

# „Defizite in der Spitzentechnologie?“

## Ein Evergreen ohne Wirkung

| MICHAEL HÜTHER | In regelmäßigen Abständen wird Deutschland eine vermeintliche Schwäche im Forschungs- und Innovationsbereich und ein Rückstand auf die Konkurrenz der Spitzentechnologie-Länder attestiert. Ist diese Klage noch berechtigt bzw. überzeugend?

**D**as deutsche Geschäftsmodell – industriebasiert, dienstleistungsergänzt und exportorientiert – erweist sich nicht nur als unverändert erfolgreich, sondern wird in den letzten Jahren auch wieder international gewürdigt. Wodurch erklärt sich der deutsche Erfolg? Die Antwort bedarf einer genaueren Betrachtung des deutschen Geschäftsmodells, für das nicht primär die Menge an eigener Spitzenforschung wichtig ist, sondern vielmehr die Systemintegration von Spitzentechnologie in Produkte. Die Exportstärke der deutschen Industrie im Bereich von Produkten der hochwertigen Technologie belegt auch die erfolgreiche Integration von Spitzentechnologie.

### Zur Abgrenzung von „Spitzentechnologie“

Der Begriff Spitzentechnologie geht in der gebräuchlichen Definition auf die durchschnittlichen Aufwendungen einer Branche für Forschung und Entwicklung gemessen an der Wertschöpfung zurück. Die OECD grenzt das Segment der Spitzentechnologie auf Branchenebene und innerhalb von vier Kategorien ab. Zur Spitzentechnologie werden dabei geschlossen all jene Branchen gezählt, deren durchschnittliche FuE-Intensität bei mindestens fünf Prozent liegt. Hierunter fallen beispielsweise

die Branchen Luft- und Raumfahrt sowie die Pharmazeutische Industrie, während Branchen wie der Maschinenbau, die Fahrzeugindustrie oder die Elektroindustrie in die Kategorie Medium-High-Tech fallen, da ihre FuE-Intensität „nur“ zwischen zwei und weniger als fünf Prozent liegt. In den weiteren Kategorien Medium-Low-Tech (zwischen 0,5 und zwei Prozent) sowie Low-Tech (weniger als 0,5 Prozent) finden sich vergleichsweise kapitalintensive und forschungsschwache Branchen mit niedrigem Personalkostenanteil.

Für Deutschland wurde zwischenzeitlich eine leicht abweichende Abgrenzung vorgeschlagen, die die Grenzen für Spitzentechnologie bei einer FuE-Intensität von mehr als sieben Prozent, für Hochwertige Technologie zwischen 2,5 und sieben Prozent und für das Aggregat einer Industrie mit niedriger FuE-Intensität bei unter 2,5 Prozent setzt. Diese Abgrenzung findet in vielen deutschen Studien zum Innovationssystem Anwendung.

### Deutschland ist keine Spitzentechnologienation – na und?

Aktuell investiert Deutschland rund 2,9 Prozent seiner Wirtschaftsleistung in Forschung und Entwicklung und hat die USA bei diesem Indikator erstmals überholt. Im internationalen Vergleich liegt das Land, das seine FuE-Quote in den letzten zehn Jahren kontinuierlich gesteigert hat, damit im oberen Fünftel der Industrienationen, jedoch noch hinter vielen asiatischen und skandinavischen Technologienationen (Abbildung 1).

Der Anteil der Spitzentechnologiebranchen an den Gesamtaufwendungen des Wirtschaftssektors für Forschung und Entwicklung liegt in Deutschland deutlich niedriger als im OECD-Mittel. So entfielen hierzulande im Jahr 2007 auf die Spitzentechnologiebranchen 28 Prozent der gesamten FuE-Ausgaben der Wirtschaft, im Durchschnitt aller OECD-Länder lag dieser Anteil 12 Prozentpunkte höher. Darüber hinaus ist der entsprechende Anteil in Deutschland seit Anfang der 1990er Jahre rückläufig.

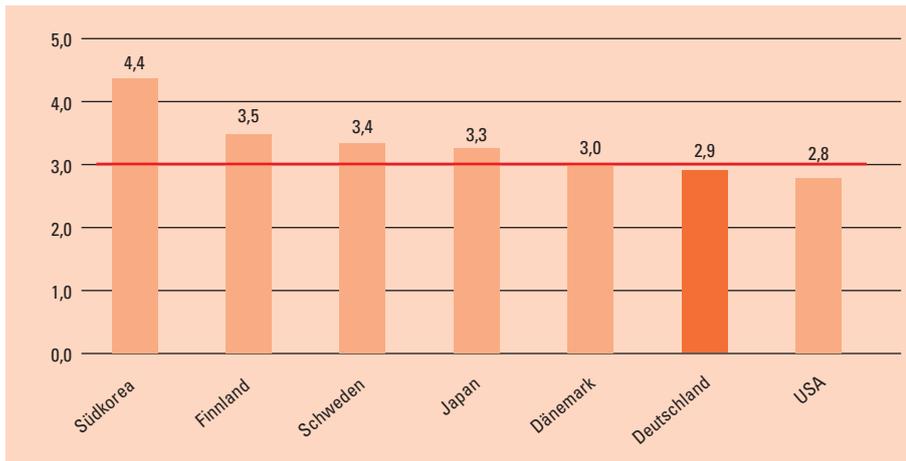
Die in Abbildung 2 ausgewiesene Patentstatistik scheint den Befund einer gewissen Spitzentechnologieschwäche auf den ersten Blick zu untermauern. Die Struktur der vom Deutschen Patent- und Markenamt erteilten Patente gibt einen gewissen Aufschluss darüber, welchen Technologieklassen und zugehörigen Innovationen am Innovationsstandort Deutschland aktuell besonders hohe Marktchancen zugetraut werden. Unter den zehn anmeldestärksten Technologieklassen finden sich im Unterschied zu den USA oder asiatischen Ländern keine klassischen Spitzentechnologieklassen wie die Biotechnologie, sondern solche Patente, deren Kommerzialisierungspotenzial auf eine der Hochtechnologiebranchen aus der Metall- und Elektroindustrie oder der Chemie hinweist. Der Anteil der Spitzentechnologie unter den Patentanmeldungen mit Ursprungsland Deutschland liegt (im Zeitverlauf schwankend) bei rund 15 bis 20 Prozent und damit etwa zehn Prozentpunkte niedriger als in nahezu allen anderen relevanten Industrieländern wie Südkorea, Japan oder den USA.

In regelmäßigen Abständen wird Deutschland auf Basis derartiger Vergleiche eine vermeintliche Schwäche im Forschungs- und Innovationsbereich und ein Rückstand auf die Konkurrenz

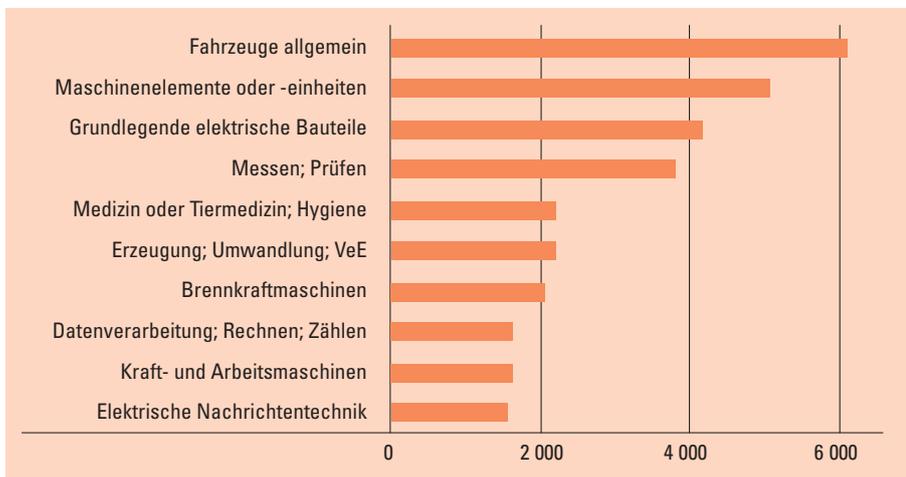


AUTOR

Professor **Michael Hüther** ist Direktor des Instituts der deutschen Wirtschaft Köln.



**Abbildung 1:** FuE-Quote im internationalen Vergleich. Gesamtwirtschaftliche Aufwendungen für Forschung und Entwicklung in vH der Wirtschaftsleistung; rote Linie: EU27-Ziel  
Quelle: OECD – Organization for Economic Co-Operation and Development, Main science and technology indicators. Paris: 2013



**Abbildung 2:** Patentstatistik kaum „Spitzentechnologie“. Anmeldungen 2012. Top-10 der anmeldestärksten Technologieklassen.  
Quelle: Deutsches Patent- und Markenamt, Jahresbericht 2013; VeE: Verteilung elektrischer Energie

der Spitzentechnologie-Länder attestiert. Im Folgenden soll erläutert werden, warum der Autor diese Schlussfolgerung bestenfalls stark eingeschränkt teilt.

Zum einen ist die gesamtwirtschaftliche FuE-Quote nur bedingt aussagekräftig, da in Folge unterschiedlicher Wirtschaftsstrukturen Äpfel mit Birnen verglichen werden. So legt das deutsche Geschäftsmodell einen besonderen Schwerpunkt auf hochwertige Technologien wie den Maschinen- oder Fahrzeugbau, während Nationen wie Finnland oder Korea eine besondere Fokussierung im Bereich der Spitzentechnologiebranchen aufweisen. Vergleicht man die FuE-Quote einzelner Branchen miteinander, so befindet sich Deutschland oft in der weltweiten Spitzengruppe. So liegt die deutsche FuE-Quote im Bereich Maschinenbau oder im Fahrzeugbau typischerweise mindestens so

hoch und in der Regel höher als die entsprechenden FuE-Quoten der übrigen Länder. Während etwa die von deutschen Unternehmen dominierte europäische Automobilindustrie 5,1 Prozent ihres Umsatzes in Forschung und Entwicklung investiert, sind es bei deren japanischen und US-amerikanischen Konkurrenten lediglich 4,3 beziehungsweise 3,7 Prozent. Diese FuE-Intensitäten sind auf Basis des Umsatzes gemessen und somit nicht mit jenen vergleichbar, die auf Basis der Wirtschaftsleistung gemessen werden. Der horizontale Vergleich bleibt hiervon jedoch unbenommen. Pointiert kann somit speziell für Deutschland festgehalten werden, dass dessen Unternehmen womöglich nicht alles erforschen, aber wenn sie etwas erforschen, dann tun sie es in der Regel nicht weniger gründlich als die internationale Konkurrenz.

Im internationalen Vergleich liegt

die EU mit einer FuE-Quote von rund zwei Prozent gemessen an der Wirtschaftsleistung noch deutlich hinter ihrem selbst formulierten Ziel und den USA zurück. Gleichwohl spiegelt diese Tatsache letztlich nur das im Vergleich zu Europa unterschiedliche Spezialisierungsmuster der USA in Bezug auf Branchen und Technologiefelder wider, konkret einem höheren Anteil von Spitzentechnologie-Branchen. In einem horizontalen Vergleich zeigt sich dagegen, dass viele europäische Unternehmen in zahlreichen Technologiebranchen im Durchschnitt eine höhere Forschungsintensität als ihre US-amerikanischen Pendanten aufweisen. Generell wird der Beitrag der Spitzentechnologie zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung oftmals überschätzt und liegt selbst in Südkorea, dem Spitzenreiter bei diesem Indikator, bei nur rund sechs Prozent, in Deutschland sogar nur bei 2,6 Prozent.

Darüber hinaus muss bei der Interpretation internationaler Patentvergleiche auch die zum Teil deutlich höhere Patentneigung vieler Spitzentechnologiebranchen berücksichtigt werden, die nicht automatisch als höhere Forschungsleistung interpretiert werden sollte. So wird im IT-Bereich pro Forschungs-Euro im Vergleich etwa zum Automobil- und Fahrzeugbau das Sechs- bis Siebenfache an Patenten angemeldet. Auch ist die Aussagekraft eines direkten Vergleichs der Patentdaten nur beschränkt und nur für solche Staaten sinnvoll, die über ein hinreichend homogenes Schutzsystem technischer Erfindungen verfügen. Beispielsweise existieren in den USA im Gegensatz zu Europa keine Gebrauchsmuster, so dass dort folglich auch solche Erfindungen zum Patent angemeldet werden, die hierzulande als Gebrauchsmuster angemeldet würden.

### Defizite der Branchenperspektive von Spitzentechnologie

Die Abgrenzungsmethode von Technologieklassen auf Branchenebene erweist sich aus mehreren Gründen als nur bedingt sinnvoll. In erster Linie verhindert die typischerweise hohe Streuung der FuE-Intensität innerhalb einer Branche, dass mittels ihrer aussagekräftige Analysen und Aussagen getätigt werden können. So zeigt sich, dass selbst in den Spitzentechnologiebranchen Elektronik/Messtechnik/Optik sowie Pharma nur etwa jedes fünfte Unternehmen eine FuE-Intensität von mehr als sieben Pro-

	Export-Import-Saldo FuE-intensiver Waren (in Mrd. US \$)		Export-Import-Saldo FuE-intensiver Waren pro Kopf (in US \$)	
	Spitzentechnologie	Hochtechnologie	Spitzentechnologie	Hochtechnologie
Deutschland	1,9	273,0	23,6	3322,6
USA	-141,7	-117,4	-375,0	-452,7
Schweden	-1,9	6,7	-200,6	710,1
Finnland	-0,2	-1,3	-25,6	-247,8
Japan	9,0	259,8	71,4	2053,7
Dänemark	1,3	-1,8	236,7	-283,0
Südkorea	47,1	43,4	973,9	895,9
China	106,0	-29,4	78,7	-21,8

**Tabelle 1:** Techniksaldo – Deutschland ist erfolgreich, erst recht in relativer Betrachtung

Quelle: Gehrke, B., Außenhandel mit forschungsintensiven Waren im internationalen Vergleich, In: FuE-intensive Industrien und wissensintensive Dienstleistungen im internationalen Vergleich. Hrsg. v. B. Gehrke, / A. Schiersch. Hannover: 2013.

zent aufweist und somit nach der für Deutschland sinnvollen Abgrenzung auch tatsächlich zur Spitzentechnologie zählt. Darüber hinaus zeigt eine Studie am Beispiel Deutschlands, dass auch in so klassifizierten Low-Tech-Branchen die FuE-Intensität eines einzelnen Unternehmens sehr häufig nicht mit der technologischen Klassifizierung seiner Branche korrespondiert. Beispielhaft weist knapp jedes zehnte Unternehmen in der Textilindustrie eine FuE-Intensität von mindestens sieben Prozent auf und sollte daher sinnvollerweise zur Spitzentechnologie gezählt werden.

Wenngleich die zugehörige Gesamtbranche der Textilindustrie im Durchschnitt in der Tat eher wenig forschungsintensiv ist, beheimatet sie sehr wohl zahlreiche forschungsstarke Unternehmen. Dank deren Innovationskraft kommen große Teile der hiesigen Textilindustrie inzwischen weitgehend ohne pflanzliche und tierische Ausgangsstoffe aus, denn sie verwenden chemische Fasern. Die daraus hergestellten technischen Textilien bilden essenzielle Bestandteile zahlreicher Produkte quer durch alle Sektoren der Wirtschaft. Zusammenfassend verfügt Deutschland auch in Medium-low- und Low-Tech Branchen über viele erfolgreiche Unternehmen, die eine hohe Forschungsintensität aufweisen und von denen einige als Hidden Champions in ihrer Marktnische zur Weltspitze zählen.

### Exzellente in der Hochtechnologie, gut in der Spitzentechnologie

Um die Forschungs- und Innovationsleistung eines Landes beurteilen zu können, sollten weniger die Forschungsanstrengungen oder -intensitäten und somit der Input als viel mehr der Output in Form von Kommerzialisierungserfolgen betrachtet werden, denn am Ende zählt die am Markt realisierte Nachfrage nach innovativen Pro-

dukten. Legt man eine Abgrenzung von Technologiebereichen nach Warengruppen zugrunde, die insbesondere für einen internationalen Vergleich von Warenströmen sinnvoll erscheint, zeigt sich diesbezüglich ein überaus positives Bild für Deutschland. Insbesondere im Bereich der Hochtechnologie steht die Bundesrepublik exzellent dar (Tabelle 1), übertrafen hier doch die Exporte die Importe zuletzt um 273 Milliarden US-\$ und keines der Vergleichsländer erzielte einen höheren Export-Import-Saldo als Deutschland. Dies gilt nicht nur in Absolutgrößen, sondern umso eindrucksvoller, wenn die Werte pro Kopf betrachtet werden.

Tabelle 1 zeigt darüber hinaus, dass Deutschland selbst bei Gütern der Spitzentechnologie einen positiven Handelssaldo aufweist, der Klagen bezüglich einer hiesigen Schwäche in diesem Technologiebereich relativiert. Verantwortlich hierfür zeichnet insbesondere eine Stärke in der zur Spitzentechnologie zählenden Mess- und Medizingerate-technik sowie der optischen Elektronik.

Dass eine Unterscheidung zwischen Spitzen- und Hochtechnologie letztlich einen gewissen Grad der Beliebigkeit offenbart, wird anhand der fließenden Grenzen zwischen beiden Technologiebereichen deutlich. So kann das Innovationsmuster von Spitzentechnologie-Innovatoren zutreffend als „Science, Technology and Innovation“ charakterisiert werden. Dabei steht die FuE-basierte Generierung und Nutzung kodifizierten wissenschaftlichen und/oder technischen Wissens im Vordergrund. Der Innovationsprozess in solchen Unternehmen lässt sich durch die Trias aus Wissenschaft, Forschung und technologiebasierten Innovationen charakterisieren. Weitere Charakteristika dieses Typs von Innovatoren sind niedrige Transportkosten der betreffenden Güter, kurze Innovationszyklen, eine hohe Akademikerdichte innerhalb der Beleg-

schaft und ein hoher Personalkostenanteil der Produkte. Von entscheidender Bedeutung sind eine systematische und auf die Erzielung neuen technischen Wissens angelegte Forschungs- und Entwicklungsaktivität und die hieraus hervorgehenden Erkenntnisse, welche in technische Dokumentationen oder transferierbare intellektuelle Eigentumsrechte wie Patente oder Gebrauchsmuster münden. Diese Charakterisierung des Innovationsmusters trifft insbesondere in Deutschland in nahezu identischer Weise auch auf Innovatoren der Hochtechnologie zu, so dass Unterschiede zur Spitzentechnologie neben der FuE-Intensität höchstens in einer graduell unterschiedlichen Akzentuierung der Forscherdichte liegen.

Die Tatsache, dass sich die deutsche Wirtschaft in puncto Spitzentechnologie bei der Abwägung „Make or buy (and integrate)?“ oft für letzteres entscheidet, zeigt mitnichten automatisch, dass Deutschland Defizite im Bereich der Spitzentechnologie aufweist, denn die Stärke Deutschlands liegt im Bereich der Systemintegration. Es ist Teil des erfolgreichen deutschen Geschäftsmodells, Spitzentechnologie (insbesondere im IT-Bereich) zu importieren, gemäß den spezifischen Kundenwünschen in heimische innovative Produkte zu integrieren und das Ergebnis unter dem Label Hochtechnologie respektive Gehobene Gebrauchstechnologie – oft ergänzt um Komponenten hybrider Wertschöpfung – weltweit zu verkaufen. Beispielsweise importiert Deutschland Computerchips und -systeme aus China, integriert diese in Fahrzeuge, Maschinen etc. und exportiert die Endprodukte in die gesamte Welt – auch nach China. Systemintegration ist dabei für die Unternehmen überaus innovationsrelevant. In heimische Hochtechnologie-Produkte integrierte oder weiterentwickelte Spitzentechnologie – beispielsweise Steuerungselektronik und -software für

Maschinen und Anlagen – ist dabei ein oft elementares Betriebsgeheimnis deutscher Unternehmen. Darüber hinaus kann sie in der Regel im Technologieverbund patentiert werden und schafft so wiederum Wettbewerbsvorteile für deutsche Unternehmen. In der hiesigen Patentstatistik (s. Abbildung 2) dominieren daher Hochtechnologieklassen aus der Metall- und Elektroindustrie und nicht Spitzentechnologieklassen. Was die Patentstatistik jedoch nicht zeigt, ist der hohe Anteil Spitzentechnologie, der in Folge von Systemintegration in den zugehörigen Patenten steckt.

#### Eine Frage der Definition

Die vermeintlichen Defizite Deutschlands im Bereich der Spitzentechnologie erweisen sich bei näherer Betrachtung als ein Artefakt der Messung von Spitzentechnologie. Innovation ist, wenn der Markt „Hurra“ schreit. Nicht die Wissenschaft. Nicht die Mediatoren der Fördermittelvergabe. Nicht die Politik. Und warum sollte die Politik besser als der Markt wissen, was der Markt

will? Die zahlreichen Beispiele gescheiterter Spitzentechnologie-Projekte (u.a. in den Bereichen Solar- und Biotechnologie) zeigen, dass der Versuch, mit politischem Willen etwas zu erzwingen, in der Regel zum Scheitern verurteilt ist. Umgekehrt kann – wie im Beispiel der Textilindustrie – die pauschale Bezeichnung einer Branche als Low-Tech zu einer gewissen förderpolitischen Stigmatisierung und mithin dazu führen, dass die Politik die vorhandenen Innovationspotenziale dieser Branche durch ausbleibende Forschungsförderung zu Unrecht vernachlässigt.

Der Begriff Spitzentechnologie – wie er in der Politik und in Teilen der Wissenschaft verwendet wird – ist letztlich nur eine Kategorie der Forschungsaufwendungen gemessen am Umsatz und mithin eine Frage der definitiven Abgrenzung, sollte jedoch mitnichten als Qualitätsurteil im Innovationsbereich missverstanden werden. Darüber hinaus erscheint es mehr als zweifelhaft, dass viele der gemessen an ihrer FuE-Quote als Spitzentechnologie klassifizierten Branchen diese Bezeichnung

auch in der Perspektive jedes ihrer einzelnen Unternehmen verdienen.

Obwohl die Branchen der Spitzentechnologie in Deutschland eine wichtige Funktion als Technologievorleister insbesondere für die Branchen der Hochwertigen Technologie erfüllen, liegt ihr Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung hierzulande deutlich unterhalb von drei Prozent. Unter Aspekten des Markterfolgs oder -potenzials ist Deutschlands wahre Spitzentechnologie eher woanders zu finden – etwa im Fahrzeugbau, Maschinenbau oder der Chemischen Industrie. Und in diesen Branchen, die unter ökonomischen Kriterien der Spitzentechnologie zuzuordnen sind, ist Deutschland nicht nur überaus forschungs-, patent- und innovationsstark, sondern generell gut aufgestellt, um weitere Marktpotenziale zu erschließen.

*Gekürzte Fassung des Beitrags „Defizite in der Spitzentechnologie? Ein Evergreen ohne Wirkung“, der mit Literaturhinweisen im Jahrbuch Wissenschaftsforschung 2014 erschienen ist.*

Anzeige

## DIE GRÜNE BUNDESTAGSFRAKTION LÄDT EIN:

# INFRASTRUKTUREN DES WISSENS

## Grüner Auftakt für eine Modernisierungsoffensive unserer Hochschulinfrastruktur

Fachgespräch am 12. Juni von 14.00–17.30 Uhr  
im Deutschen Bundestag

**Infos und Anmeldung:**

» [gruene-bundestag.de/infrastrukturendeswissens](http://gruene-bundestag.de/infrastrukturendeswissens)

UNS GEHT'S UMS GANZE



[www.gruene-bundestag.de](http://www.gruene-bundestag.de)