group Co. Ltd.	宁夏发电集团(有限责任)公司	n.v.	
36	Ningxia Tianjin Electric Power Development Group	宁夏天净电能开发集团有限公司 (宁夏天净风力发电股份有限公司)	www.nxtjdn.com	03.12.2010
37	Ningxia Yinyi Wind Power Co.,Ltd	宁夏银仪风力发电有限责任公司	n.v.	
38	Qixia Runlin Wind Power Development Co.,Ltd	栖霞市润霖风电发展有限公司	n.v.	
39	Shanghai Donghai Windpower Co., Ltd.	上海东海风力发电有限公司	n.v.	
40	Shanghai New Energy	上海新能	n.v.	
41	Shanghai Wind Power Co., Ltd.	上海风力发电有限公司	n.v.	
42	Shenhua Guohua Energy Investment Co	神华国华能源投资有限公司	www.guohua.com.cn	03.12.2010
43	SinoHydro Investment Limited Corporation	中国水电建设集团投资有限责任公司	www.sinohydro.com	03.12.2010
44	Zhongguang Nuclear Energy	中广核能源开发有限责任公司	www.cgnpc.com.cn	03.12.2010

45	Xinjiang Teng Wind Power Co.Ltd.	新疆腾风电力有限公司	n.v.	
46	Xinjiang Wind Energy Liability Co.	新疆风能公司	www.xjwind.com	03.12.2010
47	Xiexin Power	协鑫电力	n.v.	
48	Yinkou Wind Power Generation Co.,Ltd	营口风力发电股份有限公司	n.v.	

ANHANG 3 WISSENSCHAFTLICHE EINRICHTUNGEN DES CHINESISCHEN INNOVATIONSSYSTEMS FÜR WINDENERGIE

A.3.1 Staatliche Forschungsinstitute

	Englischer Name	Chinesischer Name	Website	Ausgewertet am
1	Institute of Electrical Engineering, Chinese Academy of Sciences Renewable Energy Technology Research Center	中国科学院电工研究所可再生能源技术研究 部	http://www.iee.cas.cn/jgsz/yjbm/kzsny/	04.12.2010
2	Institute of Engineering Thermophysics, Chinese Academy of Sciences Wind Energy Utilization (United) Key Laboratory	中国科学院工程热物理研究所风能利用（联 合）重点实验室	http://www.iet.cas.cn/jgsz/kybm/kybm2/	04.12.2010

A.3.2 Forschungsinstitute an Universitäten

	Englischer Name	Chinesischer Name	Website	Ausgewertet am
1	Shenyang University of Technology Wind Energy Technology Institute	沈阳工业大学风能技术研究所	www.syfd.cn	04.12.2010
2	North China Electric Power University Renewable Energy Institute (Wind Research Center)	华北电力大学可再生能源学院(风能研究中心)	http://gh.ncepu.edu.cn/kzsny/	04.12.2010
3	Shanghai Jiaotong University Energy Research Center	上海交通大学能源研究院	http://energy.sjtu.edu.cn/	05.12.2010
4	Nanjing University of Aeronautics and Astronautics	南京航空航天大学	http://www.nuaa.edu.cn/	05.12.2010
5	CET Lab - Hunan University of Technology Guangzhou Green Energy Technology Key Laboratory	广东省绿色能源技术重点实验室 (华南理工大学)	www.cetlab.org	05.12.2010
6	Shantou University College of Engineering Energy Research Institute	汕头大学工学院能源研究所	http://www.eng.stu.edu.cn/chinese/ labDetail.aspx?labNo=23 Siehe auch: Zhao 2008	06.12.2010
7	Lanzhou University of Technology School of Energy and Power Engineering New Energy Laboratory	兰州理工大学能源与动力工程学院新能源实验室	http://yuanxi.lut.cn/lt/	08.12.2010
8	Xi'an Electrical Mechanical University Shaanxi Wind Power Key Laboratory	西安机电信息技术学院 陕西风力发电重点实验室	http://www.xajdu.com/news_view.asp?id=67	08.12.2010
9	Hehai University Ministry of Education Renewable Energy Engineering Technology Research Center	江苏省河海大学风能与动力工程, 可再生能源发电技术教育部工程研究中心	http://dqy.hhu.edu.cn/intr_detail.asp	08.12.2010
10	Huazhong University of Science & Technology Renewable Energy Center Wind Energy Research Institute	华中科技大学可再生能源中心风能研究所	http://renewable.hust.edu.cn/	08.12.2010
11	SouthEast University Wind Power Research Center	东南大学风力发电研究中心	http://windpower.seu.edu.cn/	08.12.2010

12	Changsha University of Science & Technology School of Energy and Power Engineering Wind Energy and Power Engineering Department	长沙理工大学能源与动力工程学院风能与动力工程专业部	http://www.csust.edu.cn/pub/ndxy/index.htm	08.12.2010
13	Inner Mongolia University of Technology Wind and Solar Energy Utilization Technology Key Laboratory	内蒙古工业大学风能太阳能利用技术重点实验室	http://zsb.imut.edu.cn/	08.12.2010
14	Shandong University Wind Power Laboratory	山东大学风能实验室	Siehe A 1 1.2. Shandong Changxing Group Co., Ltd	26.11.2010
15	Chongqing University Wind Power Technology and Equipment Research Institute	重庆大学风力发电技术及装备研究所	Siehe A 1 1.1.: CSIC (Chongqing) Haizhuang Windpower Equipment Co., Ltd	22.11.2010

ANHANG 4 HOCHTECHNOLOGIEZONEN MIT BEDEUTUNG FÜR DEN CHINESISCHEN WINDENERGIESEKTOR

	Englischer Name	Chinesischer Name	Website	Ausgewertet am
1	Shenyang Economic & Technology Development Zone	沈阳经济技术开发区	www.sydz.gov.cn	14.12.2010
2	China Electricity Valley Baoding High-Technology Development Zone	中国电谷保定高新区	www.bdgxq.cn/dgzt/	14.12.2010
3	Wuxi Wind Power Technology Park Wuxi Huishan Economic Development Zone	无锡风电科技产业园 (无锡惠山经济开发区)	www.wxw-park.com	14.12.2010
4	Zhongguancun National Innovation Demonstration Park	中关村国家自主创新示范区	www.zgc.gov.cn	14.12.2010
5	Nantong Economic & Technology Development Area	南通经济技术开发区	www.netda.gov.cn	14.12.2010