

**Gesamtwirtschaftliche und sektorale Wertschöpfung aus
der Produktion und Anwendung
von Fügetechnik in Deutschland, ausgewählten
Länder Europas sowie der EU insgesamt**

**Kurzfassung des Gutachtens 2021
im Auftrag des DVS**

Waike Moos und Carla J. Vogt



Inhaltsverzeichnis

1	Einführende Bemerkungen und Ziel der Untersuchung	3
2	Überblick über die Technologien und Wertschöpfungsquellen	3
3	Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte	6
3.1	Zusammenfassung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte	6
3.2	Zusammenfassung der Produktionswerte der verschiedenen FTB-Techniken (Effekt I).....	10
3.3	Zusammenfassung der Produktionswerte der komplementären Güter (Effekt II).....	11
3.4	Zusammenfassung der Beschäftigungszahlen bei der Anwendung von FTB-Prozessen (Effekt III)	12
3.5	Input-Output-Analyse: Ermittlung der indirekten Effekte (Effekt IVa und IVb).....	12
3.6	Ausblick – additive Fertigungsverfahren.....	14

1 Einführende Bemerkungen und Ziel der Untersuchung

Seit nunmehr 20 Jahren lässt der DVS regelmäßig die wirtschaftliche Bedeutung verschiedener Füge-techniken in wissenschaftlichen Gutachten untersuchen. Der Ursprung dieser Reihe von Gutachten lag im Jahr 2001 mit einer Analyse der Wertschöpfung und Beschäftigung, die mit der Produktion und Anwendung von Schweißtechnik in Deutschland verbunden war. Im Jahr 2005 wurde diese Studie aktualisiert und auf weitere, über das Schweißen hinausgehende Füge-techniken erweitert. Im Jahr 2009 wurde dann die Untersuchungsregion ausgedehnt. Neben Deutschland wurden weitere für die Füge-techniken wichtige Länder innerhalb Europas analysiert. Dazu gehörten Frankreich, Italien, die Niederlande, Polen und das Vereinigte Königreich sowie die EU27. Im Jahr 2013 kam es zu einer Neuauflage der Vorgängerstudie aus dem Jahr 2009. Auch dort wurde die wirtschaftliche Bedeutung von Füge-techniken in Deutschland und ausgewählten Ländern Europas quantifiziert, wobei anstatt Polen nun Tschechien in den Kanon der zu untersuchenden Länder aufgenommen wurde. In der Studie aus dem Jahr 2017 wurde neben den genannten Ländern anstatt Tschechien wieder Polen berücksichtigt sowie Rumänien hinzugefügt.

Das vorliegende Gutachten ist eine Neuauflage und Aktualisierung dieser langjährigen Reihe von Untersuchungen. Wie in den fünf Vorgängerstudien wird die wirtschaftliche Bedeutung von verschiedenen Füge-techniken in Deutschland und ausgewählten Ländern Europas quantifiziert. Im Einzelnen gehören neben Deutschland auch Frankreich, Italien, die Niederlande, Polen, Rumänien und das Vereinigte Königreich dazu. Darüber hinaus wird die EU28 als übergeordnete Region untersucht.

Methodisch unterscheiden sich die Analysen von Deutschland und den übrigen EU-Ländern untereinander und im Zeitablauf geringfügig. Auf europäischer Ebene ist die Datenverfügbarkeit nicht für alle, in den in Deutschland untersuchten Aspekten gegeben. Dadurch muss die Analyse der übrigen europäischen Länder weniger detailliert ausfallen als für Deutschland. Auch im Längsschnittvergleich sind die sechs Studien nur bedingt miteinander vergleichbar. Auf der einen Seite wurden seit 2005 die untersuchten Techniken vom Schweißen auf weitere Füge-techniken ausgedehnt. Auf der anderen Seite änderte sich die zu untersuchende Ländergruppe. Darüber hinaus wurden auch die verwendeten Methoden – insbesondere die Input-Output-Analyse – im Laufe der Zeit immer weiter verfeinert. Schlussendlich wurden aber auch Parameter, die mangels Datenverfügbarkeit durch Experten aus dem Umfeld des DVS abgeschätzt werden mussten, angepasst, wenn neuere Erkenntnisse dies notwendig werden ließen.

2 Überblick über die Technologien und Wertschöpfungsquellen

Die Fertigungsverfahren Fügen, Trennen und Beschichtung (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. Ohne den Einsatz der FTB-Technik wären viele Güter gar nicht herzustellen. Ein beachtlicher Teil des erschaffenen Wertes – also der Wertschöpfung – dieser Investitions- und Konsumgüter ist demgemäß direkt auf den Einsatz von FTB-Techniken zurückzuführen.

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 Anwender.

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 jedoch deren statistische Erfassung und die Abschätzung ihrer gesamtwirtschaftlichen Bedeutung. In der Produktionsberichterstattung des Statistischen Bundesamtes wird für 2019 für Deutschland ein inländischer Produktionswert für die Herstellung von Maschinen und Geräten, die zum Fügen, Trennen und Beschichten eingesetzt werden können, von knapp 4,9 Mrd. Euro angegeben. Dies entspricht einem Anteil am Produzierenden Gewerbe (2019: 2.531 Mrd. Euro) von gerade einmal 0,2 %.

Quantifiziert man nun – wie dies oft geschieht – den gesamtwirtschaftlichen Beitrag der FTB-Technik lediglich über die Produktionswerte ihrer Geräte und Maschinen, so würde allein der Beitrag, der von der Herstellung der Technologie ausgeht, erfasst werden. Das wäre eine deutliche Unterschätzung des Beitrags der FTB-Technik zur Gesamtwirtschaft. Aus diesem Grunde sollte – neben dem Wertschöpfungsbeitrag aus der Produktion von FTB-Technik – ebenfalls der Wertschöpfungsbeitrag durch die füge-, trenn- und beschichtungstechnischen Prozesse in den Anwenderbranchen einbezogen werden. Dieser wird – wie bereits in den deutschen Studien aus den Jahren 2001, 2005, 2009, 2013 und 2017 gezeigt – den Wertschöpfungsbeitrag durch die Produktion der FTB-Technik um ein Vielfaches übersteigen.

Ziel der aktuellen Studie ist es, alle verfügbaren statistischen Informationen zusammenfassend auszuwerten, um den Wertschöpfungsbeitrag, der in den untersuchten Volkswirtschaften im Jahre 2019¹ durch Füge-, Trenn- und Beschichtungstechnik – d.h. durch die Herstellung und die Anwendung von FTB-Technik – entsteht, abzuschätzen. Als Datenquellen werden einerseits Veröffentlichungen des Statistischen Bundesamtes für Deutschland (DESTATIS), andererseits für die übrigen europäischen Länder Veröffentlichungen des Europäischen Amtes für Statistik (EUROSTAT) ausgewertet. Ergänzt werden die Daten von Verbandsinformationen sowie Expertenwissen aus dem DVS.

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 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.

¹ Das ist der aktuelle Datenrand dieser Studie.

Der Gesamteffekt ergibt sich nun als Summe der Effekte I, II, III, IVa und IVb. Darüber hinaus ist immer auch das Verhältnis von Effekt I zum Gesamteffekt interessant. So übersteigt die Wertschöpfung in Deutschland im Gesamteffekt (25,3 Mrd. Euro) die aus Effekt I (1,8 Mr. Euro) um gut das 14-fache.

In der untenstehenden Übersicht sind die Ergebnisse der fünf Vorgängerstudien sowie der aktuellen Studie aufgelistet. Ein Vergleich im Zeitablauf ist jedoch wegen der verschiedenen betrachteten Regionen sowie unterschiedlicher Methoden der Abschätzung insbesondere der Beschäftigungseffekte nur eingeschränkt möglich. Ferner können die indirekten Effekte IVa und IVb mangels Datenverfügbarkeit auf europäischer Ebene nicht quantifiziert werden, so dass die europäischen Ergebnisse eher eine Untergrenze darstellen. Der Effekt III wurde für die übrigen europäischen Länder wegen der schlechteren Datenbasis methodisch abweichend von dem für Deutschland ermittelt.

Tabelle 1: Übersicht über die Ergebnisse seit 1999

Studie	Datenrand	Region	Technik	Wertschöpfung (in Mrd. €)	Beschäftigung (in 1.000)
2001	1999	Deutschland	Schweißen	16	428
2005	2003	Deutschland	Schweißen	19	455
2005	2003	Deutschland	Alle Fügetechniken	27	638
2009	2007	Deutschland	Alle Fügetechniken	24	421
2009	2007	EU27 mit F, I, NL, UK, POL	Alle Fügetechniken	86	2.026
2013	2011	Deutschland	Alle Fügetechniken	23	395
2013	2010	EU27 mit F, I, NL, UK, TSCHE	Alle Fügetechniken	65	1.205
2017	2015	Deutschland	Alle Fügetechniken	27	451
2017	2015	EU28 mit F, I, NL, UK, POL, ROM	Alle Fügetechniken	61	1.092
2021	2019	Deutschland	Alle Fügetechniken	25	429
2021	2019	EU28 mit F, I, NL, UK, POL, ROM	Alle Fügetechniken	72	1.174
Eigene Berechnungen.					

Einige Daten und Informationen ließen sich in der aktuellen und den vergangenen Studien nicht aus offiziellen statistischen Datenquellen wie dem Statistischen Bundesamt, EUROSTAT und der Bundesagentur für Arbeit entnehmen. In diesem Fall wurde auf Expertenmeinungen sowie Verbandsinformationen (VDI, World Robotics Report des IFR, Informationen über die Qualifizierung der Fügetechniker vom EWF bzw. IIW, World Steel Association) zurückgegriffen. Seit der Studie 2017 wird nun auch die additive Fertigung untersucht. Über diese Technologie finden sich in den offiziellen statistischen Quellen immer noch kaum Daten, so dass auf alternative Datenquellen – wie Befragungen von Unternehmen – zurückgegriffen werden

muss. Daher wird die additive Fertigung noch nicht unter die Effekte I, II bzw. III subsumiert, sondern ihre Bedeutung wird separat dargestellt.

3 Produktions-, Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte

3.1 Zusammenfassung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte

Für Deutschland ergab sich der Gesamteffekt der Wertschöpfung einschließlich der indirekten Effekte, d.h. hier die Summe der Effekte I, II, III, IVa und IVb, aus der Produktion und Anwendung von FTB-Technik mit 25,3 Mrd. Euro sowie eine zugehörige Beschäftigung in Vollzeitäquivalenten – d.h. einschließlich der nebenberuflichen Fügetechniker – von knapp 429.000 Personen. Betrachtet man für Deutschland alleine die Summe der direkten Effekte I, II und III, zu denen auch auf europäischer Ebene Pendant ermittelt werden konnten, so kommt man auf eine Wertschöpfung von 23,3 Mrd. Euro (Effekt I: 1,8 Mrd. Euro, Effekt II: 2 Mrd. Euro und Effekt III: 19,5 Mrd. Euro) bei einer Beschäftigung von 397.000 Personen (Effekt I: 20.700, Effekt II: 24.300, Effekt III: 352.000). Die hier vernachlässigten indirekten Effekte machen bei der Wertschöpfung nur 8 % des Gesamteffektes aus, d.h. knapp 2,1 Mrd. Euro werden als indirekte Effekte über die Vorleistungsnachfrage (Effekt IVa und IVb) ausgelöst.

Tabelle 2: Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in Deutschland und EU28; Übersicht

Deutschland 2019							
Effekt	I	II	III	Summe I-III	IVa	IVb	Gesamteffekt
Wertschöpfung in Mrd. €	1,8	2,0	19,5	23,3	1,2	0,9	25,3
Beschäftigung in 1.000	20,7	24,3	352	397	19,6	12,4	428,9
EU28 2019							
Effekt	I	II	III	Summe I-III	IVa	IVb	Gesamteffekt
Wertschöpfung in Mrd. €	3,6	4,8	63,6	72,0	-	-	72,0
Beschäftigung in 1.000	60,5	70,2	1.044	1.174	-	-	1.174,4
Deutschland 2015							
Effekt	I	II	III	Summe I-III	IVa	IVb	Gesamteffekt
Wertschöpfung in Mrd. €	1,4	1,4	21,9	24,8	1,6	1,0	27,3
Beschäftigung in 1.000	17,4	21,0	374	413	23,5	14,5	450,6
EU28 2015							
Effekt	I	II	III	Summe I-III	IVa	IVb	Gesamteffekt
Wertschöpfung in Mrd. €	4,3	4,0	53	61	-	-	60,8
Beschäftigung in 1.000	78,6	62,6	951	1.092	-	-	1.091,9

Eigene Berechnungen.

Beim Vergleich der einzelnen Effekte I, II, III, IVa und IVb mit denen des Vorgängergutachtens ist zu beachten, dass im aktuellen Gutachten geringfügige methodische Änderungen aufgrund der Umstellung des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken von GP2009 auf GP2019 in den statistischen Datenquellen vorgenommen wurden. Wichtigste methodische Änderungen gab es im Effekt II, bei dem die Materialprüfmaschinen, deren Abgrenzung durch die Umstellung auf das neue Güterverzeichnis GP2019 stark ausgedehnt wurden, mit einem geringeren anteiligen Beitrag erfasst wurden. Gegenüber der Vorgängerstudie, die einen direkten Gesamteffekt der Wertschöpfung als Summe aller Effekte I bis IVb von 27,3 Mrd. Euro ermittelte, wurden in der aktuellen Studie mit den genannten 25,3 Mrd. Euro etwas weniger geschätzt. Der Unterschied wird maßgeblich durch den Effekt III (19,5 Mrd. Euro in 2019 zu 21,9 Mrd. Euro in 2015) verursacht. Allerdings enthält gerade der Effekt III viele Abschätzungen, so dass man die schwächeren Ergebnisse im Vergleich zur Vorgängerstudie nicht überinterpretieren darf. Vergleicht man die deutschen Erwerbstätigenzahlen durch den Gesamteffekt von Produktion und Anwendung von FTB-Technik (429.000 vollzeitäquivalente Personen) mit denen aus dem Vorgängergutachten (451.000), so

fallen auch die aktuell geschätzten Beschäftigtenzahlen etwas geringer aus (-5 %) als die der Vorgängerstudie. Allerdings sind auch die Arbeitsproduktivitäten (seit 2015 von 61.700 auf 67.400 Euro in 2019) um insgesamt 9 % gestiegen, so dass dieselbe Produktionsmenge mit weniger Arbeitskräften hergestellt werden kann.

Tabelle 3: Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte in Deutschland und der EU28; Details

Effekt	Deutschland 2019						
	I	II	III	Summe I-III	IVa	IVb	Gesamteffekt
Wertschöpfung in Mrd. €	1,8	2,0	19,5	23,3	1,2	0,9	25,3
Beschäftigung in 1.000	20,7	24,3	352	397	19,6	12,4	429
Anteile BWS in %	7,9	8,4	83,7	100,0	-	-	-
Anteile Beschäftigung in %	5,2	6,1	88,6	100,0	-	-	-
BWS standardisiert (I-III)	1,0	1,1	10,6	12,6	-	-	-
Beschäftigung standardisiert (I-III)	1,0	1,2	17,0	19,2	-	-	-
BWS standardisiert (I-IVb)	1,0	1,1	10,6	-	0,6	0,5	13,7
Beschäftigung standardisiert (I-IVb)	1,0	1,2	17,0	-	0,9	0,6	20,7
Effekt	EU28 2019						
	I	II	III	Summe I-III	IVa	IVb	Gesamteffekt
Wertschöpfung in Mrd. €	3,6	4,8	63,6	72,0	-	-	72,0
Beschäftigung in 1.000	60,5	70,2	1.044	1.174	-	-	1.174
Anteile BWS in %	5,0	6,6	88,4	100,0	-	-	100,0
Anteile Beschäftigung in %	5,2	6,0	88,9	100,0	-	-	100,0
BWS standardisiert	1,0	1,3	17,7	20,0	-	-	20,0
Beschäftigung standardisiert	1,0	1,2	17,2	19,4	-	-	19,4

Eigene Berechnungen.

Auf europäischer Ebene (EU28) wurden folgende Ergebnisse erzielt: Der direkte Gesamteffekt aus der Produktion und Anwendung von FTB-Technik (Summe der Effekte I bis III) auf die Wertschöpfung in Europa belief sich im Jahr 2019 auf 72 Mrd. Euro, das 2,8-fache von Deutschland. In der Vorgängerstudie erreicht die Summe der Effekte I bis III lediglich knapp 61 Mrd. Euro. Sie ist also innerhalb Europas stark gewachsen. Mit dem direkten Gesamteffekt auf die Wertschöpfung waren 2019 in Europa fast 1,2 Mio. hauptberufliche Erwerbstätige verbunden, die unmittelbar mit der Herstellung von FTB-Technik, der komplementären Güter sowie deren Anwendung in den fügeintensiven Branchen beschäftigt waren. In der Vorgängerstudie wurde ein geringfügig kleinerer Beschäftigungseffekt (knapp 1,1 Mio.) erreicht.

Der Gesamteffekt Deutschlands bei der Wertschöpfung hat im Jahr 2019 einen Anteil von 35 % an der europäischen Wertschöpfung. Im Vorgängergutachten waren es 45 %. Diese relative Verringerung der Bedeutung Deutschlands bei der Entstehung von Wertschöpfung durch FTB innerhalb Europas liegt daran, dass sich seit 2015 die Wertschöpfung durch FTB-Technik in Deutschland etwas verringert hat, während die entsprechende Wertschöpfung in Europa um fast ein Fünftel deutlich gewachsen ist. Diese Verschiebung der Bedeutung Deutschlands ist auch bei der Beschäftigung zu beobachten. Im Vergleich zum Vorgängergutachten ist der Anteil Deutschlands an der Beschäftigung in der EU28 von 41 % auf 37 % gesunken; die Beschäftigtenzahlen durch FTB-Technik in Deutschland sind – unter anderem aufgrund von Steigerungen der Arbeitsproduktivität - von 451.000 auf 429.000 zurückgegangen, während es in Europa einen Zuwachs von 1.092.000 auf 1.174.000 Personen gab. Die Fügeintensität muss sich in den übrigen europäischen Ländern stärker erhöht haben als in Deutschland.

Vergleicht man den Beitrag der einzelnen Effekte zum Gesamteffekt untereinander, so lässt sich folgendes feststellen: Der größte Teil der Wertschöpfung und der Beschäftigung entsteht durch die *Anwendung* von FTB-Technik. 19,5 Mrd. Euro der insgesamt 25,3 Mrd. Euro Wertschöpfung in Deutschland entstehen in diesem Bereich (Effekt III). Bei der Beschäftigung sind 352.000 der insgesamt 429.000 Erwerbstätigen in der

Anwendung von FTB-Technik tätig. Für Europa lässt sich ähnliches erkennen. Bei der Interpretation ist allerdings zu beachten, dass für die EU28 keine Input-Output-Analyse durchgeführt wurde, so dass nur die direkten Effekte I bis III berechnet wurden. Von der gesamten Wertschöpfung durch FTB in Höhe von 72 Mrd. Euro entstehen knapp 64 Mrd. Euro Wertschöpfung in der Anwendung. Von den knapp 1,2 Mio. Erwerbstätigen auf europäischer Ebene sind gut eine Million in der Anwendung von FTB-Technik tätig.

Abbildung 1: Wertschöpfung und Beschäftigung durch FTB-Technik in Deutschland 2019

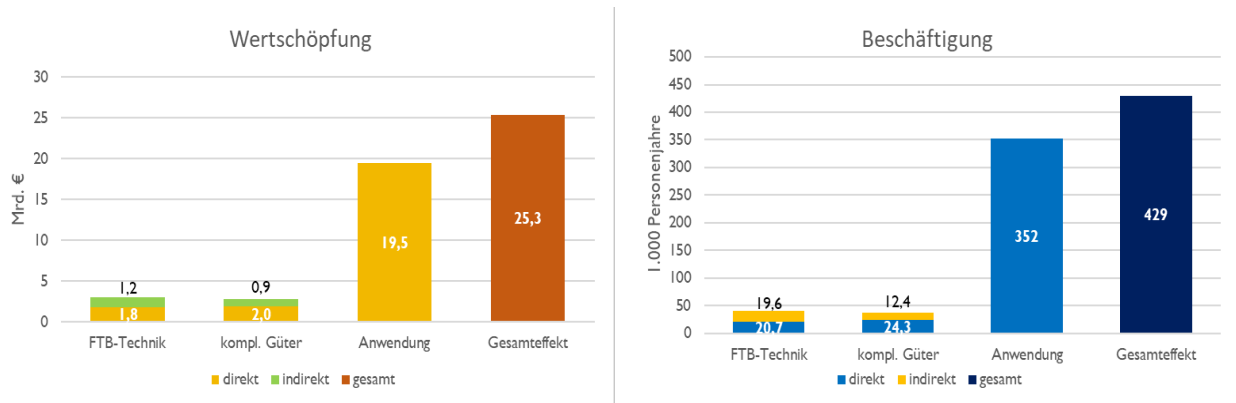
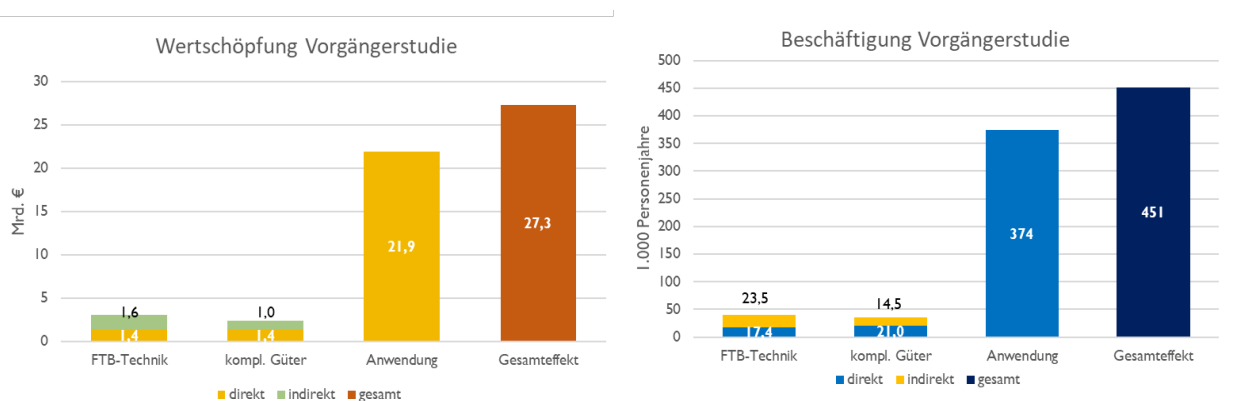


Abbildung 2: Wertschöpfung und Beschäftigung durch FTB-Technik in Deutschland 2015 (Vorgängerstudie)



Betrachtet man in Tabelle 3 die *standardisierten* Wertschöpfungs- und Beschäftigungswerte, so erkennt man die enorme Hebelwirkung, die von der FTB-Technik ausgeht. Grafisch werden die Größenverhältnisse der verschiedenen Effekte in Abbildung 1 bis Abbildung 4 veranschaulicht. Zu einem Euro Wertschöpfung bei der Produktion von FTB-Technik in Deutschland (Effekt I) kommen 1,10 Euro Wertschöpfung bei der Produktion der komplementären Güter (Effekt II) hinzu. Ferner werden indirekte Effekte durch die induzierte Vorleistungsnachfrage von weiteren 0,6+0,5 Euro (Effekt IVa und IVb) ausgelöst. 10,60 Euro entstehen bei der Anwendung von Fügetechnik in den fügeintensiven Branchen (Effekt III). Ein Euro Wertschöpfung bei der Produktion verursacht eine Steigerung der Wertschöpfung um das knapp 13-fache² in der übrigen Gesamtwirtschaft.

Bei der Beschäftigung ist die Hebelwirkung ähnlich: Einem Erwerbstätigen bei der Produktion von FTB-Technik (Effekt I) stehen 1,2 Erwerbstätige bei der Produktion von komplementären Gütern (Effekt II) gegenüber. Dazu kommen durch Vorleistungsnachfrage induzierte 0,9+0,6 indirekte Erwerbstätige (Effekte IVa und IVb). In den fügeintensiven Branchen werden rund 17 weitere Arbeitsplätze durch die Anwendung

² 13,7 Euro in der Gesamtwirtschaft abzüglich des Auslösers von 1 Euro im Effekt I.

der FTB-Technik gesichert (Effekt III). An einem Erwerbstätigen bei der Produktion hängen also fast 20 Erwerbstätige³ in der übrigen Gesamtwirtschaft.

Abbildung 3: Wertschöpfung und Beschäftigung durch FTB-Technik in der EU28 2019

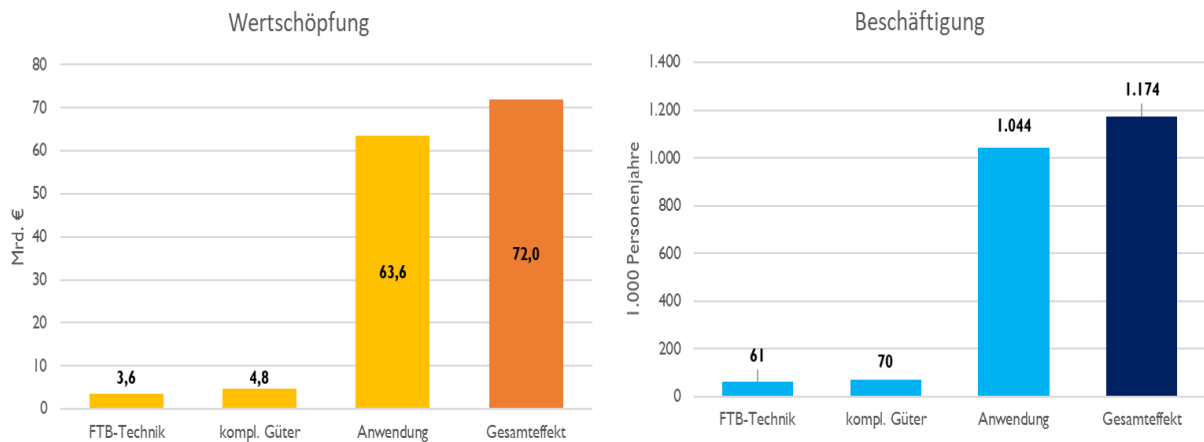
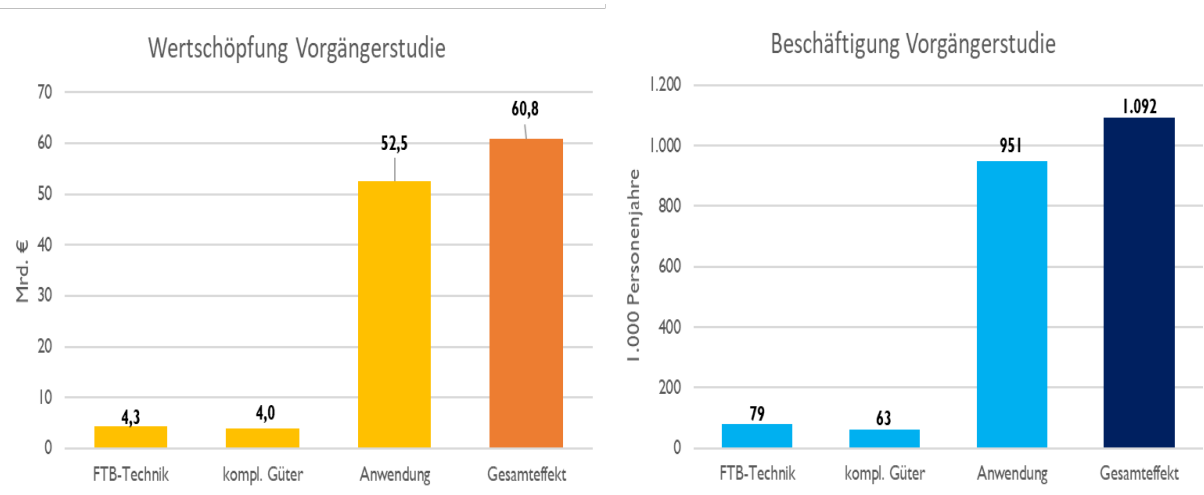


Abbildung 4: Wertschöpfung und Beschäftigung durch FTB-Technik in der EU28 (Vorgängerstudie)



Für die EU fallen die Ergebnisse ähnlich aus: Ein Euro Wertschöpfung durch die Produktion von FTB-Technik zieht 1,30 Euro Wertschöpfung durch die Produktion von komplementären Gütern und knapp 18 Euro Wertschöpfung durch die Anwendung der FTB-Prozesse nach sich. Ein Euro Wertschöpfung bei der Produktion von FTB-Technik in Europa induziert 19 Euro⁴ Wertschöpfung in der gesamten EU-Wirtschaft.

Bei der Beschäftigung in Europa übersteigt der Gesamteffekt durch die Produktion und Anwendung von FTB-Technik diejenige Beschäftigung, die alleine durch die Produktion der FTB-Technik entsteht, ebenfalls um rund das 19-fache: Einem Erwerbstätigen in der Produktion von FTB-Technik stehen 1,2 Erwerbstätige in der Produktion von komplementären Gütern und Dienstleistungen gegenüber sowie gut 17

³ 20,7 Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft abzüglich des Auslösers von 1 Erwerbstätigen im Effekt I.

⁴ 20 Euro in der Gesamtwirtschaft abzüglich des Auslösers von 1 Euro im Effekt I.

Erwerbstätige bei der Anwendung von FTB-Technik. An einem Erwerbstätigen in der Produktion von FTB-Technik hängen gut 18 weitere Erwerbstätige⁵ in der Gesamtwirtschaft.

Die zwischen Deutschland und Europa abweichenden Beiträge der Effekte I, II und III zum Gesamteffekt dürfen nicht überinterpretiert werden. Zum einen stecken in den europäischen Ergebnissen mehr Abschätzungen als für Deutschland, zum anderen weichen die Wirtschaftsstruktur sowie die Arbeitsproduktivitäten und Kapitalintensitäten in Deutschland beträchtlich von denen im europäischen Durchschnitt ab. Die grundsätzlichen Größenordnungen, inwieweit die einzelnen Effekte zum Gesamteffekt beitragen, stimmen jedoch überein: 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 entsteht durch die Anwendung dieser Technologie in den fügeintensiven Branchen.

3.2 Zusammenfassung der Produktionswerte der verschiedenen FTB-Techniken (Effekt I)

Eine Zusammenfassung der *Produktionswerte* der verschiedenen *FTB-Techniken* (Effekt I) nach den *sieben untersuchten europäischen Ländern* liefert folgende Tabelle 4. So setzt sich bspw. der Produktionswert von FTB-Technik in Deutschland 2019 in Höhe von knapp 4,9 Mrd. Euro folgendermaßen zusammen: Der mit fast 3,8 Mrd. Euro weitaus größte Anteil stammt aus der Produktion von Schweiß-, Löt- und Trenntechnik. Die deutschen Schweißtechnikhersteller halten den Löwenanteil dieser Produktion innerhalb der EU: Die Hälfte der Schweißtechnik in der gesamten EU wird in Deutschland produziert. Deutschland konnte also bei der Schweißtechnik innerhalb Europas seine überragende Marktstellung behalten. Die italienische Schweißtechnikproduktion in Höhe von 0,4 Mrd. Euro rangiert mit weitem Abstand an zweiter Stelle. Italiens Anteil an der europäischen Schweißtechnikproduktion beträgt nur 5 %. Danach folgt Frankreich gleichauf mit dem Vereinigten Königreich mit 210 bzw. 202 Mio. Euro. In Polen wird Schweißtechnik im Wert von 100 Mio. Euro hergestellt. Der Beitrag der beiden anderen betrachteten Länder Rumänien und die Niederlande ist vernachlässigbar. Die Konzentration der Schweißtechnikproduktion in Europa ist außerordentlich hoch: Deutschland, Italien, Frankreich, das Vereinigte Königreich und Polen produzieren rund 63 % der gesamten Schweißtechnik in der EU28.

Tabelle 4: Zusammenfassung Produktionswerte der FTB-Technik nach sieben Ländern und EU28; Übersicht

	Germany	France	Italy	The Netherlands	Poland	Romania	The United Kingdom	Übrige EU-Länder	EU28	Verhältnis betrachtete 7 Länder /EU28
	2019 in Mio. €									
Schweiß-, Löt-, Trenntechnik	3.796	210	400	1	100	6	202	2.760	7.475	63,1%
Klebtechnik	318	47	106	15	6	0	31	125	646	80,7%
Niettechnik	156	9	74	0	-	0	2	130	371	65,1%
Thermisches Spritzen	55	25	15	12	9	2	26	157	300	47,8%
Laser (optische Bestandteile)	61	17	11	0	0	0	22	5	117	95,5%
FTB-Roboter	482	92	87	21	44	7	52	391	1.176	66,7%
Produktionswert Füge­technik	4.868	401	693	48	159	14	336	3.568	10.086	64,6%
Produktionswert Vorgängerstudie	3.685	339	930	78	196	6	301	3.322	8.858	62,5%
Wertschöpfung (in Mio. €)	1.843	123	209	18	50	5	140	-	3.597	66,4%
Beschäftigung	20.723	1.523	2.638	132	2.193	200	1.475	-	60.542	47,7%

Eigene Berechnungen.

Betrachtet man die Füge­technik insgesamt, so macht die deutsche Produktion mit knapp 4,9 Mrd. Euro gut 48 % der europäischen Produktion (10,1 Mrd. Euro) aus. An zweiter Stelle folgt mit größerem Abstand Italien mit knapp 0,7 Mrd. Euro bzw. 7 % der europäischen Produktion. Frankreich produziert Füge­technik

⁵ 19,4 Erwerbstätige in der Gesamtwirtschaft abzüglich des Auslösers von 1 Erwerbstätigen im Effekt I.

im Wert von über 400 Mio. Euro, das Vereinigte Königreich kommt auf 336 Mio. Euro. Die 21 hier nicht näher betrachteten EU-Länder produzieren insgesamt Fügetechnik im Wert von knapp 3,6 Mrd. Euro. Das sind 35 % der gesamten EU-Produktion an Fügetechnik. Auf die hier näher untersuchten sieben Länder entfallen also 65 % der gesamten Fügetechnikproduktion in Europa. Im Vorgängergutachten trugen die sieben Länder noch mit knapp 63 % zur europäischen Produktion bei. Unter den weiteren, hier nicht explizit betrachteten Ländern scheinen wichtige Produzenten von Fügetechnik herangewachsen zu sein. In Europa sind 60.500 Erwerbstätige mit der Produktion von FTB-Technik beschäftigt. In Deutschland sind es 20.700 bzw. 34 %. An zweiter Stelle steht Italien mit rund 2.600 Erwerbstätigen gefolgt von Polen mit fast 2.200.

3.3 Zusammenfassung der Produktionswerte der komplementären Güter (Effekt II)

Eine Zusammenfassung der *Produktionswerte* der verschiedenen *komplementären Güter* und Dienstleistungen (Effekt II) sowie der beschäftigten Fügetechniker *nach den sieben untersuchten europäischen Ländern* liefern Tabelle 5 und Tabelle 6. Der Produktionswert der komplementären Güter in Deutschland beläuft sich insgesamt auf knapp 5 Mrd. Euro und ist damit sogar geringfügig höher als der Produktionswert der FTB-Technik (Effekt I). Im Vorgängergutachten erreichte der Produktionswert der komplementären Güter nur 3,6 Mrd. Euro. Auch bei den komplementären Gütern stammt der Löwenanteil der europäischen Produktion aus Deutschland – nämlich 38 %, wobei die Konzentration auf Deutschland etwas geringer ausfällt als bei der Produktion von FTB-Technik (48 %).

Tabelle 5: Zusammenfassung Produktionswerte der komplementären Güter nach sieben Ländern und EU28; Übersicht

	D	F	I	NL	POL	ROM	UK	übrige Länder	EU28 insg.	Anteil der betrachteten 7 Länder an EU28 insg.
	2019 in Mio. €									
Schweiß- und Lötzusätze										
Zusätze zum thermischen Spritzen	889	167	313	120	122	60	212	1.095	2.979	63,2%
Klebstoffe	833	571	314	n.a.	132	5	261	497	2.612	81,0%
Niete	280	55	103	n.a.	27	0	43	152	660	76,9%
Schweißgase	185	6	163	97	81	21	4	738	1.295	43,0%
Arbeitsschutz	38	4	53	n.a.	23	10	30	102	259	60,9%
Entlüftungsmaschinen	223	39	67	4	4	1	29	140	506	72,3%
Prüfmaschinen	2.306	392	383	17	37	10	290	616	4.052	84,8%
Aus- und Weiterbildung Lehrgänge	221	34	31	17	57	12	9	290	672	56,8%
Produktionswert insgesamt (in Mio. €)	4.975	1.267	1.427	256	483	118	878	3.629	13.035	72,2%
Produktionswert Vorgängergutachten 2015	3.617	907	1.469	381	248	38	1.406	-	11.964	67,4%
Wertschöpfung (in Mio. €)	1.952	427	436	86	168	46	372	-	4.758	73,3%
Beschäftigung	24.334	4.414	6.262	895	8.067	2.608	4.244	-	70.238	72,4%

Eigene Berechnungen.

An zweiter Stelle hinsichtlich der Bedeutung der Produktion komplementärer Güter stehen fast gleichauf Italien mit einem Produktionswert von 1,4 Mrd. Euro bzw. 11 % Anteil an der europäischen Produktion, gefolgt von Frankreich mit knapp 1,3 Mrd. Euro (10 %). Im Vereinigten Königreich werden komplementäre Güter und Dienstleistungen im Wert von knapp 0,9 Mrd. Euro produziert. Deutschland und Frankreich konnten ihre Produktion im Vergleich zum Vorgängergutachten um fast 40 % ausdehnen. Italien blieb konstant, im Vereinigten Königreich sank die Produktion um 38 %.

Bemerkenswert ist, dass die Produktion der komplementären Güter in Europa (13 Mrd. Euro) die Produktion der dahinterstehenden FTB-Technik (10 Mrd. Euro) sogar um drei Mrd. übersteigt. Eine Einheit Produktion von FTB-Technik zieht in der EU28 1,3 Einheiten⁶ Produktion von komplementären Gütern und Dienstleistungen nach sich. In Deutschland ist das Verhältnis nahezu ausgewogen: Eine Einheit Produktion an FTB-Technik zieht eine weitere Einheit Produktion an komplementären Gütern nach sich⁷. Die

⁶ 13.035/10.086≈1,3

⁷ 4.975/4.868≈1

Produktion der komplementären Güter und Dienstleistungen ist also gleich wichtig oder sogar wichtiger als die Produktion der eigentlichen FTB-Technik.

Mit der Produktion der komplementären Güter und Dienstleistungen sind in Europa über 70.000 Erwerbstätige beschäftigt. Das sind deutlich mehr als die 60.500 Erwerbstätigen bei der Produktion der FTB-Technik. Die meisten Erwerbstätigen finden sich in Deutschland (gut 24.000) mit weitem Abstand gefolgt von Polen (8.000) und Italien (6.300).

3.4 Zusammenfassung der Beschäftigungszahlen bei der Anwendung von FTB-Prozessen (Effekt III)

In den fügeintensiven Branchen arbeiteten in Deutschland 230.000 hauptberufliche Fügetechniker (Effekt III, Tabelle 6). Rechnet man die 122.000 nebenberuflichen Fügetechniker hinzu, über die für Deutschland eine Abschätzung vorgenommen werden konnte, so kommt man sogar auf 352.000 vollzeitäquivalente Fügetechniker. In Europa sind es über 1 Mio. hauptberufliche Fügetechniker, ein Plus von 10 % gegenüber der Vorgängerstudie. Für die EU28 und die übrigen europäischen Länder wurden mangels Datenverfügbarkeit nur die hauptberuflichen Fügetechniker geschätzt. Deutschlands hauptberufliche Fügetechniker haben an den europäischen Fügetechnikern einen Anteil von 22 %. Italien hat mit geschätzten 168.000 Fügetechnikern und einem Anteil von 16 % eine geringere Bedeutung als Deutschland. Für Frankreich werden 91.000 Fügetechniker geschätzt, für Polen sind es 86.000. Die betrachteten Länder weisen alle eine hohe Fügeintensität auf; zwei Drittel aller Fügetechniker in der EU28 sind in den sieben betrachteten Ländern beschäftigt, lediglich ein Drittel der Fügetechniker sind in den anderen 21 EU-Ländern tätig. Die Querschnittstechnologie der FTB-Techniken wird also in vielen europäischen Ländern von einer großen Zahl von qualifizierten Beschäftigten angewendet.

Tabelle 6: Zusammenfassung erwerbstätige Fügetechniker nach sieben Ländern und EU28; Übersicht

	hauptberufliche Personen in Fügeberufen in 1.000	Verhältnis Fügetechniker Land/EU28	Wertschöpfung in Mrd. €	Verhältnis Wertschöpfung Land/EU28
Deutschland	230	22%	15,5	24%
Italien	168	16%	10,5	17%
Frankreich	91	9%	6,9	11%
Vereinigtes Königreich	67	6%	4,0	6%
Niederlande	31	3%	2,1	3%
Rumänien	30	3%	0,7	1%
Polen	86	8%	2,4	4%
übrige EU-Länder	341	33%	-	-
EU28	1.044	100%	63,6	100%
nachrichtlich: Vorgängerstudie	951		52,5	

Eigene Berechnungen.

3.5 Input-Output-Analyse: Ermittlung der indirekten Effekte (Effekt IVa und IVb)

Um die durch die Vorleistungsnachfrage ausgelösten indirekten Effekte (IVa und IVb) für Deutschland zu quantifizieren, wurde zusätzlich eine Input-Output-Analyse mit Hilfe eines offenen, statischen Leontief-Modells durchgeführt. Mit den produzierten Gütern sowohl der FTB-Technik (Effekt I) als auch mit den komplementären Gütern (Effekt II) wird zum großen Teil die Endnachfrage nach diesen Gütern bedient. Zum Teil sind hierin aber bereits Vorleistungen des jeweiligen Produktionsbereichs enthalten, die für die Produktion selbst erforderlich waren. Zusätzlich werden Güter aus weiteren Produktionsbereichen

eingesetzt, so dass eine gesamtwirtschaftliche Betrachtung erforderlich ist, um die Gesamtwirkung der FTB-Technik bzw. der komplementären Güter zu erkennen. Dies wurde im Rahmen der separat dargestellten Input-Output-Analyse sowohl für die FTB-Technik – Effekt IVa – als auch für die komplementären Güter – Effekt IVb – durchgeführt. Dort wurden die Wirkungen der geschätzten Endnachfrage sowohl auf die Produktion, die Wertschöpfung und die Beschäftigung als auch im Hinblick auf die Branche und die Gesamtwirtschaft betrachtet.

Instrument ist die Bestimmung der relevanten Multiplikatoren. Diese geben an, inwieweit sich ein auslösender Impuls (Erhöhung der Endnachfrage) auf die Gesamtwirtschaft auswirkt. Bei den Produktionswerten der FTB-Technik (Effekt I) beträgt der entsprechende *Multiplikator 1,86*. Eine Endnachfrage in Höhe von 4,1⁸ Mrd. Euro führt entsprechend zu einem Produktionsanstieg in der Gesamtwirtschaft über alle Branchen in Höhe von knapp 7,7 Mrd. Euro. In der FTB-Technik werden zu dem direkten Effekt der Wertschöpfung aus der *Endnachfrage* nach FTB-Technik (1,5 Mrd. Euro) zusätzliche 1,5 Mrd. Euro durch indirekte Effekte (Effekt IVa) hinzuzurechnen sein. Die mit der direkten Endnachfrage verbundene Beschäftigung (17.700 Personen) induziert weitere indirekt Beschäftigte in Höhe von 22.700.

Die Multiplikatoren bei der Produktion von komplementären Gütern und Dienstleistungen liegen zwischen 1,28 und 1,97. Weil die komplementären Güter und Dienstleistungen aus verschiedenen Branchen geliefert werden, ergeben sich mehrere branchenspezifische Multiplikatoren. Bei der Befriedigung der Endnachfrage nach komplementären Gütern in Höhe von 4⁹ Mrd. Euro ergeben sich zusätzliche Produktionseffekte durch die Vorleistungen in Höhe von rund 3,5 Mrd. Euro (Effekt IVb). Die Wertschöpfung aus der reinen Endnachfrageproduktion beträgt knapp 1,4 Mrd. Euro, zu denen nochmals in selber Höhe 1,4 Mrd. Euro als indirekter Effekt hinzukommen. Die direkte Beschäftigungswirkung aus der Befriedigung der Endnachfrage beträgt 16.200 Personen, während in der hierfür erforderlichen Vorleistungsproduktion nochmals 20.500 Personen beschäftigt sind.

Da in der Produktionsstatistik nicht in direkte und indirekte Effekte unterschieden wird und die Unterscheidung zwischen Produktion und Endnachfrage nur im Rahmen der Input-Output-Analyse vonnöten war, ist es zur besseren Identifizierbarkeit der Produktionswerte in der Produktionsstatistik angebracht, einen Teil der indirekten Effekte in die direkten zurück zu buchen. Man erhält so folgende Beziehung der Wertschöpfungseffekte untereinander. Mit der Produktion von FTB-Technik ist eine Wertschöpfung von 1,8 Mrd. Euro verbunden, von der eine Wertschöpfung in Höhe von 1,2 Mrd. Euro durch die Vorleistungsproduktion ausgelöst wird. Mit der Produktion der komplementären Güter ist eine Wertschöpfung von 2 Mrd. Euro verbunden. Daran hängt eine indirekte Wertschöpfung von 0,9 Mrd. Euro durch die Produktion der benötigten Vorleistungen.

$$1,8 (\text{Effekt I}_{\text{Produktion}}) + 1,2 (\text{Effekt IVa}) + 2,0 (\text{Effekt II}_{\text{Produktion}}) + 0,9 (\text{Effekt IVb})$$

Für die Beschäftigung ergibt sich nach entsprechender Umbuchung folgendes. Mit der Produktion von FTB-Technik sind 20.700 Erwerbstätige verbunden, die 19.600 Arbeitsplätze bei den Vorleistungslieferanten sichern. An der Produktion von komplementären Gütern und Dienstleistungen hängen 24.300 Erwerbstätige, die ihrerseits 12.400 Arbeitsplätze bei deren Vorleistungslieferanten sichern.

$$20.700 (\text{Effekt I}_{\text{Produktion}}) + 19.600 (\text{Effekt IVa}) + 24.300 (\text{Effekt II}_{\text{Produktion}}) + 12.400 (\text{IVb}).$$

Etwas vereinfachend kann man zusammenfassen, dass zu jedem Euro Wertschöpfung durch die direkte Produktion von FTB-Technik 0,6 Euro indirekte Wertschöpfung hinzukommen.¹⁰ Außerdem sind damit 1,1

⁸ Von den 4,868 Mrd. Euro Produktion von FTB-Technik muss die brancheninterne Lieferung abgezogen werden, um auf die tatsächliche Endnachfrage von 4,136 Mrd. Euro zu kommen.

⁹ Von den 4,975 Mrd. Euro Produktion von komplementären Gütern muss die brancheninterne Lieferung abgezogen werden, um auf die tatsächliche Endnachfrage von 4,027 Mrd. Euro zu kommen.

¹⁰ $1,2/1,8 \approx 0,6$.

Euro Wertschöpfung¹¹ durch die direkte Produktion von komplementären Gütern und Dienstleistungen verbunden, an denen wiederum 0,5 Euro Wertschöpfung aus der Vorleistungsproduktion hängen.¹² An jedem Arbeitsplatz in der Produktion von FTB-Technik hängen 0,9 Arbeitsplätze bei den Vorleistungslieferanten.¹³ Außerdem sind damit 1,2 Arbeitsplätze¹⁴ bei der Produktion komplementärer Güter und Dienstleistungen verbunden, an denen 0,6 Beschäftigte¹⁵ bei der Produktion der dazu benötigten Vorleistungen hängen.

3.6 Ausblick – additive Fertigungsverfahren

Neben den in dieser Studie betrachteten füge-, trenn-, und beschichtungstechnischen Prozessen gibt es in der Zwischenzeit neuere Fertigungsverfahren, die die bisherigen FTB-Prozesse ergänzen – aber auch in Konkurrenz zu ihnen stehen. Die additive oder generative Fertigung ist ein Verfahren, das seit rund zwanzig Jahren zunehmend an Bedeutung gewinnt. Bei der additiven Fertigung wird auf der Basis eines digitalen 3D-Modells Material solange schichtweise aufgetragen, bis ein fertiges Bauteil aus eben diesen Schichten entstanden ist. Das Verfahren unterscheidet sich somit vollständig von den konventionellen, abtragenden Fertigungsverfahren.

Die Vorteile der additiven Fertigung sind auf der einen Seite technischer Art – es lassen sich Bauteile mit bisher nicht möglichen Geometrien realisieren. Auf der anderen Seite bietet die additive Fertigung ökonomische Effizienzgewinne durch eine individualisierte Produktion von kundenspezifisch angepassten (Einzel-)Produkten ohne die damit üblicherweise verbundenen, hohen stückfixen Kosten. Durch die Einführung additiver Fertigungsverfahren kann es zu Rückwirkungen auf die gesamte Wertschöpfungskette kommen, da Entscheidungen über den Produktionsstandort beeinflusst werden und Frachtaufkommen durch eine Produktion vor Ort gesenkt wird.

Qualitativ zusammenfassend lässt sich aber feststellen, dass momentan wenig für den disruptiven Charakter additiver Fertigung spricht, eher wird es zu einer Ergänzung und Erweiterung bestehender Geschäftsmodelle kommen. Verfahren der additiven Fertigung werden tatsächlich bereits in vielen deutschen Unternehmen angewendet, allerdings oft nur für kleine Stückzahlen, beispielsweise im Prototypenbau oder für die Fertigung von Pilotserien. Ob sich die Technologie auch in der Massenfertigung etablieren wird, hängt von verschiedenen kritischen Parametern ab, so u.a. von der Frage wie gut Verfahren der AF künftig in bestehende Fertigungsprozesse integriert werden können und der Möglichkeit der Automatisierung von Prozessketten. Die größten ökonomischen Potenziale bestehen aus derzeitiger Sicht vor allem in der Luft- und Raumfahrttechnik sowie der Medizin- und Dentaltechnik. Als globales Marktvolumen wurde für 2018 ein Wert von knapp 10 Mrd. US-\$ angegeben, wobei dieser Wert auf heuristischen Schätzungen basiert und deshalb nur zurückhaltend interpretiert werden sollte. Ein weiterer zentraler Faktor für die Ausbreitung der AF wird sein, wie sich die mit additiven Verfahren verbundenen Produktionskosten entwickeln werden. Die relativ hohen Einstiegskosten aufgrund teils sehr hoher Anschaffungskosten – und damit einhergehend hohe Stückkosten bei kleinen Produktionsserien – stellen daher auch das aus Sicht der Praxis stärkste Integrationshemmnis dar.

Für zukünftige Untersuchungen der Bedeutung der FTB-Technik sollte die additive Fertigung also mitberücksichtigt werden. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die in der Produktionsstatistik des Statistischen Bundesamtes neu eingeführten GP Nummern künftig auch mit Daten hinterlegt werden.

¹¹ $2,0/1,8=1,1$

¹² $0,9/1,8=0,5$.

¹³ $19,6/20,7\approx 0,9$.

¹⁴ $24,3/20,7\approx 1,2$.

¹⁵ $12,4/20,7\approx 0,6$.