



Hochschule Bochum
Bochum University
of Applied Sciences



Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Fügetechnik in Deutschland

*von Prof. Dr. Waike Moos¹, Dipl. oec. Ronald Janßen-Timmen²
unter Mitarbeit von B.Sc. Natalya Leonenko¹ und Julia Klöpper¹*

Gutachten im Auftrag
des
Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.

Endbericht

Bochum, den 28. Februar 2013

¹ tätig an der Hochschule Bochum, Fachbereich Wirtschaft.

² tätig am Rheinisch Westfälischen Institut für Wirtschaftsforschung, Essen.

Inhalt

0. Vorbemerkung	7
1. Wertschöpfung und Beschäftigung aus der Produktion von Füge­techniken und deren Hilfs­güter: Einführende Bemerkungen	8
2. Überblick über die betrachteten Technologien	12
3. Wertschöpfung durch die Produktion von Füge­techniken (Effekt I)	13
3.1 Daten­quellen der Produktions­werte von FTB-Techniken	13
3.2 Geräte zum Schweißen, Löten, thermischen Trennen	14
3.3 Kleb­technik.....	16
3.4 Mechanische Füge­technik	17
3.5 Technik zum thermischen Spritzen	18
3.6 Laser und Lasersysteme	19
3.7 Roboter für FTB-Techniken	20
3.8 Zusammenfassung: Produktionswert FTB-Technik und deren zugehörige Wertschöpfung und Beschäftigung (Effekt I).....	29
3.9 Faktoreinsatz, Vorleistungen und Verflechtungsstruktur der Hersteller von FTB-Technik.....	32
3.10 Wertschöpfungsbeitrag aus der Produktion von FTB-Technik im vereinfachten Input-Output-Schema.....	34
4. Wertschöpfung aus dem Einsatz von FTB-Technik	38
4.1 Abgrenzung und Definition	38
4.2 Kostenstruktur der fügeintensiven Branchen	39
4.3 Direkter Wertschöpfungsbeitrag der Herstellung der für FTB-Technik komplementären Güter und Dienstleistungen	41
4.3.1 Schweiß- und Lötzusätze, Zusätze zum thermischen Spritzen.....	42
4.3.2 Klebstoffe.....	44
4.3.3 Niete	45
4.3.4 Gase.....	46
4.3.5 Persönliche Schutzausrüstung.....	47
4.3.6 Technische Lüftungs- und Absaugeinrichtungen, Prüfmaschinen	49
4.3.7 Qualifizierung von FTB-Personal.....	52
4.3.8 Zusammenfassung: Produktionswert komplementäre Güter und deren zugehörige Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland (Effekt II)	55

5. Direkte Wertschöpfung durch beschäftigte Füge­techniker (Effekt III)	58
5.1 <i>Beschäftigte Füge­techniker und ihre Wertschöpfung in Deutschland auf Basis der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix</i>	59
5.1.1 <i>Hauptberufliche Füge­techniker.....</i>	59
5.1.2 <i>Nebenberufliche, in Vollzeitäquivalente umgerechnete Füge­techniker.....</i>	63
5.2 <i>Beschäftigte Füge­techniker und ihre Wertschöpfung in Deutschland auf der Basis von DVS-Daten.....</i>	66
5.2.1 <i>Abschätzung auf Basis des Stahlverbrauchs</i>	66
5.2.2 <i>Abschätzung auf Basis der abgelegten Schweißerprüfungen.....</i>	68
5.3 <i>Vergleich der drei Abschätzungen der vollzeitäquivalenten Füge­techniker und Abschätzung der zugehörigen Wertschöpfung</i>	69
6. Multiplikator-Effekte der Nachfrage nach FTB-Technik und komplementären Gütern auf der Basis eines Input-Output-Modells.....	71
6.1 <i>Problemstellung</i>	71
6.2 <i>Methodische und statistische Grundlagen</i>	73
6.3 <i>Indirekte Effekte der Nachfrage nach FTB-Technik</i>	74
6.4 <i>Indirekte Effekte der Nachfrage nach komplementären Gütern</i>	77
7. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse	81
8. Anhang: Statistische und methodische Grundlagen.....	86
8.1 <i>Einführende Bemerkungen</i>	86
8.2 <i>Gesamteffekte</i>	86
8.3 <i>Direkte Effekte.....</i>	87
8.4 <i>Multiplikatoren.....</i>	88
8.5 <i>Vorleistungseffekte</i>	89
Literatur und Datenquellen.....	90

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1a: Ausgewählte Produktionsergebnisse zur Schweiß- Löt- und Trenntechnik in Deutschland.....	16
Tabelle 1b: Ausgewählte Produktionsergebnisse zur Klebtechnik in Deutschland.....	17
Tabelle 1c: Ausgewählte Produktionsergebnisse zur mechanischen Füge­technik in Deutschland.....	18
Tabelle 1d: Abschätzung des Produktionswertes für Technik zum thermischen Spritzen in Deutschland.....	19
Tabelle 2: Ausgewählte Produktionsergebnisse für Laser und Lasersysteme in Deutschland.....	20
Tabelle 3: Bestand an Industrierobotern nach Tätigkeiten in Deutschland	22
Tabelle 4: Zugänge an Industrierobotern nach Tätigkeiten in Deutschland	24
Tabelle 5: Bestand an Industrierobotern nach Branchen in Deutschland	26
Tabelle 6: Zugänge an neuen Industrierobotern nach Branchen in Deutschland.....	27
Tabelle 7: Weitere Kenngrößen zu Fügerobotern in Deutschland.....	28
Tabelle 8: Abschätzung des Produktionswertes, der Wertschöpfung und Beschäftigung der Herstellung von FTB-Technik in Deutschland	30
Tabelle 9: Vorleistungen, Wertschöpfungskomponenten und Güteraufkommen der Hersteller von FTB-Technik in Deutschland	33
Tabelle 10: Vorleistungsverflechtungen der fügeintensiven Branchen	40
Tabelle 11a: Produktionswerte der Zusätze zum Schweißen, Löten und thermischen Spritzen in Deutschland.....	43
Tabelle 11b: Produktionswert Klebstoffe in Deutschland	44
Tabelle 11c: Produktionswert Niete in Deutschland.....	46
Tabelle 11d: Produktionswert Gase in Deutschland	47
Tabelle 11e: Produktionswert Schutzausrüstungen in Deutschland	48
Tabelle 11f: Produktionswerte für Entlüftungs- und Prüfmaschinen in Deutschland	51
Tabelle 12a: Schulungs- und Prüfungstätigkeiten der DVS-Bildungseinrichtungen und sonstigen Lehrgangseinrichtungen in Deutschland.....	53
Tabelle 12b: Produktionswert für Aus- und Fortbildungslehrgänge in Deutschland.....	54
Tabelle 13: Anzahl der Schweiß- und Kleblehrgänge der von der EWF autorisierten nationalen Stellen in Deutschland	55
Tabelle 14: Zusammenfassung komplementäre Güter und Dienstleistungen und Abschätzung der zugehörigen Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland.....	56
Tabelle 15: Abschätzung der Anzahl der Füge­techniker und Fügeroboterführer nach Wirtschaftsbereichen.....	60

Tabelle 16: Bruttowertschöpfung, Erwerbstätige und Arbeitsproduktivitäten nach ausgewählten Produktionsbereichen 2011	62
Tabelle 17: Abschätzung der Bruttowertschöpfung durch FTB-Prozesse 2011	63
Tabelle 18: Wertschöpfungsbeitrag durch FTB-Prozesse in Nebentätigkeit	64
Tabelle 19: Beschäftigtenzahlen in Schweißberufen sowie Abschätzung der Füge­techniker in Deutschland	67
Tabelle 20: Gegenüberstellung der Schätzergebnisse für die vollzeitäquivalenten Füge­techniker	70
Tabelle 21: Multiplikatoren für die Herstellung von FTB-Technik.....	75
Tabelle 22: Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung durch die Nachfrage nach FTB-Technik	76
Tabelle 23: Multiplikatoren für die Herstellung von komplementären Gütern	79
Tabelle 24: Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung durch die Nachfrage nach komplementären Gütern	80
Tabelle 25: Zusammenfassung der direkten und indirekten Effekte.....	84

Verzeichnis der Schaubilder und Übersichten

Schaubild 1: Anteile der FTB-Techniken beim Roboterbestand in Deutschland	23
Schaubild 2: Wertschöpfungsquellen im Effekt I der FTB-Techniken in Deutschland	31
Übersicht 1: Schema einer erweiterten Input-Output-Tabelle	37
Schaubild 3: Wertschöpfungsquellen im Effekt II nach Güter- und Dienstleistungsarten	57
Schaubild 4: Wertschöpfung und Beschäftigung durch FTB-Technik in Deutschland 2011	83
Schaubild 5: Wertschöpfung und Beschäftigung durch FTB-Technik in Deutschland 2007 (Vorgängerstudie).....	83

0. Vorbemerkung

Das vorliegende Gutachten ist eine Neuauflage und Aktualisierung einer langjährigen Reihe von Untersuchungen, die der DVS in der Vergangenheit zur Abschätzung der durch die Produktion und Anwendung von Füge­techniken entstehenden Wertschöpfung hat vornehmen lassen. Dazu gehörten die Gutachten

- **„Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Schweißtechnik“** aus dem Jahr 2001¹
- **„Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Füge­techniken“** aus dem Jahr 2005².
- **„Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Füge­techniken in Deutschland“** aus dem Jahr 2009³.
- **„Gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung aus Füge­techniken in der EU und ausgewählten Ländern Europas“** aus dem Jahr 2009⁴, in der das Erhebungsgebiet auf die europäische Ebene ausgedehnt wurde.

In der europäischen Studie aus dem Jahr 2009 wurden im Gegensatz zur deutschen Studie 2009 weitere, für die Füge­technik wichtige europäische Länder im Einzelnen untersucht sowie der gesamte europäische Raum betrachtet. Da auf europäischer Ebene die Datenverfügbarkeit nicht für alle, in den deutschen Studien untersuchten Aspekten, gegeben ist, war die europäische Studie in einigen Aspekten weniger detailliert als die deutschen Studien. Auch methodisch unterschied sich die europäische Studie 2009 teilweise von der deutschen Studie 2009 und deren Vorgängerstudien 2005 und 2001, so dass in manchen Aspekten die Ergebnisse der verschiedenen Studien nicht direkt miteinander verglichen werden können.

Der DVS hat im Jahr 2012 eine Neuauflage der beiden Studien aus dem Jahr 2009 bei den Autoren in Auftrag gegeben. Bei der hier vorliegenden Neuauflage der deutschen Studie **„Gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung aus Füge­techniken in Deutschland“** aus dem Jahr 2013 handelt es sich um eine komplette Aktualisierung und Fortschreibung der Studie aus dem Jahr 2009.

¹ Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.), Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Schweißtechnik. Gutachten im Auftrag des Verlags des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. (Bearb.: H.D. von Loeffelholz, W. Moos (Projektleitung), R. Janßen-Timmen). Essen 2001.

² Moos, Waike und Janßen-Timmen, Ronald (2005), Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Füge­technik. Gutachten im Auftrag des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. Düsseldorf.

³ Moos, Waike, Janßen-Timmen, Ronald und Rettig, Stefanie (2009), Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Füge­technik in Deutschland. Gutachten im Auftrag des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. Düsseldorf.

⁴ Moos, Waike und Rettig, Stefanie (2009), Gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung aus Füge­techniken in der EU und ausgewählten Ländern Europas. Gutachten im Auftrag des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. Düsseldorf.

1. Wertschöpfung und Beschäftigung aus der Produktion von Füge­techniken und deren Hilfsgüter: Einführende Bemerkungen

Die Fertigungsverfahren Fügen, Trennen und Beschichten (im Weiteren kurz: **FTB-Technik**) – allesamt Techniken, die der DVS als Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. vertritt – sind hoch spezialisierte Verfahren. Diese werden zur Herstellung und Bearbeitung von Investitions- und dauerhaften Konsumgütern des Produzierenden Gewerbes, des Baugewerbes und für Dienstleistungen des Reparaturgewerbes eingesetzt. Zur Anwendung dieser Verfahren sind technologisch hoch entwickelte Spezialmaschinen nötig. Die Einsatzgebiete von FTB-Technik sind außerordentlich vielfältig. Auch die technologische Komplexität reicht von einfachen Schweißungen im Sanitär­gewerbe bis hin zu technologisch außerordentlich anspruchsvollen Hybridverfahren oder Anwendungen in der Mikrosystemtechnik. Ohne den Einsatz der FTB-Technik wären viele Güter gar nicht herzustellen. Ein beachtlicher Teil des erschaffenen Wertes – also die Wertschöpfung – dieser Investitions- und Konsumgüter – ist demgemäß direkt auf den Einsatz von FTB-Techniken zurück zu führen.

Darüber hinaus stehen die Hersteller von FTB-Technik in einem engen Dialog mit den Anwendern ihrer Technik. Produkt- und Prozessinnovationen bei den Kunden als Anwender von Füge-, Trenn-, und Beschicht-Prozessen (im Weiteren kurz: **FTB-Prozesse**) stellen ihre Hersteller auf der einen Seite vor immer neue Herausforderungen, auf der anderen Seite eröffnen sie Chancen neuer Einsatzmöglichkeiten und erschließen neue Absatzmärkte. Veränderungen der Anforderungen und der Fertigungsverfahren auf der Anwenderseite wie eine vermehrte Ressourcenschonung, der Trend zur Leichtbauweise oder die Vermeidung von Reststoffen, sowie Innovationen auf der Beschaffungsseite strahlen damit langfristig auf die FTB-Technik aus. Dies gilt auch gerade vor dem Hintergrund der zunehmenden Globalisierung, so dass die FTB-Technik auch von veränderten Absatz- und Beschaffungsbedingungen innerhalb Europas und auf dem Weltmarkt tangiert wird.

Neben dem Einsatz der FTB-Technik als Fertigungsverfahren bei den Anwendern dieser Verfahren, ist die Technik über die benötigten **komplementären Vorleistungsinputs** auch auf der Beschaffungsseite mit vielen Branchen eng verflochten. Zu diesen komplementären – d.h. im Zusammenhang mit den FTB-Prozessen benötigten Verbrauchsgütern und Dienstleistungen – gehören Schweißelektroden und -hilfsstoffe, Schweißgase, Klebstoffe, Nieten, Entlüftungs- und Prüfmaschinen, Schutzausrüstungen sowie Aus- und Weiterbildungsdienstleistungen für die mit den genannten Technologien Beschäftigten.

Die Eigenschaft der FTB-Technik als Querschnittstechnologie, die in vielen Branchen eingesetzt wird, und die hinsichtlich der eingesetzten Materialien und verwendeten Technologien in einer engen Beziehung zu Lieferanten und Abnehmern steht, erschwert die statistische Erfassung und die Abschätzung ihrer gesamtwirtschaftlichen Bedeutung. In der Produktionsberichterstattung des Statistischen Bundesamtes wird für 2011 für Deutschland ein inländischer Produktionswert für die Herstellung von Maschinen und Geräten, die zum Fügen, Trennen und Beschichten eingesetzt werden können, von rund 3,8 Mrd. € angegeben. Dies entspricht einem Anteil am Produzierenden Gewerbe (2011: 1.580 Mrd. €) von gerade einmal 0,24 %.

Quantifiziert man nun – wie dies oft geschieht – den gesamtwirtschaftlichen Beitrag der FTB-Technik lediglich über die Produktionswerte ihrer Geräte und Maschinen mit ihrer korrespondierenden Wertschöpfung, so würde allein der Beitrag, der von der Herstellung der Technologie ausgeht, erfasst werden. Die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der FTB-Technik wäre damit jedoch nur unvollständig abgebildet. Die Untererfassung der Bedeutung der Querschnittstechnologie „Füge-, Trenn- und Beschichttechnik“ bei einer einfachen Auswertung der Produktionsstatistik steht somit in einem krassen Widerspruch zur technologischen Be-

deutung dieser Fertigungsverfahren innerhalb des Produzierenden Gewerbes. Aus diesem Grunde sollte – neben dem Wertschöpfungsbeitrag aus der Produktion von FTB-Technik – ebenfalls der Wertschöpfungsbeitrag durch die füge-, trenn- und beschichttechnischen Prozesse in den Anwenderbranchen einbezogen werden. Dieser wird – wie bereits in den deutschen Studien aus den Jahren 2001, 2005 und 2009 gezeigt – den Wertschöpfungsbeitrag durch die Produktion der FTB-Technik um ein vielfaches übersteigen. Das bedeutet, dass beispielsweise mit einem einzelnen Schweißgerät durch die Tätigkeit des Schweißens Güter hergestellt werden, die den Wert des eigentlichen Schweißgerätes um ein vielfaches übersteigen. Dabei darf man bei dieser Rechnung selbstverständlich nicht den gesamten Wert des geschaffenen Gutes in einer Anwenderbranche berücksichtigen, sondern nur die Wertvermehrung, die auf das Schweißen zurück zu führen ist. Während also der in der Vorgängerstudie quantifizierte direkte Wertschöpfungsbeitrag aus der *Produktion* der Geräte und der benötigten komplementären Güter bzw. Hilfsgüter *1,86 Mrd. €* betrug, wurde ein direkter Wertschöpfungsbeitrag durch die *Anwendung* von FTB-Technik in Höhe von *20,8 Mrd. €* - also mehr als das 11-fache – quantifiziert.

Ziel der geplanten Studie ist es, alle verfügbaren statistischen Informationen von der Produktionsstatistik über die Außenhandelsstatistik bis zu den Wirtschaftszweige-Berufe-Matrizen zusammenfassend auszuwerten, um den Wertschöpfungsbeitrag, der in der **deutschen** Volkswirtschaft im Jahre 2011 – das ist der aktuelle Datenrand zum Zeitpunkt der Erstellung der Studie – durch Füge-, Trenn- und Beschichttechnik – d.h. durch die Herstellung und die Anwendung von FTB-Technik – entsteht, abzuschätzen.

Zur besseren Verständlichkeit sollen vorab die in der Studie immer wieder verwendeten Begriffe Produktionswert und Wertschöpfung definiert werden. Der Produktionswert ist der Wert der von inländischen Wirtschaftseinheiten in der Berichtsperiode produzierten Güter. Der Produktionswert enthält auch die von anderen Wirtschaftseinheiten bezogenen Vorleistungen. Zieht man diese ab, ergibt sich die Bruttowertschöpfung, die im Folgenden vereinfacht als Wertschöpfung bezeichnet wird.⁵ Die durchschnittliche Wertschöpfungsquote aller Wirtschaftsbereiche betrug im Jahr 2011 in Deutschland rund 50 %, die Vorleistungsquote daher ebenfalls 50 %.

Darüber hinaus soll unterschieden werden zwischen den füge-, trenn- und beschichttechnischen Gütern – der FTB-Technik – auf der einen Seite und den füge-, trenn- und beschichttechnischen Prozessen – den FTB-Prozessen – als Teil der Herstellungsverfahren der Anwender-Branchen auf der anderen Seite. Durch die Identifikation von „fügeintensiven“⁶ Branchen werden darüber hinaus in Modellrechnungen die gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Auswirkungen von Nachfrageveränderungen innerhalb dieser Branchen abgeschätzt, um von deren Entwicklung auf die zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten für die FTB-Technik rückzuschließen.⁷ Neben den drei **direkten Wertschöpfungsquellen** der Herstellung der FTB-Geräte und der für den Einsatz der Geräte komplementären Güter sowie der Verwendung dieser Geräte in den fügeintensiven Branchen werden durch die Nachfrage nach den für die FTB-Technik benötigten Vorleistungen auch andere Branchen tangiert. Die dort auftretenden –

⁵ Gabler Verlag (Herausgeber), Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Produktionswert, online im Internet: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/56951/produktionswert-v6.html>. Abgerufen am 7.2.2013.

⁶ Zur begrifflichen Vereinfachung werden hier die Branchen, die intensiv die Füge-, Trenn- und Beschichttechnik anwenden als „fügeintensive“ Branchen bezeichnet.

⁷ Ein ähnlicher Ansatz wurde von Filip-Köhn (1998) für die Automobilindustrie gewählt.

indirekten – Effekte⁸ wurden in den Vorgängerstudien dem Wertschöpfungsbeitrag der FTB-Technik zugerechnet, da eine Kausalitätsbeziehung besteht: Durch die Herstellung und die Verwendung der FTB-Geräte wird auch die Herstellung der dafür benötigten Vorleistungen induziert. Zusätzlich zu deren Wertschöpfungsbeiträgen soll in Analogie zu den Vorgängerstudien auch die mit ihr verbundene Beschäftigung angegeben werden.

Die verschiedenen Wertschöpfungsquellen der Herstellung und des Einsatzes von FTB-Geräten werden in Analogie zu den Vorgängerstudien der besseren Übersichtlichkeit halber folgendermaßen systematisiert:

- Effekt I: **Direkte** Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte aus der Herstellung von FTB-Technik;
- Effekt II: **Direkte** Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte aus der Herstellung der benötigten komplementären Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe (Schweißelektroden und -gase, Klebstoffe, Niete u.ä.) sowie Dienstleistungen (Aus- und Weiterbildung) für den Einsatz von FTB-Technik;
- Effekt III: Die auf die FTB-Prozesse entfallenden, **anteiligen direkten** Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte aus der Herstellung der Güter der fügeintensiven Branchen, d.h. die anteiligen direkten Effekte, die bei der Verwendung der FTB-Technik auftreten.

Neben den drei direkten Effekten wurden in den Vorgängerstudien zwei weitere indirekte Effekte infolge von – durch die direkten Effekte induzierte – Vorleistungsnachfrage in anderen Branchen unterschieden. Diese indirekten Effekte wurden mit Hilfe einer Input-Output-Modellrechnung quantifiziert. Dabei handelte es sich um den:

- Effekt IVa: Indirekte, d.h. aufgrund der Vorleistungsverflechtungen mit anderen Branchen entstehenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte aus der Herstellung von FTB-Technik, d.h. die **zu Effekt I gehörenden indirekten** Effekte;
- Effekt IVb: Indirekte, d.h. aufgrund der Vorleistungsverflechtungen mit anderen Branchen entstehenden Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte aus der Herstellung der komplementären Güter, d.h. die **zu Effekt II gehörenden indirekten** Effekte.

Der Gesamteffekt ergibt sich nun als Summe der Effekte I, II, III, IVa und IVb.

In der Studie 2001 mit Datenrand 1999, die allein das Schweißen und Löten umfasste, wurden als Gesamteffekt 16 Mrd. € Wertschöpfung und 428.000 Beschäftigte ermittelt. In der Studie 2005, die Daten bis zum Jahr 2003 umfasste und in der der Untersuchungsgegenstand auf sämtliche Füge-techniken ausgedehnt wurde, wurden als Gesamteffekt 27 Mrd. € Wertschöpfung und 638.000 Beschäftigte quantifiziert. In der Aktualisierung (Studie 2009), die Daten

⁸ Sämtliche Effekte, die nicht direkt aus der Nachfrage nach einem Endprodukt sondern indirekt aus der für die Erstellung des Endproduktes benötigten Vorleistungen resultieren, werden als indirekte Effekte bezeichnet.

bis zum Jahr 2007 umfasste wurden als Gesamteffekt 24,4 Mrd. € Wertschöpfung und 421.000 Beschäftigte ermittelt.

In der europäischen Studie 2009 konnte aufgrund einer abweichenden Datenbasis lediglich Effekt I und II methodisch vergleichbar zu den Vorgängerstudien ermittelt werden. Effekt III konnte nur mittels anderer Datenquellen als in den deutschen Studien – es lag auf europäischer Ebene keine Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix vor – abgeschätzt werden. Über die beiden indirekten Effekte können mangels Datenverfügbarkeit keine Aussagen getroffen werden.

2. Überblick über die betrachteten Technologien

Zur Ermittlung der direkten Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte aus der Herstellung von Fügetechniken, Trenntechniken und Beschichtetechniken (FTB-Technik) müssen die betrachteten Technologien eindeutig abgegrenzt werden. Zu den Fertigungsverfahren Fügen, Trennen und Beschichten zählen nach der Norm des Normenausschusses „Technische Grundlagen“ verschiedene Fertigungsgruppen. Nach DIN 8593 wird bspw. auf Gruppenebene das Fügen (DIN 8593-0) in Zusammensetzen, Füllen, An- und Einpressen, Fügen durch Umformen, Fügen durch Urformen, Fügen durch Schweißen, Fügen durch Löten, Kleben und textiles Fügen unterschieden. Für jede dieser Gruppen existieren weitere Untergruppen und Unterteilungen.

Die Abgrenzung der Füge-, Trenn- und Beschichtetechnologien, die durch das Deutsche Institut für Normung vorgegeben ist, war jedoch für die vorliegende Studie und ihre Vorgängerstudien nicht zweckmäßig, da der Begriff des Fügens, Trennens und Beschichtens so weit gefasst ist, dass die Verfahren und Einsatzbereiche sehr breit über alle Branchen streuen. Untersucht werden sollen jedoch – in Absprache mit dem DVS – nur solche Technologien, bei denen die Eigenschaft des strukturellen Verbindens von Metallen oder Kunststoffen im Vordergrund steht, oder die möglicherweise als zum Schweißen alternatives Verbindungsverfahren eingesetzt werden können. Etwas plakativ und vereinfacht dargestellt sollen alle Füge-, trenn- und Beschichtetechnologien berücksichtigt werden, die der DVS als Verband vertritt. Darüber hinaus basiert die Untersuchung größtenteils auf Datenmaterial des Statistischen Bundesamtes, dessen Abgrenzung der Gütergruppen und Branchen nach anderen Kriterien wie zum Beispiel EU-Einheitlichkeit, Substitutionselastizität der Anwendung bestimmter Technologien sowie statistische Erfassbarkeit vorgenommen wird.

Aus diesen Gründen muss für die vorliegende Untersuchung eine von der Deutschen Industrienorm abweichende Abgrenzung der Füge-, Trenn- und Beschichtetechnik gewählt werden. Diese Abgrenzung basiert auf den in der deutschen Produktionsstatistik vorhandenen Beschreibungen für Gütergruppen und Technologien, die nach geeigneten Schlüsselbegriffen durchsucht wurden.

Zu den in dieser Studie und ihren Vorgängerstudien untersuchten Technologien sollen

- das Schweißen,
- das Löten,
- das thermische Trennen,
- das strukturelle Kleben,
- das mechanische Fügen sowie
- das thermische Spritzen bzw. Beschichten

gehören.⁹ In den Vorgängerstudien „Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Fügetechnik“ aus dem Jahr 2005 und 2009 sind diese

⁹ Die hier gewählte Unterteilung ist sicherlich im Sinne des Deutschen Instituts für Normung nicht ganz trennscharf, da bspw. das Schweißen nach DIN sowohl zum Fügen (Verbindungsschweißen) als auch zum Beschichten (Auftragsschweißen) gezählt wird.

sechs Verfahren detailliert beschrieben und abgegrenzt, so dass in dieser Studie darauf verzichtet werden soll.

3. Wertschöpfung durch die Produktion von Fügetechniken (Effekt I)

3.1 Datenquellen der Produktionswerte von FTB-Techniken

Für die weiteren Untersuchungen werden die inländischen Produktionswerte der genannten FTB-Techniken Schweißen, Löten, thermisches Trennen, strukturelles Kleben, mechanisches Fügen durch Niete sowie thermisches Spritzen aus der Produktionsstatistik 2011 des Statistischen Bundesamtes ausgewertet. Dabei sind in der deutschen Produktionsstatistik die Produkte nach einem 9-stelligen Schlüssel geordnet; die ersten vier Stellen beziehen sich auf die Wirtschaftsklasse der NACE Klassifikation, der das produzierende Unternehmen normalerweise zugeordnet ist. Das Statistische Bundesamt sammelt per Fragebogen Daten zur Industrieproduktion, d.h. den Wert und die Menge der zum Absatz bestimmten Produkte. Dabei hat das Amt häufig große Schwierigkeiten alle Unternehmen zu identifizieren, die ein bestimmtes Produkt herstellen. Die ermittelten Produktionswerte stellen also möglicherweise nur eine Untergrenze der tatsächlichen Produktion eines Gutes dar. Darüber hinaus sollen gerade kleine Unternehmen von übermäßigem bürokratischen Aufwand bei der Erhebung ihrer Produktionswerte entlastet werden, so dass Unternehmen mit weniger als 20 Beschäftigten von der Berichtspflicht ausgenommen sind, was zu einer weiteren potentiellen Unterschätzung des tatsächlichen Produktionswertes führt. Ferner werden in der Produktionsstatistik keinerlei industrielle Dienstleistungen erfasst, was jedoch für die vorliegende Untersuchung weniger kritisch ist.

Um die Produktionswerte von sämtlichen Geräten und Maschinen zum Fügen, Trennen und Beschichten zu erfassen, wurde die Produktionsstatistik 2011 bzw. das ihr zugrunde liegende Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken, Ausgabe 2009, das insgesamt 5.137 Positionen oder 9-stellige GP-Nummern mit einer Kurzbeschreibung der Gütergruppe enthält, systematisch nach bestimmten Schlüsselbegriffen durchsucht.¹⁰ Damit ist es nun möglich, eine Einteilung der inländischen Produktionswerte nach Technologien vorzunehmen. Durch die Neuklassifikation etlicher Güter im Güterverzeichnis 2009 (GP 2009) werden in der aktuellen Studie die Technologien Schweißen, Löten, thermisches Trennen stets gemeinsam ausgewiesen, da eine trennscharfe Zuordnung der Gütergruppennummern auf die genannten Technologien nicht mehr möglich war.

Die Gütergruppen in der europäischen Studie 2013 können nur weniger detailliert ausgewiesen werden als in der hier vorliegenden deutschen Studie, da auf EU-Ebene lediglich nach achtstelligen Gruppen unterschieden wird und nicht nach neunstelligen Gruppen wie in der nationalen Statistik des Statistischen Bundesamtes.

Neben den FTB-Geräten werden noch Laser und Laserbestandteile, die ebenfalls zum Trennen und Fügen eingesetzt werden, sowie Fügeroboter einschließlich ihrer Peripherie erfasst. Laser sind zwar in der Produktionsstatistik ausgewiesen, dürfen jedoch nicht in vollem Umfang der FTB-Technik zugeschlagen werden, da diese nicht nur zum Trennen sondern auch

¹⁰ Als Suchbegriffe wurden „schweiß“, „löt“, „kleb“, „füg“, „niet“, „trenn“, „beschicht“ verwendet. Darüber hinaus wurde noch nach „maschine“, „gerät“, „laser“, „mikrofüg“, „applikat“, „mikrosys“, „systemtech“, „nano“, „dosier“, „bördel“ gesucht, um die genannten Techniken erschöpfend zu erfassen.

für andere Prozesse bspw. in der Herstellung von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen eingesetzt werden. Industrieroboter werden in der Produktionsstatistik getrennt von FTB-Geräten erfasst, so dass hier keine Doppelzählung zu befürchten ist. Um allerdings innerhalb der Gruppe der Industrieroboter die Fügeroboter zu identifizieren, muss auf andere statistische Quellen wie bspw. den World Robotics Report zurückgegriffen werden, da die Einsatzgebiete der Roboter in der Produktionsstatistik nicht explizit ausgewiesen sind.

Im Effekt I wird somit nach folgenden Gütergruppen unterschieden:

- a) Geräte zum Schweißen, Löten und thermischen Trennen,
- b) Geräte zum strukturellen Kleben
- c) Geräte zum mechanischen Fügen
- d) Geräte zum thermischen Beschichten,
- e) Laser und Lasersysteme sowie
- f) Fügeroboter.

Um die Größenordnung der mit der Herstellung von FTB-Technik verbundene Wertschöpfung und Beschäftigung abzuschätzen, wird ein dreistufiges Verfahren durchgeführt: Im ersten Schritt werden die Produktionswerte der FTB-Technik aus der Produktionsstatistik oder anderen Datenquellen ermittelt. Da teilweise diese Güter auch für andere Verfahren als zum strukturellen Fügen eingesetzt werden, wird in einem zweiten Schritt der Anteil abgeschätzt, der zur eigentlichen FTB-Technik gehört. Über die durchschnittliche branchenspezifische Wertschöpfungsquote und Arbeitsproduktivität aus dem Maschinenbau – die Branche, in der die Hersteller von FTB-Technik angesiedelt sind – wird dann in einem dritten Schritt die mit der Produktion verbundene direkte Wertschöpfung und Beschäftigung ermittelt.

3.2 Geräte zum Schweißen, Löten, thermischen Trennen

Die Tabelle 1a stellt die Zusammensetzung der Produktion der verschiedenen Geräte zum Schweißen, Löten, thermischen Trennen sowie der schweißtechnischen Teile in Deutschland dar. Die verschiedenen Güter sind angeordnet nach den neunstelligen Meldenummern des Systematischen Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken, Ausgabe 2009. Der aktuelle Datenrand der deutschen Produktionsstatistik 2012¹¹ liegt im Jahr 2011.

Gemäß der Produktionsstatistik ergab sich für Deutschland für Schweiß-, Löt- und Trenntechnik ein Produktionswert von gut 2,2 Mrd. €.

Dieser Wert schließt sowohl die Schweiß- und Lötgeräte, die Geräte zum thermischen Trennen als auch die zugehörigen Teile ein¹². Gegenüber dem Jahr 2007 – dem aktuellen Datenrand aus der Vorgängerstudie 2009 – konnte der Produktionswert um gut 0,2 Mrd. € oder 10 % gesteigert werden (2007: 2 Mrd. €). Damit sind die Produktionsrückgänge aus den Jahren 2008 bis 2010 infolge der Finanzmarktkrise kompensiert: Im Vergleich zum Vorjahr 2010

¹¹ Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2012a), Produktion im Produzierenden Gewerbe 2011, Fachserie 4: Produzierendes Gewerbe, Reihe 3.1. Wiesbaden.

¹² Im Vorgängergutachten, das auf dem Güterverzeichnis GP 2002 basierte, konnten Schweißgeräte, Lötgeräte und Geräte zum thermischen Trennen getrennt betrachtet werden. Diese sind nun in einer Tabelle zusammengefasst.

konnte die Schweiß-, Löt- und Trenntechnik um 25 % zulegen. Vom gesamten Produktionswert der Schweiß-, Löt- und Trenntechnik entfallen 70 % oder knapp 1,6 Mrd. € auf die fertigen Geräte und 30 % auf die Teile für Lötmaschinen und Schweißgeräte.

Wie bereits in der Vorgängerstudie belegt, stellen die Maschinen, Apparate und Geräte zum Widerstandsschweißen den mit Abstand größten Posten unter den Schweißgeräten dar. Sie halten mit einem Produktionswert von 426 Mio. €. einen Anteil von knapp einem Fünftel am Gesamtsortiment der Schweiß-, Löt- und Trenngeräte. An zweiter Stelle hinsichtlich der Bedeutung am Gesamtsortiment stehen die Maschinen zum Schweißen und Schneiden von Nichtmetallen u.a. mittels Laser oder Ultraschall. Ihr Produktionswert beträgt 2011 knapp 280 Mio. €. Damit weisen Sie einen Anteil von 12 % an der Gesamtsumme der Schweiß-, Löt- und Trenngeräte auf. Ihnen folgen die elektrischen Maschinen zum Hart- und Weichlöten mit einem Produktionswert von 186 Mio. €, die einen Anteil von gut 8 % an der gesamten Schweiß-, Löt- und Trenntechnik haben. Auf dem vierten Platz folgen mit einem Anteil von 6 % die Maschinen zum Schweißen und Spritzen schmelzfähiger Metalle und Hartmetalle (134 Mio. €) sowie mit knapp 5 % die anderen Schutzgasschweißgeräte zum Lichtbogen- und Plasmaschweißen (103 Mio. €).

Die Bedeutung der Teileproduktion hat gegenüber den Vorgängerstudien kontinuierlich zugenommen. Im Jahr 2011 wurden Teile im Wert von 679 Mio. € produziert, bzw. 30 % der Produktion der Schweiß-, Löt- und Trenntechnik entfiel auf die Teile. Im Jahr 2007 lag der Anteil der Teile an der gesamten Schweiß-, Löt- und Trenntechnik noch bei 18 %.

Tabelle 1a: Ausgewählte Produktionsergebnisse zur Schweiß- Löt- und Trenntechnik in Deutschland

Melde- Nummer	Erzeugnisse	inländische Produktion				Veränderung		
		2008	2009	2010	2011	2010-2011 in %	Anteile	
GP 2009		in Mio. €				in %	2010	2011
	1. Lötampen							
2573 30 830	Lötampen und dergleichen	geheim	geheim	geheim	geheim	-	-	-
	2. Nichtelektrische Maschinen, Apparate und Geräte zum Löten, Schweißen oder Brennschneiden und zum autogenen Oberflächenhärten							
2829 70 201	- Handschneidbrenner	9	7	7	7	0,7	0,4	0,3
2829 70 209	- Andere Handapparate	13	10	13	20	50,0	0,7	0,9
2829 70 900	- Andere Autogenmaschinen, -apparate und -geräte sowie andere nichtelektrische Löt- und Schweißmaschinen	203	119	86	90	4,7	4,8	4,0
	3. Elektrische Löt- und Schweißmaschinen, -apparate und -geräte; elektrische Maschinen, Apparate und Geräte zum Spritzen schmelzflüssiger Metalle oder Cermets							
2790 31 090	- LötKolben u. -pistolen	geheim	geheim	geheim	geheim	-	-	-
2790 31 180	- Andere elektrische Maschinen, Apparate und Geräte zum Hart- oder Weichlöten	102	62	116	186	61,2	6,4	8,3
2790 31 450	-Maschinen, Apparate und Geräte zum Widerstandsschweißen von Metallen	geheim	366	336	426	26,6	18,8	19,0
2790 31 540	-Automaten zum Lichtbogen- oder Plasma- schweißen von Metallen	103	79	77	76	-2,2	4,3	3,4
2790 31 630	-Andere Maschinen, Apparate und Geräte zum Lichtbogen- oder Plasmaschweißen von Metallen zum manuellen Schweißen, mit umhüllten Elektroden,	13	11	12	33	165,2	0,7	1,5
2790 31 723	-- Andere Geräte zum Lichtbogen- oder Plasmaschweißen:Schutzgasschweißgeräte für das MIG/MAG-Verfahren	63	37	47	54	14,4	2,6	2,4
2790 31 729	--Andere Schutzgasschweißgeräte (z.B. nach dem WIG-, UP-RES-Verfahren) zum Lichtbogen- oder Plasmaschweißen	92	55	61	103	68,7	3,4	4,6
2790 31 810	-Andere Maschinen, Apparate und Geräte zum Schweißen von Metallen auch solche zum Spritzen schmelzfähiger Metalle oder Hartmetalle	178	124	136	134	-1,4	7,6	6,0
	4. Andere Maschinen, Apparate und Geräte zum Schweißen von Nichtmetallen							
2790 31 900	-- Zum Widerstandsschweißen von Kunststoffen	94	66	83	77	-6,8	4,6	3,4
2790 31 992	---Andere Maschinen, Apparate und Geräte zum Schweißen und Behandeln von anderen Materialien: für Kunststoffe	92	72	79	75	-4,0	4,4	3,4
2790 31 999	---Andere Maschinen, Apparate und Geräte zum Schweißen und Behandeln von anderen Materialien sowie andere Maschinen u.ä., auch zum Schneiden verwendbar, elektrisch oder mit Laser oder Ultraschall	207	136	205	278	36,0	11,4	12,4
	Summe Schweißgeräte	1.168	1.145	1.259	1.560	23,9	70	70
	5. Teile für Lötmaschinen und Schweißmaschinen							
2829 86 000	- Teile für nichtelektrische Maschinen, Apparate und Geräte zum Löten, Schweißen, Brennschneiden und autogenen Oberflächenhärten	91	48	59	71	19,7	3,3	3,1
2790 32 000	Teile für elektrische Löt- und Schweißmaschinen, -apparate und -geräte; Teile für elektrische Maschinen, Apparate und Geräte zum Spritzen schmelzflüssiger Metalle oder Cermets	295	201	282	364	29,0	15,7	16,2
2711 50 709	Andere Stromrichter, z.B. Schweißstromrichter (ohne Schweißausrüstung)	geheim	337	194	245	26,3	10,8	10,9
	Summe Teile	386	586	535	679	27,0	29,8	30,3
	Insgesamt	1.554	1.731	1.794	2.240	24,9	100	100

Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVS.

3.3 Klebtechnik

Die klebtechnischen Geräte zum *strukturellen Kleben* können nicht so eindeutig und zweifelsfrei aus dem Güterverzeichnis identifiziert werden wie beim Schweißen, Löten und Trennen. Klebgeräte werden bspw. auch zum Herstellen von Verpackungen eingesetzt. Dies sind jedoch Prozesse, die der DVS nicht vertritt. Zur Klebtechnik für das *strukturelle Kleben* werden daher *Anteile* der Posten der Produktionsstatistik gezählt, die Spritz- und Sprühgeräte für Lacke, Farben und Leime enthalten. Der Begriff der Klebmaschinen selber existiert in der Produktionsstatistik nicht.

Tabelle 1b: Ausgewählte Produktionsergebnisse zur Klebtechnik in Deutschland

Melde- Nummer	Erzeugnisse	Inländische Produktion				zu berücksicht.		Veränd. 2010-2011 in %
		2008	2009	2010	2011	Anteil ¹	Prod.wert 2011	
GP 2009		in Mio €						
	Klebmaschinen							
2829 31 800	-Absack- Abfüll-, Dosierwaagen zur Verwiegung konst. Gewichtsmengen	122	93	85	108	0,30	32	26,8
2829 22 203	-Spritzpistolen u.ä. Apparate für Lacke, Farben und Leime	42	31	37	45	0,30	13	20,6
2829 22 209	- Andere Spritzpistolen und Apparate	geheim	22	26	26	0,30	8	-0,8
2829 22 403	-Spritz- und Sprühautomaten und -systeme für Lacke, Farben, Leime	376	201	142	312	0,30	94	119,2
2829 22 405	-Andere Spritz- und Sprühgeräte für Farben, Lacke, Leime	203	169	172	341	0,30	102	97,9
2829 22 408	- Spritz- und Sprühgeräte a.n.g.	632	613	568	598	0,30	179	5,4
	Summe Klebmaschiner	1.376	1.130	1.031	1.430	0,30	429	38,7
¹ Anteil geschätzt nach Angaben des DVS.								
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVS.								

Gemäß der Produktionsstatistik wurden 2011 in Deutschland insgesamt Klebmaschinen für einen Wert von über 1,4 Mrd. € produziert (Tabelle 1b). Die hier interessierenden Geräte und Maschinen für das *strukturelle Kleben* umfassen – nach einer Abschätzung des DVS – einen Anteil von 30 % an allen Klebmaschinen bzw. 429 Mio. € der in Tabelle 1b genannten Klebtechnik. Davon entfallen rund 180 Mio. € auf die unspezifischen Sprüh- und Spritzgeräte, gut 100 Mio. € auf die Sprüh- und Spritzgeräte für Farben, Lacke und Leime sowie 94 Mio. € auf die Spritz- und Sprühautomaten für Lacke, Farben und Leime. Im Vergleich zur Vorgängerstudie hat sich im Jahr 2011 der Produktionswert für die strukturelle Klebtechnik von damals rund stark 112 Mio. € stark vergrößert. Allerdings wurden in der Vorgängerstudie durchgängig nur 15 % der gesamten Klebtechnik der strukturellen Klebtechnik zugeschlagen. Wegen der gestiegenen Automatisierung wurde der Anteil in der aktuellen Studie auf 30 % erhöht.

Auch bei der Klebtechnik spiegelt sich die Wirtschaftsschwäche infolge der Finanzmarktkrise in den schwachen Produktionswerten der Jahre 2009 und 2010 wieder. Im Jahr 2011 konnte die Klebtechnik ihren Produktionswert im Vergleich zum Vorjahr stark erhöhen und das Niveau von 2008 sogar leicht überschreiten.

3.4 Mechanische Füge­technik

In diesem Gutachten wird ausschließlich das Fügen durch Nieten als mechanische Füge­technik betrachtet. Andere mechanische Füge­techniken sollen hier nicht weiter berücksichtigt werden. Aus der Tabelle 1c geht der Wert der Produktion der Nietmaschinen hervor. Dieser betrug im Jahr 2011 286 Mio. €. Damit hat er nach den Rückgängen durch die Wirtschaftskrise das Ni-

veau von 2008 wieder erreicht und übersteigt den Wert aus dem Vorgängergutachten von 2007 mit nur 161 Mio. € deutlich. Da Nietmaschinen auch in der Textilindustrie eingesetzt werden, wird in Absprache mit dem DVS von jenem Produktionswert nur ein Anteil von 50 % der mechanischen Fügetechnik, die der DVS als Verbindungsverfahren vertritt, zugerechnet. Somit erhält man als Produktionswert für Fügetechnik durch Nieten 143 Mio. €. Gegenüber dem Jahr 2007 aus der Vorgängerstudie erhöhte sich der Produktionswert der mechanischen Fügetechnik um 62 Mio. € (2007: 81 Mio. €). Damit umfasst die inländische Produktion der Nietmaschinen 4,6 % der Produktion der FTB-Technik (ohne FTB-Roboter).

Tabelle 1c: Ausgewählte Produktionsergebnisse zur mechanischen Fügetechnik in Deutschland

Melde- Nummer	Erzeugnisse	Inländische Produktion				zu berücksicht.		Veränd. 2010-2011 in %
		2008	2009	2010	2011	Anteil ¹	Prod.wert 2011	
GP 2009		in Mio. €						
	Maschinen zum Nieten							
2841 34 700	Andere Werkzeugmaschinen zum spanlosen Be- oder Verarbeiten von Metallen, Hartmetallen oder Cermets, a.n.g. (z.B. Nietmaschinen, Bördel-, Sicken-, Falzmaschinen, Drückmaschinen)	287	241	178	286	0,5	143	60,6
	Summe Maschinen zum Nieten	287	241	178	286	0,5	143	60,6
¹ Anteil geschätzt nach Angaben des DVS.								
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVS.								

3.5 Technik zum thermischen Spritzen

Einrichtungen zum thermischen Spritzen lassen sich nicht eindeutig aus der Produktionsstatistik identifizieren. Sie sind zusammengefasst mit anderen Maschinen und Apparaten. Beispielsweise weist die Produktionsstatistik folgende Posten aus: Maschinen zum Aufdampfen von Metallen, Apparate für die Behandlung von Stoffen durch Temperaturänderung, Maschinen zur Oberflächenvorbehandlung und -veredelung sowie Maschinen für Galvanotechnik, Elektrolyse und Elektrophorese. Der Begriff des thermischen Spritzens taucht nicht direkt im Güterverzeichnis GP 2009 auf. Daher mussten andere Datenquellen verwendet werden, um den Einfluss dieser Technologie zu erfassen.

Nach Umfragen der dieses Gutachten unterstützenden Arbeitsgruppe des DVS betrug der Produktionswert der Geräte und Maschinen zum thermischen Spritzen im Jahr 2011 rund 17,7 Mio. €. Nach den Rückgängen der Produktion in den Jahren 2009 und 2010 wird der Produktionswert des Jahres 2008 wieder überschritten. Er liegt ebenfalls leicht über dem Wert des Vorgängergutachtens aus dem Jahr 2007 von 17 Mio. €.

Tabelle 1d: Abschätzung des Produktionswertes für Technik zum thermischen Spritzen in Deutschland

Meldenummer GP 2009	Erzeugnisse	inländische Produktion				Veränderung 2010-2011 in %
		2008	2009	2010	2011	
		in Mio. €				
-	Maschinen und Apparate zum thermischen Spritzen	17	14,5	16,6	17,7	6,6
- = keine Informationen aus der Produktionsstatistik vorhanden.						
¹ Abschätzung mit Hilfe der Umsatzzahlen der Hersteller von Technik zum thermischen Spritzen.						
Eigene Berechnungen nach Angaben des DVS.						

3.6 Laser und Lasersysteme

Industrielle Laser spielen innerhalb der FTB-Technik eine wichtige Rolle. Sie sind zentrale Elemente der Schweiß-, Löt- und Trenngeräte, so dass ausgewählte Anteile der Produktionswerte der Laser mit zu der FTB-Technik gezählt werden müssen. Die Produktionswerte dieser Lasertechnik sind in Tabelle 2 angegeben. Allerdings werden dort die Laser-Schweißroboter noch nicht erfasst; diese werden erst im Abschnitt 3.7 zusammen mit den übrigen Robotern ausgewiesen.

Bei den industriellen Lasern wird unter anderem unterschieden zwischen den optischen Systemen und Komponenten wie bspw. Dioden und der zugehörigen Infrastruktur für die Laserschweiß- und Laserschneidgeräte. Der Produktionswert aller Dioden und optischen Laser betrug in Deutschland im Jahr 2011 679 Mio. €. Datenquelle ist hier das Statistische Bundesamt. Gegenüber dem Jahr 2007 aus dem Vorgängergutachten (362 Mio. €) ist das fast eine Verdoppelung der Produktion. Es darf jedoch nicht 100 % des Produktionswertes der optischen Bestandteile der Laser den FTB-Techniken zugerechnet werden. Im Vorgängergutachten wurde ein Anteil von 6 % des Produktionswertes aller Dioden und optischen Laser den FTB-Techniken zugerechnet.¹³ Um die Vergleichbarkeit mit der Vorgängerstudie zu gewährleisten, wird dieser Anteil unverändert übernommen. Somit ergibt sich ein Produktionswert von fast 41 Mio. € für Dioden und optische Laserbestandteile für die FTB-Technik.

¹³ Unter der Annahme, dass Laser in den Branchen Maschinenbau, Herstellung von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen, Herstellung von elektrischen Ausrüstungen eingesetzt werden und sich die Anteile der Laser wie die Anteile der Vorleistungslieferungen der Hersteller elektronischer Bauelemente aus der Herstellung von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen an die drei genannten Branchen verhalten, entfallen knapp 12 % des Produktionswertes der Laser auf den Maschinenbau, jener Branche, in der die Füge-technik produziert wird. Ferner wird unterstellt, dass innerhalb des Maschinenbaus knapp die Hälfte aller Laser für Füge- und Trennprozesse eingesetzt werden, so dass letztendlich 6 % der Gesamtproduktion der Laser auf die FTB-Technik entfallen.

Tabelle 2: Ausgewählte Produktionsergebnisse für Laser und Lasersysteme in Deutschland

Melde- nummer	Laser und Teile für Laser	2009	2010	2011	Anteil ¹	zu berücksichtigender	Veränd. 2010-2011 in %
						Prod.wert 2011	
GP 2009	in 1.000 €						
261121200	Dioden (ohne Leistungsgleichrichterdi-oden)	54.615	78.901	91.393	¹ 0,06	4.734	44,5
267023300	Laser ohne Laserdioden	311.565	445.200	587.520	¹ 0,06	35.251	32,0
	Summe Laser (optische Bestandteile)	366.180	524.101	678.913	0,06	40.735	29,5
	Laserschweiß- und -schneidgeräte	125.776	197.315	239.573	² 1,0	239.573	21,4
	Summe Laser und Lasersysteme	491.956	721.416	918.486	0,3	280.307	27,3
¹ Anteil geschätzt nach Angaben des DVS.							
² Produktionswert aus den Umsatzzahlen nach Angaben der Optech Consulting geschätzt.							
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVS.							

Über Laserschweiß- und -schneidgeräte liegen beim Statistischen Bundesamt keine Informationen vor, so dass deren Produktion mit Hilfe anderer Quellen geschätzt werden muss. Auf der Basis von Informationen der Optech Consulting zur Weltmarktentwicklung der Lasersysteme zur Materialbearbeitung, die dem DVS Wachstumsraten zur Verfügung gestellt hat, können die Produktionswerte aus dem alten Gutachten fortgeschrieben werden. Dabei wird unterstellt, dass sich diese Wachstumsraten grob auf den Teilbereich Schweißen und Schneiden übertragen lassen. Aus der Umsatzentwicklung der Laserschweiß- und Laserschneidgeräte wird für das Jahr 2011 ein Produktionswert von 240 Mio. € geschätzt. Zusammen mit den optischen Bestandteilen der Laser ergibt sich ein Produktionswert von gut 280 Mio. €. Dieser übersteigt den Produktionswert des Vorgängergutachtens aus dem Jahr 2007 (233 Mio. €) um ein Fünftel.

3.7 Roboter für FTB-Techniken

Bei automatisierten Fertigungsverfahren spielt der Einsatz von Robotern eine immer größere Rolle. Dennoch wird den Schweiß- oder Klebrobotern in der Produktionsstatistik keine eigene Position zugewiesen. Die Produktionsstatistik nennt zwar die Gütergruppe „Mehrzweckindustrieroboter“ mit einer Produktion von 26.142 Stück im Jahr 2011 und einem Produktionswert von 826 Mio. €¹⁴ (2007: 17.265 Stück oder 566 Mio. €), aber diese Information ist zu grob, um die Bedeutung der Roboter zum Fügen, Trennen und Beschichten zu erfassen. Deswegen ist es notwendig, auf weitere statistische Quellen zurückzugreifen. Geeignet ist hierzu der World Robotics Report¹⁵, in dem nach Ländern der Bestand (in Stück) und die Zugänge

¹⁴ Diese werden unter der GP-Nummer 2899 39 350 ausgewiesen.

¹⁵ International Federation of Robotics (IFR) Statistical Department (eds.) (2012), World Robotics Report 2012..

(in Stück) von Industrierobotern erfasst werden. Dabei werden die Roboter einerseits nach Tätigkeiten unterschieden und andererseits nach ihrem Brancheneinsatz.

Darüber hinaus ist es wichtig, geeignet zu definieren und abzugrenzen, was genau zu einem Roboter gehört. Ein gebräuchliches Kriterium für diese Abgrenzung ist die Prozessfähigkeit eines Roboters. Diese ist nur dann gegeben, wenn die dazu gehörige Infrastruktur – wie Befestigungsanlagen, Schienen, Tische usw. vorhanden sind. Diese müssten demzufolge bei den Berechnungen mit quantifiziert werden. Laut DVS wird die Prozessfähigkeit bei einfachen Verfahren und Fügeanwendungen für die Gesamtanlage mit dem dreifachen Wert des Roboters oder/und der Schweißanlage berechnet. Bei komplexeren Verfahren (zum Beispiel beim Hybridverfahren) und bei komplizierten Fügeanwendungen kann dieser Gesamtwert bis zum zwanzigfachen Wert des Roboters oder/und der Schweißanlage ansteigen.

Das vorliegende Gutachten schätzt den Produktionswert für Roboter aus dem Roboter Kern und einem Aufschlag für die Peripherie ab. Dieser Aufschlag wird recht konservativ geschätzt: Als Produktionswert pro Stück wird grob das Doppelte des Durchschnittspreises eines Roboters angenommen. Im Vorgängergutachten wurde für den Effekt I allein der Roboter Kern quantifiziert und die Peripherie über die indirekten Vorleistungseffekte als Effekt IVa über eine Input-Output-Analyse abgeschätzt. Allerdings können auf europäischer Ebene diese Modellrechnungen aufgrund der fehlenden Datenbasis der Vorleistungsverflechtungsmatrizen nicht durchgeführt werden. Daher soll im aktuellen Gutachten der Produktionswert der Roboter einschließlich Peripherie verwendet werden. Damit ist zwar eine direkte Vergleichbarkeit des Produktionswertes der Fügeroboter aus dem Vorgängergutachten nicht mehr möglich, im Gegenzug erhält man aber eine methodisch einheitliche Abschätzung der Produktionswerte der Roboter in den einzelnen betrachteten EU-Ländern.

Tabelle 3: Bestand an Industrierobotern nach Tätigkeiten in Deutschland

IFR		2008	2009	2010	2011	2010-11	Anteile 2010
Klasse						in %	in %
000	Unspezifisch	6.585	7.192	8.188	9.297	13,5	5,9
100	Fertigungsroboter	74.453	75.706	78.235	82.192	5,1	52,3
111	Fertigungsroboter für Metallgießen	1.996	2.081	2.180	2.136	-2,0	1,4
112	Fertigungsroboter für Formen pressen	17.059	17.073	17.010	16.984	-0,2	10,8
113	Fertigungsroboter für Stanzen/Schmieden/Biegen	2.229	2.070	2.007	1.960	-2,3	1,2
114	Roboter für die Bestückung von Werkzeugmaschinen	9.124	9.189	9.005	9.319	3,5	5,9
115	Fertigungsroboter für andere Prozesse	2.047	2.383	2.719	3.119	14,7	2,0
116	Fertigungsroboter für Messungen/Inspektionen/Tests	2.912	2.756	2.515	2.428	-3,5	1,5
117	Fertigungsroboter für Palettieren	10.102	9.568	9.121	8.593	-5,8	5,5
118	Fertigungsroboter für Packen, Abspritzen/Abklopfen, Plazieren	1.910	2.369	3.235	4.363	34,9	2,8
119	Materialfertigung	27.074	28.217	30.443	33.290	9,4	21,2
160	Schweißen	40.139	37.841	38.581	41.285	7,0	26,3
161	Lichtbogenschweißen	12.638	12.223	12.118	12.127	0,1	7,7
162	Punktschweißen	26.015	24.051	24.753	26.740	8,0	17,0
163	Laserschweißen	590	622	683	729	6,7	0,5
164	übrige Schweißverfahren	826	861	943	1.532	62,5	1,0
165	Löten (Soldering)	70	84	84	157	86,9	0,1
170	Auftragen	7.543	7.418	7.355	7.541	2,5	4,8
171	Malen und Beschichten	4.502	4.395	4.220	4.186	-0,8	2,7
172	Auftragung von Klebstoffen, Abdichtungsmaterial oder ähnliches Material	2.735	2.677	2.674	2.783	4,1	1,8
179	sonstige auftragende/sprühende Tätigkeiten	248	288	403	514	27,5	0,3
190	Weiterverarbeitung	4.173	4.230	4.248	4.413	3,9	2,8
191	Laserschneiden	74	83	111	151	36,0	0,1
192	Wasserstrahlschneiden	55	60	62	77	24,2	0,0
193	mechanisches Schneiden/Schleifen/Entgraten/Mahlen/Polieren	3.485	3.365	3.174	2.960	-6,7	1,9
199	andere weiterverarbeitende Tätigkeiten	559	722	901	1.225	36,0	0,8
200	Montieren und Demontieren	9.279	9.093	8.764	9.587	9,4	6,1
201	Fixieren, Presspassen	776	803	826	878	6,3	0,6
202	Montieren, Festspannen, Einsetzen	2.448	2.737	3.166	4.429	39,9	2,8
203	Demontieren	8	8	8	8	0,0	0,0
209	sonstige Montagearten	319	344	360	564	56,7	0,4
900	Andere	2.471	2.653	2.885	2.926	1,4	1,9
	Summe	144.643	144.133	148.256	157.241	6,1	100,0
	- nichts vorhanden bzw. nicht ermittelbar.						
	Eigene Berechnungen nach Angaben des World Robotics Report 2012.						

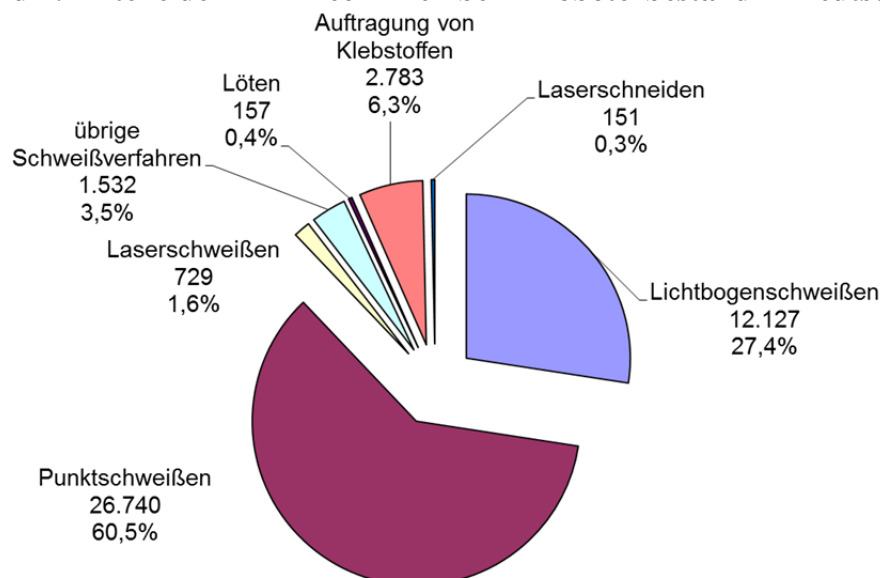
Der Roboterbestand in Deutschland lag 2011 – gemäß der Informationen des World Robotics Report 2012 – insgesamt bei 157.241 Stück, in der Vorgängerstudie waren es für das Jahr 2006 132.594 Stück; der Bestand hat sich in den vergangenen fünf Jahren dem gemäß um fast 19 % vergrößert (Tabelle 3). Die Fertigungsroboter haben im Bestand den größten Anteil inne, fast jeder zweite Roboter gehört zu diesem Typus. An zweiter Stelle folgen jedoch schon die Schweißroboter: Rund 26 % aller Roboter sind Schweißroboter, nimmt man die Verfahren „Auftragen von Klebstoffen“ und „Laserschneiden“ hinzu, vergrößert sich der Anteil sogar auf 28 %, so dass fast jeder dritte Roboter in Deutschland für FTB-Techniken eingesetzt wird.

Dabei verteilen sich die Roboter im Bestand folgendermaßen auf die verschiedenen FTB-Techniken: Insgesamt werden in Deutschland 44.219 Roboter für FTB-Techniken (Schweißroboter, Klebroboter und Laserschneidroboter) eingesetzt. Der größte Anteil entfällt dabei auf das Punktschweißen mit gut 60 % (26.740 Roboter), gefolgt vom Lichtbogenschweißen mit 27 % (12.127 Roboter) (vgl. Schaubild 1). Weitere nennenswerte Tätigkeitsfelder der FTB-

Roboter sind zu 6 % das Kleben (2.783 Stück), die übrigen Schweißverfahren (1.532 Stück) und das Laserschweißen 729 Stück. Für die Verfahren Laserschneiden (151 Stück), Löten (157 Stück) werden vergleichsweise wenig Roboter eingesetzt.

Im Vergleich mit der Vorgängerstudie ist der Bestand an Schweißrobotern seit 2006 (39.450) leicht gestiegen. Die Anzahl der Punkt- und Lichtbogenschweißroboter ist nahezu unverändert geblieben, während die Anzahl der Roboter für das Laserschweißen (+68 %), das Laserschneiden (+ 185%) stark gestiegen ist. Auch die Anzahl der Lötroboter hat sich deutlich um 480% vergrößert.

Schaubild 1: Anteile der FTB-Techniken beim Roboterbestand in Deutschland



Die Wachstumsrate des gesamten Roboterbestandes im Vergleich zum Vorjahr liegt bei 6 %. Die Wachstumsraten bei den verschiedenen Robotertypen streuen jedoch. So konnte der Bestand der Fertigungsroboter um rund 5 % vergrößert werden, während die Zahl der Schweißroboter um 7 % wuchs.

Die Bedeutung der verschiedenen Robotertypen in ihren Tätigkeitsbereichen spiegelt sich auch bei den *Neuinstallationen* des Jahres 2011 wider. Im Jahr 2011 wurden insgesamt 19.533 Roboter in Deutschland installiert (Tabelle 4). Auf 8 Roboter im Bestand kommt pro Jahr also eine Neuinstallation. Die Zahl der Zugänge hat sich im Vergleich zum Vorjahr um fast 40 % erhöht. Die Zahl der Neuinstallationen ist 2011 mehr als doppelt so hoch wie im Jahr 2009. Hier spiegelt sich der Nachholbedarf infolge der zurückhaltenden Neuinstallationen wegen der Finanzmarktkrise wider. Die im World Robotics Report genannte Zahl von 19.533 neuinstallierten Industrierobotern stimmt nicht ganz mit der Zahl von 26.142 (2011) produzierten Mehrzweck-Industrierobotern aus der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes überein. Diese Abweichung zwischen den Ergebnissen dieser beiden so unterschiedlichen statistischen Quellen lassen sich auf der einen Seite durch abweichende Definitionen von Industrierobotern erklären. Auf der anderen Seite könnten neuproduzierte Industrieroboter auch exportiert worden sein, so dass die Anzahl der in Deutschland produzierten Roboter die der neu installierten Roboter übersteigt.

Tabelle 4: Zugänge an Industrierobotern nach Tätigkeiten in Deutschland

IFR		2008	2009	2010	2011	2010-11	Anteile 2011
Klasse						in %	in %
000	Unspezifisch	977	749	1.180	1329	12,6	6,8
100	Fertigungsroboter	8.884	5.023	6.803	8572	26,0	43,9
111	Fertigungsroboter für Metallgießen	316	85	99	122	23,2	0,6
112	Fertigungsroboter für Formen pressen	1.750	828	1.410	1459	3,5	7,5
113	Fertigungsroboter für Stanzen/Schmieden/Biegen	166	80	116	120	3,4	0,6
114	Roboter für die Bestückung von Werkzeugmaschinen	945	347	488	816	67,2	4,2
115	Fertigungsroboter für andere Prozesse	473	336	336	400	19,0	2,0
116	Fertigungsroboter für Messungen/Inspektionen/Tests	224	103	141	147	4,3	0,8
117	Fertigungsroboter für Palettieren	497	290	389	494	27,0	2,5
118	Fertigungsroboter für Packen, Abspritzen/Abklopfen, Plazieren	683	459	866	1.128	30,3	5,8
119	Materialfertigung	3.830	2.495	2.958	3.886	31,4	19,9
160	Schweißen	3.486	1.376	4.129	6.468	56,6	33,1
161	Lichtbogenschweißen	1.248	611	899	1.061	18,0	5,4
162	Punktschweißen	1.877	684	3.087	4.699	52,2	24,1
163	Laserschweißen	54	32	61	46	-24,6	0,2
164	übrige Schweißverfahren	276	35	82	589	618,3	3,0
165	Löten (Soldering)	31	14	0	73	-	0,4
170	Auftragen	473	305	526	718	36,5	3,7
171	Malen und Beschichten	165	64	132	225	70,5	1,2
172	Auftragung von Klebstoffen, Abdichtungsmaterial oder ähnliches Material	238	201	279	382	36,9	2,0
179	sonstige auftragende/sprühende Tätigkeiten	70	40	115	111	-3,5	0,6
190	Weiterverarbeitung	385	367	421	576	36,8	2,9
191	Laserschneiden	3	9	28	40	42,9	0,2
192	Wasserstrahlschneiden	17	5	2	15	650,0	0,1
193	mechanisches Schneiden/Schleifen/Entgraten/Mahlen/Polieren	223	190	212	197	-7,1	1,0
199	andere weiterverarbeitende Tätigkeiten	142	163	179	324	81,0	1,7
200	Montieren und Demontieren	631	341	468	1.519	224,6	7,8
201	Fixieren, Presspassen	67	27	23	52	126,1	0,3
202	Montieren, Festspannen, Einsetzen	534	289	429	1.263	194,4	6,5
203	Demontieren	1	0	0	0	0,0	0,0
209	sonstige Montagearten	29	25	16	204	1175,0	1,0
900	Andere	252	346	534	351	-34,3	1,8
	Summe	15.088	8.507	14.061	19.533	38,9	100,0
	- nichts vorhanden bzw. nicht ermittelbar.						
	Eigene Berechnungen nach Angaben des World Robotics Report 2012.						

Unter den Zugängen 2011 wurden 6.468 Zugänge bei den Schweißrobotern gemeldet. Das sind 57 % mehr Neuzugänge als noch im Jahr 2010. Den größten Anteil unter den neuen Schweiß-Robotern machten die Punktschweißroboter mit mehr als 4.699 Neuinstallationen aus. Es wurden 1.061 neue Lichtbogenschweißroboter und 589 übrige Schweißroboter für sonstige Verfahren installiert. Die Zahl der neuen Lötroboter (73), Laserschweißroboter (46) und Laserschneidroboter (40) liegt deutlich unter 100. Darüber hinaus wurden noch 382 neue Klebroboter installiert, so dass man auf 6.890 FTB-Roboter kommt¹⁶. Das Verhältnis der Einsatzgebiete der Roboter für die verschiedenen FTB-Techniken ist bei den Neuinstallationen

¹⁶ 6.468 Schweißroboter+382 Klebroboter+40 Laserschneidroboter.

ähnlich wie beim Bestand (vgl. Schaubild 1). Allerdings steckt in den Neuzugängen eine größere Streuung, so dass strukturelle Aussagen hinsichtlich der Bedeutung der Einsatzbereiche der FTB-Roboter besser über den Bestand getroffen werden sollten.

Abschließend soll noch das Verhältnis zwischen Neuzugängen und Bestand bei den FTB-Robotern (Schweißroboter, Klebroboter, Laserschneidroboter) in Deutschland quantifiziert werden: Es beträgt 44.219 zu 6.890 bzw. 1 zu 6, so dass auf 6 FTB-Roboter im Bestand ein Neuzugang kommt. Betrachtet man nicht allein die FTB-Roboter, sondern alle Roboter, so betrug dieses Verhältnis 1 zu 8. Die Umschlagshäufigkeit der FTB-Roboter liegt geringfügig unter denen aller Industrieroboter.

Neben den Tätigkeitsbereichen der Roboter ist auch ihr Brancheneinsatz interessant. In der Tabelle 5 wurde der *Bestand* der Industrieroboter nach Branchen¹⁷ ausgewertet. Die insgesamt 157.241 Industrieroboter aus dem Jahr 2011 werden mit Abstand zum größten Teil (84.696 Stück oder 54 %) im Fahrzeugbau eingesetzt. Gegenüber 2010 vergrößerte sich der Roboterbestand in dieser Branche um knapp 7 %; das ist geringfügig mehr als die Wachstumsrate im Branchendurchschnitt (6,1 %). Weitere wichtige Einsatzbereiche für Industrieroboter sind die Metallherzeugung sowie die Chemie- und Kunststoffbranche mit jeweils rund 11 % aller Roboter im Bestand.

¹⁷ Die hier genannten Branchen entsprechen den gleichnamigen Produktionsbereichen der Klassifikation der Wirtschaftszweige WZ2008.

Tabelle 5: Bestand an Industrierobotern nach Branchen in Deutschland

		2008	2009	2010	2011	2010-11 in %	Anteil 2011 in %
A+B	Landwirtschaft	23	34	39	64	64,1	0,0
C	Bergbau	1	1	1	1	0,0	0,0
D	Verarbeitendes Gewerbe	135.546	134.379	136.941	142.680	4,2	90,7
10-12	Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung	4.645	5.083	5.708	5.754	0,8	3,7
13-15	Textil- und Bekleidungs-, Ledergewerbe	173	169	187	231	23,5	0,1
16	Holzgewerbe	3.129	2.662	1.907	1.019	-46,6	0,6
17-18	Papier-, Verlags-, Druckgewerbe	713	663	620	578	-6,8	0,4
19-22	Chemische- und Kunststoffwaren	16.560	16.724	16.692	16.940	1,5	10,8
19	Chemische, Pharmazeutische Produkte, Kosmetik	788	911	1.118	1.303	16,5	0,8
20-21	unspezifische, chemische Petroleumprodukte	0	0	2	4	100,0	0,0
22	Gummi- und Kunststoffwaren	7.656	8.495	9.629	10.946	13,7	7,0
	Chemische Produkte, nicht spezifiziert	8.116	7.318	5.943	4.687	-21,1	3,0
23	Glasgewerbe, Keramik, Verarb. v. Steinen und Erden	2.531	2.691	2.631	2.485	-5,5	1,6
24-28	Metalle (ohne 26-27)	17.047	17.308	17.664	18.339	3,8	11,7
24	Basismetalle (Eisen, Stahl, Aluminium, Kupfer, Chrom)	2.578	2.540	2.486	2.236	-10,1	1,4
25	Metallerzeugnisse	6.940	7.196	7.521	8.078	7,4	5,1
28	Industriemaschinen	7.529	7.572	7.657	8.025	4,8	5,1
26-27	Elektronik	7.879	7.618	7.535	7.829	3,9	5,0
275	Haushaltgeräte	1.037	1.188	1.278	1.383	8,2	0,9
271	Elektrische Maschinen	228	262	377	523	38,7	0,3
260	Elektronische Komponenten	370	443	528	607	15,0	0,4
261	Semikonduktoren, LCD	569	811	989	1.412	42,8	0,9
262	Büromaschinen, Rechenmaschinen	173	173	173	182	5,2	0,1
263	Nachrichtentechnik	365	415	502	546	8,8	0,3
264	Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik	932	1.011	1.043	1.124	7,8	0,7
	unspezifische elektrische Maschinen	4.205	3.315	2.645	2.052	-22,4	1,3
29	Fahrzeugbau	78.283	76.970	79.307	84.696	6,8	53,9
291/2	Motorfahrzeuge, Motoren	39.443	41.162	45.843	53.140	15,9	33,8
293	Teile und Zubehör für Motorfahrzeuge	24.608	26.026	28.322	31.556	11,4	20,1
	Unspezifische Fahrzeuge	14.232	9.782	5.142	0	-100,0	0,0
30	Übrige Transportausstattungen	591	522	546	587	7,5	0,4
91	Übriges Verarbeitendes Gewerbe	3.995	3.969	4.144	4.222	1,9	2,7
E	Energie- und Wasserversorgung	16	20	20	20	0,0	0,0
F	Baugewerbe	108	110	117	88	-24,8	0,1
P	Forschung- und Entwicklung, Ausbildung	2.353	1.925	1.854	1.779	-4,0	1,1
90	Übrige Branchen	0	47	64	117	82,8	0,1
99	Unspezifisch	6.596	7.617	9.220	12.492	35,5	7,9
	Summe	144.643	144.133	148.256	157.241	6,1	100,0
	- nichts vorhanden bzw. nicht ermittelbar.						
	Eigene Berechnungen nach Angaben des World Robotics Report 2012.						

Tabelle 6: Zugänge an neuen Industrierobotern nach Branchen in Deutschland

		2008	2009	2010	2011	2010-11	Anteil 2011
						in %	in %
A+B	Landwirtschaft	3	11	9	27	200,0	0,1
C	Bergbau	1	0	0	0	-	0,0
D	Verarbeitendes Gewerbe	13.645	7.263	12.165	15.988	31,4	81,9
10-12	Ernährungsgewerbe und Tabakverarbeitung	651	615	913	442	-51,6	2,3
13-15	Textil- und Bekleidungs-, Ledergewerbe	6	14	62	63	1,6	0,3
16	Holzgewerbe	54	23	46	57	23,9	0,3
17-18	Papier-, Verlags-, Druckgewerbe	23	16	24	36	50,0	0,2
19-22	Chemische- und Kunststoffwaren	2.075	962	1.343	1.504	12,0	7,7
19	Chemische, Pharmazeutische Produkte, Kosmetik	155	123	207	185	-10,6	0,9
20-21	unspezifische, chemische Petroleumprodukte	0	0	2	2	0,0	0,0
22	Gummi- und Kunststoffwaren	1.920	839	1.134	1.317	16,1	6,7
	Chemische Produkte, nicht spezifiziert	0	0	0	0	-	0,0
23	Glasgewerbe, Keramik, Verarb. v. Steinen und Erden	324	364	133	122	-8,3	0,6
24-28	Metalle (ohne 26-27)	2.903	1.199	1.705	2.035	19,4	10,4
24	Basismetalle (Eisen, Stahl, Aluminium, Kupfer, Chrom)	191	85	91	126	38,5	0,6
25	Metallerzeugnisse	1.893	528	768	916	19,3	4,7
28	Industriemaschinen	819	586	846	993	17,4	5,1
26-27	Elektronik	577	699	700	981	40,1	5,0
275	Haushaltgeräte	194	151	90	105	16,7	0,5
271	Elektrische Maschinen	43	34	115	146	27,0	0,7
260	Elektronische Komponenten	93	73	85	79	-7,1	0,4
261	Semikonduktoren, LCD	156	242	178	423	137,6	2,2
262	Büromaschinen, Rechenmaschinen	12	0	0	9	-	0,0
263	Nachrichtentechnik	8	50	87	44	-49,4	0,2
264	Medizin-, Mess-, Steuer-, Regelungstechnik	71	149	145	175	20,7	0,9
29	Fahrzeugbau	6.794	3.137	6.977	10.531	50,9	53,9
291/2	Motorfahrzeuge, Motoren	4.880	1.719	4.681	7.297	55,9	37,4
293	Teile und Zubehör für Motorfahrzeuge	1.914	1.418	2.296	3.234	40,9	16,6
2931	Metallprodukte	0	938	1.328	2.010	51,4	10,3
2932	Gummi und Kunststoffe	0	301	694	429	-38,2	2,2
2933	Elektro/Elektronik	0	2	31	300	867,7	1,5
2934	Glas	0	0	13	19	46,2	0,1
2939	Übrige unspezifische Teile und Zubehör	0	114	109	476	336,7	2,4
30	Übrige Transportausrüstungen	39	40	33	52	57,6	0,3
91	Übriges Verarbeitendes Gewerbe	199	194	229	165	-22,9	0,8
E	Energie- und Wasserversorgung	0	4	4	1	-75,0	0,0
F	Baugewerbe	0	8	27	5	-81,5	0,0
P	Forschung- und Entwicklung, Ausbildung	98	153	149	162	8,7	0,8
90	Übrige Branchen	0	47	17	53	211,8	0,3
99	Unspezifisch	1.341	1.021	1.690	3.297	95,1	16,9
	Summe	15.088	8.507	14.061	19.533	38,9	100,0
	- nichts vorhanden bzw. nicht ermittelbar.						
	Eigene Berechnungen nach Angaben des World Robotics Report 2012.						

Diese typischen Einsatzbereiche kann man auch bei den Neuinstallationen erkennen. Tabelle 6 enthält die *Zugänge* an Industrierobotern, aufgeteilt nach Branchen. Wie schon im Vorgängergutachten sind auch im Jahr 2011 die meisten Neuinstallationen im Bereich des Fahrzeugbaus mit 10.531 Stück zu beobachten. Dies entspricht einem Anteil an allen Neuinstallationen von fast 54 %. Jeder zweite neue Industrieroboter wandert also in den Fahrzeugbau. Dabei wird der größte Teil der Installationen bei den Motorfahrzeugen und Motoren getätigt (7.297). Bei den Teilen und Zubehör für Motorfahrzeuge wurden 3.234 neue Roboter installiert. Darüber hinaus wurden in der Branche der Metallerzeuger 2.035 Roboter installiert. Erwähnens-

wert ist noch die Chemie- und Kunststoffwarenbranche; dort kam es zu 1.504 Neuinstallationen. Über die übrigen Branchen streut die Zahl der Neuinstallationen weit – ohne nennenswerte Schwerpunktbildung.

Für die FTB-Roboter lagen aus dem World Robotics Report lediglich Stückzahlen vor. Benötigt werden zur Abschätzung des Produktionswertes jedoch Wertgrößen in Form von Produktionswerten. Darüber hinaus muss – wie weiter vorne erwähnt – ein Aufschlag für die Roboterperipherie abgeschätzt werden. Die Produktionsstatistik liefert als durchschnittlichen Produktionswert für Mehrzweck-Industrieroboter eine Wert von 35.000 €, der World Robotics Report nennt durchschnittliche Stückpreise für Schweißroboter von rund 45.000 € für das Jahr 2011. In Absprache mit dem DVS kann man für Sicherheitseinrichtung wie Einzäunung, Lichtschranken, Handhabungseinrichtungen wie Spann-, Manipulations-, und Wechseleinrichtungen sowie ein Online-Nahtverfolgungssystem mit dem dreifachen Wert des Roboters oder/und der Schweißanlage veranschlagen. Um nicht Gefahr einer Überschätzung des Produktionswertes zu laufen wird nun angenommen, dass der durchschnittliche Produktionswert für einen Industrieroboter 100.000 € beträgt. Multipliziert man diesen durchschnittlichen Produktionswert mit der Anzahl der Neuinstallationen (6.890), so erhält man den gesamten Produktionswert der FTB-Roboter in Höhe von 689 Mio. €. ¹⁸ Somit tragen die FTB-Roboter mit einem Produktionswert von 689 Mio. € zum Effekt I bei.

Tabelle 7: Weitere Kenngrößen zu Fügerobotern in Deutschland

Fügeroboter	2009	2010	2011
Bestand	40.601	41.366	44.219
Zugänge	1.586	4.436	6.890
Verhältnis Bestand zu Zugängen	25,6	9,3	6,4
Verhältnis Schweißroboter zu Fügerobotern im Bestand	0,932	0,933	0,934
Verhältnis Fügeroboter zu Schweißrobotern im Bestand	1,073	1,072	1,071
Eigene Berechnungen nach Angaben des Word Robotics Report 2012.			

In Tabelle 7 sind noch einige weitere Informationen zu Fügerobotern in Deutschland angegeben. Es fällt auf, dass es im Jahr 2009 außerordentlich wenige Zugänge an Fügerobotern gab. Auf 25 Roboter im Bestand entfiel ein Neuzugang. Im Jahr 2010 kam wieder auf 9 Roboter im Bestand 1 Neuzugang. Im Jahr 2011 hat sich diese Wachstumsgeschwindigkeit bei den Neuinstallationen wieder etwas verringert: auf 6 Roboter im Bestand folgt ein Neuzugang. Darüber hinaus kann man erkennen, dass die Schweißroboter unter den Fügerobotern den größten Anteil innehaben. Rund 93 % aller Fügeroboter sind Schweißroboter. Dieser Anteil ist über die Jahre konstant geblieben.

¹⁸ 100.000 € durchschnittlicher Produktionswert je Fügeroboter einschließlich Peripherie·6.890 neue FTB-Roboter=689 Mio. €.

3.8 Zusammenfassung: Produktionswert FTB-Technik und deren zugehörige Wertschöpfung und Beschäftigung (Effekt I)

Aus den bisher gesammelten Informationen über die Produktionswerte der verschiedenen füge-, trenn- und beschichtetechnischen Geräte und Einrichtungen lässt sich nun der Effekt I, die direkten Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte aus der Herstellung von FTB-Technik quantifizieren.

Aus der Schweiß-, Löt- und Trenntechnik werden 100 % des Produktionswertes – das sind in Deutschland rund 2,2 Mrd. €¹⁹ – dem Effekt I zugerechnet (Tabelle 8). Da von der Klebtechnik nur das strukturelle Kleben erfasst werden soll und aus der Produktionsstatistik nicht erkennbar ist, welche Klebmaschinen für welche klebtechnischen Prozesse eingesetzt werden, darf die Klebtechnik nur anteilig berücksichtigt werden. In Absprache mit dem DVS wurde der strukturellen Klebtechnik ein Anteil von 30 % an der gesamten Klebtechnik zugerechnet.²⁰ Dies ergibt einen Beitrag von 429 Mio. €.²¹ Aus der Niettechnik wurde die Hälfte des Produktionswertes den FTB-Techniken zugeordnet, es verbleiben also 143 Mio. €. Beim thermischen Spritzen wurde der Produktionswert von knapp 18 Mio. € komplett der FTB-Technik zugerechnet. Da die optischen Bestandteile der Laser auch in anderen Prozessen als den hier betrachteten FTB-Prozessen eingesetzt werden, wird hier nur ein Anteil von 6 % an der Gesamtproduktion dem Effekt I (41 Mio. €) zugerechnet. Darüber hinaus müssen noch die Laserschweiß- und Laserstrahlschneidergeräte (240 Mio. €) mit berücksichtigt werden, so dass sich ein Beitrag der Lasertechnik von 281 Mio. € ergibt. Die Fügeroboter tragen mit einem Produktionswert von 689 Mio. € zum Effekt I bei.

Zusammen ergibt sich damit für das Jahr 2011 im Effekt I – der direkte Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekt aus der Herstellung von FTB-Technik – ein Produktionswert für Füge-, Trenn- und Beschichtetechnik in Höhe von knapp 3,8 Mrd. €. Dieser Wert übersteigt den Produktionswert der Füge-technik aus dem Vorgängergutachten (2007: 2,6 Mrd. €) um 46 %. Ein Teil ist sicherlich auf die stärkere Berücksichtigung der Klebtechnik durch die Vergrößerung ihres zu berücksichtigenden Anteils zurück zu führen. Im Vorgängergutachten ging die Klebtechnik mit einem Produktionswert von nur 112 Mio. € ein. Ein anderer Teil dieses beachtlichen Wachstums ist sicherlich auf die methodisch abweichende Abschätzung des Produktionswertes der Fügeroboter (nun: einschließlich Peripherie) zurückzuführen. Vergleicht man die Produktionswerte Füge-technik ohne Fügeroboter, so erhält man noch rund 3,1 Mrd. €. Der korrespondierende Wert aus dem Vorgängergutachten betrug 2,4 Mrd. €. Das entspricht einem Wachstum von fast 30 % oder einer jahresdurchschnittlichen Wachstumsrate von fast 7 %.

¹⁹ Das sind 1,56 Mrd. € aus der Schweiß-, Löt- und Trenntechnik sowie 679 Mio. € Teile und Zubehör.

²⁰ Die je nach FTB-Technik zu berücksichtigenden – teilweise nur – anteiligen Produktionswerte sind zur besseren Übersichtlichkeit in den Tabellen 1b bis 1d und Tabelle 2 grau unterlegt.

²¹ Im Vorgängergutachten betrug der Anteil nur 15 %, so dass der Produktionswert der strukturellen Klebtechnik nur unter Einschränkung mit dem Vorgängergutachten verglichen werden sollte.

Tabelle 8: Abschätzung des Produktionswertes, der Wertschöpfung und Beschäftigung der Herstellung von FTB-Technik in Deutschland

	Produktionswert			Quelle
	2007	berücksichtiger	2011	
	Vorgängerstudie in Mio. €	Anteil in %	Aktualisierung in Mio. €	
Schweiß-, Löt-, Trenntechnik	1.997	100	2.240	²
Klebtechnik	112	30	429	2,4
Niettechnik	81	50	143	²
Thermisches Spritzen	17	100	18	⁴
Laser (optische Bestandteile)	22	6	41	⁴
Laser (Infrastruktur)	211	100	240	⁴
FTB-Roboter	111	100	689	³
Summe Fügetechnik	2.551		3.799	
Abschätzung für die Vorleistungen				
Vorleistungsquote (in %) der Hersteller fügetechnischer Geräte	62		64,9	⁵
Vorleistungen in Mill. €.....	1.581		2.466	⁵
Abschätzung für die Wertschöpfung				
Wertschöpfungsquote (in %) der Hersteller fügetechnischer Geräte	38		35,1	⁵
Bruttowertschöpfung in Mio. €.....	970		1.332	⁵
mit der Bruttowertschöpfung verbundene Beschäftigung	14.893		18.332	⁵
nachrichtlich: Arbeitsproduktivität (BWS/ET in 1000 €)	65		73	⁵
¹ Vorgängerstudie 2007.				
² Statistisches Bundesamt: Statistik des Produzierenden Gewerbes.				
³ World Robotics Report 2012, Daten für 2011.				
⁴ Nach Angaben des DVS.				
⁵ Statistisches Bundesamt: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Fachserie 18, Reihe 3.1. Eigene Berechnungen.				

Die Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik gehört zur übergeordneten Branche des Maschinenbaus. Unterstellt man nun, dass die Produktionsprozesse für FTB-Technik strukturell nicht grundsätzlich anders ablaufen als im Maschinenbau generell – eine Annahme, die auf diesem hohen Aggregationsniveau sicherlich gerechtfertigt ist – kann man Aussagen über die durchschnittlich benötigten Vorleistungen und die entstandene Bruttowertschöpfung treffen. Bei einer Vorleistungsquote²² von rund 65 % im Maschinenbau, die auf die FTB-Technik übertragen werden soll, ergeben sich Vorleistungen in Höhe 2,47 Mrd. € (Tabelle 8). Im Vorgängergutachten 2007 betragen die Vorleistungen nur 1,58 Mrd. €.

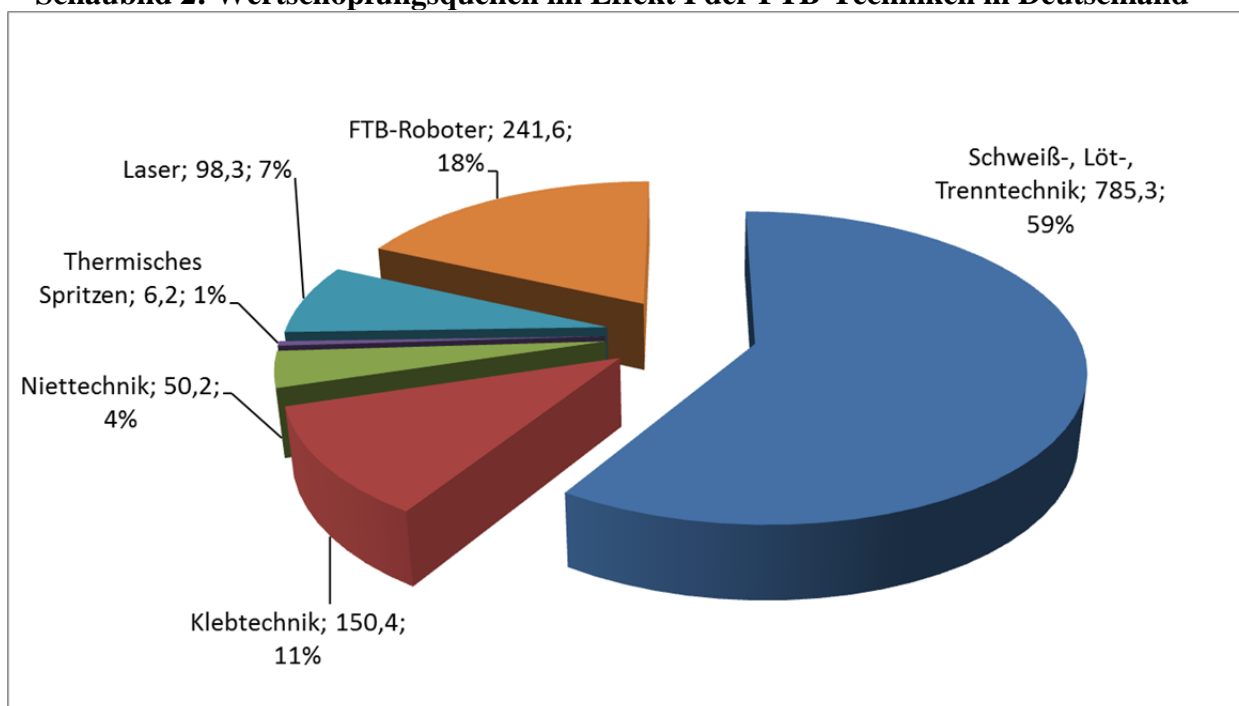
²² Anteil der Vorleistungen am Produktionswert, beides in jeweiligen Preisen im Jahr 2011.

Überträgt man die Wertschöpfungsquote²³ von rund 35 % im Maschinenbau auf die FTB-Technik, erhält man eine Wertschöpfung von 1,33 Mrd. € die mit der Herstellung von füge-, trenn- und beschichtetechnischen Geräten verbunden ist. Der direkte Wertschöpfungseffekt aus der Herstellung von FTB-Technik (Effekt I) beträgt also 1,33 Mrd. €. Im Vorgängergutachten 2007 resultierte aus dem Effekt I eine direkte Wertschöpfung von 970 Mio. €.

Ausgehend von der Bruttowertschöpfung lässt sich unter Verwendung der durchschnittlichen Arbeitsproduktivitäten (Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen je Erwerbstätigen) die mit der Wertschöpfung verbundene Beschäftigung ermitteln. Unterstellt man eine für die Herstellung von FTB-Techniken ähnliche Arbeitsproduktivität von rund 73.000 € wie im Maschinenbau, so sind mit der inländischen Produktion von FTB-Technik rechnerisch 18.332 Beschäftigte direkt verbunden. Der direkte Beschäftigungseffekt aus der Herstellung von FTB-Technik (Effekt I) beträgt also reichlich 18.000 Personen.

Im Vergleich zum Vorgängergutachten 2007 mit knapp 15.000 direkt mit der Herstellung von FTB-Technik verbundenen Beschäftigten, kommt es durch die Aktualisierung der Zahlen trotz der gestiegenen Arbeitsproduktivität zu einer Erhöhung der Beschäftigtenzahl um ein Fünftel.

Schaubild 2: Wertschöpfungsquellen im Effekt I der FTB-Techniken in Deutschland



Die Struktur der Wertschöpfungsquellen der Herstellung von FTB-Technik (Effekt I) zeigt Schaubild 2. Auf die Schweißtechnik entfallen knapp 60 % oder 785 Mio. € der gesamten Wertschöpfung durch FTB-Technik. An zweiter Stelle stehen die FTB-Roboter, die einen Wertschöpfungsbeitrag von 242 Mio. € leisten. Das entspricht einem Anteil von knapp einem Fünftel. Auf die Klebtechnik entfällt gut ein Zehntel der gesamten Wertschöpfung durch FTB-Technik. Das sind 150 Mio. €. Danach folgt die Lasertechnik mit einem Wertschöp-

²³ Anteil der Bruttowertschöpfung am Produktionswert, beides in jeweiligen Preisen im Jahr 2011.

fungsbeitrag von 7 % oder knapp 100 Mio. €. Die Niettechnik und die Technik zum thermischen Spritzen tragen nur zu einem geringen Teil (4% oder 50 Mio. € bzw. 1 % oder 6 Mio. €) zur gesamten Wertschöpfung der FTB-Technik in Deutschland bei.

3.9 Faktoreinsatz, Vorleistungen und Verflechtungsstruktur der Hersteller von FTB-Technik

Die ermittelten Werte für die Wertschöpfung sollen nun weiter in ihre Komponenten bzw. die Vorleistungen nach liefernden Produktionsbereichen aufgeschlüsselt werden, um den Faktoreinsatz und die Verflechtungsstruktur der Hersteller von FTB-Technik detailliert darzustellen. Da keine statistischen Quellen über die Produktionsprozesse speziell von FTB-Technik existieren, müssen Informationen über annähernd vergleichbare Herstellungsverfahren herangezogen werden. Die Kostenstruktur des Maschinenbaus insgesamt soll im Weiteren als Indikator für die spezielle Kostenstruktur der Hersteller von FTB-Technik dienen. Damit verbunden ist die Annahme, dass die Hersteller von FTB-Technik ähnliche Materiallieferungen und Vorleistungen benötigen wie die Hersteller von Maschinen im Allgemeinen. Ferner wird unterstellt, dass die durchschnittlichen Löhne und Gehälter, die von den Herstellern von FTB-Technik gezahlt werden, nicht signifikant vom Durchschnitt im Maschinenbau abweichen. Darüber hinaus werden für die Hersteller von FTB-Technik ähnliche Betriebsüberschüsse und Abschreibungsraten auf den Maschinenpark unterstellt wie im Maschinenbau insgesamt.

Der wichtigste Produktionsbereich, der Vorleistungen zur Herstellung von FTB-Technik liefert, ist der Maschinenbau selber. Damit unterscheidet sich die Produktion von FTB-Technik nicht von der Produktion anderer Güter, da in der quadratischen Vorleistungsverflechtungsmatrix, in der das Aufkommen und die Verwendung von Vorleistungen nach Branchen angegeben ist, die Elemente auf der Hauptdiagonalen innerhalb einer Spalte bzw. eines Produktionsbereiches immer den größten Anteil ausmachen: brancheneigene Vorleistungen werden häufiger bezogen als branchenfremde.

Die Hersteller von FTB-Technik beziehen knapp ein Drittel der gesamten benötigten Vorleistungen in Höhe von 2.455 Mio. €²⁴ aus dem Maschinenbau (Tabelle 9). Der Wert dieser Vorleistungen beträgt 784 Mio. €. Weitere wichtige Lieferanten von Vorleistungen für die FTB-Gerätehersteller sind die Hersteller vom Metallerzeugnissen mit einem Anteil von knapp 12 % oder 281 Mio. € an allen nachgefragten Vorleistungen, die Dienstleistungen der Rechts-, Steuer- und Unternehmensberatung mit einem Anteil von knapp 6 % oder 140 Mio. €, die Großhandelsleistungen mit 5,6 % oder 139 Mio. €, Roheisen und Stahl mit 5,3 % oder 130 Mio. €. Weitere wichtige Vorleistungslieferanten sind die Elektrischen Ausrüstungen (104 Mio. €), die Gießereierzeugnisse (99 Mio. €) und die Gummi und Kunststoffwaren mit 91 Mio. € Lieferumfang. Der gesamte Dienstleistungsanteil, der in den FTB-Geräten steckt, beträgt fast ein Drittel.

²⁴ Addiert man zu diesem Wert noch die Gütersteuern abzüglich Gütersubventionen, so erhält man die Vorleistungen zu Anschaffungspreisen, die mit 2.466 Mio. € bereits in Tabelle 8 genannt wurden.

Tabelle 9: Vorleistungen, Wertschöpfungskomponenten und Güteraufkommen der Hersteller von FTB-Technik in Deutschland

	Maschinenbau	FTB- Hersteller	Anteile	Anteile
	in Mio. €	in Mio. €	in %	in %
Gütergruppen				
Maschinen	45 639	784	31,9	
Metallerzeugnisse	16 369	281	11,5	
Dienstleistungen der Rechts-, Steuer- und Unternehmensberatung	8 127	140	5,7	
Großhandelsleistungen (ohne Handelsleistungen mit Kfz)	8 073	139	5,6	
Roheisen, Stahl, Erzeugn. der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl	7 540	130	5,3	
Elektrische Ausrüstungen	6 082	104	4,3	
Gießereierzeugnisse	5 747	99	4,0	
Gummi- und Kunststoffwaren	5 317	91	3,7	
DV-Geräte, elektron. Bauelem. u. Erzeugn. f. Telekomm. u. Unterhaltg.	4 289	74	3,0	
Kraftwagen und Kraftwagenteile	3 057	53	2,1	
Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen	2 827	49	2,0	
Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens	2 618	45	1,8	
Wach-, Sicherheitsdienstlg., wirtschaftl. Dienstleistg. a.n.g	2 310	40	1,6	
Dienstleistg. v. Architektur- u. Ing.büros u.d..techn.,physik.U.suchung	2 041	35	1,4	
Lagereleistungen, sonstige Dienstleistungen für den Verkehr	1 978	34	1,4	
Chemische Erzeugnisse	1 961	34	1,4	
NE-Metalle und Halbzeug daraus	1 608	28	1,1	
Finanzdienstleistungen	1 559	27	1,1	
Elektr. Strom, Dienstleistg. der Elektriz., Wärme- und Kälteversorg.	1 552	27	1,1	
Einzelhandelsleistungen (ohne Handelsleistungen mit Kfz)	1 461	25	1,0	
Landverkehrs- und Transportleistungen in Rohrfernleitungen	1 401	24	1,0	
Sonstige	11 392	196	8,0	
Vorleistungen der Produktionsbereiche (Sp. 1 bis Sp. 73) bzw. letzte Verwendung von Gütern (Sp. 75 bis Sp. 83)	142 948	2 455	100,0	
Vorleistungen der Produktionsbereiche (Sp. 1 bis Sp. 73) bzw. letzte Verwendung von Gütern (Sp. 75 bis Sp. 83)	142 948	2 455	64,6	51,7
Gütersteuern abzüglich Gütersubventionen	963	11	0,4	0,2
Vorl. der Produktionsbereiche (Sp.1 bis Sp. 73) bzw. letzte Verwendung von Gütern (Sp. 75 bis Sp. 83) zu Anschaffungspreisen	143 911	2 466	64,9	51,9
Arbeitnehmerentgelt im Inland	49 513	849	22,3	17,9
Sonstige Produktionsabgaben abzüglich sonstige Subventionen	104	2	0,0	0,0
Bruttobetriebsüberschuss	28 054	481	12,7	10,1
Bruttowertschöpfung	77 671	1 332	35,1	28,0
Produktionswert	221 582	3 799	100,0	79,9
darunter: Firmeninterne Lieferungen und Leistungen	51	1		0,0
Importe gleichartiger Güter zu cif-Preisen	71 201	955		20,1
Gesamtes Aufkommen an Gütern	292 783	4 753		100,0
nachrichtlich: Anteil der Dienstleistungen an den Vorleistungen in %	30	31,7		

Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes.

Der Produktionswert der FTB-Technik in Höhe von 3,8 Mrd. € teilt sich – wie bereits erwähnt – zu 64,9 % auf die Vorleistungen (2,47 Mrd. €) und zu 35,1 % auf die Bruttowertschöpfung (1,33 Mrd. €) auf, die sich ihrerseits – die Aufteilung der Wertschöpfung in ihre Komponenten wird in Analogie zum Maschinenbau geschätzt – aus 849 Mio. € Arbeitnehmerentgelten

und rund 480 Mio. € Bruttobetriebsüberschuss zusammensetzt. Die Importe von FTB-Geräten lassen sich hingegen exakt aus der Außenhandelsstatistik ermitteln. Zu jeder GP-Nummer aus der Produktionsstatistik existiert i.d.R. eine zugehörige WA-Nummer der Außenhandelsstatistik, so dass die Importe von FTB-Geräten genau berechnet werden können. Es ergibt sich für 2011 ein Importwert von Schweißtechnik im Wert von 555 Mio. €. ²⁵ Der Importwert der FTB-Technik insgesamt beträgt nach einer Abschätzung über das Verhältnis FTB-Technik zu Schweißtechnik rund 955 Mio. €. Damit betragen die Importe knapp 21 % des Güteraufkommens von 4,75 Mrd. €, so dass fast jedes fünfte Geräte für FTB-Technik aus dem Ausland stammt.

3.10 Wertschöpfungsbeitrag aus der Produktion von FTB-Technik im vereinfachten Input-Output-Schema

Die bisherigen Überlegungen dienten der Vorbereitung einer Input-Output-Analyse, um Multiplikatorwirkungen einer Nachfrageveränderung nach FTB-Technik auf die Gesamtwirtschaft zu quantifizieren. Dazu ist es nötig, die Verflechtungsstruktur der Hersteller von FTB-Technik in ein Input-Output-Schema einzupassen.

In Übersicht 1 wird diese Verflechtung der Hersteller von FTB-Technik in einer vereinfachten Input-Output-Tabelle schematisch dargestellt. Zeilenweise gelesen gibt das Schema an, in welchen Produktionsbereichen welche Mengen an produzierter FTB-Technik zur Weiterverarbeitung eingesetzt werden (Zwischennachfrage). Darüber hinaus kann abgelesen werden, wie viel der produzierten FTB-Technik von den privaten Verbrauchern, dem Staat, den privaten Investoren oder dem Ausland nachgefragt werden (Endnachfrage). Die Zwischennachfrage für die Weiterverarbeitungsproduktion und die Endnachfrage addieren sich zur gesamten Verwendung von Gütern. Spaltenweise gelesen stellt das Schema die Kostenstruktur der Hersteller von FTB-Technik nach Vorleistungslieferanten und Produktionsfaktoren dar. Hierbei werden die Güter und Dienstleistungen, die von den Vorleistungslieferanten an die Hersteller geliefert werden, von den Primärinputs unterschieden. Letztere umfassen die Entlohnung der Produktionsfaktoren, d.h. das Arbeitnehmerentgelt und den Betriebsüberschuss einschließlich der Abschreibungen. Diese zwei Größen addieren sich zur Bruttowertschöpfung. Die Summe aller empfangenen Vorleistungen und der Bruttowertschöpfung ergeben den Produktionswert. Addiert man die Importe gleichartiger Güter zum Produktionswert, so erhält man das gesamte Aufkommen an Gütern im Inland. Definitionsgemäß stimmt das gesamte Aufkommen an Gütern mit der gesamten Verwendung der Güter überein.

In der schematischen Darstellung der Verflechtungen der Hersteller von FTB-Technik mit ihren Vorleistungslieferanten und ihren Abnehmern wurde zur Vereinfachung angenommen, dass die private Nachfrage d.h. die Konsumausgaben der privaten Haushalte im Inland nach FTB -Technik zusammen mit der Nachfrage der Unternehmen nach FTB-Technik modelliert wird. ²⁶

²⁵ Hecht, Dieter; Kersting, Michael; Werbeck, Nicola (2012): Schweißen und Schneiden 2011 – Anhaltender Aufschwung trotz Staatsschuldenkrise, in: Schweißen und Schneiden, Jg. 64, H. 9, S. 560-575.

²⁶ Diese Zusammenfassung dient alleine der besseren Darstellbarkeit, so dass man nur eine inländische Endnachfragekomponente betrachten muss. Dies schränkt die Aussagefähigkeit der Multiplikatorergebnisse aus Kapitel 6 jedoch nicht ein: Die Multiplikatoreffekte eines auftretenden Nachfrageimpulses werden von dieser Annahme nicht beeinflusst, da der Nachfrageimpuls innerhalb der Multiplikatoranalyse nicht weiter aufgesplittet

In spaltenweiser Betrachtung der Vorleistungsverflechtungsmatrix kann jetzt die Kostenstruktur der Hersteller von FTB-Technik abgelesen werden, wobei die Spaltenwerte in dem vereinfachten Input-Output-Schema in Übersicht 1 die Wertschöpfungskomponenten und Inputstruktur aus Tabelle 9 in aggregierter Form wiedergeben. Um Zahlenwerte für die entsprechende Zeile des Input-Output-Schemas für die Verwendung von FTB-Technik für die Zwischennachfrage bzw. Weiterverarbeitungsproduktion und die in- und ausländische Endnachfrage zu ermitteln, müssen einige Annahmen getroffen werden, da aus statistischen Quellen nichts über das Größenverhältnis der einzelnen Nachfragekomponenten nach FTB-Technik bekannt ist.

Um die Verwendungszeile der Gütergruppe FTB-Geräte innerhalb des Input-Output-Schemas darstellen zu können, wird sowohl auf Näherungslösungen als auch – sofern vorhanden – auf exaktes Datenmaterial zurückgegriffen. Die Verwendungsstruktur der Gütergruppe Maschinen dient als Indikator für die Verwendungsstruktur der FTB-Technik, so dass Werte für die Zwischennachfrage, für die Investitionen sowie den Privaten Verbrauch abgeschätzt werden können. Die Exporte von FTB-Geräten lassen sich hingegen exakt aus der Außenhandelsstatistik ermitteln. Für die Exporte von Füge­robotern muss allerdings auf eine Näherungslösung zurückgegriffen werden, da die Außenhandelsstatistik diesen Posten nicht ausweist. Aus dem World Robotics Report 2012 wird für Industrieroboter eine Exportquote bezogen auf die inländische Produktion von 49 % genannt. Diese Quote wird ebenfalls für die Füge­roboter unterstellt. Die Exporte an Schweißtechnik betragen im Jahr 2011 1,96 Mrd. €. ²⁷ Zusammen mit den Exporten an übriger Füge­technik und Füge­robotern gelangt man zu einem geschätzten Exportwert von FTB-Technik in Höhe von knapp 3,4 Mrd. €. Damit betragen die Exporte von FTB-Technik bezogen auf das Güteraufkommen ²⁸ gut 70 %.

Da die Zeilensumme der Input-Output-Tabelle, d.h. die gesamte Verwendung von Gütern aufgrund der Restriktion „gesamtes Aufkommen = gesamte Verwendung“ bekannt ist, können nun alle fehlenden Werte in dem Input-Output-Schema ermittelt werden.

Hinsichtlich der Aufteilung der verbleibenden Nachfragekomponenten – das ist die Zwischennachfrage und die inländische Endnachfrage, die sich aus den Konsumausgaben der privaten Haushalte, des Staates sowie der Investitionsnachfrage zusammensetzt – werden analoge Strukturen wie im Maschinenbau angenommen. Damit ergibt sich eine geschätzte Zwischennachfrage in Höhe von 700 Mio. € und eine inländische Endnachfrage in Höhe von geschätzt 678 Mio. €. Die so rechnerisch ermittelten Eckwerte des vereinfachten Input-Output-Schemas werden für die späteren Modellrechnungen verwendet.

Im Vergleich zum Vorgängergutachten hat sich das Güteraufkommen an FTB-Technik von damals 3.3 Mrd. € auf nun fast 4,8 Mrd. € vergrößert. Das entspricht einem jahresdurchschnittlichen Wachstum von knapp 10 %. Die Importe haben sich von damals 710 auf jetzt 955 Mio. € vergrößert. Das sind jahresdurchschnittlich knapp 8 %. Die Exporte wuchsen von 2,4 Mrd. € auf 3,4 Mrd. €, jahresdurchschnittlich also um gut 8 %.

wird und es für die Wirkung nicht relevant ist, aus welcher Endnachfragekomponente der Nachfrageimpuls entstanden ist.

²⁷ Hecht, Dieter; Kersting, Michael; Werbeck, Nicola (2012): Schweißen und Schneiden 2011 – Anhaltender Aufschwung trotz Staatsschuldenkrise, in: Schweißen und Schneiden, Jg. 64, H. 9, S. 560-575.

²⁸ Das Güteraufkommen ist die Summe aus inländischer Produktion und Importen bzw. die Summe aus Verwendung zur Weiterverarbeitung, der Endnachfrage und den Exporten.

Der Produktionswert an FTB-Technik vergrößerte sich von 2,6 Mrd. € aus dem Jahr 2007 im Vorgängergutachten auf 3,8 Mrd. € jahresdurchschnittlich um 10 %. Die Vorleistungen wuchsen von 1,6 Mrd. € auf 2,5 Mrd. € jahresdurchschnittlich um knapp 12 %. Die Bruttowertschöpfung erhöhte sich von 970 Mio. € auf 1,3 Mrd. € jahresdurchschnittlich um 8 %.

Bei diesen Vergleichen mit dem Vorgängergutachten ist jedoch unbedingt zu berücksichtigen, dass sich im aktuellen Gutachten teilweise die Methodik der Erfassung geändert hat. So werden teilweise höhere Anteile der Produktionswerte der FTB-Technik zugerechnet, teilweise wurden abweichende, höhere Preise und damit auch Produktionswerte bei den Robotern vorgenommen. Ein direkter Vergleich ist somit nur eingeschränkt möglich. Die kräftigen Wachstumsraten der betrachteten ökonomischen Größen, Güteraufkommen, Produktionswerte, Vorleistungen und Bruttowertschöpfung fallen also möglicherweise tatsächlich etwas niedriger aus.

Übersicht 1: Schema einer erweiterten Input-Output-Tabelle

	Verwendung				Endnachfrage		Gesamte Verwendung
	Branche i i=1,...,23	H. v. FTB-Technik	Branche j j=25,...,71	Zwischen- nachfrage	Inland	Ausland	
					Investitionen und priv. Verbrauch	Exporte	
Gütergruppe i, i=1,...,23							
FTB-Technik		473		700	678	3.375	4.753
Gütergruppe j, j=25,...,71							
Vorleistungen zu Anschaffungspreisen		2.466					
Arbeitnehmerentgelt		849					
Sonst. Produktionsabg. - sonst. Subventionen		2					
Bruttobetriebsüberschuss		481					
Bruttowertschöpfung		1.332					
Produktionswert		3.799					
Importe		955					
Gesamtes Güteraufkommen		4.753					

4. Wertschöpfung aus dem Einsatz von FTB-Technik

4.1. Abgrenzung und Definition

In Kapitel 3 wurde die mit der Herstellung von FTB-Technik verbundene, direkte Wertschöpfung und Beschäftigung (Effekt I) bestimmt. Im Folgenden sollen die direkten Effekte durch die *Verwendung der FTB-Technik* in den fügeintensiven Branchen bei den Füge-, Trenn- und Beschichtungsprozessen (FTB-Prozesse) ermittelt werden. In diesem Zusammenhang ergeben sich mehrere unterschiedliche Wertschöpfungsquellen, deren Wertschöpfungsbeitrag einzeln quantifiziert wird:

- Im Rahmen der Verwendung der FTB-Technik in den FTB-Prozessen werden bestimmte Zusatzstoffe und Hilfsgüter benötigt. Hierzu gehören Schweißzusätze und -gase, Klebstoffe, Niete sowie Schutzkleidung und Schutzbrillen als komplementäre Güter, Entlüftungsmaschinen sowie Prüfmaschinen zur Kontrolle der Qualität der Werkteile. Darüber hinaus werden zur Qualifikation des Personals Schulungs- und Prüfungstätigkeiten durchgeführt. Die mit der Herstellung dieser Hilfsstoffe, Zusatzgüter und -dienstleistungen verbundene Wertschöpfung, muss der gesamten Wertschöpfung durch FTB-Technik zugerechnet werden (Effekt II).
- Diejenige Wertschöpfung, die direkt bei der Produktion in den fügeintensiven Branchen durch die Tätigkeit des Fügens, Trennens und Beschichtens entsteht, ist *anteilig* ebenfalls der gesamten Wertschöpfung durch FTB-Technik zuzurechnen (Effekt III). Dazu muss man auf die Beschäftigtenzahlen in den fügeintensiven Branchen zurückgreifen. Die Berechnung des Effektes III wird in drei Varianten durchgeführt:

(i) In Analogie zur Vorgängerstudie werden zum ersten diese Beschäftigtenzahlen mit Hilfe der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix errechnet.

(ii) Der DVS hatte im Jahr 2008 eine Befragung bei zwölf Schweißtechnischen Instituten bzw. Verbänden über die Zahl der Schweißer und dem Schweißen verwandte Berufe (Schweißaufsichtspersonen, Schweißfachingenieure usw.) vorgenommen. Da diese Befragung für das vorliegende Gutachten nicht wiederholt werden konnte, wurden die Stahlverbräuche als Indikatorvariable herangezogen, um die Beschäftigtenzahlen fortzuschreiben

(iii) Zum dritten werden die Beschäftigtenzahlen auf Basis der abgelegten Schweißerprüfungen, über die der DVS gesicherte Informationen besitzt, abgeschätzt.

Da der Effekt III am Gesamteffekt einen hohen Anteil hat, und da die Beschäftigtenzahlen, die zur Quantifizierung des Effektes III benötigt werden, sehr sensibel auf die getroffenen Annahmen und die verwendete Methodik reagieren, wurden die genannten drei Methoden verwendet, um eine Information über die Spannweite der resultierenden Beschäftigtenzahlen zu erhalten. Jede der drei Methoden verwendet also eine andere Datenbasis und nimmt an anderer Stelle Abschätzungen vor, so dass die Ergebnisse voneinander abweichen werden. Die Spannweite der Abweichungen gibt jedoch Aufschluss über die Robustheit der verwendeten Methoden.

4.2 Kostenstruktur der fügeintensiven Branchen

Um typische Produktionsprozesse in Branchen zu analysieren, in denen die FTB-Prozesse eine große Bedeutung innerhalb der Fertigung haben, muss die Kostenstruktur der Produktionsprozesse bzw. die Produktionstechnologie in den fügeintensiven Branchen dargestellt werden. Die in dieser Studie zu berücksichtigenden acht fügeintensive Branchen wurden als

- a) Metallherzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallherzeugnissen,
- b) Herstellung von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen,
- c) Herstellung von Elektrischen Ausrüstungen,
- d) Maschinenbau,
- e) Herstellung von Kraftwagen, Kraftwagenteile,
- f) sonstiger Fahrzeugbau,
- g) Baugewerbe,
- h) Instandhaltung und Reparatur von Kfz

identifiziert.

Die Kostenstruktur in diesen Branchen zeigt, welche Vorleistungslieferungen für die dortige Produktion nötig sind (Tabelle 10). Von den 70 Vorleistungsbereichen, die in der Vorleistungsverflechtungsmatrix bzw. Input-Output-Tabelle aufgeführt sind, werden nur die wichtigsten wieder gegeben. Vorleistungslieferanten, die in allen fügeintensiven Branchen nur einen geringen Anteil an den gesamten Vorleistungen liefern, wurden vernachlässigt und am Ende der Tabelle unter den „übrigen Gütern und Dienstleistungen“ ausgewiesen.

Wie in vielen anderen Bereichen des Verarbeitenden Gewerbes sind auch bei den fügeintensiven Branchen die brancheninternen Liefer- und Bezugsverflechtungen stark ausgeprägt, d.h. dass der Hauptanteil der nachgefragten Vorleistungen jeweils innerhalb der Branche selber hergestellt wird: Die Elemente auf der Hauptdiagonalen der Vorleistungsverflechtungsmatrix, in der die brancheninternen Lieferungen und Leistungen abgebildet werden, sind deutlich größer als die übrigen Elemente. So werden bspw. 36 % der benötigten Vorleistungen der Hersteller von Metallherzeugnissen aus der eigenen Branche in Form von Metallherzeugnissen geliefert. Rund ein Fünftel der Vorleistungen sind Roheisen und Stahl. Die Hersteller von elektronischen Erzeugnissen beziehen 40 % ihrer Vorleistungen von den Lieferanten elektronischer Bauelemente und DV-Geräte. Die Hersteller elektrischer Ausrüstungen beziehen mehr als ein Drittel ihrer Vorleistungen aus der eigenen Branche. Bei beiden letztgenannten Gütergruppen stammt rund ein Zehntel der Vorleistungen vom Großhandel. Der Maschinenbau bezieht knapp ein Drittel der Vorleistungen vom Maschinenbau selber. Fast 12 % stammen von den Metallherzeugnissen. Im Fahrzeugbau stammt mehr als die Hälfte der Vorleistungen aus dem Fahrzeugbau selber. Bei den Herstellern sonstiger Fahrzeuge sind es immerhin noch über 41 %. Lediglich das Baugewerbe und die Kfz-Reparateure streuen ihre Vorleistungsnachfrage auf mehrere Branchen ohne nennenswerte Schwerpunktbildung.

Tabelle 10: Vorleistungsverflechtungen der fügeintensiven Branchen

	Input der Produktionsbereiche in % aller Vorleistungen							
	Metallerzeugung und -bearbeitung, H.v. Metallerzeugnissen	H.v. DV-Geräten, elektron. u. optischen Erzeugnissen	H. v. Elektrische Ausrüstungen	Maschinenbau	H. v. Kraftwagen, Kraftwagenteile	sonstiger Fahrzeugbau	Baugewerbe	Instandhaltung u. Rep. v. Kfz
	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)
Gütergruppen	Anteile in %							
Erdöl und Erdgas.....	0,6	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,6
Erze, Steine u. Erden, sonst. Bergbauerzeugn. u. Dienstleistg.....	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0
Holz, Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel).....	0,3	0,2	0,1	0,4	0,1	0,9	2,8	0,1
Papier, Pappe und Waren daraus.....	0,4	1,0	0,9	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
Druckereileistungen, bespielte Ton-, Bild- und Datenträger.....	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	1,2
Kokerei- und Mineralölserzeugnisse.....	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,3	2,8	2,2
Chemische Erzeugnisse.....	1,8	4,5	1,1	1,4	1,8	0,9	1,4	0,8
Gummi- und Kunststoffwaren.....	1,0	0,9	1,8	3,7	4,2	1,2	5,1	5,2
Glas und Glaswaren.....	0,6	0,1	0,3	0,1	0,5	0,0	0,3	0,6
Keramik, bearbeitete Steine und Erden.....	0,2	0,2	0,4	0,2	0,1	0,1	14,0	0,0
Roheisen, Stahl, Erzeugn. der ersten Bearbeitung von Eisen und Stahl.....	19,8	1,3	4,1	5,3	3,8	3,4	2,2	0,2
NE-Metalle und Halbzeug daraus.....	7,1	1,8	4,3	1,1	0,8	1,9	0,4	0,2
Gießereierzeugnisse.....	1,7	0,2	1,2	4,0	2,6	2,5	0,0	1,5
Metallerzeugnisse.....	36,3	2,9	4,7	11,5	5,4	9,9	6,6	5,5
DV-Geräte, elektron. Bauelem. u. Erzeugn. f. Telekomm. u. Unterhaltg.....	0,1	40,1	5,6	3,0	0,4	0,1	0,0	0,1
Mess-, Kontroll- u. ä. Instr. u. Einr., elektromed. Gerät., Datenträger.....	0,1	0,3	0,4	0,3	0,0	0,4	0,0	0,1
Elektrische Ausrüstungen.....	0,4	1,4	33,8	4,3	2,0	1,0	4,2	1,3
Maschinen.....	2,4	0,6	1,5	31,9	3,1	4,2	0,9	1,0
Kraftwagen und Kraftwagenteile.....	0,0	0,0	0,2	2,1	50,3	0,1	0,0	16,1
Sonstige Fahrzeuge.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,4	0,0	0,0
Reparatur, Instandh. u. Installation v. Maschinen u. Ausrüstungen.....	2,2	0,6	0,6	2,0	0,8	5,0	0,2	0,1
Elektr. Strom, Dienstleistg. der Elektriz-, Wärme- und Kälteversorg.....	2,4	0,9	1,2	1,1	0,7	0,8	0,1	3,8
Industriell erzeugte Gase, Dienstleistungen der Gasversorgung.....	0,7	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	1,0
Dienstleistg. d. Abwasser-, Abfallentsorg. u. Rückgewinnung.....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,4
Hochbauarbeiten.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	0,1
Tiefbauarbeiten.....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vorb. Baustellen-, Bauinstallations- und sonstige Ausbaurbeiten.....	0,4	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	8,7	2,1
Handelsleistungen mit Kfz, Instandhaltung und Reparatur an Kfz.....	0,2	0,2	0,2	0,5	4,3	1,0	0,4	4,4
Großhandelsleistungen (ohne Handelsleistungen mit Kfz).....	5,3	11,7	10,8	5,6	2,4	4,2	7,8	2,0
Einzelhandelsleistungen (ohne Handelsleistungen mit Kfz).....	0,8	3,0	1,4	1,0	0,5	0,8	1,9	0,5
Landverkehrs- und Transportleistungen in Rohrfernleitungen.....	0,7	1,2	0,8	1,0	1,3	2,7	0,4	0,8
Lagereleistungen, sonstige Dienstleistungen für den Verkehr.....	0,7	1,3	0,6	1,4	1,4	0,1	0,5	1,6
Telekommunikationsdienstleistungen.....	0,6	1,0	0,7	0,5	0,2	0,3	0,4	0,7
IT- und Informationsdienstleistungen.....	0,9	2,3	0,9	0,8	0,4	0,8	0,3	1,0
Finanzdienstleistungen.....	1,2	1,1	1,1	1,1	0,7	0,9	2,5	4,6
Dienstleistungen des Grundstücks- und Wohnungswesens.....	2,3	2,6	2,3	1,8	2,2	2,1	12,8	19,9
Dienstleistungen der Rechts-, Steuer- und Unternehmensberatung.....	1,0	2,8	5,9	5,7	2,4	1,6	1,2	5,2
Dienstleistg. v. Architektur- u. Ing.büros u.d. techn., physik. U.suchung.....	1,4	2,3	3,4	1,4	0,6	3,0	1,8	0,1
Forschungs- und Entwicklungsleistungen.....	0,0	1,8	0,6	0,1	0,6	2,9	0,0	0,0
Dienstleistungen der Vermietung von beweglichen Sachen.....	1,4	1,9	1,2	0,7	0,6	0,4	5,1	1,8
Dienstleistungen der Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften.....	0,5	0,3	0,3	0,4	0,1	0,2	4,9	0,0
Wach-, Sicherheitsdienstlg., wirtschaftl. Dienstleistg. a.n.g.....	0,9	1,9	1,6	1,6	1,2	1,5	1,1	2,8
andere.....	3,0	6,1	4,1	2,8	3,2	2,6	3,1	10,5
Summe.....	100	100	100	100	100	100	100	100
nachrichtlich: Dienstleistungsanteil an den Vorleistungen in %	26	43	38	30	24	30	44	61

Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes, Input-Output-Tabelle 2008, erschienen in 8/2012

Wichtige Vorleistungsgüter für die fügeintensiven Branchen des Verarbeitenden Gewerbes sind also Roheisen, Stahl, Metallerzeugnisse, elektronische Bauelemente, elektrische Ausrüstungen, Maschinen (hierunter können bspw. die genannten Entlüftungs- und Prüfmaschinen

fallen), Großhandelsleistungen, unternehmensbezogene Dienstleistungen sowie Dienstleistungen von Ingenieurbüros. Das Baugewerbe benötigt deutlich andere Vorleistungen als das Verarbeitende Gewerbe. Die Baubranche bezieht überwiegend Vorleistungen in Form von bearbeiteten Steinen und Erden, Metallerzeugnissen, vorbereitende Baustellenarbeiten, Großhandelsdienstleistungen und Dienstleistungen des Grundstück- und Wohnungswesens. Im Kfz-Reparaturgewerbe werden überwiegend Metallerzeugnisse, Kraftwagenteile und Dienstleistungen des Grundstück- und Wohnungswesens bezogen.

Der Anteil der Dienstleistungen an den Vorleistungen unterscheidet sich bei den Herstellern von FTB-Technik und bei den Anwendern von FTB-Technik in den fügeintensiven Branchen. Bei den Herstellern von FTB-Technik beträgt der Dienstleistungsanteil an den Vorleistungen rund 30 %. Das ist derselbe Anteil wie im Vorgängergutachten.

Innerhalb etlicher Anwenderbranchen fällt der Dienstleistungsanteil an den Vorleistungen höher aus, als bei den Herstellern von FTB-Technik. Innerhalb der Anwenderbranchen hat das Kfz-Reparaturgewerbe mit 61 % naturgemäß den höchsten Dienstleistungsanteil unter den Vorleistungen. An zweiter Stelle folgt das Baugewerbe mit einem Dienstleistungsanteil von 44 %, gefolgt von der Herstellung von DV-Geräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (43 % Dienstleistungsanteil). Die Hersteller von elektrischen Ausrüstungen weisen einen Dienstleistungsanteil von 38 % an ihren Vorleistungen auf. Einen ähnlichen Dienstleistungsanteil wie die Hersteller von FTB-Technik haben der Maschinenbau und der sonstige Fahrzeugbau. Die Metallerzeuger (26 %) und der Fahrzeugbau (24 %) haben einen geringeren Dienstleistungsanteil als die Hersteller von FTB-Technik.

Informationen über die speziell für die FTB-Prozesse benötigten komplementären Zusatzstoffe und -güter, Entlüftungs- und Prüfmaschinen, Schutzausrüstung sowie Aus- und Weiterbildungsdienstleistungen lassen sich nicht aus einer Input-Output-Tabelle identifizieren. Aufgrund des hohen Aggregationsniveaus in der Input-Output-Tabelle kann zum einen nicht unterschieden werden, welche Vorleistungen für FTB-Prozesse und welche für andere Produktionsprozesse benötigt werden. Es kann bspw. bei den Lieferungen der chemischen Industrie an die Schweißgerätehersteller nicht identifiziert werden, welchen Anteil die Schutzgase und welchen Anteil andere chemische Vorprodukte haben. Zum anderen haben bestimmte Vorleistungen – bspw. die Lieferungen von Schutzkleidung an einen Produktionsbereich – wertmäßig einen zu geringen Anteil an den gesamten Vorleistungslieferungen, so dass sie mit fast Null erfasst werden. Daher muss der Wert der komplementären Güter aus der Produktionsstatistik güterweise erhoben werden und dann *anteilig* den FTB-Prozessen zugerechnet werden.

4.3 Direkter Wertschöpfungsbeitrag der Herstellung der für FTB-Technik komplementären Güter und Dienstleistungen

Während des Einsatzes der Geräte und Maschinen zum Fügen, Trennen und Beschichten in den fügeintensiven Branchen werden eine Reihe von komplementären Zusatzgütern, Hilfsstoffen und Dienstleistungen benötigt. Hierzu zählen

- a) Schweiß- und Lötzusätze sowie thermische Spritzzusätze
- b) Klebstoffe,
- c) Niete,

- d) Schweißgase,
- e) Schutzausrüstungen,
- f) Entlüftungs- und Prüfmaschinen sowie
- g) Aus- und Weiterbildungsdienstleistungen.

Um die Größenordnung der mit den FTB-Prozessen in den fügeintensiven Branchen verbundenen Zusatz- und Hilfsgüter sowie Dienstleistungen abzuschätzen, wird ein dreistufiges Verfahren durchgeführt: Im ersten Schritt werden die Produktionswerte der benötigten Zusatz- und Hilfsstoffe sowie Dienstleistungen aus der Produktionsstatistik oder anderen Datenquellen ermittelt. Da diese Güter und Dienstleistungen häufig auch für andere Branchen eingesetzt werden, wird in einem zweiten Schritt der Anteil abgeschätzt, der auf die eigentlichen FTB-Prozesse entfällt. Über durchschnittliche branchenspezifische Wertschöpfungsquoten und Arbeitsproduktivitäten wird dann in einem dritten Schritt die mit der Produktion verbundene direkte Wertschöpfung und Beschäftigung ermittelt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass bei importierten komplementären Zusatz- und Hilfsgütern im Inland für deren Produktion keine Wertschöpfung anfällt. Die Produktion der Komplementärgüter, die für den Export bestimmt sind, verursacht zwar im Inland Wertschöpfung bei deren Herstellung, nicht jedoch bei der Anwendung der FTB-Prozesse in den inländischen fügeintensiven Branchen. Um die Rechnungen nicht unnötig komplex werden zu lassen, wird zur Vereinfachung für die komplementären Güter ein Außenhandelsaldo von Null unterstellt²⁹, so dass sich Importe und Exporte gerade aufheben.

4.3.1 Schweiß- und Lötzusätze, Zusätze zum thermischen Spritzen

Die Tabelle 11a gibt die Produktionswerte für die Zusätze zum Schweißen, Löten und zum thermischen Spritzen an. Für das Jahr 2011 wurde für die Schweiß- und Lötzusätze ein Wert von rund 561 Mio. € ausgewiesen. Im Vergleich zum Jahr 2007 aus der Vorgängerstudie ist der Produktionswert von knapp 500 Mio. € um gut 12 % gestiegen. Die Unternehmen der Metallerzeugung und -bearbeitung, Hersteller von Metallerzeugnissen sowie die chemische Industrie liefern diese Zusatz- und Hilfsstoffe. Die deutlich gestiegene Produktion der Schweiß- und Lötzusätze spricht für eine große Schweiß- und Lötintensität trotz der Finanzmarktkrise der vergangenen Jahre. Diese Produktionsausweitung – durchschnittlich seit 2007 sind das 3 % pro Jahr – ist auch insofern beachtlich, da bei gleich bleibender Schweißintensität eigentlich mit geringerem Einsatz von Schweißzusätzen zu rechnen wäre: Aufgrund des technischen Fortschritts kommt es zu einer effizienteren Verwendung, so dass bei gleichem Output an Schweißgut ein geringerer Input an Zusätzen nötig ist. Darüber hinaus werden immer neuere Schweißverfahren eingeführt, die teilweise ganz ohne Schweißzusätze auskommen.

Die Produktionsstatistik nennt keine Zahlen für die Zusätze zum thermischen Spritzen, so dass auf alternative Datenquellen zurückgegriffen werden musste. Es wird auf vergangene

²⁹ Unter den Lieferanten der handelbaren Hilfsstoffe und Zusatzgüter übersteigen die Exporte überwiegend die Importe; eine Ausnahme bildet lediglich die Textilindustrie. Die Annahme eines ausgeglichenen Außenhandelsaldos führt somit per Saldo zu einer leichten Unterschätzung der inländischen Wertschöpfungsbeiträge der Herstellung der komplementären Hilfsstoffe und Zusatzgüter. Die Größenordnung im Verhältnis zum gesamten Wertschöpfungsbeitrag durch FTB-Technik und FTB-Prozesse ist jedoch vernachlässigbar.

Umsatzzahlen nach Angaben von Krömmner und Heinrich³⁰ zurückgegriffen, die dann mit geschätzten Wachstumsraten fortgeschrieben werden. Bei einem jahresdurchschnittlichen Wachstum von rund 5 %, wie es von einem der genannten Autoren geschätzt wird, erhält man für das Jahr 2011 einen Produktionswert von knapp 86 Mio. € für Zusätze zum thermischen Spritzen in Deutschland. Während im Vorgängergutachten für das Jahr 2007 ein Wert von 78 Mio. € angegeben wurde, ist nun eine Steigerung des Wertes um 8 Mio. € zu beobachten.

Der gesamte Produktionswert der Zusätze zum Schweißen, Löten und thermischen Spritzen betrug im Jahr 2011 647 Mio. €. Ausgehend vom Jahr 2007 mit 576 Mio. € ist hier eine Steigerung um 12 % oder jahresdurchschnittlich um knapp 3 % zu verzeichnen. Unter den Zusätzen haben die Schweiß- und Lötzusätze die größte Bedeutung. Fast 87 % der Gesamtproduktion an Zusätzen entfallen auf die Schweiß- und Lötzusätze. Die Zusätze zum thermischen Spritzen halten einen Anteil von nur 13 %.

Bei den Herstellern von Metallernzeugnissen, die als überwiegende Herstellerbranche für die genannten Zusätze gilt, beträgt die durchschnittliche Wertschöpfungsquote rund 40 %, die Arbeitsproduktivität rund 44.700 € je Erwerbstätigen. Damit ergibt sich rechnerisch eine Wertschöpfung durch die Herstellung von Zusätzen von 259 Mio. € bei einer Beschäftigtenzahl von rechnerisch 5.791 Personen.

Tabelle 11a: Produktionswerte der Zusätze zum Schweißen, Löten und thermischen Spritzen in Deutschland

Melde- Nummer GP 2009	Erzeugnisse	Inländische Produktion			Veränderung 2010-2011 in %
		2009	2010	2011	
		in 1.000 €			
1. Schweißzusätze, Lötzusätze und Hilfsstoffe					
2434 13 001	- Schweißdrähte und -bänder, weder umhüllt noch gefüllt	145.445	170.515	211.321	23,9
2593 15 100	- Umhüllte Elektroden für das Lichtbogenschweißen	31.553	88.717	112.110	26,4
2593 15 300	- Gefüllte Drähte für das Lichtbogenschweißen	33.031	45.279	53.092	17,3
2593 15 500	- Umhüllte Stäbe für das Löten und Autogenschweißen	44.671	30.794	40.436	31,3
2059 56 200	- Hilfsmittel zum Schweißen u. Löten v. Metallen; Zubereitungen als Überzugs- oder Füllmasse für Schweißelektroden oder -stäbe	95.626	131.917	144.396	9,5
Summe Schweiß- und Lötzusätze		350.326	467.222	561.355	20,1
Zusätze zum thermischen Spritzen		77.747 ¹	81.634 ²	85.716 ²	-
Summe Schweiß-, Löt- und Spritzzusätze		428.073	548.856	647.071	
¹ Keine Daten aus der Produktionsstatistik vorhanden. Abschätzung nach Angabe des DVS.					
² Wachstumsrate nach Angabe des DVS geschätzt.					
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVS.					

³⁰ Krömmner, Werner und Heinrich, Peter: Das thermische Spritzen: Marktentwicklung und Marktchancen einer jungen Technologie. Vortrag am 25. Januar 2007 in Unterschleißheim, Linde Gas.

4.3.2 Klebstoffe

In der Produktionsstatistik wird zwischen Klebstoffen als Rohstoffe und Klebstoffen zur Anwendung unterschieden. Während die Klebstoffe als Rohstoffe für die Weiterverarbeitung verwendet werden, sind unter Klebstoffen zur Anwendung chemische Bestandteile, die in Klebprozessen eingesetzt werden, zu verstehen. Die Tabelle 11b stellt die Produktionswerte der Klebstoffe dar. Wichtige Güterarten unter den Klebstoffen sind die Epoxidharze, die Phenolharze, die Polyurethane und die Silicone. Klebstoffe werden in einer Vielzahl von Prozessen eingesetzt. In der hier vorliegenden Studie sollen jedoch nur die Klebstoffe berücksichtigt werden, die zum strukturellen Kleben – der Bereich des Klebens, der vom DVS vertreten wird – eingesetzt werden. Dazu müssen Anteile abgeschätzt werden. Nach Angaben des Arbeitskreises, der zur Unterstützung des vorliegenden Gutachtens vom DVS eingesetzt wurde, werden 70 % der Epoxidharze, 30 % der Polyurethane, jeweils 15 % der Phenolharze, der Silicone sowie der chemischen Derivate der Cellulose und 5 % der Acrylpolymeren zum strukturellen Kleben verwendet. Zusätzlich spielen auch die synthetischen Klebstoffe, Schmelzklebstoffe sowie Kautschukleime mit einem Anteil von jeweils 15 % für das strukturelle Kleben eine Rolle.

Tabelle 11b: Produktionswert Klebstoffe in Deutschland

Melde- Nummer GP 2009	Erzeugnisse	Inländische Produktion			Anteil strukturelles Kleben ¹	zu berück- sichtigender Produktionswert 2011	Veränderung 2010-2011 in %
		2009	2010	2011			
		in 1000 €					
	1. Klebstoffe als Rohstoffe						
2016 40 305	-Epoxidharze als Klebstoff bestimmt	19.760	19.732	22.084	0,70	15.459	11,9
2016 53 905	-Acrylpolymeren in Primärformen als Klebstoff bestimmt	71.566	geheim	geheim	0,05	-	-
2016 56 505	-Phenolharze als Klebstoff bestimmt	6.147	7.766	1.385	0,15	208	-82,2
2016 56 705	-Polyurethane als Klebstoff bestimmt	96.204	126.724	156.063	0,30	46.819	23,2
2016 57 004	-Silicone als Klebstoff und Dichtmasse bestimmt	197.726	214.261	242.931	0,15	36.440	13,4
2016 59 400	-Celluloseether u.a. chemische Derivate der Cellulose als Klebstoff bestimmt	420.996	469.049	563.111	0,15	84.467	20,1
	Summe Klebstoffe als Rohstoffe für die Weiterverarbeitung	812.399	837.532	985.574	0,19	183.392	17,7
	2. Klebstoffe zur Anwendung						
2052 10 802	-Synthetische Klebstoffe wasserlöslich auch i.A.E.	510.819	552.741	527.442	0,15	79.116	-4,6
2052 10 804	-Schmelzklebstoffe auch i.A.E.	189.986	212.532	233.933	0,15	35.090	10,1
2052 10 808	-Kautschukleime und andere zubereitete Leime und Klebstoffe a.n.g. auch i.A.E.	354.594	445.640	513.724	0,15	77.059	15,3
	Summe Klebstoffe für die Anwendung	1.055.399	1.210.913	1.275.099	0,15	191.265	5,3
	Summe Klebstoffe	1.867.798	2.048.445	2.260.673	0,17	374.657	10,4
¹ Anteile nach Angaben des DVS.							
i.A.E.=In Aufmachungen für den Einzelverkauf.							
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVS.							

Im Jahr 2011 wurden in Deutschland Klebstoffe als Rohstoffe und zur Anwendung im Wert von 2,3 Mrd. € produziert. Im Vergleich zum Jahr 2007 hat sich die Produktion um über 40 % erhöht. Das entspricht einem jahresdurchschnittlichen Wachstum von 9 %. Klebstoffe werden

in vielen verschiedenen Branchen eingesetzt: Die wichtigste Branche ist die Baubranche, in der – nach Angabe des DVS – ein Fünftel der Klebstoffe benötigt werden. Danach folgen die Transportbranche mit 10 % und der Fahrzeugbau mit 9 %. In der Elektrotechnik werden 3 % der Klebstoffe eingesetzt.

Mit den geschätzten Anteilen der verschiedenen Klebstoffarten für strukturelles Kleben ergibt sich insgesamt ein Produktionswert von 375 Mio. € für solche Klebstoffe, die zum strukturellen Kleben eingesetzt werden. Damit macht im gewichteten Mittel der Anteil der strukturellen Klebstoffe an allen Klebstoffen knapp 17 % aus. Im Vorgängergutachten wurden für das Jahr 2007 rund 271 Mio. € Produktionswert für strukturelle Klebstoffe genannt. Der aktuelle Produktionswert hat sich dem gemäß um ein 38 % vergrößert. Beim Vergleich mit dem Vorgängergutachten ist allerdings zu beachten, dass der Anteil der zu berücksichtigenden Polyurethane von damals 50 % auf nunmehr 30 % verringert wurde. Der Anteil der Klebstoffe zur Anwendung wurde nun durchgängig auf 15 % gesetzt, während im Vorgängergutachten für die „anderen zubereiteten Leime“ lediglich 10 % veranschlagt wurden.

In der chemischen Industrie, die als Herstellerbranche für Klebstoffe gilt, beträgt die Wertschöpfungsquote rund 31 %, die Arbeitsproduktivität 93.800 € je Erwerbstätigen. Damit ergibt sich rechnerisch eine Wertschöpfung durch die Herstellung von Klebstoffen für das strukturelle Kleben von 116 Mio. € bei einer Beschäftigtenzahl von 1.240 Personen.

4.3.3 Niete

Im Vergleich zu den Schweiß- und Lötzusätzen sowie zu den Klebstoffen ist der Produktionswert der Niete deutlich niedriger. Im Jahr 2011 weist die Produktionsstatistik einen Wert von 311 Mio. € aus (Tabelle 11c). Gegenüber dem Jahr 2007 mit 268 Mio. € ist dies eine Steigerung um 16 %. Allerdings ist die Produktion im Jahr 2009 aufgrund der Finanzmarktkrise stark eingebrochen. Im Jahr 2010 wurde der Produktionswert des Jahres 2007 erstmals wieder leicht überschritten. Betrachtet man jedoch alleine das Produktionswachstum von 2010 auf 2011, so beträgt dies beachtliche 14 %.

Zu den Nachfragern der Niete zählen der Fahrzeug- und Flugzeugbau sowie der Schiffbau. Niete werden erzeugt von den Produzenten von Metallerzeugnissen. Nicht alle Niete werden zum mechanischen Fügen wie es der DVS vertritt eingesetzt, so dass ihr Produktionswert nur anteilig zu berücksichtigen ist. Es wird – in Absprache mit dem DVS – angenommen, dass 50 % der Niete aus Eisen und Stahl, 70 % der Blindniete und anderen Niete sowie 90 % der Splinte und Keile für die mechanische Fügetechnik eingesetzt wird, so dass sich ein zu berücksichtigender Produktionswert von 207 Mio. € ergibt. Im Vorgängergutachten wurden noch durchgängig 50 % der produzierten Niete dem hier zu berücksichtigenden Nieten als Teil der FTB-Technik zugerechnet. Im Durchschnitt hat sich der zu berücksichtigende Anteil also erhöht, so dass ein direkter Vergleich mit dem Vorgängergutachten nur eingeschränkt möglich ist.

Bei den Herstellern von Metallerzeugnissen, die als Herstellerbranche für Niete gilt, beträgt die Wertschöpfungsquote 40 %, die Arbeitsproduktivität 44.700 € je Erwerbstätigen. Damit ergibt sich rechnerisch eine Wertschöpfung durch die Herstellung von Niete von 83 Mio. € bei einer Beschäftigtenzahl von rund 1.854 Personen.

Tabelle 11c: Produktionswert Niete in Deutschland

Melde- Nummer	Erzeugnisse	Inländische Produktion			zu berück- sichtigender Anteil ¹	zu berück- sichtigender Produktionswert 2011	Veränderung 2010-2011 in %
		2009	2010	2011			
GP 2009		in 1000 €					
	Niete						
2594 12 500	-Niete aus Eisen oder Stahl	90.060	120.218	136.145	0,5	68.073	13,2
2594 12 700	-Splinte Keile etc. Waren ohne Gewinde aus Eisen oder Stahl	46.007	70.958	82.856	0,9	74.570	16,8
2599 25 503	-Blindniete aus unedlen Metallen	52.764	66.502	73.925	0,7	51.748	11,2
2599 25 509	-Andere Niete aus unedlen Metallen	10.381	15.206	18.222	0,7	12.755	19,8
	Summe Niete	199.212	272.884	311.148	0,67	207.146	14,0
¹ Anteil nach Angaben des DVS.							
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVS.							

4.3.4 Gase

Für etliche Schweißprozesse ist der Einsatz von Schweißgasen als komplementäre Güter erforderlich. Als Schweißgase können folgende chemische Verbindungen eingesetzt werden: Propangas, Ethylen, Propylen, Acetylen, Kohlendioxid, Helium, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Mit Ausnahme von Acetylen werden die Produktionswerte für diese Gase beim Statistischen Bundesamt veröffentlicht. Die genannten Gase gehen jedoch nicht in vollem Umfang als komplementäre Güter in Schweißprozesse ein. Ein beachtlicher Anteil fließt auch in andere Einsatzgebiete. Der Produktionswert der Schweißgase wird deshalb in zwei Schritten quantifiziert. Im ersten Schritt wird der Produktionswert der genannten Gase aus der Produktionsstatistik ermittelt. Im zweiten Schritt wird abgeschätzt, welcher Anteil dieser Gase für Schweißprozesse eingesetzt wird und wie viel von diesen in anderen Prozessen wie beispielsweise in der Kühl- oder Medizintechnik verwendet wird. Die zu berücksichtigenden Anteile der Gase sind in Tabelle 11d angegeben. Sie wurden in Absprache mit dem DVS und dem das Gutachten unterstützenden Arbeitskreis festgesetzt.

In Deutschland betrug der Produktionswert der genannten Gase im Jahr 2011 rund 1,5 Mrd. €. Die Produktion hat den Wert aus dem Jahr 2007 (1,6 Mrd. €) nach den Einbrüchen infolge der Finanzmarktkrise noch nicht ganz wieder erreicht. Die größte Bedeutung bei der Gasproduktion hat die Herstellung von Acetylen, für welches ein Produktionswert von gut 400 Mio. € geschätzt wird. Die Produktionsstatistik enthält keine Angaben über das Schweißgas Acetylen, so dass hier auf Informationen des DVS zurückgegriffen werden musste.

Danach folgt der Sauerstoff, dessen Produktionswert 312 Mio. € ausmacht. Allerdings werden nur 30 % dieser Produktion als Schweißgas verwendet. Die Produktion von Stickstoff und Wasserstoff betrug im Jahr 2011 jeweils rund 250 Mio. €; von der Wasserstoffproduktion werden 5 % für Schweißprozesse verwendet und von der Stickstoffproduktion 10 %. Die daraus resultierenden Produktionswerte, die den Schweißprozessen zuzurechnen sind, sind mit 13 Mio. € (Wasserstoff) und 25 Mio. € (Stickstoff) eher vernachlässigbar. Bedeutsamer ist da eher das Argon, von welchem 50 % der Gesamtproduktion (92 Mio. €) den Schweißprozessen zugerechnet werden, so dass 46 Mio. € resultieren. Auch Propan und Butan, dessen Gesamtproduktion im Jahr 2011 163 Mio. € betrug, wird als Schweißgas verwendet. Dabei wird ein Anteil von 20 % veranschlagt, so dass 33 Mio. € resultieren.

Tabelle 11d: Produktionswert Gase in Deutschland

Melde- Nummer	Erzeugnisse	Inländische Produktion			zu berücksich- tigender	zu berücksich- tigender	Veränderung 2010-2011
		2009	2010	2011			
GP 2009		Produktionswert in 1.000 €			Anteil ²	Produktionswert 2011	in %
1920 31 001	Propan, Butan	125.369	155.538	163.111	0,2	32.622	4,9
2011 11 200	Argon	75.574	100.935	91.584	0,5	45.792	-9,3
2011 11 300	Edelgase ohne Argon (Helium)	geheim	geheim	geheim	0,05	-	-
2011 11 500	Wasserstoff	240.877	248.740	255.410	0,05	12.771	2,7
2011 11 600	Stickstoff	217.398	251.678	247.449	0,10	24.745	-1,7
2011 11 700	Sauerstoff	260.613	354.381	311.828	0,3	93.548	-12,0
2011 12 300	Kohlendioxid (gasförmig oder flüssig)	78.943	39.059	40.301	0,1	4.030	3,2
	Acetylen	345.600 ¹	385.200 ¹	403.200 ¹	0,8	322.560	4,7
	Summe: Gase	1.344.374	1.535.531	1.512.883	0,35	536.068	-1,5
¹ Acetylen wird in der Produktionsstatistik nicht erfasst. Produktionswert nach Angaben des DVS.							
² Anteile nach Angaben des DVS.							
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVS.							

Insgesamt ergibt sich ein zu berücksichtigender Produktionswert an Schweißgasen für FTB-Prozesse in Höhe von 536 Mio. €. Gegenüber dem Vorgängergutachten mit knapp 600 Mio. € im Jahr 2007 hat sich die Produktion von Schweißgasen leicht verringert. Die zu berücksichtigenden Anteile sind gegenüber dem Vorgängergutachten nicht verändert worden.

Der Produktionswert der Edelgase (ohne Argon) wird vom Statistischen Bundesamt aus Datenschutzgründen geheim gehalten. Für die Berechnungen in diesem Gutachten hat dies aber keine weitreichenden Auswirkungen. Der zuletzt bekannte Produktionswert der Edelgase betrug im Jahr 1999 lediglich 12 Mio. €. Aufgrund dieser geringen Summe wird dessen Vernachlässigung zu keinen großen Verzerrungen der Untersuchung führen.

In der chemischen Industrie, die als Herstellerbranche für Gase gilt, beträgt die Wertschöpfungsquote rund 31 %, die Arbeitsproduktivität 93.800 € je Erwerbstätigen. Damit ergibt sich rechnerisch eine Wertschöpfung durch die Herstellung von Schweißgasen von 166 Mio. € bei einer Beschäftigtenzahl von gut 1.775 Personen.

4.3.5 Persönliche Schutzausrüstung

Die Personen, die FTB-Prozesse anwenden, müssen in der Regel besondere Schutzkleidung tragen. Wie aus der Tabelle 11e entnommen werden kann, wurde im Jahr 2011 in Deutschland Arbeitsschutzkleidung und Zubehör im Wert von fast 650 Mio. € produziert. Damit ist dieser Produktionswert gegenüber dem Jahr 2007 (563 Mio. €) um 15 % gestiegen. Lediglich die Produktion der Schutzhandschuhe wird geheim gehalten, da es weniger als drei Produzenten gibt. Im Vorgängergutachten hatte deren Produktionswert eine geringe Höhe, so dass keine signifikante Unterschätzung des gesamten Produktionswertes zu befürchten ist.

Bei den persönlichen Schutzausrüstungen haben die Schutzbrillen mit 330 Mio. € wertmäßig den größten Anteil inne. Gegenüber dem Vorgängergutachten aus dem Jahr 2007 ist dieser Wert um rund ein Zehntel gestiegen. Den zweitgrößten Posten stellen die Arbeitsschutzschuhe mit einem Produktionswert von 222 Mio. € dar. Deren Produktionswert ist um fast ein

Drittel gegenüber dem Jahr 2007 mit 172 Mio. € gestiegen. An dritter Stelle, jedoch mit einem deutlich geringeren Anteil im Sortiment steht „andere Berufsbekleidung aus Baumwolle“ mit einem Produktionswert von 39 Mio. €, der sogar geringer als im Jahr 2007 mit 44 Mio. € ausfällt: Deutschland hat als Standort für die Textilindustrie stark an Bedeutung verloren.

Arbeits- und Berufsbekleidung wird in vielen Branchen eingesetzt. Es wird angenommen, dass 50 % der Berufsbekleidung in den fügeintensiven Branchen benötigt wird. Weiterhin besteht die Annahme, dass sowohl die Schutzkleidung, als auch das Zubehör nach einem Jahr abgeschrieben wird. Darüber hinaus wird – in Anlehnung an das Vorgängergutachten – angenommen, dass 17,5 % dieser Berufsbekleidung auf FTB-Prozesse entfallen. Daher resultiert ein Produktionswert an Arbeits- und Schutzkleidung für FTB-Prozesse in Höhe von 58 Mio. €. Das sind rund 9 % des ursprünglichen Produktionswertes.³¹ Dieser Wert fällt im Vergleich zur Vorgängerstudie um fast ein Fünftel höher aus (2007: 49 Mio. €). Nimmt man die Produktion der Schweiß- und Lötzusätze als Indikator für eine gestiegene Schweißintensität in Deutschland (+13 % höhere Produktion im Vergleich zum Vorgängergutachten, vgl. Tabelle 11a), so geht diese gestiegene Schweißintensität mit einem ähnlich hohen Wachstum der Produktion der Schutzausrüstungen einher.

Die durchschnittliche Wertschöpfungsquote im Bekleidungsbranche und bei der Herstellung von Leder- und Lederwaren beträgt 32 %, die Arbeitsproduktivität liegt bei rund 38.000 € je Erwerbstätigen. Daraus ergibt sich rechnerisch eine Wertschöpfung von 19 Mio. € und eine Beschäftigung von 493 Personen im Zusammenhang mit der inländischen Produktion von Schutzausrüstungen für FTB-Prozesse.

Tabelle 11e: Produktionswert Schutzausrüstungen in Deutschland

Melde- Nummer	Erzeugnisse	Inländische Produktion				Veränderung 2010-2011 in %
		2009	2010	2011	zu berücksichtigender Produktionswert ¹ 2011	
		Produktionswert in 1.000 €			Anteil	
GP 2009						
	Arbeits- und Berufsbekleidung					
1412 11 200	Komb. aus Baumwolle u. Chemiefaser für Männer	9.422	10.594	12.850	0,09	21,3
1412 11 301	Jacken aus Baumwolle für Männer	7.540	7.923	8.978		13,3
1412 11 305	Jacken aus Chemiefaser für Männer	4.515	4.742	3.472		-
1412 12 401	Hosen aus Baumwolle für Männer	9.585	9.685	10.206		5,4
1412 12 405	Hosen aus Chemiefaser für Männer	3.149	4.518	3.418		-24,3
1412 12 501	Latzhosen aus Baumwolle für Männer	10.374	11.981	15.344		28,1
1412 12 505	Latzhosen aus Chemiefaser für Männer	1.671	geheim	1.820		-
1412 30 130	Andere Arbeits- u. Berufsbekleid. aus Baumwolle	37.878	36.013	39.441		9,5
3299 11 300	Schutzhandschuhe für alle Berufe	geheim	geheim	geheim		-
1520 31 500	Schuhe mit einem Metallschutz mit Oberteil aus Leder	169.444	188.008	222.007		18,1
3250 42 900	Schutzbrillen, andere Brillen und ähnliche Waren	336.495	351.800	330.075	-6,2	
	Summe: Schutzausrüstungen	590.073	625.264	647.611		58.285 3,6

¹ Wird nur als Gesamtsumme ausgewiesen.
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVS.

³¹ Der Anteil ergibt sich als $0,5 \cdot 0,175 = 0,0875$, also rund 9 %.

4.3.6 Technische Lüftungs- und Absaugeinrichtungen, Prüfmaschinen

Auch Entlüftungs- und Prüfmaschinen gehören zu den komplementären Gütern, die im Zusammenhang mit den FTB-Prozessen zwingend eingesetzt werden müssen. Der Produktionswert aller Entlüftungsmaschinen betrug im Jahr 2011 in Deutschland 2,5 Mrd. € (Tabelle 11f). Gegenüber dem Jahr 2007, in der die Produktionsstatistik noch einen Wert von 985 Mio. € auswies, stieg die Produktion um das Zweieinhalbfache.

Nicht alle Entlüftungs- und Prüfmaschinen werden nur im Zusammenhang mit dem Einsatz von FTB-Technik benötigt. Wie schon bei den Schutzausrüstungen wird angenommen, dass die Hälfte aller Entlüftungsmaschinen in den genannten fügeintensiven Branchen verwendet wird. In Analogie zu der Anteilsabschätzung bei den Schutzausrüstungen wird davon wiederum ein Anteil von 17,5 % veranschlagt, der im Zusammenhang mit FTB-Prozessen benötigt wird. Entlüftungsmaschinen werden jedoch nicht wie die Schutzausrüstungen innerhalb eines Jahres abgeschrieben, sondern haben eine längere Nutzungsdauer.

Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass die Nutzungsdauer von Entlüftungsmaschinen zehn Jahre beträgt. Daraus resultiert, dass der für FTB-Prozesse zu berücksichtigende Produktionswert für Entlüftungsmaschinen auf zehn Jahre verteilt werden muss.³² Unter Berücksichtigung aller genannten Quoten resultiert ein Anteil von 0,9 %³³ des ursprünglichen Produktionswertes an Entlüftungsmaschinen, der pro Jahr zu veranschlagen ist. Aufgrund dieser Annahme ergibt sich ein Produktionswert für Deutschland für Entlüftungsmaschinen im Zusammenhang mit FTB-Prozessen von knapp 22 Mio. €. Gegenüber dem Jahr 2007 ist der Wert ebenfalls um das Zweieinhalbfache gestiegen.

Die Wertschöpfungsquote für die Hersteller von Entlüftungsmaschinen, die hauptsächlich im Maschinenbau zu finden sind, wird mit 36 % veranschlagt, die Arbeitsproduktivität beträgt 61.600 €. Daraus ergibt sich eine zu berücksichtigende Wertschöpfung von 8 Mio. € und eine Beschäftigung von 128 Personen.

Prüfmaschinen werden benötigt, um geschweißte, geklebte, genietete oder beschichtete Werkstücke zu prüfen. Der Produktionswert für Prüfmaschinen betrug im Jahr 2007 1,4 Mrd. €. Wie aus der Tabelle 11f im unteren Teil ersichtlich ist dieser Produktionswert im Jahr 2011 um ein Drittel gewachsen, er beträgt nun fast 1,9 Mrd. €. Bei den Materialprüfmaschinen treten in der Produktionsstatistik etliche Geheimhaltungsfälle auf, so dass der hier angegebene Produktionswert wohl eher die Untergrenze darstellt. Geheim gehalten werden die Produktionswerte für elektronische Materialprüfmaschinen für Metalle und nichtmetallische Stoffe. Da für zwei dieser Gütergruppen (GP 265162559 und 590) mit beachtlichen Produktionswerten noch für das Jahr 2010 Werte ausgewiesen werden, die im Folgejahr als Geheimhaltungsfälle gelten, werden die 2010er Werte für 2011 geschätzt.

³² Buchhalterisch ist der Produktionswert selbstverständlich im Jahr der Herstellung voll zu berücksichtigen. Die Nutzungsdauer und damit zeitanteilige Abschreibung wäre eigentlich erst bei der Nutzung der Maschinen – also in den Anwenderbranchen – zu berücksichtigen. Hier sollen jedoch die kausalen Zusammenhänge erfasst werden, dass infolge des Einsatzes von FTB-Technik auch Entlüftungs- und Prüfmaschinen benötigt werden. Um nicht Verzerrungen durch das Ansetzen des kompletten Produktionswertes bei einer Neuinstallation zu erhalten, wird eine zeit-anteilige Berücksichtigung des Produktionswertes durchgeführt.

³³ $0,50 \cdot 0,175 \cdot 0,1 = 0,00875$, was rund 0,9 % entspricht.

Besonders starke Produktionsausweitungen gab es bei Materialprüfmaschinen zum Prüfen der Dichtigkeit (32 % gegenüber dem Vorjahr). Die Materialprüfmaschinen mit Ultraschall und Wirbelstrom konnten ihre Produktion um 13 % gegenüber dem Vorjahr steigern. Letztere haben mit einem Produktionswert von 1,2 Mrd. € den größten Anteil im Sortiment der Prüfmaschinen inne.

Tabelle 11f: Produktionswerte für Entlüftungs- und Prüfmaschinen in Deutschland

Melde- Nummer	Erzeugnisse	Inländische Produktion				Veränderung	
		2009	2010	2011	zu berücksichtigender Anteil	Produktions- wert ¹ 2011	2010-2011 in %
GP 2009		in 1000 Euro					
Apparate zum Filtrieren und Reinigen von Luft							
2825 14 103	Feinstfilterapparate	158.272	173.565	176.639			1,8
2825 14 105	Andere Apparate zum Reinigen von Luft	373.013	398.442	451.591			13,3
Apparate zum Filtrieren und Reinigen von anderen Gasen							
2825 14 200	durch nasse Verfahren	7.950	10.183	9.635			-5,4
2825 14 400	durch katalytische Verfahren (ohne Straßenfahrzeuge)	876.927	1.152.768	1.472.344	0,009		27,7
2825 14 701	durch elektrostatische Verfahren	32.518	31.348	41.828			33,4
2825 14 702	durch thermische Verfahren	88.316	74.547	72.367			-2,9
2825 14 709	durch andere Verfahren	254.646	245.914	266.746			8,5
Summe Entlüftungsmaschinen		1.791.642	2.086.767	2.491.150	0,009	21.798	19,4
Prüfmaschinen für alle metallverarbeitenden Branchen							
2651 62 101	Elektronische Materialprüfmaschinen für Metalle	geheim	geheim	geheim			-
Andere Materialprüfmaschinen für Metalle							
2651 62 300	Universal- und Zugfestigkeit, Härteprüfung, a.n.g.	24.786	29.319	26.539			-9,5
Andere Materialprüfmaschinen ohne solche für Metalle							
2651 62 551	Elektronische Materialprüf- maschinen: Universal- und Zugfestigkeitsprüfmaschinen	587	875	geheim	0,16		-
2651 62 553	Elektronische Materialprüf- maschinen: Härteprüfmaschinen	geheim	geheim	geheim			-
2651 62 559	Elektronische Materialprüf- maschinen: Andere Prüfmaschinen für Nichtmetalle	244.826	227.379	227.379 ²			0,0
2651 62 590	Elektronische Materialprüf- maschinen für Baustoffe	49.218	75.662	75.662 ²			0,0
2651 66 709	Materialprüfmaschinen mit Ultraschall, Wirbelstrom	792.033	1.056.799	1.194.273			13,0
2651 66 890	Materialprüfmaschinen zum Prüfen der Dichtigkeit	247.312	278.277	367.043			31,9
Summe: Prüfmaschinen FTB-Prozesse		1.358.762	1.668.311	1.890.896	0,16	302.543	13,3
Insgesamt		3.150.404	3.755.078	4.382.046	0,07	324.341	16,7
¹ Wird nur als Gesamtsumme ausgewiesen.							
² Wert geschätzt, da geheim.							
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVS.							

In Absprache mit dem DVS und in Analogie mit dem Vorgängergutachten wird angenommen, dass 80 % der Prüfmaschinen zur Untersuchung von gefügten, getrennten oder beschichteten Werkstücken eingesetzt werden. Als Nutzungsdauer der Geräte werden fünf Jahre veranschlagt. Diese Nutzungsdauer ist nur halb so lang wie bei den Entlüftungsmaschinen, was auf die wesentlich höhere Innovationsgeschwindigkeit bei der Überprüfung von gefügten Werkstücken zurückzuführen ist. Vom gesamten Produktionswert der Prüfmaschinen werden demnach 16 %³⁴ den FTB-Prozessen zugerechnet. Dadurch ergibt sich ein Produktionswert von 303 Mio. € für Maschinen zum Überprüfen gefügter Werkstücke. Im Vorgängergutachten betrug dieser Wert nur 229 Mio. €. Das entspricht einem Wachstum um ein Drittel.

Als Wertschöpfungsquote für die Hersteller von Prüfmaschinen wird die des Maschinenbaus mit 36 % veranschlagt, als Arbeitsproduktivität 61.600 €. Dadurch ergibt sich rechnerisch eine Wertschöpfung durch die Produktion von Prüfmaschinen für FTB-Prozesse von 110 Mio. € sowie eine Beschäftigung von 1.783 Personen. Im Vergleich zur Vorgängerstudie sind die Wertschöpfung und die zugehörige Beschäftigung infolge der Produktion von Prüfmaschinen merklich gestiegen: Damals waren es 88 Mio. € Wertschöpfung und 1.345 Beschäftigte.

4.3.7 Qualifizierung von FTB-Personal

Die Fertigungsverfahren Fügen, Trennen und Beschichten werden als Querschnittstechnologie in vielen Branchen und für viele Produkte eingesetzt. Die Qualität der gefügten Werkstoffe innerhalb des Endproduktes bestimmt maßgeblich die Gesamtqualität und die Produkteigenschaften. Verfahrensfehler bei den FTB-Prozessen oder Mängel aufgrund von fehlerhaftem Fügen können hohe Produkthaftungsansprüche auslösen. Daneben können Produktionskosten durch fachgerechten und optimierten Einsatz der FTB-Fertigungsverfahren gesenkt werden. Aus diesen Gründen ist eine auf die FTB-Prozesse zugeschnittene Aus- und Weiterbildung des FTB-Personals nötig.

Bei Weiterbildung und Unterricht handelt es sich um eine Dienstleistung. Die Produktionsstatistik enthält hingegen nur Information über das Produzierende Gewerbe, so dass auf andere Datenquellen zurückgegriffen werden muss.

Für das Jahr 2011 meldete der DVS 117.593 Lehrgangsteilnehmer, die mehr als 6,9 Mio. Lehrstunden erhielten (Tabelle 12a). Das ergibt durchschnittlich 59 Stunden je Lehrgang. In der Vorgängerstudie 2007 waren es noch 66 Stunden je Lehrgang. Im Vergleich mit der Vorgängerstudie ist die Anzahl der Lehrgangsteilnehmer seit 2007 um fast 18 % gesunken. Die Zahl der Lehrgangsstunden ist gegenüber 2007 von damals gut 9,4 Mio. Stunden auf nur 6,9 Mio. Stunden – das ist ein Viertel weniger – gesunken.

Insgesamt wurden 111.429 Prüfungsteilnehmer gezählt. Das ist 12 % weniger als im Jahr 2007 mit 126.807 Teilnehmern. Der größte Teil der Lehrgänge entfiel auf Schweiß- und Lötlehrgänge, Lehrgänge zum Kleben und zum mechanischen Fügen spielten nur eine untergeordnete Rolle.

³⁴ $0,8 \cdot 0,2 = 0,16$, was 16 % entspricht.

Tabelle 12a: Schulungs- und Prüfungstätigkeiten der DVS-Bildungseinrichtungen und sonstigen Lehrgangseinrichtungen in Deutschland

	Lehrgangsteilnehmer		Lehrgangsstunden		Prüfungsteilnehmer	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
Schweißen, Löten, thermisches Trennen	145.057	116.455	9.446.671	6.862.886	132.316	110.307
Kleben	892	960	68.664	72.528	907	959
Thermisches Spritzen	14	25	560	1.000	14	25
Mechanisches Fügen	0	0	0	0	0	0
Löten/Elektronikfertigung	23	153	920	6.120	29	138
Insgesamt	145.986	117.593	9.516.815	6.942.534	133.266	111.429
Nach Angaben des DVS, September 2012						

Neben dem DVS bieten noch zwei überbetriebliche Einrichtungen – das Bremer Fraunhofer Institut (IFAM) und das Technologie-Centrum Kleben (TCK) in Aachen – europaweit anerkannte Fortbildungen für die Füge­technik Kleben an. Je nach Vorbildung werden unterschiedlich zertifizierte Fortbildungen angeboten. Anwender aus Fertigung und Montage werden in einwöchigen Lehrgängen zum Klebpraktiker ausgebildet. Meister, Techniker sowie betriebliche Mitarbeiter mit abgeschlossener Berufsausbildung und Leitungsfunktion werden in dreiwöchigen Ausbildungen zur Klebfachkraft fortgebildet. Ingenieure werden in achtwöchigen Fortbildungen mit 324 Ausbildungsstunden zum Klebfachingenieur bzw. European Adhesive Engineer (EAE) ausgebildet. Die Kosten der Fortbildung liegen zwischen 1.000 und 8.400 € einschließlich Prüfungsgebühr. Aus diesen Angaben ergibt sich nach Angaben des DVS ein durchschnittlicher Preis pro Lehrgangsstunde von 25 € (Tabelle 12b).

Im Jahr 2011 wurden neben den 111.429 DVS-Prüfungen von dritten Stellen weitere knapp 50.000 Schweißerprüfungen abgenommen (Tabelle 12b). Das ist mehr als noch 2007 mit nur 45.000 Prüfungen. Zusätzlich wurden nach DVS-Richtlinie fast 11.000 sonstige Prüfungen (Prüfungen von Kunststoffschweißern, Klebpraktikern, Lehrschweißern, Schweißfachmännern, Schweißfachingenieuren u.ä.) abgelegt. Im Vergleich zu 2007 sind das fast ein Fünftel mehr.

Unterstellt man nun einen durchschnittlichen Stundenumfang von 63 Stunden für jeden Prüfling, so ergeben sich weitere 3,8 Mio. Stunden zusätzlich zu den 6,9 Mio. Stunden der DVS-Bildungseinrichtungen. Insgesamt wurden im Jahr 2011 demgemäß fast 11 Mio. Lehrgangsstunden gehalten.³⁵

Aus der Kostenrechnung der schweißtechnischen Lehranstalten ergibt sich, dass für die Teilnehmer an Fortbildungen die Preise pro Lehrgangsstunde im Durchschnitt bei 16 € ohne Mehrwertsteuer liegen.³⁶ Die Preise für die Lehrgangsstunden Kleben liegen – wie weiter oben bereits erwähnt – mit 25 € deutlich darüber. Setzt man diese Stundenpreise mit dem Produktionswert einer Lehrgangsstunde für einen Teilnehmer gleich, so ergibt sich für Fortbildung ein Produktionswert von 179 Mio. € (Tabelle 12b). Im Vorgängergutachten lag dieser Produktionswert noch bei 241 Mio. € für das Jahr 2007. Das ist ein Rückgang des Produktionswertes durch das Dienstleistungsangebot „FTB-Lehrgänge“ um ein Viertel.

³⁵ 6,9 Mio. + 3,8 Mio. = 10,7 Mio. Stunden.

³⁶ Nach Angaben des DVS.

Die Wertschöpfungsquote in der Branche Erziehung und Unterricht beträgt 76 %. Sie soll auch auf die Aus- und Weiterbildung für FTB-Personal übertragen werden. Mit dieser Wertschöpfungsquote ist damit rechnerisch eine Bruttowertschöpfung von 137 Mio. € durch „FTB-Lehrgänge“ verbunden. Nimmt man weiterhin an, dass auch bei den Schweißtechnischen Lehranstalten die für die Branche Erziehung und Unterricht branchendurchschnittliche Arbeitsproduktivität von 40.800 € je Erwerbstätigen gilt, so sind mit der Aus- und Weiterbildung rechnerisch 3.354 Personen beschäftigt. Das ist merklich weniger als im Jahr 2007 mit 4.637 Personen. Der Rückgang ist nur teilweise auf die leicht gestiegenen Arbeitsproduktivitäten zurückzuführen. Er wurde eher durch die deutlich gesunkene Zahl der Lehrgangs- und Prüfungsteilnehmer verursacht.

Tabelle 12b: Produktionswert für Aus- und Fortbildungslehrgänge in Deutschland

	2011			Lehrgangskosten in Mio. €
	Prüfungsteilnehmer	Stunden	Stundensatz in €	
DVS-Lehrgänge				
Schweißen, Lötten, thermisches Trennen	110.307	6.862.886	16,00	110,00
Kleben	959	72.528	25,00	2,00
Thermisches Spritzen	25	1.000	16,00	0,02
Mechanisches Fügen	0	0	16,00	0,00
Lötten/Elektronikfertigung	138	6.120	18,00	0,11
Zwischensumme	111.429	6.942.534		
Lehrgänge von dritten Stellen				
Schweißen	49.824	3.138.912	16,00	50,00
Sonstige Prüfungen	10.937	689.029	25,00	17,00
Summe	172.190	10.770.475		179,13
Nach Angaben des DVS, Oktober 2012.				

Neben dem DVS bietet in Deutschland auch die European Federation for Joining, Welding and Cutting (EWF), der TÜV sowie einige Anwenderunternehmen Aus- und Weiterbildung für Fügetechniken an. Die von der EWF durchgeführten Lehrgänge (Tabelle 13) haben gemäß der DVS-EWF-Richtlinie 1171 denselben Stundenumfang wie die des DVS. Teilnehmer von DVS-Fortbildungen erhalten teilweise parallel auch Diplome der EWF. Der Produktionswert und die Wertschöpfung, die mit den EWF-Fortbildungen verbunden ist, dürfen deswegen nicht zusätzlich in die Wertschöpfungsrechnung der Fortbildungen einfließen, da es sonst zu einer Doppelerfassung käme. Deswegen wird die Zahl dieser Lehrgänge hier nur nachrichtlich angegeben: Im Vergleich zum Vorgängergutachten ist die Zahl dieser ausgegebenen Diplome von damals 3.755 um 12 % auf 4.218 gestiegen. Die meisten Lehrgänge (1.583) wurden für Schweißfachmänner durchgeführt. Es gab aber auch eine beachtliche Zahl von Lehrgängen für Schweißfachingenieure (884), Schweißer (664) und Klebpraktiker (563).

Tabelle 13: Anzahl der Schweiß- und Kleblehrgänge der von der EWF autorisierten nationalen Stellen in Deutschland

	Organisation	ausgegebene Diplome 2011
Schweißfachingenieure	EWE / IWE	884
Schweißtechniker	EWT / IWT	111
Schweißfachmann	EWS / IWS	1.583
Schweißpraktiker	EWP / IWP	8
Schweißgüteprüfer	EWIP / IWIP	34
Schweißer	EW / IW	664
Europ. Therm. Spritzer	ETS	42
Spritzfachmann	ETSS	25
Klebpraktiker	EAB	563
Klebfachingenieur	EAE	53
Klebfachmann	EAS	251
Insgesamt		4.218
Nach Angaben des DVS, Oktober 2012.		

4.3.8 Zusammenfassung: Produktionswert komplementäre Güter und deren zugehörige Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland (Effekt II)

Die Tabelle 14 gibt für Deutschland eine Zusammenfassung der Produktionswerte sämtlicher komplementären Güter und Dienstleistungen, die im Zusammenhang mit FTB-Prozessen anfallen. Neben den Produktionswerten wird durch geeignete branchendurchschnittliche Wertschöpfungsquoten und Arbeitsproduktivitäten die mit der Produktion verbundene Wertschöpfung und Beschäftigung quantifiziert.

Für die Schweiß-, Lötzusätze und Zusätze zum thermischen Spritzen ergaben sich aus der Tabelle 11a Produktionswerte in Höhe von 647 €. Die Klebstoffe durften nicht zu 100 % zu den komplementären Gütern für FTB-Prozesse gezählt werden, da alleine das strukturelle Kleben erfasst werden sollte. Wie in Abschnitt 4.3.2 dargestellt, nennt der DVS verschiedene Anteile der Klebstoffe, die zum strukturellen Kleben eingesetzt werden. Für die Klebstoffe ergab sich bei einem gewichteten Durchschnitt dieser Anteile von 17 % ein Produktionswert von 375 Mio. €, der vom gesamten Produktionswert von 2,3 Mrd. € zu berücksichtigen war. Der Produktionswert der Niete für FTB-Prozesse wurde in Höhe von 207 Mio. € ermittelt. Rund zwei Drittel der Gesamtproduktion der Niete wird für FTB-Prozesse verwendet. Für die Schweißgase wurde ein Produktionswert von 536 Mio. € errechnet. Der durchschnittlich – für FTB-Prozesse – zu berücksichtigende Anteil an der gesamten Gasproduktion beträgt 35 %. Der Produktionswert der Arbeitsschutzausrüstungen, die für FTB-Prozesse benötigt werden, wurde in Höhe von 58 Mio. € ermittelt, die Entlüftungs- und Prüfmaschinen, die im Zusammenhang mit FTB-Anwendungen eingesetzt werden, wiesen einen Produktionswert von 22 bzw. 303 Mio. € auf. Die Aus- und Weiterbildung von fuge­technischem Fachpersonal lieferte einen Produktionswert von 179 Mio. €.

Tabelle 14: Zusammenfassung komplementäre Güter und Dienstleistungen und Abschätzung der zugehörigen Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland

	berück- sichtigter Anteil in %	Pro- duktions- wert in Mio. €	Produktions- wert Vorgänger- studie ¹	Wert- schöpfungs- quote ¹	Wert- schöpf- ung in Mio. €	Wert- schöpf- ung Vorgänger- studie ¹	Beschäfti- gung in Personen- jahren	Beschäfti- gung Vorgänger- studie ¹
Schweiß- und Lötzusätze, Zusätze zum thermischen Spritzen	100	647	576	0,40	259	238	5.791	4.870
Klebstoffe	17	375	271	0,31	116	96	1.240	915
Niete	67	207	134	0,40	83	55	1.854	1.132
Schweißgase	35	536	598	0,31	166	211	1.775	2.023
Arbeitsschutz	9	58	49	0,32	19	16	493	381
Entlüftungsmaschinen	0,9	22	9	0,36	8	3	128	51
Prüfmaschinen	16	303	229	0,36	110	88	1.783	1.345
Aus- und Weiterbildung, Lehrgänge	100	179	241	0,76	137	187	3.354	4.637
Insgesamt	-	2.327	2.107		898	894	16.419	15.354

¹ Vorgängerstudie 2007

Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des DVVS.

Insgesamt betrug somit der Produktionswert der komplementären Güter, deren Einsatz im Rahmen der fügetechnischen Prozesse notwendig wird, über 2,3 Mrd. €. Dieser Produktionswert wird in der Studie unter dem Effekt II gefasst. In der Vorgängerstudie mit Datenrand 2007 betrug dieser Effekt II bei der Produktion rund 2 Mrd. €, was einer Erhöhung von 15 % entspricht.

Die einzelnen komplementären Gütergruppen entwickelten sich hingegen recht unterschiedlich: Der Produktionswert der Entlüftungsmaschinen stieg um das 2,4-fache, der Produktionswert der Niete vergrößerte sich um 54 % oder jahresdurchschnittlich 11 %. Allerdings wurden hier teilweise die zu berücksichtigenden Anteile gegenüber der Vorgängerstudie geändert. Im Durchschnitt kam ein höherer Anteil zur Berücksichtigung. Der Produktionswert der Prüfmaschinen wuchs um ein Drittel. Der Produktionswert der Arbeitsschutzkleidung wuchs um 18 %. Hingegen war die Schweißgasproduktion um 10 % rückläufig. Allerdings wurden auch hier die zu berücksichtigenden Anteile geringfügig geändert. Der Produktionswert der Aus- und Weiterbildung sank um ein Viertel. Die Zahl der Prüfungsteilnehmer hatte sich allerdings ebenfalls – wenn auch nur um 5 % – verringert.

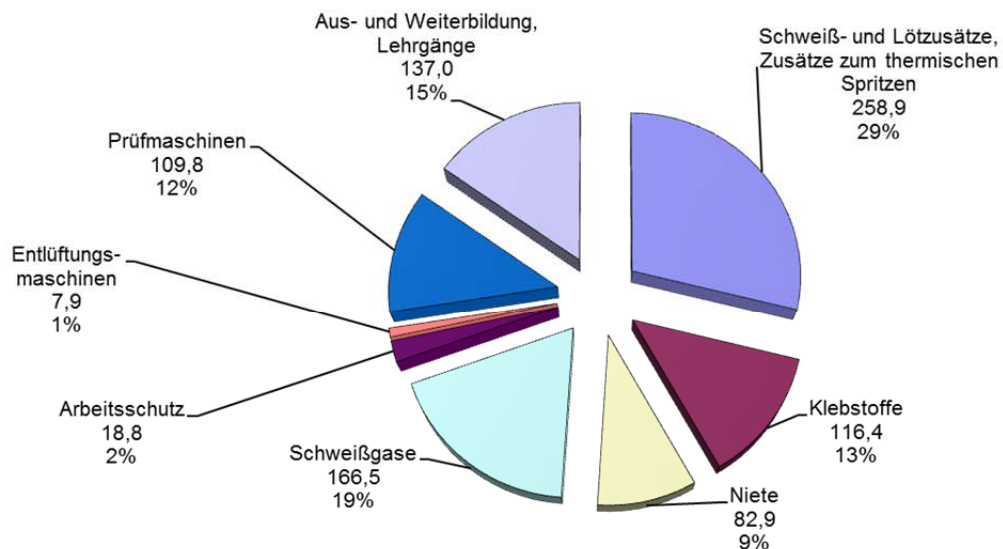
Innerhalb des Effektes II – die direkten Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte aus der Herstellung der notwendigen, komplementären Güter und Dienstleistungen – ergibt sich nun zum Produktionswert von 2,3 Mrd. € eine Wertschöpfung von 898 Mio. € sowie eine Beschäftigung von 16.419 Personen. Im Vergleich zur Vorgängerstudie ist die Wertschöpfung durch die Produktion der komplementären Güter nahezu konstant geblieben (2007: 894 Mio. €) die Beschäftigung konnte um 7 % ausgedehnt werden.

Dieser Effekt II von gut 2,3 Mrd. € macht beim Produktionswert rund 60 % des Effektes I – dem Produktionswert der FTB-Technik mit 3,8 Mrd. € – aus. Bei der Wertschöpfung beträgt der Effekt II (898 Mio. €) gut zwei Drittel des Effektes I (1.332 Mio. €) Bei der Beschäftigung beträgt der Effekt II mit 16.419 rund 90 % des Effektes I mit 18.332 Personen. Der Beschäftigungseffekt der komplementären Güter ist höher als der der FTB-Technik, weil erstere teilweise aus Branchen mit geringeren Arbeitsproduktivitäten stammen.

Anders ausgedrückt induziert die direkte Produktion von einer Einheit *FTB-Technik* eine direkte Produktion von *komplementären Gütern* in Höhe von 0,6 Einheiten. Bei der Wertschöp-

fung liegt das Verhältnis sogar bei 1 zu 0,67. Schließlich sichert ein Beschäftigter in der Herstellung von FTB-Technik knapp einen weiteren Arbeitsplatz bei der Produktion von für FTB-Techniken komplementären Gütern.

Schaubild 3: Wertschöpfungsquellen im Effekt II nach Güter- und Dienstleistungsarten



Das Ausmaß, in welchem die unterschiedlichen, für FTB-Prozesse komplementären Güter und Dienstleistungen, zur gesamten Wertschöpfung von 898 Mio. € (siehe Tabelle 14) im Effekt II beitragen, zeigt Schaubild 3. Den größten Wertschöpfungsbeitrag im Effekt II liefern mit 29 % die Zusätze zum Schweißen, Löten und thermischen Spritzen. An zweiter Stelle folgen die Schweißgase mit 19 %. Danach folgen die Ausbildungsdienstleistungen (15 %), die Klebstoffe (13 %) und die Prüfmaschinen (12 %), gefolgt von den Niete­n (9 %). Arbeitsschutz und Entlüftungsmaschinen sind hinsichtlich des prozentualen Wertschöpfungsbeitrags von nachrangiger Bedeutung.

5. Direkte Wertschöpfung durch beschäftigte Fügetechniker (Effekt III)

Wertschöpfung durch FTB-Technik entsteht ebenfalls in den Anwenderbranchen beim Einsatz der Geräte und Maschinen zum Fügen, Trennen und Beschichten. Um den – *anteiligen* – Wertschöpfungsbeitrag der FTB-Prozesse in den fügeintensiven Branchen abzuschätzen, wird angenommen, dass FTB-Prozesse eine vergleichbare Arbeitsproduktivität aufweisen wie andere Fertigungsverfahren in den fügeintensiven Branchen. Dies impliziert, dass die Verzinsung des eingesetzten Kapitals, die Nutzungsdauer der Technik sowie die gezahlten Löhne und Gehälter bei der Anwendung von FTB-Verfahren vergleichbare Werte annehmen wie beim Einsatz anderer Fertigungsverfahren. Aus der Anzahl der mit FTB-Prozessen Beschäftigten multipliziert mit der branchenspezifischen Arbeitsproduktivität bzw. Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen, kann somit in jeder Branche die – *anteilige* – durch Fügen, Trennen und Beschichten entstandene Bruttowertschöpfung (Effekt III) ermittelt werden. Beim „maschinellen Fügen, Trennen und Beschichten“ durch Roboter gestaltet sich eine solche Abschätzung des Wertschöpfungsbeitrags etwas schwieriger. Hier muss ein Umweg bei der Abschätzung über die Anzahl der für einen Roboter zuständigen Maschinenführer gewählt werden.

Weiter vorne in Abschnitt 4.1 wurde bereits erwähnt, dass die Zahl der Schweißer bzw. Fügetechniker über drei unterschiedliche Datenquellen und Schätzmethode errechnet wurde.

(i) Die Anzahl der hauptberuflichen Fügetechniker kann für Deutschland aus der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix des Statistischen Bundesamtes abgelesen werden. Hierbei handelt es sich um eine Spezialauswertung des Mikrozensus, in der die Beschäftigtenzahlen nach knapp 300 Berufsordnungsgruppen in zehn Wirtschaftsunterbereichen erhoben werden. Daraus resultiert in der gesamtwirtschaftlichen Hochrechnung eine Matrix mit knapp 300 Zeilen und 10 Spalten, in der man die jahresdurchschnittlichen Beschäftigtenzahlen für das Jahr 2011 ablesen kann.

Unter den Metallverbindungsberufen werden dort unter anderem die Schweißer, Lötler, Nietler, Brennschneider, Metallgestalter und Schmiede explizit erfasst. Darüber hinaus finden sich Zahlen zu Blechkonstruktions- und Installationsberufen, Kfz-Mechanikern und Karosseriebauern.

Der Vorteil dieser Datenquelle ist, dass es sich um offizielle statistische Daten des Statistischen Bundesamtes über verschiedene fügetechnische Berufe handelt. Der Nachteil ist, dass als Fügetechniker nur gezählt wird, wer mehr als 50 % seiner Arbeitszeit mit Fügen verbringt. Gefügt wird hingegen auch in Nebentätigkeit in anderen Berufsgruppen. Hierzu liefert die Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix keine Information. Ausgehend von den *Fügetechnikern in Haupttätigkeit* müssen die *Fügetechniker in Nebentätigkeit* abgeschätzt werden. Darüber hinaus liegen aus der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix keine Informationen über dem Fügen verwandte Berufe wie z.B. Schweiß-Aufsichtspersonen, Schweiß-Ingenieure, Designer, Forscher, Lehrpersonen und Inspektoren vor.

(ii) Wegen dieser genannten Nachteile soll die Zahl der Fügetechniker ebenfalls auf einem alternativen Weg ermittelt werden. Ausgangspunkt ist die Zahl der Beschäftigten in den verschiedenen Berufsgruppen beim Schweißen, die dem DVS aus einer Befragung aus dem Jahr 2008 bei zwölf Schweißtechnischen Instituten bzw. Verbänden vorliegt. Da diese Befragung für das vorliegende Gutachten nicht wiederholt werden konnte, wurden die Stahlverbräuche als Indikatorvariable herangezogen, um die Beschäftigtenzahlen fortzuschreiben. Die so ermittelten Beschäftigtenzahlen wurden den Autoren vom DVS zur Verfügung gestellt. Hierbei

kann nach Schweißern, Schweißaufsichtspersonen, -inspektoren, -designern, Schweißlehrpersonen und Schweißplanungsingenieuren unterschieden werden. Der Vorteil dieser Datenquelle ist, dass branchenspezifisches Spezialwissen des DVS einfließt. Der Nachteil besteht darin, dass nur auf die Schweißer und deren verwandte Berufe abgestellt wird und andere Füge­techniker vernachlässigt werden. Es muss also eine Hochrechnung vom schweiß­technischen Personal auf fügetechnisches Personal vorgenommen werden. Auf europäischer Ebene kann nur diese Methode zur Abschätzung der beschäftigten Füge­techniker angewendet werden.

(iii) Als weitere Alternative wird die Zahl der Füge­techniker auf Basis der abgelegten Schweißerprüfungen, über die dem DVS gesicherte Informationen vorliegen, abgeschätzt. Auch hier muss ein Zuschlag von der Zahl der Schweißer auf die Zahl der Füge­techniker vorgenommen werden.

Bei den drei Datenquellen liegen also hinsichtlich Struktur und Qualität unterschiedliche Datenbasen vor, die durch jeweils unterschiedliche Abschätzungen ergänzt werden müssen. In der Vorgängerstudie wurde mit diesen Datenquellen (Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix, Befragungsergebnisse und Zahl der abgelegten Schweißerprüfungen) gearbeitet. Die Abschätzung auf der Basis des Stahlverbrauchs zur Fortschreibung der Befragungsergebnisse aus dem Jahr 2008 wird in dieser Studie erstmalig eingesetzt. Da es auf europäischer Ebene keine mit Deutschland vergleichbaren Wirtschaftszweige-Berufe-Matrizen gibt, basieren die Beschäftigtenzahlen in der Europastudie allein auf den Beschäftigtenzahlen des DVS, ergänzt um die Abschätzung auf der Basis des Stahlverbrauchs.

In der hier vorliegenden Aktualisierung der deutschen Studie soll die Zahl der Beschäftigten Füge­techniker mit allen drei Methoden abgeschätzt werden und miteinander verglichen werden. Die Ergebnisse des Effektes III – die mit der Anwendung von FTB-Prozessen verbundenen Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte – werden daher in drei Varianten vorliegen: Einmal basierend auf den Daten der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix, einmal auf Basis der Datenquellen des DVS über die Zahl der Schweißer mit der Fortschreibung über den Stahlverbrauch und einmal auf Basis der Datenquellen des DVS über die Zahl der abgelegten Schweißerprüfungen.

5.1 Beschäftigte Füge­techniker und ihre Wertschöpfung in Deutschland auf Basis der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix

5.1.1 Hauptberufliche Füge­techniker

Um die Anzahl der hauptberuflichen Füge­techniker, d.h. Schweißer, Brennschneider, Lötter und Nieter in Deutschland zu bestimmen, wurde in der Vorgängerstudie auf die Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix zurückgegriffen. Für Deutschland wurden aus dieser Erhebung in der Vorgängerstudie mit Datenrand 2007 102.000 Schweißer und Brennschneider und 12.000 Lötter und Nieter genannt. Für das Jahr 2011 werden 98.000 Schweißer und Brennschneider sowie 11.000 Lötter und Nieter angegeben (Tabelle 15). Dabei ist zu beachten, dass das Statistische Bundesamt als Schweißer oder Lötter nur die Personen zählt, die als Berufsbezeichnung Schweißer oder Lötter angeben und deren Arbeitszeit zu mindestens 50 % aus Schweißen oder Löten besteht. Unberücksichtigt bleiben in der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix die Personen, die andere Berufe gelernt haben und die Tätigkeit des Schweißens oder Lötens nur als Teil ihres Berufes ansehen.

Tabelle 15: Abschätzung der Anzahl der Fügetechniker und Füge-roboterführer nach Wirtschaftsbereichen

	Berufe im Jahr 2011							
	Schweißer, Brennschneider	Löter, Nieter	Installateure und Heizungsbauer ²	Konstruktions- mechaniker, Metall- bauer, Schmiede ³	Fügetechniker	nachr.: FTB-Roboter ¹	FTB-Roboterführer ⁴	Summe Fügetechniker und FTB-Roboterführer
Wirtschaftsunterbereiche	in 1000							
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei							/	/
Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	76	9	98	34	112	29	58	170
Baugewerbe	10	-	219	-	32	8	17	48
Handel; Reparatur von KFZ	-	-	9	-	1	0	0	1
Grundstücks- und Wohnungswesen, wirt. Dienstleistungen	-	-	11	-	1	0	1	2
Öffentl. Verwaltung u.ä.	-	-	-	-	-	/	/	/
Öffentl. Und private Dienstleistungen	-	-	18	-	2	0	1	3
Andere	12	2	37	11	23	6	12	35
Insgesamt	98	11	392	45	171	44	88	259
<i>nachrichtlich:</i>								
<i>Vorgängerstudie</i>	102	12	309	58	174	42	84	258
- Nichts vorhanden bzw. nichts ermittelbar.								
/ keine Information auf diesem Disaggregationsniveau vorhanden.								
¹ Nach Angaben des Word Robotics Report 2012, Verteilung auf die Wirtschaftszweige abgeschätzt.								
² Installateure und Heizungsbauer werden nach Absprache mit dem DVS nur noch zu 10 % berücksichtigt. d.h., dass 10 Installateure und Heizungsbauer als ein vollzeitäquivalenter Fügetechniker gezählt werden.								
³ Konstruktionsmechaniker (Metalltechnik), Metallbauer und Schmiede werden als Berufsgruppe, die schwerpunktmäßig (d.h. zu 50%) FTB-Prozesse anwendet, aufgenommen.								
⁴ Es wird angenommen, dass zu jedem FTB-Roboter zwei Beschäftigte gehören.								
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes und des World Robotics Report.								

Die Zahl der *hauptberuflichen Fügetechniker* wird nun folgendermaßen ermittelt (Tabelle 15): Neben den 98.000 Schweißern und Brennschneidern werden noch die 11.000 Löter und Nieter gezählt. Darüber hinaus werden noch die Installateure und Heizungsbauer mit einem Anteil von 10 % berücksichtigt, da unterstellt wird, dass 10 % der Arbeitszeit in diesen Berufsgruppen auf das Schweißen entfällt. Anders ausgedrückt würden dann zehn Installateure und Heizungsbauer als ein vollzeitäquivalenter Fügetechniker gezählt. Von den 392.000 Beschäftigten dieser Berufsgruppe werden daher nur gut 39.000 Beschäftigte als Fügetechniker

erfasst. Ebenfalls berücksichtigt wird die Berufsgruppe der Konstruktionsmechaniker, Metallbauer und Schmiede, von denen es 2011 rund 45.000 Beschäftigte gab. Diese werden jedoch nur zur 50 % gezählt.

Darüber hinaus sollen die Füge-roboterführer berücksichtigt werden. Aus dem World-Robotics-Report wird für 2011 ein Bestand von 44.219 Füge-robotern gemeldet. Wird nun angenommen, dass zu jedem der rund 44.000 Füge-roboter zwei Beschäftigte für die Bedienung nötig sind – eine Annahme, die aufgrund des üblichen Mehrschichtbetriebs in der Automobil-industrie gerechtfertigt erscheint – resultieren gut 88.000 Personen, die mit der Bedienung von Füge-robotern beschäftigt sind.

Insgesamt ergeben sich so rund 259.000 hauptberufliche Füge-techniker und Füge-roboterführer: 98.000 Schweißer und Brennschneider, 11.000 Lötter und Nieter, 10 % von 392.000 Installateuren und Heizungsbauern, 50 % der 45.000 Konstruktionsmechaniker, Metallbauer und Schmiede sowie rund 88.000 Füge-roboterführer. Diese Anzahl entspricht fast exakt der Zahl der Füge-techniker von 258.000 aus dem Vorgängergutachten.

Aus der Anzahl der hauptberuflich mit FTB-Prozessen Beschäftigten multipliziert mit deren branchenspezifischen Arbeitsproduktivität bzw. Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen, kann somit in jeder Branche die durch Fügen, Trennen und Beschichten entstandene Bruttowertschöpfung ermittelt werden. Die durchschnittliche Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen in der Wirtschaft insgesamt liegt bei 55.400 € pro Jahr (2007: 52.200 €), im Verarbeitenden Gewerbe sogar bei 68.400 €, in den fügeintensiven Branchen liegt sie mit 56.600 € leicht oberhalb der Bruttowertschöpfung je Erwerbstätigen in der Wirtschaft insgesamt (Tabelle 16).

Niedrigere Bruttowertschöpfungen je Erwerbstätigen bzw. Arbeitsproduktivitäten sind auf eine geringere Kapitalintensität und höhere Personalintensität sowie möglicherweise auf eine geringere Entlohnung der Produktionsfaktoren zurück zu führen. Hohe Arbeitsproduktivitäten resultieren aus einer hohen Kapitalintensität und einer geringeren Personalintensität. Im Vergleich zur Vorgängerstudie mit Datenrand 2007 ist die Arbeitsproduktivität insgesamt um 6 % gestiegen. Im Verarbeitenden Gewerbe erhöhte sie sich sogar um fast 13 %. In den fügeintensiven Branchen wuchs sie von 53.000 € auf nun 56.600 € um fast 7 %. Der Zwang zur Produktivitätssteigerung durch den hohen Preis des Faktors Arbeit sowie das niedrige Zinsniveau führten zu einer Substitution des Produktionsfaktors Arbeit durch Kapital – messbar u.a. an der gestiegenen Arbeitsproduktivität.

Tabelle 16: Bruttowertschöpfung, Erwerbstätige und Arbeitsproduktivitäten nach ausgewählten Produktionsbereichen 2011

Produktionsbereich	Bruttowertschöpfung ^{1,3} in Mrd. €	Erwerbstätige ³ in 1000	BWS je ET in 1000 €	BWS je ET Vorgängerstudie in 1000 €
Land- u. Forstwirtschaft, Fischerei	18	663	26,9	
Produzierendes Gewerbe	665	9.987	66,6	
Verarbeitendes Gewerbe	482	7.042	68,4	60,6
Gew. v. Bergbauerzeugnissen, Steinen und Erden	5	78	70,1	
H.v. Nahrungs- u. Genussmitteln	38	879	43,5	
H.v. Textilien u. Lederwaren	7	163	42,6	
Holzgewerbe	6	134	46,6	
Papier-, Verlags-, Druckgewerbe	18	336	53,9	
H. v. Kokereierz, Mineralölerz, Spalt- und Brutstoffen	6	29	191,4	
Chemische Industrie	39	323	119,3	
H. v. Gummi und Kunststoffwaren	23	370	62,5	
H.v. Glas u. Keramik, Steine, Erden	15	225	67,3	
Metallerzeugung	18	273	64,2	62,9
H. v. Metallerzeugnissen	45	830	54,0	48,9
H. v. Maschinen	74	1.016	72,7	65,1
H. v. DV-Geräten, elektron. u. optischen Erzeugnissen	25	381	65,4	
H. v. elektrischen Ausrüstungen	39	468	82,7	
H. v. Kraftwagen und Kraftwagenteilen	71	812	87,6	73,6
H. v. sonst. Fahrzeugen (Wasser-, Schienen-, Luftfz.) ..	10	140	70,2	77,2
H. v. Möbeln u. sonstigen Waren	21	377	54,5	
Erzg. u. Verteilung von Elektrizität, Gas, Wasser	59	288	205,2	
Baugewerbe	100	2.383	42,1	36,9
Dienstleistungen	1.553	29.953	51,9	
Handelsleist. m. Kfz, Rep. an Kfz, Tankleistungen	32	779	40,7	38,3
Handelsvermittlungs- und Großhandelsleistungen	112	1.695	65,9	
Einzelhandelsleistungen; Rep. an Gebrauchsgütern	83	3.252	25,5	
Beherbergungs- und Gaststätten-DL	41	1.672	24,5	
Verkehr und Lagerei	88	1.962	44,7	
Finanz- und Versicherungsdienstleister	102	1.213	83,7	
DL öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialvers.	140	2.732	51,3	
Erziehungs- u. Unterrichts-DL	101	2.470	41,1	
DL des Gesundheits- und Sozialwesens	164	4.202	39,1	
Sonstige öffentl. u. private DL	102	3.033	33,6	
Alle Produktionsbereiche	2.237	40.370	55,4	52,2
nachrichtlich:				
jahresdurchschnittl. Veränderungsrate in %	1,8	0,9	0,9	
nachrichtlich:				
Fügeintensive² Branchen	374	6.614	56,6	53,0
¹ Bruttowertschöpfung in jeweiligen Preisen.				
² a) Metallerzeugung, b) H.v. Metallerzeugnissen, c) Maschinenbau, d) H. v. DV-Geräten, elektronischen u. opt. Erzeugnissen e) Herstellung von Kfz und Kfz-Teilen, f) Herstellung von sonst. Fahrzeugen, g) Baugewerbe, h) Kfz-Handel einschl. Reparaturen				
³ Aktueller Datenrand am 1.10.2012 war auf tief disaggregierter Branchenebene das Jahr 2010.				
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes.				

Tabelle 17: Abschätzung der Bruttowertschöpfung durch FTB-Prozesse 2011

Branche	Fügetechniker und FTB-Roboter- führer in 1000	BWS je Erwerbs- tätigen in 1000 €	BWS der Fügetechniker Fügeroboterführer in Mrd. €
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	/	26,9	/
Bergbau und Verarbeitendes Gewerbe	170	66,6	11,3
Baugewerbe	48	42,1	2,0
Dienstleistungen	6	51,9	0,3
Handel; Reparatur von KFZ	1	40,7	0,1
Grundstücks- und Wohnungswesen, wirt. Dienstleistungen	2	33,6	0,1
Öffentl. und private Dienstleistungen	3	33,6	0,1
Andere	35	56,6	2,0
Insgesamt	259	55,4	15,6
<i>nachrichtlich:</i>			
<i>Vorgängerstudie</i>	258	52,2	16
/ keine Information auf diesem Disaggregationsniveau vorhanden.			
Eigene Berechnungen nach Angaben des Statistischen Bundesamtes.			

In den Unternehmen der deutschen Wirtschaft ergeben sich nach dieser Rechnung 15,6 Mrd. € Wertschöpfung, die durch den Einsatz von 259.000 hauptberuflichen Fügetechnikern und dem Bedienungspersonal von Fügerobotern bei den FTB-Prozessen entstehen (Tabelle 17). Dabei wurden die beschäftigten Fügetechniker branchenweise mit der branchenspezifischen Arbeitsproduktivität multipliziert und dann die Branchenwertschöpfungen addiert. Die so ermittelte Wertschöpfung Wert hat sich im Vergleich zur Vorgängerstudie (16 Mrd. €) kaum geändert. Der größte Anteil dieser Wertschöpfung entsteht mit 11,3 Mrd. € im Verarbeitenden Gewerbe, 2 Mrd. entstehen im Baugewerbe. Im Dienstleistungsgewerbe gibt es kaum Wertschöpfung durch FTB-Prozesse. Gemessen an der gesamten Wertschöpfung in Deutschland im Jahr 2011 von 2.317 Mrd. € machen diese 15,6 Mrd. € Wertschöpfung durch FTB-Prozesse rund 0,7 % der gesamten Wertschöpfung aus: d.h. 0,7 % der Wertschöpfung in Deutschland entsteht durch die hauptberufliche Tätigkeit des Fügens, Trennens und Beschichtens im Rahmen von FTB-Prozessen.

5.1.2 Nebenberufliche, in Vollzeitäquivalente umgerechnete Fügetechniker

Über die Zahlen der überwiegend mit FTB-Prozessen hauptberuflich beschäftigten Personen und Bedienungspersonal der Fügeroboter liegen hinreichend verlässliche Daten aus offiziellen statistischen Quellen vor. Wertschöpfung durch FTB-Prozesse entsteht hingegen auch in Berufsgruppen, in deren Bereich nur zu einem gewissen Anteil die Tätigkeiten des Fügens, Trennens und Beschichtens gehören. Zum Teil wurden diese Berufsgruppen bereits in Tabelle 15 als Anteil unter den Installateuren und Heizungsbauern sowie unter den Konstruktionsmechanikern, Metallbauern und Schmieden erfasst. Es gibt jedoch noch weitere Berufsgruppen, die nur zeitweise – *in Nebentätigkeit* – mit FTB-Prozessen beschäftigt sind. Diese sind in

vollzeitäquivalente Fügetechniker umzurechnen. In Absprache mit dem DVS sind – in Analogie zum Vorgängergutachten – 27 Berufsgruppen aus allen, vom Statistischen Bundesamt genannten, ausgewählt worden, bei denen zu erwarten ist, dass unter anderem maßgeblich die Tätigkeit des Fügens, Trennens und Beschichtens ausgeübt wird (Tabelle 18).

Tabelle 18: Wertschöpfungsbeitrag durch FTB-Prozesse in Nebentätigkeit

	Beschäftigte insgesamt in 1.000	Auf Fügen, Trennen und Beschichten entfallen			Damit verbundene Wertschöpfung		
		5%	10%	15%	5%	10%	15%
		der Arbeitszeit			Szenario		
		Vollzeitäquivalente Fügetechniker in 1.000			Wertschöpfung in Mio. €		
	2011	2011			2011		
Kunststoffverarbeiter o.n.T.	12	0,6	1,2	1,8	18	36	54
Verfahrensmechaniker (Metallumformung)	13	0,7	1,3	2,0	19	39	58
Gießereimechaniker und andere Formgießerberufe	54	2,7	5,4	8,1	81	162	242
Blechpresser, Blechzieher, Blechstanzer	9	0,5	0,9	1,4	13	27	40
Drahtverformer, Drahtverarbeiter	9	0,5	0,9	1,4	13	27	40
Zerspanungsmechaniker o.n.F.	52	2,6	5,2	7,8	78	156	234
Dreher	87	4,4	8,7	13,1	130	260	391
Fräser	59	3,0	5,9	8,9	88	177	265
Bohrer, Bohrwerkdreher	7	0,4	0,7	1,1	10	21	31
Metallschleifer	28	1,4	2,8	4,2	42	84	126
Galvaniseure, Metallfärber	19	1,0	1,9	2,9	28	57	85
Emaillierer, Feuerverzinker und andere Metalloberflächenveredler	6	0,3	0,6	0,9	9	18	27
Konstruktionsmechaniker Schiffbautechnik	28	1,4	2,8	4,2	42	84	126
Metallbauer Handwerk	17						
Teilezurichter, Geräte-, Maschinenzusammensetzer	22	1,1	2,2	3,3	33	66	99
Kraftfahrzeug-, Zweiradmechaniker	362	18,1	36,2	54,3	542	1.084	1.626
Landmaschinenmechaniker, Metallbauer (Landtechnik)	34	1,7	3,4	5,1	51	102	153
Fluggerät-, Flugtriebwerkmechaniker, Fluggerätebauer	25	1,3	2,5	3,8	37	75	112
Karosserie-, Fahrzeugbauer	47	2,4	4,7	7,1	70	141	211
Werkzeugmechaniker (Formtechnik), Werkzeugmacher (Formenbau)	18	0,9	1,8	2,7	27	54	81
Industriemechaniker (Geräte- und Feinwerktechnik), Feinmechaniker	50	2,5	5,0	7,5	75	150	225
Edelmetallschmiede	16	0,8	1,6	2,4	24	48	72
Sonstige Montierer	87	4,4	8,7	13,1	130	260	391
Metallarbeiter o.n.A.	82	4,1	8,2	12,3	123	245	368
Techniker des Maschinen-, Apparate- und Fahrzeugbaues	143	7,2	14,3	21,5	214	428	642
Übrige Fertigungstechniker	32	1,6	3,2	4,8	48	96	144
Industrie-, Werkmeister	146	7,3	14,6	21,9	219	437	656
Insgesamt	1.464	73	146	220	2.166	4.332	6.498
Eigene Berechnungen.							

Über den Arbeitszeitanteil – und damit auch den Wertschöpfungsanteil –, der in diesen Berufsgruppen in allen Branchen durchschnittlich auf die FTB-Prozesse entfällt, gibt es keinerlei gesicherte Datenquellen; er ließe sich nur über eine repräsentative Primärerhebung eingrenzen. Darüber hinaus wird der Arbeitszeitanteil zwischen den einzelnen Berufsgruppen variiere-

ren.³⁷ Zur Eingrenzung des unbekannt­ten Anteils werden im Folgenden drei Szenarien durchgerechnet, in denen von einem Zeit- und Wertschöpfungsanteil von 5 %, 10 % sowie 15 % ausgegangen wird.

In Tabelle 18 ist die Anzahl der Beschäftigten in den genannten Berufsgruppen insgesamt in den drei Szenarien sowie deren Umrechnung in „vollzeitäquivalentes“ FTB-Personal angegeben. Durch Multiplikation mit einer durchschnittlichen Wertschöpfung pro Erwerbstätigen, die ausgehend von den durchschnittlichen jährlichen Gesellenverdiensten im Handwerk von 29.983 € errechnet wurden, erhält man den Wertschöpfungsbeitrag durch Fügen, Trennen und Beschichten in Nebentätigkeit in den 27 genannten Berufsgruppen.

Der Wertschöpfungsbeitrag durch Fügen, Trennen und Beschichten in Nebentätigkeit streut in den drei Szenarien zwischen 2,2 und 6,5 Mrd. €, die vollzeitäquivalenten Beschäftigtenzahlen bewegen sich zwischen 73.000 und 220.000 Personen. Die große Spannweite verdeutlicht die hohe Sensitivität der Ergebnisse hinsichtlich einer Variation der Annahmen, so dass die abgeleiteten Zahlen über den Wertschöpfungsbeitrag durch FTB-Prozesse in Nebentätigkeit als wenig robust einzuschätzen sind. Für die weiteren Berechnungen wird mit einem mittleren Wert von 4,3 Mrd. € Wertschöpfung und gut 146.000 Beschäftigten gerechnet, wobei noch einmal betont werden muss, dass dieses Ergebnis allein auf einer Abschätzung beruht und nicht durch offizielles statistisches Datenmaterial gesichert werden kann. Es wird also angenommen, dass zu den 259.000 Beschäftigten mit einer Wertschöpfung von 15,6 Mrd. €, die hauptberuflich Tätigkeiten des Fügens, Trennens und Beschichtens ausüben oder Fügeroboter bedienen, weitere – in Vollzeitäquivalente umgerechnete – 146.000 Beschäftigte mit einer Wertschöpfung von 4,3 Mrd. € hinzukommen.

In der Vorgängerstudie wurde von 176.000 nebenberuflichen Beschäftigten und einer zugehörigen Wertschöpfung von 4,9 Mrd. € ausgegangen. Da zur Ermittlung der nebenberuflichen Füge­techniker die Methodik aus dem Vorgängergutachten nahezu unverändert gelassen wurde, ist die aktuell geringere Beschäftigtenzahl überwiegend auf gestiegene Arbeitsproduktivitäten und dem damit verbundenen gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungsrückgang zurück zu führen.

Durch die Ausübung von FTB-Prozessen in Haupt- und Nebentätigkeit (Effekt III) resultiert unter Verwendung der Datenbasis der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix einschließlich einer Abschätzung des Beitrags der nebenberuflichen Füge­techniker insgesamt eine Wertschöpfung von 19,9 Mrd. €³⁸ bei einer Beschäftigung von 405.000 Personen³⁹. In der Vorgängerstudie resultierte insgesamt eine Wertschöpfung von 20,9 Mrd. € bei einer Beschäftigung von 435.000 Personen. Während die Wertschöpfung aus Effekt III im Vergleich zum Vorgängergutachten um 5 % geringer ausgefallen ist, sind die Beschäftigtenzahlen um knapp 7 % gesunken. Der Rückgang bei den Beschäftigtenzahlen entspricht grob dem Anstieg der Arbeitsproduktivität in den fügeintensiven Branchen.

³⁷ Die Obergrenze des Anteils einer Tätigkeit liegt bei 50 %, da bei Anteilen über 50 % der Beschäftigte die Tätigkeit laut Statistik hauptberuflich ausübt.

³⁸ 15,6 Mrd. € Wertschöpfung durch hauptberufliche Füge­techniker + 4,3 Mrd. € Wertschöpfung durch nebenberufliche Füge­techniker.

³⁹ 259.000 hauptberufliche Füge­techniker + 146.000 nebenberufliche, in Vollzeitäquivalente umgerechnete Füge­techniker.

5.2 Beschäftigte Fügetechniker und ihre Wertschöpfung in Deutschland auf der Basis von DVS-Daten

Will oder kann man nicht auf die Beschäftigtendaten der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix zurückgreifen, muss man andere Datenquellen auswerten. Bei der Erstellung der europäischen Studie mussten die Beschäftigtenzahlen ohnehin auf anderem Weg abgeschätzt werden, da auf europäischer Ebene oder für andere europäische Länder keine Wirtschaftszweige-Berufe-Matrizen vorliegen, die Informationen über die Zahl der Schweißer oder anderer Fügetechniker nach Branchen bereitstellen.

Der DVS hatte im Jahr 2008 bei zwölf schweißtechnischen Instituten bzw. Verbänden eine europaweite Befragung über die Zahl der Schweißer und deren verwandte Berufsgruppen durchgeführt. Im Vergleich zu den Daten der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix fehlten zwar auf der einen Seite die Daten über die Beschäftigten der anderen FTB-Prozesse wie Löten, Brennschneiden, mechanisches Fügen sowie thermisches Spritzen. Auf der anderen Seite waren die Daten der DVS-Erhebung gleichwohl detaillierter als die Daten der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix, da die Beschäftigten in etlichen dem Schweißen verwandten Berufe – wie die Ausbilder, die Schweißingenieure, die Schweißdesigner oder die Schweißforscher – nun erfasst werden konnten.

Der DVS hat für die vorliegende Studie versucht, die Befragung zu wiederholen, jedoch war der Rücklauf sehr gering. Auch der EWF konnte keine belastbaren Beschäftigtenzahlen für die in der Europastudie untersuchten Länder zur Verfügung stellen. Daraufhin wurde in zwei, methodisch unterschiedlichen Abschätzungen versucht, die Zahl der beschäftigten Fügetechniker auf anderem Wege zu erhalten.

5.2.1 Abschätzung auf Basis des Stahlverbrauchs

Eine Abschätzung der Zahl der Personen, die in Schweißberufen tätig sind, wurde vom DVS auf der Basis des Stahlverbrauchs vorgenommen. Die relativ gesicherten Zahlen der Vorgängerstudie wurden unter Berücksichtigung des Stahlverbrauchs für Deutschland und für die verschiedenen europäischen Länder fortgeschrieben.

Hierbei wurden nicht nur die Schweißer berücksichtigt, sondern auch Personen, die im Umfeld des Schweißens tätig sind. Hierzu gehören Schweißaufsichtspersonen, Schweißinspektoren, Schweißdesigner, Schweißforscher, Schweißlehrpersonen. Darüber hinaus wurden die Schweißroboterführer berücksichtigt, und zwar exakt mit demselben Wert, der bei der Abschätzung der Schweißer mit Hilfe der Wirtschaftszweigeberufe-Matrix verwendet wurde.

Für Deutschland ergeben sich dabei gut 156.000 vollzeitäquivalente reine Schweißer. Das sind deutlich mehr als über die Abschätzung mit Hilfe der Wirtschaftszweigeberufe-Matrix (98.000 hauptberufliche Schweißer). Allerdings sind in ersterem Wert auch die nebenberuflichen Schweißer berücksichtigt (Tabelle 19).

Ferner werden knapp 15.000 Schweißaufsichtspersonen, jeweils gut 900 Schweiß-Inspektoren und Schweiß-Designer und Schweiß-NDT-Inspektoren sowie rund 840 Lehrpersonen, 650 Forscher sowie knapp 500 Planungs-Ingenieure genannt. Darüber hinaus müssen die Bediener von Schweißrobotern – in Deutschland geschätzt auf 82.570 – ebenfalls mit berücksichtigt werden. Auf die Zahl der Roboterführer kommt man, in dem man die Zahl der im Einsatz befindlichen Schweißroboter mit zwei multipliziert, weil angenommen wird, dass jeder

Schweißroboter zwei Bediener oder sonstiges für den Betrieb erforderliches Personal beschäftigt (Zweischichtbetrieb). Für Deutschland resultieren nach der Erhebung des DVS insgesamt 258.000 Personen, die in Vollzeit Berufe rund um das Schweißen ausüben (Tabelle 19).

Darunter machen die Schweißer mit rund 60 % den größten Anteil aus, gefolgt von den Schweißroboterführern mit einem Anteil von knapp einem Drittel. In den übrigen, dem Schweißen verwandten Berufen, sind noch knapp 8 % der mit Schweißprozessen beschäftigten Personen tätig.

Es soll jedoch nicht allein die Zahl der beschäftigten Schweißer erhoben werden, sondern auch die Zahl der mit den übrigen Füge­techniken Beschäftigten – wie Kleben, mechanisches Fügen, thermisches Trennen sowie thermisches Beschichten. Um von den hauptberuflichen Schweißern nun auf die hauptberuflichen Füge­techniker hochzurechnen, wurde das durchschnittliche Verhältnis zwischen den Produktionswerten der Schweiß- und Löttechnik und der Füge­technik insgesamt verwendet. Es ist plausibel anzunehmen, dass sich die Anteile der Beschäftigten, die diese Technologien einsetzen, genau so verhalten wie die Produktionswerte der genannten Technologien.

Tabelle 19: Beschäftigtenzahlen in Schweißberufen sowie Abschätzung der Füge­techniker in Deutschland

Schweißen	Füge­techniken einschl. Schweißen ¹		Verhältnis		
	2011				
	D ²	Europa ²	D	Europa	Europa/D
Schweißer	156.146	646.914			
Schweißaufsichtspersonen	14.871	62.271			
Schweiß-Inspektoren	929	6.474			
Schweiß-Designer	929	4.253			
Schweiß-Forscher	651	2.442			
Schweiß-Lehrpersonen	836	6.146			
Schweiß-NDT-Inspektoren	929	25.797			
Schweiß-Planungsingenieure	465	3.104			
Schweißroboterführer ³	82.570	200.746	88.438	215.276	2,4
Total	258.327	958.147	332.484	1.124.232	3,4
¹ Wert geschätzt über das durchschnittliche Verhältnis der Produktionswerte FTB zu Schweißen und Löten in D und der EU.					
² Verteilung auf die verschiedenen Berufsgruppen geschätzt.					
³ Anzahl Roboter im Bestand mal 2.					
Eigene Berechnungen nach Angaben des DVS.					

In Deutschland betrug der Produktionswert an Schweiß- Löt- und Trenntechnik im Jahr 2011 1,56 Mrd. €. Dazu kommen Teile für 679 Mio. €. Der Produktionswert der Füge­technik insgesamt betrug hingegen 3,1 Mrd. € (Produktionswert Füge­technik 3,8 Mrd. € abzüglich der Fügeroboter (689 Mio. €)) (vgl. Tabelle 8). Daraus resultiert ein Verhältnis von rund 1:1,39, so dass man für Deutschland auf Basis der Abschätzung der Schweißer über die Stahlverbräu-

che von den 258.000 Schweißern und ihren verwandten Berufen⁴⁰ einschließlich der knapp 83.000 Roboterführer auf rund 332.000 Fügetechniker hochrechnen kann (Tabelle 19). Die Hochrechnung wird mit der Gesamtsumme an Schweißern, Schweißausbildern, Schweißingenieuren, Schweißforschern usw. durchgeführt, da eine berufsgruppenspezifische Hochrechnung mit zu großen Unsicherheiten behaftet wäre. Lediglich die Füge-roboterführer sind in Tabelle 19 mit einer anderen Methode ermittelt worden: Die Zahl der Füge-roboter lässt sich aus dem World Robotics Report mit 44.219 ablesen. Multipliziert man diese Zahl mit zwei (Zweischichtbetrieb) kann man insgesamt 88.438 Füge-roboterführer errechnen.

Multipliziert man diese 332.000 vollzeitäquivalenten Fügetechniker wieder mit der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität in den fügeintensiven Branchen von 56.600 € (vgl. Tabelle 16), so ergibt sich insgesamt eine Wertschöpfung von 18,8 Mrd. €, die durch die Anwendung von Fügeprozessen (Effekt III) entsteht.

5.2.2 Abschätzung auf Basis der abgelegten Schweißerprüfungen

Als dritte Methode wurde eine Abschätzung der Zahl der Fügetechniker auf der Basis der abgelegten Schweißerprüfungen in Deutschland vorgenommen. Über jene liegt dem DVS gesichertes Datenmaterial vor. Die vom DVS durchgeführte Abschätzung auf Basis von im Jahr 2011 abgelegten Schweißerprüfungen geht folgendermaßen vor: Schweißerprüfungen müssen alle zwei Jahre von Personen abgelegt werden, die an sicherheitsrelevanten Produkten schweißen. Dabei kann eine Person mehrere Prüfungen absolviert haben. Die Zahl von 172.190 Schweißerprüfungen (vgl. Tabelle 12b) im Jahr 2011 kann als gesichert gelten. Werden also rund 172.000 Schweißer pro Jahr geprüft sind das 344.000 Schweißerprüfungen in zwei Jahren. Bei 25 % Doppelprüfungen ergibt das 258.000 geprüfte Schweißer. Darüber hinaus werden in vielen Branchen Bauteile geschweißt, die nicht sicherheitsrelevant sind und für die keine geprüften Schweißer benötigt werden. Die Zahl könnte man mit 40 % der geprüften Schweißer abschätzen, das sind 103.000; zusammen mit den 258.000 also 361.000. Das Bedienen von halb- oder vollautomatischen Schweißanlagen – nicht Robotern, die separat erfasst werden – ist hier eingeschlossen. Geht man davon aus, dass im Mittel Personen mit Schweißerprüfungen zu 50 % echte Schweißarbeiten ausführen, so kommt man auf rund 180.000 mit Schweißen beschäftigte Vollzeitarbeitskräfte in Deutschland. Dieser Wert beinhaltet bereits eine Umrechnung in Vollzeitäquivalente.

Um von den vollzeitäquivalenten Schweißern auf die vollzeitäquivalenten Fügetechniker hochzurechnen, wird die so ermittelte Beschäftigtenzahl mit einem Faktor multipliziert, der sich aus dem Produktionswertverhältnis Fügetechnik zu Schweißtechnik ergibt. In Deutschland betrug der Produktionswert an Schweiß- Löt- und Trenntechnik im Jahr 2011 1,56 Mrd. €. Dazu kommen Teile für 679 Mio. €. Der Produktionswert der Fügetechnik insgesamt betrug hingegen 3,1 Mrd. € (Produktionswert Fügetechnik abzüglich der Füge-roboter) (vgl. Tabelle 8). Daraus resultiert ein Verhältnis von rund 1:1,39. Als vollzeitäquivalente Fügetechniker (ohne Füge-roboterführer) ergeben sich somit rund 236.000 Personen. Darüber hinaus werden noch die Füge-roboterführer als Bestand der Füge-roboter mal 2 berücksichtigt, so dass man insgesamt wieder 88.438 Füge-roboterführer errechnen kann.

⁴⁰ Schweißaufsichtspersonen, Schweißinspektoren, Schweißdesigner, Schweißausbilder, Schweiß-NDT Ingenieure, Schweiß-Planungsingenieure, Schweißroboterführer.

Aus diesen Überlegungen ergeben sich gut 324.000 vollzeitäquivalente Füge­techniker⁴¹. Multipliziert man diese Zahl der vollzeitäquivalenten Füge­techniker mit der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität in den fügeintensiven Branchen von 56.600 € (vgl. Tabelle 16), so ergibt sich eine Wertschöpfung von 18,4 Mrd. € durch die Anwendung von Fügeprozessen (Effekt III).

5.3 Vergleich der drei Abschätzungen der vollzeitäquivalenten Füge­techniker und Abschätzung der zugehörigen Wertschöpfung

In Tabelle 20 sind die verwendeten Methoden zur Abschätzung der vollzeitäquivalenten Füge­techniker gegenübergestellt. Obwohl drei sehr unterschiedliche Verfahren mit unterschiedlichen Datenbasen verwendet wurden, resultieren recht ähnliche Ergebnisse.

So liefert die Schätzung auf Basis der Anzahl der Vollzeit-Schweißer, -Lötter und Vollzeit-Brennschneider mit anschließendem Aufschlag, um auf zugehörigen Füge­techniker zu gelangen, zu denen dann noch die nebenberuflichen Füge­techniker addiert werden, eine Beschäftigtenzahl von 405.000. Multipliziert mit der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität in den fügeintensiven Branchen und in der Gesamtwirtschaft resultiert eine Wertschöpfung von 19,9 Mrd. €.

Die alternative Abschätzung der Personen in Schweißberufen auf Basis der DVS-Befragung 2007 mit einer Fortschreibung über die Stahlverbräuche mit anschließendem Aufschlag, um von den Schweißberufen auf die Fügeberufe zu gelangen, ergibt 332.000 vollzeitäquivalente Füge­techniker mit einer zugehörigen Wertschöpfung von 18,8 Mrd. €.

Verwendet man die Zahl der abgenommenen Schweißerprüfungen, um auf die Zahl der vollzeitäquivalenten Füge­techniker zu gelangen, so resultieren 324.000 Füge­techniker bei einer Wertschöpfung von 18,4 Mrd. €.

Im Weiteren soll die Abschätzung auf der Basis DVS-Befragung mit Fortschreibung über die Stahlverbräuche verwendet werden, so dass als endgültiger Effekt III 332.000 vollzeitäquivalente Füge­techniker mit einer Wertschöpfung von 18,8 Mrd. € veranschlagt werden soll. Im Vorgängergutachten wurden als Effekt III 360.000 vollzeitäquivalente Füge­techniker mit einer Wertschöpfung von 20,8 Mrd. € ermittelt. Dort wurde als Datenbasis die damalige Befragung des DVS über die Zahl der Schweißer und die Zahl der Personen in schweißverwandten Berufen verwendet.

Wegen der unterschiedlichen Methodiken sollten die Unterschiede zu den Ergebnissen der Vorgängerstudie nicht überinterpretiert werden. Festzuhalten bleibt, dass der Wertschöpfungs- und Beschäftigungsbeitrag aus der *Anwendung* von FTB-Technik in FTB-Prozessen, den entsprechenden Beitrag aus der *Herstellung* von FTB-Technik um ein Vielfaches übersteigt: Das Verhältnis zwischen der Wertschöpfung aus Effekt I (1,33 Mrd. €) zur Wertschöpfung aus Effekt III (18,8 Mrd. €) beträgt 1:14. Ein Euro Wertschöpfung, der durch die Produktion von FTB-Technik entsteht, induziert 14 Euro Wertschöpfung in der Anwendung der FTB-Technik. Bei der Beschäftigung kommt es zu ähnlich hohen Multiplikatoren: Das Verhältnis zwischen der Beschäftigung aus Effekt I (18.332 Personen) und der Beschäftigung aus

⁴¹ 236.000 vollzeitäquivalente Füge­techniker (ohne Roboterführer) + 88.438 Füge­roboterführer

Effekt III (332.000 Personen) beträgt 1:18. Ein Beschäftigter in der Produktion von FTB-Technik induziert 18 Beschäftigte, die diese FTB-Technik anwenden.

Tabelle 20: Gegenüberstellung der Schätzergebnisse für die vollzeitäquivalenten Füge-techniker

Methode bzw. Quelle	Beschäftigte in 1000	Methode bzw. Quelle	Beschäftigte in 1000	Methode bzw. Quelle	Beschäftigte in 1000
Stat.Bundesamt: Wirtschaftszweige-Berufe- Matrix: Schweißer, Lötter,Nieter	109				
Stat.Bundesamt: Wirtschaftszweige-Berufe- Matrix + Abschätzung 10% der Arbeitszeit der Installere und Metallbauer + Bestand der Fügeroboter mal 2	259				
10% der Arbeitszeit der Beschäftigten in 27 fügeintensiven Branchen		DVS: Befragung 2008 +Abschätzung auf Basis des Stahlverbrauchs: Schweißer	156	DVS: Abschätzung auf Basis der abgenommenen Schweißerprüfungen	172
		Schweißer+Personen in schweißverwandten Berufen	258		
Aufschlag auf die o.g. Schätzung der vollzeitäquivalenten Schweißer über Produktionswertverhältnis Fügetechnik/Schweißtechnik	405	Aufschlag auf o.g. Schätzung der vollzeitäquivalenten Personen in Schweißberufen über Produktions- wertverhältnis Fügetechnik/Schweißtechnik plus Bestand der Fügeroboter mal 2	332	Aufschlag auf die o.g. Schätzung der vollzeitäquivalenten Schweißer über Produktionswertverhältnis Fügetechnik/Schweißtechnik plus Bestand der Fügeroboter mal 2	324
zugehörige Wertschöpfung durch Multiplikation mit der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität in den fügeintensiven Branchen	19,9 Mrd. €	zugehörige Wertschöpfung durch Multiplikation mit der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität in den fügeintensiven Branchen	18,8 Mrd. €	zugehörige Wertschöpfung durch Multiplikation mit der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität in den fügeintensiven Branchen	18,4 Mrd. €

6. Multiplikator-Effekte der Nachfrage nach FTB-Technik und komplementären Gütern auf der Basis eines Input-Output-Modells

6.1 Problemstellung

Nachdem in den vorangegangenen Abschnitten die *direkten* Wertschöpfungsbeiträge der Herstellung von FTB-Technik (Effekt I) und komplementärer Güter (Effekt II) sowie deren Verwendung in fügeintensiven Branchen (Effekt III) ermittelt wurden, sollen nun die *indirekten* Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte betrachtet werden. Beide – direkte und indirekte – Effekte zusammen ergeben die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen der Herstellung und Nutzung von FTB-Technik auf Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung in Deutschland.

Indirekte Effekte treten durch den Einsatz von Vorleistungsgütern und -dienstleistungen in einem Produktionsprozess auf. Dabei können Vorleistungen aus der eigenen (intra-sektoral)⁴² oder aus anderen Branchen (inter-sektoral) bezogen werden. Umfang und Struktur der Nachfrage nach vorgelagerten Gütern und Dienstleistungen werden in der Vorleistungsverflechtungsmatrix von Input-Output-Tabellen abgebildet.

Im Zusammenhang mit FTB-Technik treten indirekte Effekte sowohl bei deren Herstellung (Effekt IVa) als auch bei der Herstellung der zur FTB-Technik komplementären Güter (Effekt IVb) auf. Wie bereits in den einführenden Bemerkungen in Kapitel 1 erwähnt und in Abschnitt 6.4 weiter ausgeführt, werden die indirekten Effekte, die durch den Einsatz von FTB-Technik in den Anwenderbranchen entstehen, hier nicht mehr berücksichtigt. Diese Effekte wurden in der Studie von 2003 als Effekt V bezeichnet. Wie gezeigt werden konnte, lassen sich diese Effekte jedoch vollständig den Effekten II und IVb zuordnen. Zusammen mit diesen beiden Effekten käme es durch einen Effekt V zu Doppelzählungen.

Bei den durchzuführenden Analysen ist zu berücksichtigen, dass Nachfrageveränderungen regelmäßig nicht auf die unmittelbar betroffenen Sektoren – hier die Hersteller von FTB-Technik bzw. die von komplementären Gütern – beschränkt bleiben. Vielmehr

- strahlt eine Veränderung der Nachfrage in einer Branche auf eine Vielzahl vorgelagerter Sektoren aus; auch andere Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Dienstleistungssektors erfahren dadurch eine Veränderung des Umsatzes, der Produktion und der Beschäftigung (Vorleistungseffekt);
- wird durch die induzierte Veränderung von Produktion und Beschäftigung in allen angesprochenen Branchen das Einkommen der dort Erwerbstätigen tangiert; dies wiederum hat Konsequenzen für das Niveau und die Struktur des Privaten Verbrauchs; hierdurch wird auch die Produktion und Beschäftigung der Konsumgüterbereiche und konsumnaher Dienstleistungen tangiert (Einkommenseffekt).

Über die Vorleistungs- und Konsume­ffekte hinaus hat eine Veränderung der Nachfrage aber auch Auswirkungen auf den Staatshaushalt. Diese Budgeteffekte ergeben sich daraus, dass der Staat

⁴² Beispiel: Ein Produzent von Schweißgeräten bezieht bestimmte Komponenten oder Teile von einem anderen Schweißgeräte-Hersteller.

- einen Teil der in den Sektoren entstehenden Einkommen in Form von Steuern und Sozialversicherungsbeiträgen sowie einen Teil des Konsums und der Investitionen über die Mehrwertsteuer beansprucht (induzierte Mehreinnahmen);
- bei sinkender Arbeitslosigkeit niedrigere Ausgaben für Arbeitslosen-Unterstützung einplanen muss (induzierte Minderausgaben).

Darüber hinaus sind weitere Effekte und Folgewirkungen möglich. So könnte die Nachfrage nach Gütern der Anwender-Branchen von FTB-Technik zu einer Belebung der Investitionstätigkeit beitragen. Dies führte dann wiederum zu Kapazitätserweiterungen in den Anwender-Branchen wie bspw. der Automobilindustrie und zu einer steigenden Nachfrage nach FTB-Technik. Derartige Akzeleratoreffekte sind allerdings sehr konjunkturabhängig und quantitativ schwer abschätzbar. Ähnliches gilt auch für potentielle Rückwirkungen auf das gesamtwirtschaftliche Preis- und Zinsniveau. Ferner können die engen Beziehungen der Hersteller von FTB-Technik zu ihren Abnehmern und der hohe Spezialisierungsgrad der FTB-Technik für ganz spezielle Anwenderprobleme zu gegenseitigen Innovationsspillover-Effekten führen, die jedoch allenfalls auf qualitativer Ebene untersucht werden können.

Der exakten Quantifizierung zugänglich sind aus diesen Gründen nur die kurz- und mittelfristig einsetzenden, direkten und indirekten Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte einer gegebenen Veränderung der Nachfrage nach FTB-Technik sowie nach komplementären Gütern. Sie werden in dieser Studie anhand von Modellrechnungen bestimmt. Weitergehende Wirkungen, die aus einem veränderten Konsumverhalten der Bezieher von Einkommen entstehen (Einkommenskreislauf), bleiben in dieser Untersuchung unberücksichtigt, da diese Effekte, die auf den sogenannten Keynes'schen Einkommensmultiplikator zurück gehen, überwiegend in konsumnahen Branchen entstehen und daher nicht der FTB-Technik zurechenbar sind.⁴³ Sie entstehen vielmehr dadurch, dass ein Teil der durch die Nachfrage nach Gütern – z.B. der Nachfrage nach FTB-Technik– entstehenden Arbeitseinkommen im Rahmen des Verbrauchs der privaten Haushalte für Konsumgüter ausgegeben werden. Um die Effekte, die sich aus dieser zusätzlichen Nachfrage ergeben, angemessen zu berücksichtigen, wäre eine Unterscheidung nach fügeintensiven und nicht-fügeintensiven Gütern des privaten Verbrauchs erforderlich. Eine derartige Klassifizierung kann jedoch im Rahmen dieser Studie nicht geleistet werden; alle Ergebnisse werden daher ohne Einkommenskreislauf dargestellt.

Bei den vorliegenden Modellrechnungen handelt es sich um eine ex post-Analyse der Auswirkungen einer Nachfrageveränderungen auf direkt und indirekt abhängige Industrien in Deutschland. Zu diesem Zweck sind diejenigen Effekte abzuschätzen, die sich aus den Käufen von Waren und Dienstleistungen der Hersteller von FTB-Technik und komplementären Gütern in anderen Wirtschaftsbereichen ergeben. Diese Nachfrage tangiert auf einer Vielzahl von vorgelagerten Produktionsstufen bzw. Vorleistungsebenen die Wertschöpfung anderer Branchen. Sämtliche Effekte, die sich über die vorgelagerten Produktionsbereiche im Rahmen der Vorleistungsverflechtungen ergeben, werden schließlich in Beschäftigungseffekte umgesetzt. Die ex post-Analyse unterstellt ferner, wie oben bereits erwähnt, dass keine nennenswerten Kapazitätsengpässe in den beteiligten Sektoren bestehen, so dass möglicherweise resultierende Preiswirkungen des Nachfrageimpulses zu vernachlässigen sind.

⁴³ Die Diskussion des hier verwendeten Untersuchungsansatzes auf nationalen wie internationalen wissenschaftlichen Tagungen (siehe Janßen-Timmen/Moos 2004a und Janßen-Timmen/Moos 2004b) hat gezeigt, dass die Berücksichtigung des Einkommenskreislaufs ohne weitere Differenzierung zu ungerechtfertigt hohen Ergebnissen bei den Effekten auf Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung führt.

6.2 Methodische und statistische Grundlagen

Formales Instrument zur Abschätzung der Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte einer Veränderung der Nachfrage ist die statische Input-Output-Analyse. Mit ihrer Hilfe und unter einigen weiteren Annahmen über die Technologie der Sektoren lassen sich die Veränderung des gesamtwirtschaftlichen Niveaus von Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung sowie damit einhergehende sektorale Strukturänderungen abschätzen. Die in den Input-Output-Tabellen nachgewiesene Zeile und Spalte für den Maschinenbau wird in die Sparten FTB-Technik und Übriger Maschinenbau unterteilt, um der besonderen Struktur der Hersteller von FTB-Technik innerhalb des Maschinenbaus Rechnung zu tragen.

Darüber hinaus können mit der Input-Output-Analyse die intersektoralen Verflechtungen sowie die jeweiligen sektoralen Absatz- und Kostenstrukturen innerhalb der Gesamtwirtschaft analysiert werden. Ausgangspunkt ist eine formale Unterteilung der gesamten Produktion eines Gutes in Lieferungen an die Zwischennachfrage bzw. Weiterverarbeitungsbetriebe und an die Endnachfrage (Übersicht 1). Die Kostenstruktur eines Produktionsbereichs wird über die Anteile der einzelnen Vorleistungskäufe und primären Inputs am gesamten Output beschrieben. Diese Darstellung geht von einer linear-limitationalen Produktionsfunktion aus, d.h. der Input eines Sektors steht in einem konstanten Verhältnis zu seinem Output. Diese Annahme schließt Massenproduktionsvorteile (sog. Skaleneffekte) aus.

Als Datenbasis dient die, nach 71 Sektoren disaggregierte Input-Output-Tabelle für Deutschland für das Jahr 2007 in der Gliederung der WZ 2003, die vom Statistischen Bundesamt zur Verfügung gestellt wird und deren Konstruktion im Anhang näher erläutert wird. Die aktuelle Input-Output-Tabelle für 2008 wird für diese Studie nicht verwendet, weil ihr die Systematik der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) zugrunde liegt. Die Abgrenzung einiger Branchen weicht in der WZ 2008 deutlich von der in der WZ 2003 ab. Zudem wurden Bereiche aus dem Verarbeitenden Gewerbe den Dienstleistungen zugeordnet und umgekehrt (Räth u.a. 2011: 833). Die Daten der Input-Output-Tabelle 2008 sind deshalb zu den übrigen in der Studie verwendeten Daten nicht kompatibel. Da sich Produktionsprozesse nur langsam ändern und es bei der Input-Output-Analyse mehr auf die Struktur und weniger auf das Niveau ankommt, besitzt die 2007er Tabelle für die durchgeführte Analyse noch ohne Einschränkung ihre Gültigkeit. Anders sieht es bei den sektoralen Arbeitsproduktivitäten aus: Die für das Jahr 2011 vorliegenden Arbeitsproduktivitäten sind ebenfalls nach der WZ 2008 gegliedert und passen daher nicht zu den Ergebnissen der Input-Output-Analyse auf Basis der WZ 2003. Für die Berechnung der Beschäftigungswirkungen wurde daher auf die Produktivitäten des Jahres 2007 zurückgegriffen. Im Ergebnis hat dies zur Folge, dass die seit 2007 erzielten Produktivitätsfortschritte in den Beschäftigungswirkungen der FTB-Technik sowie der Herstellung der komplementären Güter für 2011 nicht berücksichtigt sind.

Die Wirkungen einer gestiegenen Nachfrage lassen sich besonders anschaulich in Form von Multiplikatoren darstellen. Diese Multiplikatoren verknüpfen die direkten Effekte, die in der Branche zum Tragen kommen, in welcher der ursprüngliche Nachfragimpuls auftritt, mit der Summe aus direkten und indirekten Effekten in der Gesamtwirtschaft. Hierzu geben sie das Verhältnis vom Gesamteffekt (direkte und indirekte Effekte) zum direkten Effekt einer Nachfragesteigerung wieder. Der direkte Effekt in einer Branche entspricht der Nachfrage nach Produkten dieser Branche. Die indirekten Effekte, die aus den Vorleistungsverflechtungen der Branche resultieren, fallen sowohl in der direkt angesprochenen Branche selbst als auch in allen anderen Branchen an. Multiplikatoren sind unabhängig vom jeweiligen Niveau des

Nachfrageimpulses, da sie auf den direkten Effekt, der durch eine Steigerung der Nachfrage ausgelöst wird, normiert sind. Hohe Multiplikatoren deuten auf eine enge Verflechtung mit anderen Branchen hin, so dass Nachfrageveränderungen nach Gütern der betreffenden Branche relative starke Auswirkungen auch auf andere Branchen haben.

Die Verwendung von Multiplikatoren erlaubt Aussagen in der folgenden Form: Bei einem (angenommen) Produktionswertmultiplikator von 2,0 führt eine Produktionssteigerung von 1 % in einer Branche – bspw. bei den Herstellern von FTB-Technik – zu einem Produktionswachstum von 2 % in der Gesamtwirtschaft. Auf Grund der bestehenden Vorleistungsverflechtung wächst die gesamtwirtschaftliche Produktion also um ein weiteres Prozent.⁴⁴ Analog ist der Multiplikator für die Wertschöpfung zu interpretieren. Darüber hinaus werden auch die mit der Zusatznachfrage geschaffenen Arbeitsplätze quantifiziert: Die Höhe dieses Beschäftigungseffekts gibt an, wie viel zusätzlicher Arbeitskräfteeinsatz erforderlich ist, um die durch die Zusatznachfrage angeregte Produktion herzustellen. Der Beschäftigungsmultiplikator beschreibt das Verhältnis zwischen der zusätzlichen Beschäftigung in der Gesamtwirtschaft und der durch die Zusatznachfrage nach Gütern einer Branche direkt induzierten Beschäftigung.

Bei der Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass die Dauer der Wirksamkeit der Effekte nicht unbegrenzt ist. Die Produktionswertsteigerung und die damit verbundenen positiven Beschäftigungseffekte halten nur solange an, wie die Nachfrage noch nicht vollständig befriedigt ist. Im Folgenden wird unterstellt, dass zur Befriedigung des Nachfrageimpulses die Produktion und die Beschäftigung über den Zeitraum von einem Jahr über ihr Ausgangsniveau angehoben werden, so dass dem entsprechend die Beschäftigungseffekte in der Dimension „Personenjahre“ anzugeben sind.

6.3 Indirekte Effekte der Nachfrage nach FTB-Technik

Die indirekten Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte der Nachfrage nach FTB-Technik bilden den Effekt IVa. Die in diesem Abschnitt dargestellten Ergebnisse beziehen sich auf das Jahr 2011. Hierzu wurde die Nachfrage nach FTB-Technik mit den Multiplikatoren verknüpft, die mit Hilfe der zuvor beschriebenen Input-Output-Analyse bestimmt wurden. Aus der sich hieraus ergebenden direkten und indirekten Produktion werden die entsprechende Wertschöpfung sowie die Beschäftigung abgeleitet.

Werden die direkten Effekte, die bei der Herstellung von FTB-Technik entstehen, ins Verhältnis gesetzt zu den gesamten – direkten und indirekten – Effekten in allen Branchen (einschließlich der bei den FTB-Technik-Herstellern), so ergeben sich die erwähnten Multiplikatoren. In Tabelle 21 sind diese als „Gesamtwirtschaftliche Multiplikatoren“⁴⁵ bezeichnet. Damit stehen standardisierte, leicht interpretierbare Größen für die gesamtwirtschaftliche Analyse der Nachfrage nach FTB-Technik zur Verfügung. Der Produktionswertmultiplikator besagt, dass für die Herstellung eines Geräts im Wert von 1.000 € die gesamtwirtschaftliche Produktion im Inland um das 1,84-fache auf 1.840 € ansteigt. Dem entsprechend entsteht in der Wirtschaft über die Vorleistungsverflechtungen mit allen anderen Branchen – einschließlich bei Herstellern von FTB-Technik – indirekt ein zusätzlicher Produktionswert in Höhe von

⁴⁴ Es ist zu beachten, dass in den Effekten in der Gesamtwirtschaft die Effekte der Branche, in welcher der Nachfrageimpuls ursprünglich auftritt, bereits enthalten sind.

⁴⁵ In der Studie von 2003 wurden diese Multiplikatoren als „originale“ Multiplikatoren bezeichnet, weil es sich bei ihnen im engeren Sinne um Multiplikatoren der Input-Output-Analyse handelt.

840 €. Der Wertschöpfungsmultiplikator gibt an, dass ein Anstieg der Wertschöpfung bei den Herstellern von FTB-Technik um eine Einheit die Wertschöpfung in der Gesamtwirtschaft um 2,02 Einheiten steigert. Die um eine Einheit gestiegene direkte Wertschöpfung bei den FTB-Technik-Herstellern löst in der Gesamtwirtschaft demnach einen weiteren – indirekten – Wertschöpfungsanstieg um 1,02 Einheiten aus. Der Beschäftigungsmultiplikator schließlich zeigt, dass ein zusätzlich Beschäftigter bei den Herstellern von FTB-Technik, der wegen des direkten Produktionsanstiegs eingestellt wurde, in der Wirtschaft insgesamt (einschließlich der Branche der FTB-Technik-Hersteller) zu 2,20 zusätzlichen Beschäftigten führt. Anders ausgedrückt „hängen“ von einem direkten Arbeitsplatz bei den Herstellern von FTB-Technik indirekt weitere 1,20 Arbeitsplätze ab.

Tabelle 21: Multiplikatoren für die Herstellung von FTB-Technik

	Gesamtwirtschaftliche Multiplikatoren ¹	Branchenbezogene Multiplikatoren ²
Produktion	1,84	1,58
Wertschöpfung	2,02	1,75
Beschäftigung	2,20	1,89
Eigene Berechnungen. - ¹ Verhältnis von gesamtwirtschaftlichem Effekt (direkter + indirekter Effekt) zum direkten Effekt. - ² Verhältnis von gesamtwirtschaftlichem Effekt zum Gesamteffekt (direkt + indirekt) bei den Herstellern von FTB-Technik.		

Diese Multiplikatoren machen die Bedeutung der Herstellung von FTB-Technik für die übrige Wirtschaft deutlich: Will man den gesamtwirtschaftlichen Produktions- und Wertschöpfungsbeitrag dieser Techniken ermitteln, dürfen deren Hersteller nicht isoliert betrachtet, sondern die in anderen Branchen als Ergebnis der Vorleistungsnachfrage entstehenden Effekte müssen gleichfalls berücksichtigt werden.

Die Nachfrage nach FTB-Technik erstreckt sich sowohl auf inländische als auch auf ausländische Produkte. Im Rahmen der vorliegenden Studie soll jedoch nur die Nachfrage im Inland betrachtet werden. Es stellt sich allerdings das Problem, dass die Nachfrage nach FTB-Technik aus den vorliegenden Daten nicht direkt bestimmt werden kann. Die vorliegenden Produktionsdaten beinhalten vielmehr sowohl den Wert, der auf die direkte Nachfrage nach fertiger FTB-Technik zurück zu führen ist als auch einen Teil, der als Vorleistung in Produktionsprozesse anderer Branchen – einschließlich der Hersteller von FTB-Technik selbst – eingeht. Letztere Produktion wird in der Statistik u.a. als Produktion von Teilen einer Gütergruppe ausgewiesen (siehe z.B. Tabelle 1a und 1b). Allerdings wird die Teile-Produktion nicht immer ausreichend von der Produktion fertiger Güter abgegrenzt.

Dieser Mangel lässt sich jedoch durch Rückgriff auf die Ergebnisse der Input-Output-Analyse beheben: Wie zuvor dargestellt, können Multiplikatoren unabhängig vom tatsächlichen Niveau einer Nachfrage berechnet werden. Für eine beliebige hypothetische Nachfrage nach FTB-Gütern lässt sich darüber hinaus der Gesamteffekt auf Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung quantifizieren, der bei den Herstellern von FTB-Technik entsteht. Dieser setzt sich zusammen a) aus der hypothetischen Nachfrage selbst sowie b) aus allen indirekten Effekten, die durch diese Nachfrage ausschließlich bei den Herstellern von FTB-Technik ausgelöst werden. Dieser „branchenbezogene“ Produktionseffekt einer hypothetischen Nachfrage nach FTB-Technik ist dabei gleichbedeutend mit einem entsprechenden Produktionswert für Fertigerzeugnisse und Teile.

Wird nun der gesamtwirtschaftliche Produktionseffekt einer hypothetischen Nachfrage nach FTB-Technik ins Verhältnis gesetzt zum „branchenbezogene“ Gesamteffekt bzw. dem entsprechenden Produktionswert bei den Herstellern von FTB-Technik, ergibt sich ebenfalls ein Multiplikator. Dieser besagt, wie stark der gesamtwirtschaftliche Produktionswert steigt, wenn die Produktion der Hersteller von FTB-Technik – z.B. um eine Million Euro – zunimmt. Für die Wertschöpfung und die Beschäftigung lassen sich solche Multiplikatoren in analoger Weise bilden. In Tabelle 21 sind die entsprechenden Multiplikatoren als „Branchenbezogene Multiplikatoren“ betitelt. Durch die Verknüpfung des branchenbezogenen Produktionswertmultiplikators mit dem gesamtwirtschaftlichen Produktionswertmultiplikator und der tatsächlichen Produktion von FTB-Technik im Jahr 2011 kann schließlich auf die Höhe der korrespondierenden Nachfrage geschlossen werden (vgl. Anhang 8.4). Hierzu wird zunächst der Quotient aus dem gesamtwirtschaftlichen und dem branchenbezogenen Multiplikator gebildet und anschließend mit dem Wert der Produktion von FTB-Technik im Jahr 2011 multipliziert. Das Ergebnis ist der gesuchte Wert der 2011 nachgefragten FTB-Produkte.

Die Anwendung der hier beschriebenen Multiplikatoren aus Tabelle 21 auf die vorliegenden Daten liefert folgendes Ergebnis: Aus dem Produktionswert für die Herstellung von FTB-Technik in Deutschland im Jahr 2011 in Höhe von rund 3,8 Mrd. € (Tabelle 8) ergibt sich eine Nachfrage nach FTB-Gütern von etwa 3,3 Mrd. € (Tabelle 22). Der verbleibende Wert von etwa 0,5 Mrd. € umfasst die Produktion von Teilen von FTB-Gütern. Diese sind bereits den indirekten Effekten zuzurechnen. In der deutschen Volkswirtschaft insgesamt führte die direkte Nachfrage nach FTB-Technik zu einem Produktionseffekt von rund 6,0 Mrd. € (direkte und indirekte Effekte zusammen). Daraus ergeben sich auf gesamtwirtschaftlicher Ebene indirekte Effekte in Höhe von mehr als 2,7 Mrd. € – einschließlich der Teileproduktion von FTB-Gütern. Der Anteil der indirekten Effekte beträgt damit rund 46% des Gesamteffekts.

Tabelle 22: Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung durch die Nachfrage nach FTB-Technik

	Direkt	Indirekt	Gesamteffekt
Produktionswirkungen in Mio. €			
Nachfrage nach FTB-Technik	3.275		
Produktion FTB-Technik	3.275	524	3.799
Produktion Gesamtwirtschaft ¹	3.275	2.738	6.013
Bruttowertschöpfung in Mio. €			
FTB-Technik	1.158	185	1.343
Gesamtwirtschaft ¹	1.158	1.187	2.345
Beschäftigung ² in Personenjahren			
FTB-Technik	15.417	2.467	17.884
Gesamtwirtschaft ¹	15.417	18.462	33.879
Eigene Berechnungen. – ¹ Einschließlich FTB-Technik. – ² Auf Basis der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität 2007.			

Die in diesen Werten enthaltene Bruttowertschöpfung wird mit Hilfe von Wertschöpfungsquoten berechnet. Hierfür wird die gesamte in einer Branche erwirtschaftete Bruttowertschöpfung ins Verhältnis zum Produktionswert der Branche gesetzt. Für die Beschäftigungswirkun-

gen der Nachfrage nach FTB-Technik werden durchschnittliche Arbeitsproduktivitäten herangezogen. Sowohl die Wertschöpfungsquoten als auch die Arbeitsproduktivitäten lassen sich aus den Daten der Input-Output-Tabellen und der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung errechnen.

Die direkte Nachfrage nach FTB-Geräten führte 2011 zu einer Wertschöpfung von fast 1,2 Mrd. € (Tabelle 22). Weitere 185 Mio. € entstanden durch die indirekte Nachfrage nach Vorleistungen (Teileproduktion). Zusammen ergibt dies eine Wertschöpfung von rund 1,3 Mrd. €⁴⁶, die im Produktionswert für die Herstellung von FTB-Technik enthalten ist. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene führte die direkte Nachfrage nach FTB-Technik sogar zu einer Wertschöpfung von mehr als 2,3 Mrd. €. Der indirekte Wertschöpfungseffekt betrug hierbei knapp 1,2 Mio. €, wobei dieser Wert auch die oben genannte indirekte Wertschöpfung durch die Teileproduktion enthält. Der indirekte Wertschöpfungseffekt durch die Nachfrage nach FTB-Gütern fiel damit fast ebenso hoch aus wie der direkte Wertschöpfungseffekt.

Durch die Nachfrage nach FTB-Gütern wurde 2011 für 15.417 Personen die Beschäftigung gesichert (Tabelle 22). Des Weiteren arbeiteten 2.467 Personen in der Teileproduktion, in Summe also 17.884 Personen.⁴⁷ In der Gesamtwirtschaft betrug der Beschäftigungseffekt durch die Nachfrage nach FTB-Gütern 2011 sogar 33.879 Personen. Neben den Arbeitskräften, die für die direkte Produktion der nachgefragten FTB-Güter erforderlich waren, wurden mithin 18.462 Personen durch die indirekte Nachfrage nach Vorleistungen beschäftigt. Während das Verhältnis von direktem zu indirektem Effekt bei der Wertschöpfung recht ausgewogen ausfällt, wird deutlich mehr Beschäftigung indirekt – also auf der Vorleistungsebene – gesichert bzw. geschaffen.

Zusammen genommen ergibt sich somit für den Effekt IVa der indirekten, über die Vorleistungsverflechtung induzierten Wirkungen der Nachfrage nach FTB-Technik im Jahre 2011 eine (indirekte) Produktion in Höhe von fast 3,0 Mrd. €. Diese beinhaltet eine (indirekte) Wertschöpfung von 1,2 Mrd. € und sichert damit indirekt die Beschäftigung von fast 18.500 Personen für ein Jahr. Werden die Werte für Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung der direkten Herstellung von FTB-Technik (Effekt I) hinzugenommen, beträgt der gesamtwirtschaftliche Produktionseffekt rund 6,0 Mrd. € und die hierin enthaltene Wertschöpfung 2,3 Mrd. €. Der Beschäftigungseffekt beträgt auf gesamtwirtschaftlicher Ebene fast 33.900 Personen.

6.4 Indirekte Effekte der Nachfrage nach komplementären Gütern

Die Nachfrage nach komplementären Gütern steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Anwendung von FTB-Technik. Aus der Perspektive der Anwenderbranchen handelt es sich

⁴⁶ Die Abweichung von 11 Mio. € zur Wertschöpfung durch FTB-Technik aus Tabelle 8 in Höhe von 1.332 Mio. € ist auf die unterschiedliche Art der Berechnung zurückzuführen: Während der Wert in Tabelle 8 mit Hilfe eines Bottom-up-Ansatzes Schritt für Schritt ermittelt wurde, ergibt sich der Wert in diesem Abschnitt aus den Berechnungen innerhalb eines geschlossenen Modells.

⁴⁷ Die Abweichung der 17.784 Personen aus dem Input-Output-Ansatz zu den geschätzten 18.332 Beschäftigten aus Tabelle 8 liegt wieder in der unterschiedlichen Methodik: Während der Wert in Tabelle 8 mit Hilfe eines Bottom-up-Ansatzes über durchschnittliche Arbeitsproduktivitäten ermittelt wurde, ergibt sich der Wert in diesem Abschnitt aus den Berechnungen innerhalb eines geschlossenen Modells. Beide Beschäftigtenzahlen sind gleichwohl fast identisch.

daher um Vorleistungsnachfrage. Der Logik der Input-Output-Analyse gemäß zählt sie somit zu den indirekten Effekten der Nachfrage nach Gütern der Anwenderbranchen. In der Studie von 2003 wurden diese als Effekt V zusammengefasst. Allerdings musste dieser Effekt V um einige Doppelzählungen bereinigt werden, deren Darstellung einigen Aufwand erforderte. Die analytische Darstellung kann erheblich vereinfacht und damit besser nachvollziehbar gestaltet werden, wenn auf einen Effekt V verzichtet wird. Auf diese Weise gehen keinesfalls Informationen über die Wertschöpfung und Beschäftigung durch die Herstellung und Anwendung von FTB-Technik und komplementären Gütern verloren. Vielmehr werden die indirekten Effekte der Nachfrage nach Gütern der Anwenderbranchen neu zugeordnet. Dadurch wechselt die Perspektive von den Anwenderbranchen zu den Herstellern komplementärer Güter. Ein Teil der indirekten Effekte in den Anwenderbranchen wird zum direkten Effekt, der andere zu den indirekten Effekten der Nachfrage nach komplementären Gütern. Diese werden in der vorliegenden Studie als Effekt II und IVb bezeichnet – letzterer wird in diesem Abschnitt dargestellt. Diese Vorgehensweise bringt lediglich die Einschränkung mit sich, dass die Wertschöpfung und Beschäftigung nach Effekt IVb nicht mehr einzelnen Anwenderbranchen zugeordnet werden kann, sondern nur als Gesamtwerte vorliegen.

Die Struktur der Input-Output-Tabellen macht es erforderlich, die in Abschnitt 4.3 aufgeführten komplementären Güterarten entsprechenden Branchen zuzuordnen. Die Fertigung von komplementären Gütern erfolgt demnach in den Branchen Herstellung von Bekleidung (Schutzausrüstung), Herstellung chemischer Erzeugnisse (Zusätze, Klebstoffe und Gase), Herstellung von Metallernzeugnissen (Niete), Maschinenbau (Entlüftung), Herstellung von Medizin-, Mess-, Regelungstechnik (Prüfmaschinen) sowie im Bereich Unterrichtsdienstleistungen (Aus- und Weiterbildung).

Für diese Branchen wurden die gesamtwirtschaftlichen und branchenbezogenen Multiplikatoren berechnet. Die höchsten Multiplikatoren treten bei der Herstellung chemischer Erzeugnisse, im Maschinenbau und bei der Herstellung von Bekleidung auf (Tabelle 23). Hier führt die Produktion der jeweiligen Güter zu besonders hohen indirekten Effekten in den Vorleistungsbranchen. Vergleichsweise geringe indirekte Effekte gibt es dagegen bei Unterrichtsdienstleistungen, da diese in geringerem Maße mit Vorleistungslieferanten verflochten sind als beispielsweise Branchen aus dem Verarbeitenden Gewerbe.

Die Anwendung der Multiplikatoren auf den Produktionswert für komplementäre Güter aus Tabelle 14 in Höhe von 2,3 Mrd. € ergibt eine direkte Nachfrage nach diesen Gütern in Höhe von mehr als 1,7 Mrd. € (Tabelle 24). Damit fiel die Nachfrage nach komplementären Gütern im Inland 2011 nur etwa halb so hoch aus wie die nach FTB-Gütern (Tabelle 22). Aufgrund der Vorleistungsverflechtung der deutschen Volkswirtschaft ergibt die Nachfrage einen gesamtwirtschaftlichen Produktionseffekt von rund 3,4 Mrd. €. Der indirekte Produktionseffekt erreicht mit 1,6 Mrd. € ein ähnliches Niveau wie die Nachfrage bzw. die ihr entsprechende direkte Produktion.

Die direkte Wertschöpfung durch die Nachfrage nach komplementären Gütern fiel 2011 mit 553 Mio. € ebenfalls nur halb so hoch aus wie die direkte Wertschöpfung durch die Nachfrage nach FTB-Gütern (Tabelle 22 und 24). Der indirekte Wertschöpfungseffekt betrug bei den komplementären Gütern 622 Mio. €. Zusammen ergibt dies einen gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfungseffekt von knapp 1,2 Mrd. €.

Tabelle 23: Multiplikatoren für die Herstellung von komplementären Gütern

	Gesamtwirtschaftliche Multiplikatoren ¹	Branchenbezogene Multiplikatoren ²
Bekleidung		
Produktion	1,61	1,58
Wertschöpfung	2,02	1,98
Beschäftigung	1,90	1,86
Chemische Erzeugnisse		
Produktion	2,15	1,44
Wertschöpfung	3,17	2,12
Beschäftigung	5,05	3,37
Metallerzeugnisse		
Produktion	1,84	1,52
Wertschöpfung	1,88	1,55
Beschäftigung	1,73	1,43
Maschinenbau		
Produktion	1,84	1,58
Wertschöpfung	2,02	1,75
Beschäftigung	2,20	1,89
Medizin-, Mess-, Steuer- und Regelungstechnik		
Produktion	1,59	1,52
Wertschöpfung	1,57	1,51
Beschäftigung	1,66	1,60
Unterrichtsdienstleistungen		
Produktion	1,29	1,18
Wertschöpfung	1,22	1,11
Beschäftigung	1,18	1,08
Eigene Berechnungen. - ¹ Verhältnis von gesamtwirtschaftlichem Effekt (direkter + indirekter Effekt) zum direkten Effekt. - ² Verhältnis von gesamtwirtschaftlichem Effekt zum Gesamteffekt (direkt + indirekt) bei den Herstellern komplementärer Güter.		

Auch der gesamtwirtschaftliche Beschäftigungseffekt fiel bei den komplementären Gütern mit 17.451 Personen nur etwa halb so hoch aus wie bei den FTB-Gütern (Tabelle 24 und 22). Dabei entfiel auf den Effekt durch die direkte Nachfrage nach komplementären Gütern eine Beschäftigung von 8.134 Personen. Wie bei den FTB-Gütern geht der größere Teil der gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungswirkungen auf die Nachfrage nach Vorleistungen zurück. Der indirekte Beschäftigungseffekt bei der Herstellung komplementärer Güter betrug 2011 zusammen 9.317 Personen und entsprach rund 53% des gesamtwirtschaftlichen Beschäftigungseffekts.

Tabelle 24: Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung durch die Nachfrage nach komplementären Gütern

	Direkt	Indirekt	Gesamteffekt
	Produktionswirkungen in Mio. €		
Nachfrage nach komplementären Gütern	1.741		
Produktion komplementärer Güter	1.741	720	2.461
Produktion Gesamtwirtschaft ¹	1.741	1.610	3.351
	Bruttowertschöpfung in Mio. €		
Komplementäre Güter	553	171	724
Gesamtwirtschaft ¹	553	622	1.175
	Beschäftigung ² in Personenjahren		
Komplementäre Güter	8.134	1.580	9.714
Gesamtwirtschaft ¹	8.134	9.317	17.451
Eigene Berechnungen. – ¹ Einschließlich komplementärer Güter. – ² Auf Basis der durchschnittlichen Arbeitsproduktivitäten der betreffenden Branchen 2006.			

Zusammen genommen ergibt sich somit für den Effekt IVb der indirekten, über die Vorleistungsverflechtung induzierten Wirkungen der Nachfrage nach komplementären Gütern im Jahre 2011 eine (indirekte) Produktion in Höhe von 1,6 Mrd. €. Diese beinhaltet eine (indirekte) Wertschöpfung von 0,6 Mrd. € und sichert damit indirekt die Beschäftigung von mehr als 9.300 Personen für ein Jahr. Werden die Werte für Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung der direkten Herstellung der komplementären Güter (Effekt II) hinzugenommen, beträgt der gesamtwirtschaftliche Produktionseffekt rund 3,4 Mrd. € und die hierin enthaltene Wertschöpfung 1,2 Mrd. €. Der Beschäftigungseffekt beträgt auf gesamtwirtschaftlicher Ebene rund 17.500 Personen.

7. Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse

(1) Die Techniken des Fügens, Trennens und Beschichtens (FTB-Techniken) stellen Querschnittstechnologien dar, die in vielen Branchen und für viele verschiedene Fertigungsverfahren eingesetzt werden. Querschnittstechnologien lassen sich statistisch schwer erfassen, weil ihre gesamtwirtschaftliche Bedeutung nicht nur aus ihrer Produktion, sondern zu einem großen Teil durch ihre Anwendung entsteht. Eine alleinige Ermittlung des Produktionswertes der Güter zum Fügen, Trennen und Beschichten, um die gesamtwirtschaftliche Bedeutung der FTB-Techniken zu erfassen, würde diese erheblich unterschätzen. Der Produktionswert der Füge­technik beträgt bspw. für Deutschland im Jahr 2011 rund 3,8 Mrd. €. Der Produktionswert im Verarbeitenden Gewerbe liegt bei 1.739 Mrd. €. Damit beträgt der Produktionswert der FTB-Technik lediglich 0,2 % der Produktion im Verarbeitenden Gewerbe. Ein solch geringer Anteil wird der Bedeutung der FTB-Technik sicherlich nicht gerecht. Daher wurden in dieser Studie neben den Herstellern von FTB-Technik insbesondere auch die fügeintensiven Branchen untersucht, um explizit die wirtschaftliche Bedeutung der FTB-Technik bei den Anwendern zu erfassen. Die FTB-Technik als Querschnittstechnologie steht hinsichtlich der eingesetzten Materialien und verwendeten Technologien in einer engen Beziehung zu Lieferanten und Abnehmern. Eine exakte Abstimmung der Art der FTB-Technik – einschließlich der zum Fügen komplementären Zusatz- und Hilfsstoffe – mit den zu behandelnden Gütern ist nötig, um qualitativ hochwertige Investitions- und Konsumgüter herzustellen. Darüber hinaus stellt geeignetes, qualifiziertes Fachpersonal eine notwendige Voraussetzung für qualitativ hochwertige Fügeprozesse dar. Die Folgekosten von fehlerbehafteten gefügten Gütern oder die Stillstandskosten von automatisierten Montageanlagen bei einer Unterbrechung des Produktionsprozesses können wegen der engen Verzahnung der FTB-Prozesse mit den übrigen Produktionsprozessen außerordentlich hoch sein.

(2) Ziel der Studie war es, die Bedeutung der FTB-Technik für die deutsche Volkswirtschaft zu quantifizieren. Aktueller Datenrand war für Deutschland das Jahr 2011. Dabei sollte nicht nur auf den Beitrag der Produktion von Maschinen und Geräten zum Fügen, Trennen und Beschichten sowie die zugehörige Wertschöpfung und Beschäftigung abgestellt werden, sondern auch jene Wertschöpfung und Beschäftigung berücksichtigt werden, die **bei den Anwendern** der FTB-Technik entsteht. Darüber hinaus sollten die **indirekten Wertschöpfungs- und Beschäftigungsbeiträge** quantifiziert werden, die über die Bereitstellung der benötigten Vorleistungen in allen anderen Branchen der deutschen Volkswirtschaft induziert werden. Eine Veränderung der Vorleistungsbezüge des produzierenden Sektors strahlt regelmäßig auf eine Vielzahl vorgelagerter Sektoren aus und beeinflusst die Produktion bei den Lieferanten. Mit Hilfe eines Input-Output-Modells konnten diese verschiedenen Wertschöpfungs- und Beschäftigungsbeiträge quantifiziert werden. Die Ergebnisse der Modellrechnungen wurden in Form von Multiplikatoren angegeben. Multiplikatoren sind standardisierte, einfach zu interpretierende Kenngrößen, die beispielsweise das Verhältnis der direkt entstandenen Wertschöpfung bei den FTB-Technik-Herstellern zu sämtlichen induzierten Wertschöpfungseffekten in der Gesamtwirtschaft angeben: Je höher der Multiplikator ausfällt, desto größer ist die Bedeutung einer Branche oder Technologie für die übrige Volkswirtschaft.

(3) Die verschiedenen untersuchten Quellen für Wertschöpfung und Beschäftigung durch FTB-Technik wurden unterschieden in *drei direkte Effekte* (Effekt I, II, und III) und zwei sich aus der Höhe der direkten Effekte über Modellrechnungen ergebenden *indirekten Effekte* (Effekt IVa und IVb). Unter den direkten Effekten sind solche zu verstehen, die in einer Branche aufgrund einer Nachfrage nach deren Gütern anfallen, während indirekte Effekte solche sind, die aufgrund von Vorleistungsnachfrage in allen anderen Branchen anfallen.

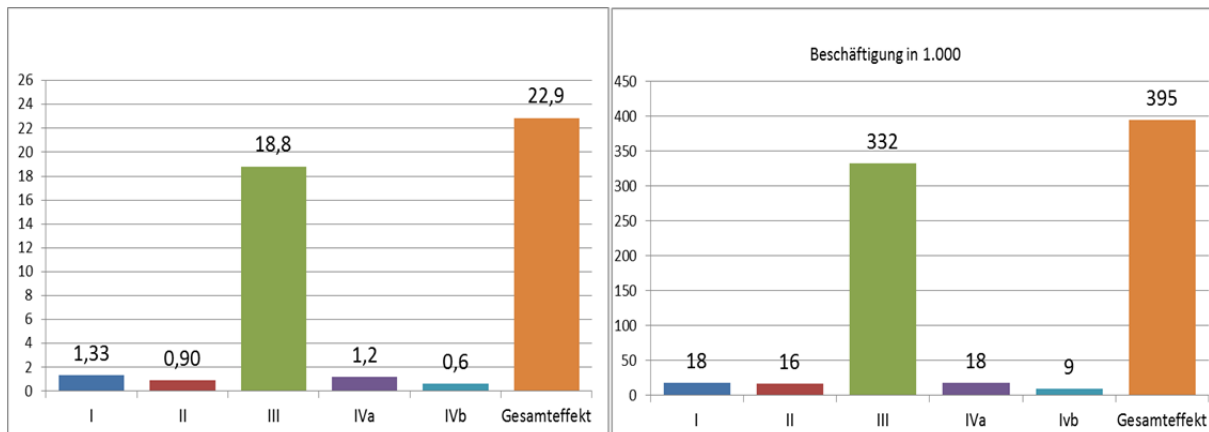
Im Einzelnen wurde unterschieden in

- Effekt I: Direkte Effekte der Herstellung von FTB-Technik,
- Effekt II: Direkte Effekte der Herstellung von komplementären Hilfs- und Zusatzstoffen sowie der Bereitstellung von Aus- und Weiterbildungsangeboten,
- Effekt III: Die anteilig auf die FTB-Prozesse entfallenden direkten Effekte in fügeintensiven Branchen, d.h. bei den Anwendern von FTB-Technik,
- Effekt IVa: Die indirekten (Vorleistungs-)Effekte der Herstellung von FTB-Technik, d.h. die zu Effekt I gehörenden indirekten Effekte,
- Effekt IVb: Die indirekten (Vorleistungs-)Effekte der Herstellung von komplementären Gütern und Dienstleistungen, d.h. die zu Effekt II gehörenden indirekten Effekte.

Der Gesamteffekt errechnet sich als Summe der Effekte I, II, III, IVa sowie IVb. Der Effekt III wurde auf der Basis von drei unterschiedlichen Datenquellen und Methoden ermittelt: Erstens wurden – wie in der Vorgängerstudie – Beschäftigtendaten der Wirtschaftszweige-Berufe-Matrix des Statistischen Bundesamtes verwendet und auf diese ein Aufschlag für die nebenberuflichen Fügetechniker geschätzt. Zweitens wurden Beschäftigtenzahlen auf Basis einer DVS Befragung aus dem Jahr 2008 mit einer Fortschreibung der Zahlen über die Stahlverbräuche geschätzt. Hier waren neben den hauptberuflichen Personen in Schweißerberufen bereits die nebenberuflichen enthalten, jedoch musste ein Aufschlag für die übrigen Fügetechniker geschätzt werden. Drittens wurde die Zahl der Personen in Schweißerberufen über die Zahl der abgelegten Schweißerprüfungen geschätzt. Auch hier musste ein Aufschlag für die übrigen Fügetechniker gebildet werden. Alle drei Datenquellen und Methoden führten hinsichtlich der Beschäftigtenzahlen zu leicht abweichenden Ergebnissen, hinsichtlich der zugehörigen Wertschöpfung jedoch zu recht ähnlichen Werten (siehe Tabelle 20). In der vorliegenden Studie wurden die Ergebnisse auf der Basis der DVS-Befragung mit Fortschreibung über die Stahlverbräuche verwendet, um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit mit der europäischen Studie 2013 zu gewährleisten. Auf europäischer Ebene sind keine Wirtschaftszweige-Berufe-Matrizen verfügbar. Auch die Zahl der Schweißerprüfungen lässt sich für die übrigen europäischen Länder nicht genau ermitteln.

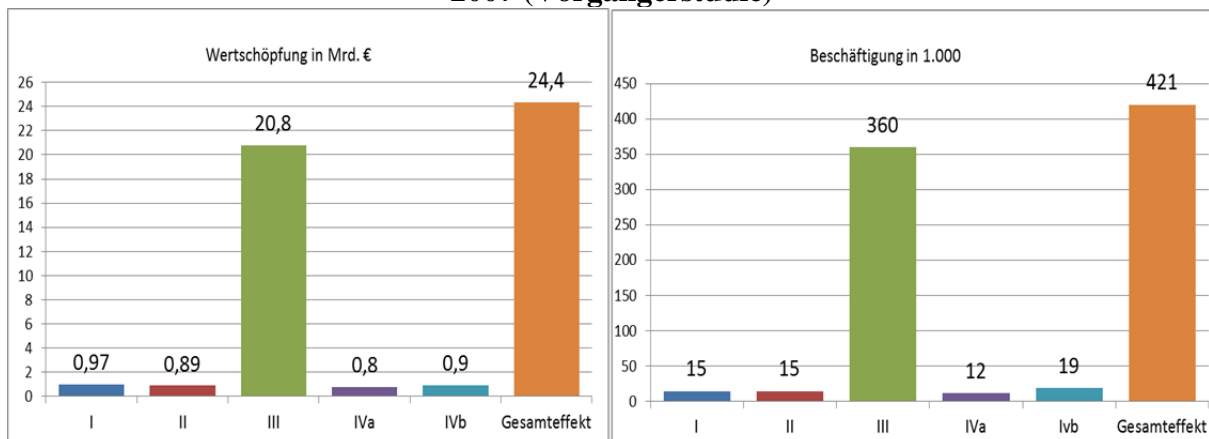
(4) Im Jahre 2011 belief sich der Gesamteffekt der Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von FTB-Technik in Deutschland auf knapp 23 Mrd. € (Schaubild 4 oder Tabelle 25), was 1 % der gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung (2.317 Mrd. €) oder knapp 4 % der Wertschöpfung im Produzierenden Gewerbe (ohne Bau) (607 Mrd. €) entspricht. Gegenüber der Vorgängerstudie, die für 2007 einen Gesamteffekt von 24,4 Mrd. € ergab, fiel der Effekt auf die Wertschöpfung etwas geringer aus (Schaubild 5).

Schaubild 4: Wertschöpfung und Beschäftigung durch FTB-Technik in Deutschland 2011



Mit dem Gesamteffekt auf die Wertschöpfung waren 2011 rund 395.000 Beschäftigte verbunden, die direkt oder indirekt mit der Herstellung von FTB-Technik, deren Anwendung oder der Bereitstellung der benötigten Vorleistungen beschäftigt waren (Schaubild 4). Bezogen auf die Gesamtwirtschaft entspricht dies 1 % aller Beschäftigten in Deutschland (41.164.000) oder 5 % aller Beschäftigten im Produzierenden Gewerbe (ohne Bau) (7.739.000). Somit hängt jeder 20. Arbeitsplatz im Produzierenden Gewerbe direkt oder indirekt von der Herstellung oder Anwendung von FTB-Techniken ab. Für 2007 ergab sich in der Vorgängerstudie eine Beschäftigtenzahl im Gesamteffekt von 421.000 Personen (Schaubild 5), das ist etwas mehr als in der aktuellen Studie.

Schaubild 5: Wertschöpfung und Beschäftigung durch FTB-Technik in Deutschland 2007 (Vorgängerstudie)



(5) Von den insgesamt 22,9 Mrd. € Wertschöpfung durch Füge­technik entfiel nur ein sehr kleiner Teil von 1,33 Mrd. € oder knapp 6 % der gesamten entstandenen Wertschöpfung durch Füge­technik auf die Herstellung der FTB-Technik (Effekt I). Damit übersteigt der Gesamteffekt diejenige Wertschöpfung, die alleine durch die Produktion der FTB-Technik entsteht, um das 17-fache. Mit der Herstellung von FTB-Technik waren 2011 rund 18.000 Personen beschäftigt. Das sind nur 4,5 % der Beschäftigung von 395.000 (Gesamteffekt), die insgesamt durch die Produktion und Anwendung von Füge­technik entstand. In der Vorgän-

gerstudie gehörten 15.000 Beschäftigte zum Effekt I, allerdings war auch die Wertschöpfung zum Effekt I in der Vorgängerstudie geringer. Der Gesamteffekt der Beschäftigung im Jahr 2011 übersteigt denjenigen, der alleine durch die Produktion von FTB-Technik entsteht, um das 22-fache. Aus der Produktion der benötigten komplementären Hilfs- und Zusatzstoffe – wie Zusätze zum Schweißen, und Spritzen, Niete, Schutzausrüstungen, Weiterbildungsdienstleistungen – resultierte 2011 eine Wertschöpfung von 0,9 Mrd. € und rund 16.000 Beschäftigte (Effekt II).

Tabelle 25: Zusammenfassung der direkten und indirekten Effekte

Deutschland 2011						
Effekt	I	II	III	IVa	IVb	Gesamteffekt
Wertschöpfung(in Mrd. €)	1,33	0,90	18,8	1,2	0,6	22,9
Beschäftigung (in 1.000)	18	16	332	18	9,3	395
Anteile BWS (in %)	5,8	3,9	82,3	5,2	2,7	100,0
Anteile Beschäftigung (in %)	4,6	4,2	84,2	4,7	2,4	100,0
Beschäftigung standardisiert	1	0,9	18,1	1,0	0,5	21,5
Deutschland 2007 (Vorgängerstudie)						
Effekt	I	II	III	IVa	IVb	Gesamteffekt
Wertschöpfung(in Mrd. €)	0,97	0,89	20,8	0,8	0,9	24,4
Beschäftigung (in 1.000)	15	15	360	11,6	19,3	421
Anteile BWS (in %)	4,0	3,7	85,4	3,3	3,7	100,0
Anteile Beschäftigung (in %)	3,6	3,6	85,5	2,8	4,6	100,0
Beschäftigung standardisiert	1	1,0	24	0,8	1,3	28,1
Eigene Berechnungen						

Der größte Teil der Wertschöpfung – nämlich rund 82 % – entstand indes nicht durch die Herstellung, sondern durch den Einsatz der FTB-Geräte in Fügeprozessen der Anwender-Branchen. Rund 18,8 Mrd. € Wertschöpfung (Effekt III) wurde in der deutschen Volkswirtschaft durch die Produktionsprozesse Fügen, Trennen und Beschichten erzielt. Damit verbunden sind in den fügeintensiven Branchen 332.000 Fügetechniker und Füge-roboterführer. Das entspricht rund 84 % am Gesamteffekt der Beschäftigung.

Betrachtet man die (gerundeten) standardisierten Beschäftigtenzahlen (Tabelle 25), so erkennt man die enorme Hebelwirkung, die von der FTB-Technik ausgeht. Einem Beschäftigten bei der Produktion von FTB-Technik steht knapp ein weiterer Beschäftigter in der Produktion von komplementären Gütern gegenüber. In den fügeintensiven Branchen werden rund 18 weitere Arbeitsplätze durch die Anwendung der FTB-Technik gesichert. Darüber hinaus induziert die Vorleistungsnachfrage infolge der Produktion von FTB-Technik einen weiteren Arbeitsplatz bei den Lieferanten für deren Vorleistungen. Bei den komplementären Gütern wird durch deren Vorleistungsnachfrage ein weiteres halbes Beschäftigungsverhältnis in der übrigen Wirtschaft gesichert.

Diese Größenordnungen der Hebelwirkung der Querschnittstechnologie Fügen, Trennen und Beschichten waren bereits in der Vorgängerstudie zu erkennen. Dort fiel insbesondere der Effekt III höher aus. Allerdings wurde in der aktuellen Studie eine andere Methode zur Abschätzung der Beschäftigtenzahlen im Effekt III verwendet, als noch in der Vorgängerstudie. Wie bereits in der Vorgängerstudie lässt sich jedoch als Kernergebnis ableiten: Wertschöpfung und Beschäftigung entsteht nur zu einem sehr kleinen Teil aus der *Produktion* von FTB-Technik und deren komplementären Gütern und Dienstleistungen. Der überragende Teil der Wertschöpfung und Beschäftigung – eben ein Vielfaches der Wertschöpfung und Beschäfti-

gung durch die Produktion der Technik und der komplementären Güter sowie der dafür benötigten Vorleistungen – entstehen durch die *Anwendung* dieser Technologie in den fügeintensiven Branchen.

(6) Die enge Verflechtung der FTB-Technik-Hersteller und der fügeintensiven Branchen führt dazu, dass vom Einsatz der FTB-Technik nicht nur die direkt betroffenen Branchen profitieren, sondern die Effekte weit über die gesamte Volkswirtschaft ausstrahlen: Die Herstellung der FTB-Technik verursachte bei anderen Branchen einen indirekten Wertschöpfungsanstieg von 1,2 Mrd. € (Effekt IVa) und sicherte damit rund 18.000 Beschäftigungsverhältnisse ab. Die Herstellung der zur FTB-Technik komplementären Güter induzierte bei anderen Branchen einen indirekten Wertschöpfungsanstieg von 0,6 Mrd. € (Effekt IVb). Dadurch wurden weitere 9.300 Beschäftigungsverhältnisse abgesichert.

Die Hebelwirkung der *Nachfrage* nach FTB-Technik infolge der Vorleistungsverflechtungen wird besonders deutlich, wenn man die Ergebnisse in Form der in Kapitel 6 eingeführten Multiplikatoren betrachtet: So steigert eine Erhöhung der Wertschöpfung um 1 Einheit bei den Herstellern von FTB-Technik die Wertschöpfung in der Gesamtwirtschaft um 2,02 (Abschnitt 6.3), d.h. 1,02 Einheiten Wertschöpfung werden über die Vorleistungsverflechtungen in allen anderen Branchen induziert. Eine ähnliche Größenordnung zeigt sich bei der Beschäftigungswirkung: Ein zusätzlich Beschäftigter bei der Herstellung von FTB-Technik induziert in der gesamten Volkswirtschaft 2,2 Beschäftigte, d.h. von einem direkten Arbeitsplatz bei den Herstellern von FTB-Technik hängen weitere 1,2 *indirekte* Arbeitsplätze in allen anderen Branchen ab.

8. Anhang: Statistische und methodische Grundlagen

8.1 Einführende Bemerkungen

Input-Output-Tabellen zeigen, wie die einzelnen Branchen einer Volkswirtschaft miteinander verflochten sind. Sie zeigen die gesamtwirtschaftliche und sektorale Produktion aus zwei „Blickrichtungen“: Auf der Entstehungs- bzw. Inputseite erscheinen die Vorleistungskäufe und die sogenannten primären Inputs wie Abschreibungen, indirekte Steuern, Subventionen, Löhne und Gehälter, Gewinne und Importe. Auf diese Weise wird die Kostenstruktur einer Branche beschrieben. Auf der Verwendungs- oder Outputseite werden die Verkäufe von Produkten als Vorleistungen für andere Produktionsbereiche ausgewiesen. Darüber hinaus beliefert eine Branche noch die Endnachfrage in Form von Konsum-, Investitions- und Ausfuhrgütern sowie den Export. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit früheren Untersuchungen wurde für die Analyse und die Modellrechnungen die Input-Output-Tabelle des Statistischen Bundesamtes für das Jahr 2007 in jeweiligen Preisen verwendet. Die aktuelle Input-Output-Tabelle von 2008 basiert auf der Systematik der Wirtschaftszweige, Ausgabe 2008 (WZ 2008) und ist mit den in dieser Studie verwendeten Daten nicht kompatibel.

8.2. Gesamteffekte

Das klassische Input-Output-Modell

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \cdot \mathbf{f} \quad (1)$$

ermöglicht die Analyse der Auswirkungen von Änderungen der Endnachfrage \mathbf{f} auf die Produktion \mathbf{x} . Der Hauptbestandteil dieses Modells ist die Matrix der inversen Koeffizienten $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ (LEONTIEF-Inverse), in der die Vorleistungsverflechtungen in einer Volkswirtschaft abgebildet werden. Die einzelnen Koeffizienten c_{ij} geben an, wie viele Güter aus inländischer Produktion aus Sektor i direkt und indirekt notwendig sind, um die Nachfrage nach einer Einheit von Gütern aus inländischer Produktion des Bereichs j bereitzustellen (Statistisches Bundesamt 2010).

Für eine Analyse von Endnachfrageveränderungen in mehr als einer Branche ist es hilfreich den $(n \times 1)$ -Vektor \mathbf{f} in eine Diagonal-Matrix $diag(\mathbf{f})$ umzuwandeln. Die Diagonal-Matrix enthält auf der Hauptdiagonalen m Elemente $F_{ij} \neq 0$ ($m \leq n$) und $(n - m)$ Elemente $F_{ij} = 0, i = j = 1, \dots, n$. Dies ermöglicht eine separate Betrachtung der Auswirkungen der branchenspezifischen sektoralen Nachfrageveränderungen. Das Input-Output-Modell wird nun zu

$$\mathbf{X} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} \cdot diag(\mathbf{f}). \quad (2)$$

Die Auswirkungen von Änderungen der Nachfrage zeigen sich in der $(n \times n)$ -Matrix \mathbf{X} mit den Elementen X_{ij} mit $i, j = 1, \dots, n$. In jeder Spalte j enthält sie die Produktionswirkungen einer Nachfrageveränderung für Branche j . Die gesamtwirtschaftlichen Produktionswirkungen einer Nachfrageveränderung in einer Branche j können aus der Spaltensumme als

$$X_j = \sum_{i=1}^n X_{ij} \quad (3)$$

berechnet werden.

Für alle n Branchen führt dies zu einem $(1 \times n)$ -Vektor \mathbf{x} , dessen Elemente X_j die gesamtwirtschaftlichen Produktionswirkungen der Nachfrageveränderungen in Branche j enthalten. Den Gesamteffekt aller Nachfrageänderungen liefert die Summe der Effekte auf die Produktion:

$$X = \sum_{j=1}^n X_j = \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n X_{ij} . \quad (4)$$

Verwendet man Gleichung (2) zusammen mit der Diagonal-Matrix $diag(\mathbf{q}_y)$ mit den Koeffizienten $y_{ij}, i = j = 1, \dots, n$, für das Verhältnis zwischen Wertschöpfung und Produktion in Branche j , kann man die Auswirkungen der Nachfrageveränderungen auf die Wertschöpfung in der $(n \times n)$ -Matrix \mathbf{Y} ablesen:

$$\mathbf{Y} = diag(\mathbf{q}_y) \cdot \mathbf{X} . \quad (5)$$

Auf ähnliche Weise können die Auswirkungen der Nachfrageveränderung auf die Beschäftigung ermittelt werden:

$$\mathbf{E} = diag(\mathbf{q}_\pi) \cdot \mathbf{Y} \quad (6)$$

mit $diag(\mathbf{q}_\pi)$ als Diagonal-Matrix der inversen Koeffizienten der Arbeitsproduktivität $\pi_{ij}, i = j = 1, \dots, n$, welche definiert sind als der Quotient aus Bruttowertschöpfung und Beschäftigung in Branche j .

Der Gesamteffekt einer Nachfrageveränderung auf die Wertschöpfung oder auf die Beschäftigung in einer Branche j kann in Analogie zu Gleichungen (3) und (4) ermittelt werden.

8.3. Direkte Effekte

Der direkte Effekt auf die Produktion in Branche j , der durch eine Nachfrageveränderung $F_{ij} \neq 0, i = j$, induziert wurde, ist Teil des gesamten Produktionseffektes in derselben Branche. Der direkte Produktionseffekt ist mithin im Wert des Produktionseffekts enthalten, der auf der Hauptdiagonalen der Matrix \mathbf{X} ausgewiesen wird:

$$X_{ij}^{direct} = F_{ij}, \quad i = j \quad (7)$$

Unter Verwendung der Wertschöpfungsquoten y_{ij} und der Arbeitsproduktivitäten $\pi_{ij}, i = j$, in Branche j , können die direkten Effekte einer Nachfrageänderung auf die Wertschöpfung und die Produktion quantifiziert werden.

$$Y_{ij}^{direct} = y_{ij} \cdot X_{ij}^{direct}, \quad i = j \quad (8)$$

und

$$E_{ij}^{direct} = \frac{1}{\pi_{ij}} \cdot Y_{ij}^{direct}, \quad i = j . \quad (9)$$

8.4 Multiplikatoren

Mit Hilfe von Multiplikatoren lassen sich unmittelbar die gesamtwirtschaftlichen Auswirkungen einer Nachfrageänderung darstellen, ohne im Detail auf die unterschiedlichen sektoralen Wirkungen einzugehen. Multiplikatoren sind auf ihre Bezugsgröße standardisiert, so dass durchgängig die Auswirkung einer zusätzlichen Einheit der jeweiligen Bezugsgröße deutlich wird. Es werden hier zwei Arten von Multiplikatoren verwendet, die sich durch ihre Bezugsgröße unterscheiden: a) Bei den gesamtwirtschaftlichen Multiplikatoren handelt es sich um die klassischen Multiplikatoren aus der Input-Output-Analyse. Sie zeigen, wie sich eines der hier betrachteten gesamtwirtschaftlichen Aggregate Produktion, Wertschöpfung und Beschäftigung ändert, wenn die Nachfrage z.B. nach FTB-Gütern bzw. komplementären Gütern steigt. Darüber hinaus werden b) sogenannte branchenbezogene Multiplikatoren verwendet. Ihre Bezugsgröße ist der induzierte Gesamtoutput X_{ij} in der gleichen Branche j , in der auch der Nachfrageimpuls auftritt ($i = j$) – hier also die Nachfrage nach FTB-Gütern bzw. komplementären Produkten.

Die Höhe der Endnachfrage nach Gütern der FTB-Technik oder den zu ihr komplementären Gütern wird in der amtlichen Statistik nicht ausgewiesen, sondern nur der Wert der gesamten Güterproduktion (Endprodukte und Teile). Die Kenntnis beider Arten von Multiplikatoren liefert – neben der Verwendung der Koeffizienten der Matrix der LEONTIEF-Inversen – eine Alternative zur Berechnung der Endnachfrage.

a) Gesamtwirtschaftliche Multiplikatoren

Für jede Branche j werden drei gesamtwirtschaftliche Multiplikatoren ausgewiesen. Diese Multiplikatoren geben das Verhältnis an zwischen den gesamten Effekten und dem auslösenden direkten Effekt der betrachteten volkswirtschaftlichen Größe. Verwendet man (3) und (7), erhält man als Multiplikatoren für die Produktion

$$m_{X_j} = X_j / X_{ij}^{direct}, \quad i = j. \quad (10)$$

Für die FTB-Technik besagt der Produktionswertmultiplikator, wie stark die Produktion X_j in der Gesamtwirtschaft steigt, wenn die Produktion von FTB-Gütern aufgrund einer gleich hohen Nachfrage um eine Einheit zunimmt.

Analog erhält man die Multiplikatoren für die Wertschöpfung

$$m_{Y_j} = Y_j / Y_{ij}^{direct}, \quad i = j \quad (11)$$

und die Beschäftigung

$$m_{E_j} = E_j / E_{ij}^{direct}, \quad i = j. \quad (12)$$

b) Branchenbezogene Multiplikatoren

Für jede Branche j werden auch hier drei Multiplikatoren ausgewiesen. Unter Verwendung von (3) ergibt sich für die direkte und indirekte Produktion X_{ij} der Branche j als branchenbezogener Multiplikator

$$m_{X_j}^* = X_j / X_{ij}, \quad i = j. \quad (13)$$

Im Gegensatz zum „klassischen“ Multiplikator zeigt der branchenbezogene Multiplikator für die FTB-Güter die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen bei einer Änderung des Gesamtoutputs, also der Herstellung von Gütern für die Endnachfrage und die Teileproduktion.

Die branchenbezogenen Multiplikatoren für die Wertschöpfung und die Beschäftigung ergeben sich analog als

$$m_{Y_j}^* = Y_j / Y_{ij}, \quad i = j \quad (14)$$

und

$$m_{E_j}^* = E_j / E_{ij}, \quad i = j. \quad (15)$$

Zur Bestimmung der Nachfrage nach FTB-Produkten bzw. komplementären Gütern aus dem Produktionswert der amtlichen Statistik wird zunächst der Quotient aus dem gesamtwirtschaftlichen und dem branchenbezogenen Multiplikator gebildet:

$$q_j = m_{X_j} / m_{X_j}^*. \quad (16)$$

Werden (10) und (13) in (16) eingesetzt, liefert dies eine Gleichung für den inversen Koeffizienten c_{ij} :

$$c_{ij} = X_{ij} / F_{ij}, \quad i = j. \quad (17)$$

Division des Produktionswertes durch den Quotienten respektive den inversen Koeffizienten liefert somit die gesuchte Nachfrage:

$$F_{ij} = X_{ij} / q_j = X_{ij} / c_{ij}, \quad i = j. \quad (18)$$

8.5 Vorleistungseffekte

Die indirekten Effekte einer Endnachfrageveränderung in der Branche j , die infolge der Vorleistungsnachfrage aufgrund der Vorleistungsverflechtungen der Wirtschaft entstehen, ergeben sich als Differenz zwischen den Gesamteffekten und den direkten Effekten. Man erhält sie entweder aus den Gesamteffekten in Gleichung (3) oder indem man jeden direkten Effekt mit dem jeweiligen Multiplikator verknüpft. Im zweiten Fall können für jede Branche j die indirekten Effekte auf die Produktion, die Wertschöpfung und die Beschäftigung errechnet werden durch

$$X_j^{intermed.} = (m_{X_j} - 1) \cdot X_{ij}^{direct}, \quad i = j \quad (19)$$

$$Y_j^{intermed.} = (m_{Y_j} - 1) \cdot Y_{ij}^{direct}, \quad i = j \quad (20)$$

$$E_j^{intermed.} = (m_{E_j} - 1) \cdot E_{ij}^{direct}, \quad i = j. \quad (21)$$

Literatur und Datenquellen

- Filip-Köhn, Renate (1998), Wirtschaftsfaktor Automobil: Gesamtwirtschaftliche Aspekte von Produktion und Betrieb, DIW Wochenbericht, 6/98, 127-131
- Gabler Verlag (Herausgeber), Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Produktionswert, online im Internet: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/56951/produktionswert-v6.html>. Abgerufen am 7.2.2013.
- Hecht, Dieter; Kersting, Michael; Werbeck, Nicola (2012): Schweißen und Schneiden 2011 – Anhaltender Aufschwung trotz Staatsschuldenkrise, in: Schweißen und Schneiden, Jg. 64, H. 9, S. 560-575.
- International Federation of Robotics (IFR) Statistical Department (eds.) (2012), World Robotics Report 2012.
- Janßen-Timmen, Ronald und Waike Moos (2004a), Wertschöpfung durch Schweißen. In: Institut für Wirtschaftsforschung Halle (Hrsg.), Neuere Anwendungsfelder der Input-Output-Analyse – Tagungsband. Beiträge zum 2. Halleschen Input-Output-Workshop. Halle: Institut für Wirtschaftsforschung.
- Janßen-Timmen, Ronald und Waike Moos (2004b), The Economic Importance of Cross-sectional Technologies: An Input-Output Approach. Proceedings of the International Conference on Input-Output and General Equilibrium: Data, Modeling, and Policy Analysis (EcoMod/IIOA), Brussels, September 2-4, 2004. – Elektronische Veröffentlichung auf CD.
- Krömmer, Werner und Peter Heinrich (2007), Das thermische Spritzen: Marktentwicklung und Marktchancen einer jungen Technologie. Vortrag am 25. Januar 2007 in Unterschleißheim, Linde Gas.
- Moos, Waike und Ronald Janßen-Timmen (2005), Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Fügetechnik. Gutachten im Auftrag des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. Düsseldorf.
- Moos, Waike, Janßen-Timmen, Ronald und Rettig, Stefanie (2009), Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Fügetechnik. Gutachten im Auftrag des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. Düsseldorf.
- Moos, Waike und Stefanie Rettig (2009), Gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung aus Fügetechniken in der EU und ausgewählten Ländern Europas. Gutachten im Auftrag des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. Düsseldorf.
- Moos, Waike, Leonenko, Natalya und Klöpper, Julia (2013), Gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung aus Fügetechniken in der EU und ausgewählten Ländern Europas. Gutachten im Auftrag des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. Düsseldorf.
- Räth, Norbert, Albert Braakmann u. Mitarb. (2011), Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen 2011 für den Zeitraum 1991 bis 2010. Wirtschaft und Statistik, September 2011: 825-865.
- Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (Hrsg.) (2001), Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus der Produktion und Anwendung von Schweißtechnik. Gutachten im Auftrag des Deutschen Verbandes für Schweißen und verwandte

Verfahren e.V., (Bearbeiter: Waike Moos, Ronald Janßen-Timmen, Hans-Karl Starke). Essen.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2011), Input-Output-Rechnung 2007. Fachserie 18: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen, Reihe 2., Wiesbaden, erschienen am 31.8.2012.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2012a), Produktion im Produzierenden Gewerbe 2011, Fachserie 4: Produzierendes Gewerbe, Reihe 3.1. Wiesbaden, erschienen am 7.5.2012, korrigiert am 16.5.2012.

Statistisches Bundesamt (Hrsg.) (2012b), Inlandsproduktrechnung. Detaillierte Ergebnisse. Fachserie 18: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 2011, Reihe 1.4, Wiesbaden, erschienen am 7.9.2012.