

Arvanitis, Spyros; Ley, Marius; Wörter, Martin

**Research Report**

**"Cleantech"-Sektor: Abgrenzungen,  
Innovationsaktivitäten, Humankapitaleinsatz. Studie  
im Auftrag des Bundesamtes für Bildung und  
Technologie**

KOF Studien, No. 15

**Provided in Cooperation with:**

KOF Swiss Economic Institute, ETH Zurich

Suggested Citation: Arvanitis, Spyros; Ley, Marius; Wörter, Martin (2010) : "Cleantech"-Sektor: Abgrenzungen, Innovationsaktivitäten, Humankapitaleinsatz. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Bildung und Technologie, KOF Studien, No. 15, <http://dx.doi.org/10.3929/ethz-a-010699636>

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/10419/54691>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

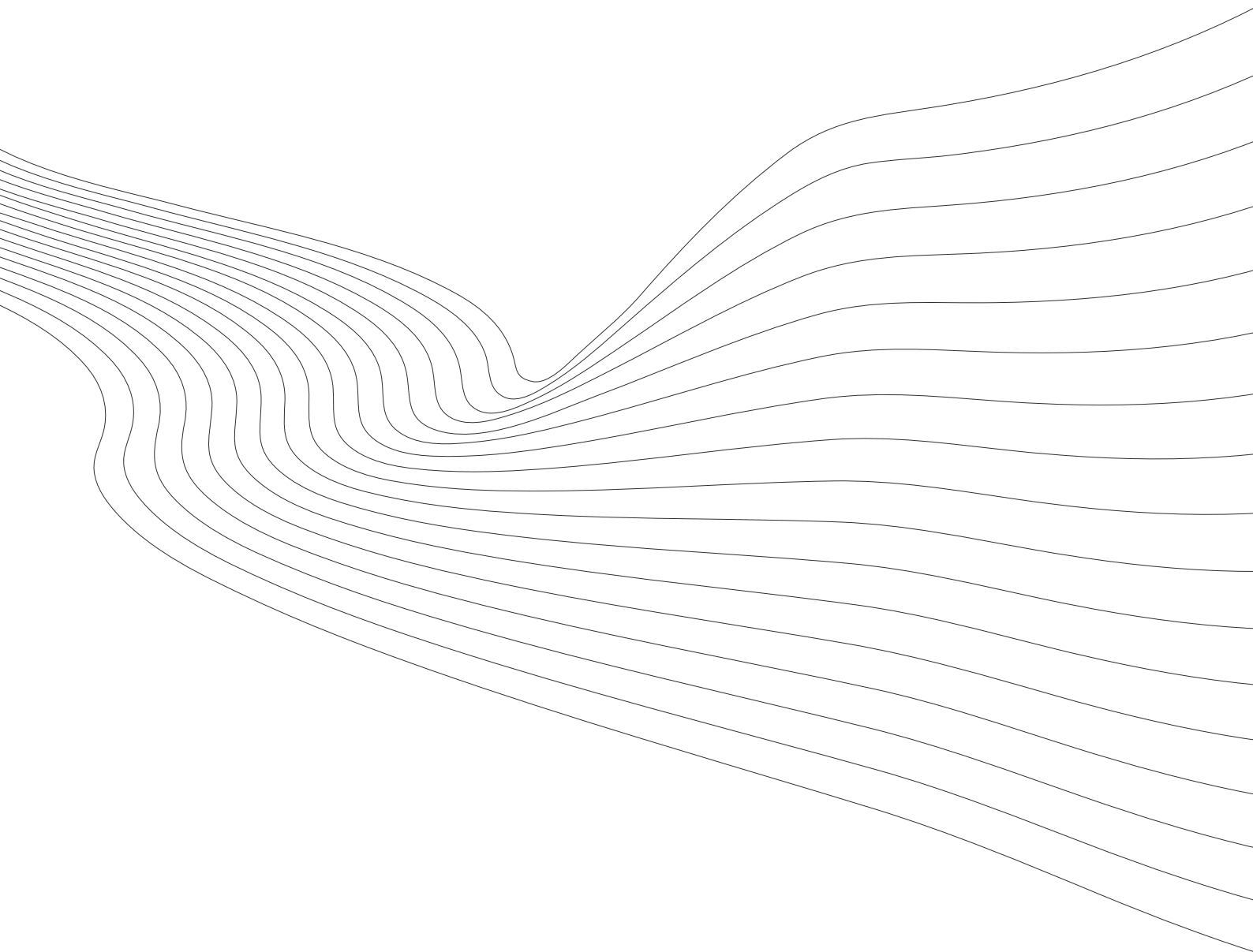
*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# „Cleantech“-Sektor: Abgrenzungen, Innovationsaktivitäten, Humankapitaleinsatz

Studie im Auftrag des Bundesamtes für Bildung und Technologie

Spyros Arvanitis • Marius Ley • Martin Wörter



## Impressum

### Herausgeber

---

KOF Swiss Economic Institute, ETH Zurich

© 2010 KOF Swiss Economic Institute, ETH Zurich

Studie im Auftrag des Bundesamtes für Bildung und Technologie

### Autor

---

Spyros Arvanitis

Marius Ley

Martin Wörter

## KOF

ETH Zurich  
KOF Swiss Economic Institute  
WEH D 4  
Weinbergstrasse 35  
8092 Zurich  
Switzerland

Phone +41 44 632 42 39  
Fax +41 44 632 12 18  
[www.kof.ethz.ch](http://www.kof.ethz.ch)  
[kof@kof.ethz.ch](mailto:kof@kof.ethz.ch)

# „Cleantech“-Sektor: Abgrenzungen, Innovationsaktivitäten, Humankapitaleinsatz

Studie im Auftrag des Bundesamtes für Bildung und Technologie

Spyros Arvanitis, Marius Ley und Martin Wörter  
KOF, ETH Zürich

Zürich, im Oktober 2010



## 1. Fragestellung

Das Bundesamt für Berufsbildung und Technologie ist im Zusammenhang mit den Arbeiten am „Masterplan Cleantech“ daran interessiert, Informationen und Analysen zur Innovationsperformance sowie zu den Ausbildungs- und Weiterbildungsbedürfnissen der „Cleantech“-Unternehmen in der Schweiz zu erhalten. Die Innovationserhebungen, welche die KOF im Auftrag des Seco in Dreijahresrhythmus durchführt, liefern Daten für Unternehmen aller Branchen des Privatsektors, die als Basis für solche Analysen dienen können.

## 2. Definition des CLEANTECH-Sektors

### 2.1 Daten

Für die Analyse werden Unternehmensdaten aus zwei Quellen eingesetzt: (a) die neueste Innovationserhebung 2008 (Daten für 2141 Firmen) und (b) die Umfrage zur Entwicklung und Verbreitung von energiesparenden Technologien, welche die KOF im Frühling 2009 im Auftrag des Bundesamtes für Energie durchgeführt hat (Daten für 2324 Firmen). Beide Umfragen liefern Informationen nicht nur zu den Innovationsaktivitäten aller Unternehmen in der Periode 2006-2008 sondern auch spezifische Informationen zu Unternehmen, welche in Bereichen der „Cleantech“-Technologien innovieren. Auf der Basis dieser Daten wäre eine Umschreibung der konkreten Innovationsaktivitäten von „cleantech“-orientierten Unternehmen möglich. Darüber hinaus finden sich in der Innovationserhebung 2008 auch Angaben zu den Innovationszielen der innovierenden Firmen, darunter vier „cleantech“-spezifische Innovationsziele (Entwicklung umweltfreundlicher Produkte, Senkung des Energiekostenanteils, Senkung des Materialkostenanteils, Reduktion der Umweltbelastung im Produktionsprozess), die eine alternative Abgrenzung des „Cleantech“-Sektors erlauben. Schliesslich enthält die Innovationsumfrage 2008 auch Informationen zum Qualifikationsprofil der Arbeitskräfte sowie zu Weiterbildungsaktivitäten.

### 2.2 Vorgehen

Ausgangspunkt unserer Analyse ist die Definition des „Cleantech“-Sektors auf der Basis der Abgrenzung in Ernst Basler+Partner (2009, Anhang 1). Eine Sichtung der dort enthaltenen Branchen zeigt, dass die vorgenommene Abgrenzung zwar zweckmässig für die Einschätzung z.B. der Beschäftigungsrelevanz von „Cleantech“-Aktivitäten sein mag. Sie ist aber wenig zielführend, wenn es um die Einschätzung des *Innovationspotentials* geht.<sup>1</sup> Deswegen schlagen wir eine alternative Abgrenzung anhand der vier „cleantech“-spezifischen

---

<sup>1</sup> Sie enthält z.B. als Teil des Cleantech-Sektors den gesamten Bereich „Architektur- und Ingenieurbüros“, den Eisenbahnverkehr sowie den Bereich „Zimmerei/Dachdeckerei/Bauspenglerei“ etc.

Innovationsziele in der Innovationsumfrage 2008 vor. Die Definition des Cleantech-Sektors (Variante CLEANTECH) lautet folgendermassen:

Ein Unternehmen wird dieser Kategorie zugerechnet, wenn dieses Unternehmen bei der Innovationserhebung 2008 (a) nach eigenen Angaben in der Periode 2006-2008 Innovationen eingeführt hat und (b) die Werte 4 oder 5 auf einer fünfstelligen Likert-Skala (1: „keine Bedeutung“; 5: „sehr grosse Bedeutung“) für *mindestens eines* der folgenden vier Innovationsziele angekreuzt hat:

- (1) Entwicklung von *umweltfreundlichen Produkten* (Produktinnovation);
- (2) Reduktion des *Materialkostenanteils* (Prozessinnovation);
- (3) Reduktion des *Energiekostenanteils*;
- (4) Reduktion der *Umweltbelastung im Produktionsprozess* (Prozessinnovation)

Wir haben noch eine zweite Variante (Variante CLEAN\_PROD) konstruiert, die sich auf *Produktinnovationen* beschränkt:

Ein Unternehmen wird dieser Kategorie zugerechnet, wenn dieses Unternehmen bei der Innovationserhebung 2008 (a) nach eigenen Angaben in der Periode 2006-2008 Produktinnovationen eingeführt hat und (b) die Werte 4 oder 5 auf einer fünfstelligen Likert-Skala (1: „keine Bedeutung“; 5: „sehr grosse Bedeutung“) für das Innovationsziel „Entwicklung von *umweltfreundlichen Produkten*“ gemeldet hat.

### **2.3 CLEANTECH- bzw. CLEANTECH\_PROD-Branchen**

Tabelle 1 enthält die Angaben zu den Anteilen von Cleantech-Unternehmen nach Branchen für das Aggregat CLEANTECH (Spalte 1) und die vier zugrunde liegenden Innovationsziele. Die Angaben zum Innovationsziel „Entwicklung umweltfreundlicher Produkte“ (Spalte 3) sind gleichzeitig auch die Angaben für die produktfokussierte Variante CLEANTECH\_PROD.<sup>2</sup>

Nach der breiten Definition (CLEANTECH) meldeten 44.6% der innovierenden Industrieunternehmen cleantech-relevante Innovationsziele. Wir gehen davon aus, dass die von ihnen eingeführten Neuerungen in der Periode 2006-2008 zur Erreichung von mindestens einem der vier erwähnten Innovationsziele beigetragen haben. Drei der vier Ziele sind prozessorientiert. 26% der innovierenden Unternehmen konzentrieren sich auf die Entwicklung von umweltfreundlichen Produkten (CLEAN\_PROD). Diese zweite Gruppe ist besonders interessant vom Standpunkt der Entwicklung von marktfähigen Neuerungen innerhalb des Cleantech-Sektors. Die restlichen Ziele werden intensiv verfolgt von 30.1%

---

<sup>2</sup> Wir beschränken uns hier auf die Industrie und den Bausektor. Einzelne Firmen aus dem Dienstleistungssektor meldeten auch umweltfreundliche Innovationsziele, sie werden in Tabelle 4 berücksichtigt.

(Materialverbrauch), 24.0% (Energieverbrauch) bzw. 22.0% (umweltfreundliche Produktionsprozesse).

Tabelle 2 identifiziert die *2-Steller-Branchen* mit *überdurchschnittlich* vielen Firmen im CLEANTECH- bzw. CLEANTECH\_PROD-Sektor bzw. für ein der restlichen drei Ziele. Chemie, Energie und Kunststoffe belegen die drei ersten Ränge sowohl in Bezug auf CLEANTECH als auch CLEANTECH\_PROD. Die Chemie gehört zu den drei „umweltfreundlichsten“ Branchen auch bezüglich der restlichen drei Innovationsziele! Auf den Rängen 4, 5 und 6 für CLEANTECH folgen die Bereiche Elektrotechnik, grafische Industrie, Metallverarbeitung und Holz, auf die Rängen 4 und 5 für CLEANTECH\_PROD die Branchen Energie und Kunststoffe. Auffallend ist, dass der Maschinen- und Fahrzeugbau insgesamt nicht zu den cleantech-intensiven Branchen gehört, wohl aber einzelne Teilbranchen davon (siehe Tabelle 4).

Die Angaben in Tabelle 3 zeigen, dass zum Teil beträchtliche Unterschiede zwischen den KMU und den grossen Unternehmen bestehen. Unternehmen mit 250 und mehr Beschäftigten („grosse“ Unternehmen) sind häufiger als KMU unter irgendeiner der fünf Cleantech-Kategorien anzutreffen.

Tabelle 4 enthält Angaben zu den *3-Steller Branchen* mit *überdurchschnittlich* vielen CLEANTECH- bzw. CLEANTECH\_PROD-Firmen. Dazu gehören erwartungsgemäss etliche Branchen aus den Bereichen Maschinenbau (291, 292), Elektrotechnik (311, 312, 315, 316) und Elektronik/Instrumente (321).

### **2.3 Vergleich mit der Klassifikation nach Ernst Basler+Partners**

Wie Tabelle 4 zu entnehmen ist, sind 10 von den 25 3-Steller-Branchen, die als „cleantech-relevant“ identifiziert werden, auch in der Klassifikation von Ernst Basler+Partners (EBP) enthalten (versehen mit \* in Spalte 6). Zwei weitere gemeinsame Branchen konnten gefunden werden, wenn auf ein der vier Innovationsziele fokussiert wird (unterer Teil von Tabelle 4, ebenfalls mit \* versehen). Der wesentlichste Unterschied ist das Fehlen der chemischen Industrie (bis auf die „sonstigen organischen Grundstoffen und Chemikalien“) und der Kunststoffindustrie bei der EBP-Klassifikation. Ferner konnten einige kleinere 3-Steller-Branchen, in welchen cleantech-relevante Produkte vermutet werden und in der EBP-Liste aufgeführt sind, datenbedingt nicht in unserer Klassifikation berücksichtigt werden.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> Es sind dies: keramischen Produkte (NOGA 2622), Schleifmitteln etc. (268), Metalltanks und -behälter (281), Akkumulatoren, Batterien (314), Schienenfahrzeuge (352), Motorräder, Fahrräder (354), Sonstige Fahrzeuge (355), 371/372: Recycling, technische Dienstleistungen (743) und Abwasserreinigung (90).



Tabelle 1: CLEANTECH-Unternehmen und cleantech-relevante Innovationsziele nach 2-Steller-Branchen

Branchen	CLEANTECH	Reduktion des Materialverbrauchs	Reduktion des Energieverbrauchs	Umweltfreundliche Produkte CLEANTECH_PROD	Umweltfreundliche Prozesse
Nahrungsmittel	41.8	28.2	35.9	17.3	20.5
Textil/Bekleidung	44.4	40.0	30.0	16.7	20.0
Holz	45.5	23.1	23.1	28.6	23.1
Papier	44.4	54.6	36.4	35.3	18.2
Graf. Industrie	46.9	26.1	13.0	38.5	34.8
Chemie	67.1	38.9	35.2	44.4	38.9
Kunststoffe	55.6	37.5	25.0	40.7	25.0
Steine, Erden	35.0	18.8	31.3	23.5	12.5
Metallerzeugung	41.2	14.3	28.6	26.7	21.4
Metallverarbeitung	46.4	25.0	30.9	22.2	30.9
Maschinenbau	37.5	26.5	15.7	22.9	17.7
Elektrotechnik	54.2	32.4	32.3	36.4	20.6
Elektronik/Instrumente	39.6	38.0	12.7	12.4	12.7
Uhren	14.3	15.8	21.1	4.4	5.3
Fahrzeugbau	37.7	30.0	30.0	23.1	20.0
Übrige Industrie	40.0	33.3	20.0	22.2	13.3
Energie	66.7	27.8	16.7	68.7	27.8
<i>Industrie total</i>	<i>44.6</i>	<i>30.1</i>	<i>24.0</i>	<i>26.0</i>	<i>22.0</i>
Bauwirtschaft	44.7	30.9	29.1	38.2	25.5

Prozentualer Anteil der Unternehmen, welche die Werte 4 oder 5 einer 5-stufigen Likert-Skala für die Bedeutung eines bestimmten Innovationsziels (Spalten 2 bis 4) bzw. die Werte 4 oder 5 für mindestens 1 der 4 clean-relevanten Ziele gemeldet haben (CLEANTECH; Spalte 1); Basis: innovierende Unternehmen. Quelle: Innovationserhebung 2008; eigen Berechnungen.

Tabelle 2: Reihung der Branchen mit überdurchschnittlich hohem Anteil von CLEANTECH-Unternehmen bzw. Unternehmen, welche eines der cleantech-relevanten Ziele als bedeutend einstufen

Rang	CLEANTECH	Reduktion des Materialverbrauchs	Reduktion des Energieverbrauchs	Umweltfreundliche Produkte CLEANTECH_ PROD	Umweltfreundliche Prozesse
1	Chemie	Papier	Papier/ Nahrungsmittel	Energie	Chemie
2	Energie	Textil/Bekleidung	Chemie	Chemie	Garf. Ind.
3	Kunststoffe	Chemie	Elektrotechnik	Kunststoffe	Metallverarbeitung
4	Elektrotechnik	Elektronik/ Instrumente	Steine/Erden	Graf. Ind.	Energie
5	Graf. Ind./ Metallverarbeitung	Kunststoffe	Textil/Bekleidung/ Fahrzeugbau	Elektrotechnik	Kunststoffe
6	Holz	Übrige Ind.	Elektrotechnik	Papier	-
7	-	Elektrotechnik	Metallerzeugung	Holz	-
8	-	-	Kunststoffe	Metallerzeugung	-

Tabelle 3: CLEANTECH-Unternehmen und cleantech-relevante Innovationsziele nach Grössenklassen

Grössenklassen	CLEANTECH	Reduktion des Materialverbrauchs	Reduktion des Energieverbrauchs	Umweltfreundliche Produkte CLEANTECH_ PROD	Umweltfreundliche Prozesse
5-49 Beschäftigte	41.2	24.6	20.5	22.6	20.5
50-249 Beschäftigte	43.4	29.5	24.7	24.4	19.4
> 250 Beschäftigte	53.5	40.3	28.6	35.1	30.4
<i>Industrie total</i>	<i>44.6</i>	<i>30.1</i>	<i>24.0</i>	<i>26.0</i>	<i>22.0</i>

Prozentualer Anteil der Unternehmen, welche die Werte 4 oder 5 einer 5-stufigen Likert-Skala für die Bedeutung eines bestimmten Innovationsziels bzw. die Werte 4 oder 5 für mindestens 1 der 4 cleantech-relevanten Ziele gemeldet haben (CLEANTECH). Quelle: Innovationserhebung 2008; eigen Berechnungen.

Tabelle 4: CLEANTECH-Unternehmen und cleantech-relevante Innovationsziele nach 3-Steller-Branchen

NOGA	Beschreibung	CLEANTECH	Reduktion des Material- verbrauchs	Reduktion des Energie- verbrauchs	Umwelt- freundliche Produkte CLEAN_ PROD	Umwelt- freundliche Prozesse	EBP
	<i>Überdurchschnittlich bezüglich CLEANTECH</i>						
153	Verarbeitung von Obst/Gemüse	71.4	50.0	83.3	16.7	33.3	
158	Herstellung von sonstigen Nahrungsmitteln	47.8	27.8	33.3	18.2	16.7	
212	Herstellung von Waren aus Papier	46.7	55.6	33.3	35.7	22.2	
222	Druck	52.0	30.0	15.0	42.1	35.0	
241	Herstellung von chemischen Grundstoffen	66.7	50.0	37.5	44.4	37.5	*
243	Herstellung von Anstrichmitteln/Druckfarben etc.	66.7	37.5	37.5	57.1	37.5	
244	Pharmazeutische Industrie	64.0	47.4	47.4	22.7	36.8	
245	Herstellung von Körperpflegemitteln	63.6	12.5	12.5	54.6	25.0	
246	Herstellung von sonstigen chem. Erzeugnissen	69.2	37.5	12.5	46.2	37.5	
252	Herstellung von Kunststoffwaren	53.9	33.3	20.0	38.5	26.7	
275	Giessereiindustrie	45.5	20.0	30.0	22.2	20.0	
285	Oberflächenveredelung/Wärmebehandlung	56.0	28.6	42.9	26.3	38.1	
287	Herstellung von sonstigen Metallwaren	73.3	41.7	50.0	26.7	50.0	
291	Verbrennungsmotoren/Pumpen/Kompressoren/Antriebselementen	59.0	38.1	23.8	30.8	23.8	*
292	Öfen/Brennern/kälte-/lufttechnische Erzeugnisse/Hebezeugen	51.0	29.0	9.7	27.1	16.1	*
311	Herstellung von Elektromotoren/Generatoren/Transformatoren	46.2	25.0	25.0	36.4	25.0	*
312	Herstellung von Elektrizitätsverteilungs- und -schaltanlagen	58.3	59.0	30.0	36.4	30.0	
315	Herstellung von elektrischen Lampen/Leuchten	83.3	40.0	60.0	50.0	20.0	*
316	Elektrische Ausrüstungen für Motoren/Fahrzeuge	46.2	25.0	25.0	30.8	12.5	*
321	Herstellung von elektronischen Bauelementen	53.3	46.2	15.4	21.4	15.4	*
361	Herstellung von Möbeln	53.9	44.4	22.2	27.3	22.2	
401	Elektrizitätsversorgung	63.2	18.8	18.8	66.7	31.3	*
453	Bauinstallation	55.0	38.5	15.4	38.5	15.4	*
502	Reparatur von Automobilen	66.7	33.3	16.7	55.6	50.0	
731	F&E in den Naturwissenschaften	44.4	60.0	40.0	44.4	50.0	*

Fortsetzung

<i>Überdurchschnittlich bezüglich mindestens eines der 4 cleantech-orientierten Innovationsziele</i>							
203	Konstruktionselemente/Fertigbauteile/Ausbaulemente aus Holz	40.0	12.5	12.5	26.7	12.5	
261	Herstellung von Glas/Glaswaren	37.5	14.3	28.6	14.3	0.0	
266	Herstellung von Erzeugnissen aus Beton etc.	42.9	40.0	60.0	33.3	40.0	
281	Stahl- und Leichtmetallbau	35.0	15.4	15.4	29.4	7.7	
293	Herstellung von landwirtschaftlichen Maschinen	28.6	20.0	0.0	33.3	0.0	
331	Medizinische Geräte/orthopädische Vorrichtungen	40.7	40.0	15.0	8.0	25.0	
333	Herstellung von industriellen Prozesssteuerungsanlagen	28.6	40.0	20.0	0.0	0.0	
334	Herstellung von optischen/fotographischen Geräten	40.0	42.9	0.0	12.5	0.0	
452	Hoch- und Tiefbau	42.1	31.3	40.6	34.6	34.4	*
454	Ausbaugewerbe	43.8	22.2	11.1	50.0	11.1	*
	<i>Industrie total</i>	<i>44.6</i>	<i>30.1</i>	<i>24.0</i>	<i>26.0</i>	<i>22.0</i>	

Prozentualer Anteil der Unternehmen, welche die Werte 4 oder 5 einer 5-stufigen Likert-Skala für die Bedeutung eines bestimmten Innovationsziels bzw. die Werte 4 oder 5 für mindestens 1 der 4 clean-relevanten Ziele gemeldet haben (CLEANTECH). Quelle: Innovationserhebung 2008; eigen Berechnungen. EBP: Ernst Basler+Partner (2009); \*: Branchen des Cleantech-Sektors gemäss EBP.

## 2.4 Ergänzende Informationen aus der KOF-Energieumfrage 2009

Die KOF-Energieumfrage 2009, die im Auftrag des BFE durchgeführt wurde, lieferte detaillierte Information (a) über den Verbreitungsgrad von *energiesparenden Technologien* in der Schweizer Wirtschaft (Diffusion) und b) über die Innovationsaktivitäten im Bereich dieser Technologien. Der Bereich der energiesparenden Technologien ist zwar enger als der hier anvisierte Cleantech-Bereich definiert, die erhaltenen Informationen sind jedoch wegen ihrer Detailliertheit aufschlussreicher bezüglich des Innovationspotentials in diesem für den gesamten Clean-Sektor zentralen Teilbereich.

Tabelle 5 zeigt, in welchen Branchen Neuerungen im Bereich der energiesparenden Technologien generiert werden. Es sind dies die Wirtschaftszweige Energie, Elektrotechnik, Fahrzeugbau, Maschinenbau, Elektronik/Instrumente und Informatik. In diesen Bereichen führten über 20% der Unternehmen, welche in der Periode 2006-2008 Innovationen gemeldet haben, Innovationen im Bereich der energiesparenden Energien durch. Vergleicht man diese Angaben mit denjenigen in Tabelle 1, Spalte 1, merkt man, dass bei einer engeren Definition des Gegenstands der Innovationstätigkeit auch der Kreis der involvierten Firmen merklich kleiner wird. Tabelle 6 liefert Informationen über die Art der eingeführten Innovationen bei den energiesparenden Technologien. Am häufigsten werden energiesparende Technologien in elektromechanischen und elektronischen Anwendungen gemeldet, gefolgt von bautechnischen Anwendungen.

Tabelle 5: Prozentualer Anteil der innovierenden Firmen, welche Innovationen im Bereich der *energiesparenden Technologien* gemeldet haben, nach 2-Steller-Branchen

Branche	N	in %
Nahrungsmittel	1	1.5
Textil, Bekleidung	2	8.0
Holz	2	11.1
Papier	2	8.3
Graf. Industrie	0	0.0
Chemie	5	7.0
Kunststoffe	4	10.8
Steine, Erden	0	0.0
Metallerzeugung	4	18.2
Metallverarbeitung	14	12.6
Maschinenbau	43	28.1
Elektrotechnik	19	41.3
Elektronik, Instrumente	23	21.9
Uhren	1	4.0
Fahrzeugbau	6	31.6
Übrige Industrie	1	3.6
Energie	14	51.9
Informatik/F&E	4	20.5
Unternehmensnahe DL	8	11.4
Bauwirtschaft	8	5.1
Total (N=162)	162	15.7

Quelle: KOF-Energieumfrage 2009.

Tabelle 6: Spezialisierungsmuster der im Energiebereich innovierenden Unternehmen

Technologiefelder	N	in %	
<i>Energiesparende Technologien in elektromechanischen und elektronischen Anwendungen, nämlich:</i>	118	72.8	2.1
- in elektrischen Maschinen und Antrieben	60	37.0	
- in informations- und Kommunikationstechnik	34	21.0	
- in Haushalts- und Unterhaltungselektronik	14	8.6	
- in verfahrenstechnischen Komponenten (Kompressoren, Pumpen, Wärmetauscher etc.)	60	37.0	
- in verfahrenstechnischen Prozessen	53	32.7	
- in Brennstoffzellen	13	8.0	
- in Turbinentechnik	13	8.0	
<i>Energiesparende Technologien in Fahrzeugen und verkehrstechnischen Anwendungen, nämlich:</i>	51	31.5	1.5
- in Antriebssysteme für Fahrzeuge	27	16.7	
- in Fahrzeughüllen (z.B. Verbesserungen des Gewichtes/der Aerodynamik)	10	6.2	
- basierend auf Wasserstoff als Energieträger	7	4.3	
- basierend auf Elektrizität	28	17.3	
- in Verkehrsleitsystemen	6	3.7	
<i>Energiesparende Technologien in bautechnischen Anwendungen, nämlich:</i>	86	53.1	2.4
- in Gebäudeisolation	35	21.6	
- in Beleuchtung (inkl. Steuerungssysteme)	42	25.9	
- in Heizung (inkl. Steuerungssysteme)	52	32.1	
- in Kühlung/Beschattung	38	23.5	
- in Belüftung und Klimatechnik	37	22.8	
<i>Technologien zur Elektrizitätserzeugung und -übertragung, nämlich:</i>	53	32.7	2.5
- Photovoltaik	32	19.8	
- Elektrizität aus Biomasse	16	9.9	
- Windenergie	16	9.9	
- Wärme-Kraftkopplung auf der Basis von Biomasse	11	6.8	
- Wärme-Kraftkopplung auf der Basis von Öl/Gas/Kohle	12	7.4	
- Dezentrale Wärme-Kraft-Kopplung („microgeneration in buildings“)	6	3.7	
- Wasserkraftwerke	17	10.5	
- Kraftwerke auf der Basis von Öl/Gas/Kohle	7	4.3	
- Kraftwerke auf der Basis von nuklearen Energieträgern	9	5.6	
- Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung	4	2.5	
- Verwendung von Supraleitern	1	0.6	
<i>Technologien zur Wärmeerzeugung, nämlich:</i>	71	43.8	1.8
- Solartechnik (Sonnenwärme)	29	17.9	
- Wärmeerzeugung aus Biomasse	14	8.6	
- Geothermie	8	4.9	
- Wärmepumpen (Umweltwärme)	26	16.0	
- Wärmerückgewinnungssysteme	37	22.8	
- Fernwärmenutzungssysteme	12	7.4	
<i>Technologien zur Lagerung von CO<sub>2</sub></i>	4	2.5	
<i>Total</i>	162	100	2.3

In der zweiten Kolonne: prozentualer Anteil der im Energiebereich innovierenden Firmen (N=162); in der dritten Kolonne: „Spezialisierungsgrad“ gemessen an das Verhältnis der Summe der Firmen in den Teilfeldern zur Anzahl der Firmen in einem Technologiefeld. Quelle: KOF-Energieumfrage 2009.

### **3. Innovationsperformance der Cleantech-Aggregate**

#### **3.1 Vorgehen**

In einem zweiten Schritt werden für die beiden „Cleantech“-Aggregate (CLEANTECH bzw. CLEANTECH\_PROD) die wichtigsten Innovationsindikatoren (einfache Indikatoren: Anteil der Produkt- bzw. Prozessinnovatoren; Anteil der F&E-treibenden Firmen; Anteil der patentierenden Firmen; Intensitätsindikatoren: Umsatzanteil von Produkten, die erheblich modifiziert sind bzw. neu sind; F&E- bzw. Innovationsaufwendungen als Umsatzanteil) berechnet und mit den entsprechenden Indikatoren für die restlichen Branchen im sekundären Sektor (Industrie und Bauwirtschaft) (also ohne „Cleantech“-Branchen) verglichen. Nur innovierende Firmen werden dabei berücksichtigt. Ergänzend zur „naiven“ deskriptiven Analyse wird mittels einer „Matched Pairs“-Analyse ein vertiefter Vergleich der Innovationsperformance der beiden Cleantech-Aggregate mit den restlichen Branchen vorgenommen. Die verwendete Methode (siehe Anhang) erlaubt einen Vergleich, bei welchem für den Einfluss anderer Faktoren kontrolliert wird, die Unterschiede bei der Innovationsperformance (Grösse, Branche etc.) verursachen könnten. Die gemessenen Differenzen bezüglich der Innovationsindikatoren können dann primär auf die Zugehörigkeit zum Cleantech-Aggregat zurückgeführt werden.

#### **3.2 Aggregat CLEANTECH**

Die Sichtung von Tabelle 7 zeigt, dass prima facie keine grossen Unterschiede zwischen CLEANTECH-Branchen und den restlichen Branchen bestehen. Eine eindeutige Differenz besteht lediglich bei den Prozessinnovationen (merklich mehr Firmen mit Prozessinnovationen im CLEANTECH-Bereich: 84.1% vs. 59.3%), weniger ausgeprägt bezüglich des Anteils der F&E-treibenden Unternehmen (74.9% vs. 69.3).

Tabelle 8 liefert Informationen zu den externen Quellen innovationsrelevanten Wissens. Es bestehen relativ kleine Unterschiede bezüglich der Nutzung von Wissen, das aus Konkurrenten, Firmen des gleichen Konzerns und Messen/Ausstellungen stammt. Diese drei Informationsquellen werden häufiger von Cleantech-Firmen verwendet. Im Grossen und Ganzen ist das Muster in beiden Bereichen aber recht ähnlich.

Tabelle 9 zeigt die Ergebnisse der „Matched Pairs“-Analyse. Der Unterschied bezüglich des Anteils von F&E-treibenden Firmen ist – im Gegensatz zum ersten Eindruck in Tabelle 7 – nicht statistisch signifikant, dafür ist aber der Anteil der patentierenden Unternehmen im CLEANTECH-Sektor signifikant *niedriger* als im Rest des sekundären Sektors (Industrie und Bauwirtschaft).



Tabelle 7: Vergleich der Innovationsindikatoren (CLEANTECH)

Innovationsindikatoren	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor	Industrie+Bau
%-Anteil der Firmen mit Produktinnovationen	91.3	89.3	90.2
%-Anteil der Firmen mit Prozessinnovationen	84.1	59.3	70.4
%-Anteil der Firmen mit F&E-Aktivitäten	74.9	69.3	71.8
%-Anteil der Firmen mit mindestens 1 Patentanmeldung	34.1	33.7	33.9
F&E-Aufwendungen als %-Anteil des Umsatzes	2.5	2.2	2.3
Umsatz aus erheblich modifizierten Produkten als %-Anteil des Gesamtumsatzes	16.5	16.1	16.3
Umsatz aus neuen Produkten als %-Anteil des Gesamtumsatzes	18.8	17.1	17.9

Quelle: Innovationserhebung 2008.

Tabelle 8: Vergleich der Nutzung von externen Wissensquellen (CLEANTECH)

Externe Wissensquellen	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor	Industrie+Bau
Kunden	50.6	47.1	48.6
Lieferanten	18.6	13.8	16.0
Konkurrenten	26.7	21.3	23.7
Firmen des gleichen Konzerns	24.4	18.5	21.1
Hochschulen	27.0	23.2	24.9
Patentschriften	15.7	9.8	12.5
Messen/Ausstellungen	43.6	35.4	39.0
F&E-Kooperation	31.1	27.2	28.9

Prozentualer Anteil der Firmen, die die Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufige Likert-Skala melden (1: „keine Bedeutung“; 5: „sehr grosse Bedeutung“). Quelle: Innovationserhebung 2008.

Tabelle 9: Vergleich der *Innovationsperformance* der Firmen des Clean-Sektors und des Nicht-Clean-Sektors nach der “Nearest Neighbour”-Matching-Methode

Innovationsindikatoren	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor		Differenz (1)-(2)	p-Wert
		<i>nach dem Matching</i>	<i>vor dem Matching</i>		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
%-Anteil der Firmen mit Produktinnovationen	0.924	0.916	0.916	0.009	0.779
%-Anteil der Firmen mit F&E-Aktivitäten	0.773	0.744	0.731	0.029	0.423
%-Anteil der Firmen mit mindestens 1 Patent-anmeldung	0.372	0.439	0.365	-0.067	0.088 *
F&E-Aufwendungen als %-Anteil des Umsatzes	2.7	2.2	2.4	0.05	0.138
Umsatz aus <i>neuen</i> Produkten als %-Anteil des Gesamtumsatzes	17.211	16.032	16.634	1.179	0.347
Umsatz aus erheblich	19.182	18.807	17.707	0.375	0.781

modifizierten Produkten als %-Anteil des Gesamtumsatzes	
---	--

### 3.3 Aggregat CLEANTECH\_PROD

Gemäss Tabelle 10 ist der Anteil der Firmen mit Prozessinnovationen im CLEANTECH\_PROD-Sektor höher als in den restliche Branchen (70.7% vs. 65.8%). Ansonsten sind keine merklichen Unterschiede festzustellen. Konkurrenten und Firmen des gleichen Konzerns werden bei den Cleantech-Firmen merklich häufiger als im Nicht-Cleantech-Sektor als wichtige Quellen innovationsrelevanten Wissens genannt (Tabelle 11).

Die Ergebnisse der „Matched Pairs“-Analyse (Tabelle 12) zeigen, dass in Bezug auf den Umsatzanteil von *erheblich modifizierten Produkten* ein signifikanter Unterschied zwischen den Firmen im CLEANTECH\_PROD-Sektor und den restlichen Firmen besteht (19.2% vs. 16.0%).

Tabelle 10: Vergleich der Innovationsindikatoren (CLEANTECH\_PROD)

Innovationsindikatoren	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor	Industrie+ Bau
%-Anteil der Firmen mit Prozessinnovationen	70.7	65.8	67.2
%-Anteil der Firmen mit F&E-Aktivitäten	78.1	75.5	76.2
%-Anteil der Firmen mit mindestens 1 Patentanmeldung	33.7	37.2	36.3
F&E-Aufwendungen als %-Anteil des Umsatzes	2.4	2.6	2.5
Umsatz aus <i>erheblich modifizierten</i> Produkten als %-Anteil des Gesamtumsatzes	16.1	16.6	16.5
Umsatz aus <i>neuen</i> Produkten als %-Anteil des Gesamtumsatzes	18.5	17.9	18.1

Quelle: Innovationserhebung 2008.

Tabelle 11: Vergleich der Nutzung von externen Wissensquellen (CLEANTECH\_PROD)

Externe Wissensquellen	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor	Industrie+ Bau
Kunden	46.3	48.1	47.6
Lieferanten	17.1	15.6	16.0
Konkurrenten	32.2	21.3	23.2
Firmen des gleichen Konzerns	26.3	18.3	22.0
Hochschulen	27.0	24.3	24.9
Patentschriften	13.2	11.8	12.2
Messen/Ausstellungen	37.6	38.1	38.0
F&E-Kooperation	25.9	30.1	28.9

Prozentualer Anteil der Firmen, die die Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufige Likert-Skala melden (1: „keine Bedeutung“; 5: „sehr grosse Bedeutung“). Quelle: Innovationserhebung 2008.

Tabelle 12: Vergleich der *Innovationsperformance* der Firmen des Clean-Sektors und des Nicht-Clean-Sektors nach der “Nearest Neighbour”-Matching-Methode (CLEAN\_PROD)

Innovationsindikatoren	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor <i>nach dem Matching</i>	Nicht-Cleantech-Sektor <i>vor dem Matching</i>	Differenz (1)-(2)	p-Wert
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
%-Anteil der Firmen mit F&E-Aktivitäten	0.799	0.777	0.779	0.022	0.702
%-Anteil der Firmen mit mindestens 1 Patent-anmeldung	0.370	0.348	0.392	0.022	0.744
F&E-Aufwendungen als %-Anteil des Umsatzes	2.6	2.8	2.7	-0.2	0.710
Umsatz aus <i>neuen</i> Produkten als %-Anteil des Gesamtumsatzes	17.134	15.208	17.131	1.926	0.267
Umsatz aus <i>erheblich modifizierten</i> Produkten als %-Anteil des Gesamtumsatzes	19.246	16.004	18.412	3.241	0.073 *

#### 4. Internationaler Vergleich: wissenschaftliche Publikationen; Patente

Die Schweiz belegt die dritte Position unter den in Tabelle 13 aufgeführten Ländern bezüglich der Spezialisierung in drei wichtigen „cleantech“-relevanten Forschungsbereichen („climate change“, „air and chemical pollutants“ und „biodiversity“). Insgesamt belegt sie den 2. Platz nach den USA. Dagegen ist der Spezialisierungsgrad bei den Patentanmeldungen bezüglich der vier in der Tabelle 14 aufgeführten stark unterdurchschnittlich, und zwar in jedem einzelnen Teilbereich.

Es besteht also eine erhebliche Diskrepanz zwischen der Performance bei den Publikationen und der Performance bei den Patenten, der auf Schwächen bei der Verwertung wissenschaftlicher Erkenntnisse im Cleantech-Bereich hindeuten könnte. Dieser Befund ist auch im Einklang mit dem Ergebnis bezüglich der unterdurchschnittlichen Patentneigung der Cleantech-Firmen in Tabelle 9 wie auch mit dem Befund eines höheren Umsatzanteils von *modifizierten* nicht aber von *neuen* Produkten in Tabelle 12.

Tabelle 13: Spezialisierungsgrad in ausgewählten umweltrelevanten Forschungsgebieten ausgewählter Länder auf der Basis von wissenschaftlichen Publikationen

	Climate change	Air and chemical pollutants	Biodiversity	Durchschnitt
<i>Schweiz</i>	214	201	237	217
Deutschland	114	100	134	116
Grossbritannien	219	179	244	214
Frankreich	111	82	107	100
Italien	64	59	57	60
Schweden	181	225	183	196
Finnland	Nv	nv	nv	
Dänemark	Nv	nv	246	
Niederlande	191	181	217	196
Österreich	Nv	nv	nv	
Japan	23	46	26	32
USA	223	240	209	224

Spezialisierungsgrad: Länderanteil an umweltrelevanten Publikationen/Länderanteil an Publikationen insgesamt 2001-2006 (x100); Wert über 100: überdurchschnittlich spezialisiert; Wert unter 100: unterdurchschnittlich spezialisiert. Quelle: OECD (2009).

Tabelle 14: Spezialisierungsgrad in Umwelttechnologien ausgewählter Länder auf der Basis von Patentanmeldungen

	Air pollution control	Water pollution control	Solid waste management	Renewable energy	Durchschnitt	Rang
<i>Schweiz</i>	33	107	107	73	80	
Deutschland	158	81	70	100	102	
Grossbritannien	133	147	193	163	159	4
Frankreich	136	85	81	62	91	
Italien	129	129	314	171	186	3
Schweden	208	108	133	67	129	6
Finnland	240	280	380	140	260	2
Dänemark	250	450	275	1050	506	1
Niederlande	36	95	68	64	66	
Österreich	150	117	183	167	154	5
Japan	83	64	67	65	70	
USA	84	73	57	63	69	
EU25	137	109	126	130	126	

Spezialisierungsgrad: Länderanteil an Umweltpatenten/Länderanteil an Patenten insgesamt 2004-2006 (x100); Wert über 100: überdurchschnittlich spezialisiert; Wert unter 100: unterdurchschnittlich spezialisiert. Quelle: OECD (2009).

## **5. Qualifikation der Beschäftigten in den Cleantech-Aggregaten**

### **5.1 Vorgehen**

In einem dritten Schritt werden anhand der Angaben zu den Anteilen von Beschäftigten unterschiedlicher formaler Ausbildung (Universität, Fachhochschule/ andere Abschlüsse auf tertiärer Stufe, Berufslehre, Anlehre/keine Lehre, Lehrlinge) sowie der Informationen zur Weiterbildung, Ausbildungs- bzw. Qualifikationsprofile für den „Cleantech-Sektor“ (beide Varianten) in Vergleich zur restlichen Wirtschaft gebildet. Diese Profile werden dann mit den Angaben zu Mängeln von Fachkräften in der Innovationsumfrage kontrastiert, um Schlüsse über den allfällige Ausbildungs- bzw. Weiterbildungsbedarf im „Cleantech“-Sektor im Vergleich zur restlichen Wirtschaft zu erhalten. Wir sind auch hier ähnlich wie bei den Innovationsindikatoren vorgegangen, indem wir zuerst rein deskriptiv die Profile verglichen haben, um anschliessend aufgrund der „Matched Pairs“-Analyse einen genaueren Vergleich vorzunehmen.

### **5.2 Aggregat CLEANTECH**

Gemäss Tabelle 15 sind im ersten Blick keine merklichen Unterschiede bezüglich der Beschäftigungsanteile verschiedener Qualifikationskategorien zwischen dem Firmen des CLEANTECH-Aggregats und den restlichen Unternehmen festzustellen. Die „Matched Pairs“-Analyse zeigt, dass der Anteil der Personen mit *abgeschlossener Berufsausbildung* statistisch signifikant *niedriger* ist als der entsprechende Anteil bei den restlichen Firmen, aber die Differenz ist nicht gross. (43.0% vs. 47.9%; Tabelle 16).

### **5.3 Aggregat CLEANTECH\_PROD**

Gemäss Tabelle 17 sind die Anteile der drei verschiedenen Qualifikationskategorien in beiden Aggregaten (Firmen im CLEANTECH\_PROD-Bereich vs. restliche Firmen) etwa gleich gross. Der Anteil der Beschäftigten, die in den Genuss von *Weiterbildung* kommen, ist aber sowohl in Tabelle 17 als auch gemäss den Resultaten der „Matched Pairs“-Analyse (Tabelle 18) statistisch signifikant *höher* bei den Cleantech-Firmen.

Tabelle 15: Vergleich der Qualifikation der Beschäftigten (CLEANTECH)

Personalqualifikation	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor	Industrie+Bau
%-Anteil der Beschäftigten mit Universitätsausbildung	6.2	5.0	5.5
%-Anteil der Beschäftigten mit sonstiger tertiärer Ausbildung	15.9	16.1	16.0
%-Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung	43.6	46.9	45.5
%-Anteil der Beschäftigten mit Anlehre/ohne Berufsausbildung	34.3	32.0	33.0
%-Anteil der Beschäftigten, die an internen und/oder externen Weiterbildungskursen teilnehmen	28.9	25.7	27.1

Quelle: Innovationserhebung 2008.

Tabelle 16: Vergleich der *Qualifikationsprofile* der Firmen des Clean-Sektors und des Nicht-Clean-Sektors nach der "Nearest Neighbour"-Matching-Methode (CLEANTECH)

Personalqualifikation	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor <i>nach dem Matching</i>	Nicht-Cleantech-Sektor <i>vor dem Matching</i>	Differenz (1)-(2)	p-Wert	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
%-Anteil der Beschäftigten mit Universitätsausbildung	6.664	6.088	5.247	0.576	0.422	
%-Anteil der Beschäftigten mit sonstiger tertiärer Ausbildung	16.096	14.900	16.224	1.196	0.195	
<i>%-Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung</i>	43.059	47.890	46.721	-4.830	0.002	***
%-Anteil der Beschäftigten, die an internen und/oder externen Weiterbildungskursen teilnehmen	29.619	26.748	24.812	2.780	0.180	

Tabelle 17: Vergleich der Qualifikation der Beschäftigten (CLEANTECH\_PROD)

Personalqualifikation	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor	Industrie+ Bau
%-Anteil der Beschäftigten mit Universitätsausbildung	5.7	5.9	5.9
%-Anteil der Beschäftigten mit sonstiger tertiärer Ausbildung	16.1	16.0	16.0
%-Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung	46.3	45.2	45.5
%-Anteil der Beschäftigten mit Anlehre/ohne Berufsausbildung	26.8	27.4	27.2
%-Anteil der Beschäftigten, die an internen und/oder externen Weiterbildungskursen teilnehmen	31.5	25.8	27.1

Quelle: Innovationserhebung 2008.

Tabelle 18: Vergleich der *Qualifikationsprofile* der Firmen des Clean-Sektors und des Nicht-Clean-Sektors nach der "Nearest Neighbour"-Matching-Methode (CLEAN\_PROD)

Personalqualifikation	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor nach dem Matching	Nicht-Cleantech-Sektor vor dem Matching	Differenz (1)-(2)	p-Wert
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
%-Anteil der Beschäftigten mit Universitätsausbildung	6.269	6.705	6.172	-0.437	0.602
%-Anteil der Beschäftigten mit sonstiger tertiärer Ausbildung	16.695	15.370	16.026	1.325	0.244
%-Anteil der Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung	45.736	44.811	44.960	0.925	0.672
%-Anteil der Beschäftigten, die an internen und/oder externen Weiterbildungskursen teilnehmen	31.948	26.025	25.568	5.923	0.047 **



## 6. Innovationshemmnisse in den Cleantech-Aggregaten

In einem letzten Schritt werden auch allfällige Unterschiede bezüglich einer Reihe von Innovationshemmnissen zwischen Cleantech- und Nicht-Cleantech-Unternehmen analysiert. Die berücksichtigten Innovationshemmnisse decken viele potenziell politikrelevante Bereiche ab, nämlich Finanzierung, Verfügbarkeit von qualifiziertem Personal, Forschungs- und Innovationsförderung, Umweltgesetzgebung, Bauvorschriften und Arbeitsmarktregulierung für Ausländer. Auch hier sind wir wie in den Abschnitten 3 und 5 vorgegangen: Zuerst die deskriptive Analyse, dann der vertiefte Vergleich mittels der „Matched Pairs“-Analyse.

### 6.1 Aggregat CLEANTECH

Gemäss Tabelle 19 scheinen die Unterschiede bezüglich der Wichtigkeit der verschiedenen Hemmniskategorien nicht gross zu sein. Der Mangel an qualifizierten Arbeitskräften bzw. an F&E-Personal scheint das häufigste Hemmnis für alle Firmenkategorien zu sein. Die „Matched Pairs“-Analyse zeigt aber, dass die Firmen des Cleantech-Sektors auf statistisch signifikant grössere Schwierigkeiten stossen als Nicht-Cleantech-Unternehmen bei der *Finanzierung* von Innovationsprojekten (sowohl mittels eigener wie auch fremder Mittel) sowie bei der *Rekrutierung von F&E-Personal* (Tabelle 20).<sup>4</sup> Allerdings sind diese Unterschiede nicht gross. Absolut gesehen scheint dieses Hemmnis kein grosses Problem darzustellen.

### 6.2 Aggregat CLEANTECH\_PROD

Auch gemäss Tabelle 21 sind keine gravierenden Unterschiede zwischen Cleantech- und Nicht-Cleantech-Firmen festzustellen. Die „Matched Pairs“-Analyse zeigt aber, dass der *Mangel an F&E-Personal* auch für die Firmen dieses Cleantech-Aggregats ein signifikant *bedeutenderes* Innovationshemmnis darstellt als für die Nicht-Cleantech-Firmen (Tabelle 22), allerdings bei insgesamt eher geringerer Bedeutung des Hemmnisses.<sup>5</sup>

---

<sup>4</sup> Siehe Spalte 1 in Tabelle A.2 im Anhang für detailliertere Angaben: Beim Aggregat CLEANTECH weisen die Branchen Chemie, Maschinenbau, Elektrotechnik, Elektronik/Instrumente und übrige Industrie überdurchschnittlich hohe Anteile von Firmen mit dem Hemmnis „Mangel an F&E-Personal“. Ferner sind die mittelgrossen Unternehmen (50-249 Beschäftigte), die stärker als die anderen Grössenklassen von diesem Hemmnis betroffen sind.

<sup>5</sup> Siehe Spalte 2 in Tabelle A.2 im Anhang für detailliertere Angaben: Beim Aggregat CLEANTECH\_PROD weisen die Branchen Grafische Industrie, Chemie, Maschinenbau, Elektrotechnik und Elektronik/Instrumente überdurchschnittlich hohe Anteile von Firmen mit dem Hemmnis „Mangel an F&E-Personal“. Ferner sind auch bei diesem Aggregat die mittelgrossen Unternehmen (50-249 Beschäftigte), die stärker als die anderen Grössenklassen von diesem Hemmnis betroffen sind.

Tabelle 19: Vergleich der Bedeutung verschiedener Innovationshemmnisse (CLEANTECH)

Innovationshemmnisse	Nicht-		
	Cleantech- Sektor	Cleantech- Sektor	Industrie+ Bau
Fehlende Eigenmittel	16.7	17.7	17.2
Fehlende Fremdmittel	12.2	9.2	10.5
Zu hohe Steuern	8.7	5.5	7.0
Mangel an qualifizierten Arbeitskräften	22.4	19.7	20.9
Mangel an F&E-Personal	27.8	24.1	25.7
Mangelnde Akzeptanz neuer Technologien	12.2	11.1	11.6
Arbeitsmarktregulierung Ausländer	4.0	3.0	3.4
Umweltschutzgesetzgebung	11.9	6.6	9.0
Bauvorschriften	12.4	8.5	10.3
Ungenügende staatliche Technologieförderung über Forschungsprogramme	7.4	3.6	5.3

Prozentualer Anteil der Firmen, die die Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufige Likert-Skala melden (1: „keine Bedeutung“; 5: „sehr grosse Bedeutung“). Quelle: Innovationserhebung 2008.

Tabelle 20: Vergleich des *Innovationshemmnisse* der Firmen des Clean-Sektors und des Nicht-Clean-Sektors nach der “Nearest Neighbour”-Matching-Methode

Innovationshemmnisse	Cleantech- Sektor	Nicht- Cleantech- Sektor	Nicht- Cleantech- Sektor	Differenz (1)-(2)	p-Wert	
		<i>nach</i> dem Matching	<i>vor</i> dem Matching			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
<i>Mangel an F&amp;E-Personal</i>	2.640	2.340	2.466	0.299	0.002	***
<i>Mangel an qualifizierten Arbeitskräften</i>	2.448	2.337	2.349	0.110	0.204	
<i>Fehlende Eigenmittel</i>	2.247	2.041	2.187	0.206	0.020	**
<i>Fehlende Fremdmittel</i>	1.936	1.657	1.803	0.279	0.001	***

Tabelle 21: Vergleich der Bedeutung verschiedener Innovationshemmnisse (CLEANTECH\_PROD)

Innovationshemmnisse	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor	Industrie+Bau
Fehlende Eigenmittel	15.1	17.7	17.0
Fehlende Fremdmittel	11.7	10.4	10.7
Zu hohe Steuern	5.4	7.0	6.5
Mangel an Qualifizierten	17.5	21.8	20.6
Mangel an F&E-Personal	24.9	27.0	26.4
Mangelnde Akzeptanz neuer Technologien	8.8	12.5	11.5
Arbeitsmarktregulierung Ausländer	3.4	3.6	3.5
Umweltschutzgesetzgebung	13.2	7.0	8.6
Bauvorschriften	12.7	8.9	10.0
Ungenügende staatliche Technologieförderung über Forschungsprogramme	6.8	4.8	5.4

Prozentualer Anteil der Firmen, die die Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufige Likert-Skala melden (1: „keine Bedeutung“; 5: „sehr grosse Bedeutung“). Quelle: Innovationserhebung 2008.

Tabelle 22: Vergleich des *Innovationshemmnisse* der Firmen des Clean-Sektors und des Nicht-Clean-Sektors nach der “Nearest Neighbour”-Matching-Methode (CLEANTECH\_PROD)

Innovationshemmnisse	Cleantech-Sektor	Nicht-Cleantech-Sektor <i>nach</i> dem Matching	Nicht-Cleantech-Sektor <i>vor</i> dem Matching	Differenz (1)-(2)	p-Wert
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Mangel an F&amp;E-Personal</i>	2.598	2.332	2.568	0.266	0.041 **
Mangel an qualifizierten Arbeitskräften	2.293	2.245	2.423	0.049	0.665
Fehlende Eigenmittel	2.125	2.196	2.227	-0.071	0.560
Fehlende Fremdmittel	1.870	1.728	1.867	0.141	0.196

## 7. Schlussfolgerungen

Die wichtigsten Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Es wurde eine neue Abgrenzung des „Cleantech“-Sektors“ auf der Basis von Innovationsdaten, insbesondere Daten zu „cleantech“-relevanten Innovationszielen, vorgenommen, welche ergänzend zur Abgrenzung in der Studie von Ernst Basler+Partners zu zusätzlichen Einsichten bezüglich potentieller Tätigkeitsfelder von Cleantech-Firmen geführt haben, z.B. in Bereichen der chemischen und der Kunststoffindustrie.
- Darauf aufbauend wurden zwei Varianten definiert: CLEANTECH; CLEANTECH\_PROD (stärker produktorientiert). Anschliessend wurden auf der Basis von „Matched Pairs“-Analysen Vergleiche der zwei Cleantech-Varianten mit den restliche Branchen bezüglich der Innovationsperformance, der Ausstattung mit Humankapital und einer Reihe von Innovationszielen vorgenommen.
- Innovationsperformance: Insgesamt konnten bezüglich sechs bzw. fünf verschiedener Innovationsindikatoren keine grossen Unterschiede zwischen Cleantech- und Nicht-Cleantech-Unternehmen festgestellt werden. Im Einzelnen weisen die Cleantech-Firmen eine statistisch signifikant niedrigere Patentneigung (CLEANTECH) aber einen im Durchschnitt statistisch signifikant höheren Umsatzanteil von modifizierten (nicht aber von neuen) Produkten (CLEANTECH\_PROD) als die Nicht-Cleantech-Branchen auf.
- Internationaler Vergleich: Der Vergleich mit ausgewählten OECD-Ländern aufgrund von Spezialisierungsmassen zeigt hohe wissenschaftliche Kompetenz der Schweiz (Indikator: wissenschaftliche Publikationen), aber unterdurchschnittliche Performance bei der Entwicklung marktfähiger Produkte und/oder Technologien (Indikator: Patentanmeldungen).
- Qualifikationsstruktur der Beschäftigten: Es konnten keine grossen Unterschiede bezüglich der Ausstattung mit hochqualifizierten Arbeitskräften (tertiäre Ausbildung) zwischen Cleantech- und Nicht-Cleantech-Unternehmen festgestellt werden. Bei den Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung weisen aber die Firmen im CLEANTECH-Aggregat einen im Durchschnitt statistisch signifikant niedrigeren Anteil als die Nicht-Cleantech-Firmen auf. Ferner findet man bei den Firmen im CLEANTECH-Aggregat einen im Durchschnitt statistisch signifikant höheren Anteil der Beschäftigten, die in den Genuss von Weiterbildung gelangen.
- Innovationshemmnisse: Fehlende Eigen- und/oder Fremdmittel (CLEANTECH) und Mangel an F&E-Personal (CLEANTECH, CLEANTECH\_PROD) sind grössere Hemmnisse für Cleantech- als für Nicht-Cleantech-Firmen. Keine Unterschied sind beim Mangel an qualifizierten Arbeitskräften festzustellen, wobei dieses Hemmnis

generell ein ernst zu nehmendes Problem für nicht wenige Unternehmen generell darstellt.

- Die Ergebnisse zu den Hemmnissen können als wirtschaftspolitisch relevante Anhaltspunkte angesehen werden.

### **Literaturverzeichnis**

- Arvanitis, S., Bolli, T., Hollenstein, H., Ley, M. and M. Wörter (2010): Innovationsaktivitäten in der Schweizer Wirtschaft - Eine Analyse der Ergebnisse der Innovationserhebung 2008, Strukturberichterstattung Nr. 46, hrsg. vom Staatssekretariat für Wirtschaft, Bern.
- Arvanitis, S. und M. Ley (2010): Generierung und Übernahme von Energietechnologien und energiepolitische Förderung in der Schweiz – Schlussbericht., Studie im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Zürich.
- Donzé, L. (2002): Matched-pair Analysis Based on Business Survey Data to Evaluate the Policy of Supporting the Adoption of Advanced Manufacturing Technologies by Swiss Firms, *KOF Working Paper No. 65*, Zurich.
- Ernst Basler+Partner (2009): Cleantech Schweiz – Studie zur Situation von Cleantech-Unternehmen in der Schweiz, Bern.
- Heckman, J., Ichimura, H., Smith, J. and P. Todd (1998): Characterizing Selection Bias Using Experimental Data, *Econometrica*, 66(5), 1017-1098.
- OECD (2009): Science Technology and Industry Scoreboard, Paris.
- Rennings, K. and C. Rammer (2009): Increasing Energy and Resource Efficiency Through Innovation – An Explorative Analysis Using Innovation Survey Data, *ZEW Discussion Paper No. 09-056*, Mannheim.

## ANHANG:

### Zur verwendeten Matching-Methode:

#### Grundidee

Um abschätzen zu können, ob bezüglich bestimmter ökonomischer Grössen (Zielvariablen) statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Cleantech-Firmen (nach den vorgenommenen zwei Definitionen CLEAN und CLEAN\_PROD) bestehen, die man auf die Spezifika der Cleantech-Firmen zurückführen kann, muss man die Unterschiede berücksichtigen, die zwischen diesen zwei Firmengruppen bezüglich einer Reihe anderer ökonomischer Grössen bestehen, auf welche die Unterschiede bezüglich der Zielvariablen zurückgeführt werden können (z.B. unterschiedliche Firmengrösse oder Branche, beides Merkmale, die mit der Innovationsperformance stark korrelieren, aber nicht unbedingt mit Cleantech-Merkmalen zusammenfallen). Formal gesehen lässt sich die Problemstellung folgendermassen darstellen:

$$\Delta Y = E(Y/X, d=1) - E(Y/X, d=0)$$

wobei:

$\Delta Y$  : Differenz bezüglich einer Zielvariablen Y (z.B. F&E-Aufwendungen/Umsatz)

$E(.)$  : Erwartungswert einer Zielvariablen Y

$X$  : Vektor von Merkmalen des Unternehmens (z.B. Firmengrösse)

$d$  : „Zustandsvariable“ (0: Nicht-Cleantech-Sektor; 1: Cleantech-Sektor)

Um die Differenz  $\Delta Y$  abzuschätzen, wird aufgrund geeigneter Verfahren einer bestimmten Firma aus dem Cleantech-Sektor eine nach den Merkmalen im Vektor X möglichst „ähnliche“ Firma („Zwillingsfirma“) aus einem „Pool“ von Unternehmen aus dem Nicht-Clean-Sektor (Kontrollgruppe) ausgewählt. Der Vergleich der beiden Zustände „Cleantech“/„Nicht-Cleantech“ erfolgt auf der Basis der Werte der Zielvariablen für das Cleantech- bzw. das Nicht-Cleantech-Unternehmen aus der Kontrollgruppe, welches anhand der Merkmale X als „Zwillingsunternehmen“ dem Cleantech-Unternehmen zugeordnet wurde.

#### Schätzung der Wahrscheinlichkeit, dass ein Unternehmen dem Cleantech-Sektor angehört

Die Ermittlung der „ähnlichen Paare“ von Unternehmen erfolgt nicht über den Vergleich für jedes einzelne relevante Merkmal, sondern über die Schätzung der Wahrscheinlichkeit, dass ein Unternehmen, dem Cleantech-Sektor angehört („Propensity“). Dadurch werden verschiedene Merkmale in Form einer einzigen Zahl fassbar. Diese Wahrscheinlichkeit wird mit Hilfe eines Probit-Modells geschätzt (siehe Tabelle A.1 im Anhang).

#### Zuordnung der „Zwillingsfirmen“: Angewandte „Matching“-Methode

Aufgrund der „Propensities“ wird die Zuordnung von „Zwillingsfirmen“, also das „Matching“ vorgenommen. Dazu braucht man aber „Ähnlichkeitsmasse“, die bestimmen, welcher

Abstand zwischen den geschätzten „Propensity Scores“ als statistisch zulässig für die Zuordnung einer „Zwillingsfirma“ angesehen werden kann. Die Beobachtungen werden gemäss ihren „Propensities“ nach Quintilen in fünf „adjustment cells“ eingeteilt, um eine gleichmässige Aufteilung von Cleantech- und Nicht-Cleantech-Unternehmen zu erreichen. Die „Zwillingsuche“ konzentriert sich ausschliesslich auf Nicht-Clean-Firmen, die in der gleichen „adjustment cell“ wie das Cleantech-Unternehmen enthalten sind.

Im Rahmen dieser Studie verwenden wir die folgende Zuordnungsmethode (siehe dazu *Heckman et al. 1998* und *Donzé 2002*):

- „Nearest Neighbour Matching“: Die Zuordnung erfolgt auf der Basis eines bestimmten Distanzmasses, so dass jeder Firma in der Kategorie 1 ( $d = 1$ ) eine Firma in der Kategorie 0 ( $d = 0$ ) zugeordnet wird, ohne Restriktionen bezuglich eines maximal zulässigen Abstandes innerhalb eines „adjustment cell“.

### **Ergebnisse des Vergleichs von Cleantech- und Nicht-Cleantech- Unternehmen**

Die eigentliche Analyse der Differenzen zwischen dem Cleantech- und dem Nicht-Cleantech-Sektor im Rahmen dieser Studie besteht darin, Vergleiche bezüglich der Innovations-Performance zwischen der Gruppe der Cleantech-Firmen und der anhand des Matching ermittelten Gruppe von Nicht-Cleantech-„Zwillingsfirmen“ vorzunehmen. Zu diesem Zweck wurden die Mittelwerte (a) der verwendeten sechs bzw. fünf Zielvariablen bezüglich der Innovationsperformance, (b) der vier Zielvariablen bezüglich der Qualifikationsstruktur der Beschäftigten sowie der Weiterbildungsmöglichkeiten und (c) der vier Zielvariablen bezüglich der Innovationshemmnisse „Mangel an F&E-Personal“ und „Mangel an qualifizierten Arbeitskräften“ sowie „fehlende Eigenmittel“ und „fehlende Fremdmittel“ für beide Gruppen berechnet und die Differenz zwischen diesen Mittelwerten darauf getestet, ob sie statistisch signifikant von Null verschieden ist (Testniveau von 10%). Die Ergebnisse dieser Berechnungen finden sich in den Tabellen 9, 16 und 20 für CLEAN bzw. Tabellen 12, 18 und 22 für CLEAN\_PROD.

Tabelle A.1: Probit-Schätzungen zur Berechnung von „Scores“

	CLEAN	CLEAN_PROD
INNOPC	-0.847*** (7.82)	
COMP	-0.187* (-1.89)	
FAIRS	0.278*** (2.83)	
SIZE_1000	0.666** (2.47)	
LOG_EMPL		0.096*** (2.58)
IND_CHEM	0.656*** (3.9)	0.703*** (4.35)
IND_WATCHES	-0.979*** (-3.09)	
IND_PRINT		0.560** (2.17)
IND_PLASTICS		0.627** (2.48)
IND_ELECTR		0.467** (2.29)
IND_ENERGY		1.257*** (3.73)
Const.	-0.847*** (-7.87)	-1.270*** (-7.20)
N	771	709
Maximised log-L	-474.9	-381.5
Null log-L	-529.9	-405.9
Pseudo-R <sup>2</sup>	0.104	0.060

\*\*\*, \*\*, \*: statistische Signifikanz beim 1%-, 5%-, 10%-Testniveau (in Klammern: t-Werte). Bezeichnung der Variablen; INNOPC: Prozessinnovationen ja/nein; COMP: ordinale Variable für die Intensität der nicht-preislichen Konkurrenz; FAIRS: Bedeutung der externen Informationsquelle Messen/Ausstellungen; SIZE\_100: Firmen mit 1000 und mehr Beschäftigten; LOG\_EMPL: natürlicher Logarithmus der Beschäftigtenzahl; IND\_CHEM...IND\_ENERGY: Dummy- Variablen für die entsprechenden Industrien.



Tabelle A.2: Prozentualer Anteil der Firmen, die die Werte 4 oder 5 auf einer 5-stufige Likert-Skala (1: „keine Bedeutung“; 5: „sehr grosse Bedeutung“) für das Innovationshemmnis „Mangel an F&E-Personal“ melden

Branche	CLEANTECH	CLEANTECH_PROD
Nahrungsmittel	30.0	25.0
Textil	42.9	-
Bekleidung	-	-
Holz	22.2	-
Papier	12.5	-
Graf. Industrie	23.1	37.5
Chemie	34.0	36.7
Kunststoffe	25.0	12.5
Steine, Erden	20.0	-
Metallerzeugung	14.3	-
Metallverarbeitung	25.7	20.0
Maschinenbau	40.7	29.0
Elektrotechnik	40.9	38.5
Elektronik, Instrumente	32.5	30.8
Uhren	-	-
Fahrzeugbau	-	-
Übrige Industrie	37.5	-
Energie	0.0	0.0
Bauwirtschaft	23.3	22.2
Grössenklasse		
5-49 Beschäftigte	24.2	21.7
50-249 Beschäftigte	35.6	31.4
>= 250 Beschäftigte	31.0	28.3
Total	30.4 (N=378)	27.3 (N=205)

Nur Branchen mit im Minimum 5 Beobachtungen.